

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

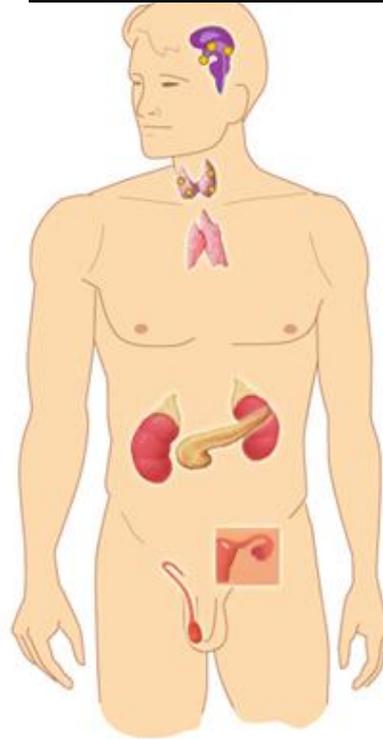


Module : Physiologie des régulations

Élément de module: Endocrinologie

Semestre : 6

Année : 2011 - 2012



COURS D'ENDOCRINOLOGIE



Contenu du cours:

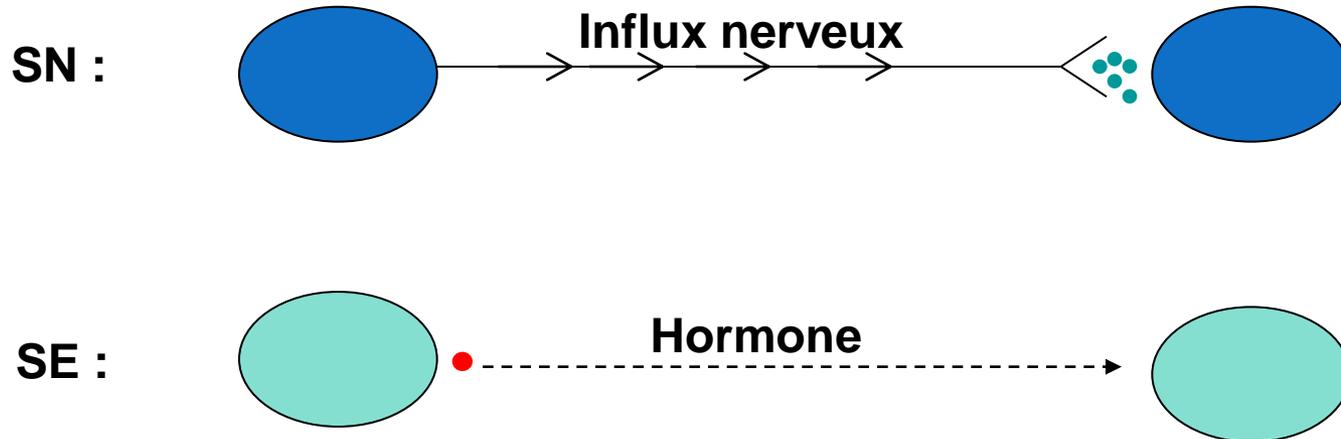
- I- Les hormones : Notions générales
- II- Les hormones hypothalamo-hypophysaires
- III- Les hormones ovariennes
- IV- Les hormones testiculaires
- V- Les hormones thyroïdiennes
- VI- Les hormones des parathyroïdes
- VII- Les hormones surrénaliennes
- VIII- Les hormones pancréatiques

COURS D'ENDOCRINOLOGIE

Notions générales:

- **L'endocrinologie** est la science qui étudie le système endocrinien
- **Le système endocrinien** est l'ensemble des organes dont les sécrétions ou **hormones** se déversent directement dans la circulation
- C'est un système complémentaire et comparable aux **systèmes nerveux et immunitaire**.

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

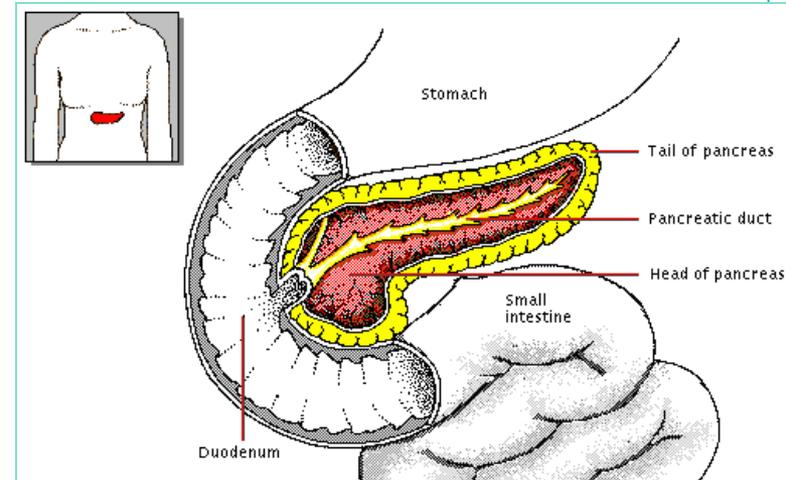
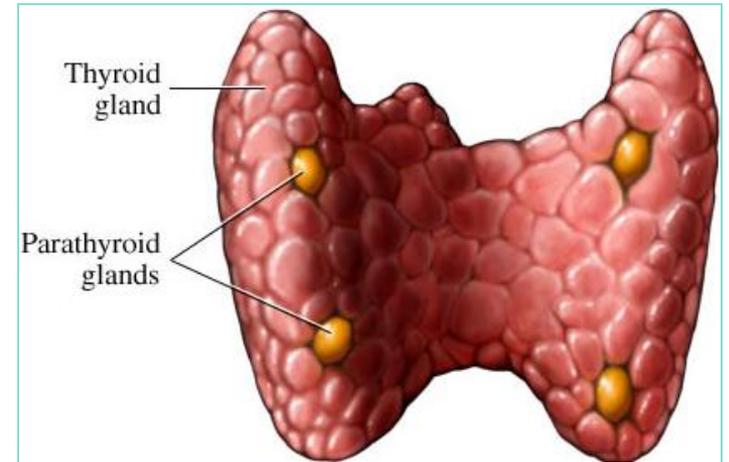


	Systeme nerveux	Systeme endocrinien
Message	Influx nerveux (électrique) et synapse	Hormone (chimique)
Voies efférentes	Neurones	Sang
Effecteurs	Muscles Glandes	Cellules cibles (avec récepteur)
Réponses des effecteurs	Contraction, sécrétion	Modifications des activités métaboliques
Temps de réaction	Court	Long
Durée de la réponse	Courte	Longue

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

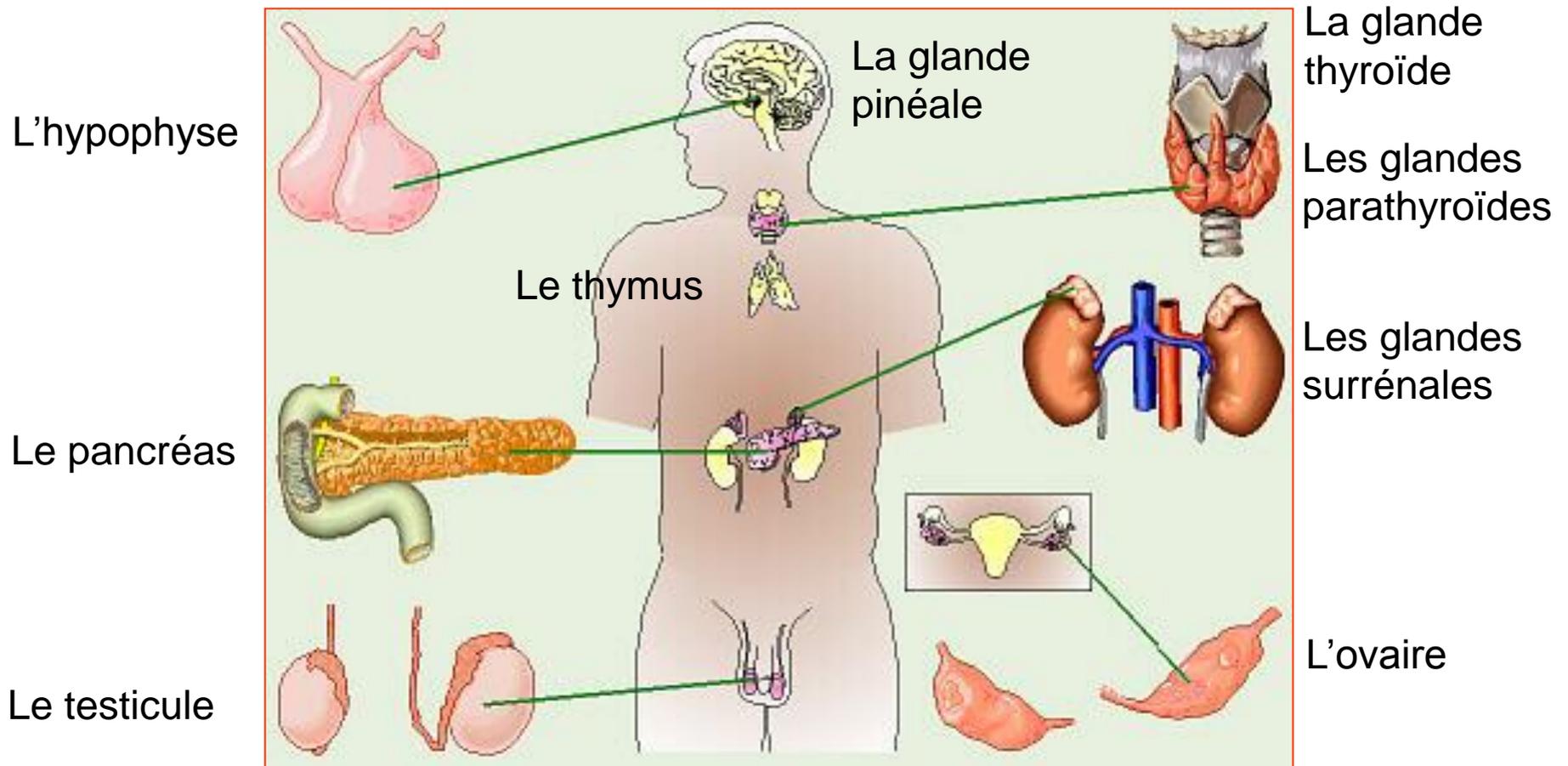
Notions générales:

- **Glandes Endocrines** : libèrent des hormones (sécrétion interne)
Ex: Insuline, glucagon, adrénaline, cortisol
- **Glandes Exocrines** : libèrent des sécrétions non hormonales (s'ouvrant vers l'extérieur)
Ex: Glandes sudoripares, sébacées, salivaires



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

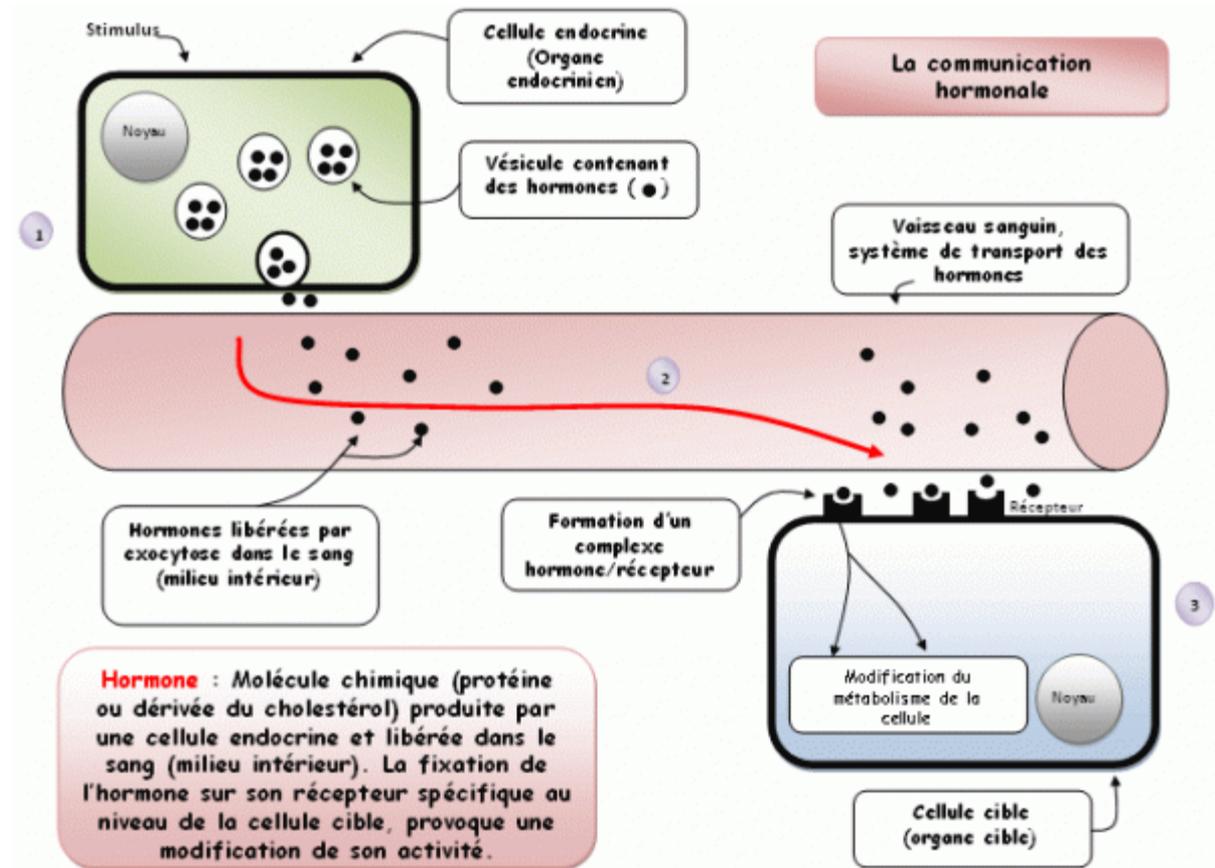
Les glandes endocrines



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



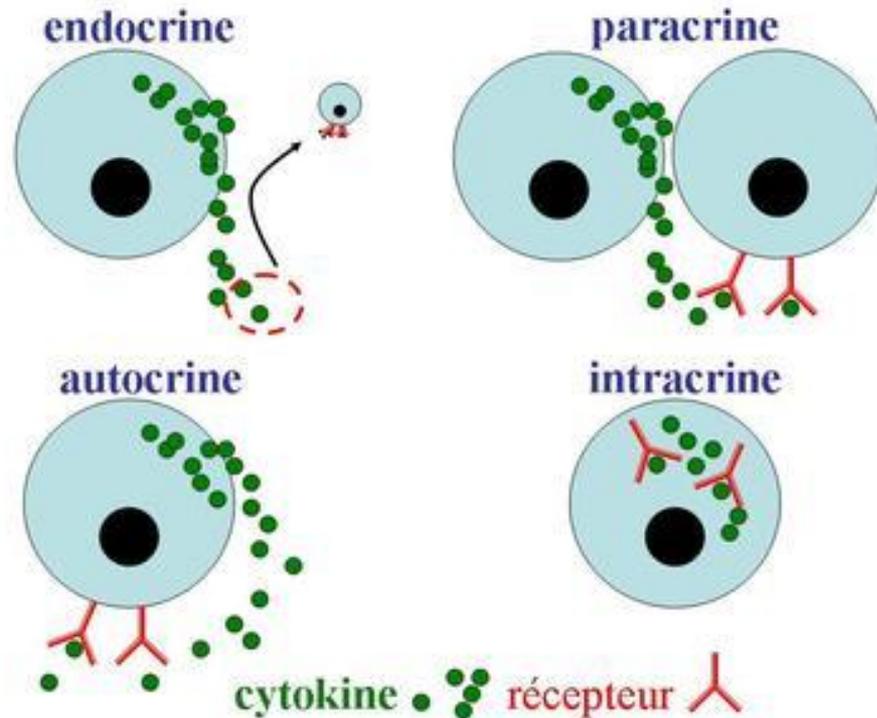
Notions générales

- C'est une **substance chimique** produite par les glandes endocrines.
- Elle est **déversée dans le sang** et transportée par la circulation sanguine.
- Elle exerce une **action à distance** sur un **organe** ou des **cellules cibles**.

