

L'adaptabilité de l'organisme face aux perturbations de l'environnement

Introduction :

Le stress varie d'une personne à une autre. Nous parlons de stress à la fois pour définir un ressenti (« Je suis stressé avant mon examen ») mais aussi face à une situation de panique subite (« J'ouvre la porte de la salle de bain et je me retrouve face à un serpent »).

Quel que soit le contexte, face à des agents stresseurs, nous parlons de stress aigu. Dans ces cas-là, l'organisme, pour préserver sa survie, doit réagir rapidement. Si nous reprenons l'exemple du serpent dans la salle de bain, nous pouvons facilement imaginer différentes réponses biologiques chez un individu : augmentation de son rythme cardiaque, augmentation de son rythme respiratoire, contraction des muscles pour fuir, focalisation de son attention.

Différents systèmes physiologiques de l'organisme sont donc impliqués pour adapter le comportement face à cet agent stresseur. La réponse doit être rapide, et c'est le système nerveux qui est à l'origine de ces réponses.

Dans un premier temps, nous verrons quelle est l'implication du système limbique dans le stress aigu. Puis, nous nous focaliserons sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Enfin, nous étudierons la régulation de ce système.

1 | L'implication du système limbique en cas de stress aigu



Définition

Stress aigu :

Le stress aigu regroupe l'ensemble des réponses de l'organisme permettant d'avoir un comportement approprié face à une perturbation de l'environnement. Il implique le système nerveux pour une réponse rapide.

a. L'anatomie du système limbique

À travers différentes expériences avec des agents stresseurs, les scientifiques ont pu mettre en évidence la stimulation de deux régions précises du cerveau : l'**amygdale** et l'**hippocampe**.

→ Situées au centre du cerveau, ces deux structures sont les premières à s'activer en cas de stress aigu.

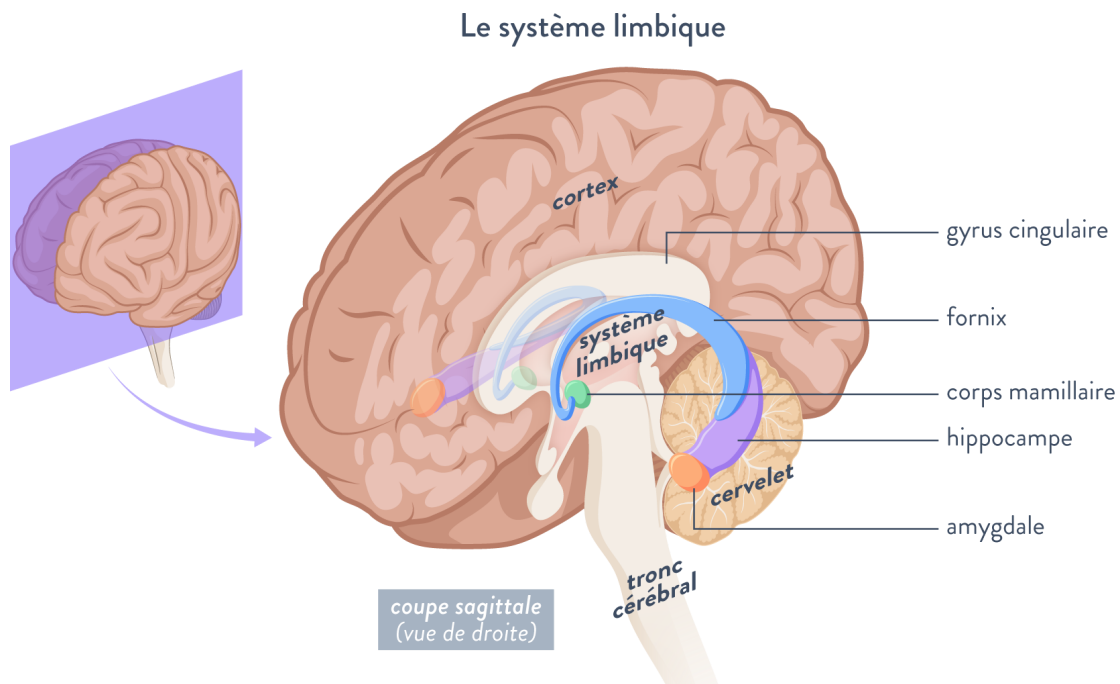
Elles font partie du **système limbique**.



