Corrigé et barème – Stress : l'adaptabilité de l'organisme

Agents stresseurs et stress aigu, adaptabilité ou adaptation ; amygdale et hypothalamus ; voie rapide sympathique et adrénaline ; axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien, CRH, ACTH et cortisol ; rétrocontrôle, boucle neuro-hormonale et résilience ; stress chronique et plasticité mal-adaptative ; benzodiazépines et pratiques non médicamenteuses.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT Terminale

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances : une alarme en pleine nuit ★★ *(6 pts)*

a) La réponse est déclenchée par un **agent stresseur** (l'alarme), elle concerne **un individu**, elle est **réversible** (retour au calme en une heure) et ne se transmet pas aux descendants : c'est de l'**adaptabilité**. Une adaptation évolutive est un caractère héréditaire d'une espèce, retenu par la sélection naturelle au fil des générations. (1,5)

b) Le son de l'alarme est perçu ; l'**amygdale**, dans le système limbique, l'évalue comme une menace et active l'**hypothalamus**. Celui-ci active les neurones du **système sympathique**, qui agissent directement sur le cœur et commandent la **médullosurrénale** : elle libère en quelques secondes l'**adrénaline**, déjà stockée. L'adrénaline, sur des récepteurs membranaires, augmente le rythme cardiaque et la fréquence respiratoire, et déclenche dans le foie la **glycogénolyse** : du glucose est libéré dans le sang. (1,5)

c) L'hypothalamus sécrète aussi la **CRH** → antéhypophyse → **ACTH** → corticosurrénale → **cortisol**, synthétisé à la demande, maximal après quelques dizaines de minutes : il mobilise le glucose (néoglucogenèse) et freine l'immunité. L'alarme cessée, l'adrénaline est vite dégradée ; le cortisol exerce un **rétrocontrôle négatif** sur l'hypothalamus et l'antéhypophyse, relayé par l'hippocampe : la cortisolémie revient à sa valeur de base. C'est la **résilience** du système. (1,5)

d) Attendu : agent stresseur → amygdale → hypothalamus ; branche nerveuse : neurones sympathiques → médullosurrénale → adrénaline → cœur, ventilation, glycogénolyse ; branche hormonale : CRH → antéhypophyse → ACTH → corticosurrénale → cortisol → glucose mobilisé, immunité freinée ; flèches « – » du cortisol vers l'hypothalamus et l'antéhypophyse, hippocampe qui freine l'hypothalamus ; légende distinguant message nerveux et message hormonal ; titre. (1,5)

Attention — Un schéma de boucle sans flèche de rétrocontrôle n'explique pas le retour à la normale : c'est la flèche « – » qui referme la boucle.

Exercice 2 – Deux patients, deux pannes ★★ *(6 pts)*

a) Les corticosurrénales de Q sont détruites : elles ne sécrètent presque plus de cortisol (50 nmol/L). Le cortisol ne freine plus l'hypothalamus ni l'antéhypophyse : la **levée du rétrocontrôle négatif** fait monter la CRH, donc l'ACTH ($400 \div 20 = 20$ fois la valeur habituelle). Mais l'ACTH n'a plus de cible fonctionnelle. (1,5)

b) Chez P, l'ACTH injectée fait passer le cortisol de 40 à 400 nmol/L (dix fois plus) : ses corticosurrénales sont **fonctionnelles**, le défaut est en amont, dans l'**antéhypophyse** (ACTH basse). Chez Q, le cortisol ne bouge presque pas ($50 \rightarrow 55$ nmol/L) : la **corticosurrénale** ne répond plus, c'est elle qui est atteinte. (1,5)

c) Privée d'ACTH (qui entretient son volume) pendant des mois, la corticosurrénale de P se serait **atrophiée** : l'ACTH injectée élèverait peu le cortisol, comme chez Q. Seule l'**ACTH basse** du document 1 situerait encore la panne dans l'antéhypophyse. (1,5)

d) La CRH agit sur l'antéhypophyse, pas sur la surrénale ; elle est déjà élevée chez les deux patients, faute de rétrocontrôle. Chez P, l'hypophyse lésée ne peut pas y répondre ; chez Q, même l'ACTH reste sans effet. Il faut apporter ce qui manque en bout de chaîne : un **glucocorticoïde de substitution** (cortisol de synthèse) pour les deux ; pour P, on pourrait aussi apporter de l'ACTH. (1,5)

Repère — ACTH haute et cortisol bas : la surrénale ne répond plus ; ACTH basse et cortisol bas : l'hypophyse ne commande plus.

Exercice 3 – Un excès de cortisol et le cerveau ★★★ *(8 pts)*

a) Avant traitement, l'hippocampe est plus petit (2,40 contre 2,60 cm^3, soit 0,20 cm^3 de moins) et le rappel moins bon (18 contre 26 sur 30). L'hippocampe intervient dans la mémorisation : un hippocampe réduit (neurones moins ramifiés, moins de nouveaux neurones) est associé à une **mémoire moins performante**. (2)

b) Non : le document 1 montre une **corrélation** entre excès de cortisol, petit hippocampe et mémoire altérée ; d'autres facteurs pourraient intervenir. Le document 2 est une **expérience contrôlée** : un seul facteur change (le glucocorticoïde), avec un témoin injecté sans hormone ; la ramification diminue. L'excès de glucocorticoïde peut donc **causer** des modifications de l'hippocampe, ce qui rend plausible la même cause chez les patients. (2)

c) Un an après, le volume augmente ($2,40 \rightarrow 2,48$ cm^3) et le rappel s'améliore ($18 \rightarrow 22$), sans revenir aux valeurs des personnes saines : les modifications sont **en partie réversibles**, grâce à la **plasticité cérébrale**, une fois le cortisol normalisé. Avant le traitement, l'excès de cortisol exerce un **rétrocontrôle négatif** sur l'hypothalamus : la CRH est freinée. L'ACTH reste pourtant élevée, car la tumeur la sécrète **sans tenir compte** du cortisol : elle échappe au frein. (2)

d) La benzodiazépine se fixe sur le **récepteur au GABA** (site distinct) et amplifie l'effet de ce neurotransmetteur inhibiteur : plus d'ions chlorure entrent, les neurones (amygdale) sont moins actifs : effet **anxiolytique** et **myorelaxant**. Risques : sédation, troubles de l'attention et de la mémoire, **tolérance**, **dépendance**, sevrage, danger avec l'alcool ; d'où une prescription médicale, une durée limitée, un arrêt progressif. Pratiques : **sommeil** régulier, **respiration lente**, **détente musculaire** ou activité physique, qui peuvent abaisser le cortisol et favoriser la résilience. (2)

Le point clé — Des données sur des patients montrent une corrélation ; une expérience où l'on fait varier le seul facteur testé, avec un témoin, établit la causalité.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).