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

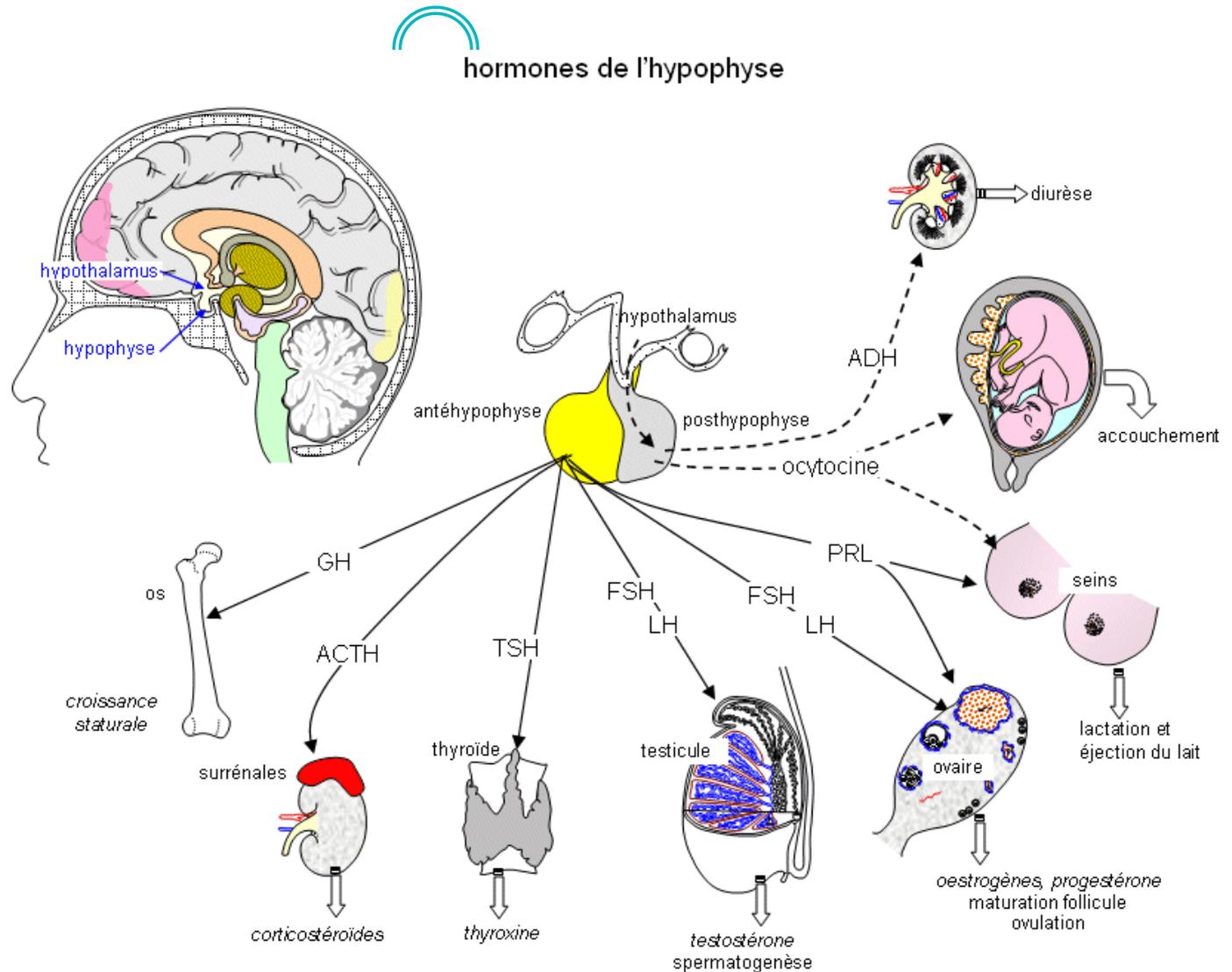


Une hormone
peut agir à
différentes
distances de
son site de
libération

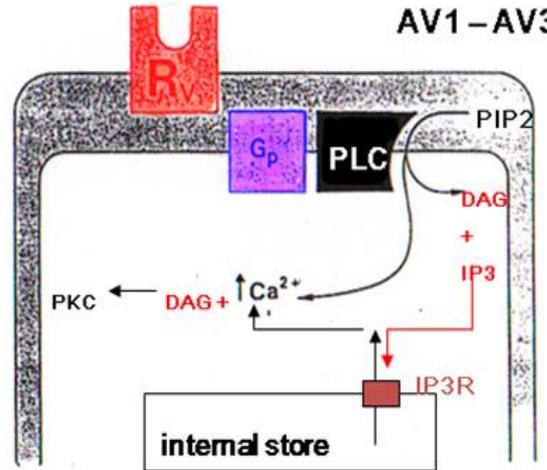
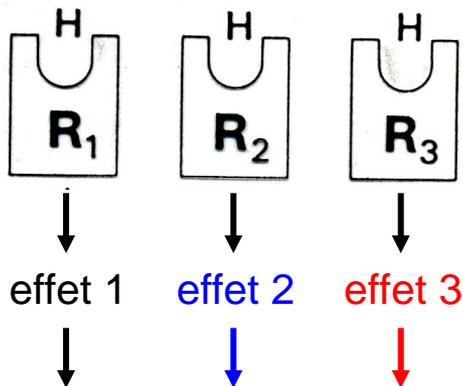
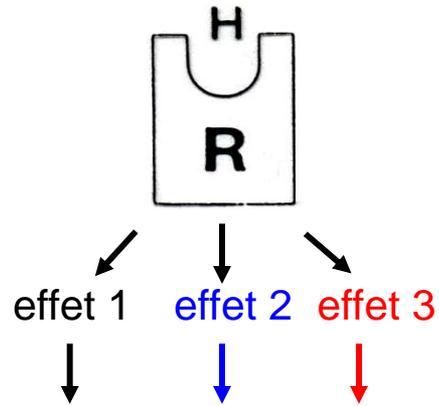


LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

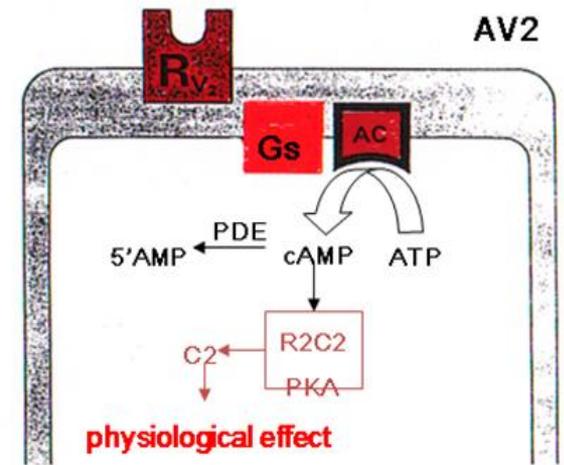
Une même
glande
endocrine
peut sécréter
plusieurs
hormones



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



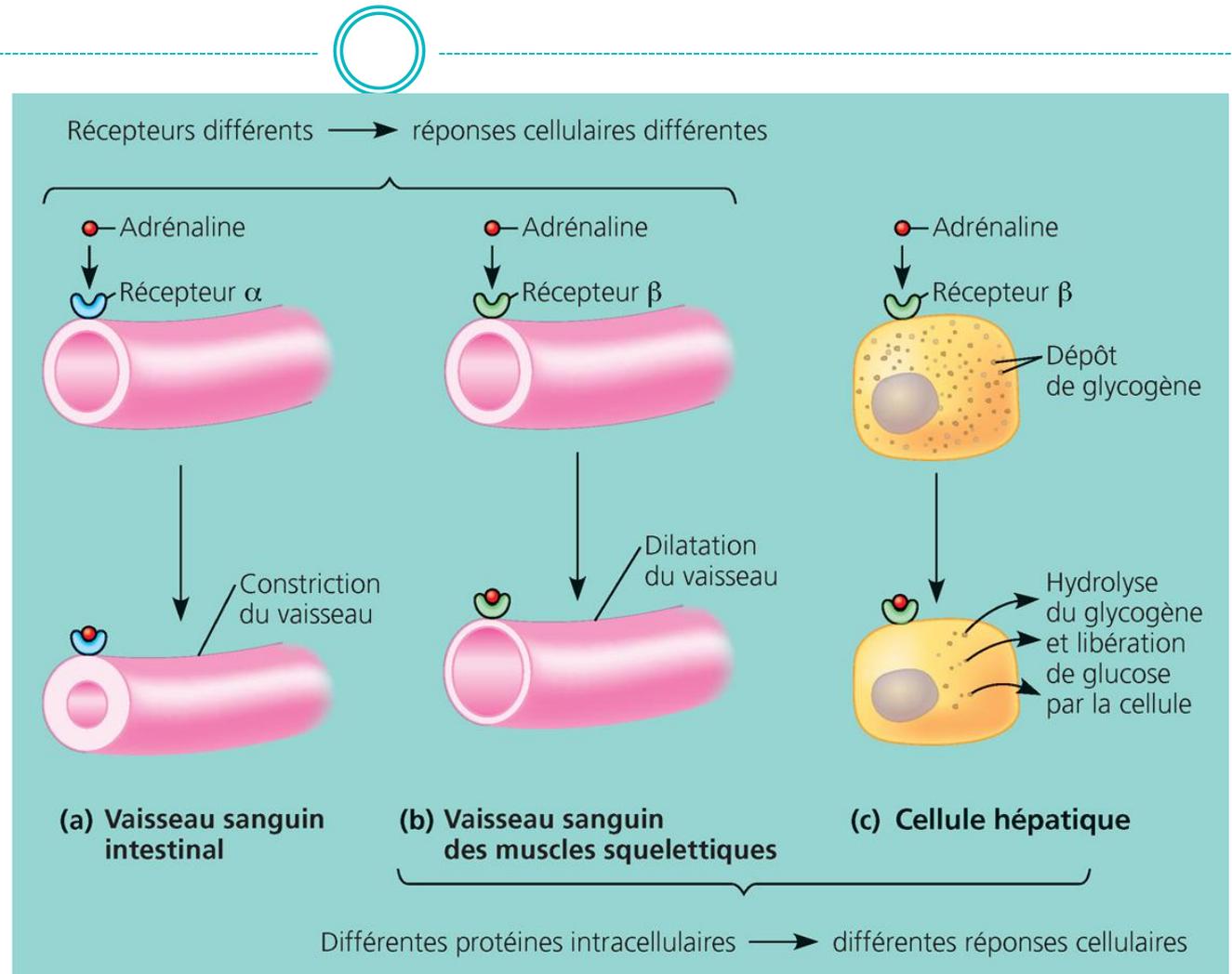
response in liver
and blood vessels



response in kidney
tubule

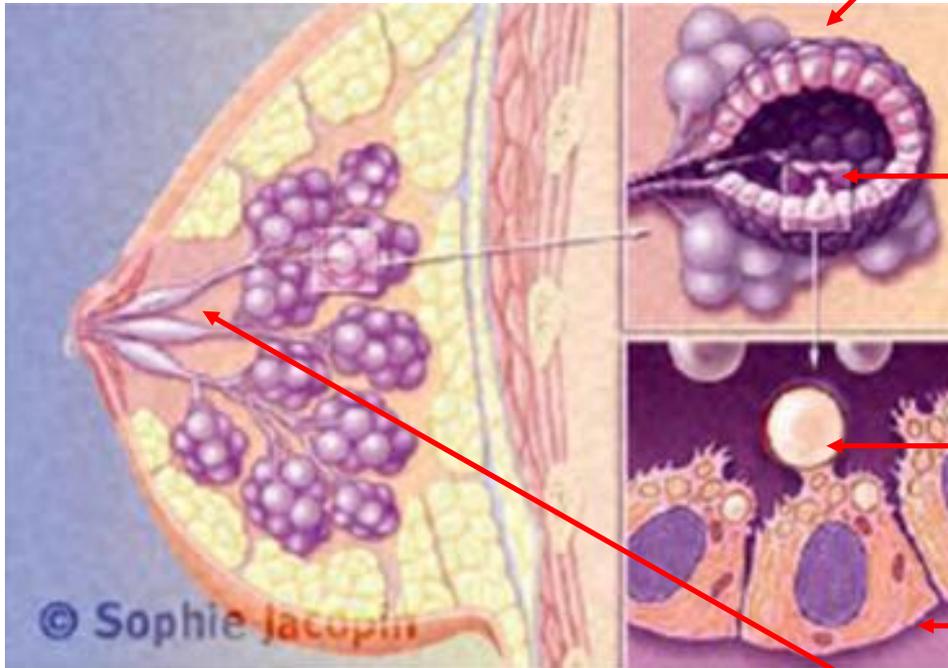
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Une hormone peut avoir des effets différents en fonction de la cellule cible et des récepteurs



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Un effet physiologique est contrôlé par plusieurs hormones



