

# Chapitre 7 : Stress aigu et adaptabilité de l'organisme

- I. Le stress aigu, une réponse physiologique permettant de s'adapter à une situation de stress
- II. La phase d'alarme : une réponse immédiate
- III. La phase de résistance : une réponse plus tardive
- IV. La résilience : sortie de l'état de stress

# Des situations stressantes

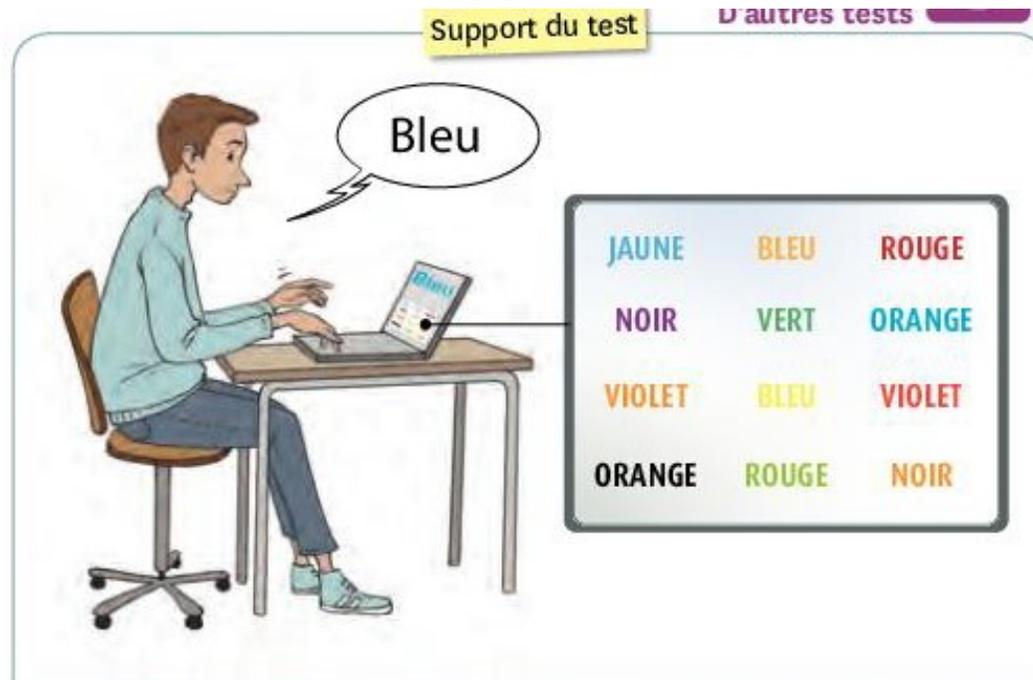


# Des situations stressantes



**1** Diversité des situations stressantes.

# Une réponse stéréotypée



Paramètres physiologiques	Témoin	Test
Fréquence cardiaque (battements.min <sup>-1</sup> )	62 +/- 2	72 +/- 2
Fréquence ventilatoire (cycles.min <sup>-1</sup> )	12 +/- 2	24 +/- 2
Concentration sanguine en adrénaline (ng.L <sup>-1</sup> )	34 +/- 5	47 +/- 4
Concentration sanguine en cortisol (nmol.L <sup>-1</sup> )	325 +/- 6	380 +/- 3

**3 Le stress lié au test de Stroop.** Des sujets en bonne santé sont soumis à un test de Stroop, qui génère un stress mental. Il s'agit de nommer le plus rapidement possible la couleur du texte et non pas de lire le nom de la couleur. Différents paramètres physiologiques sont alors mesurés avant le test (témoin) et pendant le test (test).

# Une réponse stéréotypée



**B** Pupille avant et lors du stress aigu.



**D** Certaines situations nous donnent la « chair de poule ».

# Une réponse stéréotypée qui permet l'adaptabilité



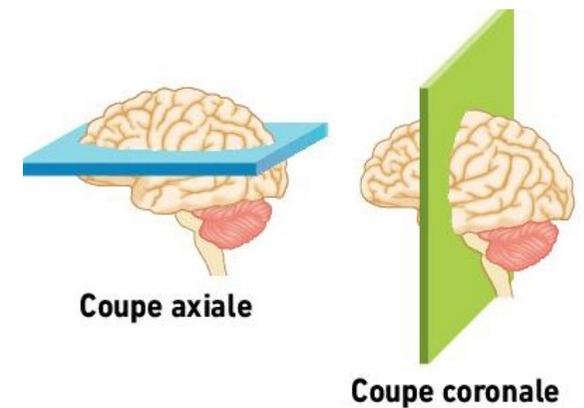
## 2 « Fight-or-flight », la réponse combat-fuite.

La réaction animale « combat-fuite » est un exemple de réponse à un agent stresseur permettant à un organisme de réagir à une menace pour sa survie. Chez l'animal en situation de danger, le stimulus est perçu, intégré, et des mécanismes biologiques impliqués dans la réponse à un agent stresseur vont notamment permettre à l'organisme de mobiliser les ressources énergétiques nécessaires à l'effort musculaire (le combat ou la fuite).

# Chapitre 7 : Stress aigu et adaptabilité de l'organisme

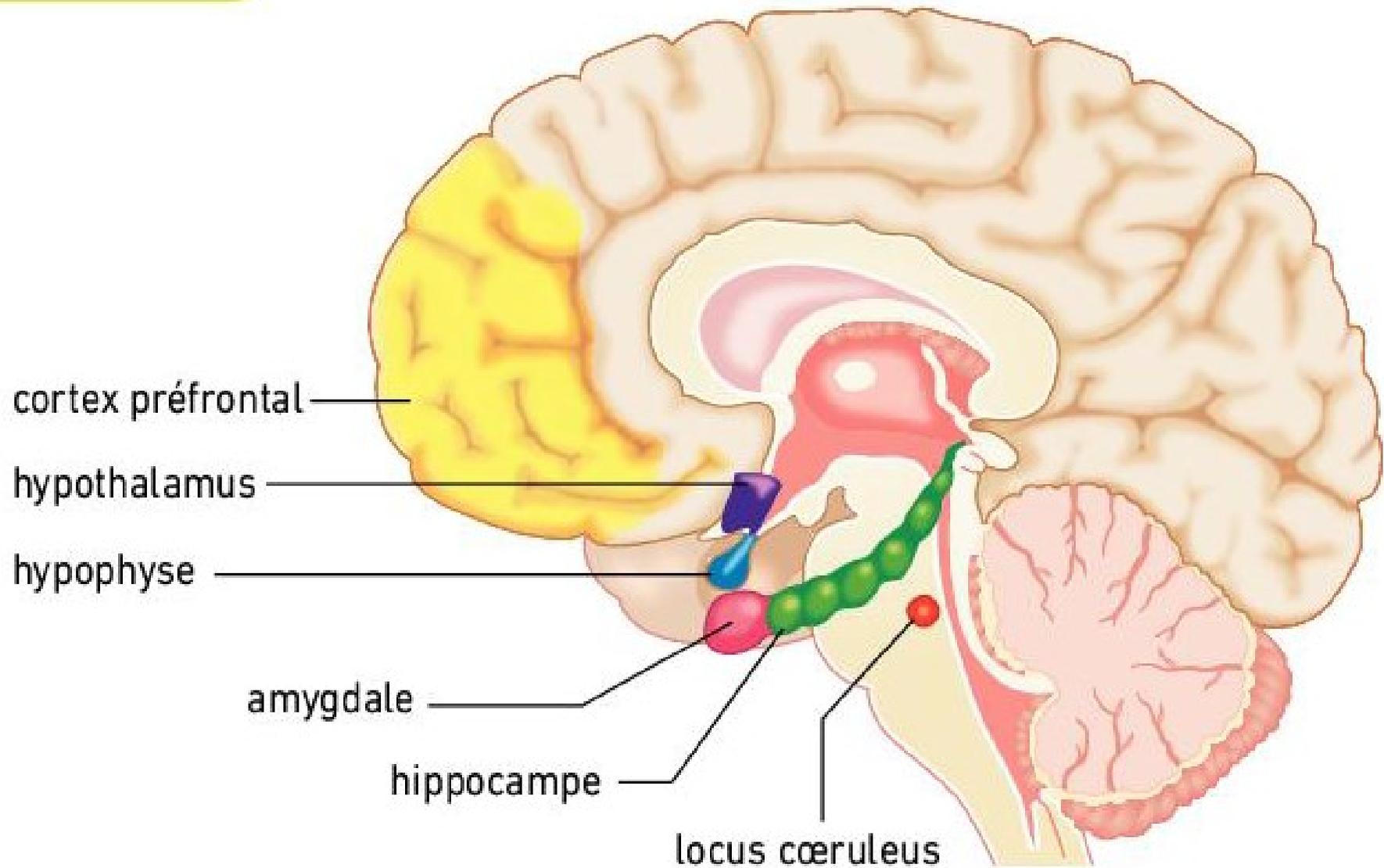
- I. Le stress aigu, une réponse physiologique permettant de s'adapter à une situation de stress
- II. La phase d'alarme : une réponse immédiate
- III. La phase de résistance : une réponse plus tardive
- IV. La résilience : sortie de l'état de stress

# Les centres nerveux impliqués



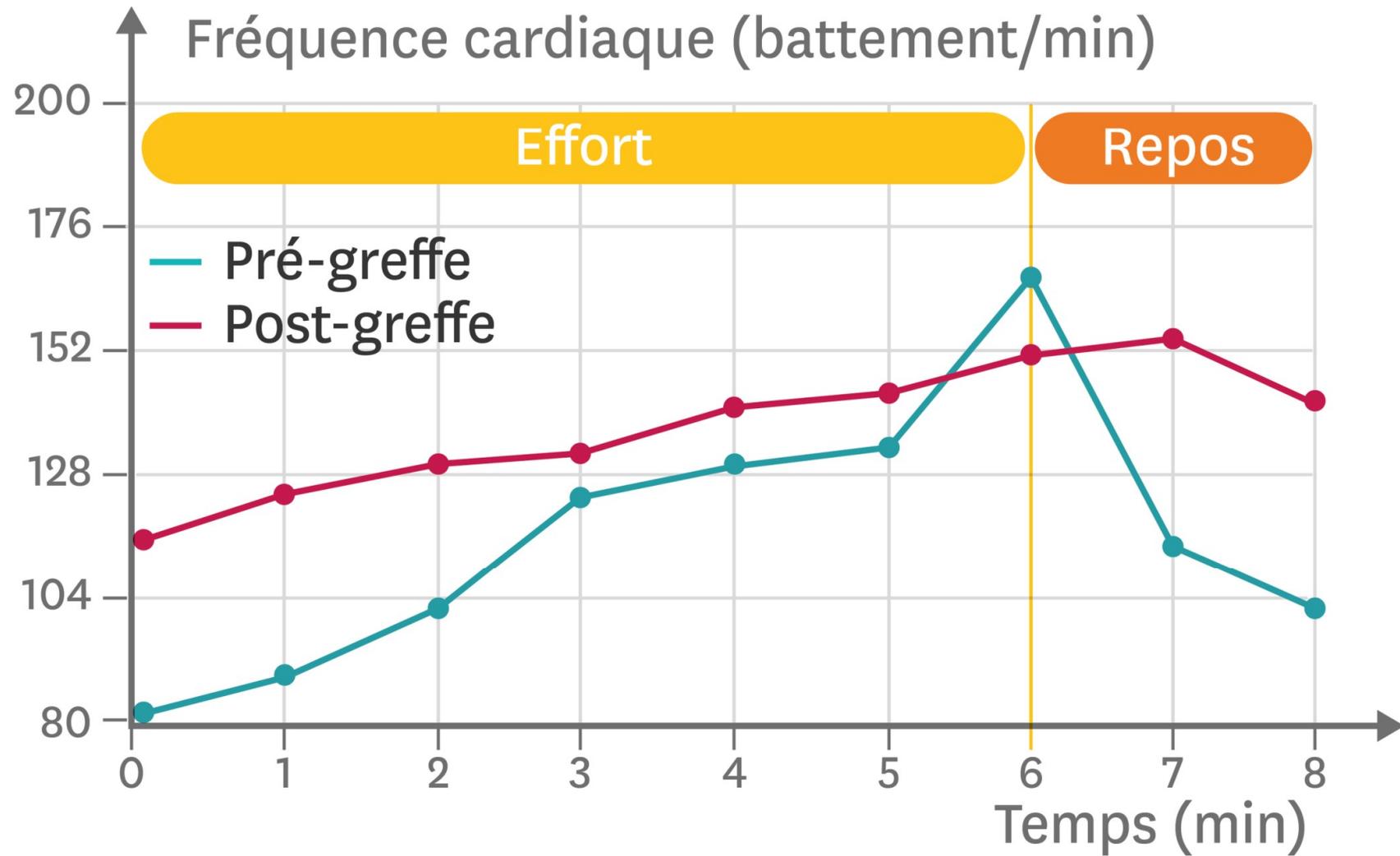
**A** Image par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) d'une personne écoutant un son neutre (à gauche), ou une musique tantôt effrayante, tantôt joyeuse (à droite).

# Les centres nerveux impliqués

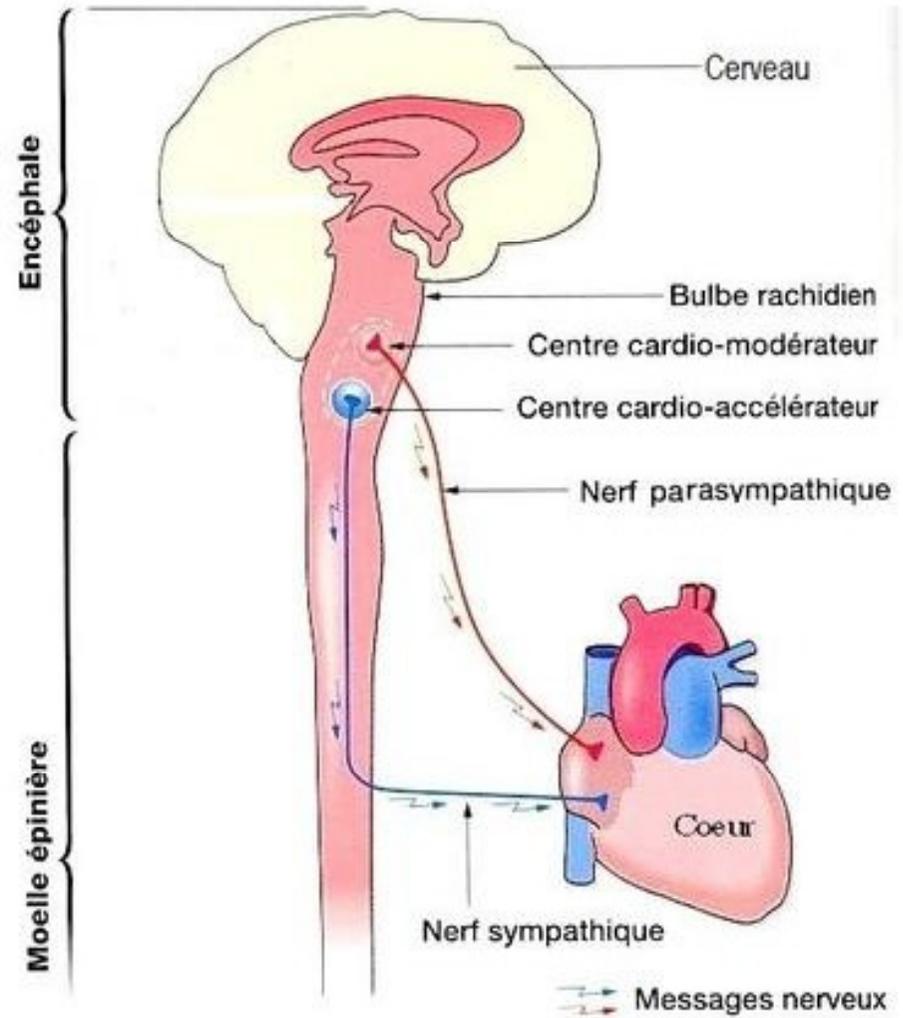
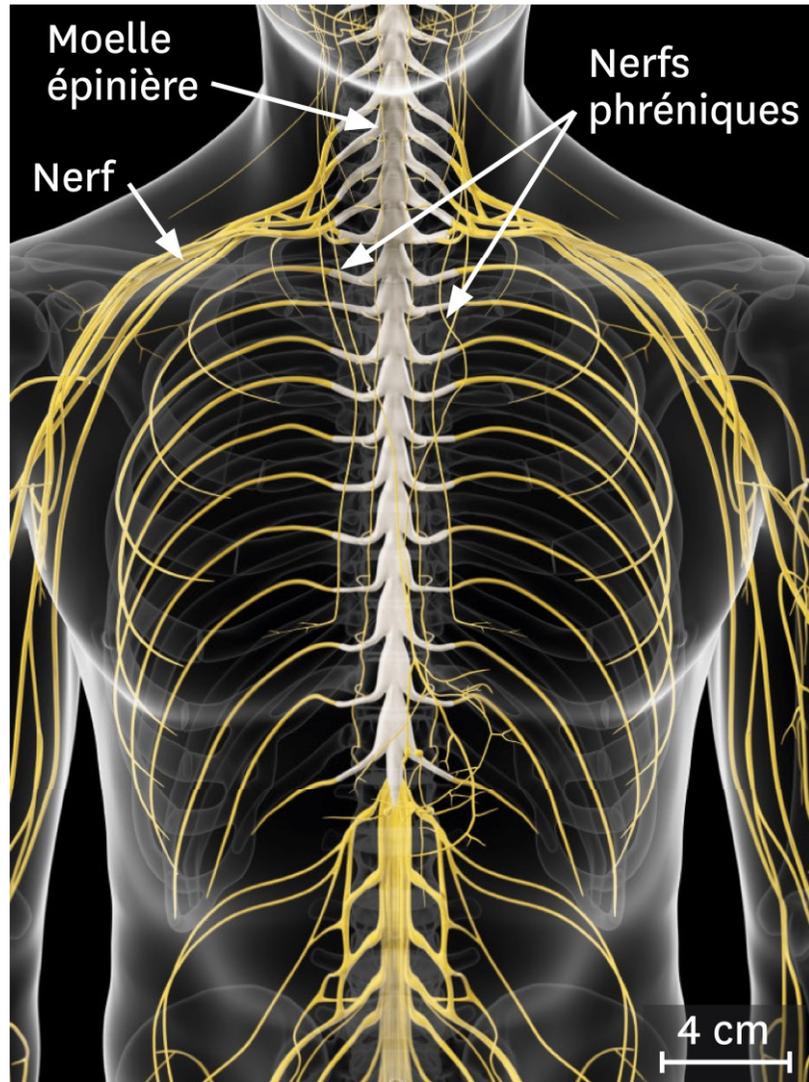


■ Les régions cérébrales impliquées dans le stress, vues en coupe sagittale.

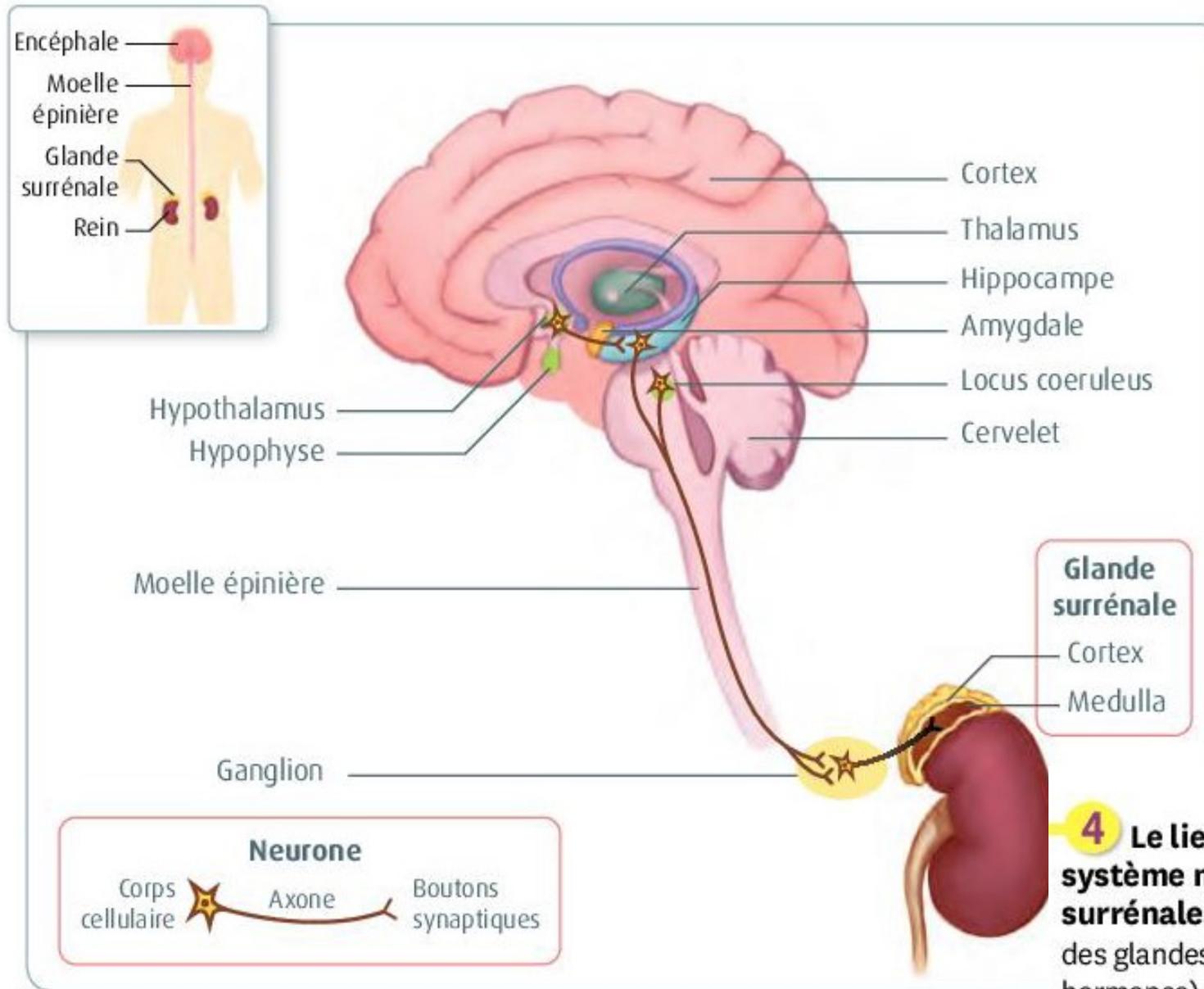
# Action directe du système nerveux sur la fréquence cardiaque



# Innervation des muscles respiratoires et du muscle cardiaque

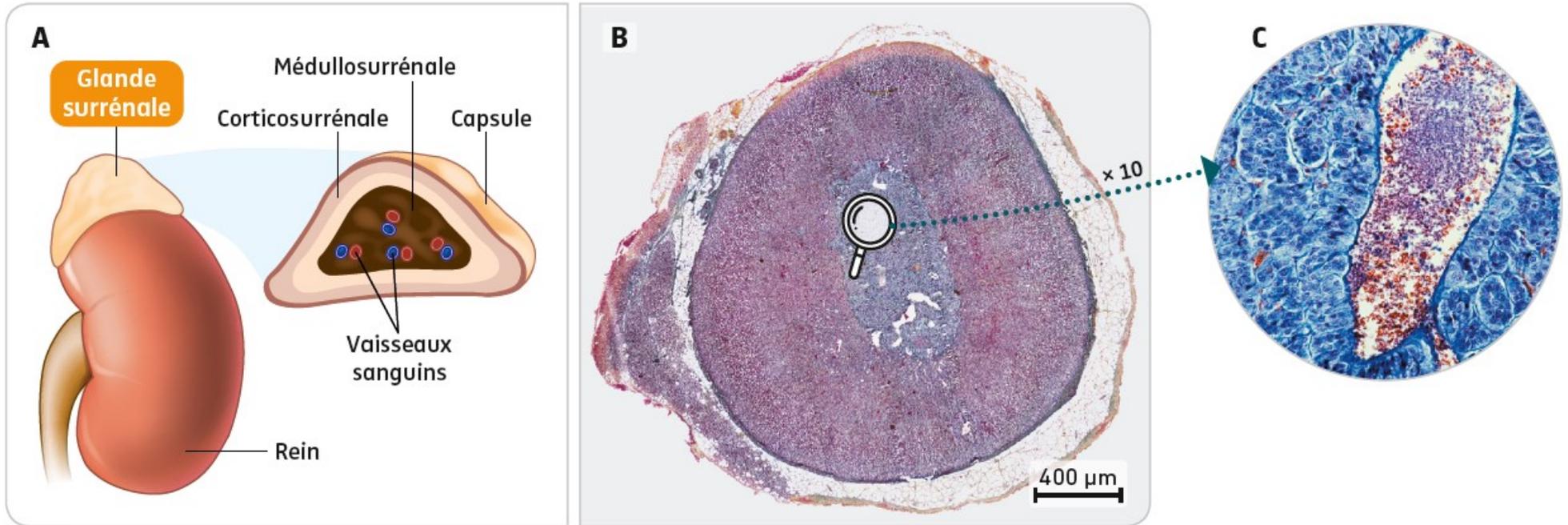


# Action du système nerveux sur les glandes surrénales



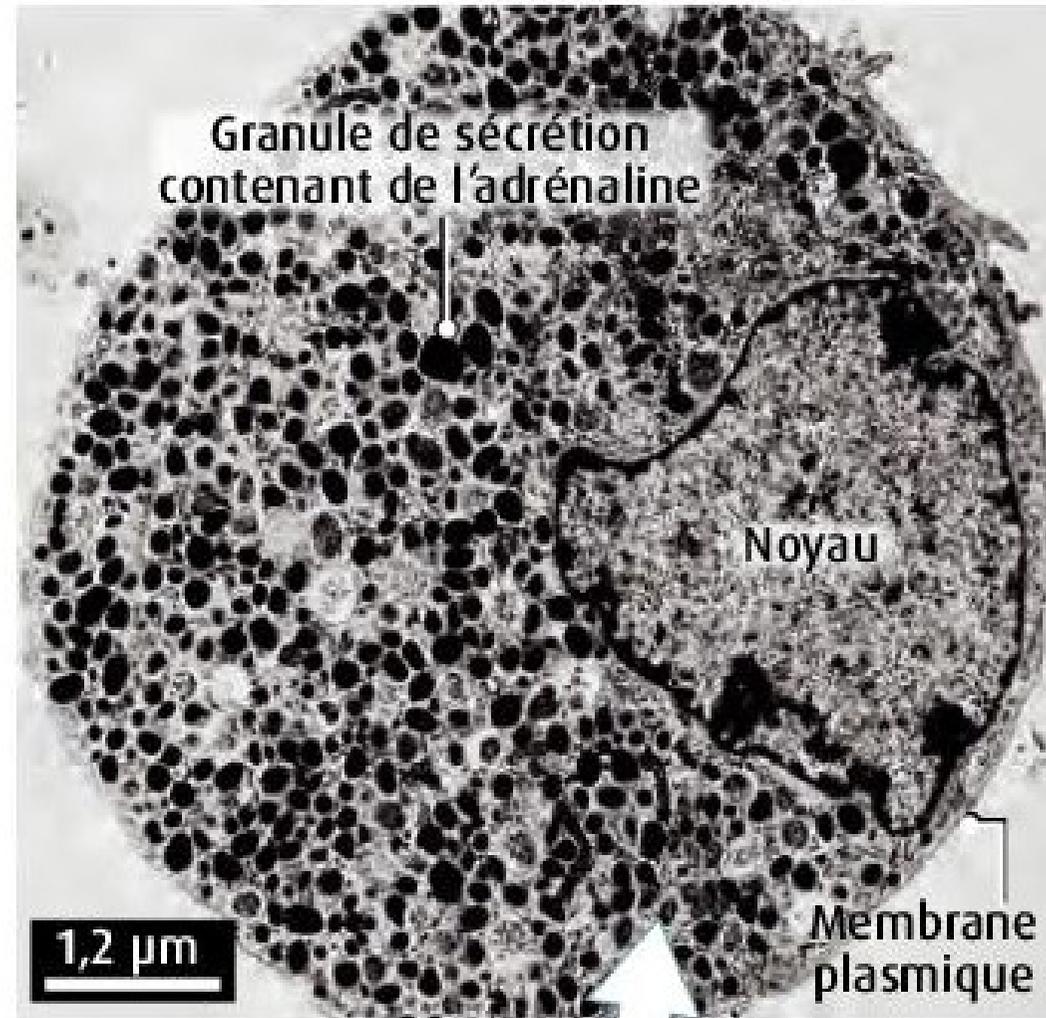
**4 Le lien anatomique entre le système nerveux central et les glandes surrénales.** Les glandes surrénales sont des glandes endocrines (sécrétant des hormones) situées au-dessus de chaque rein. Elles sont constituées de deux parties : la corticosurrénale (cortex) et la médullosurrénale (medulla).

# Anatomie des glandes surrénales

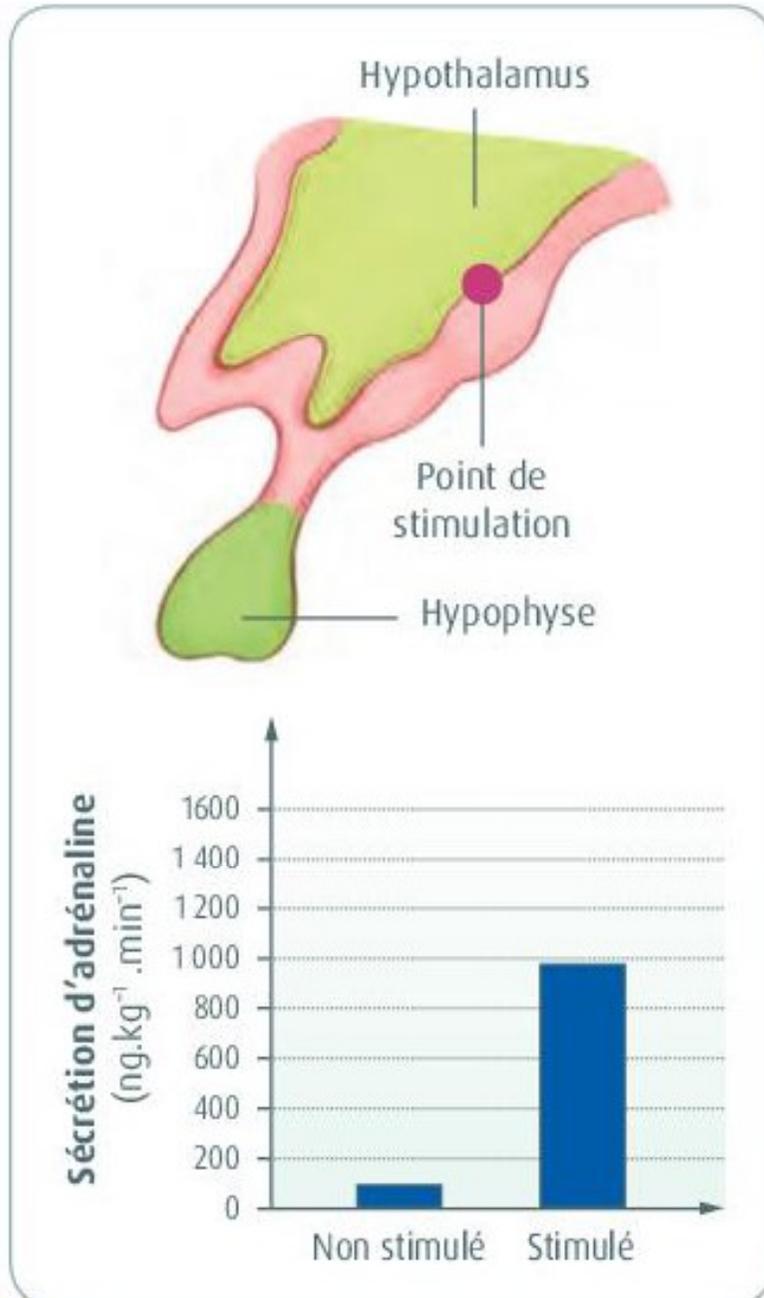


- 3 Coupes transversales de surrénale de rat (B) et d'une médulosurrénale (C) observées au microscope.**  
Sur la microscopie C, on observe des cellules chromaffines (colorées en bleues) et un vaisseau sanguin (cavité centrale) contenant des globules rouges (colorés en rouge). Les cellules chromaffines sécrètent de l'adrénaline et sont innervées par des neurones du nerf splanchnique (non visible sur la photo).

# Sécrétion d'adrénaline par les cellules des médullosurrénales

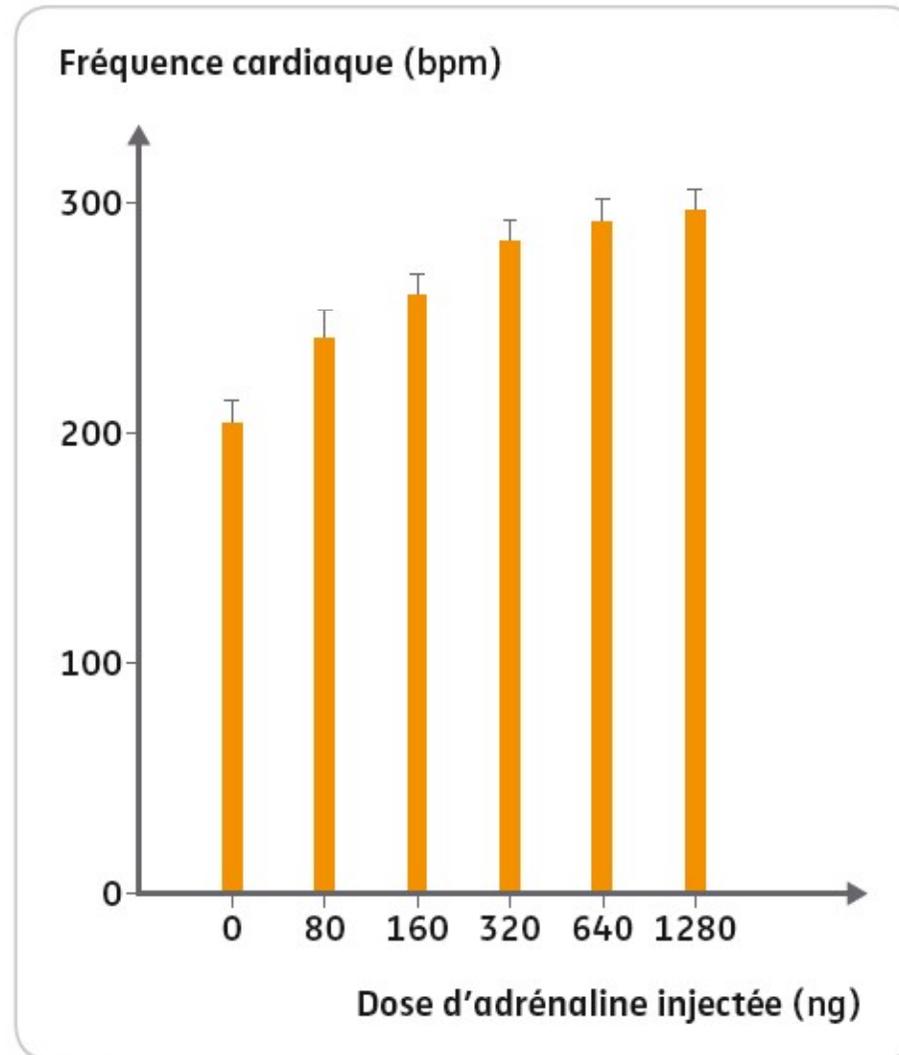


# Sécrétion d'adrénaline par les cellules des médullosurrénales



**5** Effet de la stimulation de l'hypothalamus sur la sécrétion d'adrénaline. L'activation des différentes structures appartenant au système limbique converge vers l'hypothalamus. On teste l'effet de la stimulation de différentes aires hypothalamiques par des électrodes sur la sécrétion d'adrénaline par la glande surrénale chez le chat.

# Actions de l'adrénaline



**4** Fréquences cardiaques de rats suite à des injections de différentes quantités d'adrénaline.

## Actions de l'adrénaline

<b>Concentration d'adrénaline injectée (<math>\mu\text{g}/100\text{ g d'individu}</math>)</b>	0	5	20	40	80	160
<b>Glycémie (g/L)</b>	1,33	1,78	2,1	2,2	3,81	2,89
<b>Incertitude +/-</b>	0,04	0,25	0,1	0,22	0,23	0,27

**5** Glycémie de rats suite à l'injection de différentes doses d'adrénaline.

# Actions de l'adrénaline

	Avant administration d'adrénaline	Après administration d'adrénaline (2,5 µg)
Fréquence ventilatoire (ventilation/min)	19,4 +/-1,5	20,5 +/-1,7
Volume courant (mL/ventilation)	165,0 +/-8,1	213,1 +/-10,0
Débit ventilatoire (mL/min)	3188,7 +/-325,7	4467,1 +/-409,2

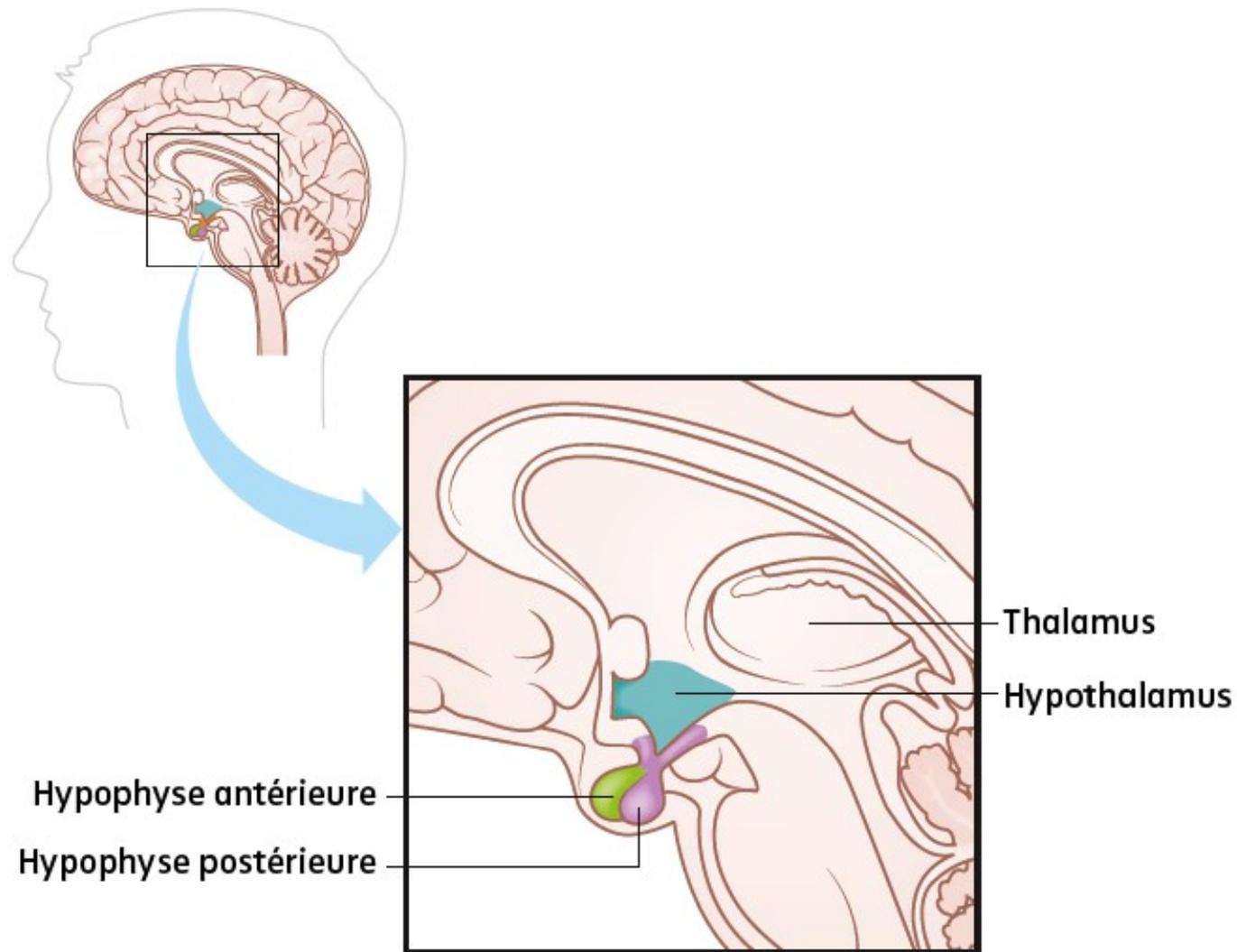
## 6 Résultats d'une expérience d'injection d'adrénaline sur des chiens.

La fréquence ventilatoire correspond au nombre de ventilations par minute, le volume courant correspond au volume d'air échangé dans les poumons lors d'une ventilation et le débit ventilatoire correspond au volume d'air échangé dans les poumons en une minute.

## Chapitre 7 : Stress aigu et adaptabilité de l'organisme

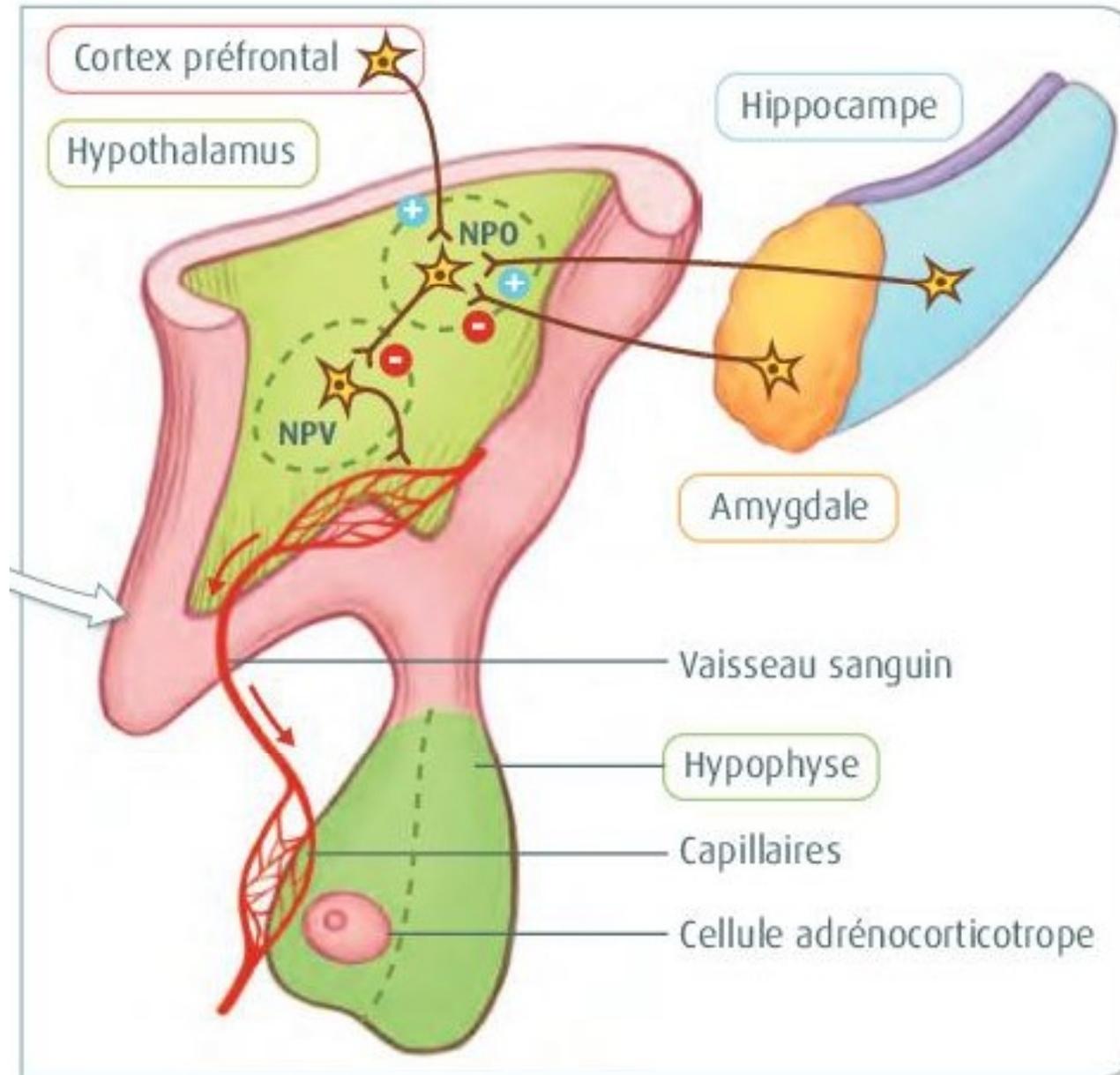
- I. Le stress aigu, une réponse physiologique permettant de s'adapter à une situation de stress
- II. La phase d'alarme : une réponse immédiate
- III. La phase de résistance : une réponse plus tardive
- IV. La résilience : sortie de l'état de stress

# Le complexe hypothalamo-hypophysaire

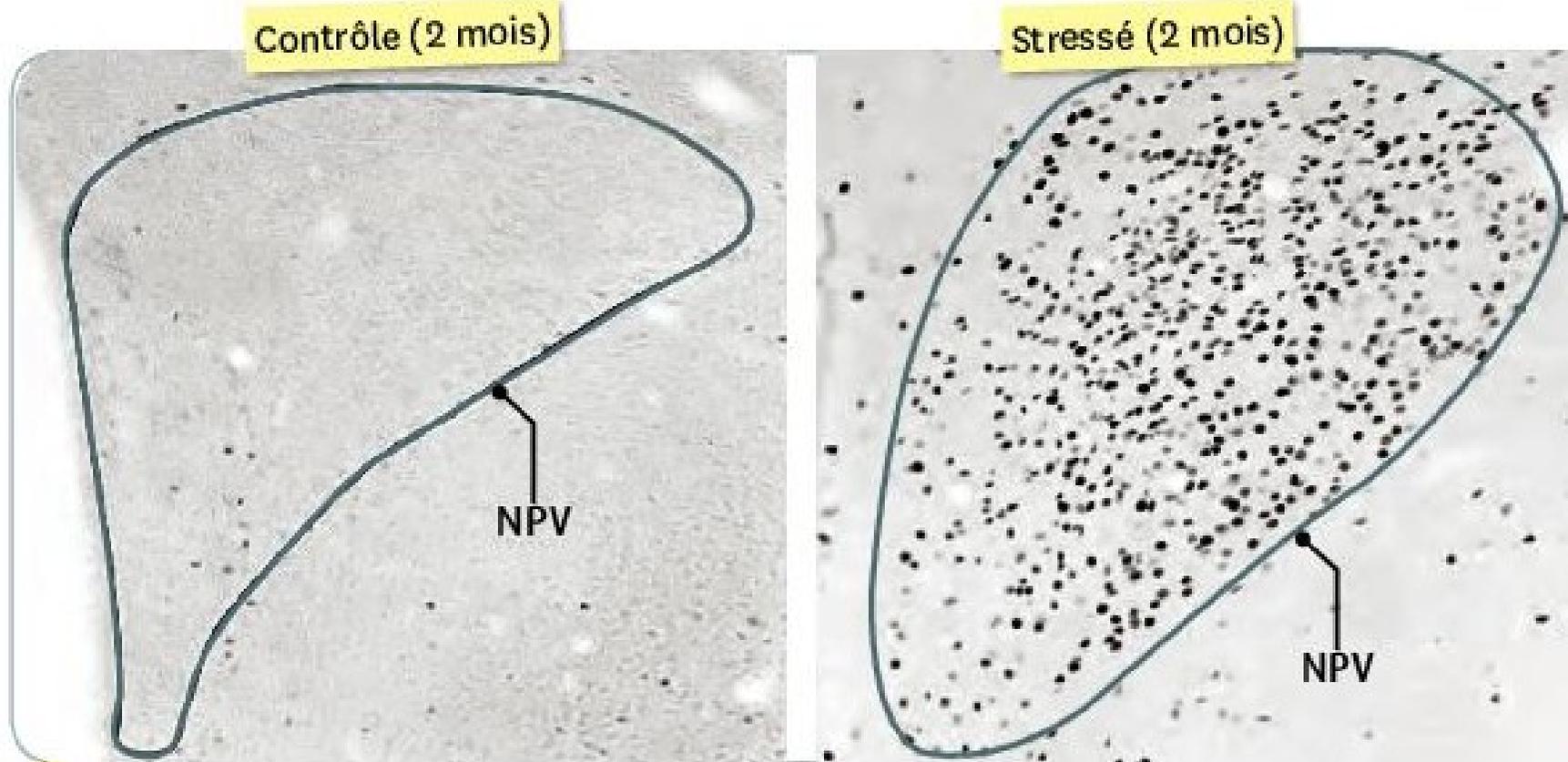


**2** Localisation de l'hypothalamus et de l'hypophyse dans le système limbique.

# Le complexe hypothalamo-hypophysaire

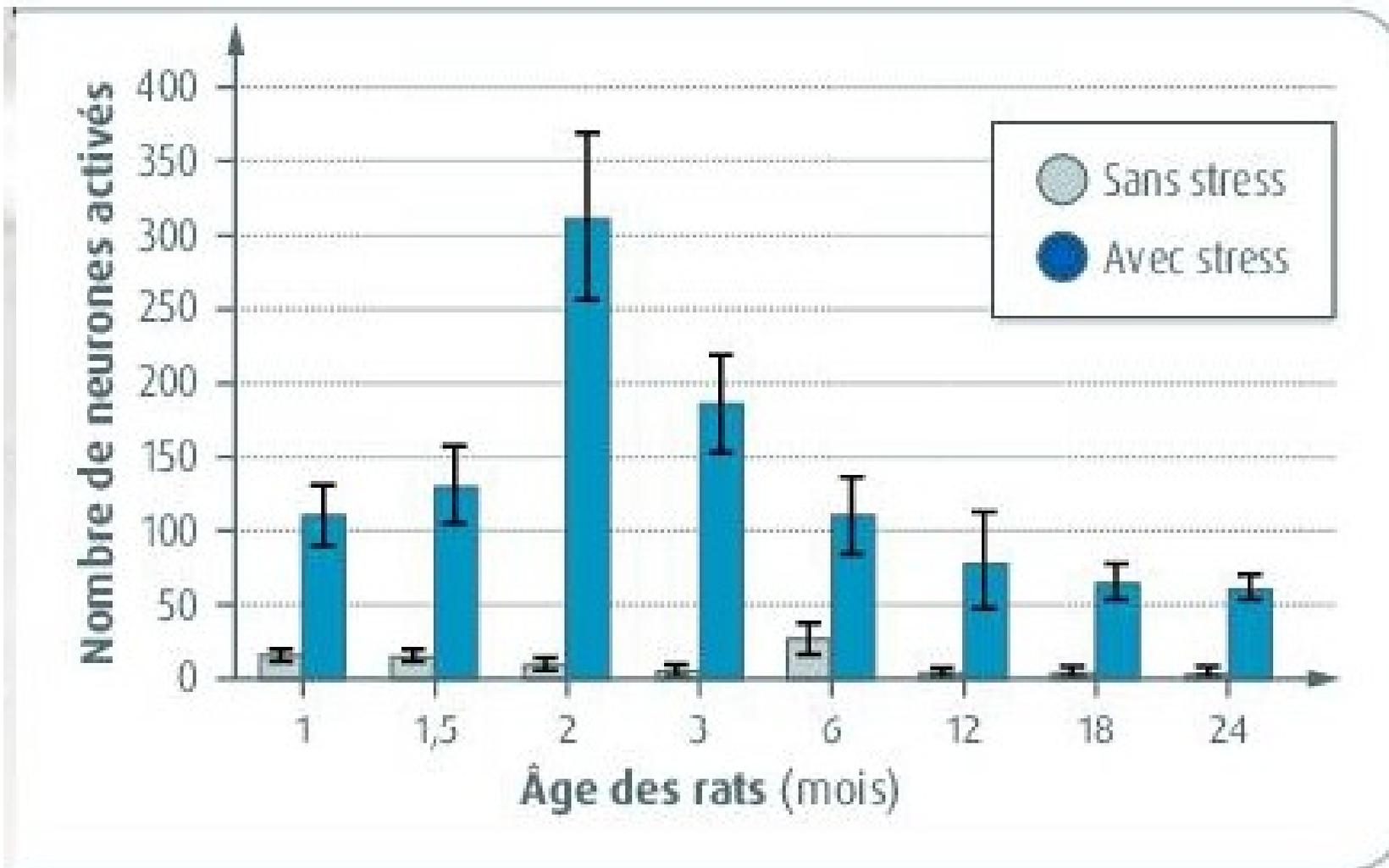


# Activité des neurones de l'hypothalamus en situation de stress



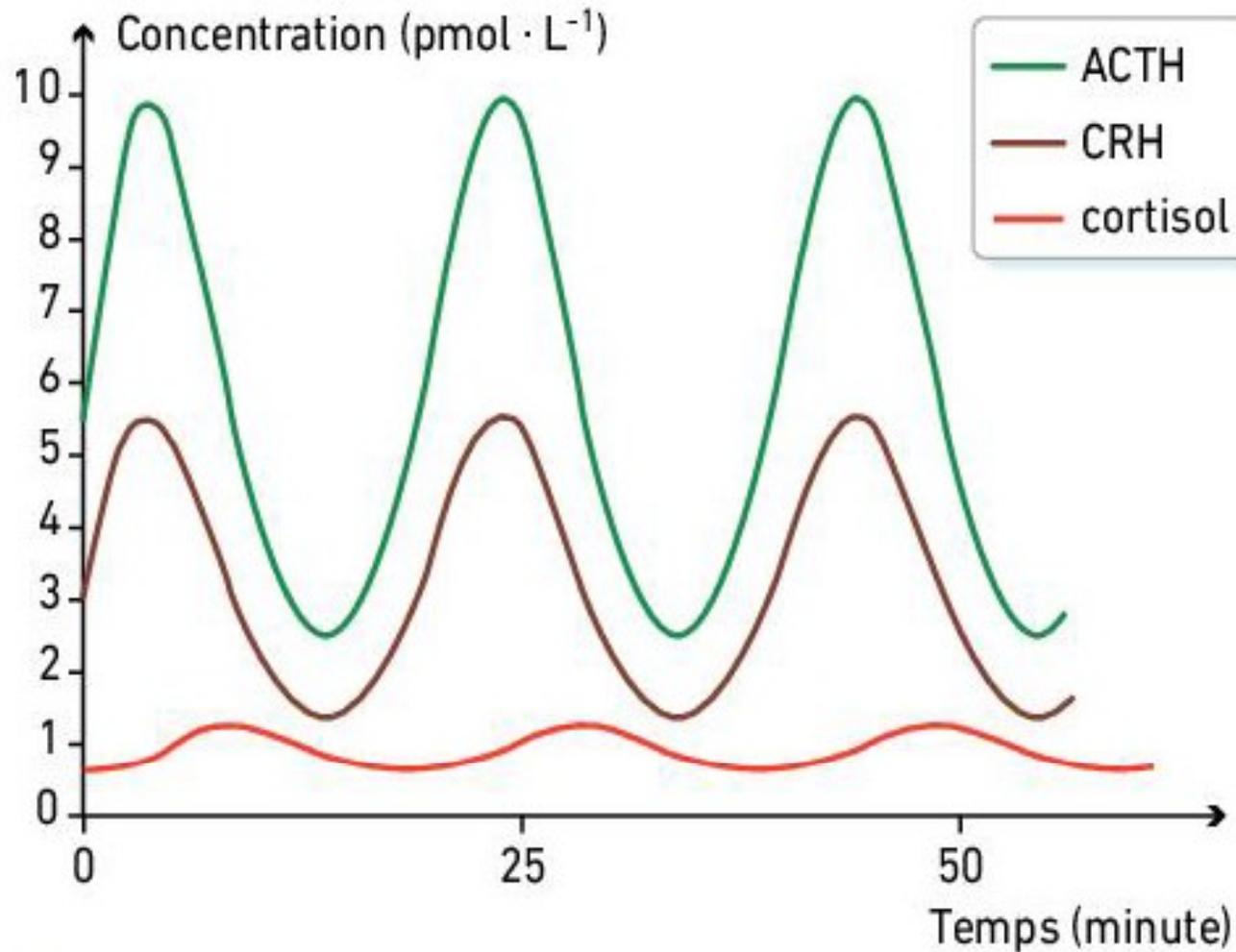
**2 Étude de l'activation des neurones du noyau paraventriculaire (NPV).** Dans un échantillon de 70 rats âgés de 1 à 24 mois, la moitié sont immobilisés pendant 1 heure (condition stressante) pendant que l'autre groupe ne subit aucun traitement. Une heure après la fin de l'immobilisation, leur hypothalamus est prélevé et des coupes histologiques sont réalisées. L'activité des différents neurones est révélée grâce à un marqueur spécifique et observée au microscope.

# Activité des neurones de l'hypothalamus en situation de stress



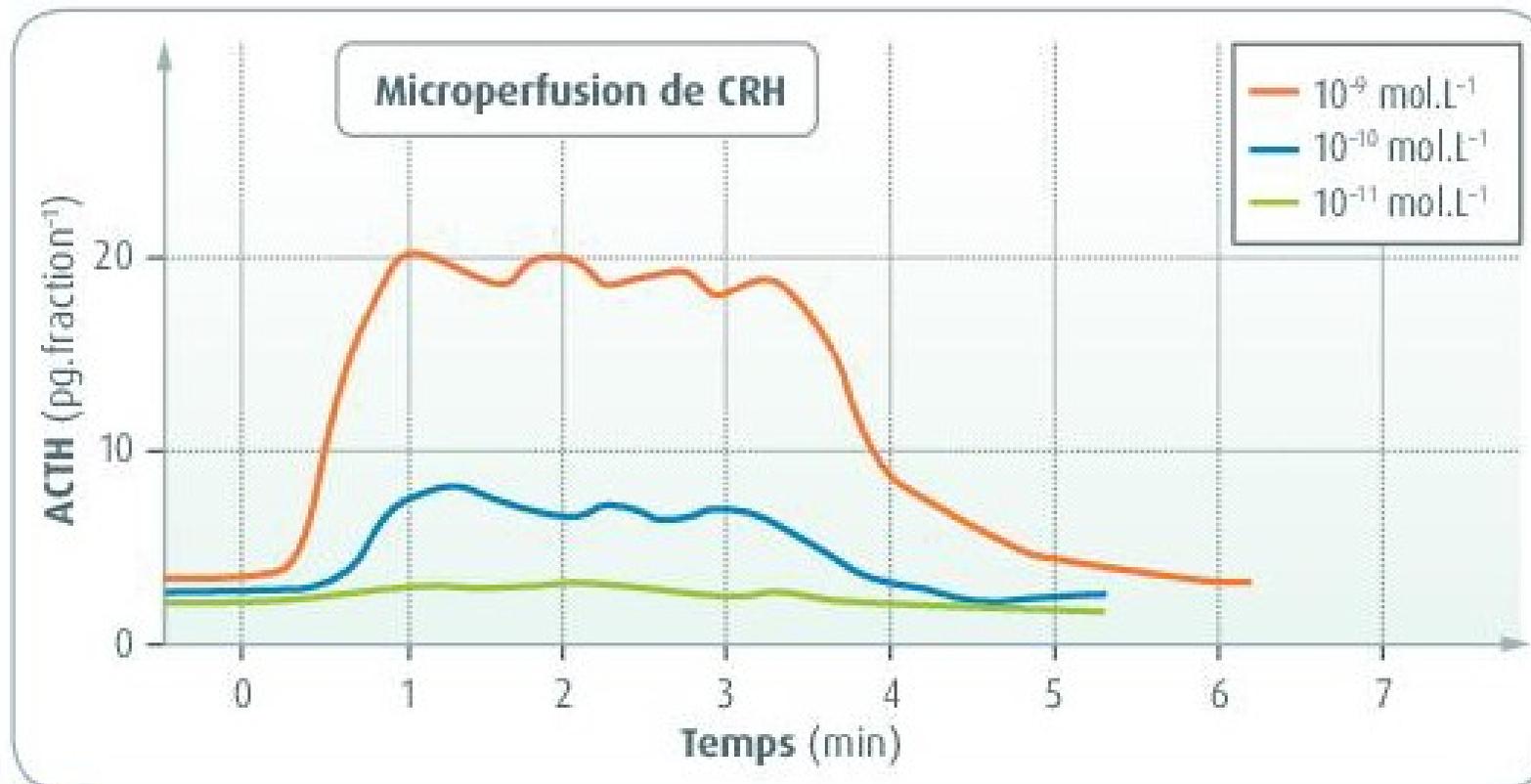
**2 Étude de l'activation des neurones du noyau paraventriculaire (NPV).** Dans un échantillon de 70 rats âgés de 1 à 24 mois, la moitié sont immobilisés pendant 1 heure (condition stressante) pendant que l'autre groupe ne subit aucun traitement. Une heure après la fin de l'immobilisation, leur hypothalamus est prélevé et des coupes histologiques sont réalisées. L'activité des différents neurones est révélée grâce à un marqueur spécifique et observée au microscope.

# Trois hormones secrétées en situation de stress



**D** Sécrétion des hormones CRH, ACTH et cortisol en présence d'un agent stresseur.

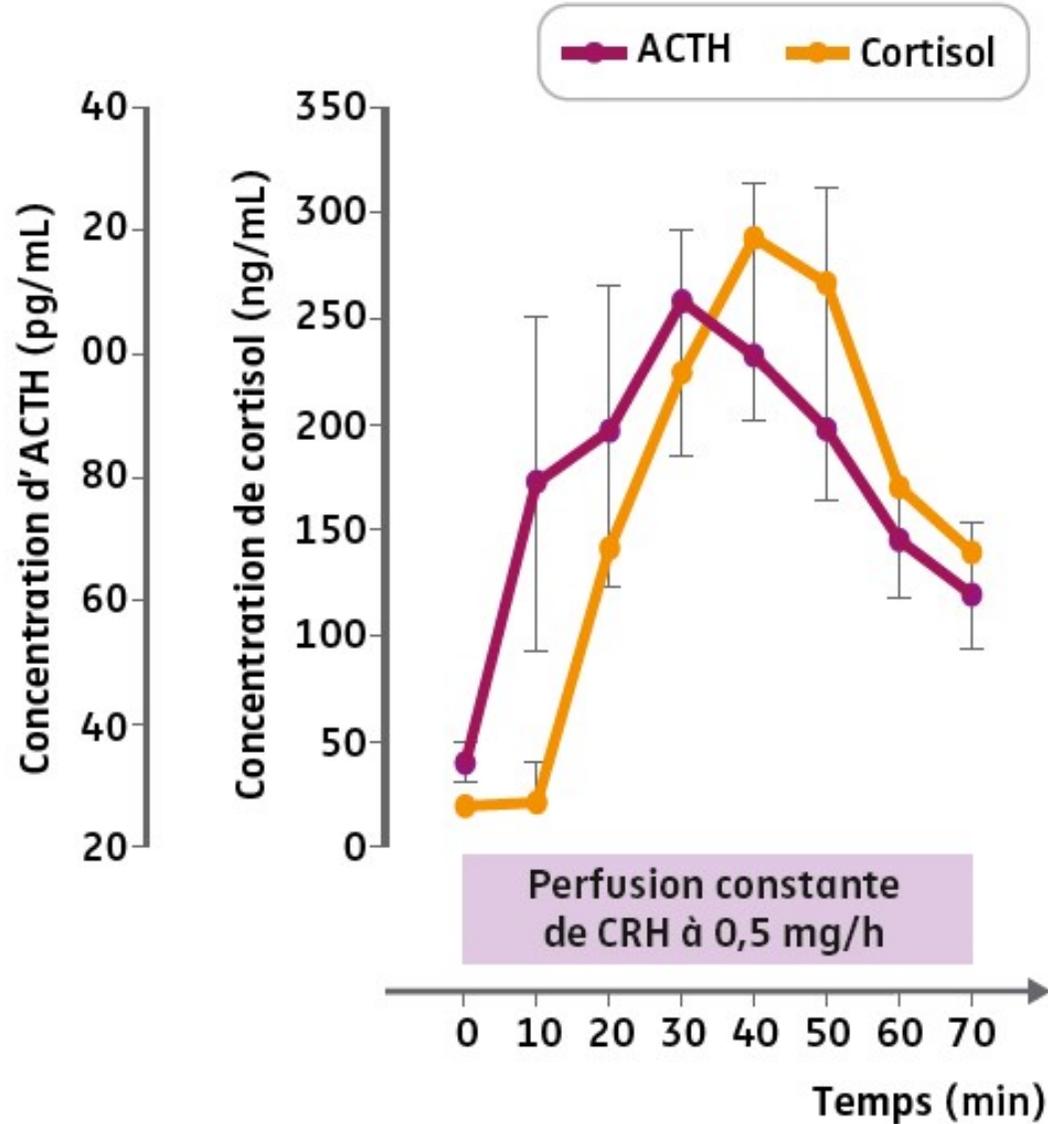
# Influence de la CRH sur les concentrations d'ACTH



## 4 Étude de l'action de la CRH sur l'hypophyse antérieure.

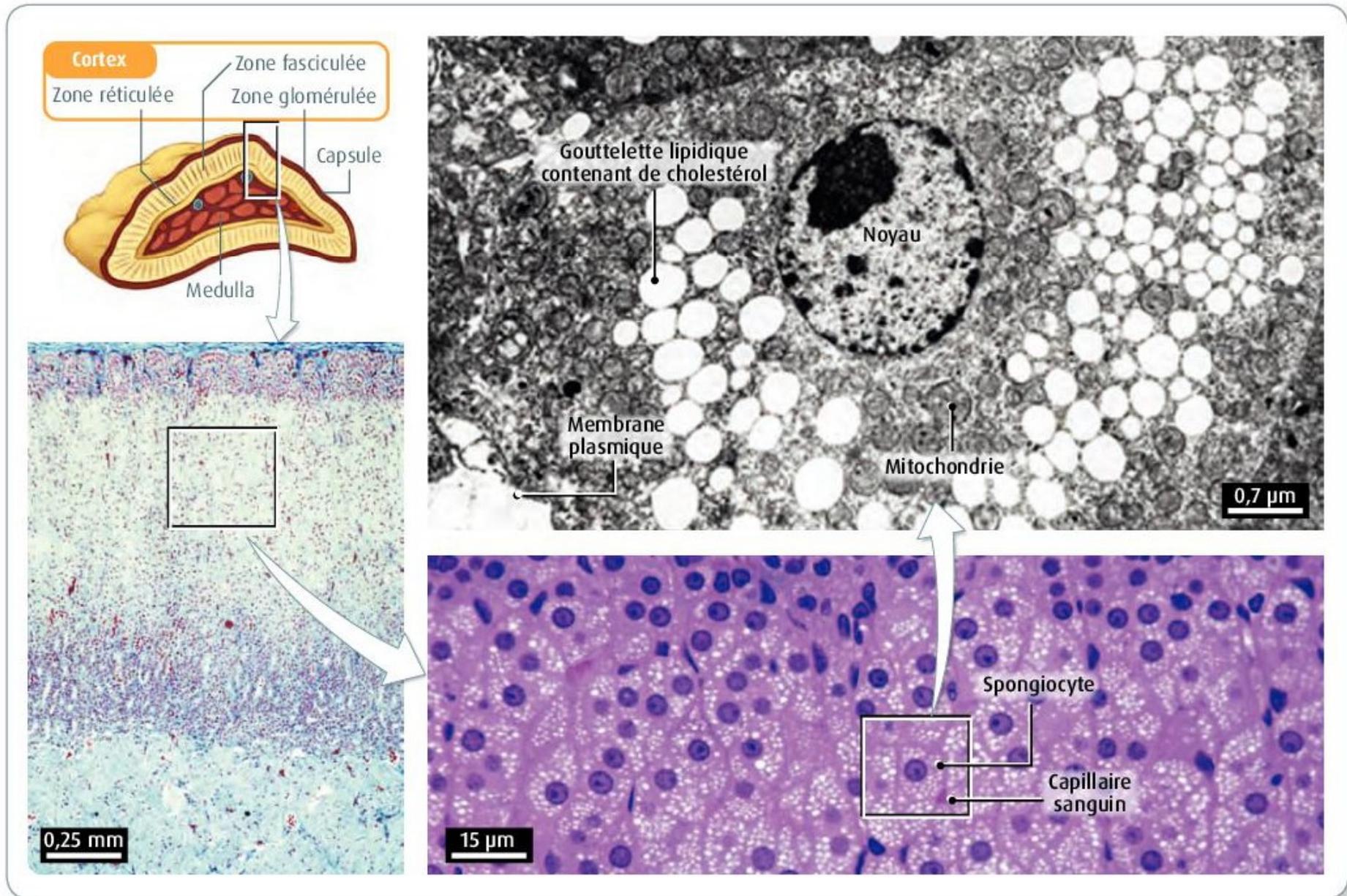
Sur des rats anesthésiés, les cellules adrénocorticotropes de l'hypophyse antérieure (voir doc. 1) sont microperfusées avec de la CRH pendant trois minutes à une concentration donnée. On analyse en même temps la libération dans le sang d'une molécule synthétisée par les cellules adrénocorticotropes : l'ACTH.

# Influence de la CRH sur les concentrations d'ACTH et de cortisol



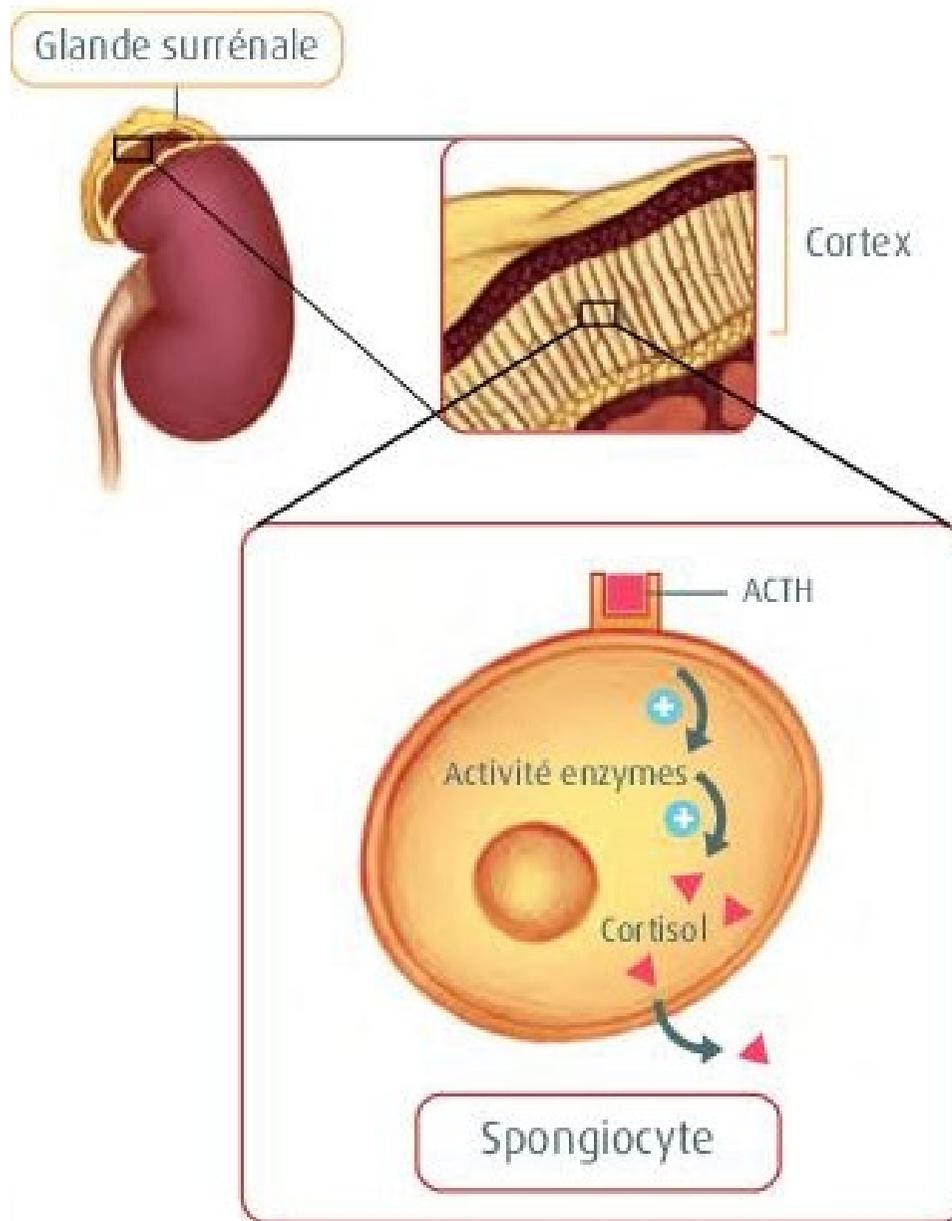
**3** Évolution des concentrations d'ACTH et de cortisol lors d'une perfusion de CRH.

# Libération de cortisol par les corticosurrénales

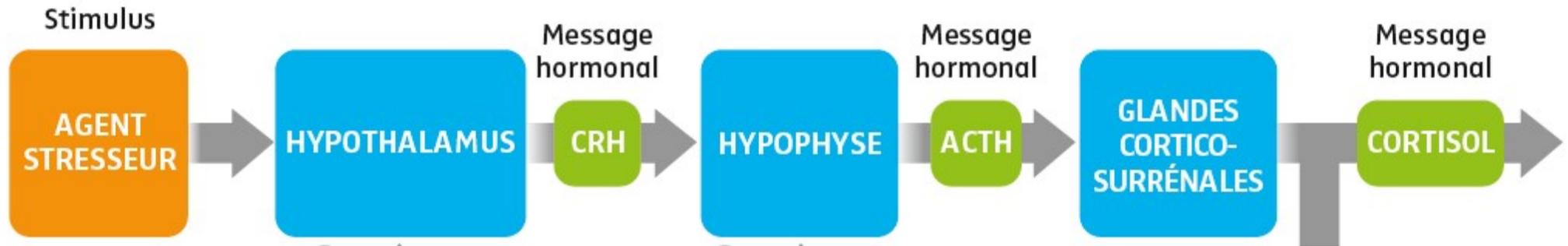


**6** La glande cortico-surrénale à différentes échelles. Les spongiocytes sont des cellules de la glande cortico-surrénale situées dans la zone fasciculée. Leur métabolisme leur permet de synthétiser du cortisol à partir du cholestérol, puis de le sécréter dans le sang.

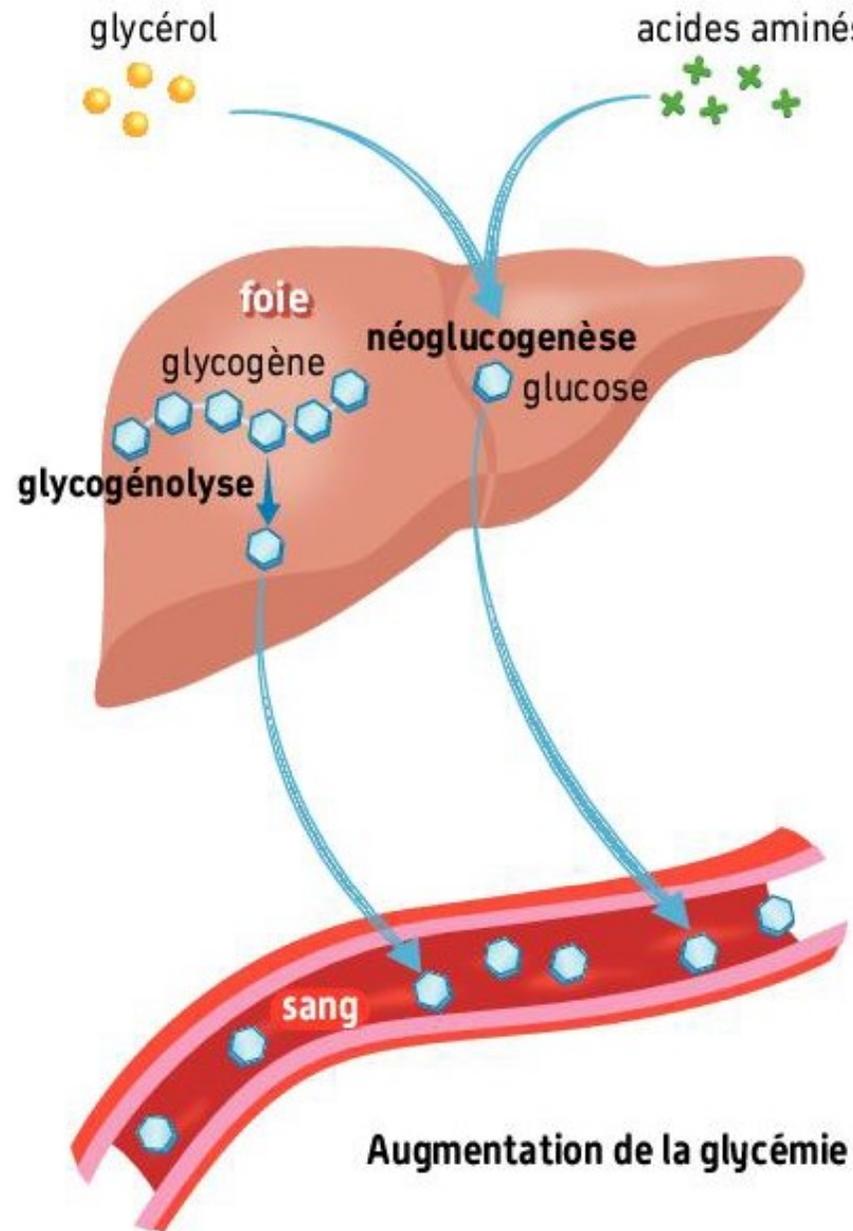
# Libération de cortisol par les corticosurrénales



# Schéma bilan de l'axe hypothalamo-hypophysio-corticosurrénalien



# Actions du cortisol



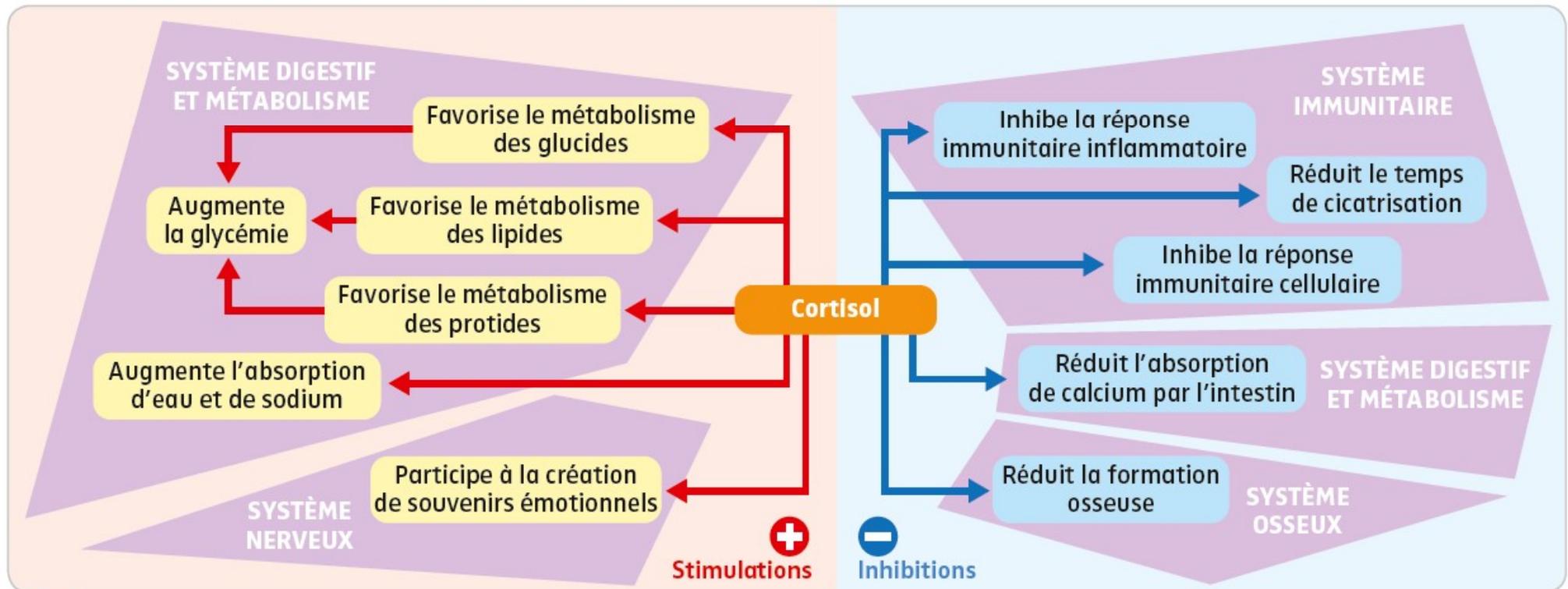
Le cortisol agit sur le foie en stimulant une de ses fonctions : la néoglucogenèse\*.

# Actions du cortisol



**B** Action du cortisol sur la réaction inflammatoire.

# Actions du cortisol



4 Quelques effets du cortisol.

# Schéma bilan

## Agression par des agents stresseurs

Rendez-vous, maladie, intempéries, surmenage, chômage...



dispute, examens, séisme, pauvreté, attentat, accident, décès d'un proche...

## Réponses adaptatives de l'organisme : le stress aigu

Analyse de la situation par le **cortex préfrontal** et le système limbique :

- hippocampe
- amygdales

activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien

corticosurrénale  
médullosurrénale

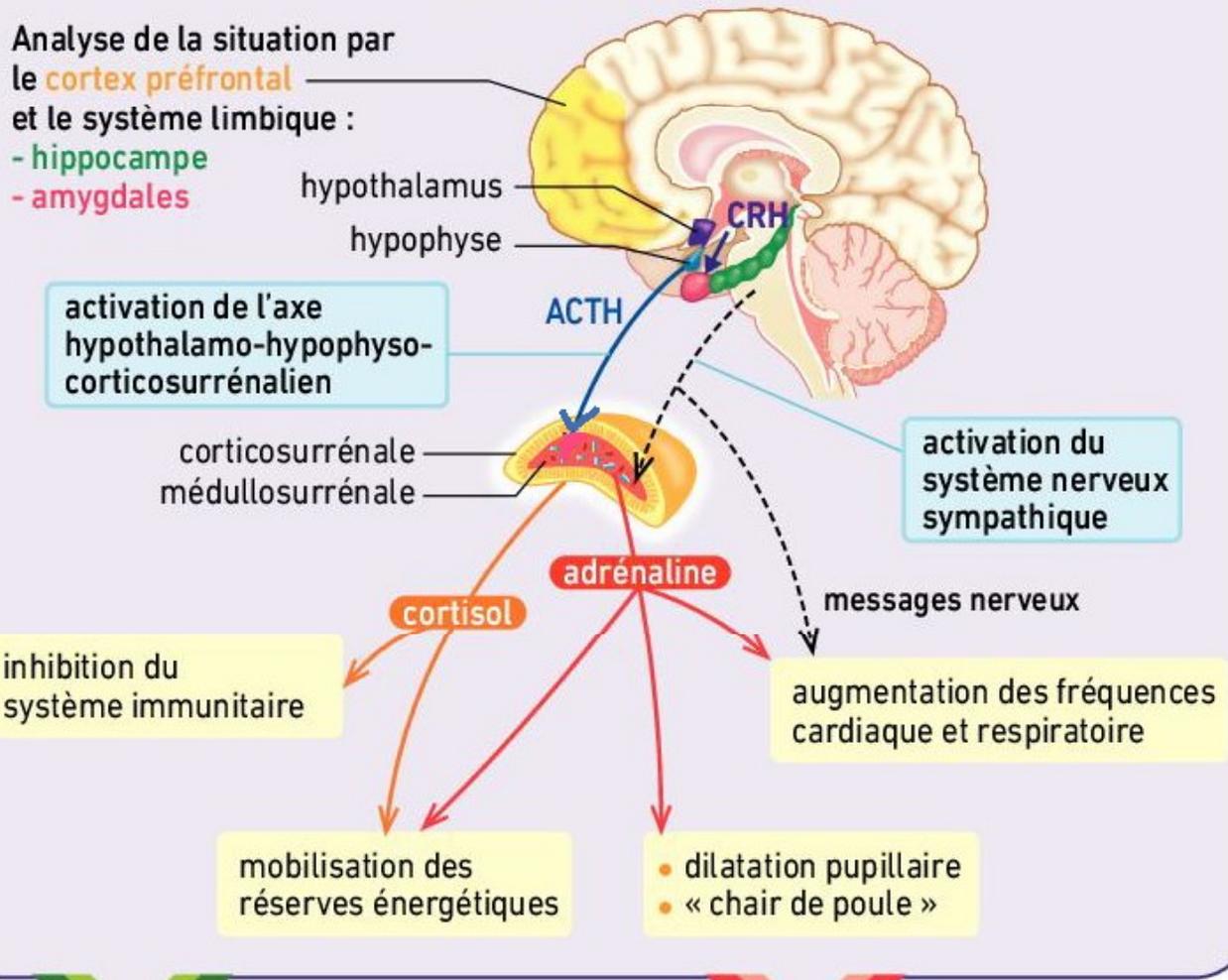
inhibition du système immunitaire

mobilisation des réserves énergétiques

activation du système nerveux sympathique

messages nerveux  
augmentation des fréquences cardiaque et respiratoire

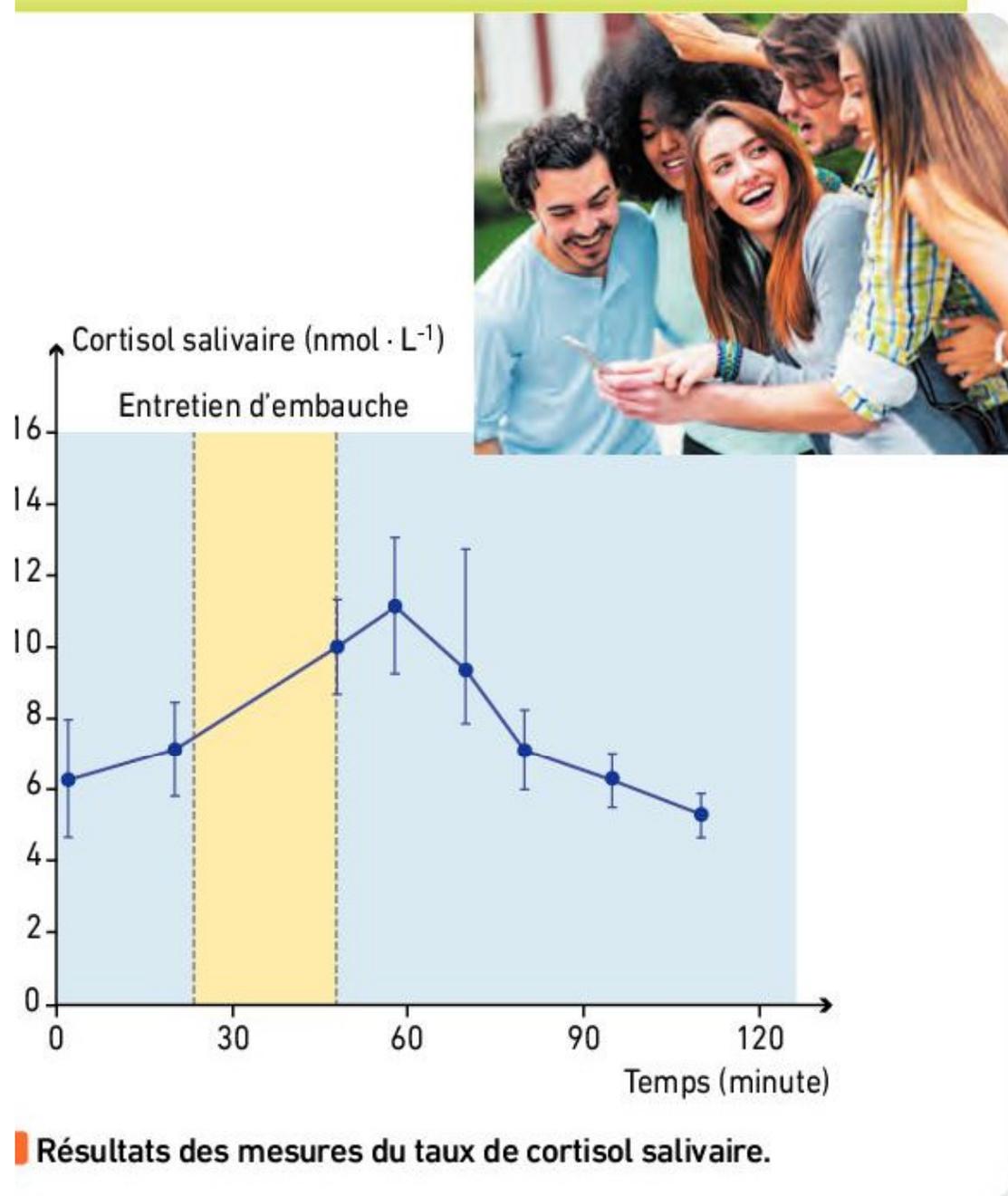
- dilatation pupillaire
- « chair de poule »



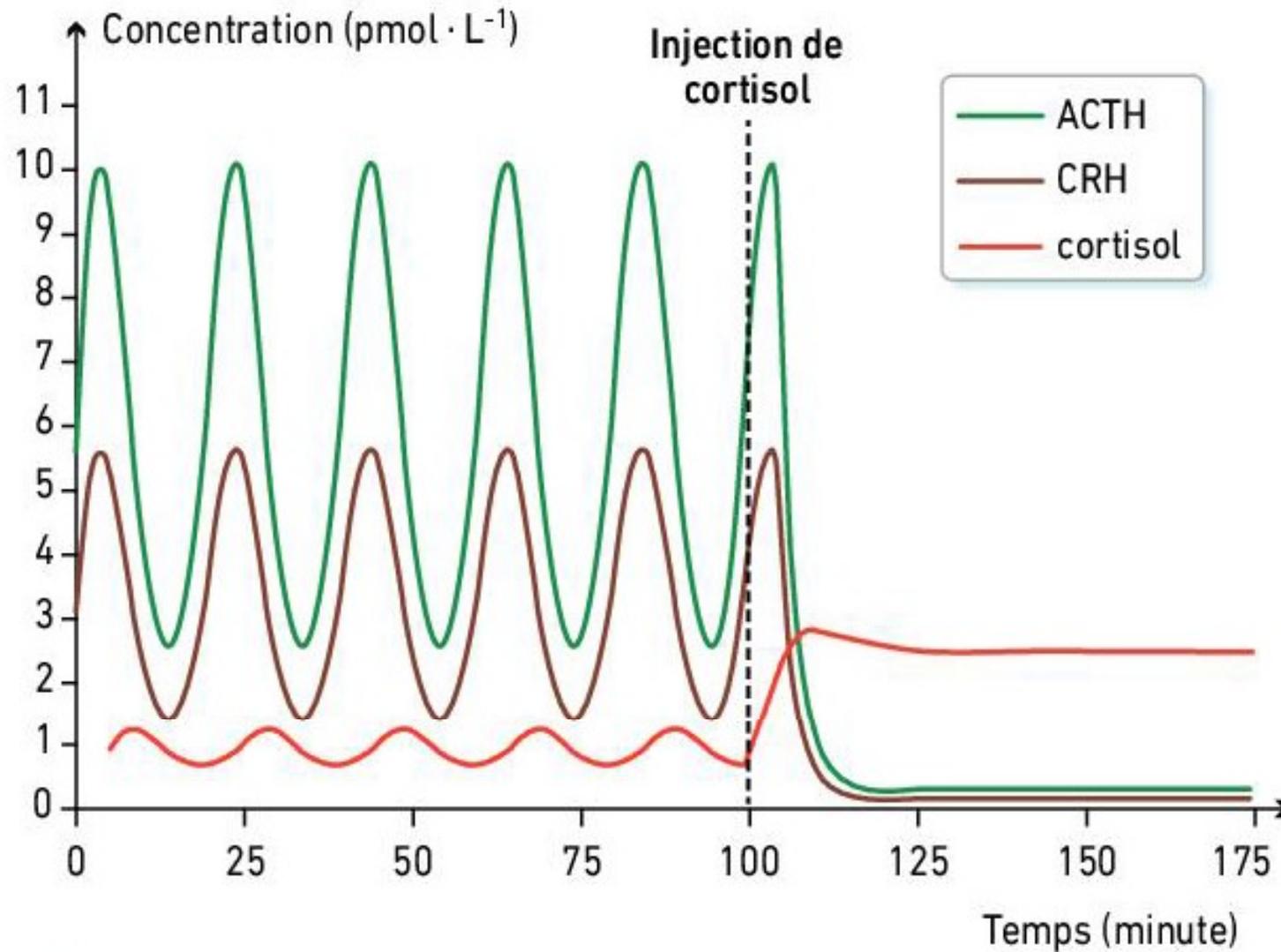
# Chapitre 7 : Stress aigu et adaptabilité de l'organisme

- I. Le stress aigu, une réponse physiologique permettant de s'adapter à une situation de stress
- II. La phase d'alarme : une réponse immédiate
- III. La phase de résistance : une réponse plus tardive
- IV. La résilience : sortie de l'état de stress

# La sortie de l'état de stress

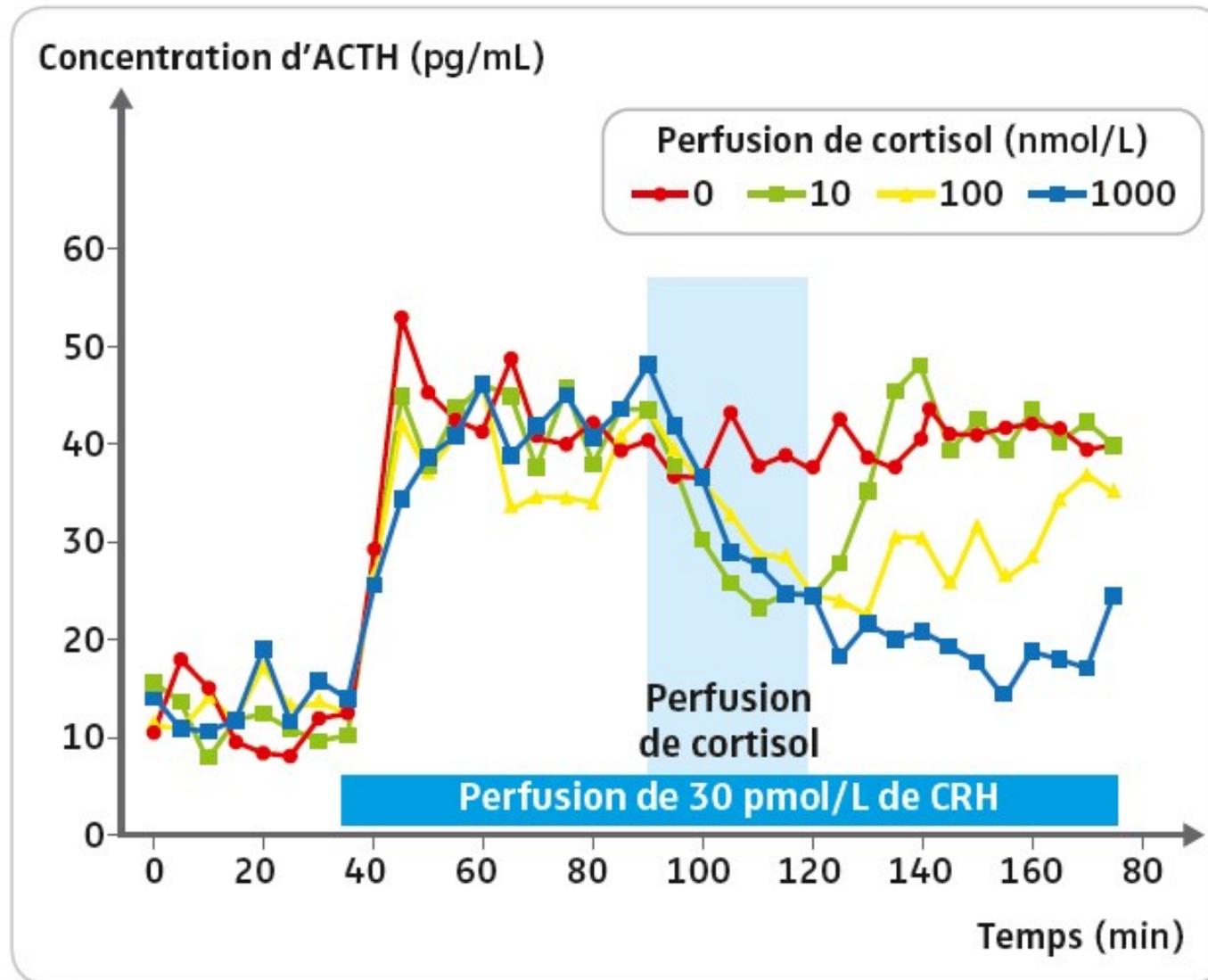


# Un rétrocontrôle négatif



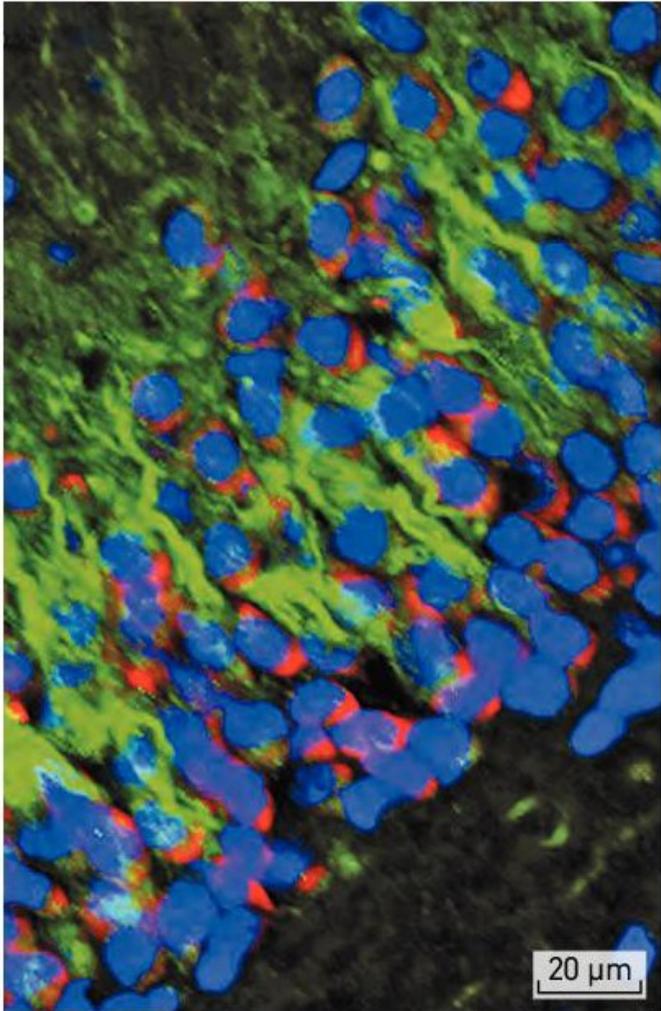
**G** Influence d'une injection unique de cortisol chez un individu sain, à  $t = 100$  minutes.

# Un rétrocontrôle négatif

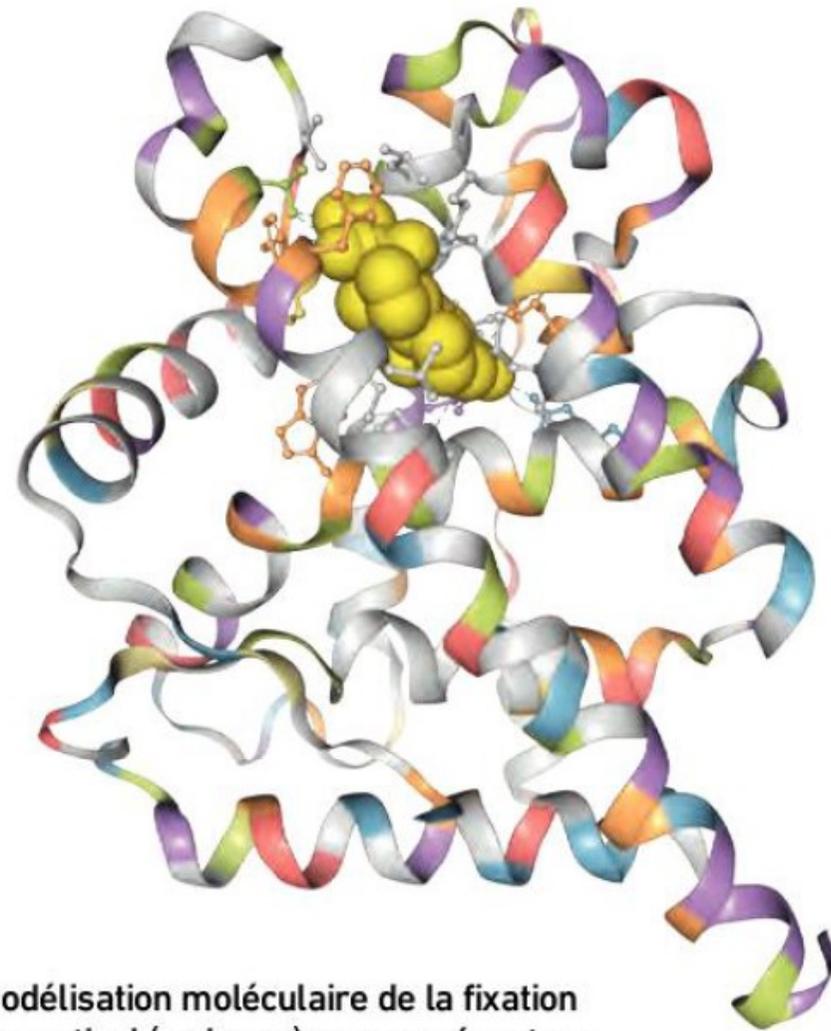


- 5** Évolution de la concentration d'ACTH chez l'humain après une perfusion d'une solution de 30 pmol/L de CRH et une perfusion de concentrations variables de cortisol.

# Des récepteurs au cortisol dans le cerveau



**B** Récepteurs au cortisol (en vert) à l'intérieur de neurones (en rouge et bleu). Coupe d'hippocampe de rat en microscopie confocale.



**A** Modélisation moléculaire de la fixation du cortisol (en jaune) sur son récepteur.

# Un rétrocontrôle négatif

## Retour à la normale : la résilience

Le cortisol agit comme un frein :  
rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus

