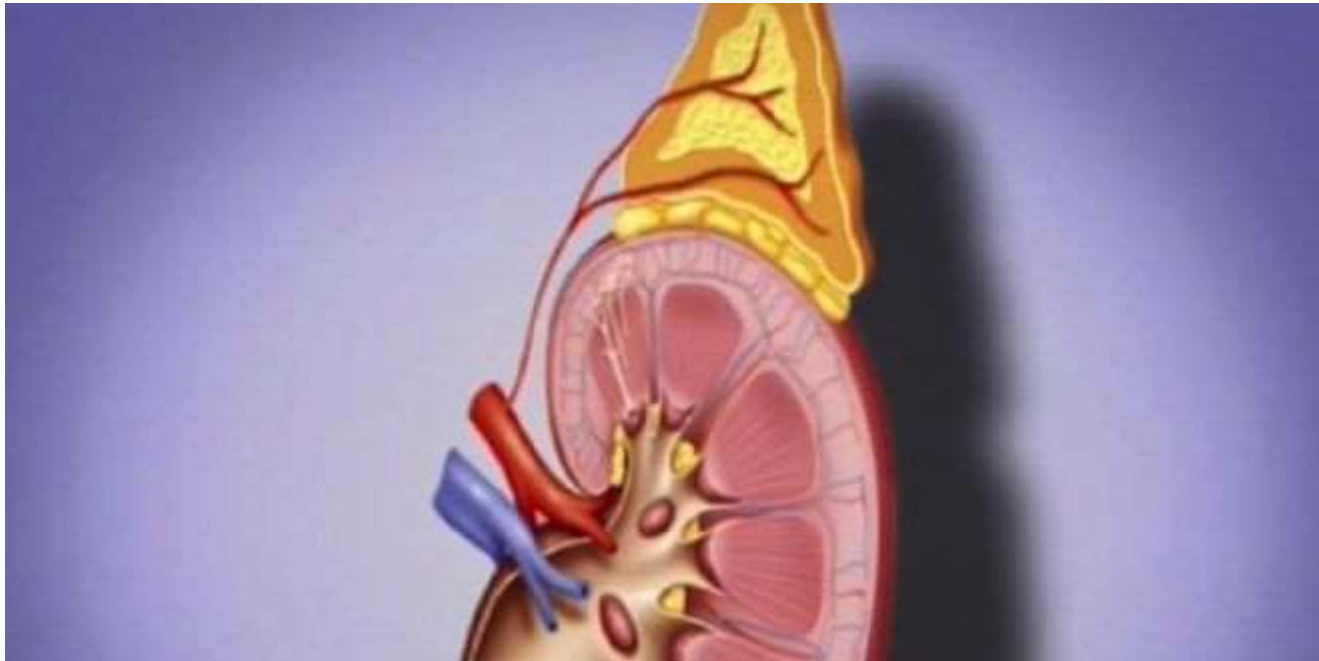
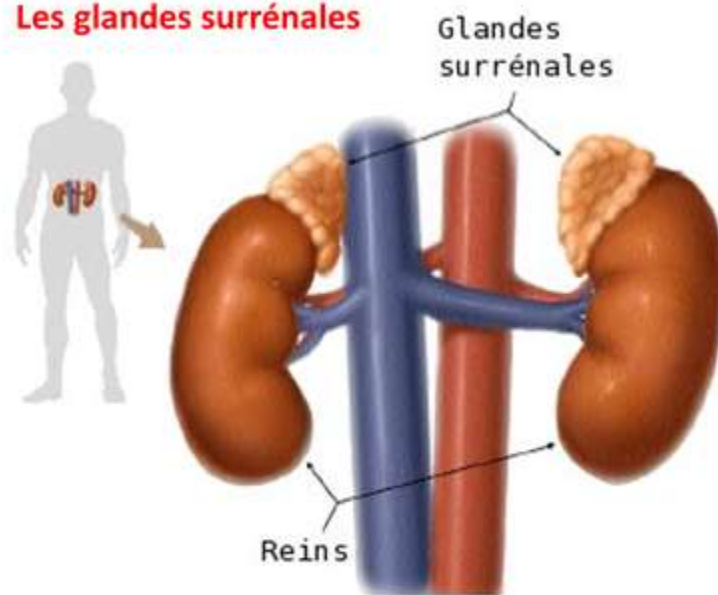


Les glandes surrénales

Chez les mammifères et les oiseaux, les glandes surrénales (ou plus simplement les surrénales) ou glandes suprarénales sont deux glandes endocrines **triangulaires** situées au-dessus des reins, dans le **rétropéritoine**.

Elles sont principalement responsables de la gestion des situations de **stress** (via la synthèse de **corticoïdes** et de **catécholamines**) et de l'**homéostasie** hydro-sodée (via la synthèse de l'**aldostérone**).

