

ENSEMBLE DES ACTIVITES REALISEES EN CLASSE

Thème 3 : Corps humain et santé

Thème 3A : Comportements, mouvement et système nerveux

CHAPITRE 1 : UN EXEMPLE DE COMMUNICATION NERVEUSE – LES REFLEXES

ACTIVITE 1 : LE CIRCUIT NERVEUX DU REFLEXE MYOTATIQUE

Un réflexe myotatique est une contraction involontaire d'un muscle en réponse à son étirement. Les réflexes myotatiques sont impliqués dans le maintien de la posture.

Problématique : Quels sont les différents éléments impliqués dans l'arc réflexe ?

Consignes de travail :

Réalisez l'activité interactive proposée et aidez du tableau pour mettre par écrit vos observations et interprétations, puis complétez le schéma bilan joint..

Site interactif : <https://view.genial.ly/61a88dcc8d32e80e09bbcd2d>

Compétences disciplinaires

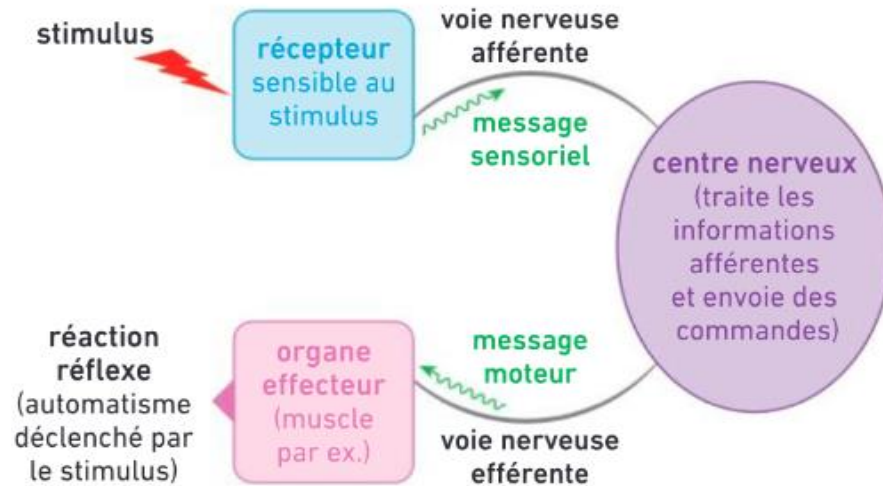
Mettre en évidence les éléments de l'arc réflexe à partir de matériels variés (enregistrements, logiciels de simulation).

Observer des coupes histologiques de moelle épinière.

Compétences générales



Un réflexe implique un centre nerveux



Site interactif :



Vidéo ressource canopé

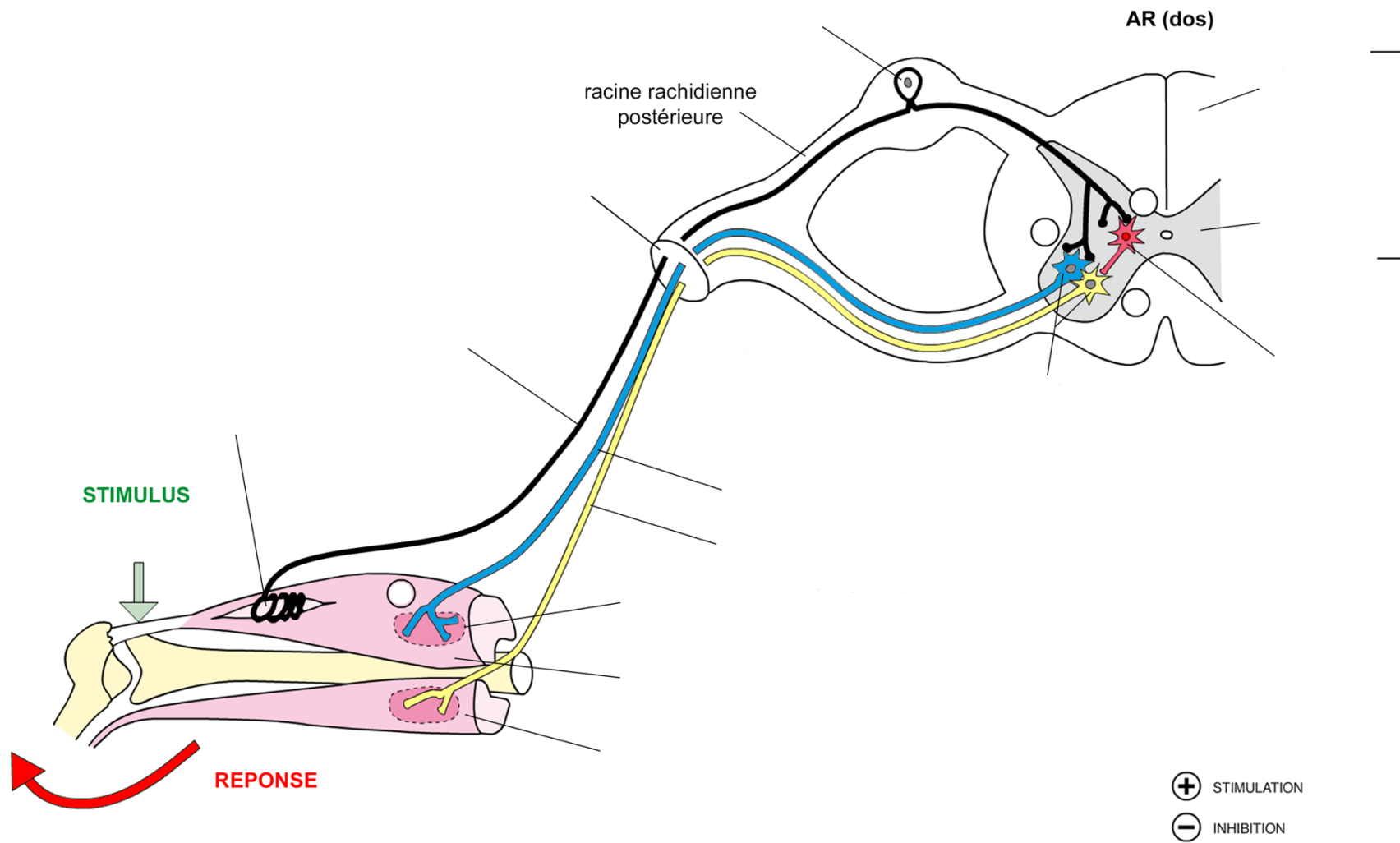


Aide à l'analyse des différents documents et expériences

Document ou expérience	Description et observation	Analyse et éléments du circuit réflexe mis en évidence
<p>Vue au microscope optique d'un fuseau neuromusculaire</p>		
<p>Expériences de section de neurones : Détermination de la localisation du corps cellulaires de neurones impliqués dans le circuit nerveux du réflexe myotatique</p>		
<p>Expériences de section et de stimulation des nerfs rachidiens (expériences de Magendie) : Sens des messages nerveux</p>		

Expérience EXAO		
Rôle des interneurones inhibiteurs dans le relâchement du muscle fléchisseur		
Vue au microscope optique d'une plaque motrice		

LE REFLEXE MYOTATIQUE ACHILLEEN
des récepteurs aux effecteurs, intervention de circuits neuroniques médullaires



© F. Labaune

ACTIVITE 1 : LE CIRCUIT NERVEUX DU REFLEXE MYOTATIQUE

Compétences travaillées et niveaux de maitrise

Compétences générales	Maitrise insuffisante	Maitrise fragile	Maitrise satisfaisante	Maitrise très satisfaisante
Rechercher, extraire et exploiter l'information utile	La recherche ne permet pas de répondre du but visé		La recherche permet de répondre au but visé	
	Les données ou informations extraites ne sont pas scientifiques	Les données ou informations sont scientifiques, exactes mais incomplètes et pas toutes pertinentes	Les données ou informations sont scientifiques, exactes, pertinentes mais incomplètes. Elles permettent toutefois de répondre partiellement au but visé.	Les données ou informations sont fiables, exactes, pertinentes et complètes.
Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix à l'écrit en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents	La communication ne permet pas la transmission d'un message scientifique		La communication permet la transmission d'un message scientifique	
	L'élève présente l'ensemble des éléments scientifiques exacts mais ils sont juxtaposés et la forme choisie n'est pas pertinente	Les éléments présentés sont suffisants et partiellement mis en relation et la forme n'est pas pertinente	L'élève présente les éléments de son propos en les organisant de manière cohérente mais la forme de communication n'est pas adéquate.	L'élève présente des éléments dont l'articulation logique facilite la compréhension et la forme de communication choisie est pertinente et ses codes sont respectés.

ACTIVITE 2 : NATURE ET PROPAGATION DU MESSAGE NERVEUX

Mise en situation et problématique

Un patient a été soigné à la clinique Petitval il y a deux semaines. Son traitement comprenait notamment du Tétrazépam, un myorelaxant assez puissant dérivé du curare. Il revient vous voir et se plaint de difficultés à effectuer des mouvements simples (marcher, bouger le bras ...). Vous suspectez une action trop importante du Tétrazépam sur la propagation du message nerveux. On formule alors l'hypothèse que le tétrazépam agit au niveau des axones lors de la propagation du message nerveux ou au niveau de la synapse neuromusculaire.

Problème à résoudre : On cherche à comprendre l'effet des dérivés du curare (Tétrazépam) sur la propagation du message nerveux et son impact sur la contraction musculaire.

Consignes de travail :

Pour réaliser ce travail, vous noterez sur votre fiche de trace écrite l'analyse des différents documents, puis vous réaliserez un audio de ce que pourrait expliquer le médecin au patient. Vous devrez rendre compte des différentes informations issues de l'analyse des documents et des manipulations réalisées. L'ensemble des membres du groupe devra s'exprimer.

Identifier la nature et comprendre la propagation du message nerveux : logiciel Nerf

- En vous basant sur l'utilisation adéquate du logiciel Nerf, ainsi que des ressources du document 1, identifiez la nature du message nerveux circulant dans les neurones et comment il se propage. Pour cela :
 - montrez que les observations permettent de déterminer la nature physique du message nerveux puis justifiez les expressions de « potentiel de repos » et de « potentiel d'action ».
 - précisez quelle propriété essentielle du message nerveux est mise en évidence.
 - établissez la relation entre l'intensité d'une stimulation et les caractéristiques du message nerveux enregistré au niveau d'une fibre nerveuse.