La **progestérone** développe les acini des glandes mammaires

La **prolactine** développe les acini des glandes mammaires

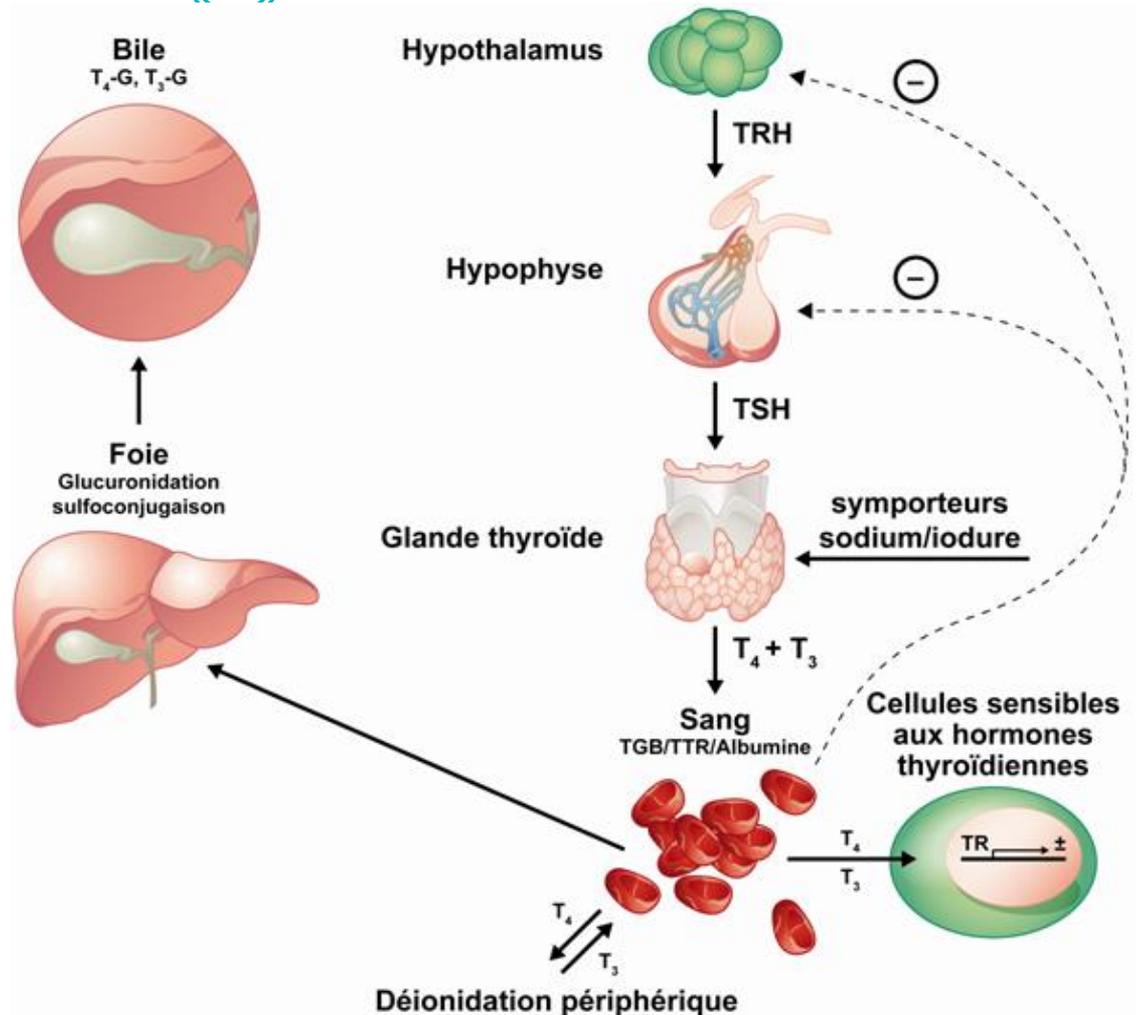
La **prolactine** agit avec le **cortisol** et l'**insuline** pour stimuler la transcription de gènes codant pour les protéines du lait.

L'**ocytocine** contracte les muscles lisses: Ejection du lait

Les **œstrogènes** stimulent la croissance des canaux galactophores

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Différentes glandes agissent les unes sur les autres pour un fonctionnement optimal



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

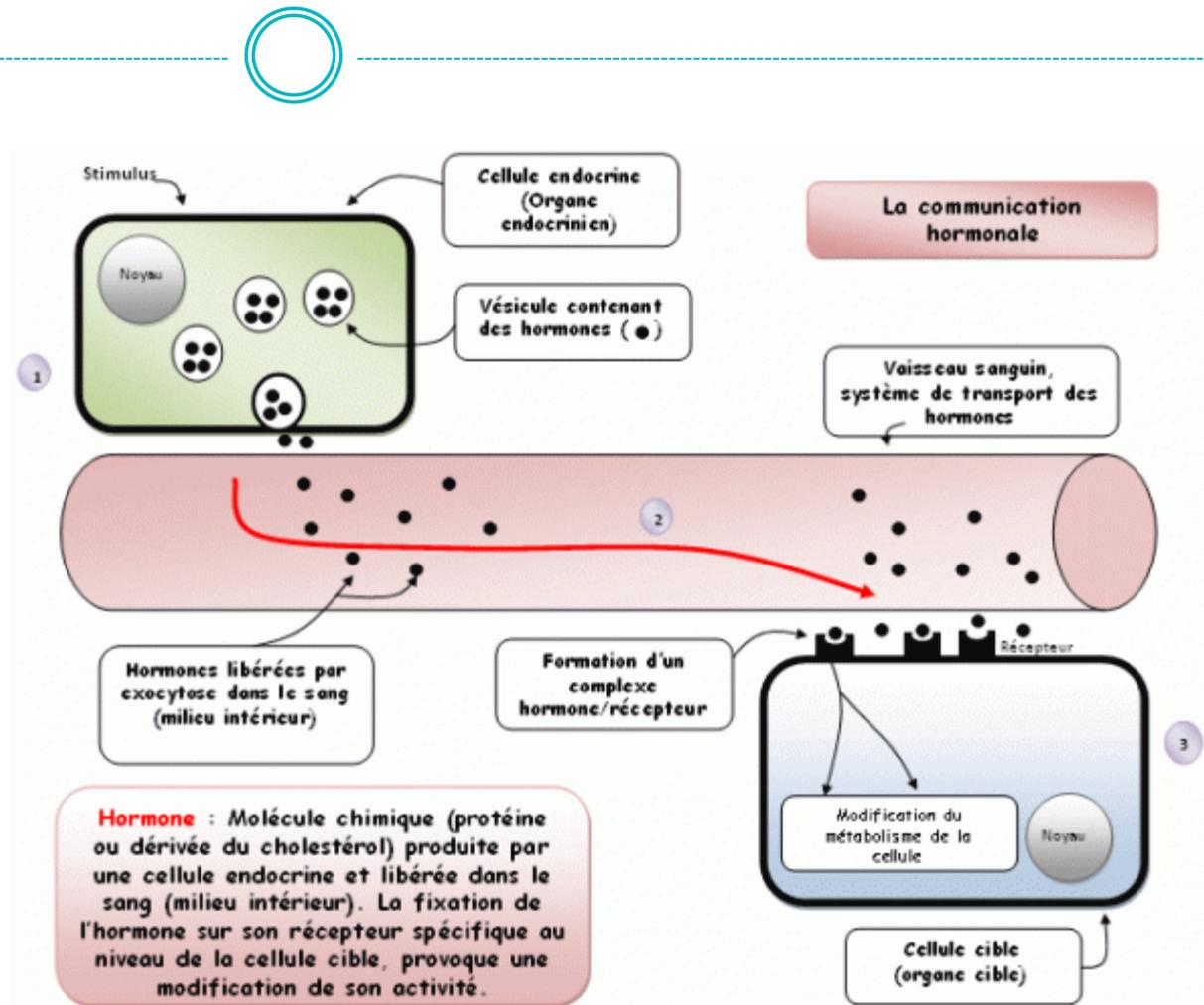
Classifications des hormones:

- **Hormones dérivées d'acides aminés :**
Ex: Adrénaline, Noradrénaline, T3 et T4, Mélatonine
- **Hormones peptidiques :**
Ex: Insuline, glucagon
- **Hormones stéroïdes :**
Ex: Testostérone, oestrogènes, aldostérone...

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

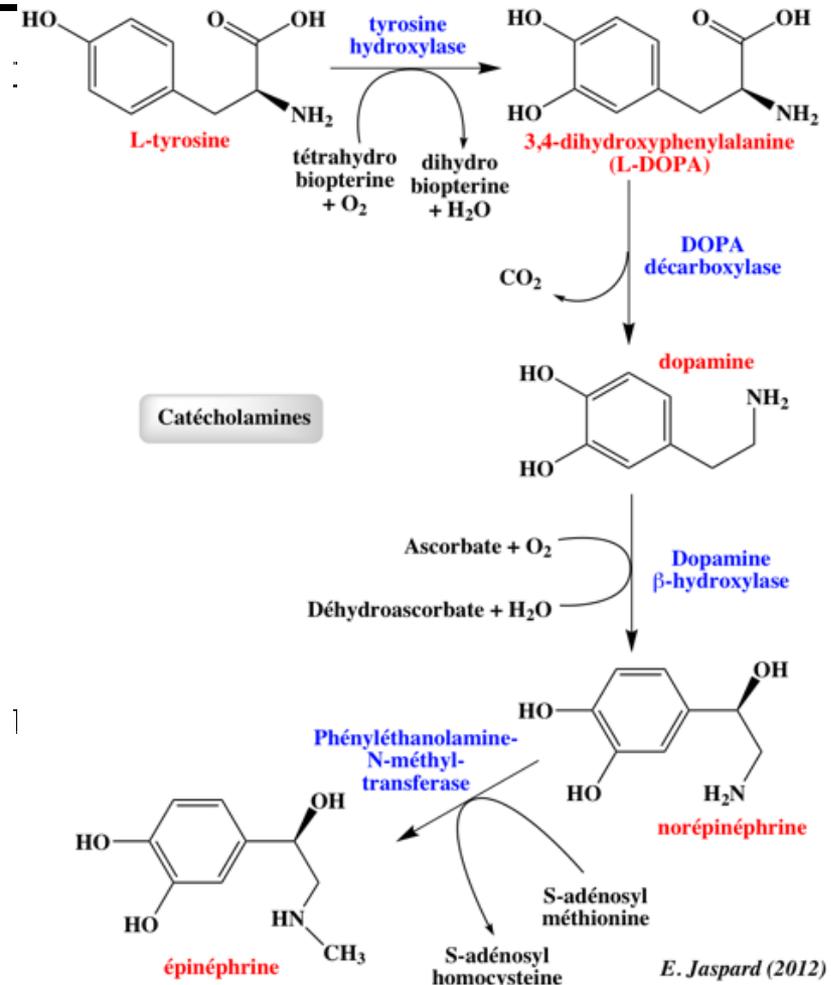
- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Hormones dérivées d'acides aminés:

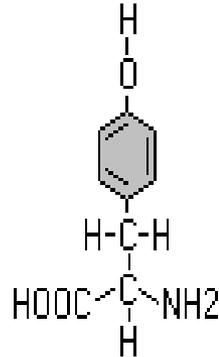
L'adrénaline, la noradrénaline et la dopamine synthétisées dans la médullosurrénale à partir de la tyrosine



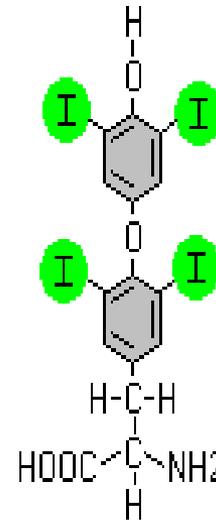
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Hormones dérivées d'acides aminés:

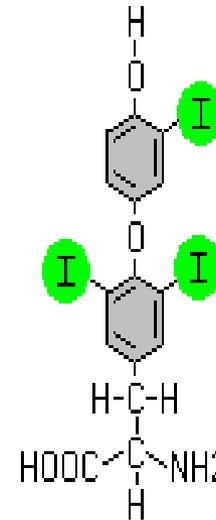
La T3 et la T4 proviennent de l'association de 2 molécules de tyrosine. Elles sont synthétisées dans la thyroïde



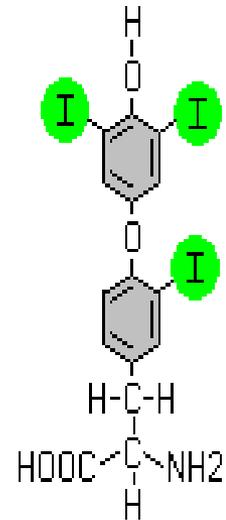
Tyrosine



Thyroxine (T4)



Triiodothyronine (T3)

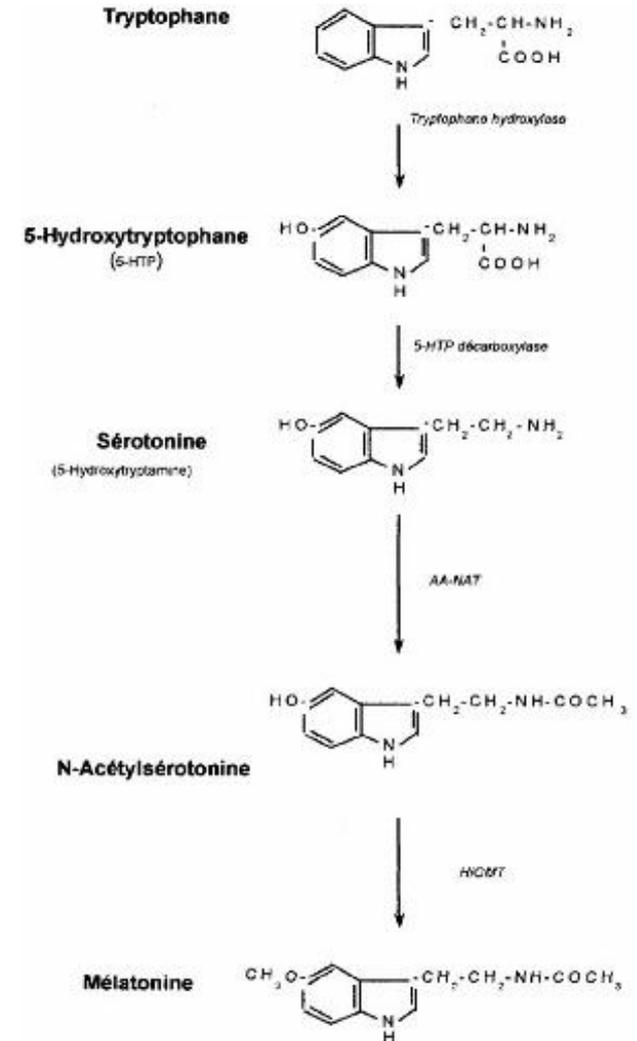


"Reverse T3" (inactive)

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

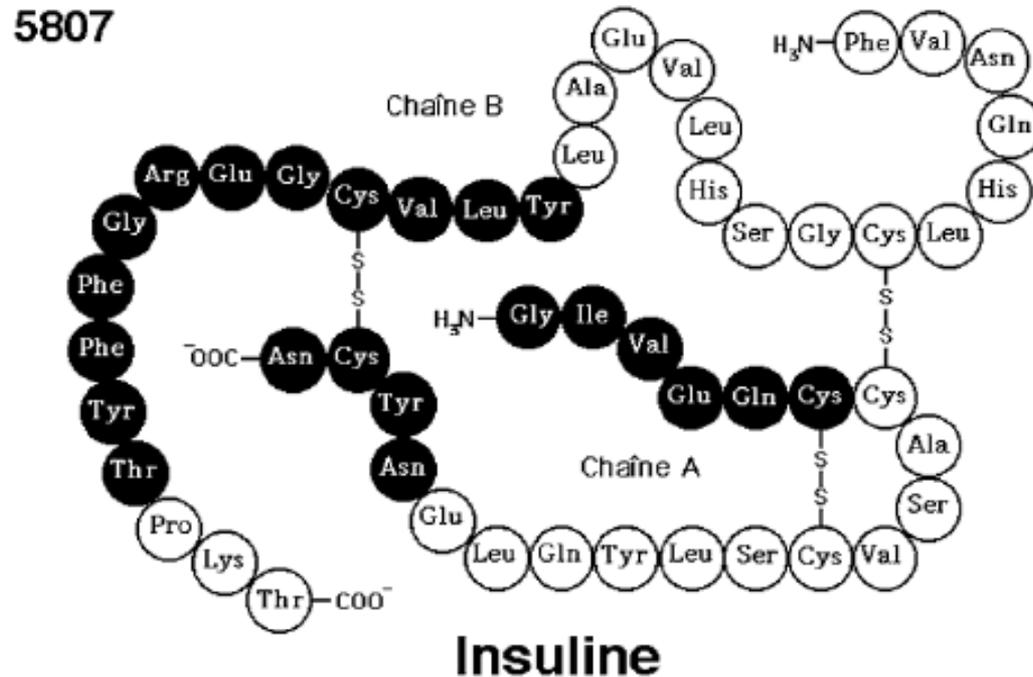
Hormones dérivées d'acides aminés:

La mélatonine provient de la transformation du tryptophane.



