

Exercices thème 3B. Communication nerveuse

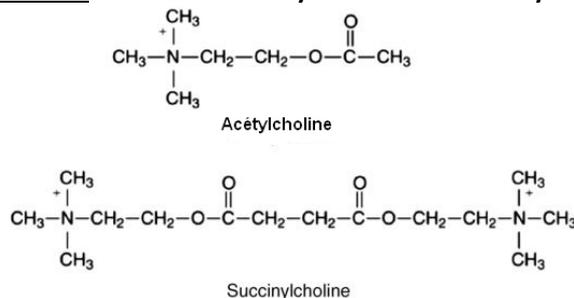
A. 2ème PARTIE – Exercice 2 (5 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Le succinylcholine est une molécule utilisée en médecine d'urgence afin de réaliser l'intubation oro-trachéale.

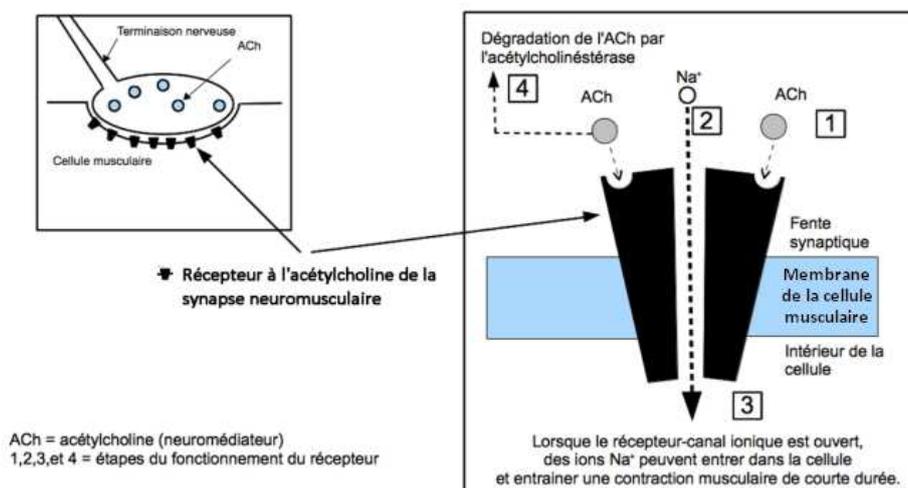
Ce geste technique nécessite l'immobilité des cordes vocales (chacune actionnée par un muscle vocal) lors de l'introduction d'un dispositif tubulaire dans la trachée qui permet la ventilation mécanique et l'administration de médicaments par voie pulmonaire.

À l'aide de l'exploitation des documents mis en relation avec les connaissances, expliquer le mode d'action et les effets de la succinylcholine sur les muscles vocaux.

Document 1 : molécules d'acétylcholine et de succinylcholine

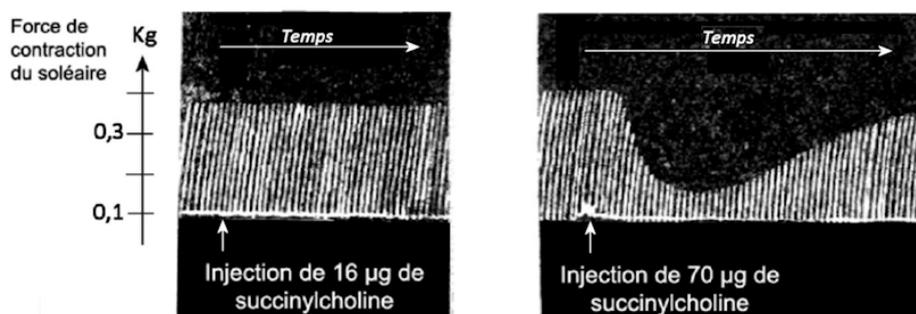


Document 2 : Le récepteur à l'acétylcholine et son action au niveau de la synapse neuromusculaire



Document 3 : Mesure de l'activité musculaire (soléaire, muscle du mollet), en réponse à des stimulations successives, au cours de l'administration de doses croissantes de succinylcholine. (Les fonctionnements des muscles des cordes vocales et soléaires sont comparables).

L'injection de succinylcholine est matérialisée par la flèche blanche, chaque trait correspond à une contraction répondant à une stimulation et la hauteur du trait représente la force de la contraction.



D'après Brit. J. Pharmacol. (1953) Studies on the pharmacology of succinylcholine. By G.F. Somers 1952.

