Enseignement de spécialité - Terminale

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

D. IMBERT - www.svt-imbert.fr

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

Enseignement de spécialité - Terminale

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

D. IMBERT - www.svt-imbert.fr

Terminale SVT - Thème 3A chapitre 1 : Un exemple de communication nerveuse – Les réflexes

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 ?

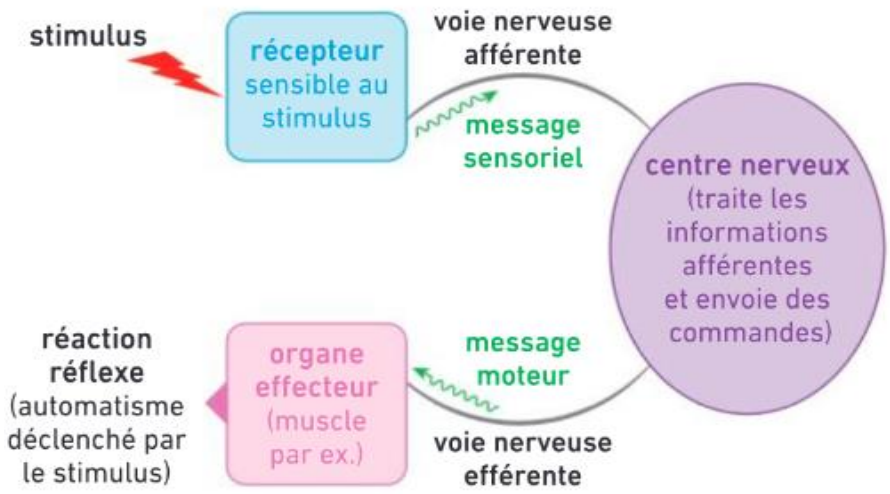
Consignes de travail :

A l'aide des documents proposés dans l'activité interactive :

- Complétez le tableau en déterminer le rôle de chaque structure impliquée, puis décrivez et analysez les ressources ou expériences proposées.
- Complétez le schéma bilan

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

Un réflexe implique un centre nerveux



Site interactif :

