

Dans votre livre – pour vous entraîner

Dans votre livre, travailler :

Chapitre 4 : - Lire pages 351 à 373
- exercice 1 à 6 p 370
- exercice 8-9 p 371-372

Chapitre 5 : - Lire pages 375 à 396
- exercice 7 p 393
- exercice 8 p 394
- exercice 8 p 349

Sujet de type 1 - Restitution de connaissance**(8 points)**

Exemple 1 : Nouvelle Calédonie 2019

Certaines pathologies liées au fonctionnement du système nerveux peuvent affecter la réponse musculaire. Le médecin vérifie le bon fonctionnement de la commande neuromusculaire grâce au réflexe myotatique.

Après avoir exposé les différents éléments qui constituent l'arc-réflexe impliqué dans le réflexe myotatique, préciser les modalités de transmission et le codage du message nerveux depuis le stimulus jusqu'à la réponse musculaire.

L'exposé doit être structuré avec une introduction et une conclusion, et sera accompagné d'un schéma fonctionnel de l'arc réflexe.

Exemple 2 : Metropole 2017

Expliquer les mécanismes nerveux aboutissant à un mouvement volontaire, incluant le fonctionnement de la synapse neuromusculaire.

La réponse prendra la forme d'un texte illustré de schémas.

Exemple 3 : Emirats Arabes Unis 2017 -

La myasthénie est une maladie dont un des symptômes est une faiblesse musculaire des membres, caractérisée par une difficulté à la contraction musculaire et une fatigabilité excessive.

Cette maladie résulte d'une réaction immunitaire adaptative à médiation humorale, dépendant d'une coopération avec des lymphocytes T et aboutissant à la production d'anticorps spécifiques dirigés contre les récepteurs post-synaptiques de la synapse neuromusculaire.

Après avoir décrit la réponse immunitaire aboutissant à la libération d'anticorps, expliquer comment la production d'anticorps spécifiques des récepteurs postsynaptiques rend difficile la contraction musculaire chez un patient atteint de myasthénie.

Votre exposé comportera une introduction, un développement structuré, une conclusion et sera illustré d'un schéma comparant le fonctionnement d'une synapse neuromusculaire d'un individu sain au fonctionnement d'une synapse neuromusculaire d'un patient myasthénique. La sélection des lymphocytes impliqués n'est pas attendue.

Exemple 4: Amérique du Nord 2017

Les neurones sont des cellules du système nerveux spécialisées dans la communication et le traitement d'informations.

Exposer l'intégration et la transmission de messages nerveux par un motoneurone.

L'exposé structuré sera illustré et comportera une introduction et une conclusion.

Sujet 2-1 - Sherrington et les chats...**(3 points)**

En 1924, le physiologiste britannique Charles Scott Sherrington a réalisé une série d'expériences pour comprendre les mécanismes de rétractation de la patte chez le chat. La modélisation suivante permet de reproduire de façon fidèle mais virtuelle les expériences historiques qui ont permis à Sherrington de mettre en évidence le réflexe myotatique.

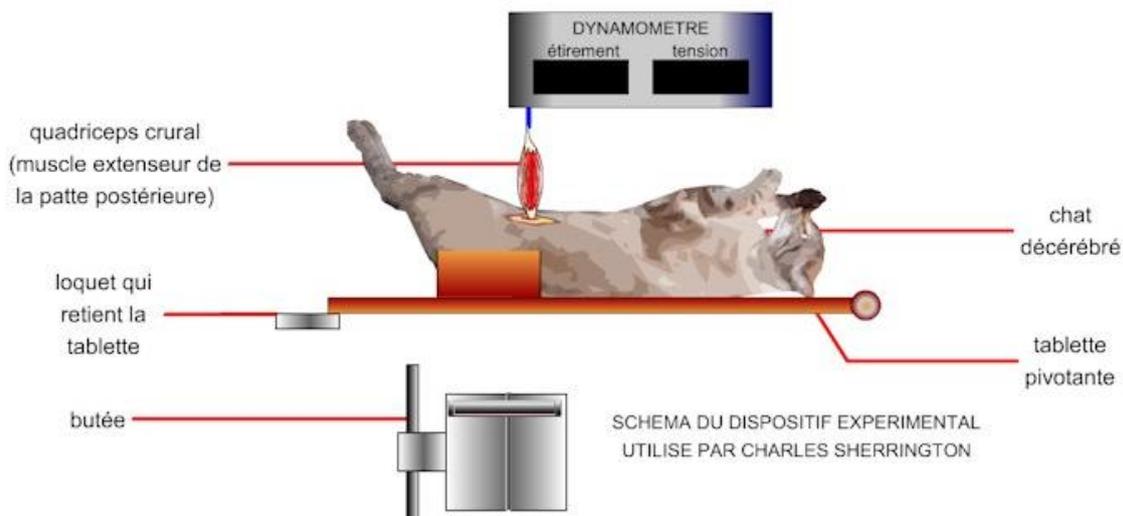
On cherche à comprendre, par cette modélisation, comment le réflexe myotatique a pu être mis en évidence par Sherrington.