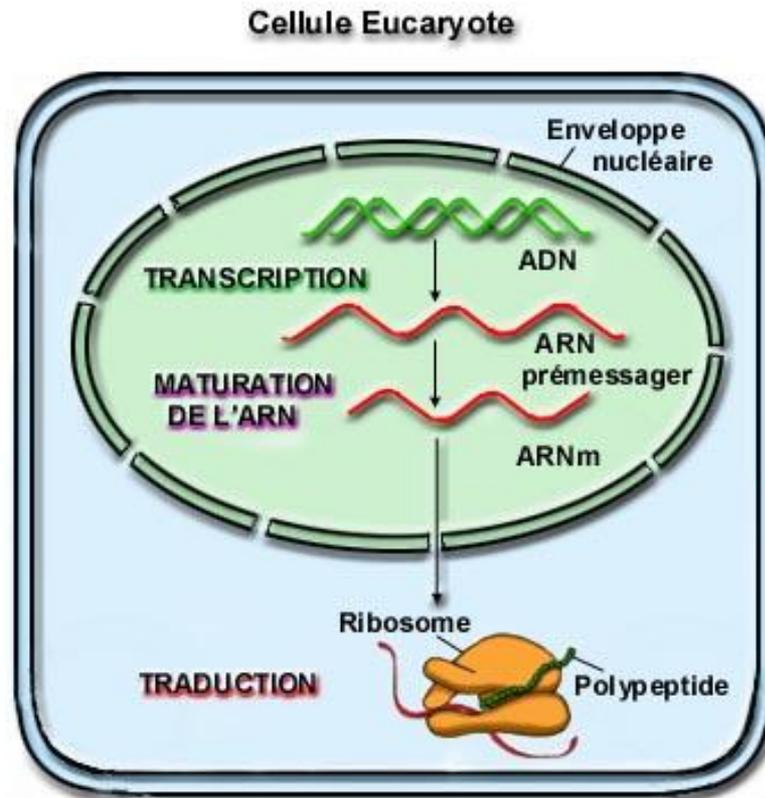
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Hormones peptidiques :



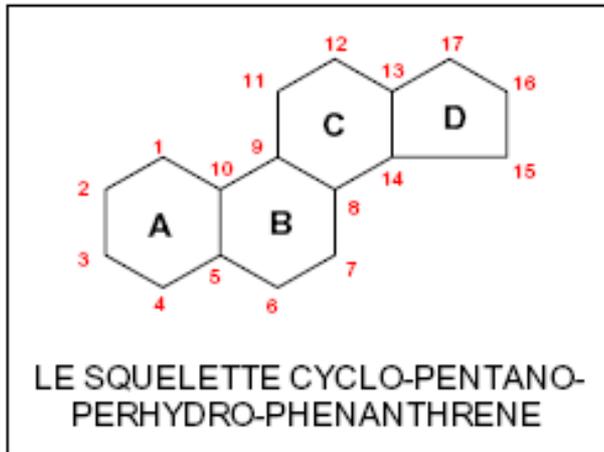
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Synthèse des hormones peptidiques :



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

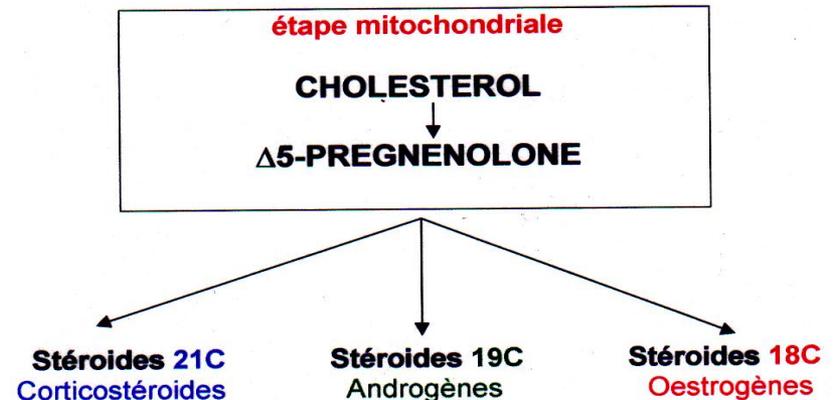
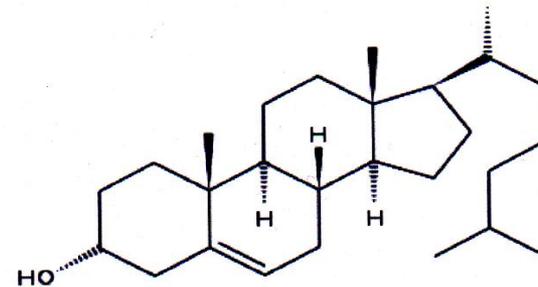
Synthèse des hormones stéroïdes:



Oestrogènes
 Progestérone
 Androgènes
 Glucocorticoïdes
 Minéralocorticoïdes

BIOSYNTHESE DES HORMONES STEROIDES

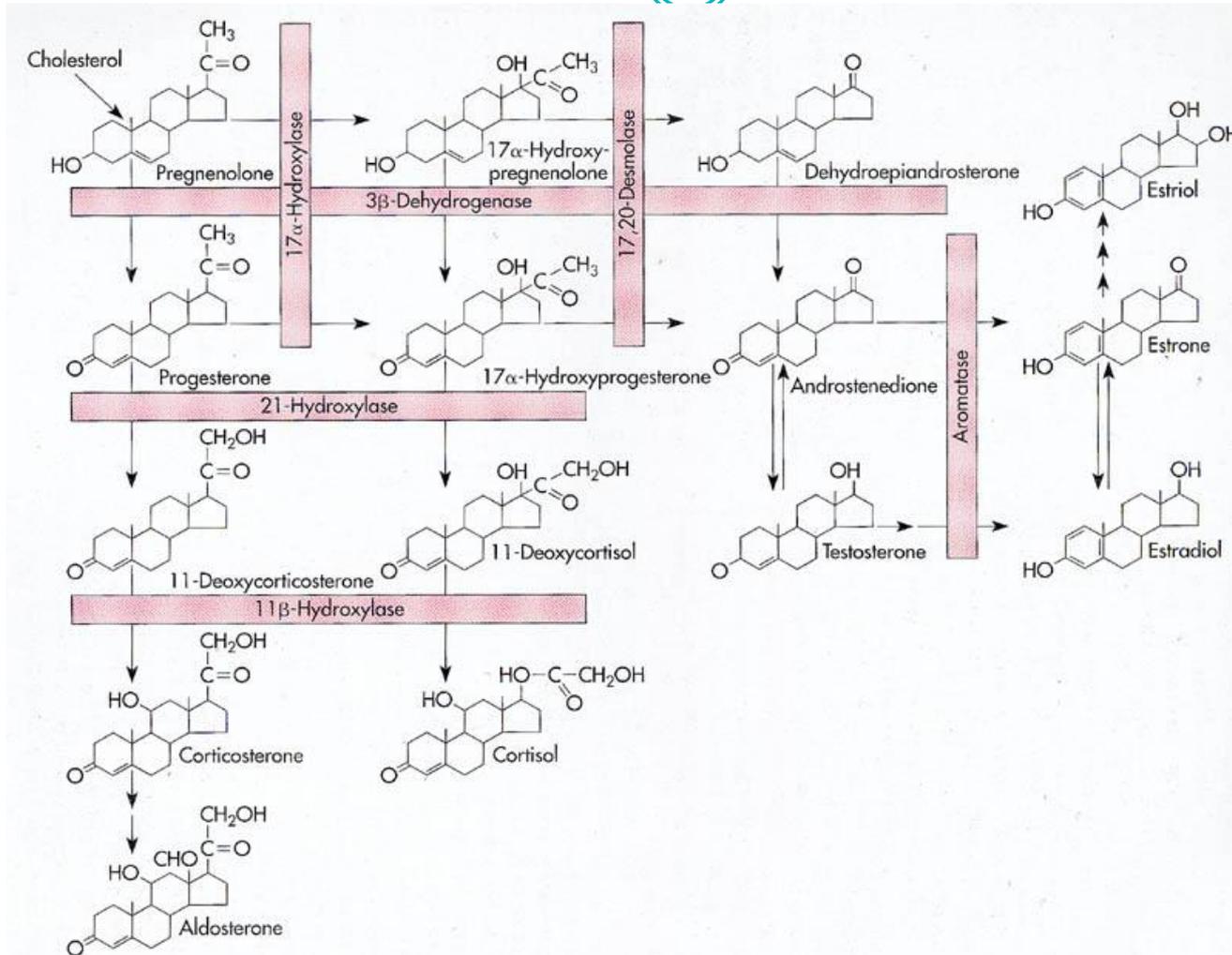
Précurseur : **CHOLESTEROL**



Pas de stockage sous forme de granules

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Synthèse des hormones stéroïdes:

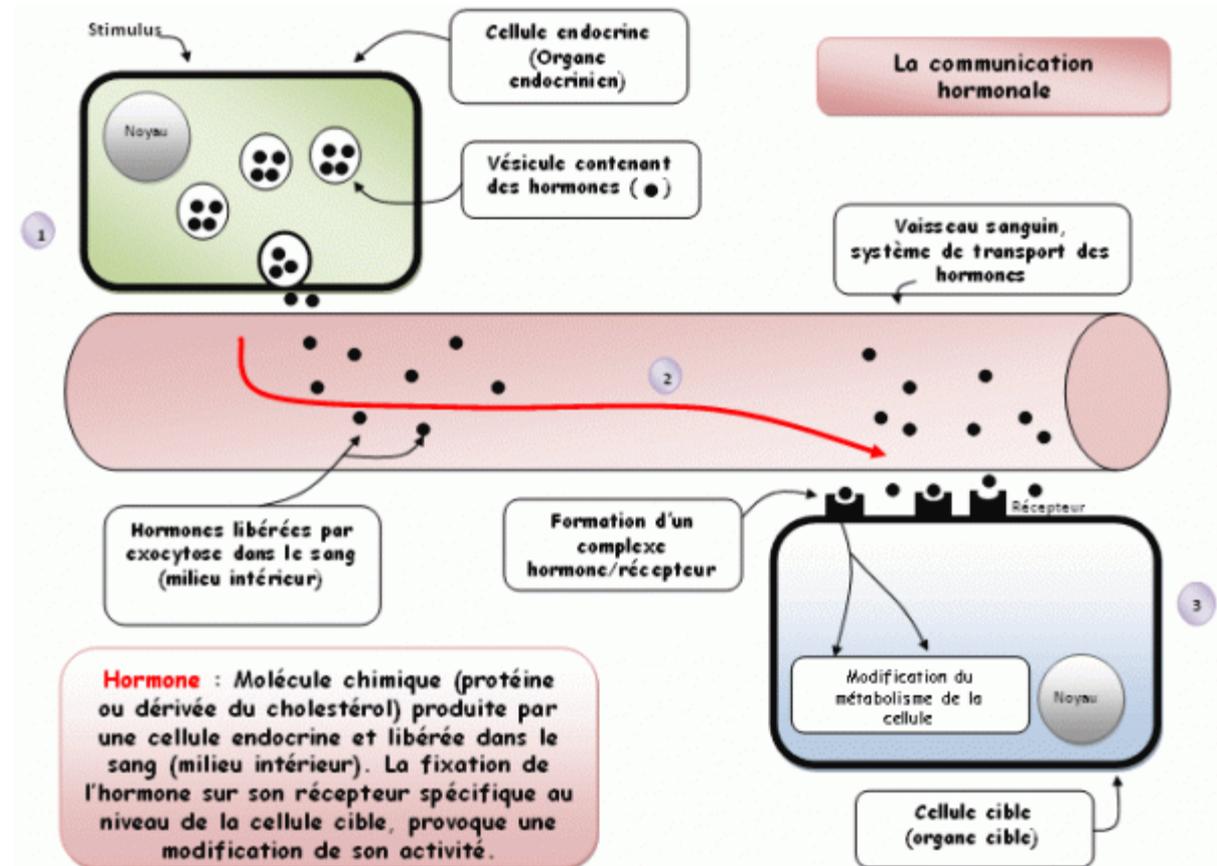


Catégories d'Hormones	Hormones	« Glandes » Endocrines
Hormones Peptidiques	Ocytocine Vasopressine CRH ou Corticolibérine GnRH ou Gonadostimuline GHRH ou Somatocrine GHIH ou Somastatine TRH ou Thyrotrophine	Hypothalamus
	ACTH ou hormone corticotrope FSH ou Folliculostimuline LH ou hormone lutéinisante TSH ou hormone thyroïdienne GH ou hormone de croissance MSH ou hormone mélanotrope	Adénohypophyse
	Prolactine	Pancréas (Ilots de Langerhans)
	Insuline	Parathyroïdes
	Glucagon	Thyroïde
	Parathormone	Duodénum
	Calcitonine	
	CCK ou Cholecystokinine	
	Entégastrone	Estomac
	Sécrétine	Cœur
	Gastrine	Foie et Reins
	NAF ou facteur natriurétique atrial	Foie
	EPO ou Erythropoïétine	Multiples types cellulaires
	Angiotensine (Angiotensinogène)	
	Facteurs de croissances	
Hormones Stéroïdes	Minéralocorticoïdes (aldostérone) Glucocorticoïdes Androgènes (androsténone)	Cortico-surrénales
	Progestérone Oestrogènes	Ovaires
	Testostérone	Testicules
	Hormones Monoaminées	T3 ou triiodothyronine T4 ou thyroxine
Dopamine		Hypothalamus
Adrénaline Noradrénaline		Médullo-surrénales
Mélatonine		Epiphyse

