

Exercice 1 : Stress et fuite

Face à un danger immédiat, l'être humain dispose de réponses adaptatives impliquant le système nerveux et lui permettant de produire des comportements appropriés, comme prendre la fuite. Le stress aigu désigne ces réponses face aux agents stresseurs.

On va expliquer comment l'intervention du système nerveux dans la réaction du stress et dans le mouvement volontaire permet à l'organisme de prendre la fuite de manière efficace.

La question semble indiquer un plan en deux parties, mais une troisième partie reliant les deux pour expliquer la fuite est faisable.

On verra d'abord l'intervention du système nerveux dans la réaction du stress puis dans une deuxième partie dans le mouvement volontaire permettant la fuite.

Idées essentielles à développer :

Face aux perturbations de son environnement, l'être humain dispose de réponses adaptatives impliquant le système nerveux et lui permettant de produire des comportements appropriés. La fuite nécessite des mouvements qui mobilisent les muscles.

La contraction musculaire, mobilisée dans de nombreux comportements, résulte d'une commande nerveuse.

Pour se contracter, le muscle a besoin d'énergie apportée sous forme d'ATP, produit à partir du glucose mobilisé grâce aux mécanismes du stress aigu.

I. Intervention du système nerveux lors du stress aigu : une réaction préparant la fuite

Face aux perturbations de son environnement, l'être humain dispose de réponses adaptatives impliquant le système nerveux et lui permettant de produire des comportements appropriés.

Le stress aigu désigne ces réponses face aux agents stresseurs.

La réponse de l'organisme est d'abord très rapide grâce au système nerveux central : le système limbique (dans le cerveau) est stimulé, en particulier les zones impliquées dans les émotions telles que l'amygdale.

Cela a pour conséquence la libération d'adrénaline par la glande médullosurrénale. L'adrénaline provoque une augmentation du rythme cardiaque, de la fréquence ventilatoire et la libération de glucose dans le sang.

Une autre conséquence des agents stresseurs, toujours au niveau cérébral, est la sécrétion de CRH par l'hypothalamus : le CRH met à contribution l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien, entraînant dans un second temps la libération du cortisol. Le cortisol favorise la mobilisation du glucose et inhibe certaines fonctions (dont le système immunitaire).

Arguments possibles à intégrer à cette partie : graphique indiquant la libération différenciée dans le temps de l'adrénaline et du cortisol et leurs effets ; description d'observations de

l'Étudiant

données d'imagerie médicale sur l'activité neuronale de certaines zones cérébrales en réponse à des agents stressants ; schémas de la boucle de régulation neuro-hormonale...

II. intervention du système nerveux lors du mouvement volontaire

La fuite nécessite des mouvements qui mobilisent les muscles.

La contraction musculaire, mobilisée dans de nombreux comportements, résulte d'une commande nerveuse.

L'exploration du cortex cérébral permet de situer les aires motrices spécialisées à l'origine des mouvements volontaires.

Les messages nerveux moteurs qui partent du cerveau cheminent par des faisceaux de neurones qui « descendent » dans la moelle jusqu'aux neurones-moteurs.

Le corps cellulaire du neurone-moteur reçoit des informations diverses qu'il intègre sous la forme d'un message moteur unique et chaque fibre musculaire reçoit le message d'un seul neurone moteur (cette notion ne me semble pas indispensable au vu du sujet).

La formation puis la propagation d'un potentiel d'action dans la cellule musculaire entraînent l'ouverture de canaux calciques à l'origine d'une augmentation de la concentration cytosolique en ions calcium, provenant du réticulum sarcoplasmique pour les muscles squelettiques (*ce niveau de détails ne sera sûrement pas attendu, la mention des ions calcium devrait suffire*).

En plus des ions calcium, la contraction musculaire nécessite l'utilisation d'ATP comme source d'énergie, produit à partir du glucose.

Pour fuir, l'approvisionnement des cellules musculaires en glucose se fait grâce à l'adrénaline d'abord puis se poursuit grâce au cortisol lors des réactions du stress aigu.

Arguments possibles pour cette partie : description d'IRMf, afin de caractériser les aires motrices cérébrales, schémas...

En conclusion, la fuite repose sur la coordination de deux composantes du système nerveux. La réaction de stress, via la sécrétion rapide d'adrénaline, prépare l'organisme à l'effort intense en mobilisant le glucose (et le système cardiovasculaire) et via le cortisol, permet la poursuite de la mobilisation de glucose et donc la poursuite de la fuite.

Ce glucose est indispensable à la production d'ATP.

C'est ensuite l'action coordonnée de la libération d'ions calcium dans les cellules musculaires grâce à la commande motrice (décision de fuir) et de l'utilisation de cet ATP qui permet la contraction musculaire indispensable à la fuite.

Exercice 2 : Effets d'éruptions volcaniques majeures sur la température atmosphérique

La Terre a connu plusieurs périodes au cours desquelles l'activité volcanique a été très intense. Des géologues suggèrent que certaines de ces éruptions volcaniques majeures formant les trapps, des provinces magmatiques géantes (document 1), ont pu entraîner des modifications importantes de la température atmosphérique à différentes échelles de temps.

On va expliquer comment des éruptions volcaniques majeures ont pu provoquer des variations de température atmosphérique à différentes échelles de temps.

Pour organiser la réponse, le plus simple est de partir du document 5 et d'organiser la réponse selon les trois échelles de temps indiquées.

- **Immédiatement à une dizaine d'années après une éruption volcanique** : d'après le document 5, action en premier des **aérosols soufrés**.

Document 3 : suite à l'éruption du volcan Pinatubo en 1991, la quantité de SO₂ (dioxyde de soufre) émise a été d'environ 17 millions de tonnes.

Sur le document 3a, on constate, suite à cette éruption, une augmentation de la profondeur optique des aérosols passant de 0 à plus de 0,15 en moins de 6 mois, donc une augmentation de la teneur en aérosols soufrés dans l'atmosphère.

Or, d'après le document 2b, la réaction du dioxyde de soufre dans l'atmosphère avec du dioxygène et de l'eau forme des gouttelettes d'acide sulfurique (= aérosols soufrés) qui ont la capacité de renvoyer l'énergie solaire donc ont un effet sur l'albédo (le pouvoir réfléchissant d'une surface). Ces aérosols augmentent l'albédo et diminuent la température.

Le document 3b montre ainsi qu'après l'éruption, la fraction du rayonnement solaire atteignant le sol a diminué de 10 %. La conséquence directe est un **refroidissement global de la surface** : une baisse de 1 °C a été mesurée à l'échelle mondiale dans l'année suivant l'éruption (document 3a). *Les températures ont retrouvé leurs valeurs normales au bout d'un an et demi environ, les aérosols se déposant progressivement.*

- **De quelques années à plus de 10 000 ans après une éruption** : d'après le document 5, action des variations importantes et rapides de concentration en **CO₂ dans l'atmosphère**.

Document 2b : parmi les gaz émis lors d'une éruption volcanique, 49 % sont du CO₂ dont une fraction significative reste dans l'atmosphère.

CO₂ = gaz à effet de serre, il absorbe le rayonnement infrarouge terrestre et le réémet vers la surface, ce qui provoque une **augmentation de la température atmosphérique**.

Les volumes de roches émises lors des épisodes volcaniques majeurs étant très importants (document 1, entre 2 et 4 millions de km³), on peut supposer que les quantités de CO₂ émises étaient elles aussi très importantes, entraînant un **réchauffement** important.

- **De plusieurs milliers d'années à plus de 10 millions d'années après une éruption** : d'après le document 5, effet de l'altération des silicates.

Lors des épisodes volcaniques majeurs, production de plusieurs millions de km³ de roches magmatiques (document 1).

l'Étudiant

D'après le document 2a, il s'agit de basaltes (roches magmatiques silicatées).

Or, l'altération des silicates consomme du CO₂ atmosphérique (document 4).

Bien que dans un second temps la précipitation de calcite libère du CO₂, le bilan net de ce cycle tend à diminuer la concentration atmosphérique en CO₂.

CO₂ = gaz à effet de serre, il absorbe le rayonnement infrarouge terrestre et le réémet vers la surface, ce qui provoque ici une **diminution de la température atmosphérique**.

En conclusion, une éruption volcanique majeure produit donc des effets opposés et successifs sur la température atmosphérique.

À court terme, les aérosols soufrés provoquent un refroidissement rapide, de quelques mois à une dizaine d'années.

À moyen terme, l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère amplifie l'effet de serre et entraîne un réchauffement sur plusieurs milliers à plus de 10 000 ans.

À long terme, jusqu'à plus de 10 millions d'années après l'éruption, l'altération des roches silicatées contribue à un refroidissement atmosphérique.