À partir de l'étude du document, cocher la bonne réponse dans chaque série de propositions du QCM et remettre la feuille-réponse annexe avec la copie.

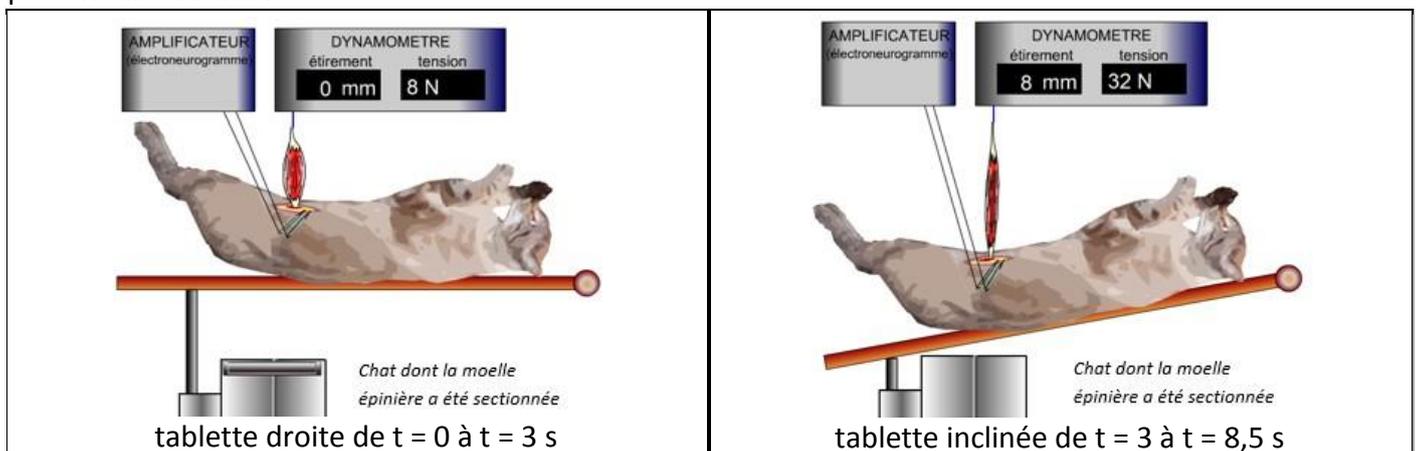
Document : Dans l'expérience ci-dessous, on modélise comment Sherrington avait sectionné l'arrière de l'encéphale d'un chat anesthésié, libérant ainsi sa moelle épinière (animal décérébré) puis avait allongé l'animal sur une planche qu'il pouvait déplacer du haut vers le bas.

La modélisation consiste ensuite à isoler le muscle extenseur (quadriceps crural) du membre postérieur, à la rattacher par son tendon inférieur à un dynamomètre. Ce système fixe permet de mesurer l'étirement subi et la tension développée par le muscle en réponse à cet étirement.

Dans ces conditions et bien que l'animal soit décérébré, le muscle conserve son innervation. On modélise ensuite le déplacement vers le bas de la planche sur laquelle l'animal est allongé.

**Protocole expérimentale modélisé**

Dans cette adaptation contemporaine et virtuelle de l'expérience de Sherrington, il a été prévu de simuler l'ajout de microélectrodes sur une fibre nerveuse sensorielle qui innerve le muscle extenseur de la patte postérieure du chat.