Définition

Système limbique :

Le système limbique regroupe l'ensemble des zones cérébrales situées au centre du cerveau. Également appelé « cerveau des émotions », il régule les émotions, le comportement ou encore la mémoire.



- Face à un agent stressant, nous observons tout d'abord la stimulation de l'amygdale et de l'hippocampe.
- Ces deux zones sont impliquées dans la régulation des émotions au sein du système limbique.

b. L'activation de la glande médullosurrénale

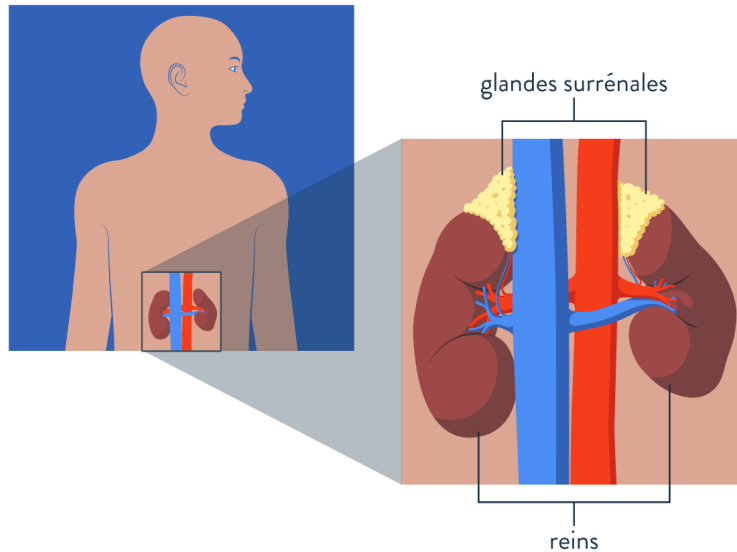
L'amygdale et l'hippocampe sont des structures cérébrales. Une fois activées, elles vont pouvoir stimuler d'autres organes grâce à une **communication nerveuse**. Dans le cas d'un stress aigu, des **neurones** vont permettre l'activation d'un autre organe : la **glande surrénale**.



Le cerveau est relié aux organes du corps grâce à des cellules spécialisées, les neurones. Les **neurones** conduisent l'information nerveuse.

Comme son nom l'indique, la glande surrénale (sur-rénale) est située au-dessus du rein. Il existe donc deux glandes surrénales dans l'organisme, une au-dessus de chaque rein.

Les glandes surrénales

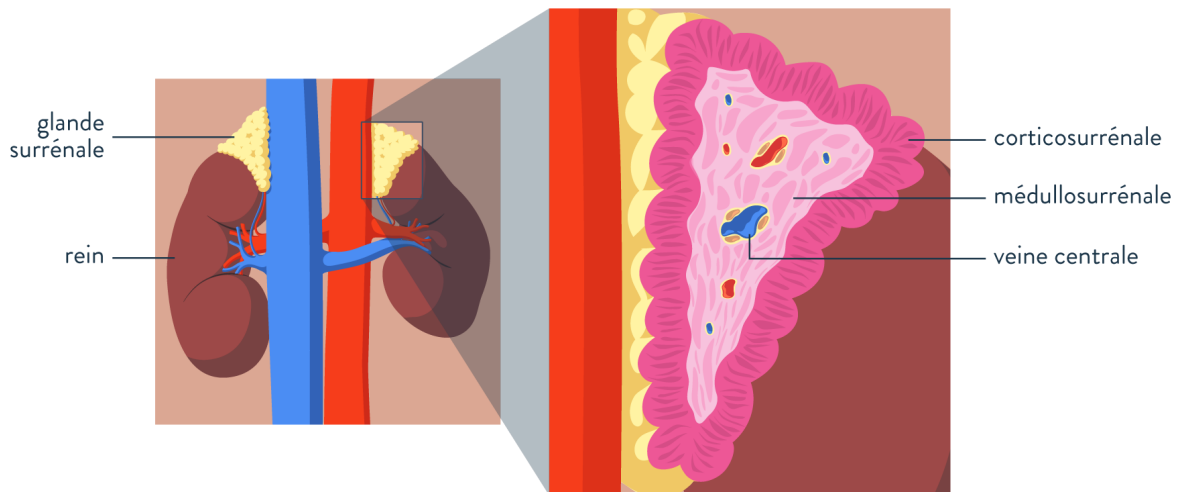


© SCHOOLMOUV

En observant au microscope la glande surrénale, nous isolons deux parties :

- la partie centrale de l'organe, dite « médullaire » ;
- Nous parlons alors de **médullosurrénale**.
- la partie périphérique de l'organe, dite « corticale ».
- Nous parlons alors de **corticosurrénale**.