Vidéo ressource canopé

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

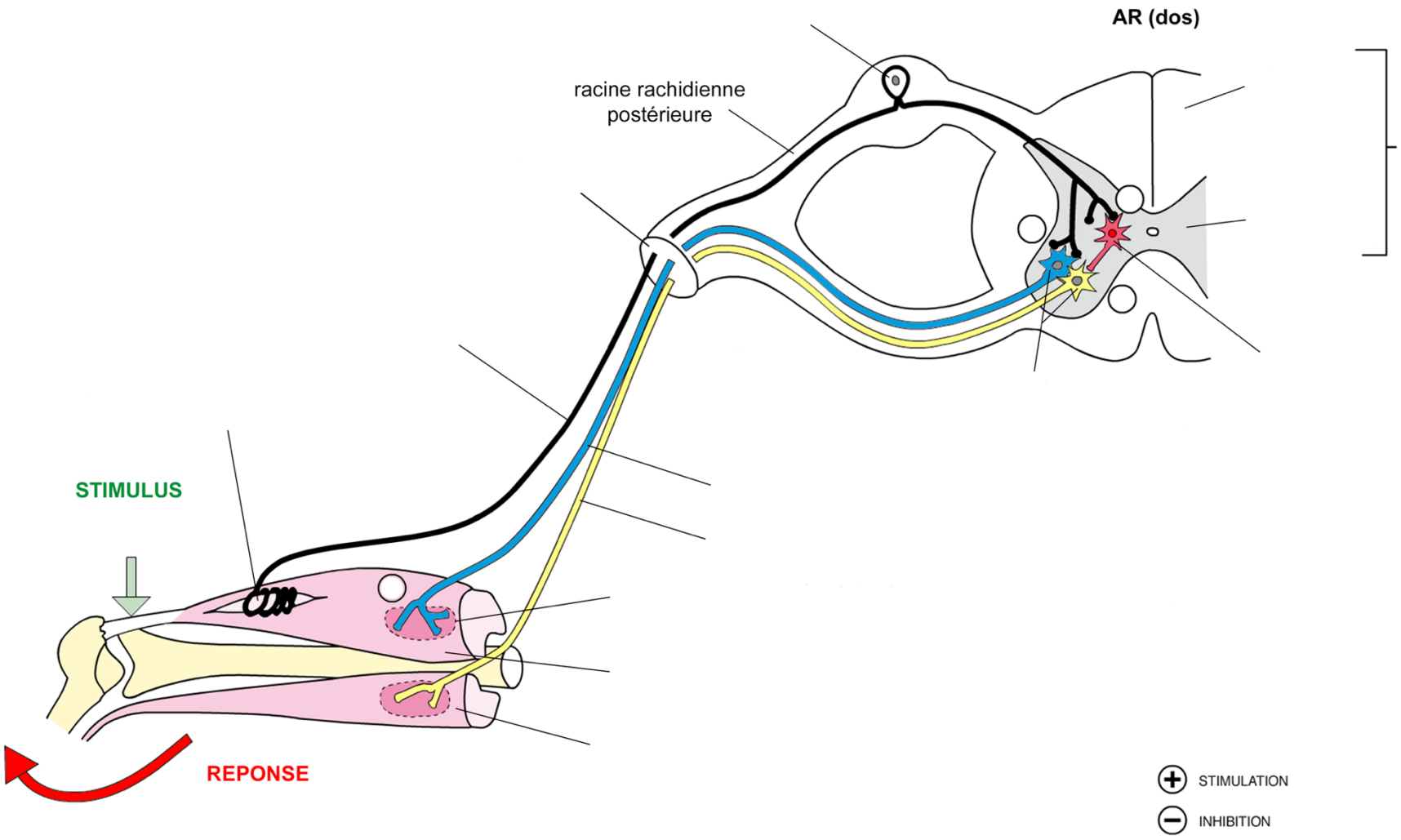
Aide à l'analyse des différents documents et expériences

Document ou expérience	Type de structure impliquée	Description et analyse
Vue au microscope optique d'un fuseau neuromusculaire	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
Expériences de section de neurones : Détermination de la localisation du corps cellulaires de neurones impliqués dans le circuit nerveux du réflexe myotatique	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
Expériences de section et de stimulation des nerfs rachidiens (expériences de Magendie) : Sens des messages nerveux	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	

Expérience EXAO	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
Rôle des interneurones inhibiteurs dans le relâchement du muscle fléchisseur	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	
Vue au microscope optique d'une plaque motrice	☐ Récepteur sensoriel ☐ Fibres nerveuses sensitives ☐ Centre nerveux ☐ Fibres nerveux motrices ☐ Organe effecteur	

LE REFLEXE MYOTATIQUE ACHILLEEN

des récepteurs aux effecteurs, intervention de circuits neuroniques médullaires



© F. Labaune

Enseignement de spécialité - Terminale
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE
D. IMBERT - www.svt-imbert.fr

Terminale SVT - Thème 3A chapitre 1 : Un exemple de communication nerveuse – Les réflexes

ACTIVITE 2 : NATURE ET PROPAGATION DU MESSAGE NERVEUX

Mise en situation et problématique

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune de l'adulte touchant le système nerveux central. Elle ne touche que le système nerveux central qui comporte l'encéphale contenu dans la boîte crânienne (cerveau, cervelet, tronc cérébral et bulbe rachidien) et la moelle épinière située dans la colonne vertébrale. Des cellules immunitaires détruisent la myéline, molécule présente autour des fibres nerveuses, et accélérant la conduction des messages nerveux. Des facteurs génétiques associés à des facteurs environnementaux, comme des infections virales, prédisposent à la maladie.