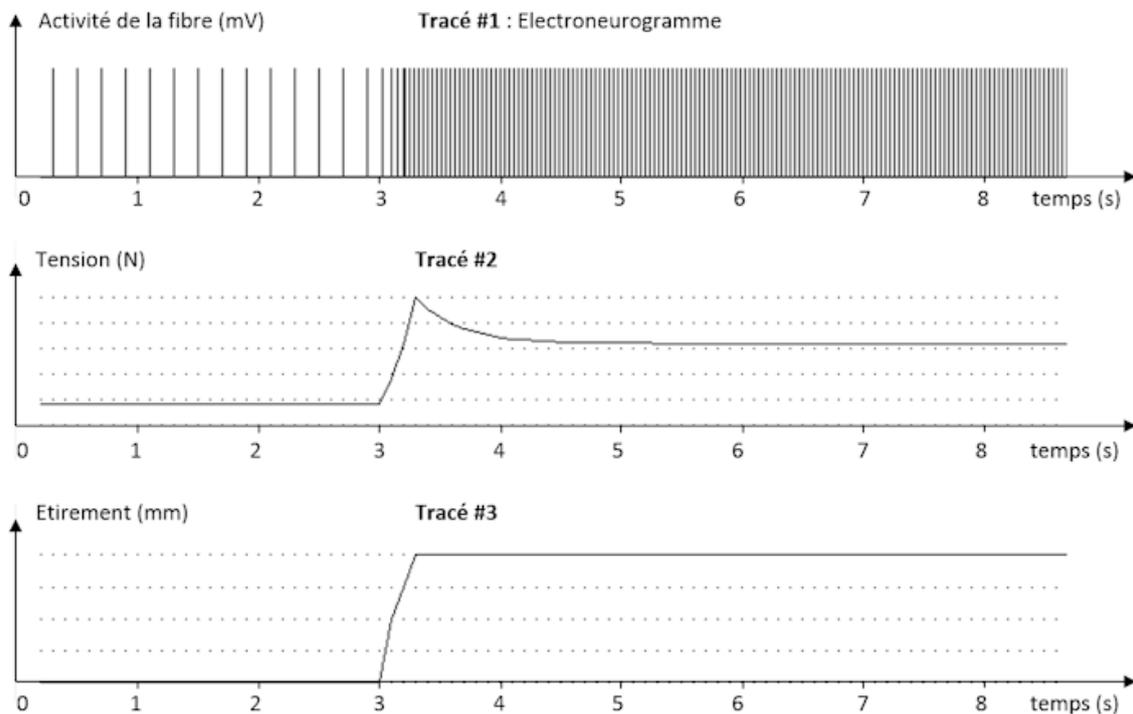


Dans cette animation, la planche sur laquelle l'animal est allongé est virtuellement basculée vers le bas 3 secondes après le début de l'enregistrement et jusqu'à 8,5 secondes.

Le tracé #1 permet de suivre l'activité de la fibre nerveuse sensorielle durant l'expérience.

Le tracé #2 présente la tension mesurée par le dynamomètre durant l'expérience.

Le tracé #3 montre l'évolution de l'étirement du muscle durant l'expérience.



Enregistrement des résultats de l'ensemble de l'expérience

Cocher la bonne réponse dans chaque série de proposition du QCM pour comprendre ce qu'est un réflexe myotatique.

1- Lorsque Sherrington incline vers le bas la planche sur laquelle l'animal est allongé, la réponse musculaire de la patte du chat montre que le muscle extenseur

- se relâche.
- se contracte.
- se relâche puis se contracte.
- ni ne se relâche ni ne se contracte.

2- En inclinant vers le bas la planche sur laquelle l'animal décérébré est allongé, Sherrington :

- met en évidence qu'un muscle réagit de façon involontaire à son étirement.
- montre que la commande volontaire permet à un muscle de réagir à son propre étirement.
- met en évidence qu'un réflexe myotatique nécessite l'intervention du cerveau.
- met en évidence qu'un réflexe myotatique se réalise indépendamment de l'intervention d'un centre nerveux.

3- L'électroneurogramme (tracé 1) montre que lors de l'étirement du muscle :

- la fréquence des potentiels d'action augmente.
- l'amplitude des potentiels d'action augmente.
- la fréquence et l'amplitude des potentiels d'action augmentent.
- la fréquence et l'amplitude des potentiels d'action augmentent puis diminuent.

4- Ainsi lorsque Sherrington incline vers le bas la planche sur laquelle l'animal est allongé, l'électroneurogramme permet de montrer que :

- l'amplitude des potentiels d'action permet de coder le message nerveux moteur.
- la fréquence des potentiels d'action permet de coder le message nerveux moteur.
- l'amplitude des potentiels d'action permet de coder le message nerveux sensoriel.
- la fréquence des potentiels d'action permet de coder le message nerveux sensoriel.

Sujet 2-2 - l'anxiété chronique...**(5 points)**

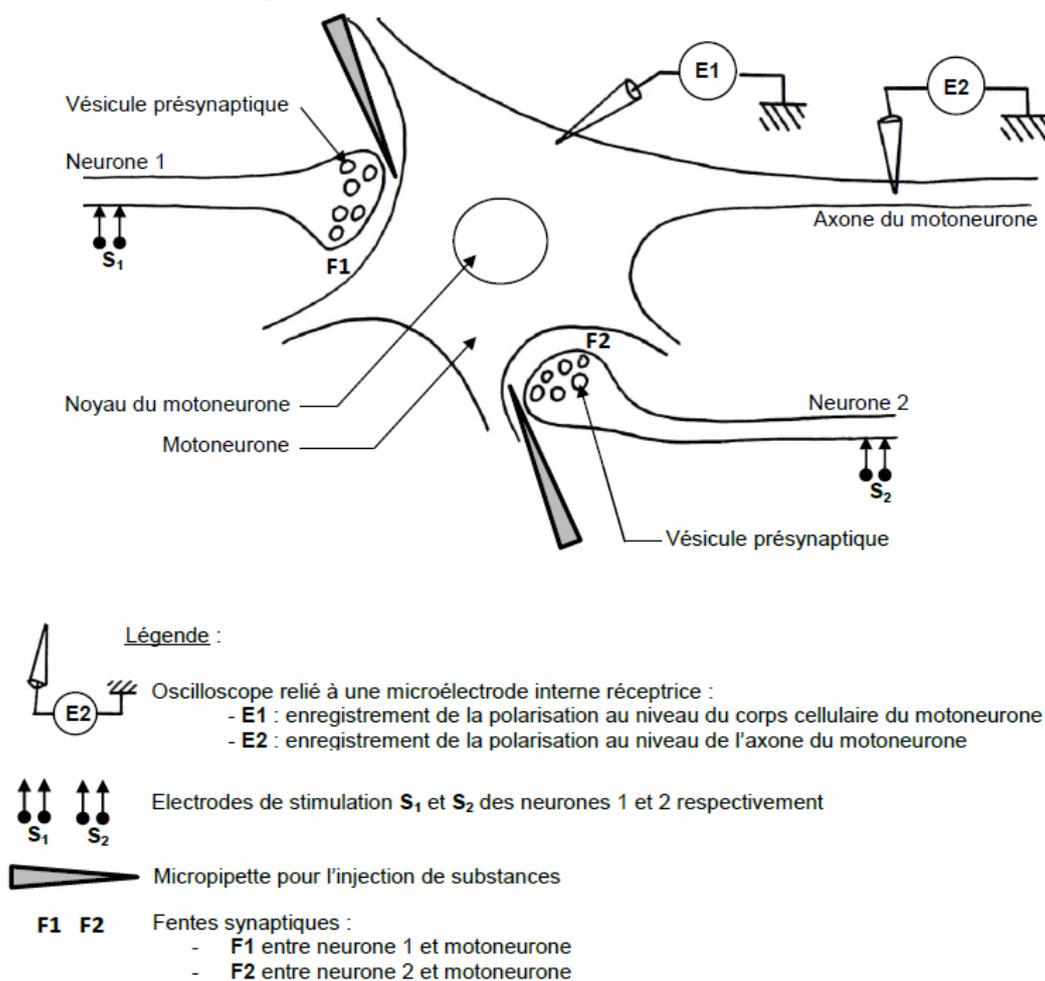
L'anxiété chronique peut s'accompagner de contractions musculaires brusques et inopinées des muscles squelettiques. Ces contractions musculaires peuvent être soignées par des médicaments antidépresseurs comme les benzodiazépines.

Aucune connaissance préalable sur les synapses étudiées ici n'est nécessaire.

À partir de l'exploitation des documents et de l'utilisation des connaissances, expliquer l'apparition des symptômes musculaires dus à l'anxiété et leur traitement par les benzodiazépines.

L'exploitation du document de référence n'est pas attendue.

Document de référence : montage expérimental et localisation des expériences menées sur un motoneurone de moelle épinière de mammifère



Document 1 : résultats expérimentaux d'une stimulation au niveau de S1, de S2 et d'une stimulation simultanée de S1 et S2 chez les mammifères

Les motoneurones qui commandent des cellules musculaires des muscles squelettiques sont soumis à des informations diverses qu'ils intègrent sous la forme d'un message nerveux unique. Chaque information reçue par le motoneurone perturbe son potentiel de repos, si cette perturbation atteint un certain seuil, des potentiels d'action se déclenchent.

En période de crise d'anxiété, les informations que les motoneurones intègrent sont modifiées.

Opérations effectuées	Enregistrements en E1	Enregistrements en E2	Contraction de la fibre musculaire (+ : présence ; - : absence)
Stimulation en S1			-
Stimulation en S2			+
Stimulation en S1 et S2 simultanément			-

----- Seuil de dépolarisation nécessaire au déclenchement d'un potentiel d'action dans le motoneurone

Document 2 : effet sur le motoneurone de mammifère d'une injection de GABA ou d'acétylcholine en l'absence de toute stimulation électrique

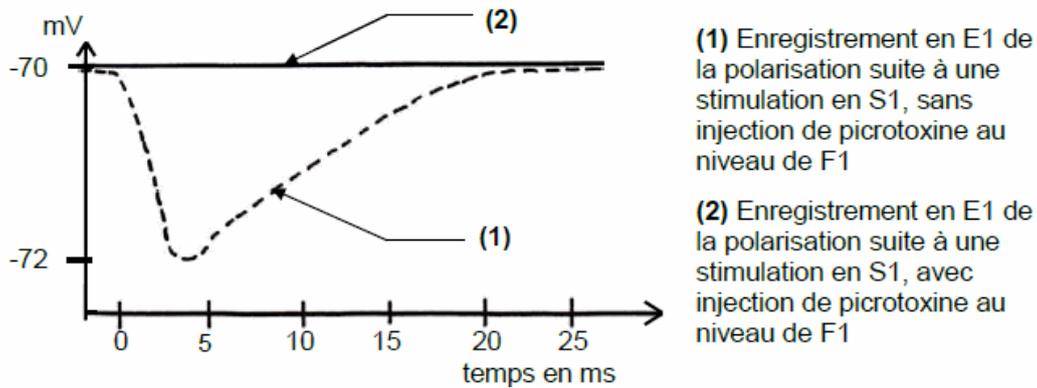
Opérations effectuées	Injection de GABA au niveau de F1	Injection d'acétylcholine (ACh) au niveau de F2
Enregistrements en E1		

----- Seuil de dépolarisation nécessaire au déclenchement d'un potentiel d'action dans le motoneurone

D'après <http://www.didier-pol.net/6SAS697.html>

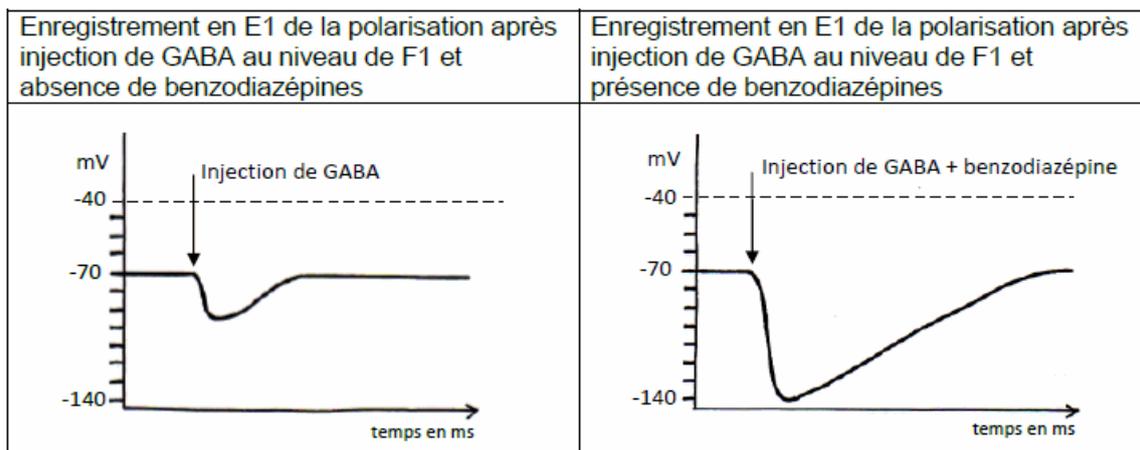
Document 3 : reproduction expérimentale des signes de l'anxiété chez les mammifères

On peut reproduire expérimentalement la situation des synapses associée à l'anxiété. Pour cela on injecte de la picrotoxine dans la fente synaptique F1. La picrotoxine est capable de se fixer sur les récepteurs membranaires au neurotransmetteur GABA situés sur le motoneurone.



Document 4 : action des benzodiazépines chez les mammifères

De nombreuses substances utilisées en médecine comme médicaments se lient spécifiquement aux récepteurs membranaires. Les benzodiazépines (comme le Valium® et le Librium®) sont des tranquillisants (utilisés contre l'anxiété) qui se fixent de manière spécifique aux récepteurs membranaires du GABA.



-----Seuil de dépolarisation nécessaire au déclenchement d'un potentiel d'action dans le motoneurone

Sujet 2-2 - plasticité cérébrale...

(5 points)

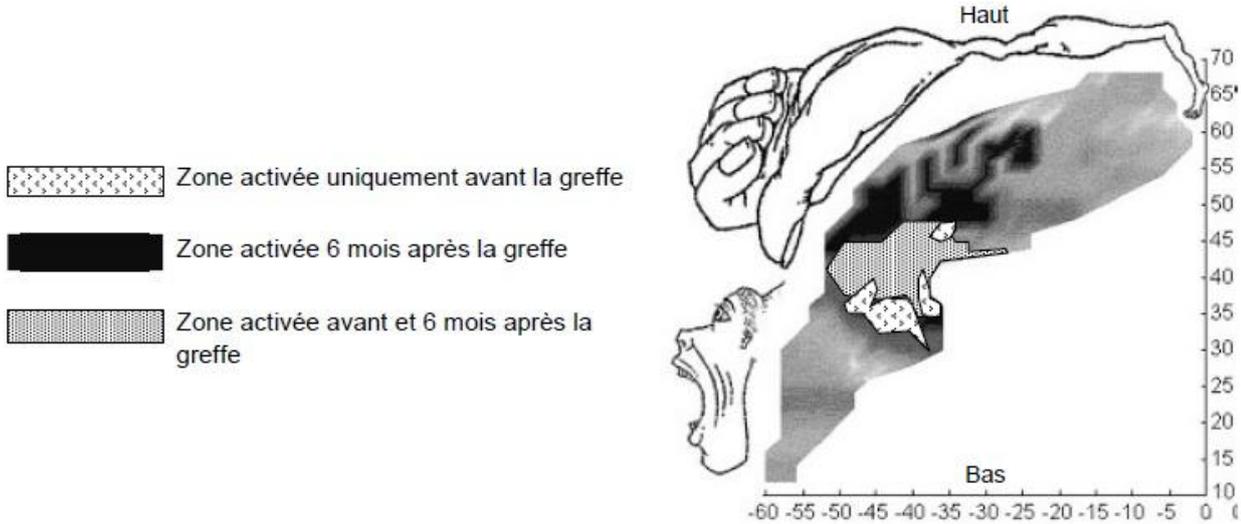
Les recherches sur le cerveau et les techniques d'imagerie ont dévoilé les capacités du cerveau à se réorganiser chez les individus adultes.

À partir de l'exploitation des documents proposés, indiquer les caractéristiques de la plasticité cérébrale du cortex moteur et les conditions de son développement.

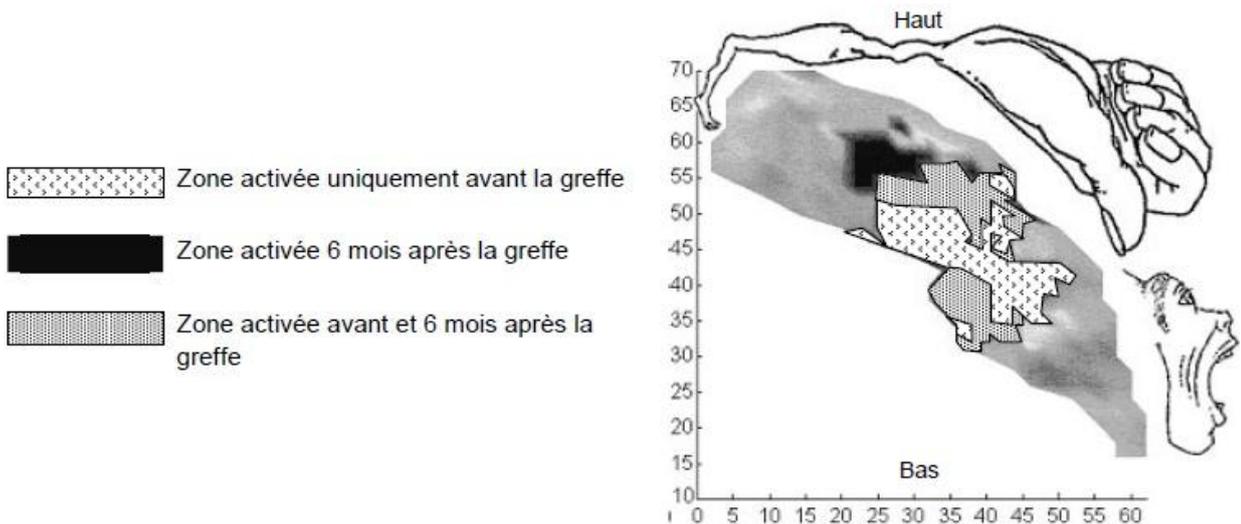
Document 1 : Étude de l'activité du cortex moteur après une greffe des deux mains.

Un homme a subi en 1996 la section accidentelle de ses deux mains. En 2000, soit 4 ans après l'amputation, une greffe bilatérale des mains a été pratiquée à Lyon. Les mouvements de la main sont effectués grâce aux muscles de l'avant-bras. Avant l'opération, cet homme amputé des mains pouvait contracter les muscles de ses avant-bras.

Document 1a : Évolution de la carte d'activation obtenue dans le cortex moteur de l'hémisphère gauche (qui contrôle la main droite) lorsque le patient exécute des mouvements de la main droite avant et après l'opération.



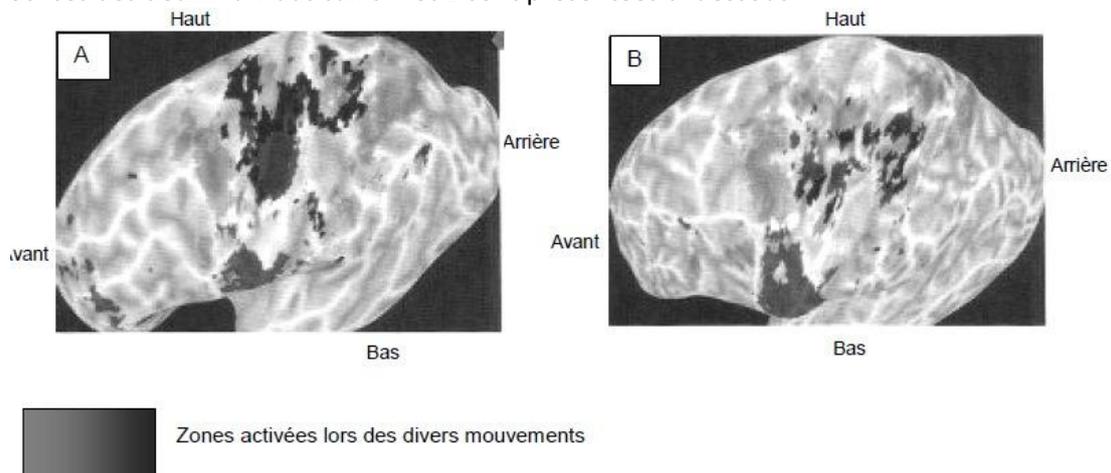
Document 1b : Évolution de la carte d'activation obtenue dans le cortex moteur de l'hémisphère droit (qui contrôle la main gauche) lorsque le patient exécute des mouvements de la main gauche avant et après l'opération.



Document 2 : Comparaison de la carte motrice de 2 individus sains

La cartographie du cortex moteur de l'hémisphère gauche de deux individus A et B différents a été obtenue en leur demandant d'effectuer les mêmes mouvements sollicitant des régions musculaires précises : mouvement de l'oeil, des doigts, du poignet ou de l'avant-bras.

Les cartes motrices des deux individus sains A et B sont présentées ci-dessous.



Document 3 : Modifications cérébrales observées après une lésion due à un A.V.C. (accident cérébral vasculaire).

	Phase précoce (2 à 3 mois après l'AVC)	Phase tardive (jusqu'à 12 à 18 mois après l'AVC)
Mécanismes de plasticité cérébrale	– activation de certaines synapses préexistantes mais inactives – activation de certaines synapses préexistantes qui étaient inhibées* par d'autres neurones	– apparition de nouvelles synapses – création de nouveaux circuits de neurones