Comprendre le fonctionnement synaptique : logiciel Rastop

- Comparez la synapse neuro-neuronique à la synapse neuromusculaire puis déterminez comment l'information nerveuse est codée au niveau d'une synapse (document 2 et 3).
- Mettre en évidence l'effet du curare sur le système nerveux et son impact sur la contraction musculaire. Pour cela :
 - Proposez une stratégie afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle le curare est un antagoniste du récepteur cholinergique puis mettez en œuvre le protocole pour comparer les complexes achbd – ach ; achbd – curare (document 5).
 - Présentez vos résultats et en déduire la configuration du récepteur à l'acétylcholine en présence de curare. Conclure, en vous aidant du document 4, de l'effet du curare sur la contraction musculaire.

Complétez le schéma bilan.

Compétences disciplinaires

Interpréter des électrographies afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique

Utiliser des logiciels de simulations pour comprendre la nature et la propagation du message nerveux.

Utiliser un logiciel de modélisation et visualisation moléculaire pour comparer neurotransmetteurs et molécules exogènes.

Compétences générales



Document 1 : La nature du message nerveux et son codage

La nature du message nerveux

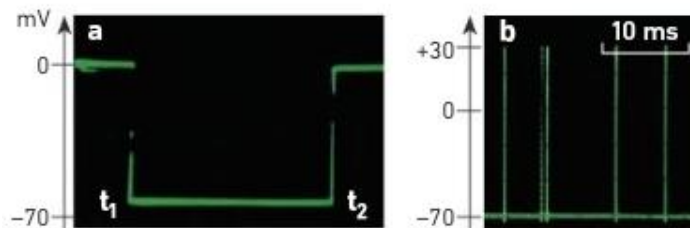
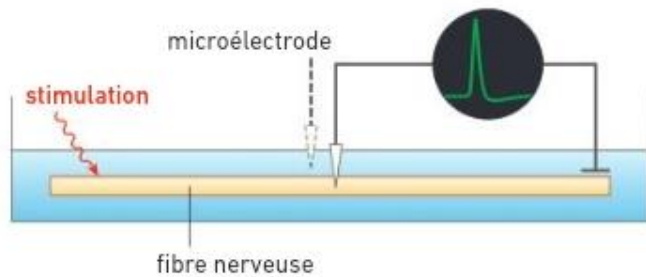
Il est possible d'enregistrer le message nerveux en plaçant des microélectrodes reliées à un dispositif qui mesure la tension électrique au contact ou à l'intérieur d'une fibre nerveuse.

Mesure sur une fibre au repos (sans stimulation)

Avant t_1 , la microélectrode est à la surface de la fibre. De t_1 à t_2 , la microélectrode est enfoncée dans la fibre, puis au temps t_2 , la microélectrode est ressortie de la fibre. De t_1 à t_2 , la tension électrique constatée entre surface et intérieur de la fibre nerveuse est appelée potentiel de repos.

Mesure sur une fibre après une stimulation

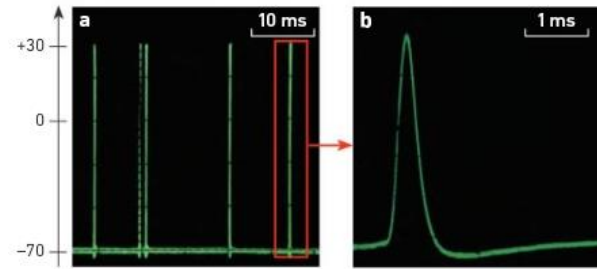
Pendant que l'électrode est implantée, on stimule la fibre nerveuse. On enregistre alors une série de variations très brèves de la tension : ces variations, appelées potentiels constituent un message nerveux.



■ Enregistrement de la tension électrique entre l'intérieur et l'extérieur d'une fibre nerveuse, au repos (a) et après stimulation (b).

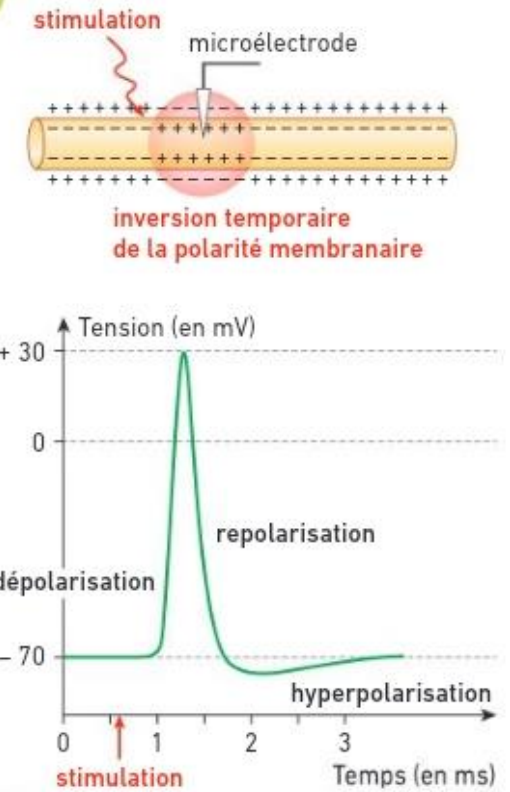
Le potentiel d'action, signal élémentaire du message nerveux

En modifiant la base de temps, on observe plus en détail un potentiel d'action (A) : on constate une phase de dépolarisation, très rapide, suivie d'une repolarisation de la fibre qui retrouve son potentiel de repos.



A Message nerveux (a) et potentiel d'action (b).