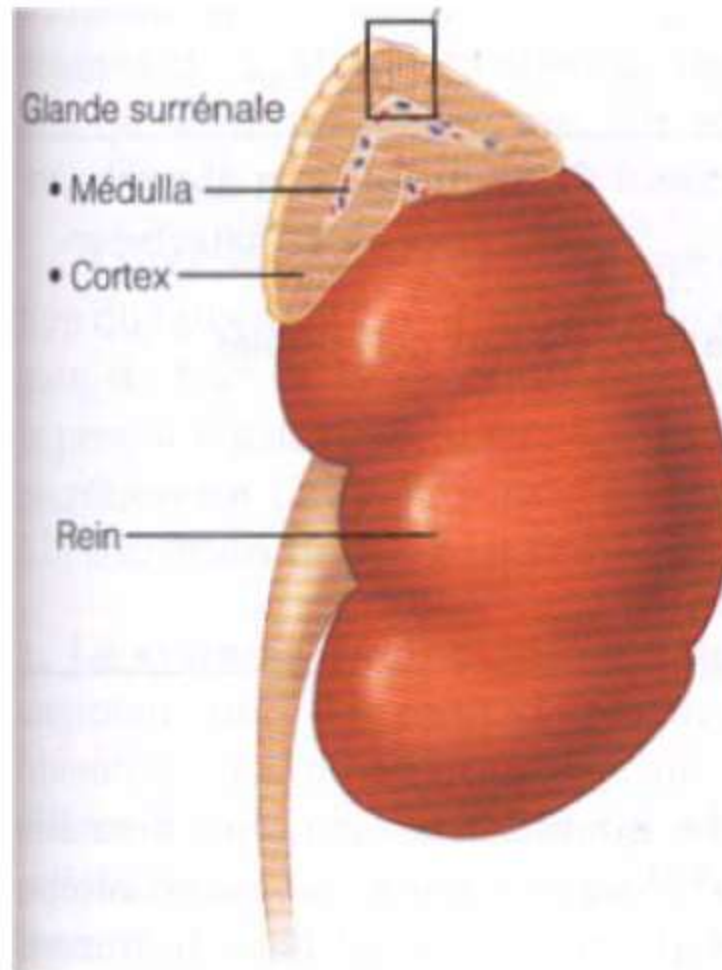
Les glandes surrénales

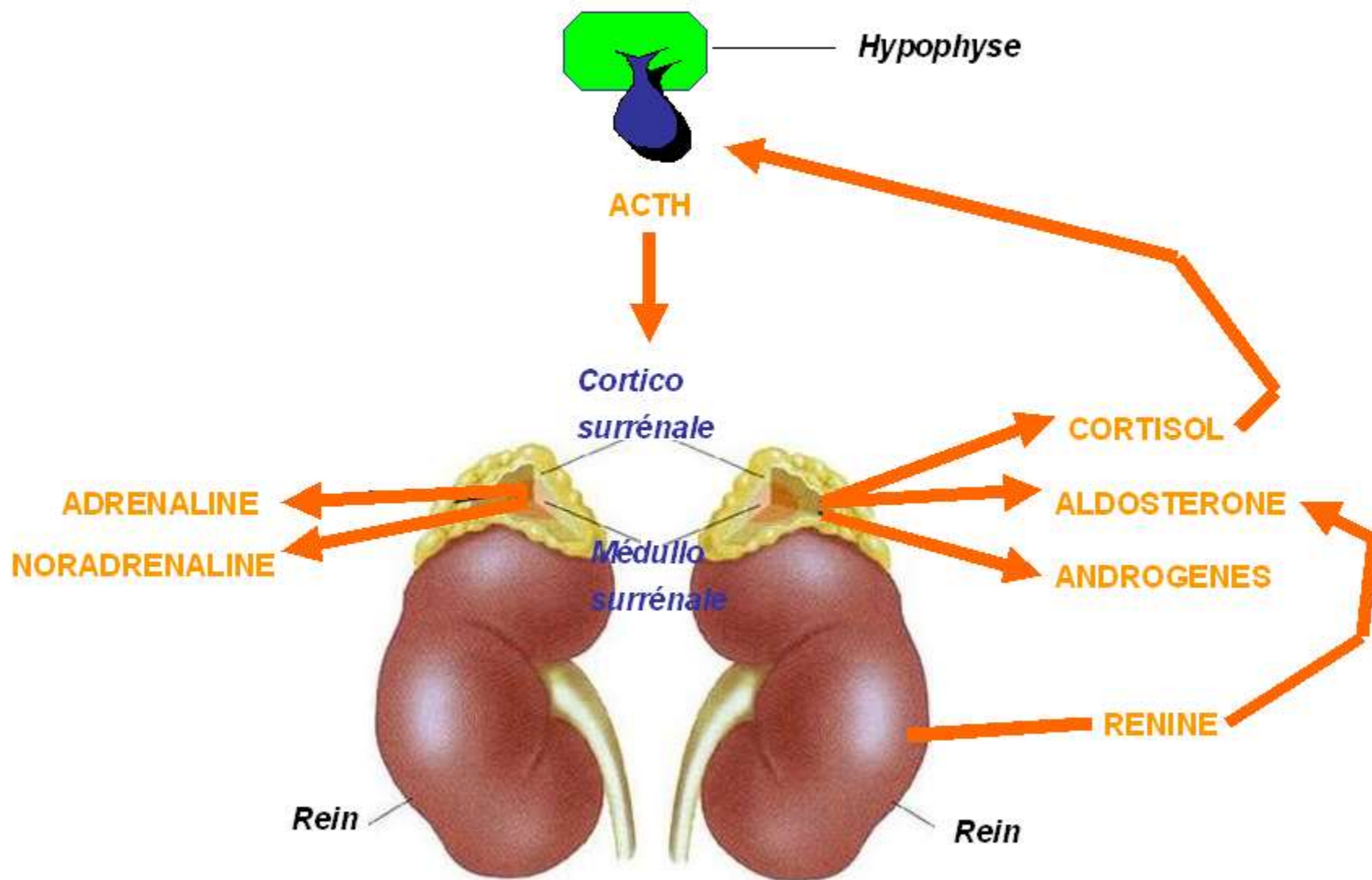


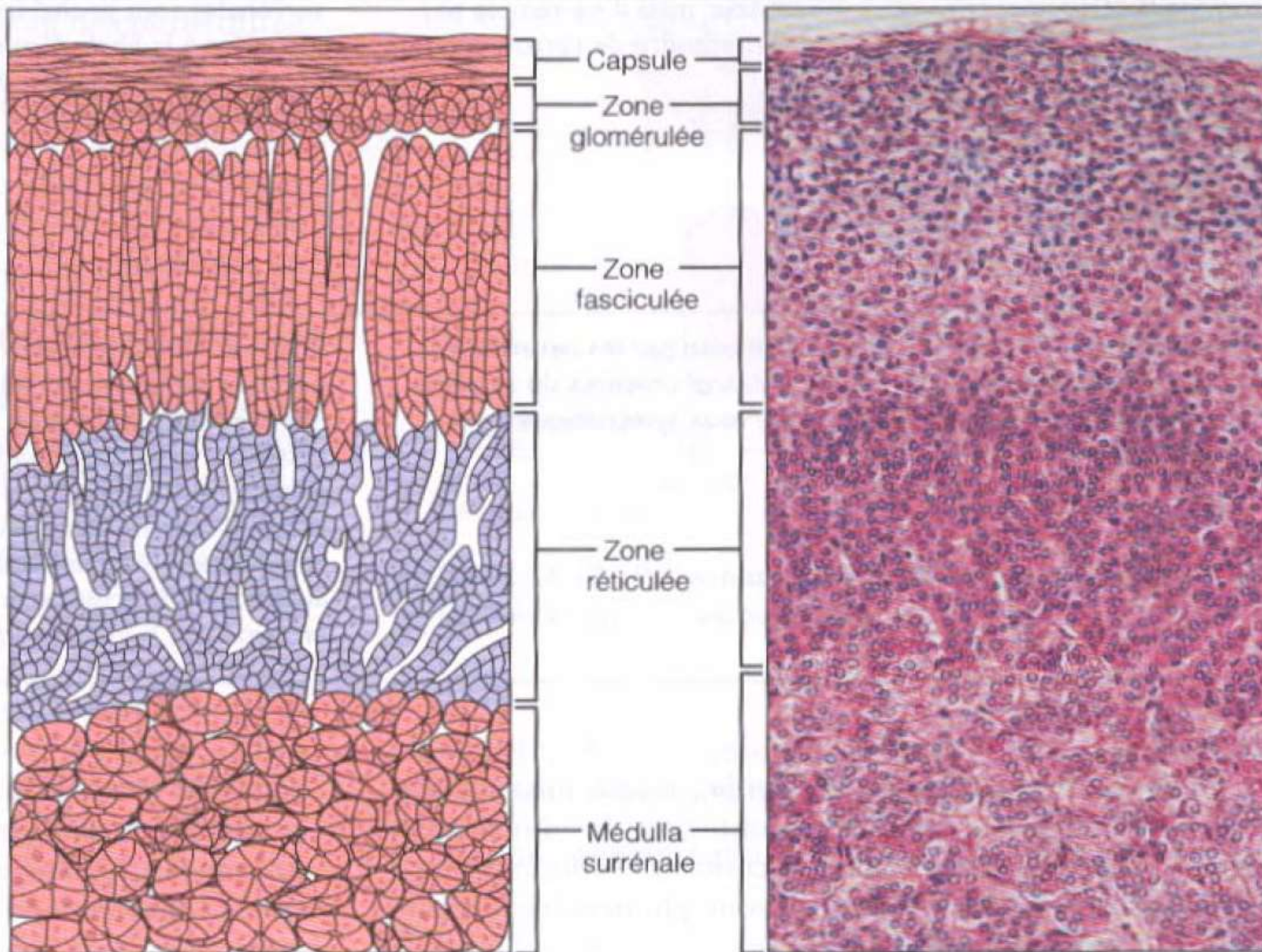
Elles sont constituées de 2 zones :