Document 4 : Dégradation des neurotransmetteurs dans la fente synaptique

« L'acétylcholinestérase hydrolyse l'acétylcholine et neutralise son action en moins de 5 millisecondes. La fibre musculaire est alors susceptible de répondre à une nouvelle émission de neuromédiateurs.

L'action des pseudo-cholinestérases (responsables de la neutralisation de la succinylcholine) est lente et la succinylcholine subsiste environ 10 minutes dans la fente synaptique. »

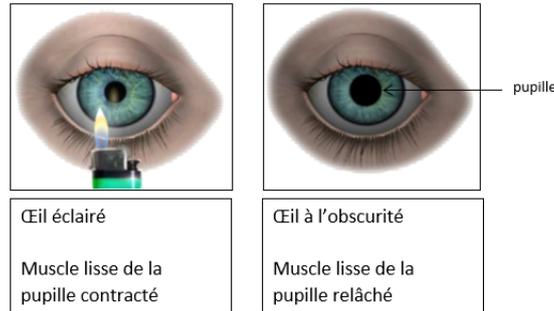
D'après Physiologie de la jonction neuromusculaire et mécanisme d'action des curares. N. Ouédrogo et al. Nov 2011

B. 2ème PARTIE – Exercice 1 (3 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse.

Les ophtalmologistes utilisent des collyres comme « l’atropine collyre » pour permettre l’examen du fond de l’œil grâce à une ouverture complète de la pupille malgré la présence d’une lumière forte.

À partir de l’étude des documents, justifier l’emploi de « l’atropine collyre » par les ophtalmologistes pour provoquer l’ouverture complète de la pupille malgré l’éclairage fort.

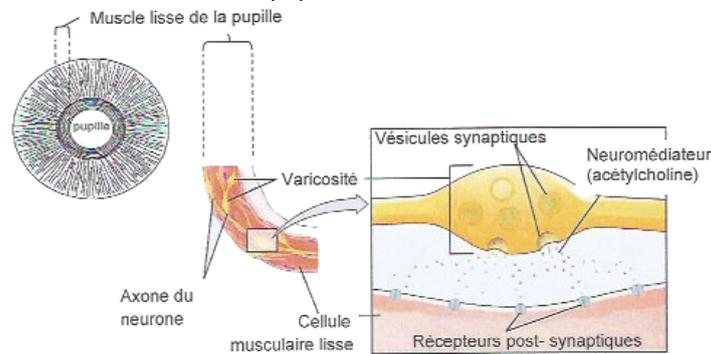
Document 1a : Les réflexes de la pupille.



D’après le logiciel « L’œil » de Pierre Perez – Académie de Toulouse

Document 1b : Fonctionnement de la synapse neuromusculaire au niveau du muscle lisse de la pupille.

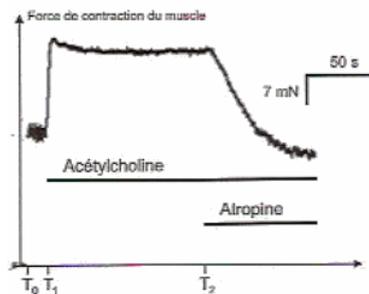
Lorsque l’œil est éclairé, l’activité mise en place se traduit par la libération d’acétylcholine par les neurones situés au niveau du muscle lisse de la pupille.



D’après <http://cnx.org>, consulté en novembre 2016

Document 2 : Action de l’acétylcholine et de l’atropine sur un muscle lisse de rat

On précise que les phénomènes observés dans cette expérience sont identiques à ceux rencontrés au niveau du muscle lisse de la pupille humaine.



In vitro, des chercheurs ont mesuré en continue la force de contraction de muscles lisses de rat (en milliNewton, mN) :

- à T₀, le muscle est relâché ;
- à T₁, le muscle est placé dans un bain d’acétylcholine ;
- à T₂, la molécule d’atropine est ajoutée dans le bain.

D’après Acta Pharmacologica Sinica 2009, 30(8):1123-1131

C. 1ère PARTIE (8 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse / Maintien de l’intégrité de l’organisme.

La myasthénie

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.

