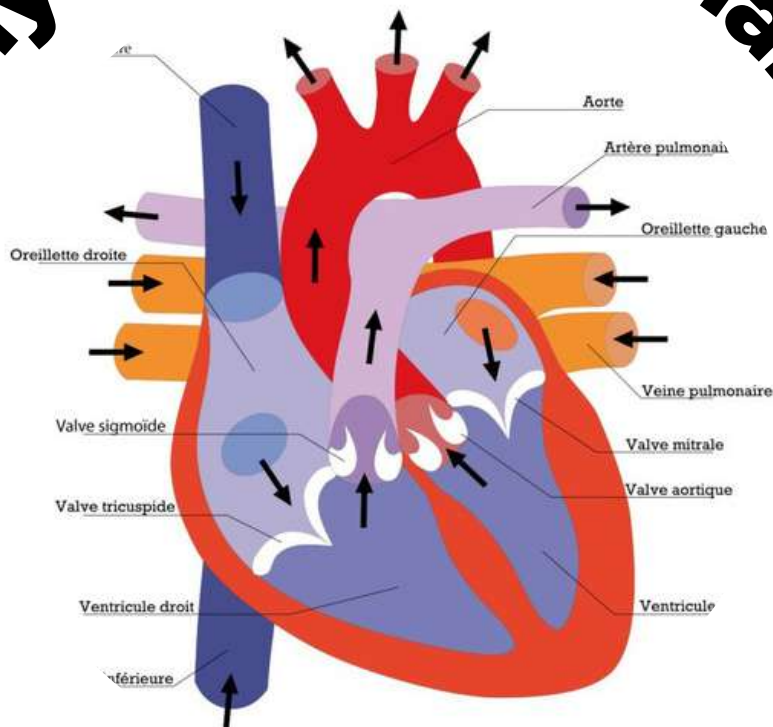


Physiologie Animale



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

ENDOCRINOLOGIE

ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΑ

Cours de Physiologie Animal

SVI – S4

Faculté des Sciences Tétouan

MN-jOKER.com

ENDOCRINOLOGIE

I. Introduction

Deux grands systèmes de communication existent dans l'organisme:

- **Le système nerveux.**
- **Le système endocrinien (ou SE):** (endo : à l'intérieur et krinien : sécréter)
 - **Son rôle** est essentiel:
 - lors du développement,
 - pour la réalisation de certaines grandes fonctions physiologiques
 - et de l'homéostasie.
 - **se compose:** d'organes sécréteurs « les **glandes endocrines** » qui synthétisent et libèrent dans l'organisme des **hormones** (messagers chimiques véhiculés par le sang jusqu'à des organes ou cellules sur lesquelles les hormones agissent dits **cellules ou organes cibles**).

II. Trois grandes catégories d'hormones.

1) Les glandes endocrines.

Plusieurs structures anatomiques font partie des glandes endocrines (**Tableau 1**), mais seulement un petit nombre sont de «véritables » glandes endocrines (c.a.d. structures spécialisées uniquement dans la sécrétion des hormones).

Parmi les « véritables » glandes endocrines on peut citer la thyroïde, l'adénohypophyse ou encore les surrénales...

D'autres organes sont capables d'assurer à la fois une fonction endocrine et un autre rôle physiologique ; il s'agit par exemple de l'hypothalamus, du cœur ou des gonades...

Afin de rendre compte de la complexité du SE, on peut noter

- i. qu'une même glande endocrine (qu'elle soit « véritable » ou non) peut sécréter plusieurs hormones,
- ii. qu'une hormone donnée peut avoir des effets différents sur différentes cellules cibles,
- iii. qu'un processus physiologique peut être contrôlé par plusieurs hormones et enfin,
- iv. qu'il est fréquent que différentes structures endocrines agissent les unes sur les autres afin de moduler leurs fonctionnements.

TABLEAU 1. Classification des hormones selon leur nature biochimique et leur origine

Catégories d'Hormones	Hormones	« Glandes » Endocrines
Hormones Peptidiques	Ocytocine	Hypothalamus
	Vasopressine	"
	CRH ou Corticolibérine	"
	GnRH ou Gonadostimuline	"
	GHRH ou Somatocrinine	"
	GHIH ou Somastatine	"
	TRH ou Thyrotrophine	"
	ACTH ou hormone corticotrope	Adénohypophyse
	FSH ou Folliculostimuline	"
	LH ou hormone lutéinisante	"
TSH ou hormone thyroïdienne	"	
GH ou hormone de croissance	"	
MSH ou hormone mélanotrope	"	

TABLEAU 1. Classification des hormones selon leur nature biochimique et leur origine

Catégories d'Hormones	Hormones	« Glandes » Endocrines
Hormones Peptidiques	Ocytocine	Hypothalamus
	Vasopressine	"
	CRH ou Corticolibérine	"
	GnRH ou Gonadostimuline	"
	GHRH ou Somatocrine	"
	GHIH ou Somastatine	"
	TRH ou Thyrotrophine	"
	ACTH ou hormone corticotrope	Adénohypophyse
	FSH ou Folliculostimuline	"
	LH ou hormone lutéinisante	"
	TSH ou hormone thyroïdienne	"
	GH ou hormone de croissance	"
	MSH ou hormone mélanotrope	"
	Prolactine	"

	Insuline	Pancréas (Ilots de Langerhans)
	Glucagon	"
	Parathormone	Parathyroïdes
	Calcitonine	Thyroïde
	CCK ou Cholecystokinine	Duodénum
	Entégastrone	"
	Sécrétine	"
	Gastrine	Estomac
	NAF ou facteur natriurétique atrial	Cœur
	EPO ou Erythropoïétine	Foie et Reins
	Angiotensine (Angiotensinogène)	Foie
	Facteurs de croissances	Multiptes types cellulaires

Hormones Stéroïdes	Minéralocorticoïdes (aldostérone)	Cortico-surrénales
	Glucocorticoïdes	"
	Androgènes (androsténone)	"
	Progestérone	Ovaires
	Oestrogènes	"
	Testostérone	Testicules
Hormones Monoaminées	T3 ou triiodothyronine	Thyroïde
	T4 ou thyroxine	"
	Dopamine	Hypothalamus
	Adrénaline	Médullo-surrénales
	Noradrénaline	"
	Mélatonine	Epiphyse

2) Les différents types d'hormones.

La sécrétion des hormones peut être déclenchée par des stimulations produites par

- ✓ des influx nerveux,
- ✓ des variations homéostatiques (concentration en ions, en nutriments...),
- ✓ des variations environnementales (stress) ou même d'autres hormones.