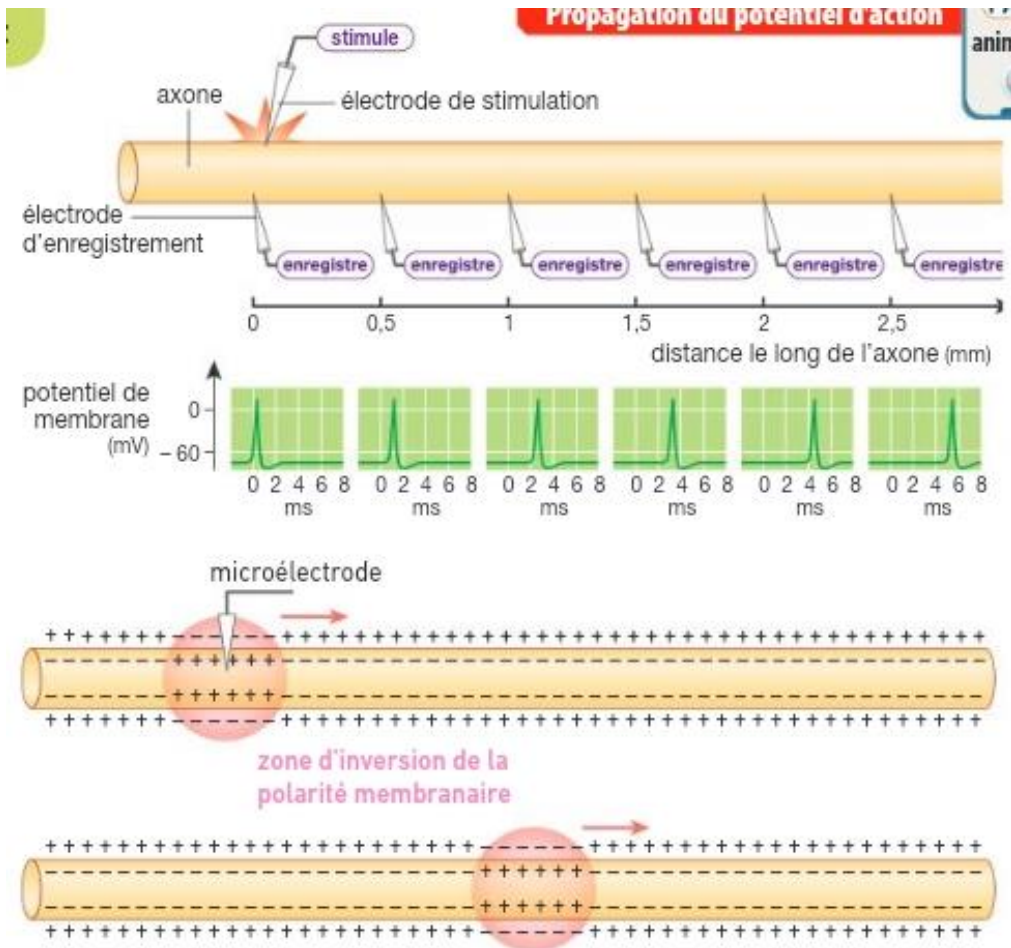
Ceci permet de comprendre la propriété fondamentale d'un récepteur sensoriel : sous l'effet d'un stimulus, il fait naître au niveau de la fibre nerveuse une inversion temporaire de la polarisation membranaire (B). Il en est ainsi pour tous les récepteurs sensoriels, quelle que soit la nature du stimulus (mécanique, chimique, lumineux etc.)



B La naissance d'un potentiel d'action.

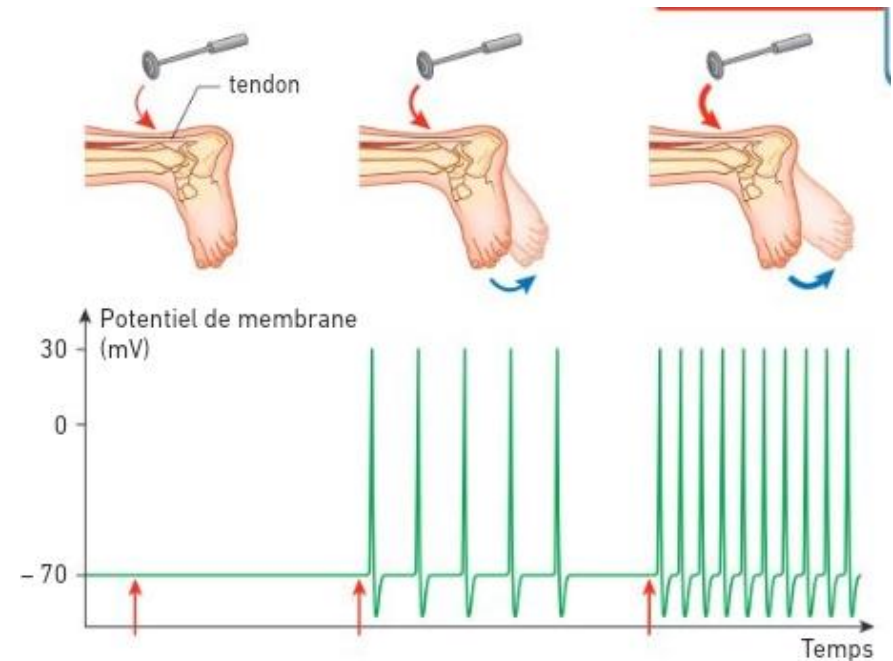
La propagation du message nerveux

En 1938, deux chercheurs, Hodgkin et Rushton, réalisent l'expérience suivante : ils portent une stimulation sur une fibre nerveuse « géante » de calmar et enregistrent la tension électrique transmembranaire à différentes distances du point de stimulation. Le potentiel d'action apparaît comme une zone de dépolarisation temporaire de la membrane du neurone, qui se propage de proche en proche. Ils notent que l'amplitude du potentiel d'action ne varie pas : il n'y a pas d'atténuation du signal au cours de sa propagation. La gaine de myéline, présente autour de très significative la vitesse de propagation du signal. Des atteintes de cette gaine se traduisent par des dysfonctionnements graves.