- une zone médullaire : **médulo-surrénale** sécrète **Adrénaline**
- une **zone corticale** composée de 3 parties :
 - la **zone glomérulée**, synthétise les **minéralo-corticoïdes** (principalement l'**aldostérone**)
 - la **zone fasciculée** , synthétise les glucocorticoïdes (principalement le **cortisol**)
 - la **zone réticulée** , synthétise les **androgènes**

LES GLANDES SURRENALES







→ Les 2 glandes surrénales sont localisées au-dessus des *reins*.

→ Chaque *glande* comprend 2 parties :

ρ *cortex surrénal* (= zone externe) ;

ρ *médulla surrénale* (= zone interne).

1. CORTEX SURRENAL

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

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

ρ **Zone glomérulée :**

- la plus *externe* ;
- ses cellules produisent surtout les **minéralocorticoïdes**
⇒ hormones intervenant dans l'équilibre hydro-électrolytique du *sang*.

ρ **Zone fasciculée :**

- *médiane* ;
- ses cellules produisent surtout les **glucocorticoïdes**
⇒ hormones intervenant dans le **métabolisme organique**.

ρ **Zone réticulée :**

- la plus *interne* (= contiguë à la *médulla surrénale*) ;
- ses cellules produisent surtout les **gonadocorticoïdes** ⇒ hormones sexuelles surrénaliennes.

a) Minéralocorticoïdes

→ Rôle :

- ρ **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 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 *réten*tion d' H_2O (= associée à celle de Na^+).

→ Les facteurs qui stimulent la *sécrétion* de l'**aldostérone** sont :

(1) **Système rénine-angiotensine** :

- ρ $\downarrow$ de la **pression artérielle**, du **volume sanguin** ou de l'**osmolarité plasmatique** (= concentration en solutés)
 - $\Rightarrow$ *stimulation* des *cellules* de l'**appareil juxta-glomérulaire** dans les **reins**,
 - $\Rightarrow$ *libération* de **rénine**,
 - $\Rightarrow$ *formation* d'**angiotensine II**,
 - $\Rightarrow$ *libération* d'**aldostérone** par les *cellules glomérulées* du **cortex surrénal**.

(2) **Concentration plasmatique d'ions Na^+ et K^+** :

- ρ $\uparrow$ de la *concentration* de K^+ et $\downarrow$ de la *concentration* de Na^+ $\Rightarrow$ $\uparrow$ de la *libération* d'**aldostérone**.
- ρ $\downarrow$ de la *concentration* de K^+ et $\uparrow$ de la *concentration* de Na^+ $\Rightarrow$ $\downarrow$ de la *libération* d'**aldostérone**.

(3) Corticotrophine (= ACTH) :

ρ 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*.

b) Glucocorticoïdes

→ Ce sont : le cortisol (= hydrocortisone), la cortisone et la corticostérone.

ρ Le cortisol est le *principal glucocorticoïde* chez l'être humain.

→ Rôles :

ρ *Contrôle* du métabolisme organique :

◦ ↑ 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.

ρ ↓ de la réaction inflammatoire et de la réponse immunitaire en cas d'excès de cortisol dans le sang.

→ Mécanismes de régulation de la sécrétion :

- ρ L'*hypothalamus* sécrète la corticolibérine **CRF**
 - ⇒ sécrétion de la corticotrophine **ACTH** par l'*adénohypophyse*,
 - ⇒ sécrétion de cortisol par le *cortex surrénal*.
- ρ Régulation de la sécrétion du cortisol par rétro-inhibition :
 - ↑ du *taux sanguin* de cortisol
 - ⇒ ↓ de la sécrétion *hypothalamique* de **CRF**,
 - ⇒ ↓ de la sécrétion *hypophysaire* d'**ACTH**,
 - ⇒ ↓ de la sécrétion de cortisol.

→ La sécrétion de cortisol varie au cours de la journée car elle dépend de l'apport alimentaire et de l'activité physique :

- ρ *taux sanguin* de cortisol est maximal peu après le lever ;
- ρ *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.

c) Gonadocorticoïdes (hormones sexuelles)

→ Ce sont principalement :

- ρ Les androgènes (= *hormones sexuelles mâles*) : androstène-dione et autres stéroïdes
⇒ transformés en testostérone et dihydrotestostérone dans les *tissus périphériques*.

- ρ Les œstrogènes élaborés en *très faibles quantités*.

(= quantités d'hormones sexuelles << aux quantités produites par les *gonades* à partir de la puberté).

→ Rôles :

- ρ *Participation* au déclenchement de la puberté et à l'apparition des poils pubiens et axillaires.

- ρ *Origines* de la libido chez la femme adulte.

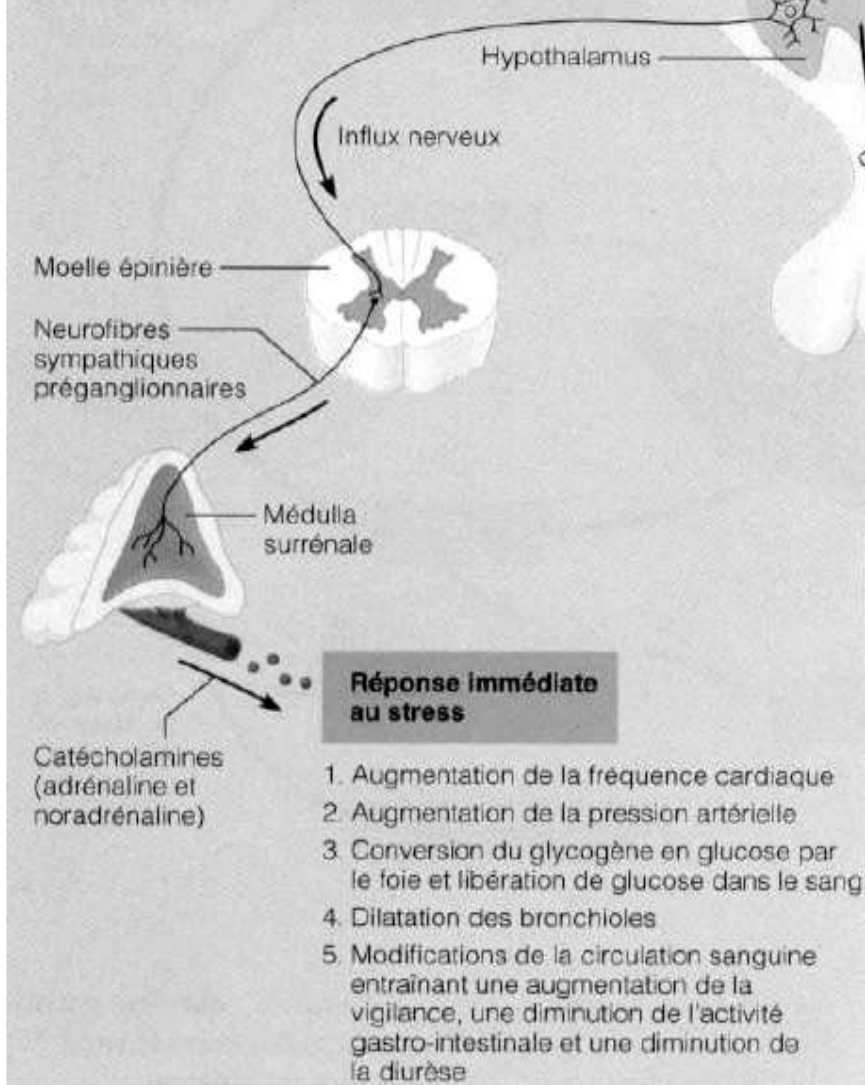
→ La libération des gonadocorticoïdes dépend de l'ACTH.