Problème à résoudre : On cherche à comprendre comment la sclérose en plaques affecte la propagation du message nerveux.

Consignes de travail :

Partie 1 : 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.

Partie 2 : Argumenter sur les causes de la sclérose en plaques (Entrainement ECE)

La stratégie adoptée consiste à réaliser un test de détection des anticorps spécifiques du virus EBV chez des personnes atteintes de sclérose en plaques.

- Réaliser un test d'Ouchterlony (voir fiche technique – annexe 1) en plaçant la solution d'antigènes dans le puits central
- En s'appuyant sur le document 2 et sur vos résultats, présenter et traiter les résultats obtenus, sous la forme de votre choix et les interpréter.
- Proposer une stratégie à adopter pour généraliser les conclusions de l'implication par le virus EBV dans le déclenchement de la sclérose en plaques.
- Conclure, à partir de l'ensemble des données de la partie 2, si une infection par le virus EBV peut être un des facteurs environnementaux favorisant le développement d'une sclérose en plaques.

Compétences disciplinaires

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

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

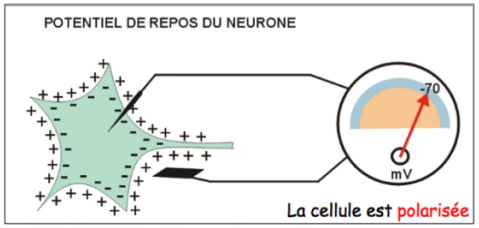
.

Compétences générales

Document 1 : La nature du message nerveux et son codage

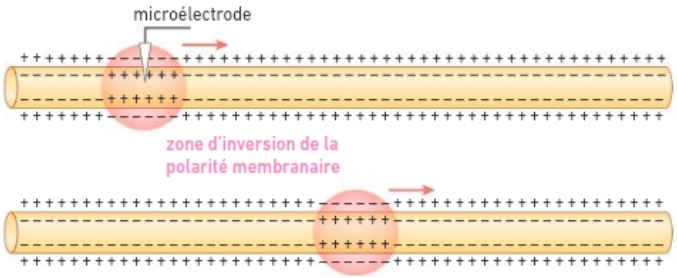
La nature et la propagation du message nerveux

L'étude de l'activité électrique d'une fibre nerveuse peut être réalisée à l'aide d'électrodes très fines (microélectrodes) que l'on implante à l'intérieur de la fibre. En absence de toute stimulation, on constate que la membrane du neurone est polarisée : il existe une différence de potentiel permanente de 70mV entre ses deux faces (-70mV), l'intérieur étant électronégatif par rapport à l'extérieur. Cette différence de potentiel transmembranaire est appelée potentiel de repos.



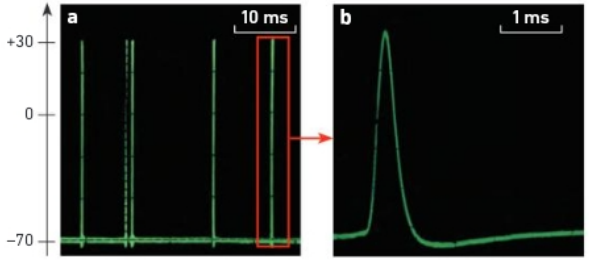
La propagation du message nerveux

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.. 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.



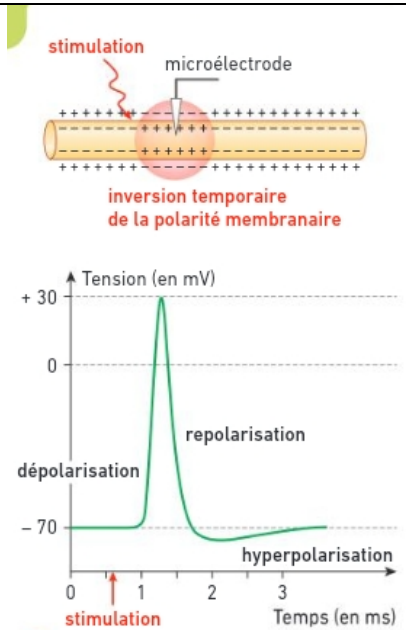
Le potentiel d'action, signal élémentaire du message nerveux

Suite à une stimulation du neurone, on observe une inversion transitoire de la polarisation membranaire : c'est le 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).