Les messagers moléculaires endocriniens (ou hormones) peuvent se répartir en trois groupes en fonction de:

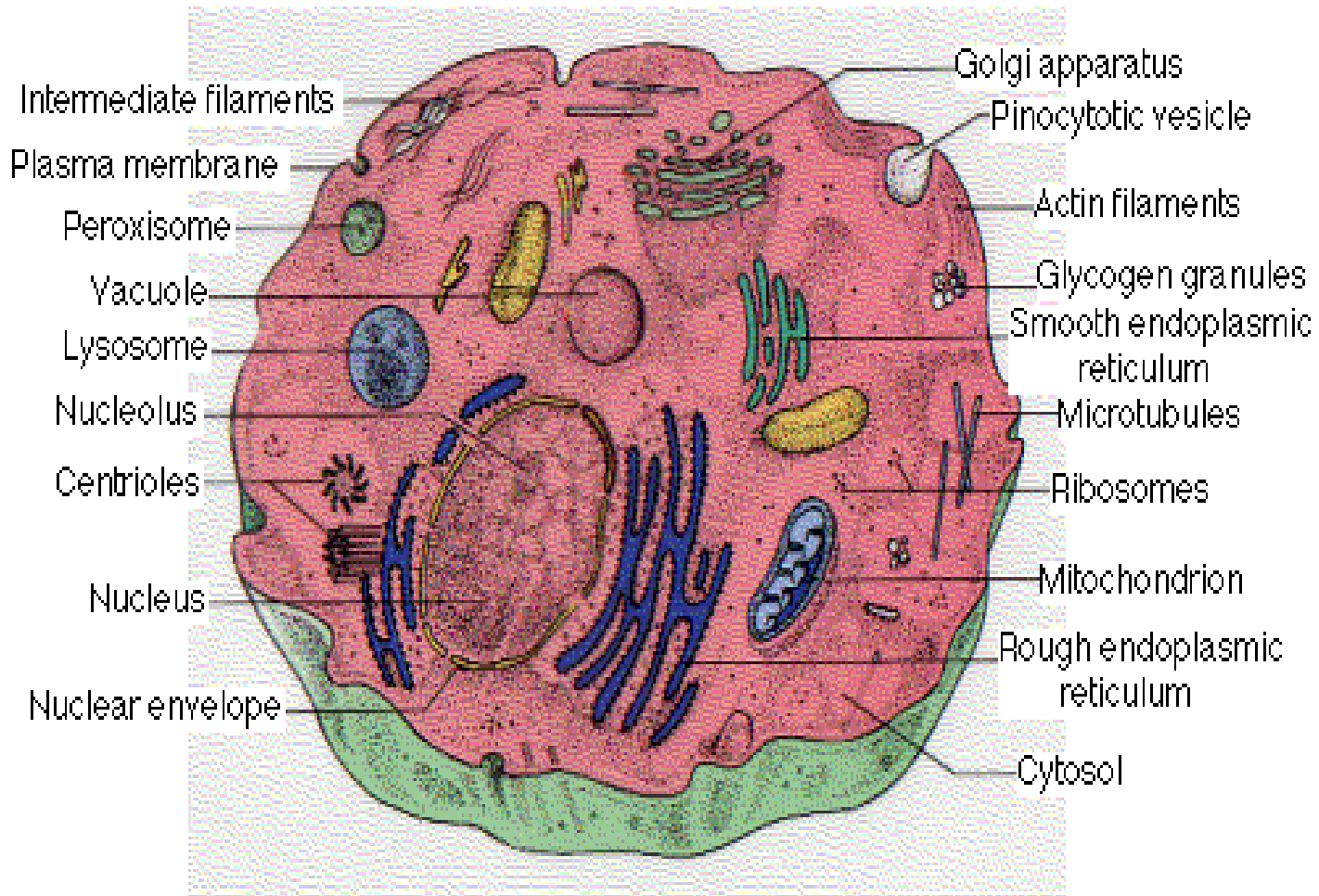
- leurs natures biochimiques
- et de leurs mécanismes d'action:

a) Les hormones peptidiques.

Ce sont des **petites protéines** qui, après traduction de leurs gènes en ARNm, sont synthétisées par les ribosomes du réticulum endoplasmique granulaire et empaquetées par l'appareil de Golgi dans des vésicules sécrétoires.

Ces vésicules permettent aux hormones de franchir la bicouche lipidique de la membrane plasmique puisque les peptides hydrosolubles ne franchissent pas la bicouche de lipides hydrophobes.

Une fois sécrétées dans le sang, les hormones peptidiques y circulent librement.



Elles agissent sur les **cellules cibles** par l'intermédiaire de **récepteurs protéiques** traversant la membrane plasmique des cellules cibles ([Fig. 1](#)).

Les récepteurs sont spécifiques pour une hormone donnée mais une hormone peut avoir plusieurs types de récepteurs membranaires.

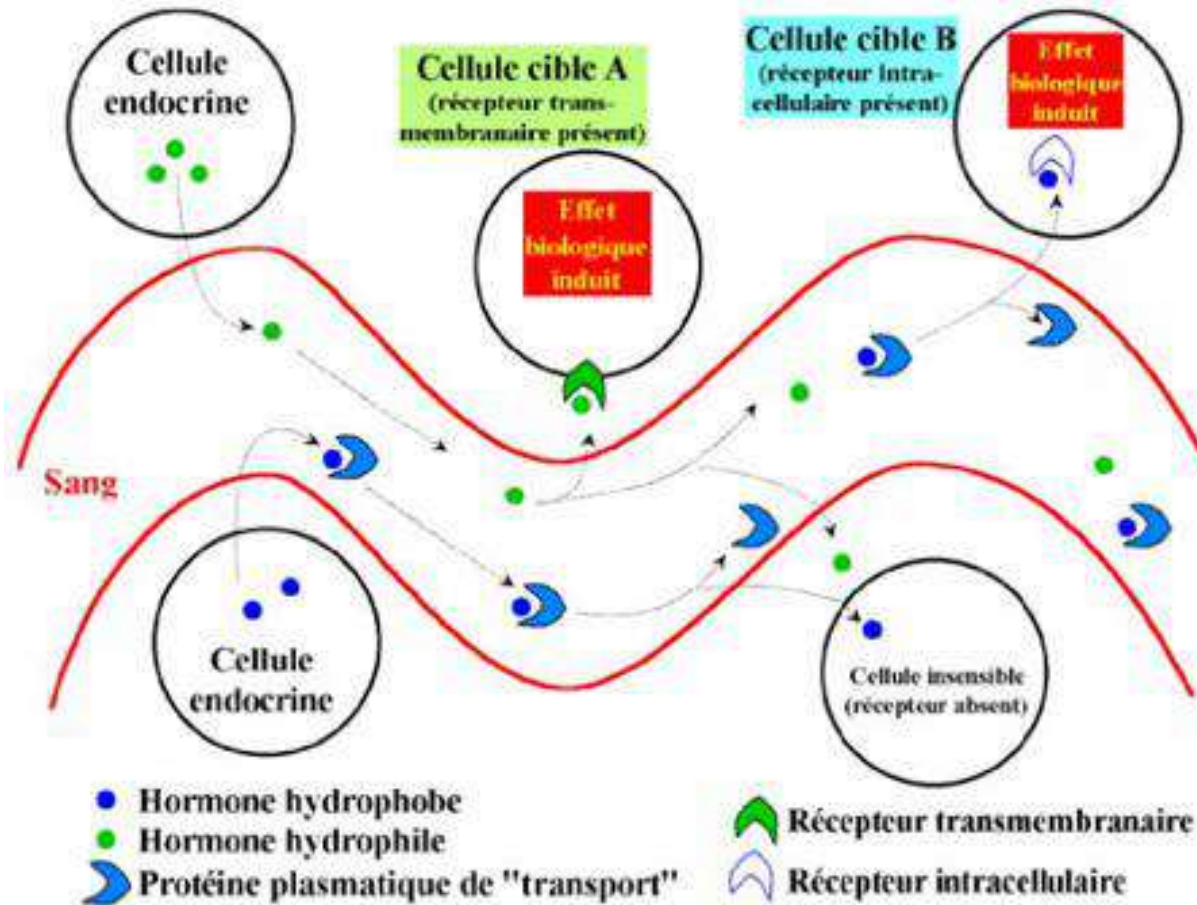
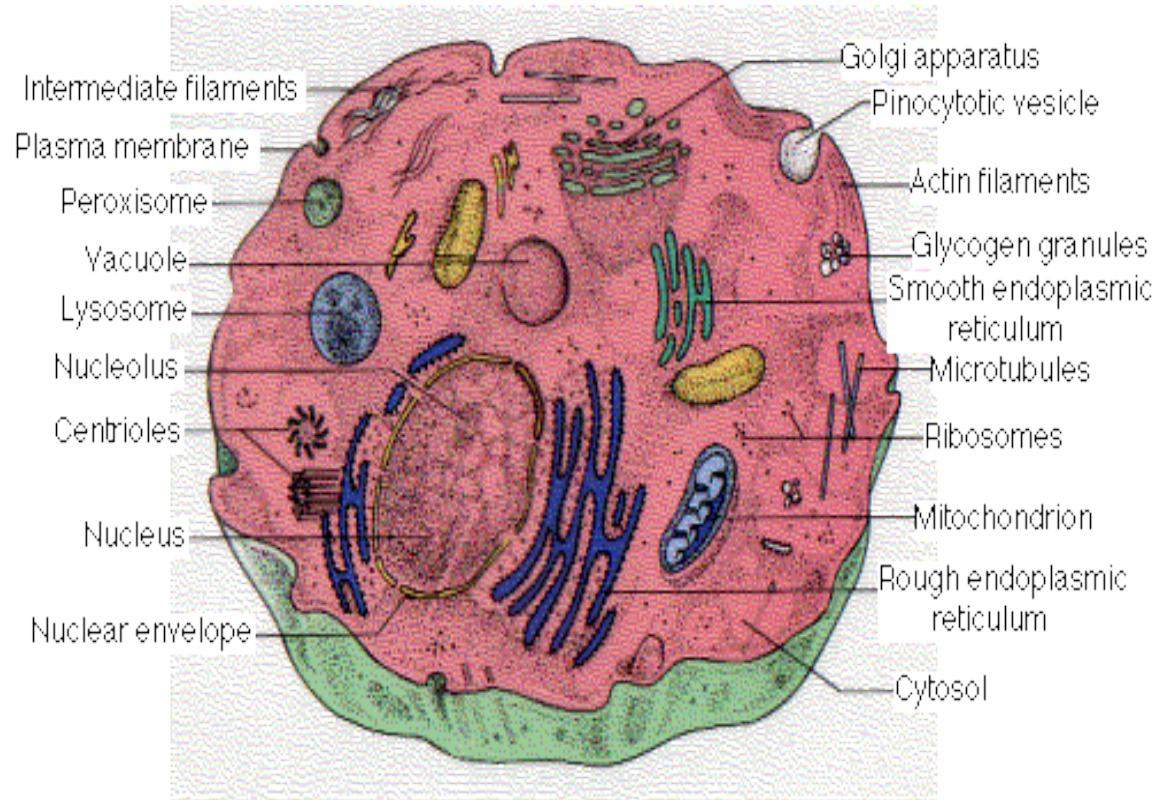