2. MEDULLA SURRENALE

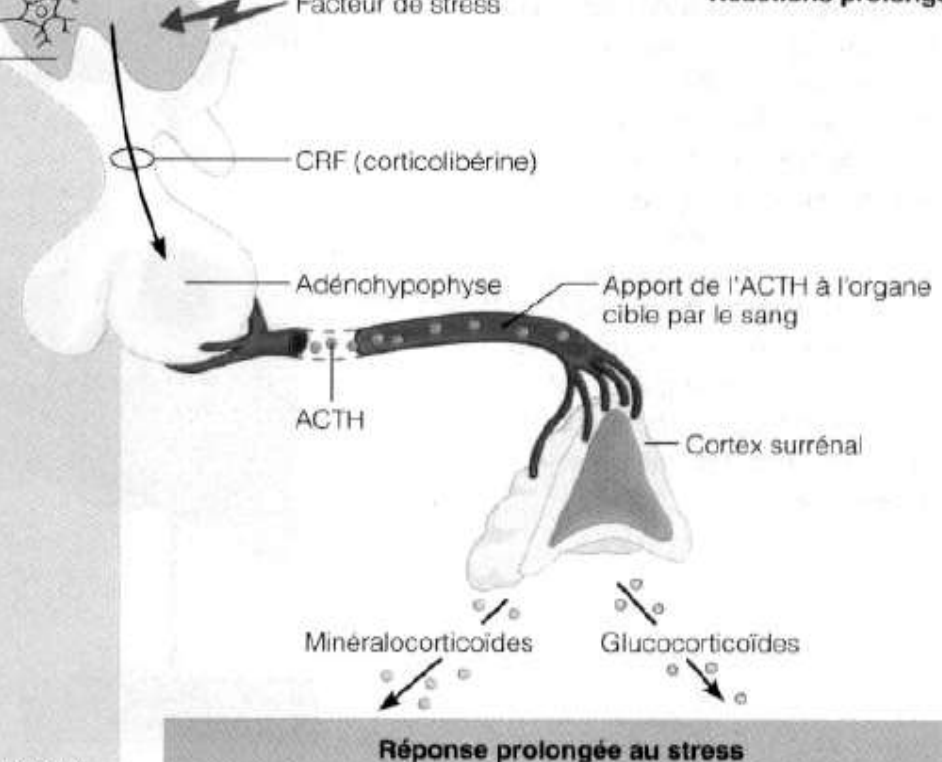
- Les **cellules chromaffines** de la **médulla surrénale** sont des **neurones sympathiques modifiés** qui **synthétisent et sécrètent** dans le **sang** les **catécholamines** : **adrénaline** et **NA**.
- En cas de **stress** : **Activation du SNA sympathique** ⇒ **réaction de lutte** ou de **fuite** :
 - ↑ de la **glycémie** ;
 - **contraction** des **vaisseaux sanguins** (= sauf dans l'**encéphale**, le **cœur** et les **muscles squelettiques**) ;
 - ↑ de la **fréquence cardiaque** ;
 - **dérivation** du **sang** vers l'**encéphale**, le **cœur** et les **muscles squelettiques** dont les **vaisseaux artériels** se **dilatent** ;
 - ↑ de la **sécrétion** des **catécholamines** par la **médulla surrénale** ⇒ ↑ de la **réaction** de **lutte** ou de **fuite**.
- L'**adrénaline** représente ≈ **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**.

Stress et glandes surrénales

Réactions brèves



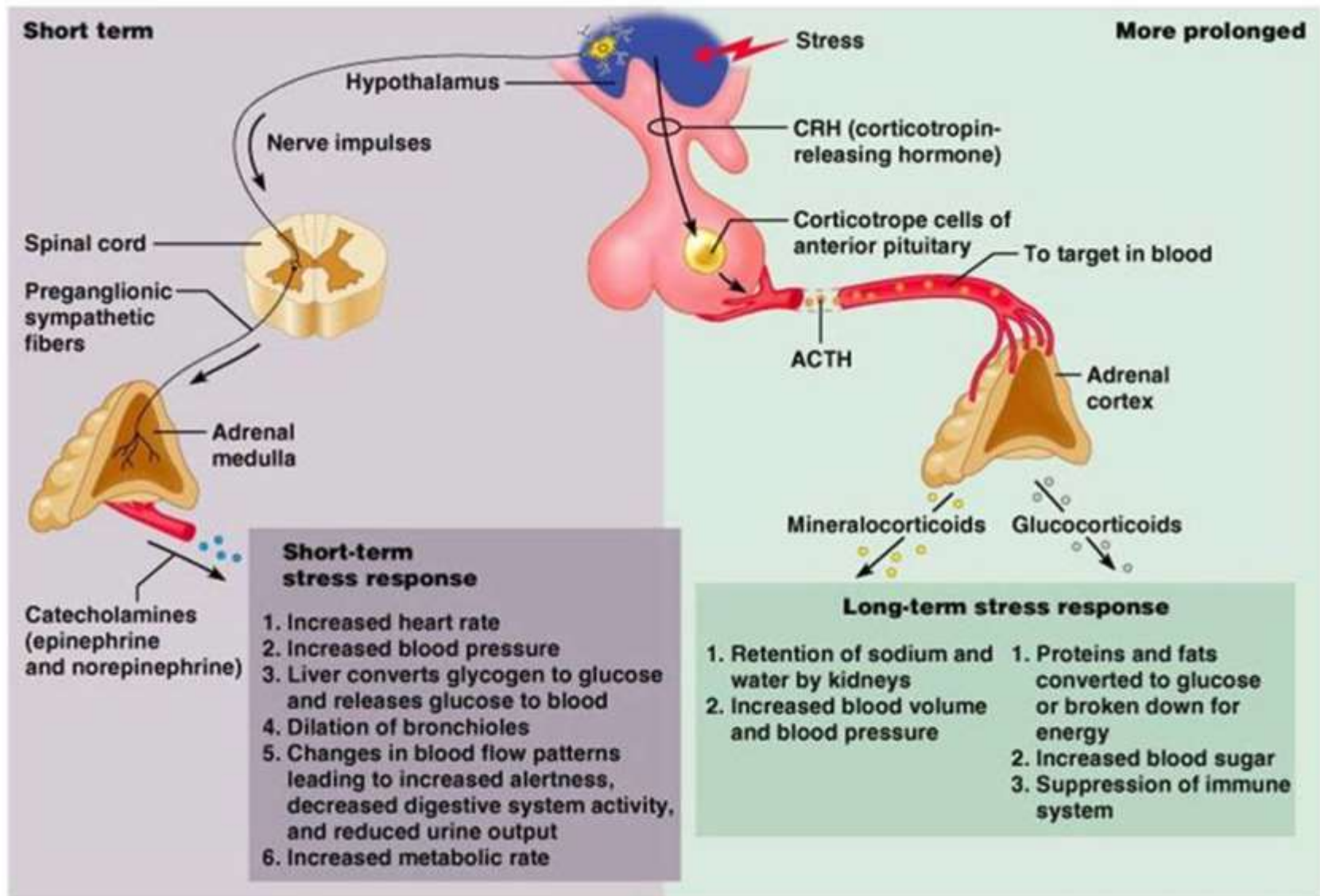
Réactions prolongées



1. Rétention de sodium et d'eau par les reins
2. Augmentation du volume sanguin et de la pression artérielle

1. Conversion des protéines et des lipides en glucose ou dégradation en vue de la production d'énergie
2. Augmentation de la glycémie
3. Affaiblissement du système immunitaire

Adrenal Stress Response



E. PANCREAS ENDOCRINE

→ Le **pancréas** est situé à l'arrière de l'**estomac**. C'est à la fois :

ρ Une **glande exocrine**.

- Constituée des **cellules acineuses**.
- Rôle : production du **suc pancréatique** riche en *enzymes digestives* (= déversé par le *canal de Wirsung* dans l'**intestin grêle** durant la **digestion**).

ρ Une **glande endocrine**.

- Constituée de *minuscules amas de cellules disséminés entre les cellules acineuses*
→ les **îlots de Langerhans** produisent les **hormones pancréatiques** et contiennent :
 - les **endocrinocytes α** : synthétisent le **glucagon** ;
 - les **endocrinocytes β** : synthétisent l'**insuline** ;
 - les **endocrinocytes δ** : synthétisent la **somatostatine GH-IH pancréatique** $\Rightarrow$ *inhibition* de la libération d'**insuline** et de **glucagon** ;

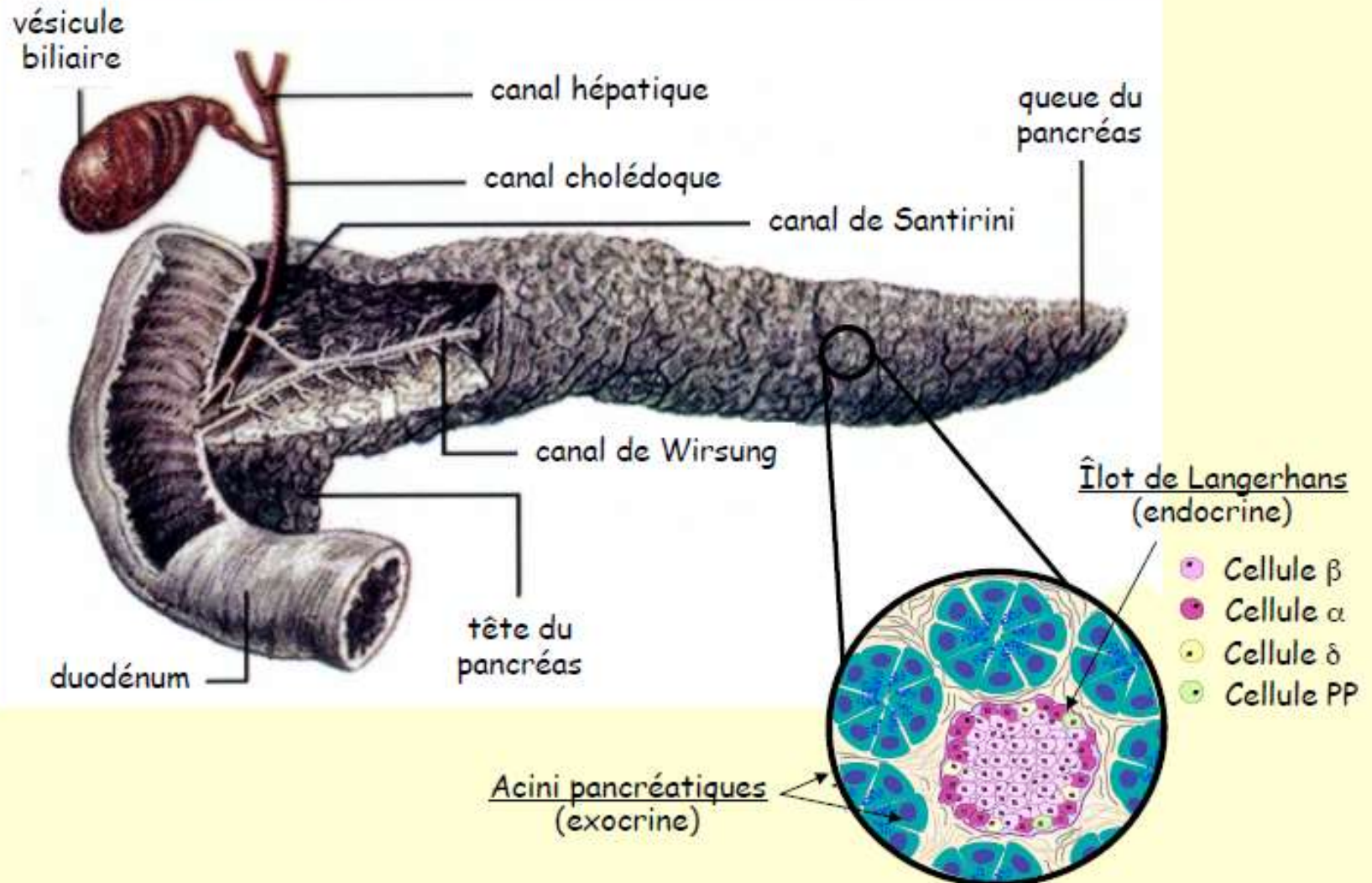
→ L'**insuline** et le **glucagon** interviennent dans la **régulation de la glycémie**. Leurs *effets* sont *opposés* :

- ρ l'**insuline** est une **hormone hypoglycémiante** (= en fait, c'est *la seule*) qui intervient durant la **période post-prandiale** ;
- ρ le **glucagon** est une **hormone hyperglycémiante** qui intervient durant la **période de jeûne**.