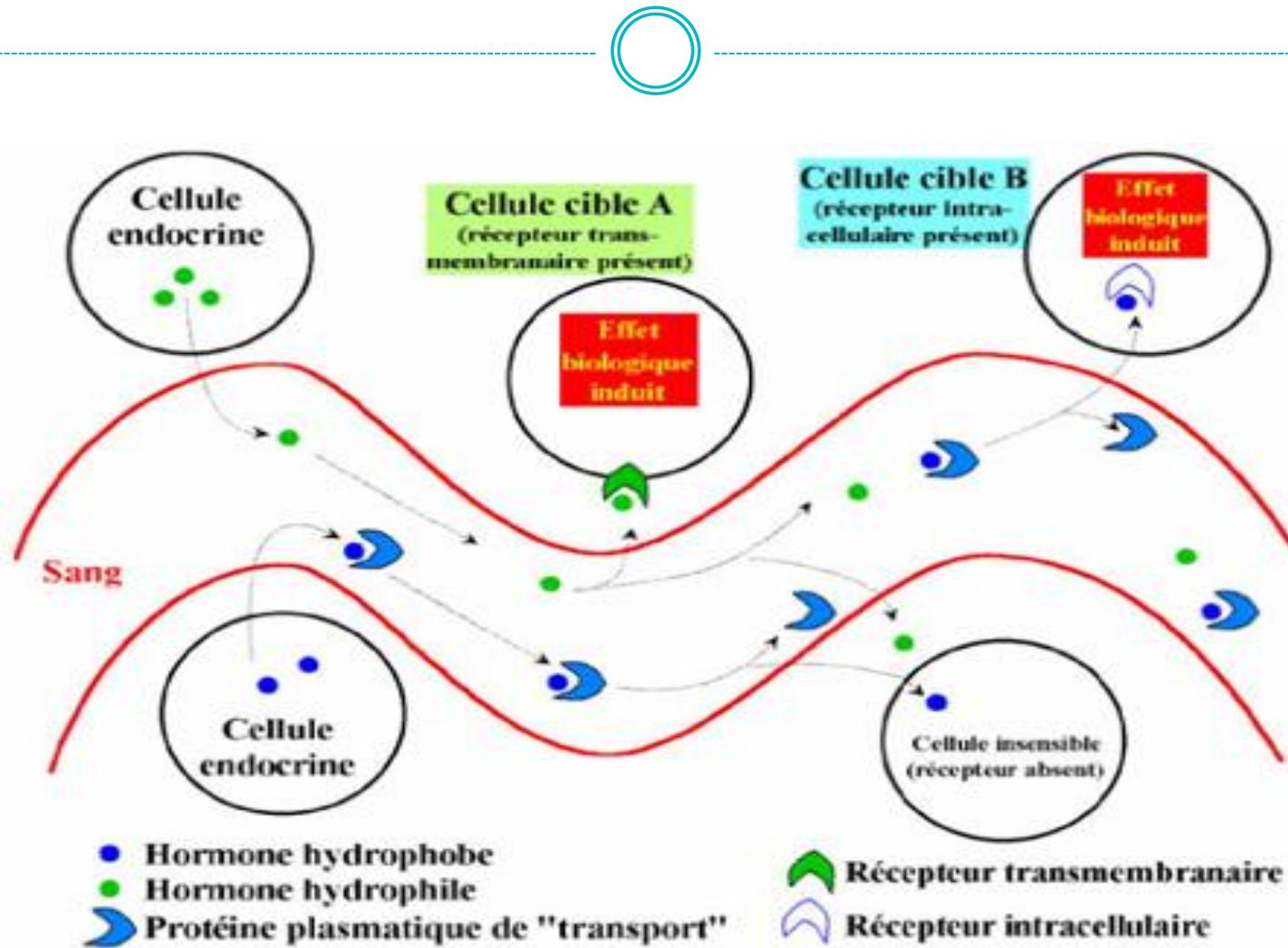
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation

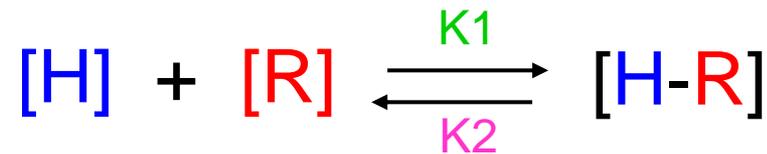


LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Loi d'action de masse:



[H] : Concentration de l'hormone

[R] : Concentration du Récepteur

[H-R] : Concentration du complexe Ligand-Récepteur

k₁ et k₂ : Constantes cinétiques d'association et de dissociation

$$K_A = \frac{[H-R]}{[H][R]} = 1 / K_D \leftarrow \text{constante de dissociation}$$

↑
constante d'association

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



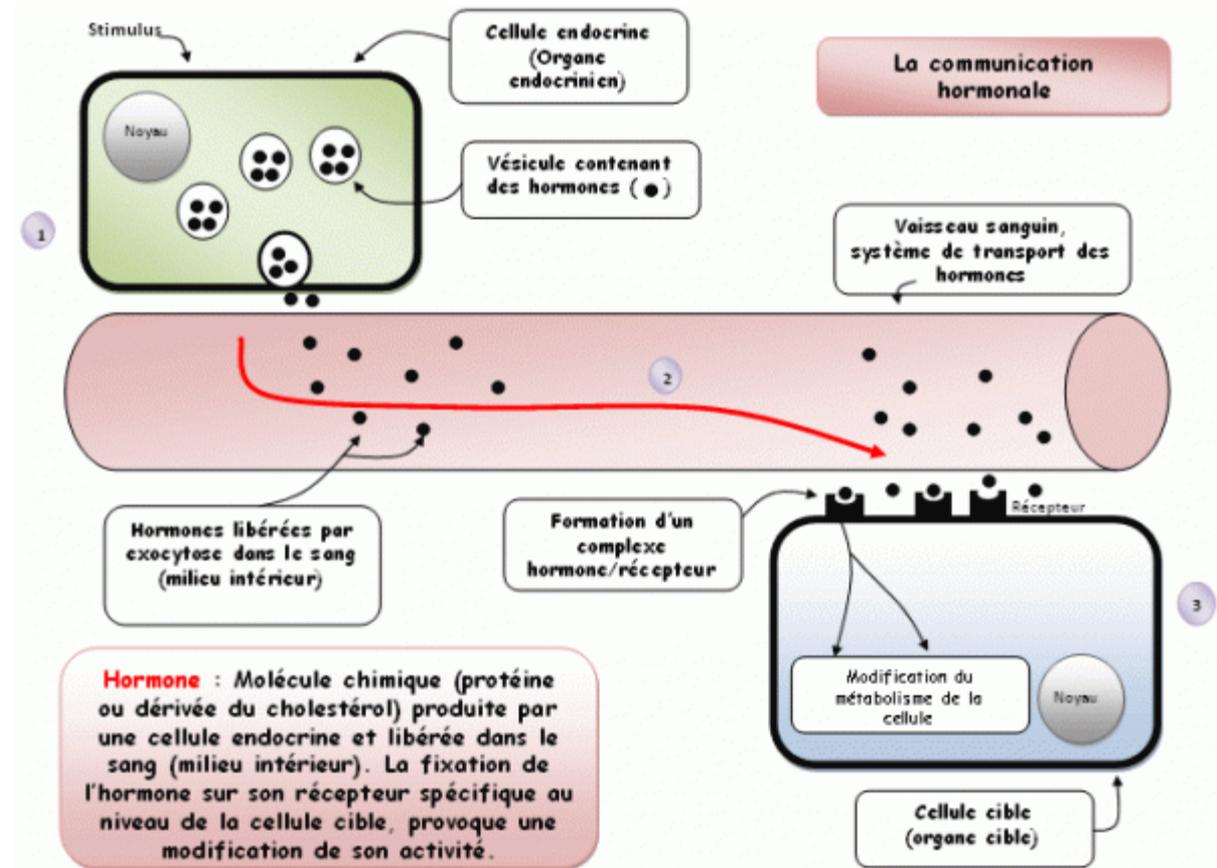
Transport des hormones:

Proteine de transport	Hormones	Pm et affinite
Cbg	glucocorticostéroïdes progestérone	PM : 25000 $K_d : 10^{-8}$.
Sbg ou Sbp	testostérone oestradiol	50000 à 10000 $K_d : 0,5 - 4 \text{ nM}$
Tbg	hormones thyroïdiennes (T_3 et T_4)	$K_d : 10^{-6} - 10^{-3} \text{M}$
Albumine (non spécifique)	tous les stéroïdes	non spécifique