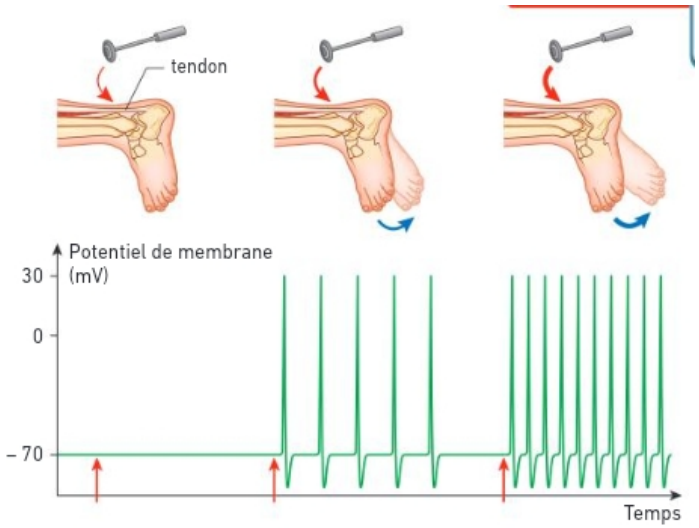
Sous l'effet d'un stimulus, il fait naître au niveau de la fibre nerveuse une inversion temporaire de la polarisation membranaire (B



B La naissance d'un potentiel d'action.

Le codage de l'intensité du stimulus

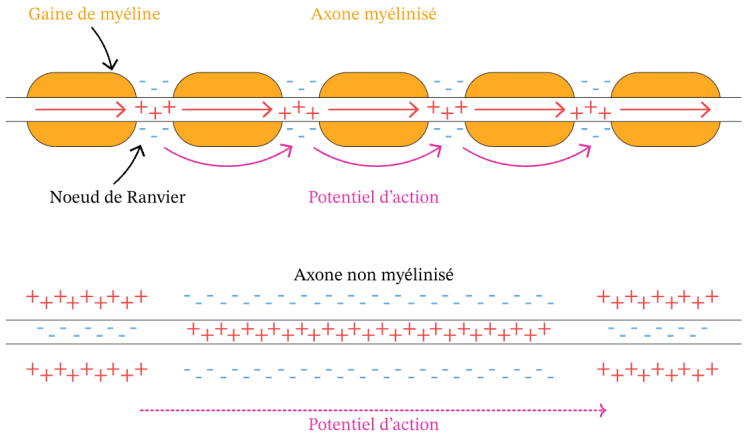
Un potentiel d'action est rarement isolé : un message nerveux est constitué par une succession de plusieurs potentiels d'action. Plus l'intensité du message est importante, plus il y aura de potentiels.



Gaine de myéline et sclérose en plaques

La myéline est une substance qui s'enroule autour des axones des neurones et qui permet leur isolation. Ceci induit l'accélération de la vitesse de conduction des potentiels d'action. Sur un axone myélinisé, on peut observer la succession de zones myélinisées et de zones non myélinisées appelées nœuds de Ranvier. Cette organisation est à l'origine de la conduction saltatoire de l'influx nerveux.