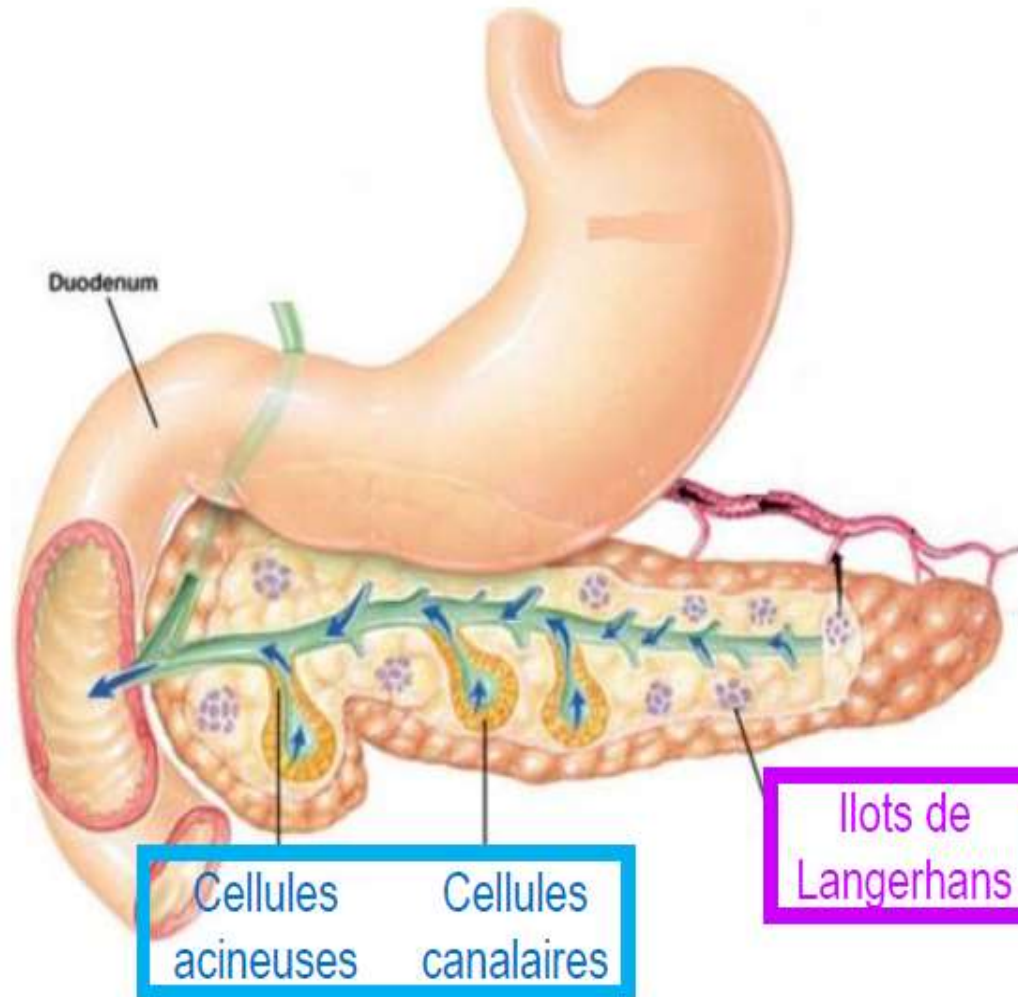
Le pancréas: anatomie fonctionnelle

Le pancréas est un organe à sécrétion endocrine et exocrine :

- Hormones déversées dans le sang
- Enzymes digestives déversées dans l'intestin



Les deux fonctions du pancréas.



Pancréas Exocrine :

- Sécrétion enzymatique
- Sécrétion hydroélectrolytique

Pancréas Endocrine :

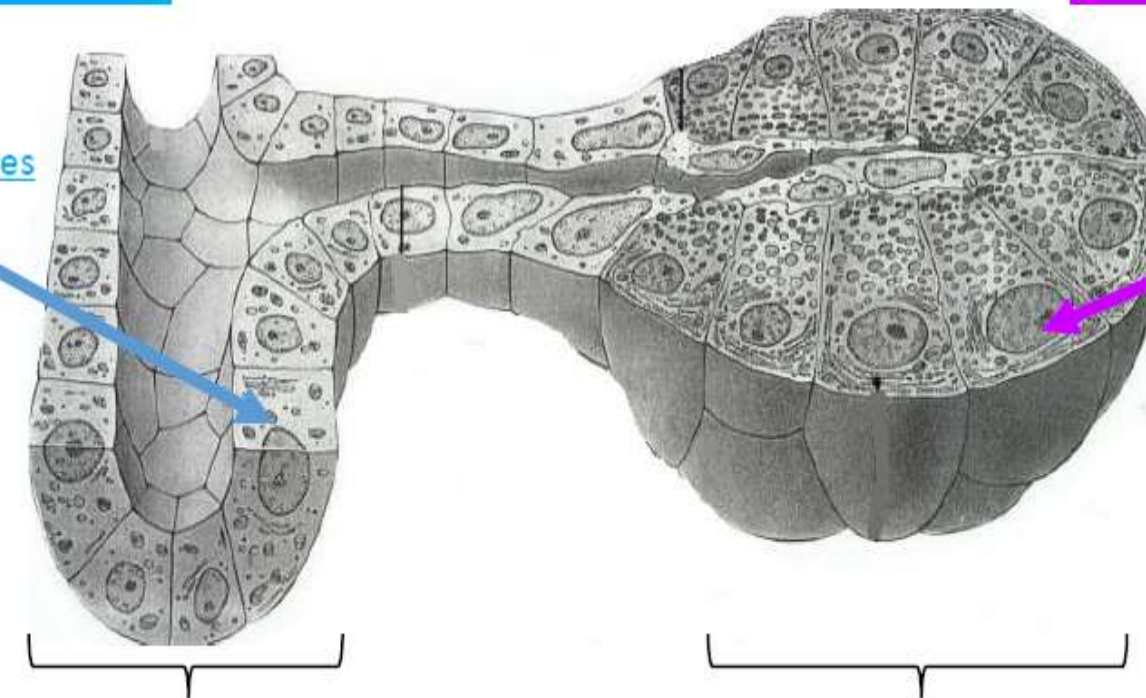
- Insuline
- Glucagon

Rôles et structure du pancréas exocrine

1. NEUTRALISATION DE L'ACIDITÉ GASTRIQUE

- Cellules canalaire

Sécrétion d'eau et de bicarbonates



Canal interlobulaire

Acinus pancréatique

2. DIGESTION DES MACROMOLÉCULES

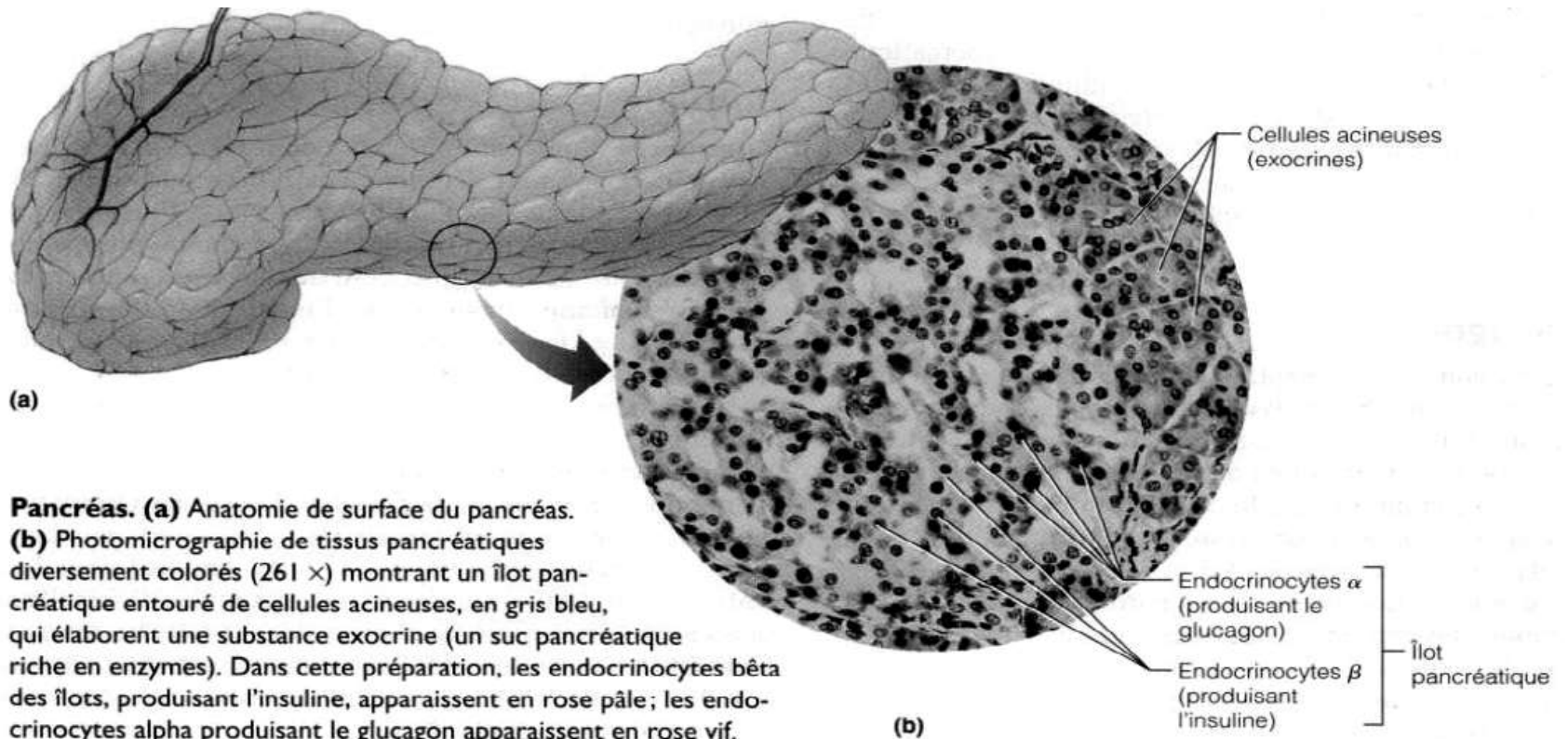
- Cellules acinaires

Sécrétion d'enzymes

La fonction endocrine du pancréas

- Unité fonctionnelle endocrine : **îlots de Langerhans**
- 4 types cellulaires spécialisés dans la production d'hormone
 - ✓ **La cellule β** : produit l'**insuline**. Seule hormone **hypoglycémiante** qui permet l'entrée du glucose dans les tissus périphériques. Le nombre de cellules β est estimé à 3000-4000 par îlot et représente 80% des cellules d'un îlot.
 - ✓ **La cellule α** : produit le **glucagon**. Hormone **hyperglycémiante** qui stimule la lipolyse et la conversion des acides gras libres en cétones dans le foie.
 - ✓ **La cellule δ** : produit la **somatostatine**. Diminue l'absorption et la digestion des aliments.
 - ✓ **La cellule PP** : produit le **polypeptide pancréatique**

La fonction essentielle du pancréas endocrine est donc d'assurer l'homéostasie du glucose et en particulier le contrôle de la glycémie.