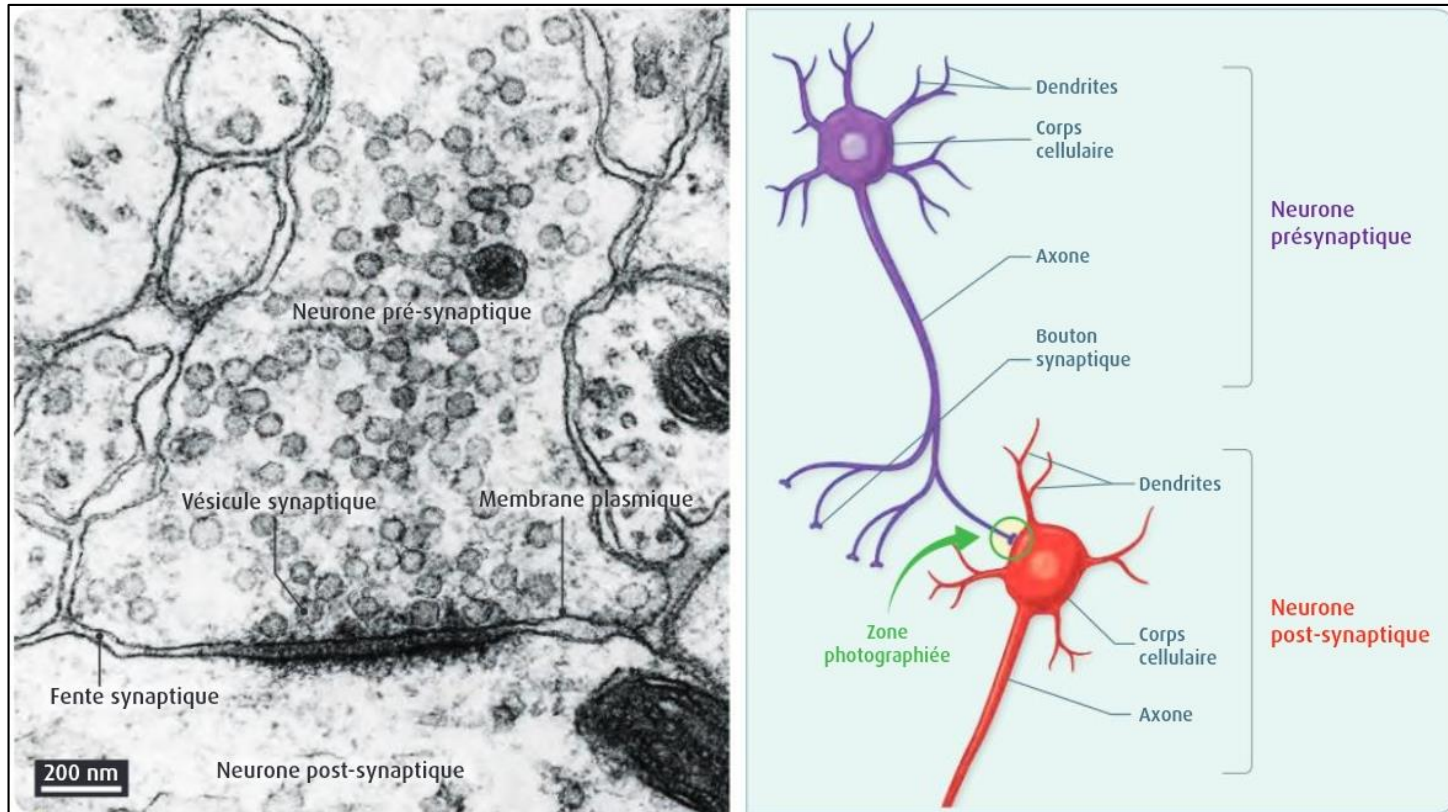


Le codage de l'intensité du stimulus

Un potentiel d'action est rarement isolé : à la suite de la stimulation efficace d'un récepteur sensoriel, on constate que c'est une salve de potentiels d'action qui naît et se propage. Ainsi, un message nerveux est constitué par une succession de plusieurs potentiels d'action. Le schéma ci-contre montre le message nerveux généré par un fuseau neuromusculaire pour trois stimulations d'intensité croissante (chocs d'intensité croissante donnés avec le marteau).