Vue en coupe d'une glande surrénale



© SCHOOLMOUV

La surrénale est une glande **endocrine** : elle permet la libération d'hormones. Lorsqu'elle est activée, la médullosurrénale va libérer une hormone dans le sang : l'**adrénaline** (parfois également appelée « hormone du stress »).



Rappel

Une hormone (comme l'adrénaline) est un mode de communication dans l'organisme. Elle est libérée par un organe, passe dans le sang et agit sur le fonctionnement d'un ou plusieurs autres **organes cibles**.



À retenir

- L'activation de neurones au niveau de l'amygdale et de l'hippocampe provoque la stimulation de la partie centrale de la glande surrénale, appelée la médullosurrénale.
- En réaction, la médullosurrénale libère une hormone dans le sang : l'adrénaline.



Les effets de l'adrénaline

Une fois libérée dans le sang, l'adrénaline va agir sur différents organes, ce afin que l'organisme puisse réagir rapidement face à l'agent stresser.

→ Elle va donc avoir **plusieurs organes cibles**.



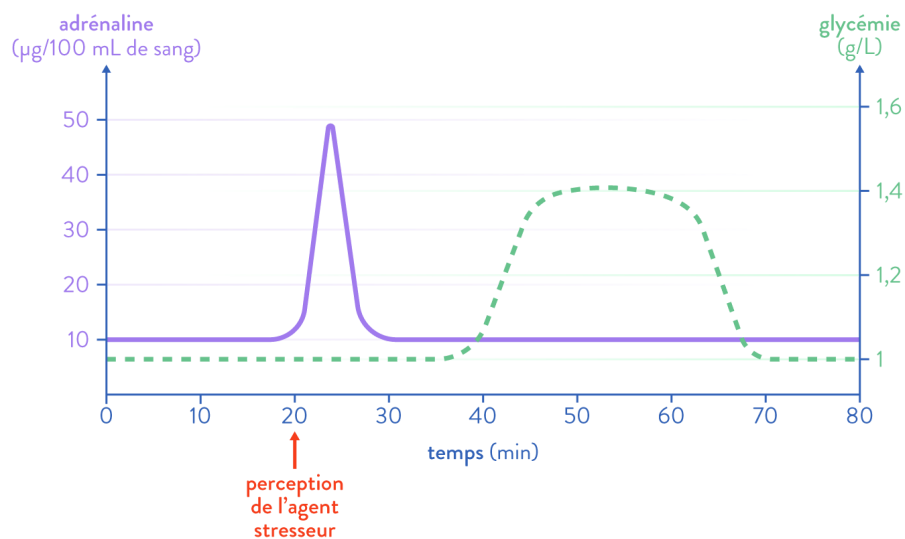
Définition

Organes cibles :

Les organes cibles désignent spécifiquement ceux sur lesquels va agir une hormone.

Tout d'abord, l'adrénaline va agir sur le cœur en **augmentant la fréquence cardiaque** ainsi que sur les muscles respiratoires en **augmentant la fréquence respiratoire**.

De plus, si nous observons le graphique ci-dessous, nous constatons que l'adrénaline provoque également l'**augmentation du taux de glucose dans le sang (glycémie)** grâce à son action sur le foie et les muscles.



© SCHOOLMOUV

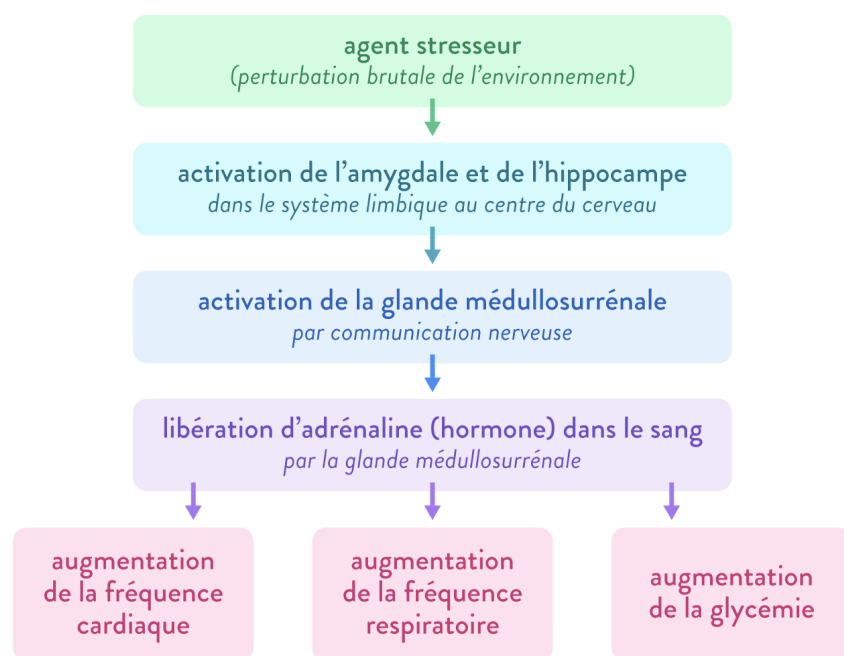


À retenir

En situation de stress aigu, la libération d'adrénaline va avoir trois conséquences majeures dans l'organisme :

- l'augmentation de la fréquence cardiaque → accélération de la circulation sanguine ;
- l'augmentation de la fréquence respiratoire → apport de plus d'O₂ aux muscles et au cerveau ;
- l'augmentation de la glycémie → apport d'énergie.

→ Les intérêts de ces paramètres sont d'optimiser la réaction de l'organisme face à l'agent stressant ou se préparant à la fuite ou à l'affrontement.



© SCHOOLMOUV

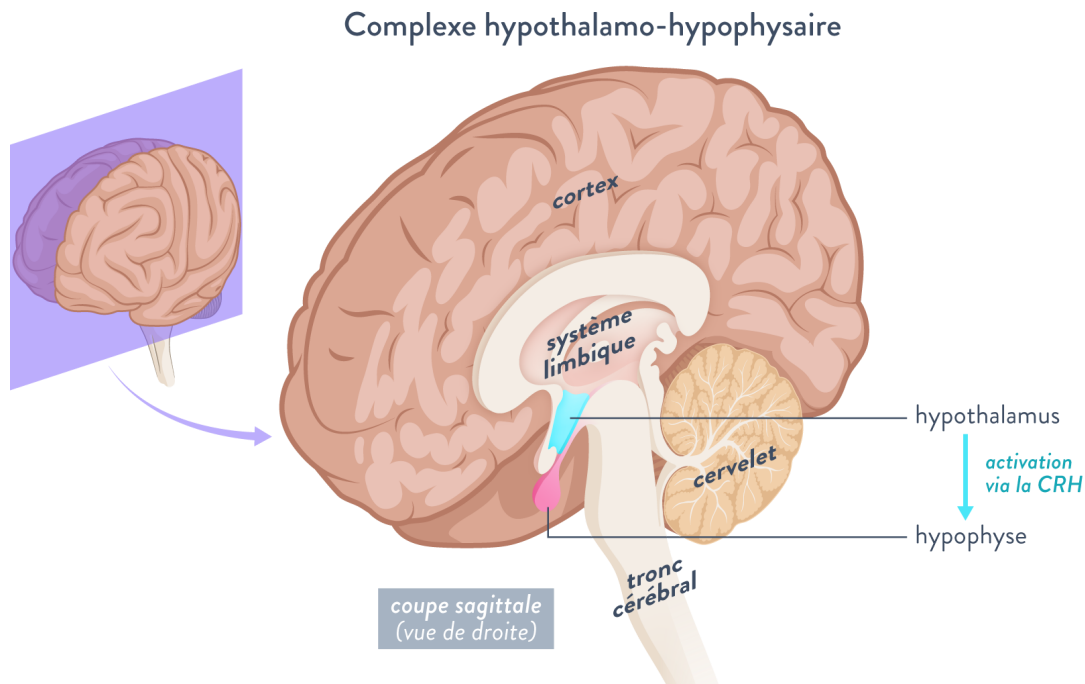
En cas de stress aigu, le système limbique est la première zone active au niveau cérébral. Cependant, dans les minutes qui suivent, nous observons une autre conséquence : l'activation du système hypothalamo-hypophysaire.

2 | L'implication de l'axe hypothalamo-hypophysaire

a. L'anatomie du système hypothalamo-hypophysaire

Situé au centre du cerveau, l'**hypothalamus** participe à la régulation de nombreuses fonctions dans l'organisme telles que la faim, le sommeil, le comportement sexuel ou encore les émotions.

Face à un agent stressant, l'hypothalamus a une fonction endocrine : il produit une hormone appelée **CRH**. Cette dernière a pour organe cible une autre structure cérébrale, située juste en-dessous de l'hypothalamus : l'**hypophyse**.

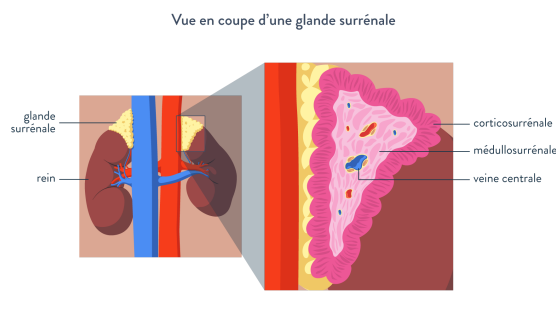


👁 À retenir

- L'agent stressant va permettre l'activation d'une structure cérébrale : l'hypothalamus.
- Par le biais d'une hormone (la CRH), l'hypothalamus active à son tour l'hypophyse.

b. L'activation de la corticosurrénale

L'hypophyse est, lui aussi, une glande pourvue d'une fonction endocrine : son activation va permettre la libération d'une hormone dans le sang, l'**ACTH**.



Les glandes surrénales sont les organes cibles de l'ACTH. Cependant, contrairement à ce que nous avons vu précédemment, l'ACTH va cette fois-ci agir sur la partie **périphérique** des glandes surrénales (et non sur la partie centrale), c'est-à-dire sur les **corticosurrénales**.

En 1932, Harvey Cushing, un neurochirurgien américain, décrit ce qui fut appelé plus tard « le syndrome de Cushing ». Chez les patient·e·s atteint·e·s de ce syndrome, une augmentation très importante du taux de **cortisol** dans le sang est observée. Les effets de cet excès d'hormone sont une prise de poids et une modification de l'apparence physique générale.

En opérant ces patient·e·s, Cushing a pu observer un adénome (une tumeur bénigne) au niveau de l'hypophyse. Ayant un plus gros volume, l'hypophyse libérait alors de l'ACTH en excès.

→ Cushing a alors pu en déduire que **l'ACTH est responsable de la libération de cortisol par les corticosurrénales**.



Définition

Cortisol :

Le cortisol est une hormone libérée dans le sang par la partie externe des glandes surrénales (les corticosurrénales).



À retenir

- L'hypophyse, stimulé par la CRH, libère à son tour une hormone dans le sang : l'ACTH.
- L'ACTH agit sur les corticosurrénales qui, en réaction, libèrent une autre hormone dans le sang : le cortisol.



Les effets du cortisol

L'impact du cortisol sur le **système immunitaire** a pu être mis en évidence notamment grâce aux travaux historiques du docteur Selye.

Dans les années 1930, Hans Selye, un médecin québécois, injecte des extraits de glandes ovariennes à des rats. Suite à cette injection, il observe un élargissement des glandes surrénales et une diminution de la taille du thymus chez les rats de l'expérience. Il pense alors que ces effets physiologiques sont les conséquences directes de l'injection réalisée. Cependant, en injectant des substances différentes, il fait état des mêmes résultats. Et il en va de même lorsqu'il fait subir à d'autres rats des alternances de froid et de chaleur intense.

→ Il déduit plus tard de ces expériences que c'est en réalité le **stress** provoqué par ces bouleversements physique qui provoque ces symptômes.

Par ailleurs, si nous observons le tableau suivant, nous pouvons constater que le cortisol provoque une **augmentation de la glycémie**.

Pendant quatre heures, nous mesurons la glycémie de deux individus :

- l'un ayant subi une injection de cortisol ;
- et l'autre servant de sujet témoin (les valeurs sont données en g/L).