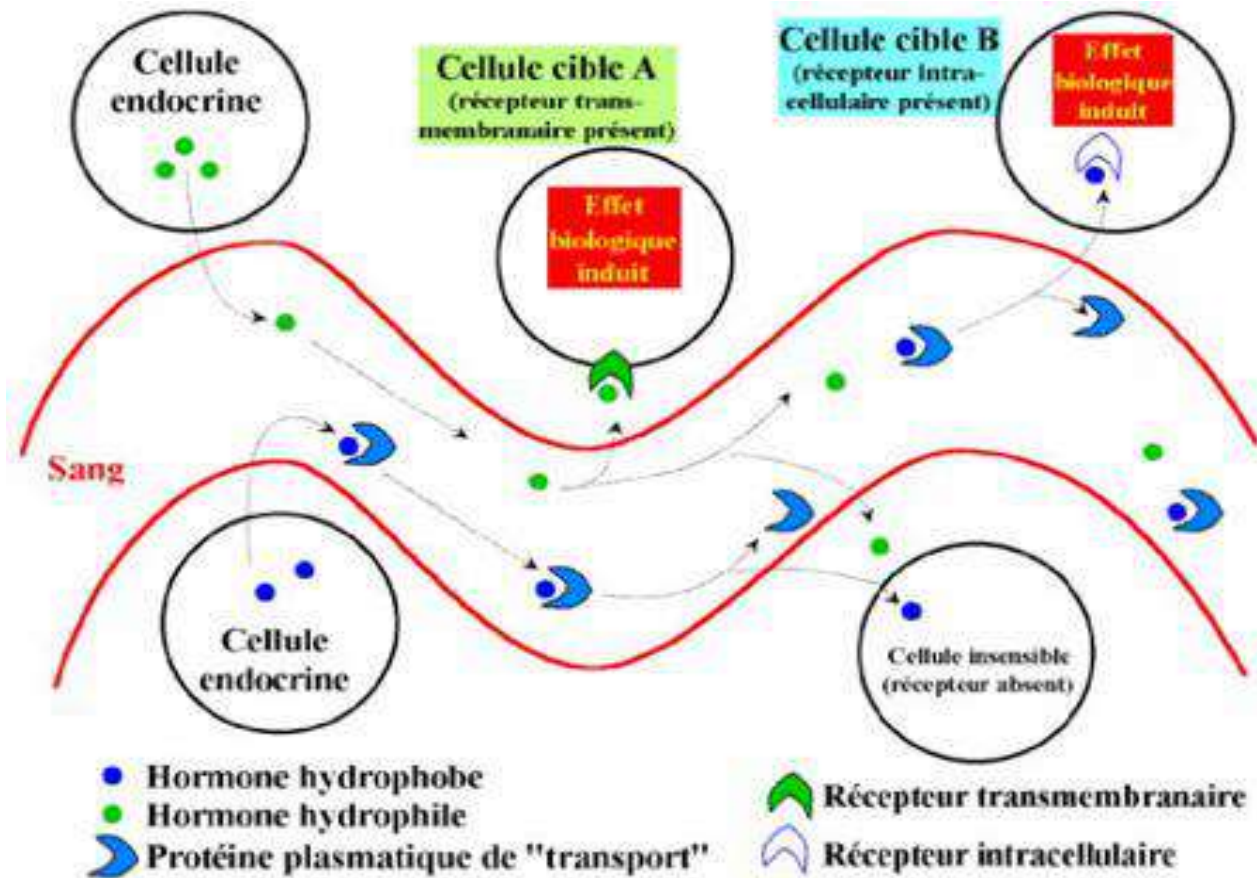
Figure 1. Malgré une distribution ubiquitaire (Qui est partout) dans l'organisme, les hormones agissent spécifiquement sur leurs cellules cibles grâce aux récepteurs hormonaux.

b) Les hormones stéroïdes.

Ce sont des **lipides** synthétisés dans le cytosol (Le fluide dans lequel les organites du cytoplasme sont suspendus. Aussi appelée la substance fondamentale de la cellule.) à partir du cholestérol, ils traversent sans difficulté la bicouche lipidique puisque les hormones stéroïdes sont **lipophiles**.



A cause de cette nature lipophile (et donc hydrophobe), les stéroïdes doivent se complexer avec des protéines plasmatiques afin d'être transportés par le flux sanguin ([Fig. 1](#)).



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.
- Une fois libérée de la protéine de liaison, le stéroïde traverse la paroi du capillaire.
- Au contact de leurs cellules cibles, les stéroïdes franchissent la membrane plasmique et interagissent avec des **récepteurs intracellulaires** afin de modifier l'expression génique de la cellule cible.

c) Les hormones monoaminées.

Elles dérivent presque toutes d'un acide aminé la **tyrosine**,
Ce sont donc de petites molécules.