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Hormone peptidique

Récepteur membranaire

Hormone stéroïdienne

Récepteur cytosolique

Mélatonine

Ocytocine

ADH

PRL

GH

FSH

LH

TSH

T3/T4

Calcitonine

PTH

Thymosine

Adrénaline

Insuline

Glucagon

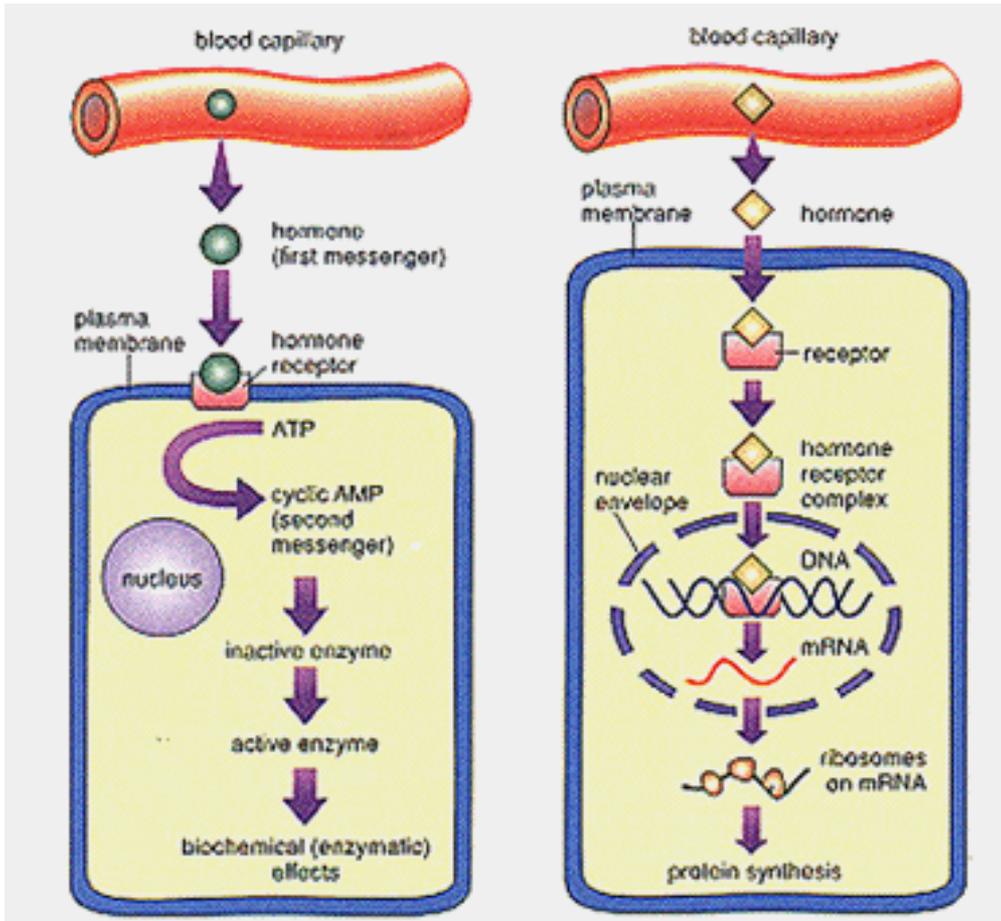
Testostérone

Aldostérone

Cortisol

Progéstérone

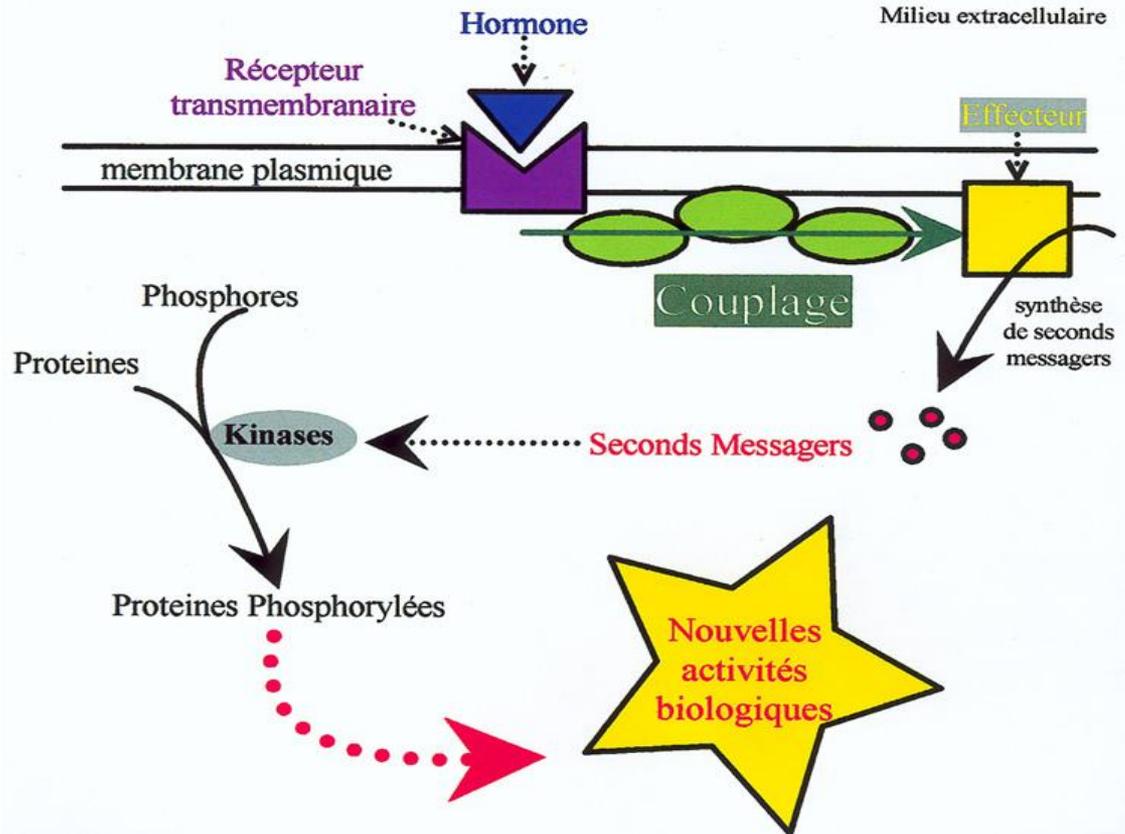
Oestrogène



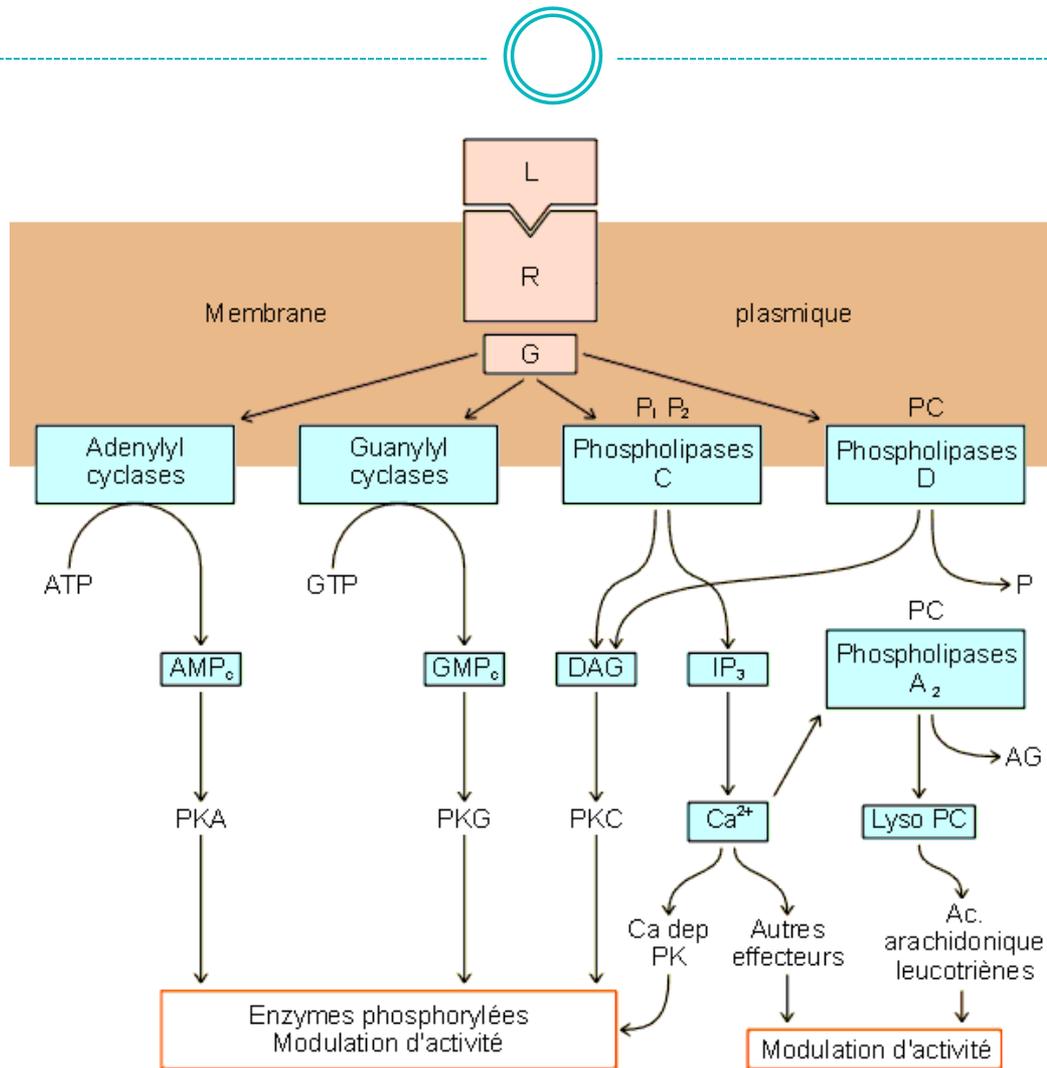
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Action des hormones peptidiques:

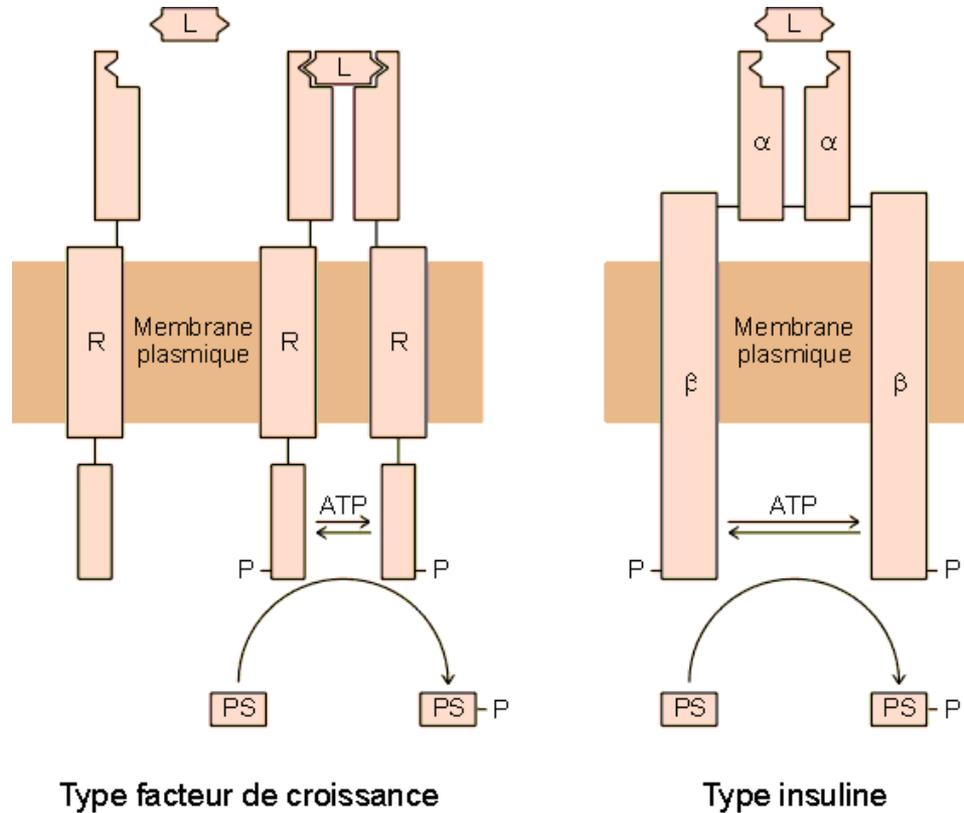
Hormones peptidiques
Catécholamines
mélatonine



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

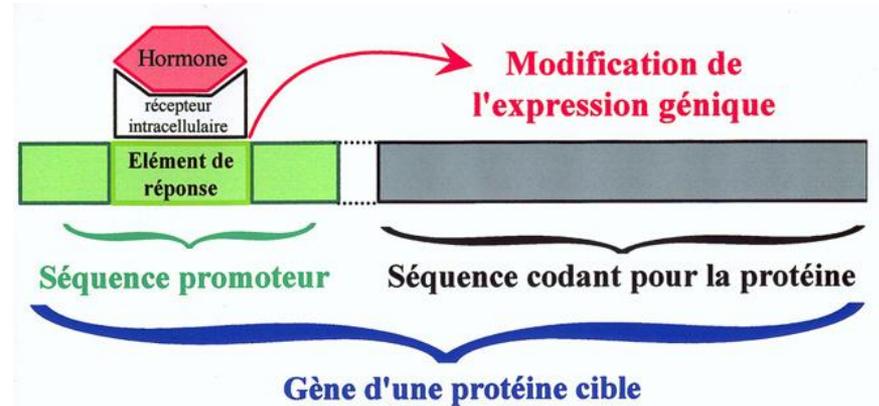
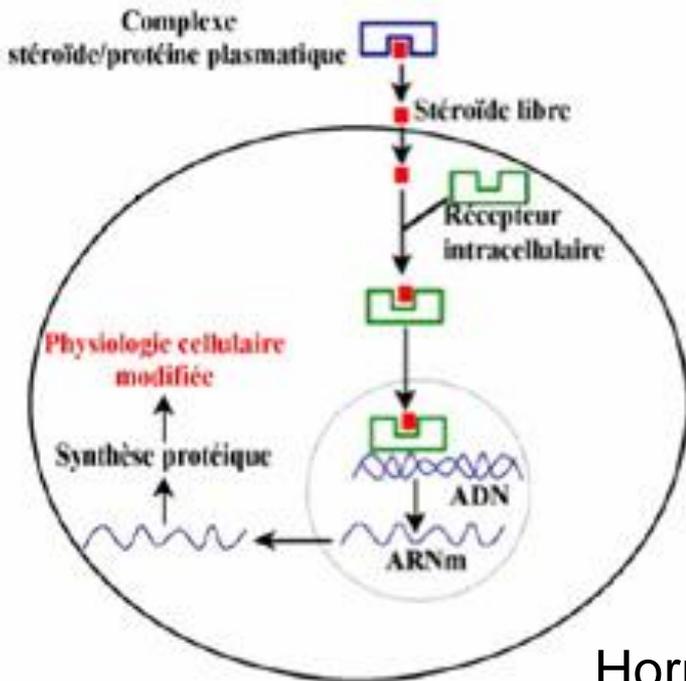


LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

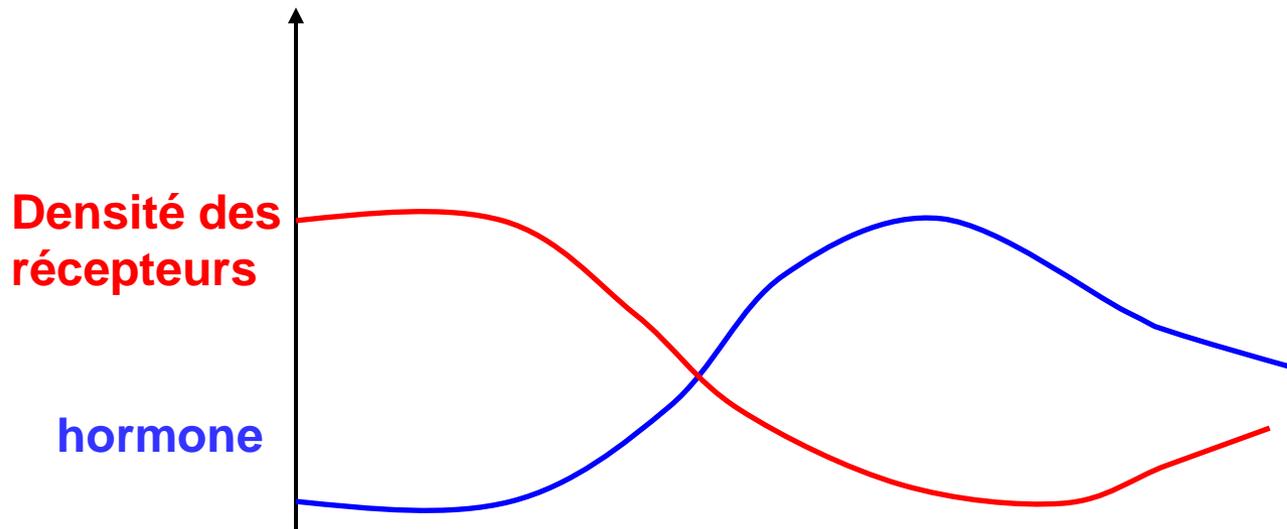
Transport des hormones stéroïdiennes:



Hormones stéroïdiennes
Hormones thyroïdiennes

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

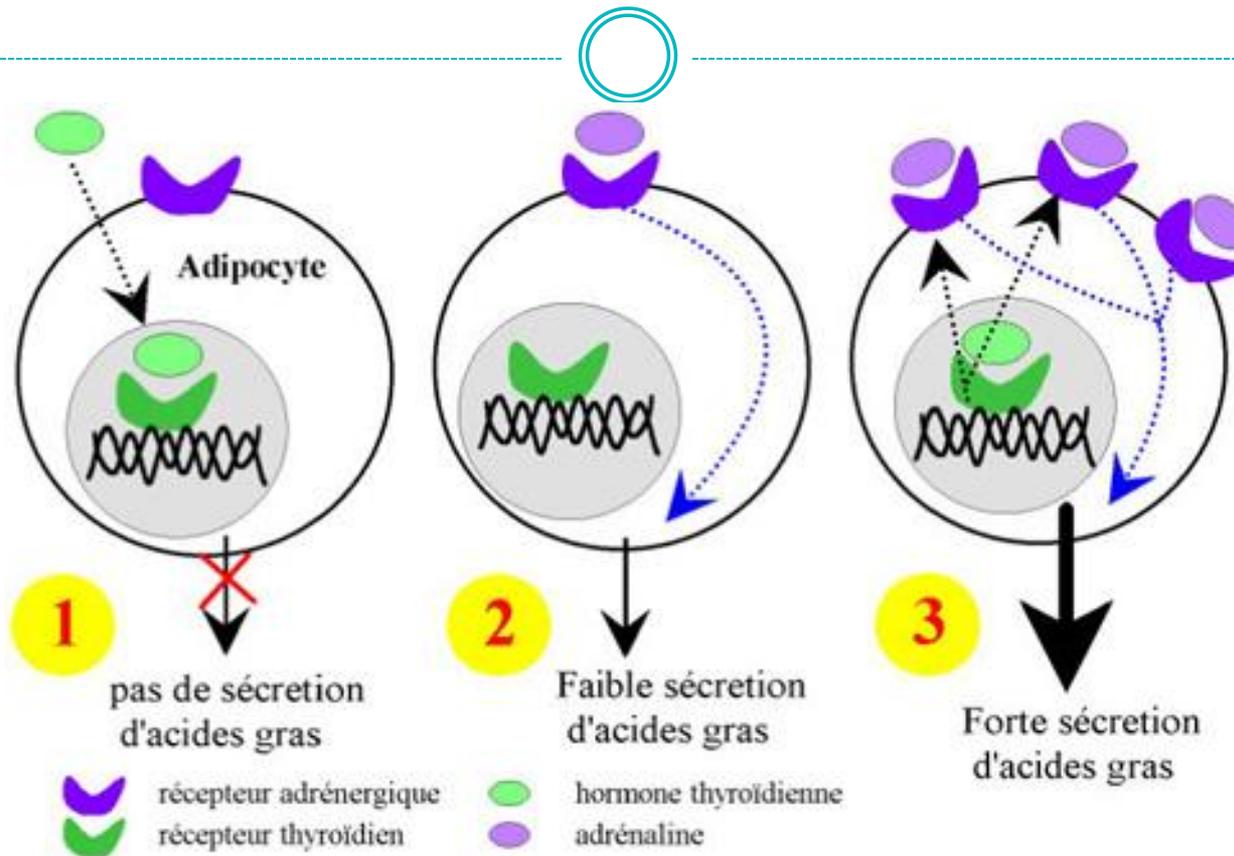
Une hormone peut moduler le niveau de sensibilité hormonale via la régulation de la densité de ses récepteurs (**up-down regulation**).