La glycémie fluctue peu dans la journée : une glycémie normale se mesure entre 0,7 et 1,4 g/L de sang. C'est le **pancréas** qui en gère la régulation.

	glycémie initiale	glycémie après 1 heure	glycémie après 2 heures	glycémie après 3 heures	glycémie après 4 heures
sujet ayant subi	1,46	1,44	1,41	1,37	1,35

l'injection					
sujet témoin à jeun	0,92	0,86	0,90	0,88	0,85

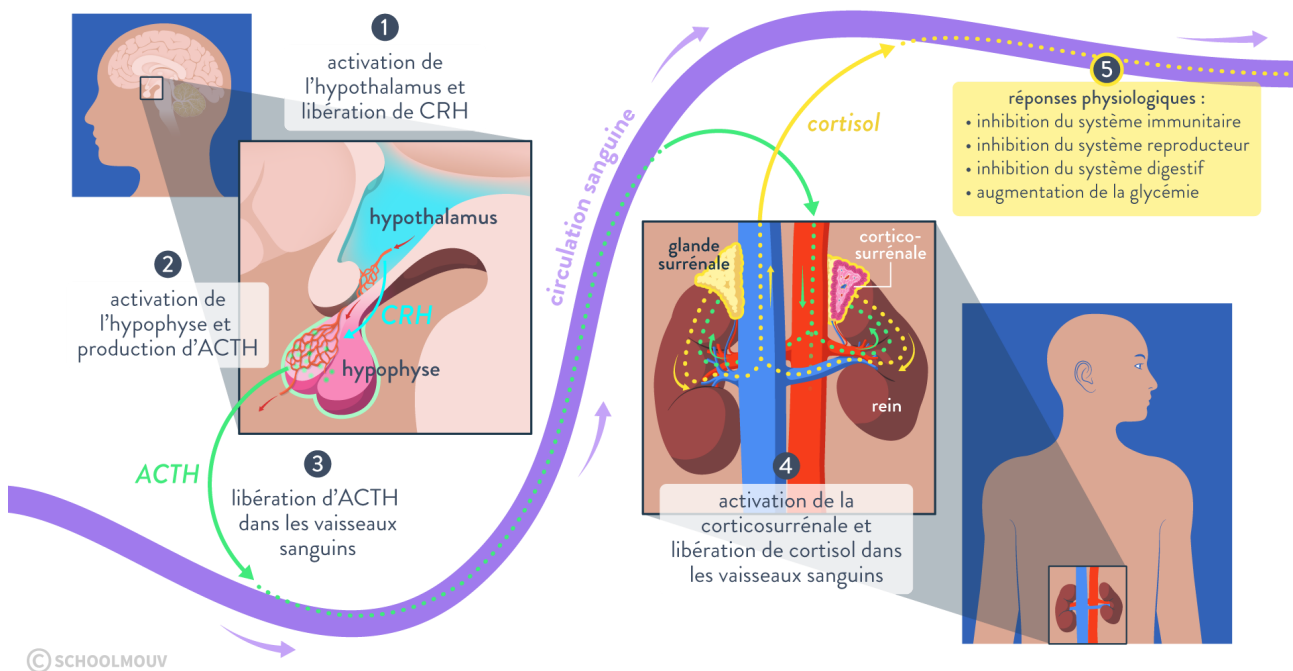
La glycémie initiale du premier individu (celui ayant reçu l'injection) est plus élevée que celle du second et cherche à se stabiliser en descendant progressivement au cours des heures qui suivent l'expérience.

→ Il semble donc que l'injection de l'hormone de cortisol ait favorisé une élévation du taux glycémique.

En outre, afin d'optimiser le comportement pour faire face à l'agent stresser, le cortisol va **inhiber d'autres systèmes physiologiques de l'organisme**, tels que le système digestif et le système reproducteur.



Le cortisol, en préparant le corps de la sorte, cherche à lui procurer l'énergie nécessaire (à la fuite ou à l'affrontement par exemple) contre l'agent stresser.



Cependant, ces réponses physiologiques au stress ne doivent pas durer dans le temps car elles sont néfastes pour l'organisme. Un système de régulation est donc indispensable.

3 | La mise en place d'un système de régulation

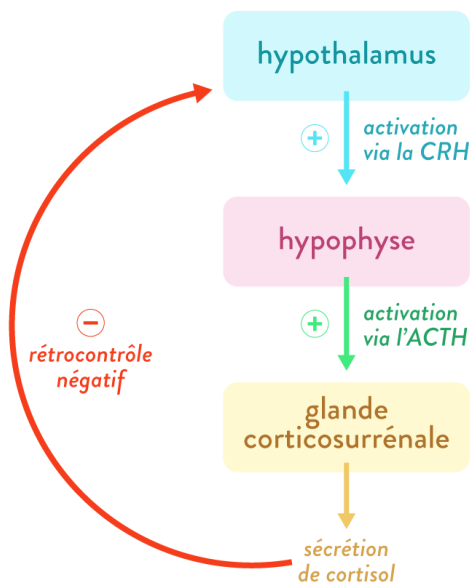
a. Le rétrocontrôle négatif via une boucle de régulation

Au niveau de l'hypothalamus, il existe des **récepteurs de cortisol**. Ainsi, en cas de stress aigu, le cortisol peut se fixer à ces récepteurs, entraînant directement la diminution de la sécrétion de CRH. Cela entraîne, par voie de conséquence, la diminution de la production d'ACTH par l'hypophyse, puis celle de cortisol par les glandes corticosurrénales.