Il s'agit entre-autre de **l'adrénaline, de la noradrénaline, de la dopamine et de la mélatonine** .

Ces molécules constituent un sous-groupe d'hormone aminée,
en vertu de leur mécanisme d'action sur les cellules cibles qui
est comparable à celui des hormones peptidiques.

En effet, ces hormones aminées circulent librement dans le sang
et agissent sur les cellules cibles par l'intermédiaire **de**
récepteurs spécifiques transmembranaires.

Certaines d'entre elles (NA et DA) existent aussi dans le système
nerveux où elles fonctionnent non pas en tant qu'hormone mais
comme neurotransmetteur.

L'autre sous-groupe d'hormones monoaminées dérivées de la tyrosine est constitué par les **hormones thyroïdiennes**.

Les deux principales sont la triiodothyronine (**T3**) et la thyroxine (**T4** ou tétraiodothyronine) leurs caractéristiques principales sont :

- (i) elles contiennent des atomes d'iode,
- (ii) elles sont liées à des protéines plasmiques pendant leur transport sanguin (ce qui les inactive transitoirement) et
- (iii) elles agissent sur des récepteurs intracellulaires et modifient l'expression des gènes comme le font les stéroïdes ([Fig. 1](#)).

III Modes d'action cellulaire des hormones.

En raison de leur transport par voie sanguine, on pourrait s'attendre à une action non sélective des hormones dans l'organisme, puisqu'elles peuvent atteindre quasiment tous les organes irrigués par le sang.

En fait, une hormone agit **spécifiquement** dans le corps.

Seules les **cellules cibles de l'hormone** y sont **sensibles** car elles seules possèdent des **récepteurs spécifiques** de l'hormone ([Fig. 1](#)).

En d'autres termes, c'est la présence du récepteur hormonal qui confère à la cellule cible sa sensibilité vis à vis de l'hormone.

Ces récepteurs sont présents :

- Soit dans la membrane plasmiques pour les hormones peptidiques, l'adrénaline, la dopamine, la noradrénaline et la mélatonine (Fig. 1, cellule cible A),
- soit dans la cellule pour les stéroïdes et les hormones thyroïdiennes (Fig. 1, cellule cible B).

1) Action via les récepteurs transmembranaires.

Les **récepteurs** sont des protéines qui **participent au passage de l'information véhiculée par l'hormone vers le cytoplasme**, sans que celle-ci ne pénètre à l'intérieur de la cellule cible.

La **fixation de l'hormone** sur la face externe du **récepteur active** ce dernier, à la suite de la **reconnaissance spécifique** entre l'hormone et son site de liaison sur le récepteur.

L'interaction hormone/récepteur peut conduire à des réponses immédiates ou très légèrement différées :

a. **Les réponses immédiates,**

résultent de l'ouverture de canaux ioniques inclus dans la structure des récepteurs membranaires que l'on qualifie de **récepteurs-canaux** ou **récepteurs ionotropiques**.

Une fois ouverts, les canaux ioniques donnent naissance à des courants ioniques transmembranaires qui modifient les propriétés électrophysiologiques des cellules cibles ([Fig. 2](#)).

Ce type de réponse cellulaire apparaît en quelques millièmes de seconde, mais n'est pas majoritaire dans le système endocrinien.

A titre indicatif:

Reconnaissance est un contact physique basé sur un principe de complémentarité de forme, similaire à un système de clef et de serrure

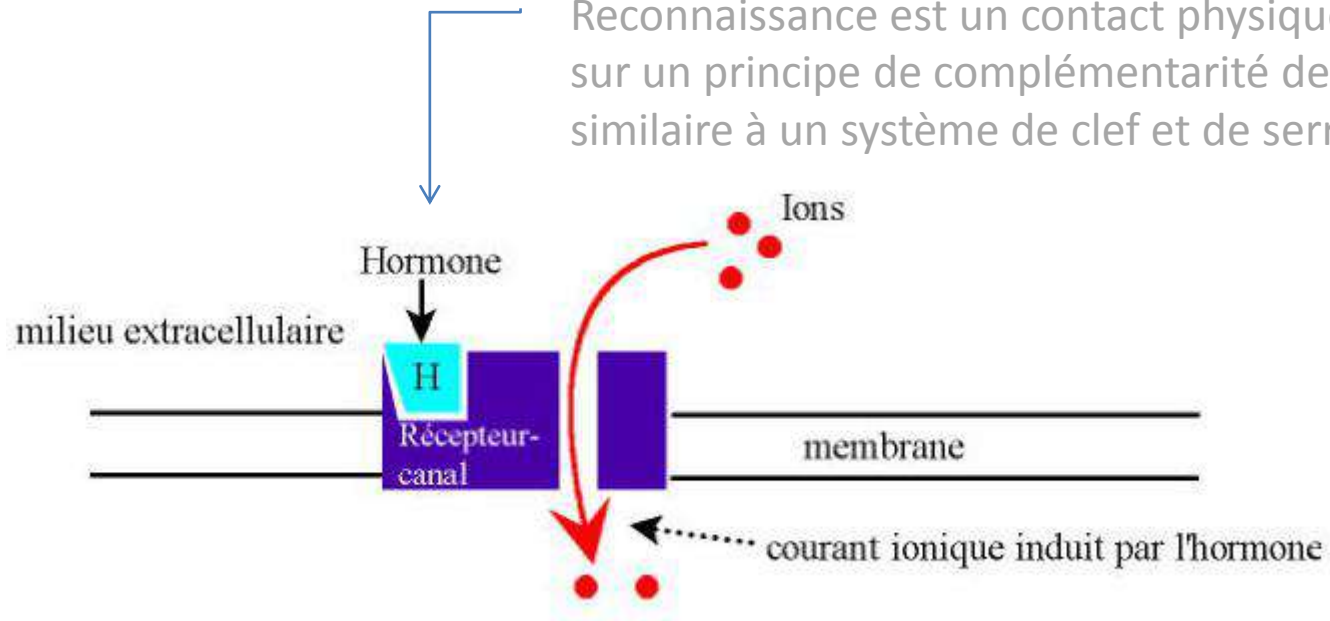


Figure 2. L'activation d'un récepteur-canal par une hormone crée un courant ionique qui provoque une réponse électrophysiologique de la cellule cible.

b. Les réponses différées,

apparaissent lorsque le récepteur n'est que le premier maillon d'une chaîne de molécules appelée système de transduction ([Fig. 3](#)) qui réalise le transfert de l'information hormonale dans le milieu intracellulaire.

Dans ce cas, le récepteur appartient à la classe des récepteurs métabotropiques .

Le système de transduction se compose typiquement de trois éléments :

- le récepteur,
- d'un système protéique de couplage
- et d'une ou plusieurs protéines effectrices.

❖ Récepteurs métabotropes :

sont des protéines membranaires qui en réponse à l'action d'un ligand :

- changent leur conformation
- et activent une cascade d'événements intracellulaires.