Document 2a : Synapse neuro-neuronique observée au MET

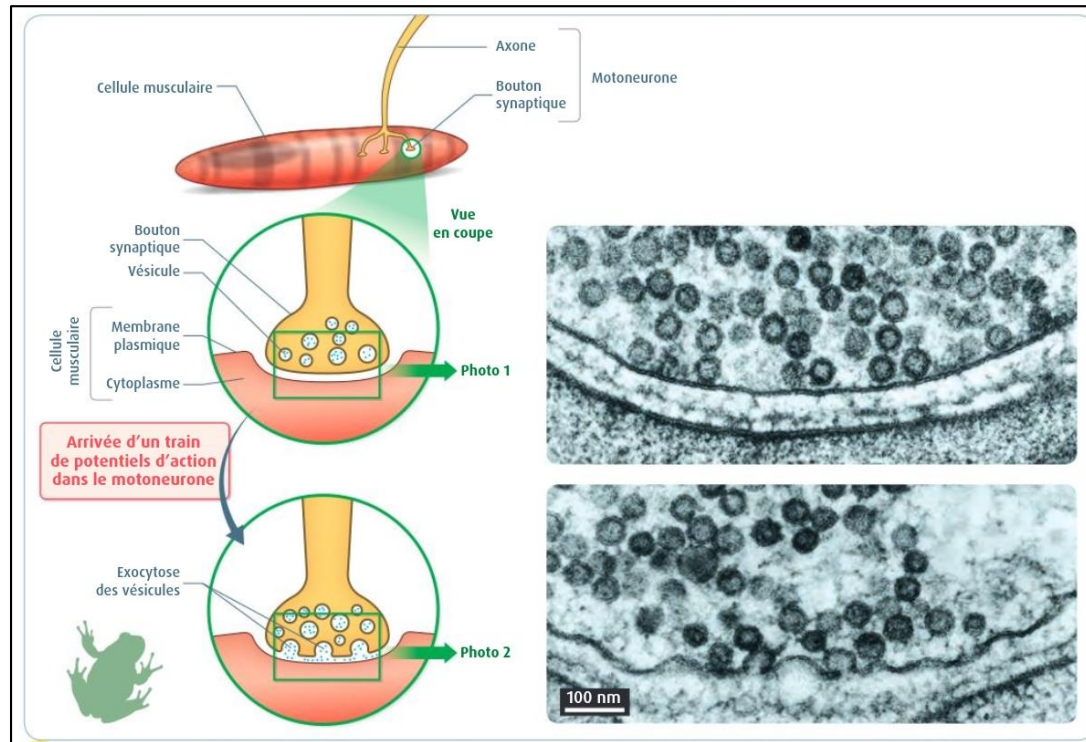


Observation au MET d'une synapse entre deux neurones et schéma d'interprétation

La zone de contact entre deux neurones se nomme synapse. L'espace entre les deux cellules (fente synaptique) ne permet pas la transmission d'un message de nature électrique. Les vésicules contiennent des molécules de neurotransmetteur (ici, il s'agit du glutamate). L'arrivée d'un train de potentiels d'action au niveau du bouton terminal du neurone pré-synaptique provoque la libération du contenu des vésicules dans la fente synaptique.

Document 2b : Plaque motrice ou synapse neuromusculaire, observée au MET

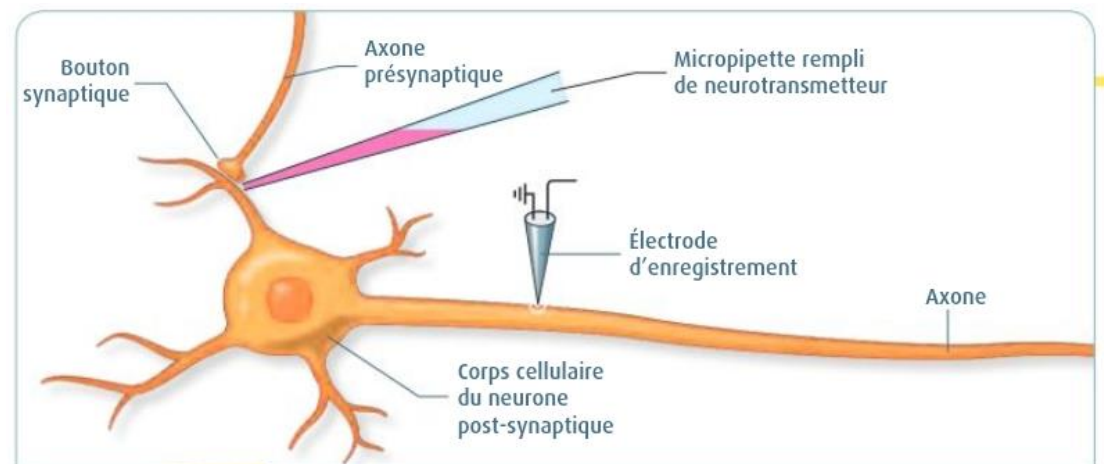
Synapse neuromusculaire de grenouille avant et après stimulation du nerf moteur. La terminaison synaptique des motoneurones contient des vésicules remplies d'une molécule : l'acétylcholine. Ces vésicules dites présynaptiques, peuvent fusionner avec la membrane plasmique et libérer l'acétylcholine dans la fente synaptique : c'est l'exocytose des vésicules. La présence de curare n'empêche pas la libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique.