* inhibé : dont le fonctionnement est bloqué

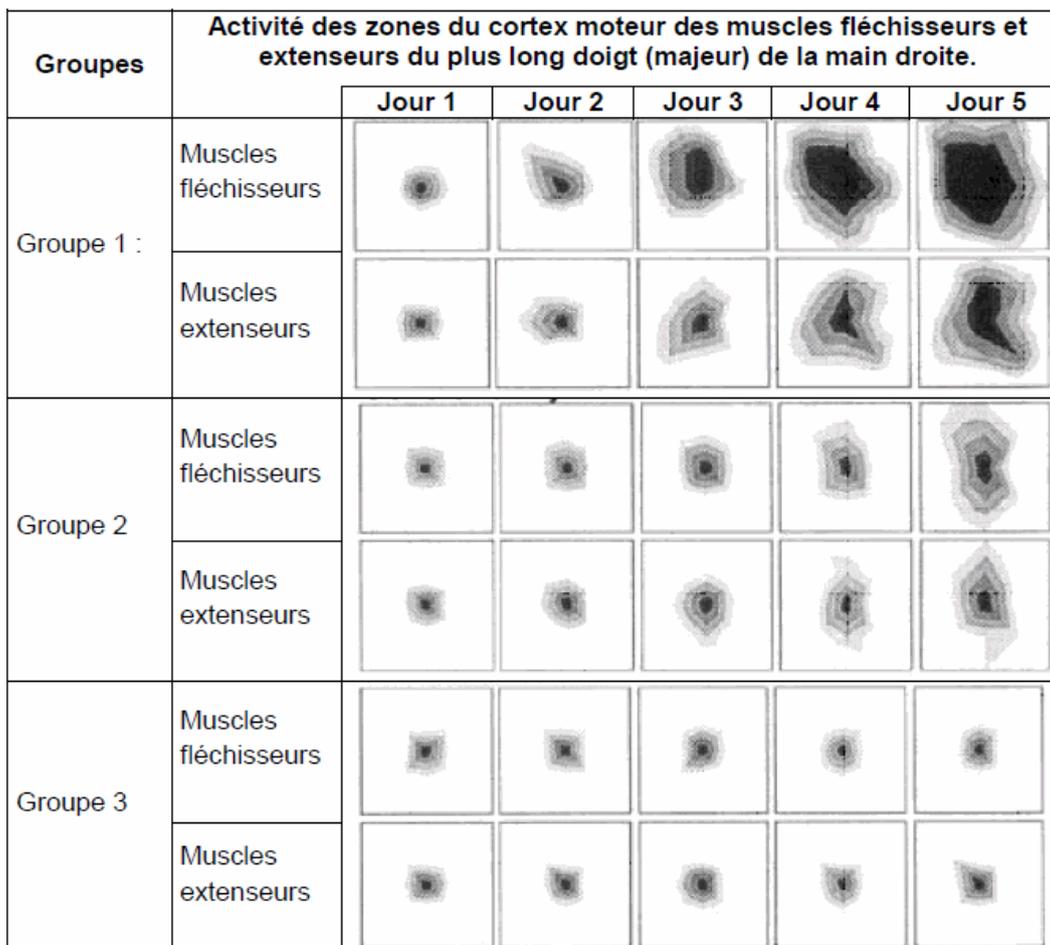
Document 4 : Évolution de la zone corticale motrice dédiée aux doigts en fonction de l'entraînement au piano.

On étudie les effets d'un entraînement moteur au travers des mouvements des doigts. Chaque jour, pendant 5 jours, 3 groupes de 6 personnes non musiciennes viennent pratiquer le piano (ou ne rien faire) pendant 2 heures.

- Groupe 1 : les personnes pratiquent une séquence de huit notes à faire avec la main droite (notamment avec le doigt le plus long) au piano avec un métronome.
- Groupe 2 : les personnes jouent ce qu'elles veulent au piano mais n'ont pas le droit de jouer des séquences fixes.
- Groupe 3 : les personnes ne font rien.

Tous les jours, on procède à une stimulation magnétique transcrânienne (TMS) qui permet de définir la cartographie des zones motrices corticales pour les muscles fléchisseurs et extenseurs du plus long doigt de la main droite.

L'activité de la zone corticale mesurée pour les 3 groupes pendant les 5 jours est présentée dans le tableau suivant.



2 cm

Devoir maison : Le curare

*Le curare est utilisé par certains Amérindiens et Aborigènes comme poison : ils en enduisent leurs flèches. Cette substance est extraite de certaines lianes d'Amazonie, notamment *Chondodendron tomentosum*. Elle provoque une paralysie des muscles.*



Expliquer comment le curare peut-il provoquer une paralysie musculaire.

Supports :

- Livre p 360, 361 ,362 ,363
- Animation sur le site de l'université de Jussieu : La transmission synaptique : <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/synapse/synapse.htm> (facultatif)

Production attendue : Schéma fonctionnel répondant au problème posé

Critères de réussites :

- **Le schéma est pertinent** : il permet d'expliquer comment le curare perturbe le fonctionnement normal d'une synapse neuro-musculaire et provoque une paralysie musculaire
- **Le schéma est cohérent et fonctionnel** : la succession des étapes est logique et clairement indiquée.
- **Le schéma est complet** : il comporte : le neurone présynaptique, la fibre musculaire, la fente synaptique, les vésicules de neurotransmetteurs, les récepteurs de la membrane post synaptique, le curare.
- **Le schéma est correctement mis en forme** : il est suffisamment gros (1 page A4), il comporte des couleurs, est légendé, clair et soigné. Il comporte un titre.