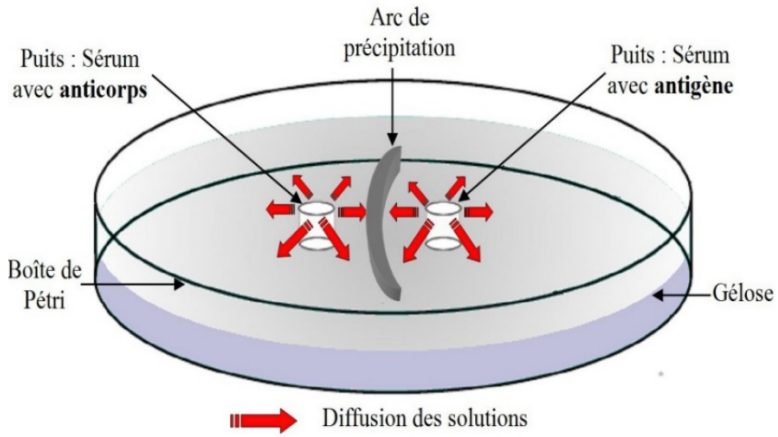
Dans le cadre de la sclérose en plaques, certaines zones sont démyélinisées. Ces plaques de démyélinisation peuvent être réparties au seine de toutes les zones myélinisées du système nerveux central expliquant la diversité des signes cliniques.



Document 2 : Le test d'Ouchterlony et détection des anticorps spécifiques du virus EBV

Le principe de l'immunodiffusion d'Ouchterlony

Cette méthode consiste à utiliser la diffusion de molécules solubles, antigènes et anticorps, dans un gel d'agar : les solutions déposées dans les puits creusés dans le gel diffusent de façon homogène dans toutes les directions autour du puits. Les auréoles de diffusion vont donc entrer en contact lorsqu'elles auront suffisamment progressé.
Lorsque l'antigène et son anticorps spécifique se trouvent ainsi en contact, ils forment un complexe immun Ag-Ac qui se caractérise par un arc de précipitation, visible à l'œil nu.



La séropositivité

La séropositivité désigne la présence d'anticorps dans le sang, spécifique d'un microorganisme. Ces anticorps témoignent du fait que la personne a déjà rencontré le virus contre lequel sont dirigés ces anticorps.

Prévalence de la séropositivité à l'EBV

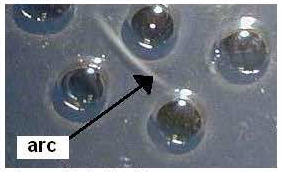
Le virus EBV, ou virus d'Epstein-Barr, est un des virus humains les plus communs. Dans le monde, 80 à 90% des adultes ont été infectés par ce virus, cette prévalence atteint même 95% aux Etats-Unis.

ANNEXE 1 : FICHE TECHNIQUE

LE TEST D'IMMUNODIFFUSION OU TEST D'OUCHTERLONY : RECHERCHE D'UN ANTIGÈNE

Principe de la méthode d'Ouchterlony

C'est une méthode d'immunodiffusion sur gel : les solutions déposées dans les puits creusés dans le gel diffusent de façon homogène dans toutes les directions autour du puits. Deux auréoles de diffusion peuvent donc entrer en contact lorsqu'elles ont suffisamment progressé. Cette zone de contact reste invisible s'il n'y a pas de réaction entre les deux solutions. Quand il y a réaction entre les solutions, il se forme un arc de précipitation visible à l'œil nu. Celui-ci est dû à l'interaction entre de nombreux anticorps et les antigènes spécifiques, entraînant la formation de complexes immuns. Le temps de réaction est de l'ordre de 24h.



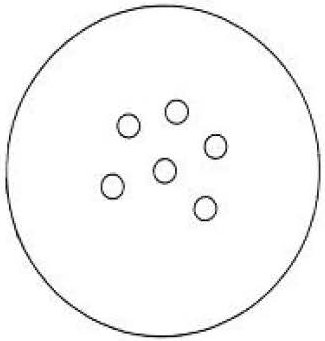
de précipitation

Préparation d'un gel d'Agar à couler dans une boîte de Pétri pour test d'Ouchterlony

1. **Peser** dans la coupelle 0,2g d'Agar prélevés à l'aide de la spatule.
2. **Verser** 14 mL d'eau distillée puis l'Agar dans le Bécher et **dissoudre** soigneusement l'Agar avec la spatule.
3. **Chauffer** le mélange en remuant à la spatule jusqu'à ce que le mélange devienne limpide et **arrêter au tout début de l'ébullition**.
4. **Retirer** à l'aide de la pince en bois, attendre quelques secondes que le Bécher refroidisse afin pouvoir saisir le flacon sans se brûler.
5. **Pipeter** 5 mL de gel d'Agar chaud et fluide et le verser dans une boîte de Pétri.
6. **Egaliser** le niveau et **supprimer** rapidement les bulles.
7. **Laisser** la boite refroidir sans mettre le couvercle.
8. Ne pas remuer les boîtes avant prise du gel d'Agar : environ 5 mn.

Préparation du test

1. **Utiliser** le gabarit de perçage ci-contre (ou celui qui vous est fourni) pour **creuser** à l'aide du tube emporte pièce les puits nécessaires dans le gel d'Agar.
2. **Eliminer** les disques de gélose avec le cure-dent si nécessaire.



Gabarit de perçage dans le gel d'Agar

Réalisation des dépôts

1. **Marquer** sur la boîte de Pétri la disposition des produits à déposer dans les puits permettant de révéler la réaction de l'anticorps étudié avec les différents antigènes proposés.
2. **Remplir** les différents puits avec [ ] µL ou [ ] gouttes : chaque produit devra être prélevé avec un compte goutte propre ou une micropipette à embout propre, puis être déposé dans les puits sans débordement ni bulles et sans endommager le gel d'agar.
3. **Fermer** la boite.
4. **Observer** les résultats fournis sur fond noir et en éclairage rasant.

Enseignement de spécialité - Terminale
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE
D. IMBERT - www.svt-imbert.fr

Terminale SVT - Thème 3A chapitre 1 : Un exemple de communication nerveuse – Les réflexes

ACTIVITE 3 : LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE

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 tétrazepam 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 :

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 (documents 1, 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 (Doc 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

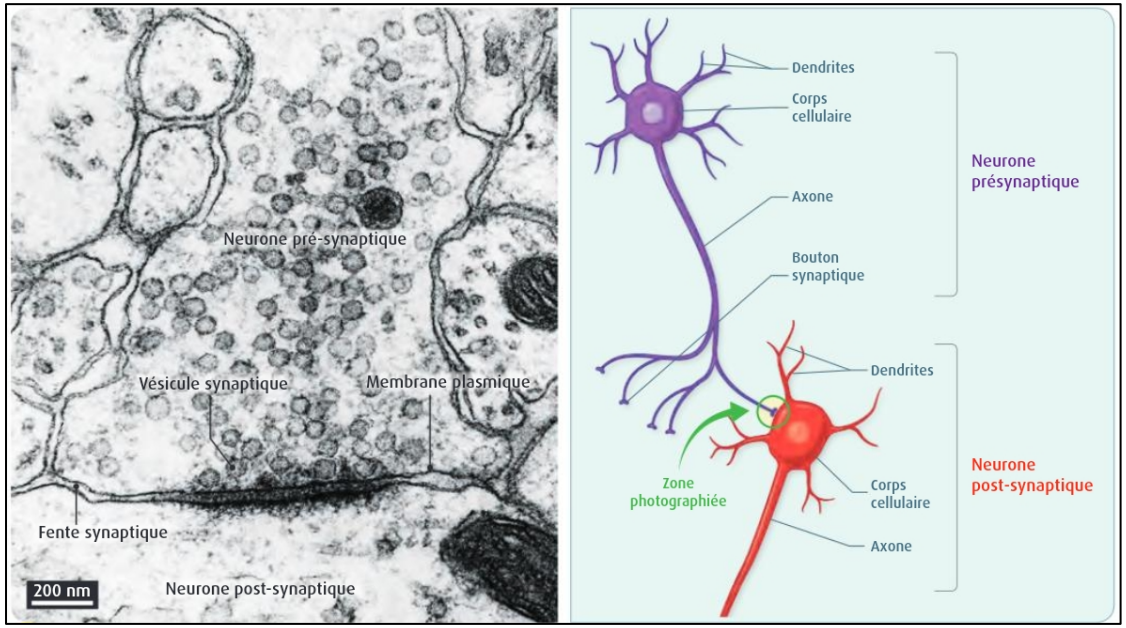
Interpréter des électronographies afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique

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 : Synapse neuro-neuronique observée au MET (microscope électronique à transmission)



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

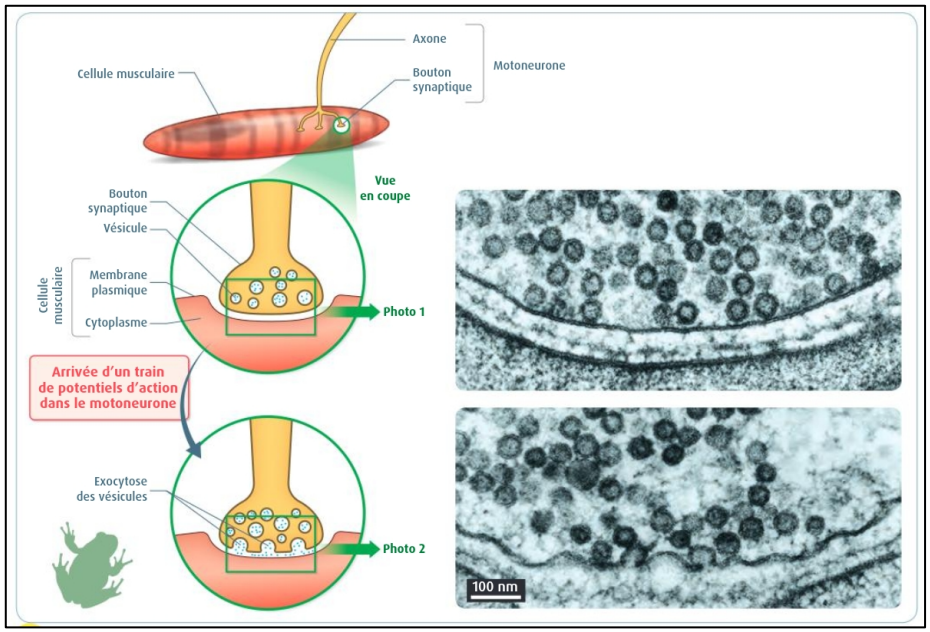
La zone de contact entre deux neurones se nomme synapse. L'espace entre les deux cellules (fente synaptique) ne permet pas la transmission d'un message de nature électrique. Les vésicules contiennent des molécules de neurotransmetteur (ici, il s'agit du glutamate).

L'arrivée d'un train de potentiels d'action au niveau du bouton terminal du neurone présynaptique provoque la libération du contenu des vésicules dans la fente synaptique.

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

Synapse neuromusculaire de grenouille avant et après stimulation du nerf moteur.