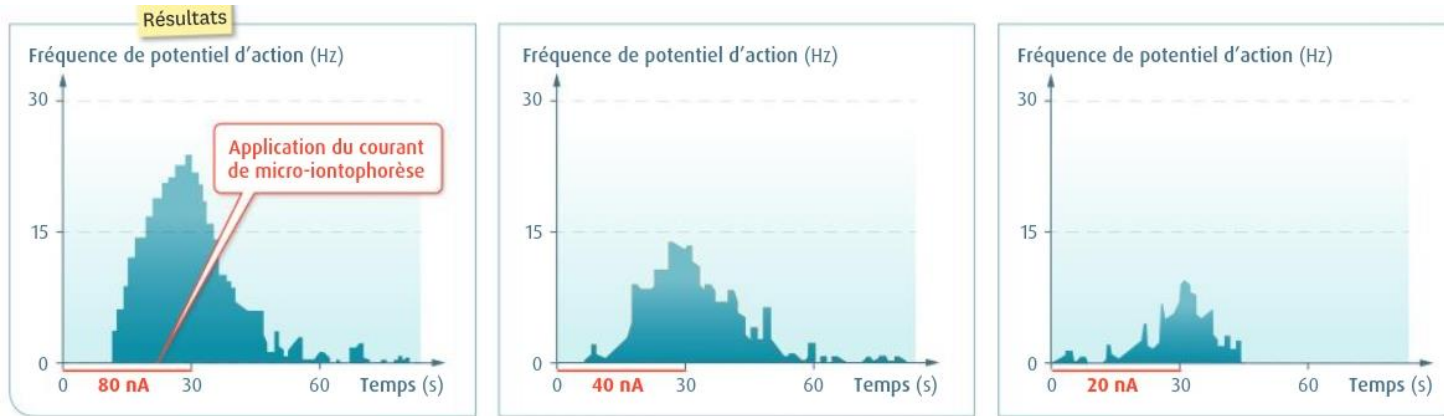


Document 3 : Le codage de l'information au niveau d'une synapse.

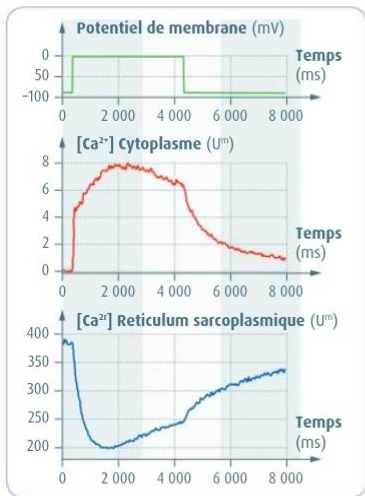
Des résultats d'une expérience de micro-iontophorèse.

L'acétylcholine est un neurotransmetteur. De l'acétylcholine est placée dans une micropipette. Cette dernière est traversée par un courant électrique (courant de micro-iontophorèse) qui permet d'introduire une très faible quantité d'acétylcholine dans la fente synaptique. L'intensité du courant détermine la quantité d'acétylcholine injectée. La fréquence des potentiels d'action du neurone postsynaptique est alors mesurée.

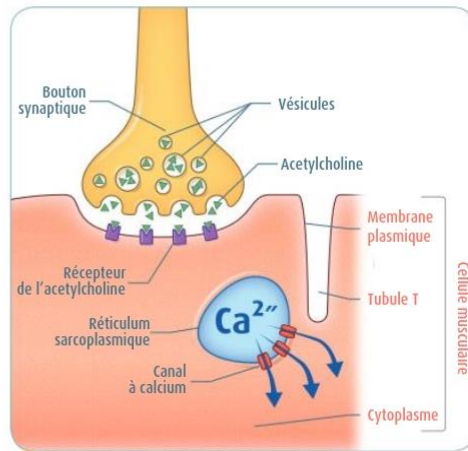




Document 4 : Le déclenchement de la contraction musculaire



5 Effet d'une dépolarisation membranaire sur la concentration de calcium le réticulum sarcoplasmique et le cytoplasme d'une cellule musculaire de grenouille.



6 Vue en coupe schématique au niveau d'un tubule T et des citernes terminales du réticulum sarcoplasmique. La fixation de l'acétylcholine provoque une dépolarisation de la membrane qui se propage le long des tubules T. Cette dépolarisation provoque l'ouverture des canaux à calcium du réticulum sarcoplasmique.

Document 5 : Déterminer l'effet des dérivés du curare. Présentation du récepteur à l'acétylcholine et protocole à partir du logiciel Rastop.

Le récepteur à l'acétylcholine est une protéine transmembranaire. Au niveau des plaques motrices, la fixation d'acétylcholine dans son récepteur entraîne la contraction musculaire. Diverses molécules sont capables de se fixer sur le récepteur de l'acétylcholine, entraînant la création d'un nouveau message nerveux sur le neurone post-synaptique (substances agonistes) ou ont un effet inhibiteur (substances antagonistes). Deux acides aminés du récepteur à l'acétylcholine ont une position déterminante : **CYS 188 et TRP 145** sont situés de part et d'autre du site de fixation de l'acétylcholine. Le récepteur peut adopter 2 configurations :