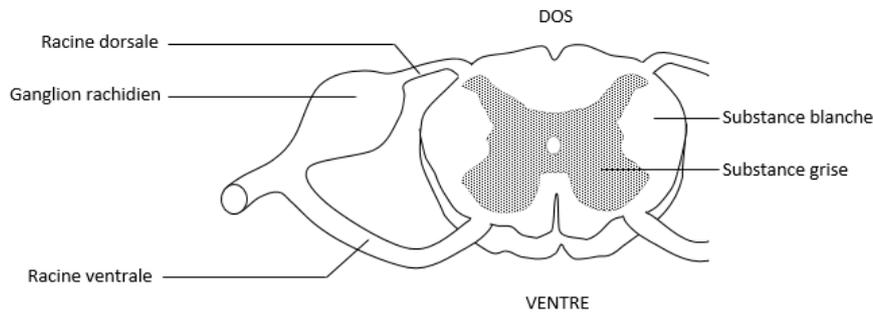
Votre exposé comportera une introduction, un développement structuré, une conclusion et sera illustré d’un schéma comparant le fonctionnement d’une synapse neuromusculaire d’un individu sain au fonctionnement d’une synapse neuromusculaire d’un patient myasthénique. La sélection des lymphocytes impliqués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

D. 1^{ère} PARTIE (8 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse.

Cette partie I comprend deux sous-parties : un questionnaire à choix multiple (QCM) et une question de synthèse (non proposée ici). Le candidat traitera les deux sous-parties.

Le réflexe myotatique, qui provoque la contraction d'un muscle suite à son propre étirement, met en jeu différents éléments qui constituent l'arc réflexe.

Document de référence : Coupe transversale au niveau de la moelle épinière



QCM : 3 points. À partir du document de référence et de l'utilisation des connaissances, répondre aux questions suivantes en indiquant la lettre correspondant à l'unique bonne réponse.

- 1- Au niveau de la moelle épinière, la section de la racine ventrale d'un nerf rachidien :**
 - a) entraîne la paralysie des muscles innervés par les fibres de ce nerf.
 - b) entraîne la suppression de la sensibilité des muscles innervés par ces fibres.
 - c) n'entraîne pas la paralysie des muscles innervés par ces fibres.
 - d) entraîne la perte de sensibilité et de la motricité des muscles innervés par ces fibres.
- 2- Un message nerveux enregistré dans un motoneurone :**
 - a) a une vitesse de propagation variable.
 - b) est codé en fréquence de potentiels d'actions.
 - c) est généré quelle que soit l'activité de la stimulation.
 - d) se propage des terminaisons axonales vers le corps cellulaire.
- 3- Le message nerveux enregistré au niveau d'une fibre neuronale issue d'un récepteur sensoriel localisé dans un musclé étiré :**
 - a) est un potentiel de repos.
 - b) se propage le long d'un neurone dont le corps cellulaire se situe au niveau d'un ganglion rachidien.
 - c) a été généré au niveau du corps cellulaire situé dans les muscles.
 - d) provient de la synapse neuromusculaire.

E. 2^{ème} PARTIE - Exercice 1. (3 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

« Dans une série de leçons au Collège de France publiées en 1875, Claude Bernard exposa ses expériences sur l'action des anesthésiques. Et c'est également au Collège de France que fut enseigné le résultat de ses recherches sur les curares ».

On se propose de retracer quelques étapes de la démarche scientifique suivie par Claude Bernard pour montrer l'action du curare sur le système nerveux : il réalise des expériences sur une préparation comportant un nerf moteur isolé et relié au muscle de la cuisse de grenouille qu'il innerve.

Document : L'expérience historique de Claude Bernard

<p>Expérience 1 Expériences 2 et 3</p> <p>m : muscle de la cuisse de grenouille n : nerf</p>	<p>Soit deux verres de montre V et V' contenant une solution de curare et un muscle isolé de cuisse de grenouille avec son nerf moteur (figure ci-contre).</p> <p>Expérience 1 : le nerf est placé dans le curare du verre de montre V et le muscle à l'extérieur du verre de montre. L'excitation du nerf provoque la contraction du muscle.</p> <p>Expérience 2 : seul le muscle est plongé dans le curare du verre de montre V' et le nerf est laissé à l'extérieur du verre de montre. L'excitation du nerf ne provoque plus la contraction du muscle.</p> <p>Expérience 3 : seul le muscle est plongé dans le curare du verre de montre V' et le nerf est laissé à l'extérieur du verre de montre. La stimulation directe du muscle dans le verre de montre V' provoque sa contraction.</p>
---	--

Les mêmes expériences réalisées avec du sérum physiologique entraînent systématiquement la contraction du muscle.

Modifié d'après Histoire des sciences médicales- Tome XXXIV - N°3 - 2000

Répondre aux questions du QCM en écrivant, sur la copie, le numéro de la question et la lettre correspondant à l'unique bonne réponse.

1. L'exploitation seule de l'expérience 1 permet de dire que le curare :
 - a- agit sur la jonction nerf-muscle.
 - b- agit sur le muscle.
 - c- n'empêche pas le message nerveux de circuler dans le nerf.
 - d- permet la contraction musculaire.

2. L'exploitation seule de l'expérience 2 montre que le curare :
 - a. empêche la circulation du message nerveux au niveau du nerf.
 - b. empêche la contraction du muscle.
 - c. agit uniquement au niveau de la jonction nerf-muscle.
 - d. agit à la fois sur le nerf et sur le muscle.

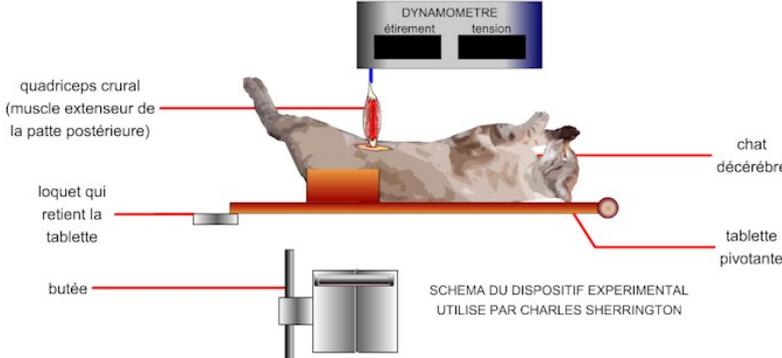
3. La mise en relation des trois expériences montre que :
 - a. le curare agit directement sur le muscle.
 - b. le nerf ne véhicule pas le message nerveux en présence de curare.
 - c. le curare n'agit pas sur la jonction nerf muscle.
 - d. le curare agit sur la jonction nerf muscle.

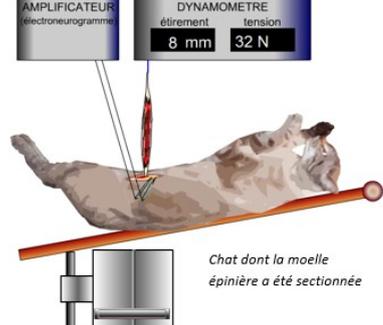
F. 2ème PARTIE - Exercice 1. (3 points). Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

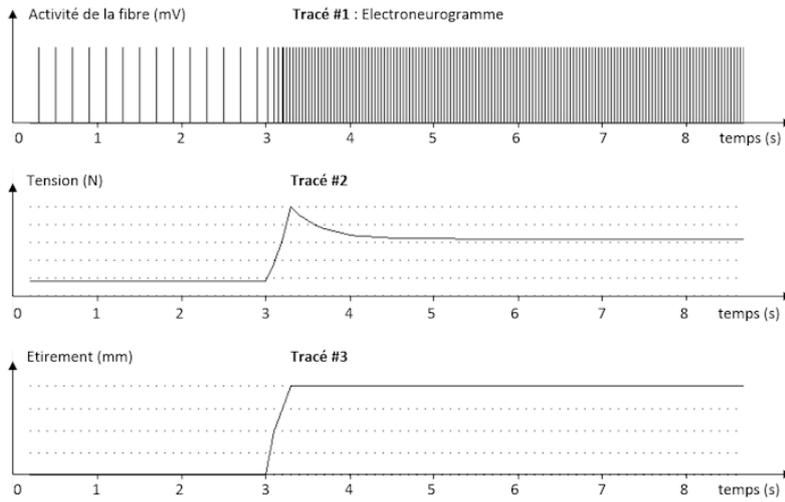
En 1924, le physiologiste britannique Charles Scott Sherrington a réalisé une série d'expériences pour comprendre les mécanismes de rétractation de la patte chez le chat. La modélisation suivante permet de reproduire de façon fidèle mais virtuelle les expériences historiques qui ont permis à Sherrington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

Document :

<p>Dans l'expérience ci-contre, 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.</p> <p>La modélisation consiste ensuite à isoler le muscle extenseur (quadriceps crural) du membre postérieur, à le 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 l'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.</p>	 <p style="text-align: center;">SCHEMA DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL UTILISE PAR CHARLES SHERRINGTON</p> <p style="text-align: center;">Protocole expérimental modélisé</p>
---	---

<p>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.</p>	 <p style="text-align: center;">Chat dont la moelle épinière a été sectionnée</p>
--	---



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.