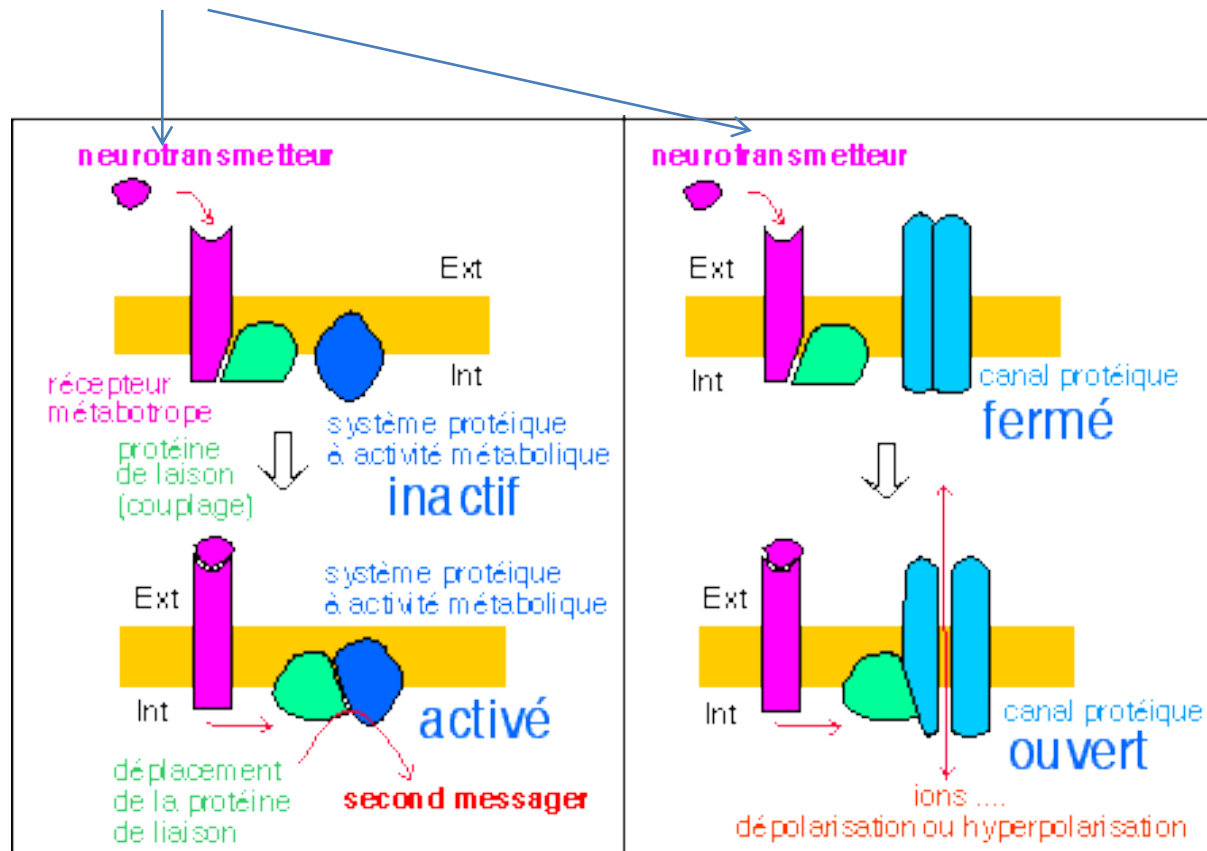
En général, les récepteurs métabotropes sont couplés à des molécules associées à la membrane appelées protéines G trimériques.

L'activation du récepteur entraîne:

- la dissociation de la protéine G
- qui va alors interagir
 - directement avec un canal ionique
 - ou bien déclencher une cascade de signalisation intracellulaire impliquant différentes protéines effectrices.

Contrairement aux récepteurs ionotropes, les récepteurs métabotropes ne contiennent pas de canaux ioniques

Rappel: hormone donnée peut avoir des effets différents sur différentes cellules cibles,
N.B.: Une hormone peut jouer le rôle d'un neurotransmetteur



A titre indicatif:

Reconnaissance est un contact physique basé sur un principe de complémentarité de forme, similaire à un système de clef et de serrure

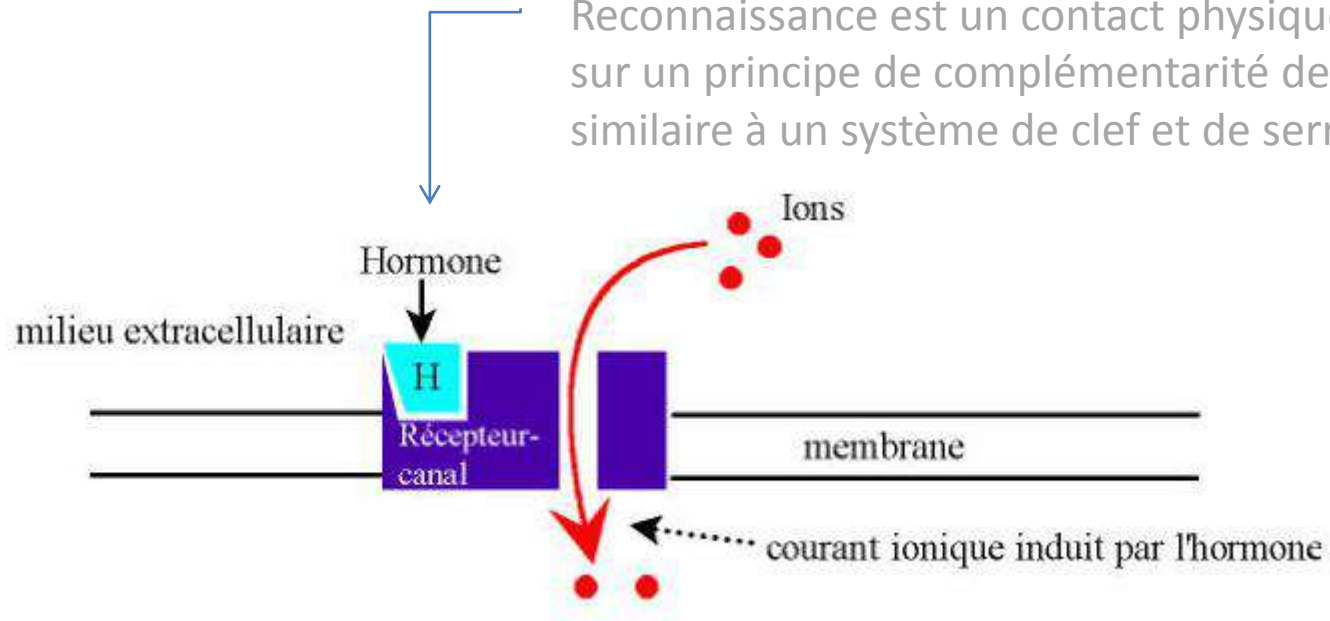


Figure 2. L'activation d'un récepteur-canal par une hormone crée un courant ionique qui provoque une réponse électrophysiologique de la cellule cible.

❖ Le système de couplage :

- est un processus moléculaire complexe (que ne nous ne développerons pas ici)
- qui associe le récepteur à la (aux) protéine(s) effectrice(s).
- localisé sur la face interne de la membrane plasmique
- et transmet à l'effecteur l'information reçue par le récepteur.

Les protéines effectrices:

- sont des enzymes
- qui, une fois stimulées, catalysent la synthèse de vecteurs intracellulaires porteurs de l'information amenée à la cellule cible par l'hormone.

Ces vecteurs sont appelées **seconds messagers** (par analogie avec l'hormone qui est le premier messenger).

Parmi les principaux seconds messagers, citons le calcium, l'AMPc, le diacylglycérol et l'inositol triphosphate (IP3).