C'est la molécule de cortisol elle-même qui permet sa propre régulation.

Rétrocontrôle négatif du cortisol



© SCHOOLMOUV

Le cortisol autorégule sa propre sécrétion en agissant sur l'axe hypothalamo-hypophysaire : nous parlons de **rétrocontrôle négatif**.



Rétrocontrôle :

Le rétrocontrôle est un phénomène d'autorégulation au cours duquel une hormone agit directement sur la glande qui la produit afin de maintenir un équilibre dans l'organisme.

b. Le retour à l'équilibre

La situation de stress aigu est un exemple illustrant l'**adaptabilité de l'organisme**.

Face à un agent stressant, l'organisme active certains systèmes physiologiques (systèmes cardio-vasculaire et respiratoire par exemple) et en inhibe d'autres (systèmes immunitaire et digestif).

Cependant, l'organisme doit également être capable de permettre un retour à l'équilibre pour l'ensemble de ces systèmes. C'est l'objectif du rétrocontrôle négatif exercé par le cortisol.

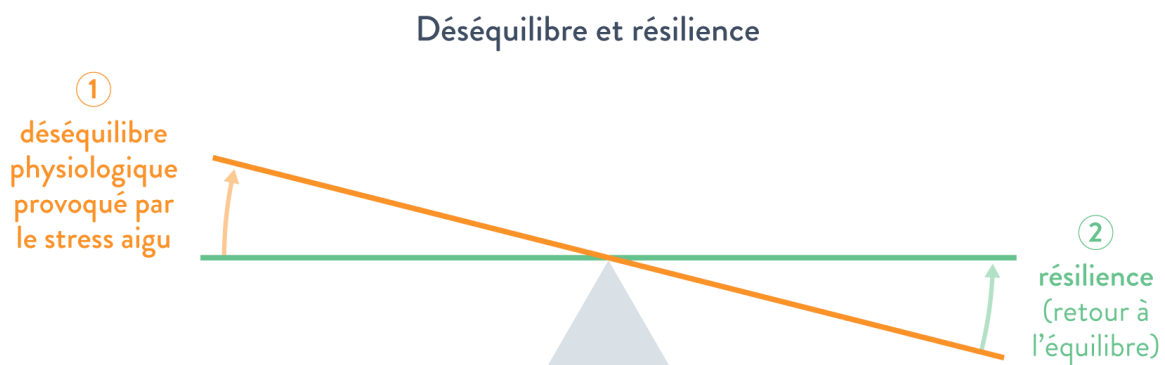
→ Nous parlons alors de **résilience**.



Définition

Résilience :

On appelle « résilience » la capacité de l'organisme à retrouver un équilibre normal après une perturbation.



- Par le biais de récepteurs spécifiques, le cortisol va exercer un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus.
- Cela aura pour conséquence directe de diminuer la quantité de CRH et ainsi de diminuer la sécrétion de cortisol par la glande corticosurrénale.
- En exerçant un rétrocontrôle négatif, le cortisol permet la résilience, c'est-à-dire le retour à l'équilibre du système complexe qu'est l'organisme humain. Cela prouve son adaptabilité.

Conclusion :

La confrontation à un agent stressant illustre la complexité de l'organisme humain.

Avec l'activation du système limbique, puis de l'axe hypothalamo-hypophysaire, le système nerveux est à l'origine des réponses observées. Via les productions hormonales qu'il provoque, d'autres systèmes physiologiques sont activés ou, au contraire, inhibés.

En produisant à la fois de l'adrénaline et du cortisol, la glande surrénale joue un rôle majeur dans le stress aigu. L'adaptabilité de l'organisme se mesure à la fois dans sa capacité à réagir immédiatement et dans la résilience permise par le rétrocontrôle négatif ensuite.