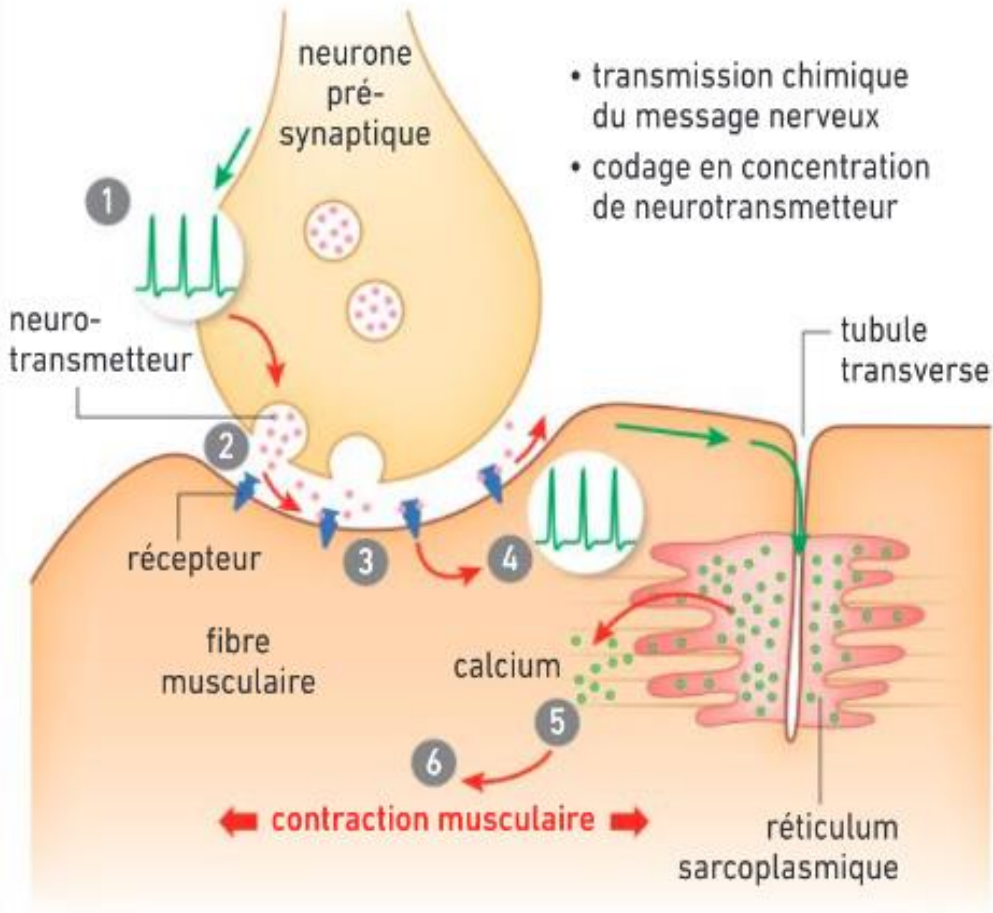
- ouverte (lorsque l'Ach est fixée à son récepteur ; la distance entre CYS 188 et TRP 145 est alors d'environ 11 Angströms)
- fermée (le récepteur est bloqué, par exemple par une molécule antagoniste, aucun message nerveux ne peut apparaître ; la distance séparant CYS 188 et TRP 145 est alors d'environ 15 à 16 Angströms)

Protocole pour visualiser les complexes achbp – acétylcholine et achbp – curare

- Ouvrir les fichiers "achbp_mut_acetylcholine.pdb", "achbp_tubocurarine.pdb" et les colorer par chaîne
- Sélectionner (commande ABC) les molécules liées au récepteur : ACH (acétylcholine) et TBC (tubocurarine) et les mettre en évidence (choisir une couleur pour les deux)
- Sélectionner les acides aminés impliqués dans la fixation de l'acétylcholine à son récepteur et les mettre en évidence (mettre une couleur pour la CYS188 et une autre pour TRP145)
- Pour mesurer la distance entre les deux acides aminés, sélectionnez l'outil mesure puis positionnez la croix du curseur sur l'atome du coude central de chaque acide aminé : la distance en angström s'affiche.
- Comparez les distances entre les deux acides aminés 188 (CYS) et 145 (TRP) de ces deux complexes et en déduire la configuration du récepteur à l'acétylcholine en présence de curare.

SCHEMA A COMPLETER : LE FONCTIONNEMENT D'UNE SYNAPSE

Vous indiquerez au niveau de quelle étape le curare agit et donc entrainera une perturbation de propagation du message nerveux.



1.

2.

3.

4.

5.

6.

ACTIVITE 2 : NATURE ET PROPAGATION DU MESSAGE NERVEUX

Compétences travaillées et niveaux de maîtrise

Compétences générales	Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Maîtrise très satisfaisante
Rechercher, extraire et exploiter l'information utile	La recherche ne permet pas de répondre du but visé		La recherche permet de répondre au but visé	
	Les données ou informations extraites ne sont pas scientifiques	Les données ou informations sont scientifiques, exactes mais incomplètes et pas toutes pertinentes	Les données ou informations sont scientifiques, exactes, pertinentes mais incomplètes. Elles permettent toutefois de répondre partiellement au but visé.	Les données ou informations sont fiables, exactes, pertinentes et complètes.
Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix à l'écrit en utilisant un langage rigoureux et des outils pertinents	La communication ne permet pas la transmission d'un message scientifique		La communication permet la transmission d'un message scientifique	
	L'élève présente l'ensemble des éléments scientifiques exacts mais ils sont juxtaposés et la forme choisie n'est pas pertinente	Les éléments présentés sont suffisants et partiellement mis en relation et la forme n'est pas pertinente	L'élève présente les éléments de son propos en les organisant de manière cohérente mais la forme de communication n'est pas adéquate.	L'élève présente des éléments dont l'articulation logique facilite la compréhension et la forme de communication choisie est pertinente et ses codes sont respectés.
Compétences expérimentales	Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Maîtrise très satisfaisante
Analyser un problème, concevoir une stratégie de résolution et en prévoir les résultats	La stratégie n'est pas adaptée au problème	La stratégie est adaptée au problème mais non déductive et non opérationnelle	La stratégie est adaptée au problème et déductive mais pas complètement opérationnelle	La stratégie est adaptée au problème. Elle est déductive et opérationnelle.
Présenter et exploiter des résultats	Interprétation incorrecte		Interprétation correcte	
	Présentation maladroite	Présentation conforme	Présentation maladroite	Présentation conforme