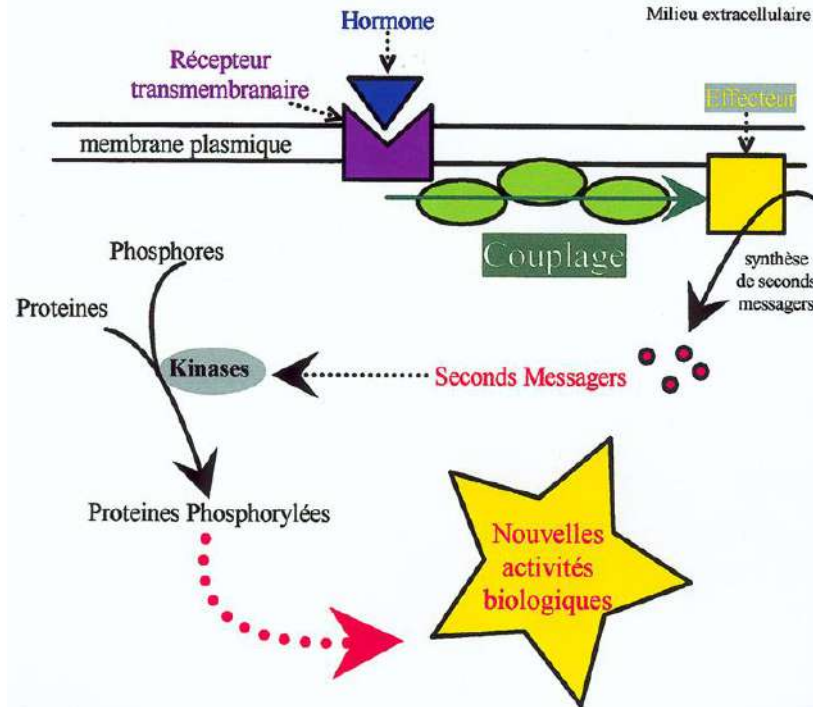


Figure 3. Transduction intracellulaire du message hormonal.

Dans la plupart des cas, les seconds messagers vont provoquer la phosphorylation de protéines qui existent déjà dans la cellule (fixation d'atomes de phosphore sur les protéines).

Cette réaction biochimique est catalysée par des enzymes particulières, les kinases, qui sont activées plus ou moins directement par les seconds messagers ([Fig. 3](#)).

La phosphorylation des protéines a pour conséquence de transformer leurs activités biologiques et c'est ainsi que les hormones agissent sur leur cellules cibles.

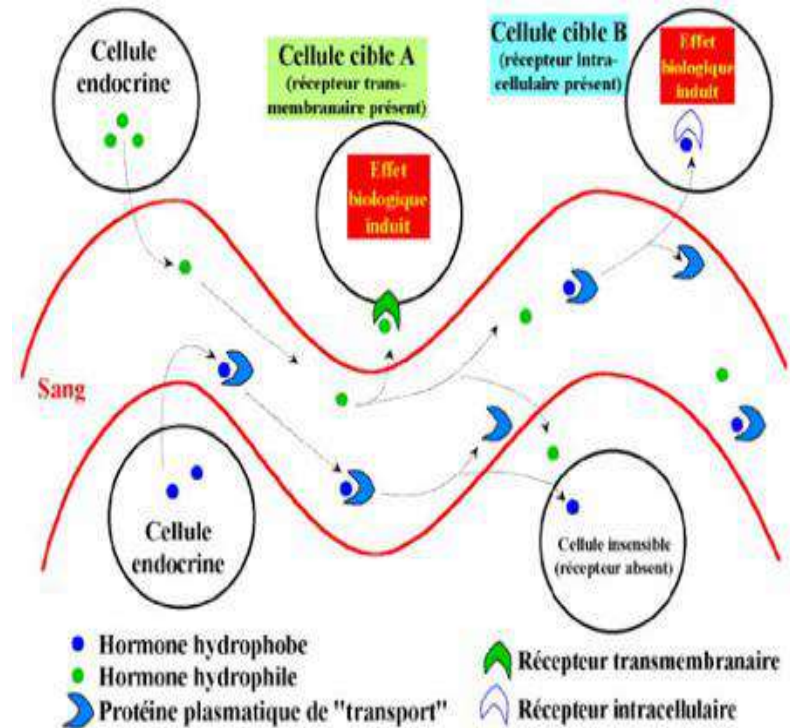
L'ensemble des effets cellulaires produisent l'impact physiologique d'une hormone donnée.

Comme les cibles moléculaires des hormones qui agissent via les récepteurs transmembranaires, sont des protéines préexistantes, l'effet endocrinien se développe rapidement en quelques secondes ou quelques minutes.

2) Action via des récepteurs intracellulaires.

Rappel:

Comme on l'a énoncé plus haut, les hormones stéroïdes et thyroïdiennes traversent la membrane plasmique de leurs cellules cibles ([Fig. 1](#)). Elles n'ont donc pas besoin de récepteurs transmembranaires.



Une fois entrées dans la cellule, les hormones continuent leur trajet puisqu'elles:

- franchissent la membrane nucléaire
- et interagissent via des récepteurs protéiques avec le génome ([Fig. 4](#)).

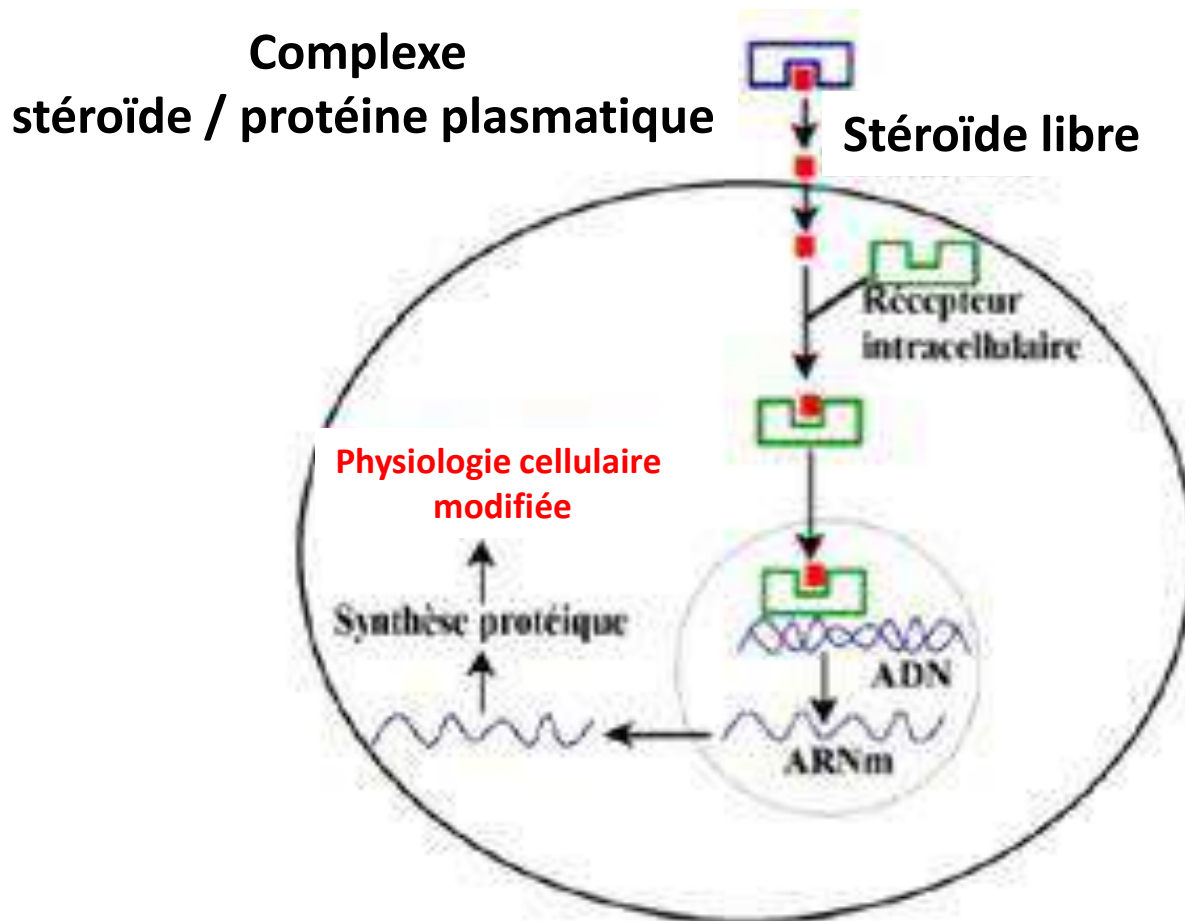
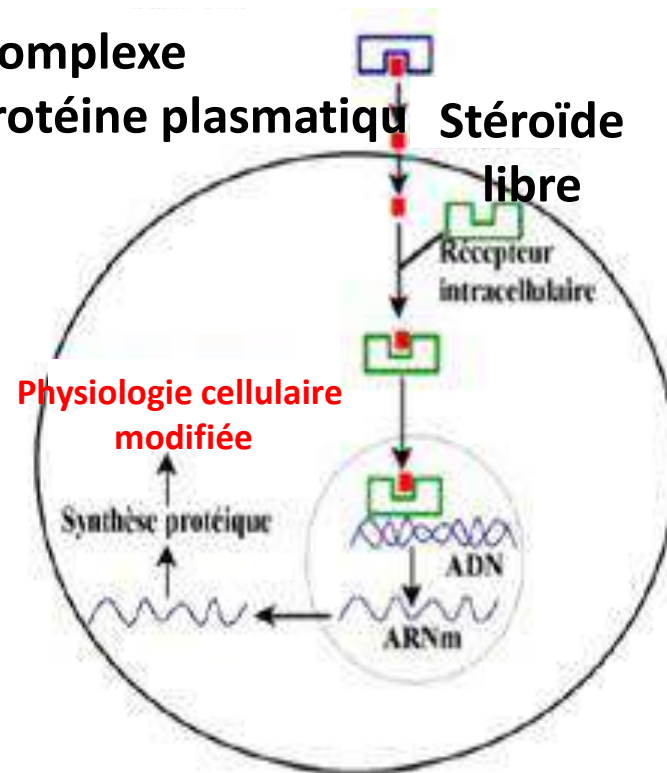


Figure 4.
Mode d'action intracellulaire des hormones stéroïdes

Dans le cas des stéroïdes, ces hormones **liposolubles et hydrophobes** se lient à des récepteurs cytosoliques et c'est le complexe hormone/récepteur qui migre ensuite dans le noyau (les récepteurs des stéroïdes jouent, dans le cytoplasme, le même rôle que les protéines plasmatiques qui lient les stéroïdes pour permettre leur transport sanguin).

Complexe stéroïde / protéine plasmatisque **Stéroïde libre**



Par contre, les hormones thyroïdiennes atteignent librement le noyau et reconnaissent des **récepteurs nucléaires** présents en permanence sur la séquence d'ADN cible.

La liaison d'une hormone stéroïde ou thyroïdienne sur son récepteur spécifique **active** celui-ci. Le récepteur activé agit alors sur une séquence d'ADN particulière, « **l'élément de réponse** » à l'hormone ([Fig. 5](#)).

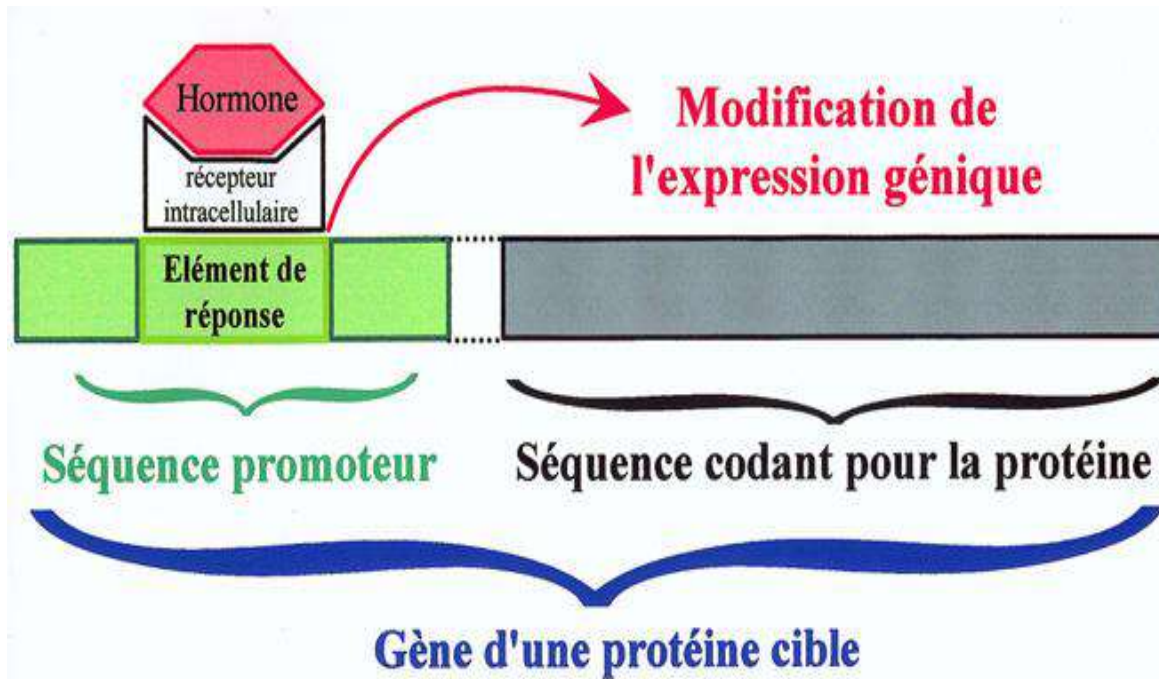
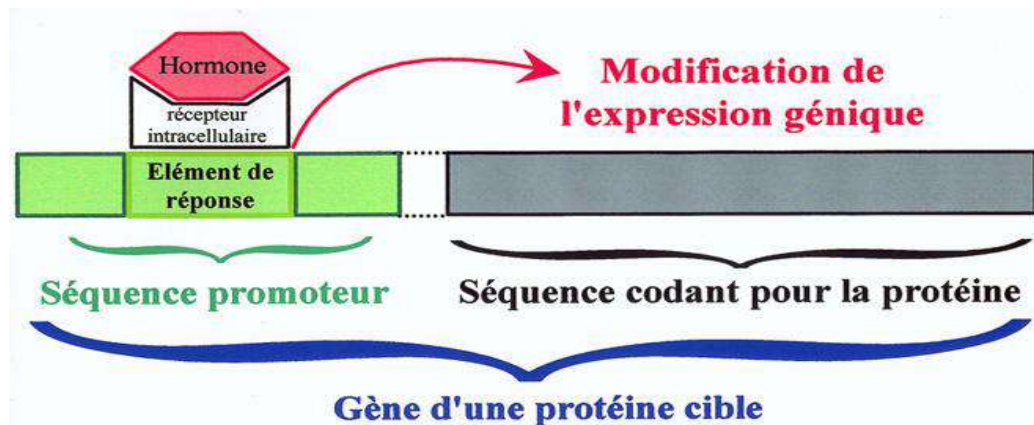


Figure 5.

Le complexe hormone/récepteur/élément de réponse module l'expression génique.

Cet « **élément de réponse** » est localisé dans la région du « **promoteur** » d'un gène cible.

Le promoteur étant la partie du gène qui régule son expression, la fixation du complexe hormone/récepteur sur l'élément de réponse modifie le taux de transcription de ce gène en ARN messager.



Comme les hormones stéroïdes et thyroïdiennes ont des récepteurs spécifiques et que chacun de ces récepteurs reconnaît un élément de réponse propre, **alors chaque hormone a un effet différent sur le génome.**

Ainsi, les hormones stéroïdes et thyroïdiennes stimulent ou inhibent la synthèse de protéines spécifiques dans les cellules cibles et transforment leur fonctionnement ([Fig.4](#)).

Cet impact nécessite quelques heures pour se développer, mais l'effet est durable.

3) Modulation de la sensibilité hormonale des cellules cibles.

Les hormones peuvent moduler négativement ou positivement le niveau de la sensibilité hormonale des cellules cibles.

Le mécanisme de modulation le mieux connu concerne les récepteurs :

- L'augmentation du nombre de récepteur élève la capacité de réponse de la cellule cible
- alors qu'une réduction du nombre de récepteur provoque une hyposensibilité.

En général,

- l'accroissement des récepteurs découle d'une exposition prolongée des cellules à une faible concentration de l'hormone correspondant au récepteur ;
- inversement une surexposition hormonale entraîne une disparition des récepteurs.

Il est important de noter qu'une hormone donnée peut induire non seulement la régulation à la hausse ou à la baisse de ses récepteurs mais aussi des récepteurs d'autres hormones.

Illustration de la complexité du fonctionnement du système endocrinien où l'efficacité d'une hormone dépend d'une autre hormone.

Exemple 1 :

Les hormones thyroïdiennes ont une action permissive* sur l'hormone de croissance en contrôlant la synthèse des récepteurs de cette dernière ;

c'est pourquoi les déficiences en hormones thyroïdiennes provoquent le nanisme par défaut de récepteur à l'hormone de croissance.

(*: Qui rend quelque chose possible, qui fait que quelque chose soit possible. *Action permissive: A rend B possible*)

Exemple 2 :

Les hormones thyroïdiennes renforcent l'effet de l'adrénaline sur les adipocytes ([Fig. 6](#)).

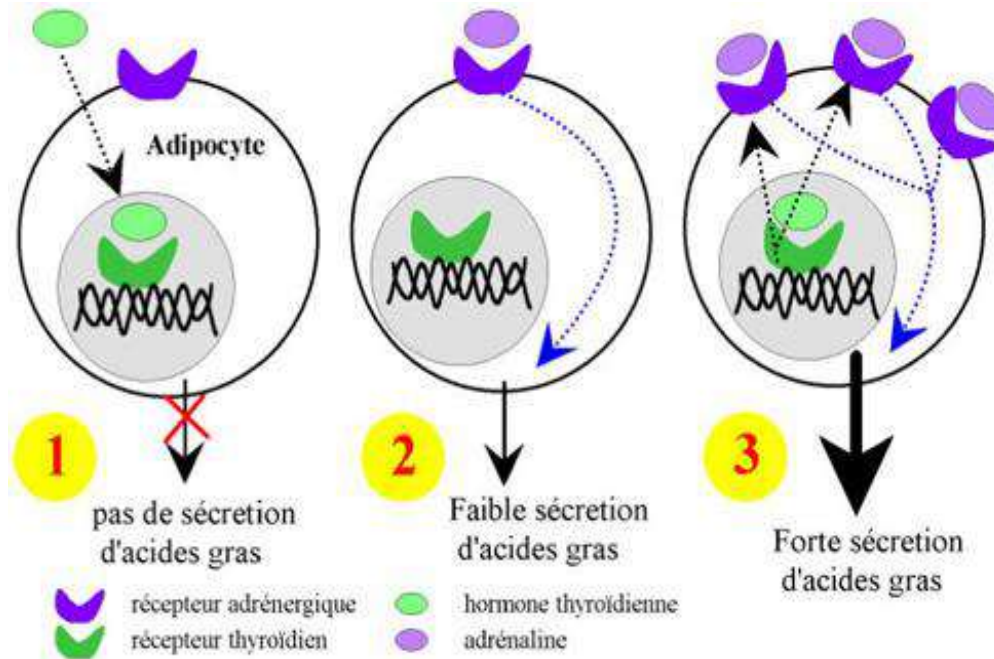


Figure 6.

La réponse physiologique des adipocytes à l'adrénaline est la libération des acides gras. Cette réponse est accentuée par les hormones thyroïdiennes qui stimulent la synthèse des récepteurs adrénergiques.

1 : Pas d'Adr donc pas de synthèse d'AG.

2 : pas h. thy . = peu de récepteur adrénergique = peu d'AG.

3 : présence h. thy. = bcp de récepteurs adrénergiques = bcp AG

IV Effets physiologiques des hormones.

Les différents modes d'actions cellulaires présentés ci-dessus permettent aux hormones d'influer sur les grandes fonctions physiologiques.

Les principales influences hormonales sont répertoriées à l'aide du tableau suivant (tableau 2) :

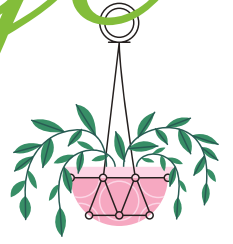
Hormones	Principales cibles	Principales Actions
Ocytocine	Utérus et glandes mammaires	Contractions utérines et excrétion du lait
Vasopressine	Reins	Stimule la réabsorption de l'eau
CRH	Adénohypophyse	Stimulation de la sécrétion d'ACTH
GnRH	"	Stimulation de la sécrétion de FSH et LH
GHRH	"	Stimulation de la sécrétion de GH
GHIH	"	Inhibition de la sécrétion de GH et TRH
TRH	"	Stimule la sécrétion de TSH et prolactine
ACTH	Cortico-surrénales	Stimulation de la sécrétion des stéroïdes

Hormones	Principales cibles	Principales Actions
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	Muscles, foie, tissu adipeux	Stimule le stockage et l'utilisation cellulaire du glucose
Glucagon	Nombreux type cellulaires	Stimule le déstockage du glucose
Parathormone	Os et reins	Homéostasie Ca ⁺⁺
Calcitonine	Os	Calcification, homéostasie Ca ⁺⁺

Hormones	Principales cibles	Principales Actions
CCK	Appareil digestif	Stimule la sécrétion de bile
Entégastrone	"	Inhibe la sécrétion de suc pancréatique
Sécrétine	"	Stimule la sécrétion de suc pancréatique
Gastrine	"	"
NAF	Reins	Contrôle la sécrétion de Na ⁺
EPO	Moelle osseuse	Production de globules rouges
Angiotensine	Reins, surrénales	Contrôle la pression artérielle
Facteurs de croissances	Multiples types cellulaires	Survie, prolifération et différenciation
Minéralocorticoïdes	Reins	Homéostasie Na ⁺ , K ⁺ et H ⁺
Glucocorticoïdes	Muscles, foie, tissu adipeux...	Stimule le métabolisme énergétique
Androgènes	Gonades	Stimule la fonction reproductrice

Hormones	Principales cibles	Principales Actions
Progestérone	Appareils reproducteurs	Maturation et fonctionnement des organes sexuels, caractères sexuels secondaires
Oestrogènes	"	"
Testostérone	"	"
T3	Cerveau, muscles, foie...	Stimule le développement cérébral et le métabolisme énergétique
T4		
Dopamine	Adénohypophyse	Contrôle la production de prolactine
Adrénaline	Muscles, foie, cœur, artères...	Stimule le métabolisme énergétique et la fonction cardiovasculaire
Noradrénaline	"	"
Mélatonine	Cerveau	Rythmes biologiques

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