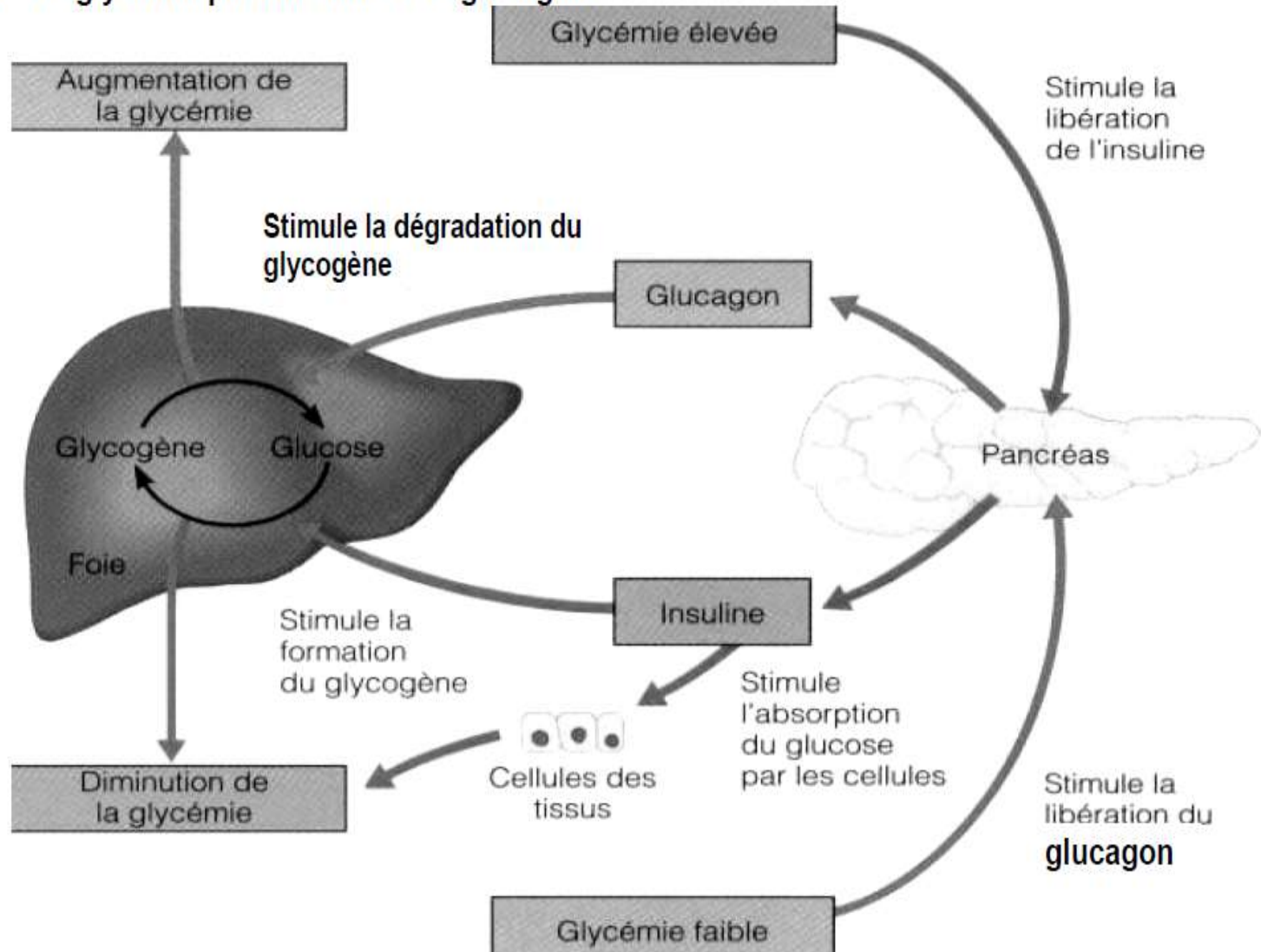
1. GLUCAGON

- Le **glucagon** est un *polypeptide* composé de 29 *acides aminés*.
- C'est une **hormone hyperglycémiante** très puissante.
- L'*organe cible principal* du **glucagon** est le **foie** où il provoque :
 - ρ La **glycogénolyse** : *conversion* du **glycogène hépatique** en **glucose**.
 - ρ La **libération de glucose** dans le **sang** par les **cellules hépatiques** ⇒ ↑ de la **glycémie**.
 - ρ La **néoglucogenèse** : *formation* de **glucose** à partir d'**acide lactique**, de **glycérol** et des **acides aminés**.
 - ρ ↓ du **taux sanguin des acides aminés** : les **hépatocytes** prélèvent des **acides aminés** dans le **sang** pour synthétiser du **glucose** (= **néoglucogenèse**).
- La **sécrétion** du **glucagon** dépend des **stimulus humoraux** suivants :
 - ρ ↓ de la **glycémie** et ↑ du **taux d'acides aminés** dans le **sang**.
- La **sécrétion** du **glucagon** est *inhibée* par :
 - ρ ↑ de la **glycémie**.
 - ρ ↑ de la **stomatostatine pancréatique** dans le **sang**.

2. INSULINE

- L'insuline est une *petite protéine* de 51 acides aminés (= constituée de 2 chaînes reliées par des ponts disulfure).
- L'insuline agit principalement durant la **période post-prandiale**
 - agit sur les **métabolismes** du **glucose**, des **lipides** et des **protéines** :
 - ρ ↓ de la glycémie :
 - en ↑ le *transport membranaire* du **glucose** dans *certaines organes* comme les **muscles** (= mais pas dans le **foie**, les **reins** et l'**encéphale**) ;
 - en ↑ l'*oxydation* du **glucose** (= après son entrée dans les cellules) pour la *production de l'ATP* ;
 - en **inhibant** la *dégradation* du **glycogène** en **glucose** ;
 - en ↑ la *formation* du **glycogène** dans le **foie** et les **muscles** ;
 - en **inhibant** la *néoglucogenèse* (= la *conversion* des **acides aminés** et du **glycérol** en **glucose**).
 - ρ ↑ de la **synthèse des triglycérides** (= **lipogenèse**) :
 - en ↑ la *conversion* du **glucose** en **acides gras** et en **glycérol**
⇒ ↑ de la *synthèse* des **triglycérides** dans les **cellules adipeuses** et le **foie**.
 - ρ ↑ du **captage des acides aminés** et ↑ de la **synthèse des protéines** dans le **tissu musculaire**.
- Les *stimulus* de la **sécrétion d'insuline** sont :
 - ρ ↑ de la **glycémie**, ↑ du *taux plasmatique* d'**acides gras** et ↑ du *taux plasmatique* d'**acides aminés**.
- Quand ces **substances** sont *absorbées* par les **cellules** ⇒ ↓ de leur *taux plasmatique*,
⇒ **rétro-inhibition** de la **sécrétion d'insuline**.
- La **somatostatine pancréatique GH-IH** ⇒ ↓ de la *libération* d'insuline.
- L'insuline est la **seule hormone hypoglycémiante** qui *contre et compense les effets* de nombreuses hormones **hyperglycémiantes** (= **cortisol**, **adrénaline**, **glucagon** et hormone de croissance **GH**).

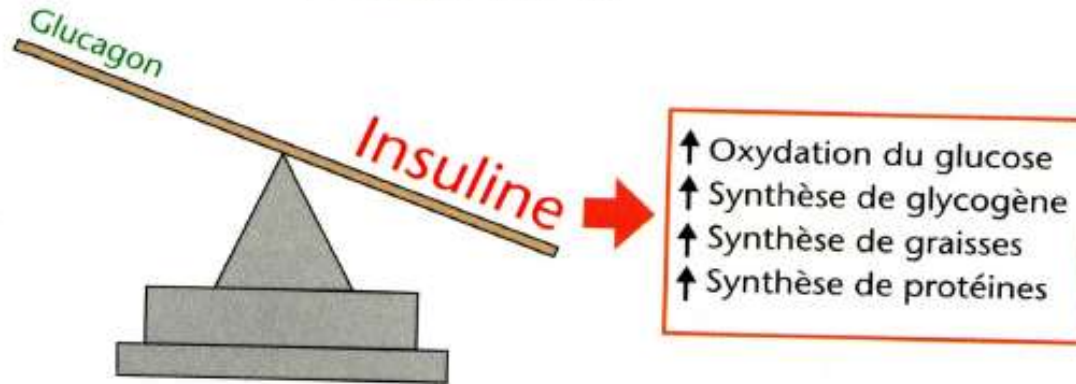
Régulation de la glycémie par l'insuline et le glucagon



Contrôle hormonal du métabolisme énergétique

Rapport insuline / glucagon

(a) En état nourri, l'insuline domine.



(b) En période de jeûne, le glucagon domine.



F. GONADES

→ Les **ovaires** sont 2 *petits organes* situés dans la *cavité pelvienne* de la **femme**.

ρ Produisent les **ovules**.

ρ Synthétisent et sécrètent les **hormones sexuelles féminines** :

- **Œstrogènes** :

- Rôles :

- *maturation des **organes génitaux** à la *puberté* ;*

- *apparition des **caractères sexuels secondaires féminins** à la *puberté*.*

- **Progestérone** :

- Rôles :

- *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).*

→ Les **testicules** sont enfermés dans une *enveloppe cutanée* : le *scrotum*.

ρ Produisent les **spermatozoïdes**.

ρ Synthétisent et sécrètent les **hormones sexuelles mâles** :

- **Testostérone** : Rôles :

- *maturation des **organes génitaux** ;*

- *apparition des **caractères sexuels secondaires masculins** à la *puberté* ;*

- *émergence de la **libido** à la *puberté* ;*

- *contrôle de la **production** des **spermatozoïdes** ;*

- *contrôle du **fonctionnement** des **organes génitaux** chez l'homme adulte.*

→ La sécrétion des **hormones gonadiques** dépend des **gonadotrophines FSH et LH** libérées par l'**adénohypophyse**.