L'exposition des cellules à de faibles concentrations hormonales augmente le nombre de récepteurs et la sensibilité à l'hormone et l'importance de la réponse physiologique.

La surexposition des cellules à une forte concentration hormonale réduit le nombre de récepteurs et diminue la sensibilité à l'hormone et la capacité de réponse de la cellule cible.

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



les hormones thyroïdiennes renforcent l'effet de l'adrénaline sur la libération des acides gras par les adipocytes. Les hormones thyroïdiennes stimulent la synthèse des récepteurs adrénérgiques

Action des hormones peptidiques:

Nature	Hormones	Glande	Principales cibles	Principales Actions
Polypeptides	Ocytocine	Neurohypophyse	Utérus et glandes mammaires	Contractions utérines et excrétion du lait
	Vasopressine		Reins	Stimule la réabsorption de l'eau
	CRH	Hypothalamus	Adénohypophyse	Stimulation de la sécrétion d'ACTH
	GnRH		"	Stimulation de la sécrétion de FSH et LH
	GHRH		"	Stimulation de la sécrétion de GH
	GHIH		"	Inhibition de la sécrétion de GH et TRH
	TRH		"	Stimule la sécrétion de TSH et prolactine
	Dopamine		Adénohypophyse	Contrôle la production de prolactine
	ACTH	Adénohypophyse	Cortico-surrénales	Stimulation de la sécrétion des stéroïdes
	FSH		Gonades	Stimule la reproduction et la sécrétion des hormones sexuelles
	LH		"	"
	TSH		Thyroïde	Stimulation de la sécrétion de T3 et de T4
	GH		Os et autres tissus	Stimule la croissance et le métabolisme énergétique
	MSH		Mélanocytes	Pigmentation cutanée
	Prolactine		Seins	Développement des seins et synthèse du lait
	Insuline		Pancréas	Muscles, foie, tissu adipeux
	Glucagon	Nombreux type cellulaires		Stimule le déstockage du glucose
	Parathormone	Parathyroïdes	Os et reins	Homéostasie Ca ⁺⁺
	Calcitonine	Thyroïde	Os	Calcification, homéostasie Ca ⁺⁺
	CCK	Glandes digestives	Appareil digestif	Stimule la sécrétion de bile
	Entégastrone		"	Inhibe la sécrétion de suc pancréatique
	Sécrétine		"	Stimule la sécrétion de suc pancréatique
	Gastrine		"	"
	NAF	Cœur	Reins	Contrôle la sécrétion de Na ⁺
	EPO	Reins	Moelle osseuse	Production de globules rouges
	Angiotensine	Foie et Reins	Reins, surrénales	Contrôle la pression artérielle
	Facteurs de croissances	Foie	Multiples types cellulaires	Survie, prolifération et différenciation

Action des hormones peptidiques:

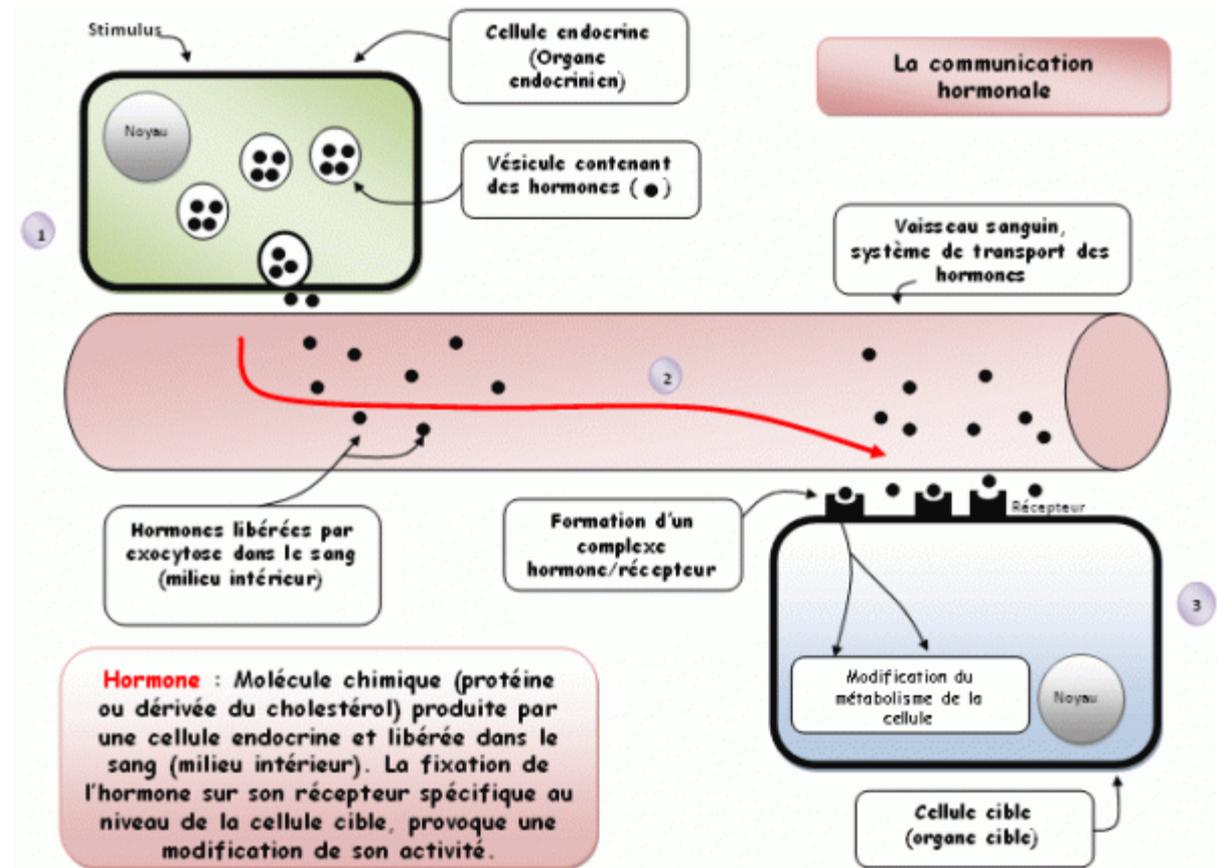


Nature	Hormones	Glande	Principales cibles	Principales Actions
Stéroïdes	Minéralocorticoïdes	Corticosurrénales	Reins	Homéostasie Na ⁺ , K ⁺ et H ⁺
	Glucocorticoïdes		Muscles, foie, tissu adipeux...	Stimule le métabolisme énergétique
	Androgènes		Gonades	Stimule la fonction reproductrice
	Progestérone	Ovaires	Appareils reproducteurs	Maturation et fonctionnement des organes sexuels, caractères sexuels secondaires
	Oestrogènes		"	"
	Testostérone	Testicules	"	"
Acides aminés	T3	Thyroïde	Cerveau, muscles, foie...	Stimule le développement cérébral et le métabolisme énergétique
	T4			
	Adrénaline	Médullosurrénale	Muscles, foie, cœur, artères...	Stimule le métabolisme énergétique et la fonction cardiovasculaire
	Noradrénaline		"	"
	Mélatonine	Pinéale	Cerveau	Rythmes biologiques

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

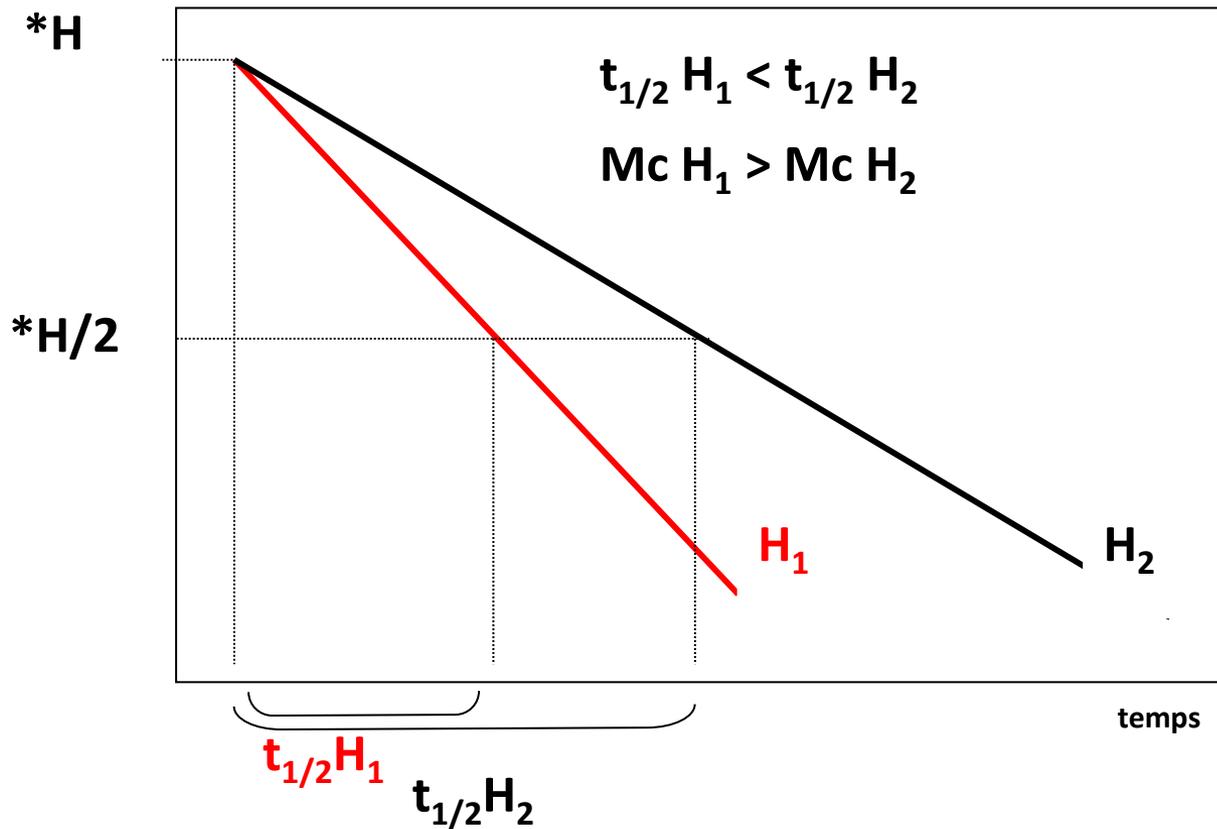
- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



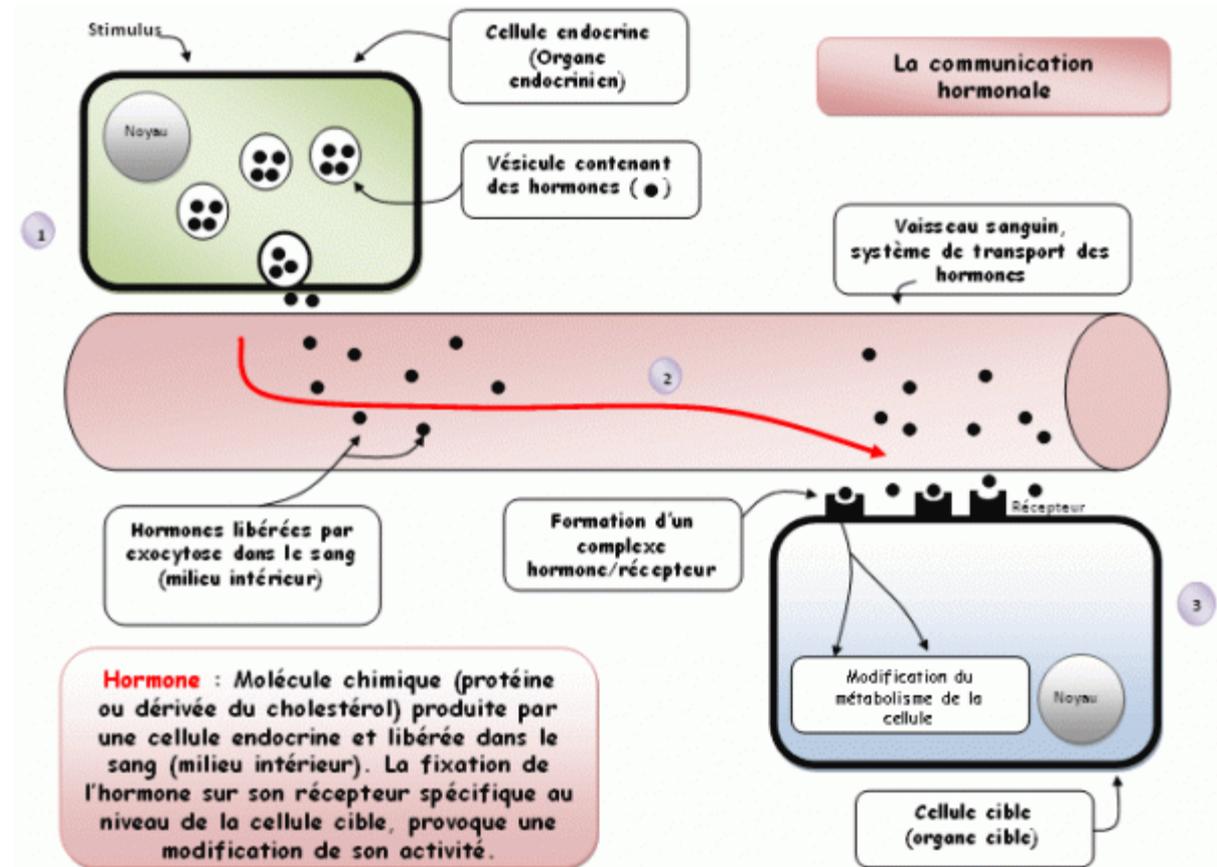
Métabolisme des hormones:



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Les hormones passent par plusieurs étapes :

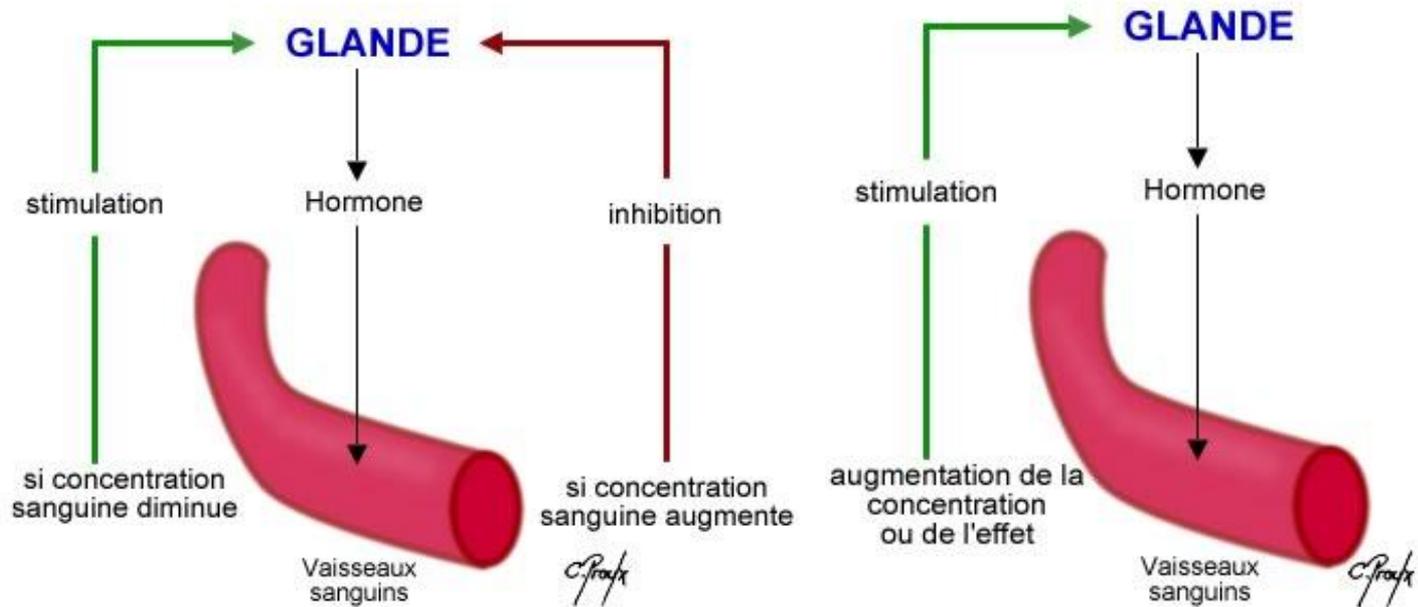
- 1- la biosynthèse,
- 2- la libération,
- 3- le transport sanguin,
- 4- la fixation sur un récepteur
- 5- l'induction d'une réponse,
- 6- la destruction.
- 7- La régulation



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



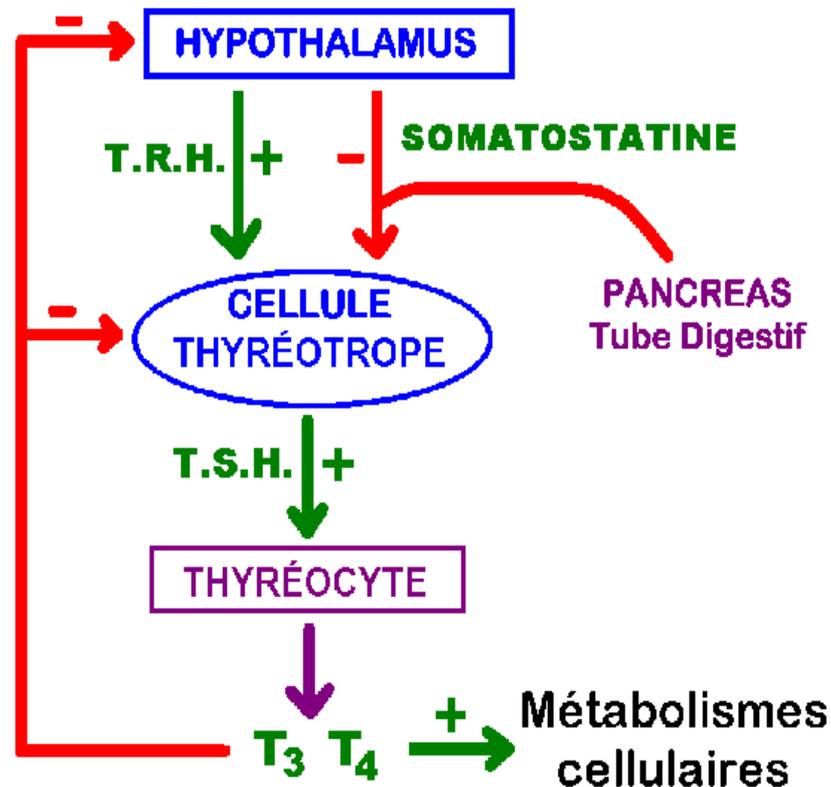
Régulation rétroactive:



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Rétrocontrôle négatif:

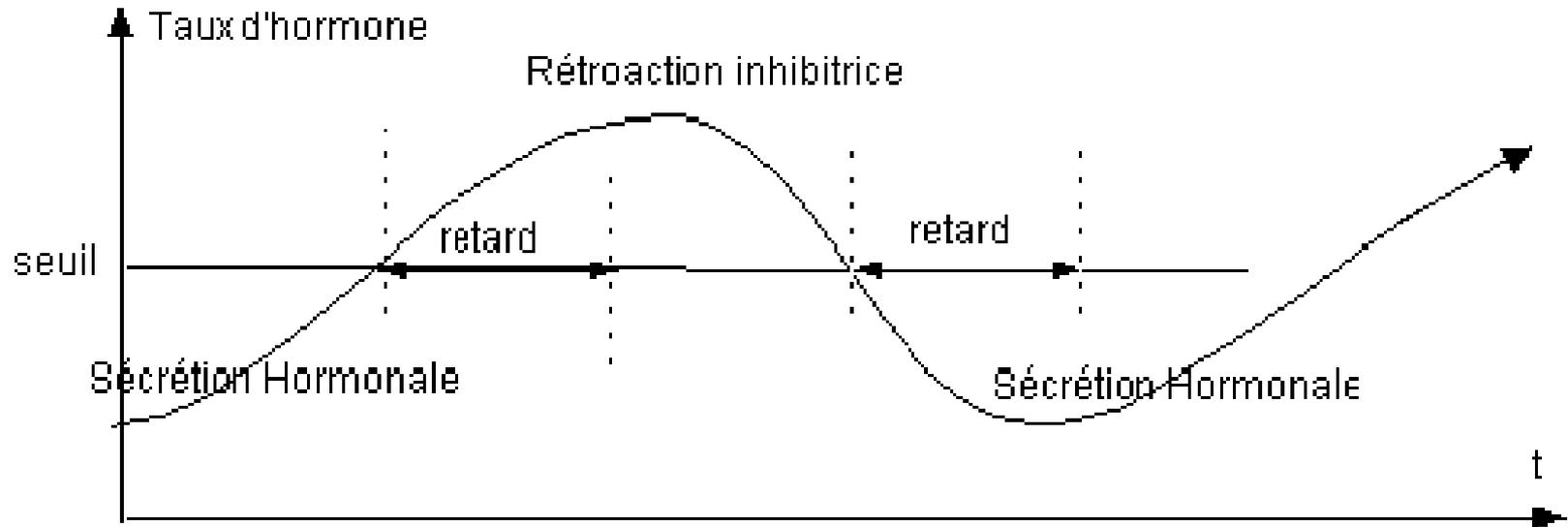
Ex: Thyroïde TSH / T3 et T4



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



Rétrocontrôle négatif:

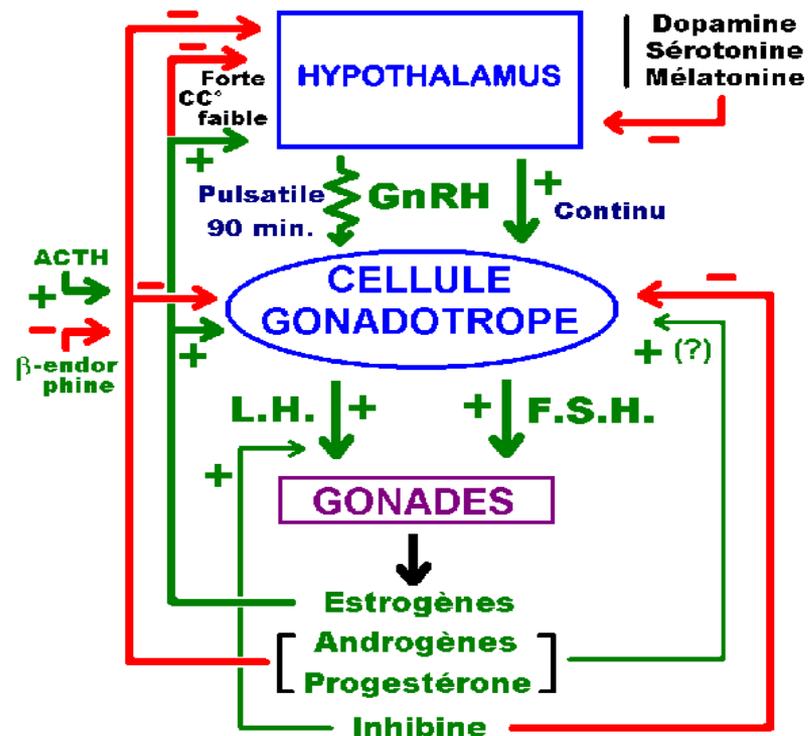


LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Rétrocontrôle positif:

Ex: Ovaire: LH / œstrogènes

La LH stimule la libération d'œstrogènes par l'ovaire. Les œstrogènes exercent une rétroaction positive sur l'hypophyse et l'hypothalamus



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



Rythmicité de la sécrétion hormonale:

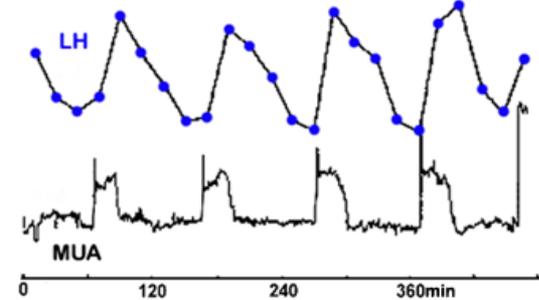
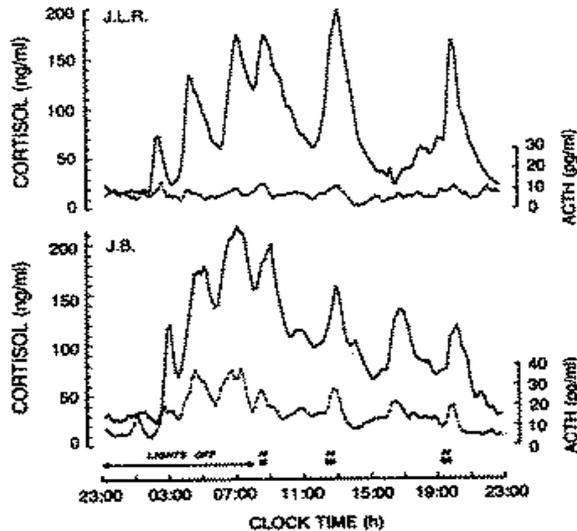


Figure 7. Pulses of LH, the downstream target of GnRH signaling, directly follow episodes of neural activity from the hypothalamus, detected as multiunit activity (MUA) from an implanted electrode. Adapted from (103) with permission of the S. Karger AG, ©1984.

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

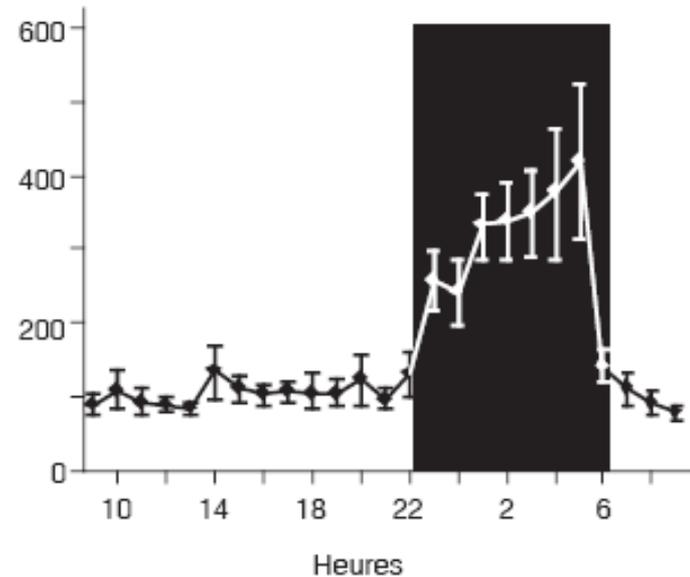


Rythmicité de la sécrétion

hormonale:

Siège	Type de variable	N	Acrophase externe (et limites de confiance)		
Cerveau	EEG total	16			
	" delta	"			
	" thêta	"			
	" alpha	"			
	" bêta	"			
	Etat mental	"			
Épiderme	Mitoses	193			
Urines	Diurèse	1			
	K	5			
	Na	1			
	17-OH CS	4			
	Tétrahydrocorticostérone	8			
	Tétrahydrocortisol	8			
	17-CS	4			
	Adrénaline	1			
	Noradrénaline	1			
	AVM	6			
	Aldostérone	4			
	Mg	8			
	Phosphate	10			
	pH	10			
NaK	10				
Sang	Polynucléaires	15			
	Lymphocytes	15			
	Monocytes	15			
	Eosinophiles	11			
	Hématocrite	4			
	VS	4			
	Ca	4			
	Na	4			
	pCO ₂	4			
	Viscosité	4			
	K érythrocytaire	4			
	Plasma ou Sérum	17-OH CS		13	
		Testostérone		4	
5-Hydroxytryptamine		5			
Protéines		4			
Glucoprotéines		4			
Hexosamine		4			
Acide sialique		4			
Na		4			
Ca	4				
Organisme entier	Température orale	11			
	Dynamométrie	10			
	Poids	10			
	Pouls	10			
	TA systolique	10			
	TA diastolique	10			
	Spirométrie de pointe	10			
	Capacité vitale	10			

← Activité → ← Repos →
24 heures



LE SYSTÈME ENDOCRINIEN



Rythmicité de la sécrétion hormonale:

