

THEME 3C - Comportement et stress

Classe : Terminale SPECIALITE SVT

Durée conseillée : 3 semaines

Nombre de TP : 2

En rouge : Bilans à faire noter aux élèves

En bleu : Activités pratiques

En vert : Problématique et hypothèses



Chapitre 1 : L'adaptabilité de l'organisme

INTRODUCTION :

Comme n'importe quelle espèce animale, l'organisme humain peut subir des perturbations extérieures (catastrophes naturelles, interaction avec d'autres individus ou espèces, prédation ...) qui exigent des réactions rapides : effroi, fuite, combat, arrêt (« *fright, flight, fight or freeze* » cf doc 9p485...). Pour faire face à ces perturbations, l'organisme met en jeu un ensemble de réponses adaptatives : on parle de stress biologique. Etant donné la rapidité des réponses mises en jeu, c'est principalement le système nerveux qui est impliqué mais pas seulement car il interagit avec d'autres fonctions biologiques, notamment la production d'hormones : c'est la fonction endocrine.

Problématique : Comment le stress se met-il en place

Ce chapitre sera traité en 3 parties :

- 1- Le déclenchement du stress aigu
- 2- Les 2 phases du stress (alarme et résistance)
- 3- La régulation du stress et la résilience

I. Le déclenchement du stress aigu

Problématique : Comment le stress est-il déclenché et quelles sont ses manifestations ?

Voir TP1 - Le stress et la phase d'alarme

1-Les manifestations du stress aigu (p478-479)

Le stress aigu se définit comme l'ensemble des manifestations physiologiques, émotionnelles, comportementales et cognitives mises en place par un organisme en réponse à des agents stressants. Les réponses physiologiques sont similaires chez tous les êtres vivants ce qui aboutit à une réponse stéréotypée :

- Une augmentation de la fréquence cardiaque
- Une augmentation de la fréquence ventilatoire
- Une augmentation de la glycémie
- Une dilatation des pupilles (mydriase) et chair de poule (lié à la libération d'adrénaline).
- Une libération d'hormones (adrénaline et cortisol)

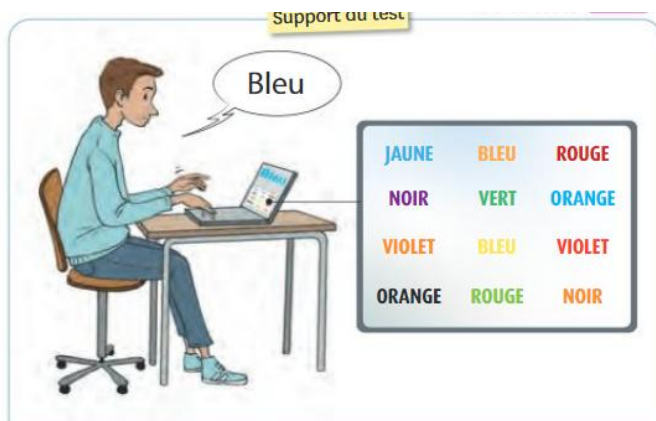
Cette réponse physiologique a pour objectif de rendre l'organisme prêt à agir pour survivre.

Néanmoins, d'autres réponses (émotionnelles, cognitives ...) sont plus variées :

- Agitation, tremblement
- Sudation
- Perturbation du langage
- Réaction spécifiques (manifestations cutanées comme l'eczéma, respiratoire comme l'asthme).

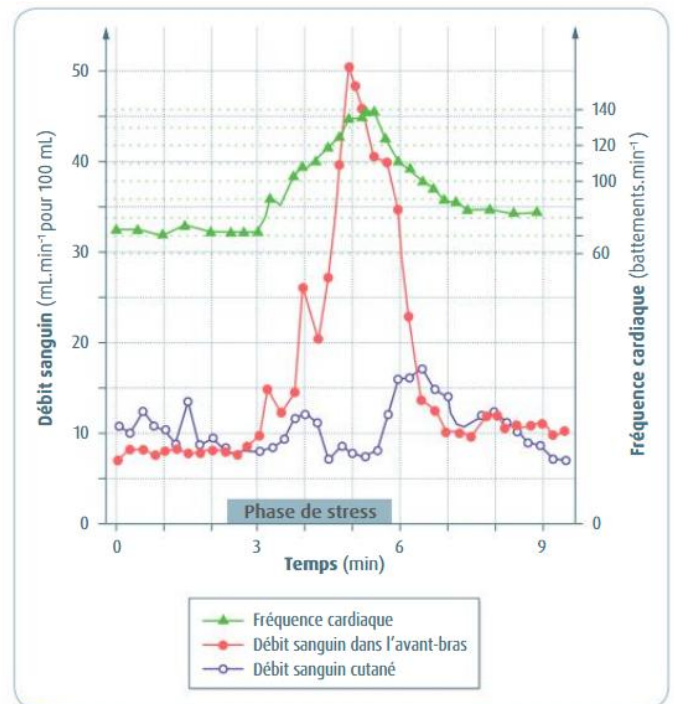
Ces réactions dépendent des individus et peuvent au contraire gêner l'action de l'organisme.

Enfin, la nature et l'intensité de ces manifestations dépend également du type de stress et de son intensité.



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



4 Stress et calcul mental. Des sujets sains sont soumis à une phase de stress mental (calculs mentaux à réaliser rapidement) et différents paramètres cardiovasculaires sont mesurés avant, pendant et après l'expérience stressante.

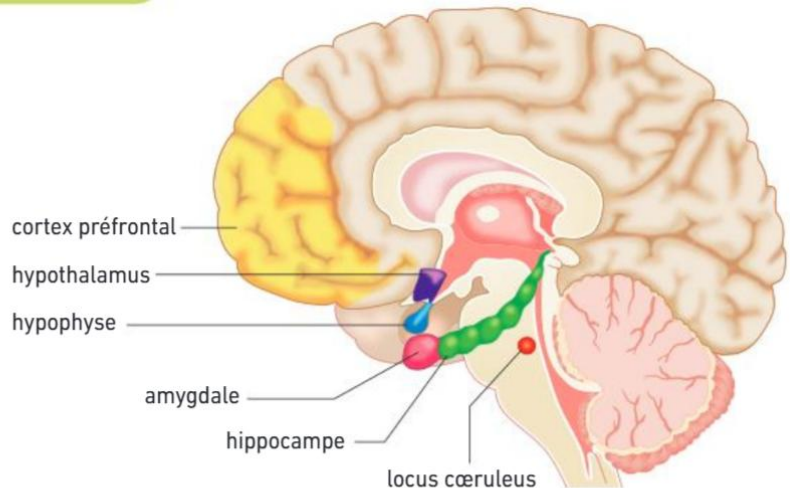
Document 1 : Etude de quelques paramètres physiologiques au cours d'un stress (doc 3 et 4 p479)

2- Le déclenchement de la réaction de stress (p480)

La réponse de l'organisme est très rapide et met en œuvre le système nerveux. Le déclenchement du stress aigu se fait au niveau de l'encéphale dans une zone qui gère notamment les émotions : c'est le système limbique. On peut identifier les zones actives en réponse au stress par des IRM fonctionnelles qui montrent que les zones principalement activées en cas de stress sont au nombre de 4 :

- L'hypothalamus (sécrétion de neurohormones)
- L'amygdale (gestion des émotions)
- L'hippocampe (mémoire et navigation spatiale)
- Le cortex préfrontal (analyse des données)

Aujourd'hui, de nombreuses expériences réalisées chez l'Homme ou sur des modèles animaux ont établi que les mécanismes du stress aigu sollicitent plusieurs régions cérébrales. Dans un premier temps, le **cortex préfrontal*** analyse les informations issues des cinq sens, en échangeant avec l'hippocampe* (impliqué dans la mémorisation) et avec l'amygdale* (site de traitement des émotions). Ces deux régions font partie du **système limbique***. Puis, le cortex préfrontal active l'**hypothalamus*** qui stimule à son tour le locus cœruleus*. Quelques secondes plus tard, le système nerveux sympathique* est à son tour activé.

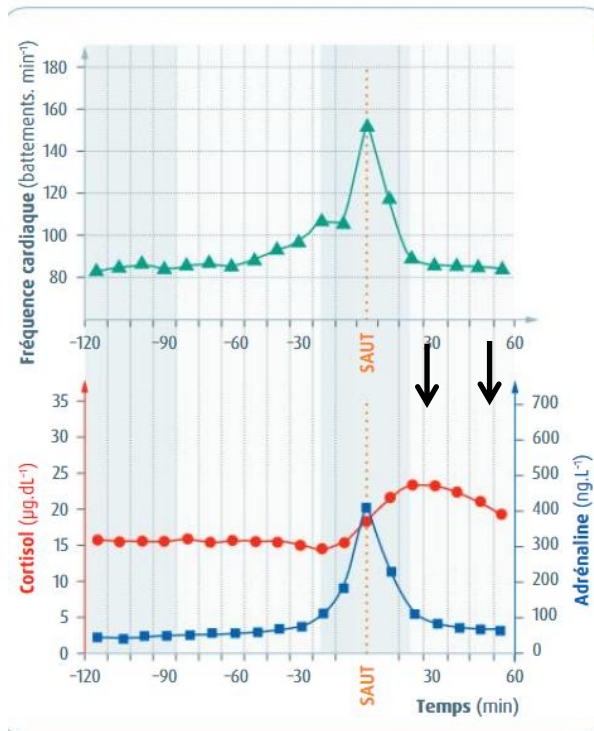


Les régions cérébrales impliquées dans le stress, vues en coupe sagittale.

Document 2 : Localisation de l'activité cérébrale lors d'une situation stressante (doc 2 p 466 BORDAS)

L'activation de ces zones encéphaliques déclenche 2 phases de réponse successives :

- La phase d'alarme (et la production d'adrénaline)
- La phase de résistance (et la production de cortisol)

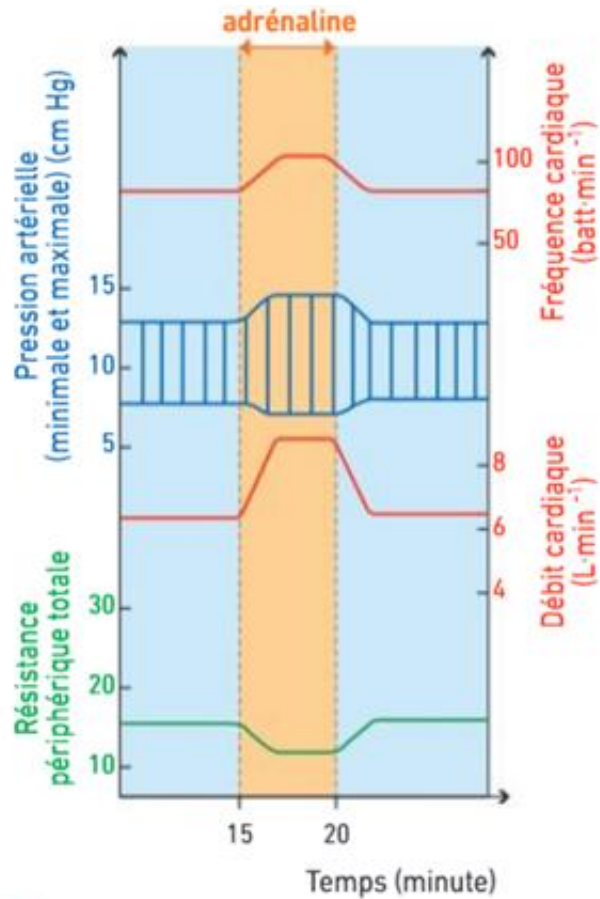


1 Suivi de l'évolution 3 paramètres liés au stress lors d'un saut en parachute. 43 volontaires effectuent un saut en parachute à une altitude de 3500 mètres. Des prélèvements sanguins sont effectués toutes les 10 minutes et leur fréquence cardiaque est enregistrée en continu avant, pendant et après le saut. On parle de phase d'alarme pour qualifier la réponse associée à la sécrétion d'adrénaline et de phase de résistance pour celle associée à la sécrétion de cortisol.

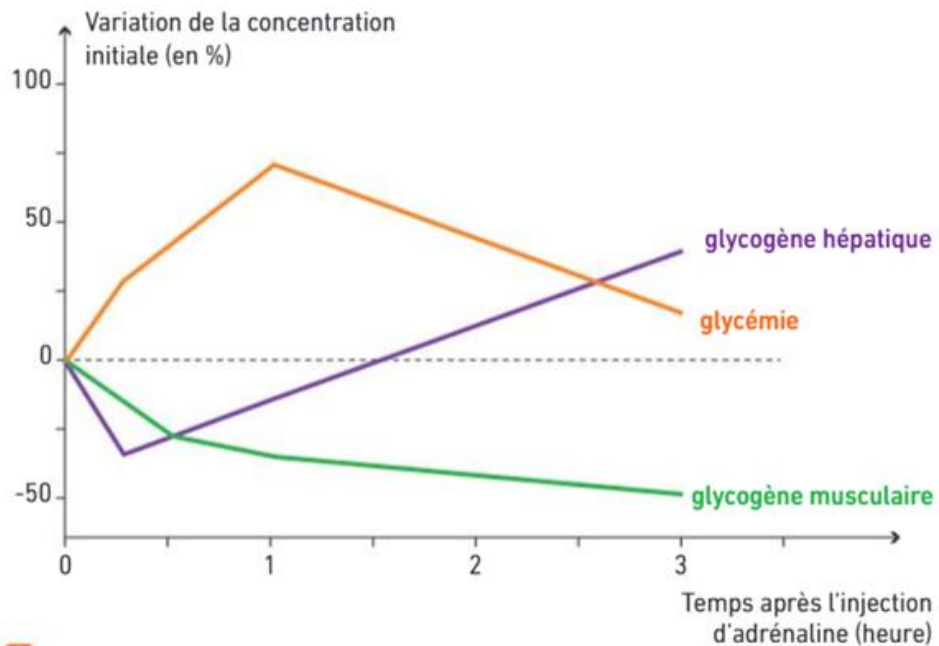
Lors d'expériences réalisées sur des chiens dont la glande surrénale (voir doc. 4 ci-contre) a subi une ablation (surrénalectomie), il a été montré que les muscles présentaient une grande fatigabilité à la suite d'un stimulus stressant, en comparaison avec des chiens témoins. En recherchant des facteurs responsables de cette fatigabilité accrue, les scientifiques ont démontré qu'elle n'est pas intrinsèque au muscle, mais due à la baisse de la pression artérielle. L'injection d'adrénaline permet aux chiens de retrouver des paramètres cardiovasculaires normaux et un fonctionnement musculaire optimal.

2 Le rôle des glandes surrénales dans la réponse au stress.

Document 3 : L'identification des 2 phases de stress (doc 1 et 2 p 480)



B Modifications cardiovasculaires provoquées par une perfusion* intraveineuse lente d'adrénaline.



C Effets d'une injection d'adrénaline sur les réserves de glycogène et sur la glycémie chez un rat alimenté.

Document 3b, 3c : L'identification des 2 phases de stress (doc 1 et 2 p 480)

II. Les 2 phases du stress aigu

Problématique : Comment expliquer les différentes manifestations du stress aigu ?

Voir TP2 - Le stress et la phase de résistance

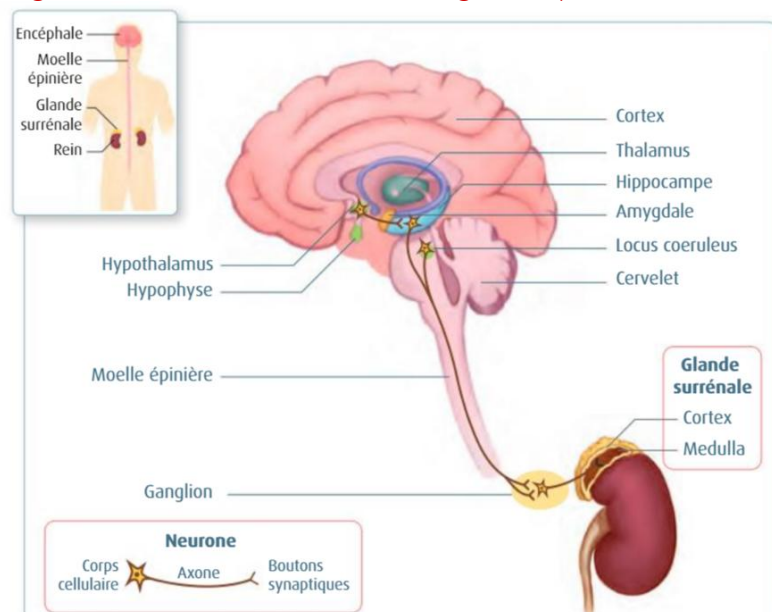
1- La phase d'alarme (p480-481)

La phase d'alarme est la plus rapide à se mettre en œuvre (quelques secondes) et correspond à la production d'adrénaline par la glande médulosurrénale. Cette glande est un organe qui est présent au-dessus du rein. Elle comporte des cellules chromaffines (cytoplasme entièrement coloré) qui contiennent des vésicules d'adrénaline.

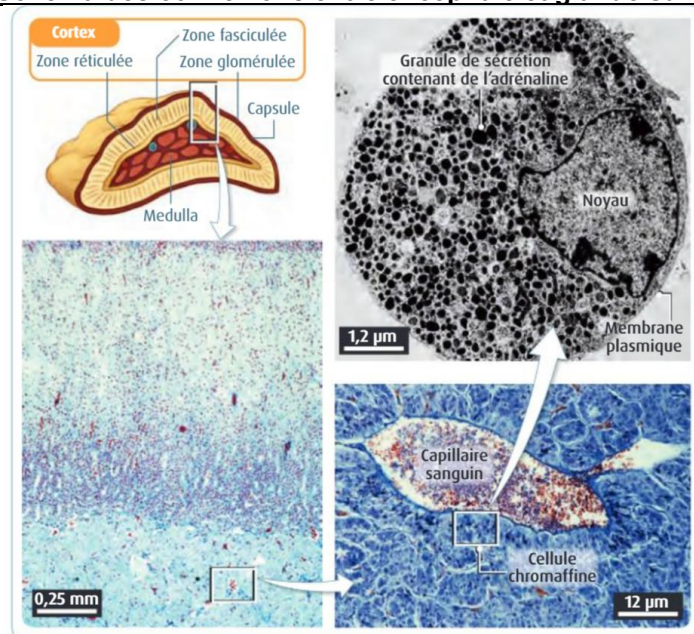
D'autre part, l'hypothalamus est connecté à ces glandes par des neurones. La stimulation de l'hypothalamus envoie un message nerveux au sein de ces neurones qui active l'exocytose des vésicules d'adrénaline (**ATTENTION : ce ne sont pas des neurotransmetteurs mais des hormones**).

L'adrénaline est libérée dans le sang (hormone) et va agir sur divers organes cibles dont :

- Le poumon (augmentation de la fréquence ventilatoire)
- Le cœur (augmentation de la FC)
- Le foie (augmentation de la libération de glucose)



Document 4 : Schéma des connexions entre encéphale et glande surrénale (doc 4 p481)



Document 5 : Schéma et photographies montrant l'organisation de la glande médulosurrénale (doc 6 p481)

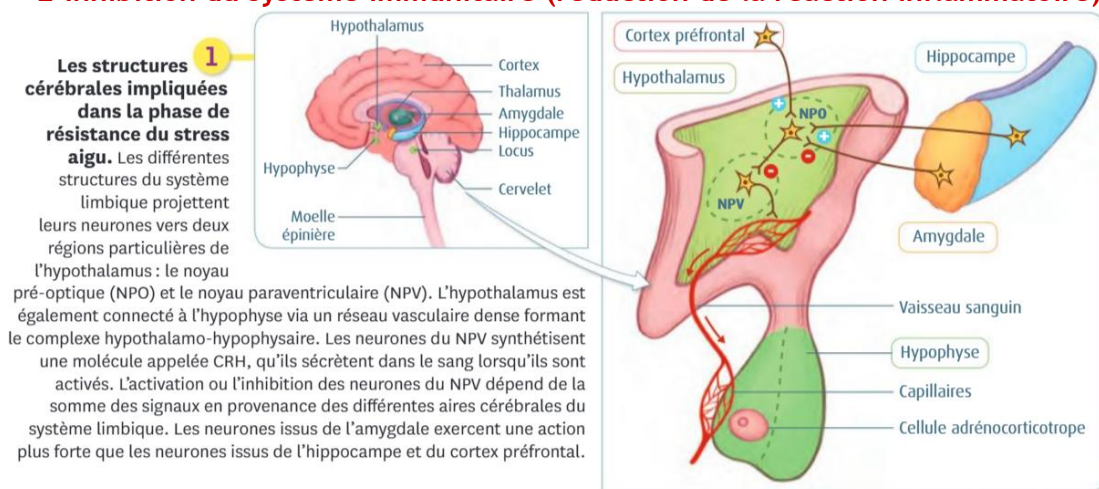
2- La phase de résistance (p480-481)

La phase de résistance est un peu plus tardive (de l'ordre de la dizaine de minutes mais elle peut également s'étaler dans le temps). Elle correspond à la libération d'une autre hormone : le cortisol. Cette hormone est libérée par la glande corticosurrénale (autour de la glande médulosurrénale). Cette glande contient des spongiocytes (cytoplasme contenant des gouttelettes lipidiques) qui sont capables de libérer le cortisol.

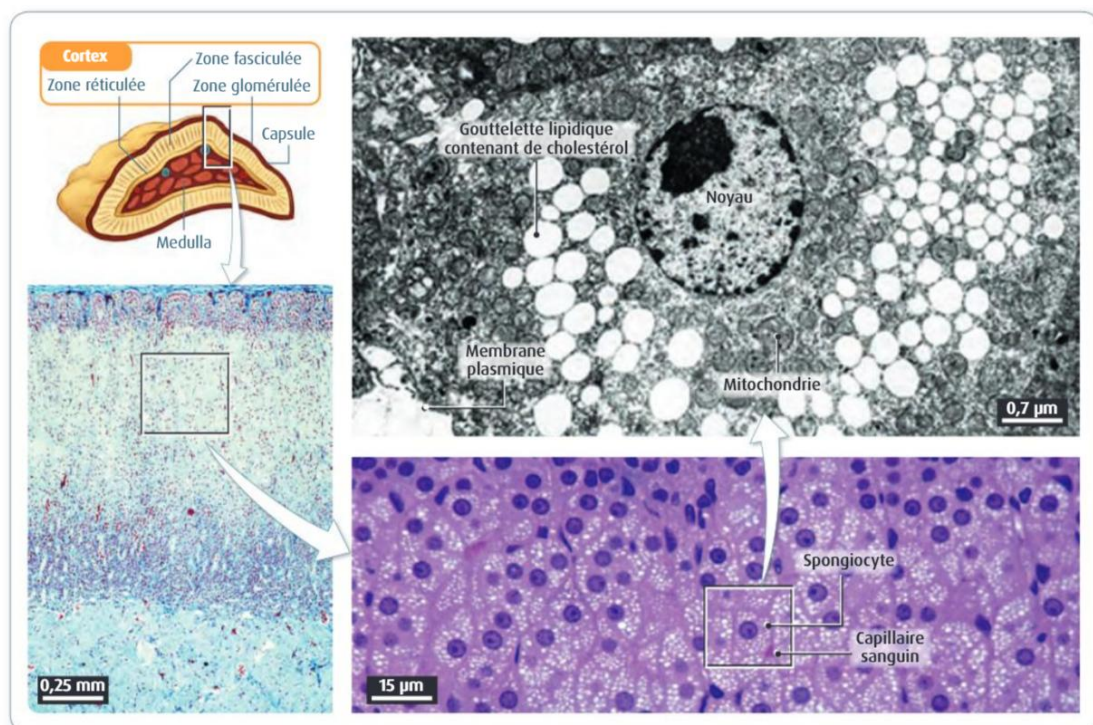
La libération de cortisol est plus lente car elle nécessite la production d'autres hormones. Dans un premier temps, c'est l'hypothalamus qui sécrète de la CRH (Corticotropin Releasing Hormon) au sein du noyau paraventriculaire (NPV). La CRH est alors libérée dans le sang et va activer l'hypophyse située juste en dessous. L'hypophyse va alors produire de l'ACTH (AdrenoCorticoTrophic Hormon). Cette hormone est également libérée dans le sang et va rejoindre la glande corticosurrénale, ce qui active la libération de cortisol.

Le cortisol présente 2 actions principales :

- L'activation du foie (augmentation de la glycémie)
- L'inhibition du système immunitaire (réduction de la réaction inflammatoire)



Document 6 : Schéma et photographies montrant l'organisation de la glande corticosurrénale (doc 1 p482)



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.

Document 7 : Schéma et photographies montrant l'organisation de la glande corticosurrénale (doc 6 p483)

III. La régulation du stress et la résilience

Problématique : Comment l'organisme se libère-t-il de l'état de stress ?

1- Le rétrocontrôle négatif via le cortisol

La très grande majorité des hormones produites dans l'organisme possède une activité de **rétrocontrôle négatif** : c'est un mécanisme qui contribue à contrebalancer l'accumulation ou le déficit d'une hormone afin de retrouver un taux normal de l'hormone. Les rétrocontrôles hormonaux se basent sur l'existence de récepteurs aux hormones qui permettent de percevoir l'accumulation ou le déficit d'une hormone.

Dans le cas du stress, c'est le cortisol qui possède une activité de rétrocontrôle négatif. L'accumulation de cortisol contribue à inhiber l'hypothalamus mais aussi l'hypophyse. Ainsi, les taux de CRH et d'ACTH vont diminuer, ce qui va réduire la libération de cortisol et ramener sa concentration à la normale.

NB : La notion de rétrocontrôle a déjà été abordée dans le programme de seconde dans la partie Procréation, à propos de la rétroaction des hormones testiculaires (testostérone) et ovariennes (œstrogènes et progestérone) sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

2- La résilience

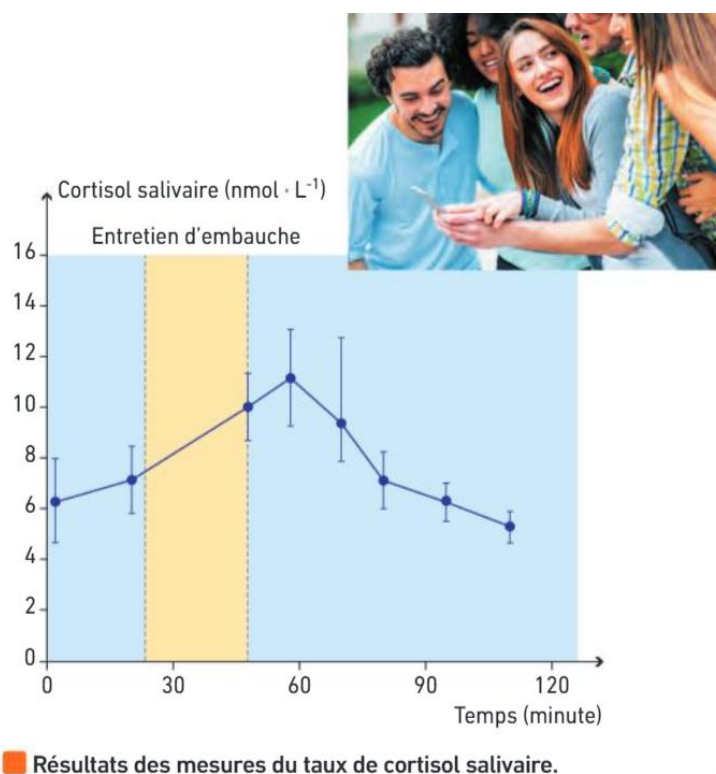
La **résilience** est la capacité d'un système à revenir à la normale après une perturbation. Dans le cas du stress, la résilience est permise par le rétrocontrôle négatif opéré par le cortisol sur le complexe hypothalamo-hypophysaire (inhibition de la production de CRH et ACTH).

La résilience est variable selon les individus. Elle dépend de nombreux facteurs : psychologiques, affectifs mais également génétiques.

NB : Le terme de résilience s'applique à de nombreux éléments, notamment les écosystèmes (cf programme de 1ère SPE).

La **résilience*** est la capacité d'un individu, mais aussi d'une espèce, d'un écosystème ou encore d'une structure comme une ville ou une entreprise à retrouver un état d'équilibre après un événement exceptionnel. Pour l'organisme humain, il s'agit de retrouver un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation, engendrée ici par un agent stressant.

La résilience peut être mise en évidence expérimentalement. Le taux de cortisol dans l'organisme a été évalué au sein d'un groupe de quatorze jeunes personnes volontaires, toutes en bonne santé, sur une durée de deux heures. Après une phase d'accueil, les volontaires ont lu des magazines jusqu'à la 22^e minute. De la 23^e à la 48^e minute, ils se sont préparés à un entretien individuel d'embauche, ont passé cet entretien et obtenu une réponse (agent stressant). Ensuite, jusqu'à la 120^e minute, ils se sont relaxés comme ils le souhaitaient. Au cours de cette expérience, huit prélèvements individuels de salive ont été effectués. L'évolution du taux de cortisol salivaire reflète celle du taux de cortisol sanguin.



Document 8 : Graphique montrant l'évolution du cortisol salivaire avant, pendant et après un entretien d'embauche (doc 2 p470 BORDAS)

CONCLUSION :

Le stress est organisé par un fonctionnement coordonné de l'hypothalamus, de l'hypophyse et de la glande surrénale : on parle donc de complexe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien. De plus, les 2 phases du stress aigu (alarme et résistance) sont complémentaires tant sur le plan chronologique sur le plan fonctionnel : elles permettent une réponse rapide (alarme) mais également organisé et maintenue dans le temps (résistance) afin de permettre l'adaptabilité de l'organisme à son environnement.