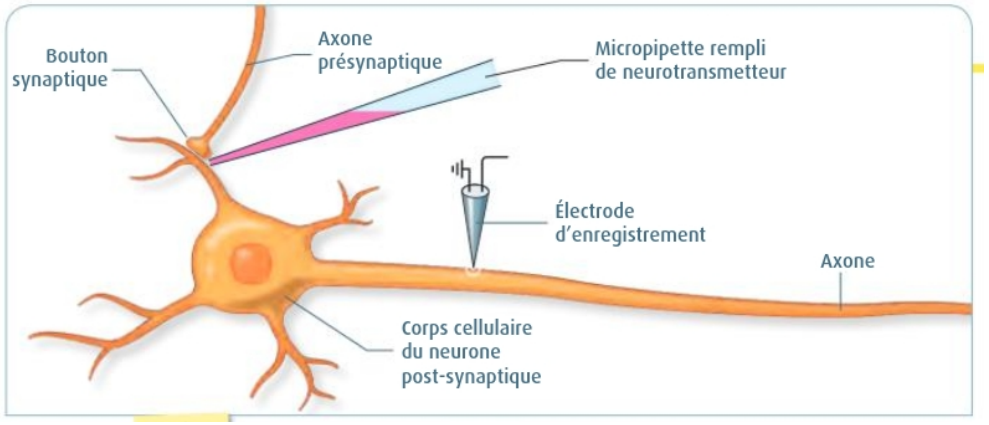
La terminaison synaptique des motoneurones contient des vésicules remplies d'une molécule : l'acétylcholine. Ces vésicules dites présynaptiques, peuvent fusionner avec la membrane plasmique et libérer l'acétylcholine dans la fente synaptique : c'est l'exocytose des vésicules. La présence de curare n'empêche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

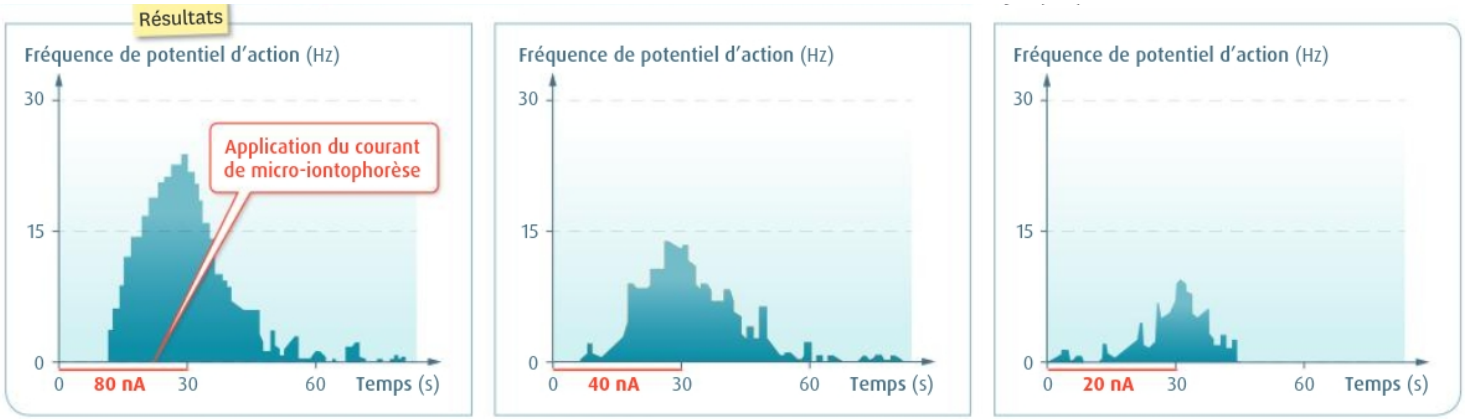


Document 3 : Le codage de l'information au niveau d'une synapse.

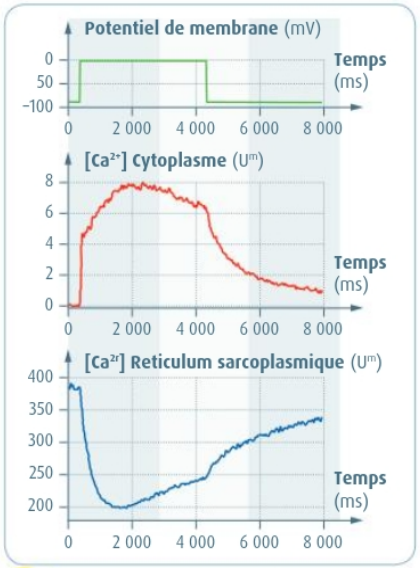
Des résultats d'une expérience de micro-iontophorèse.

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.

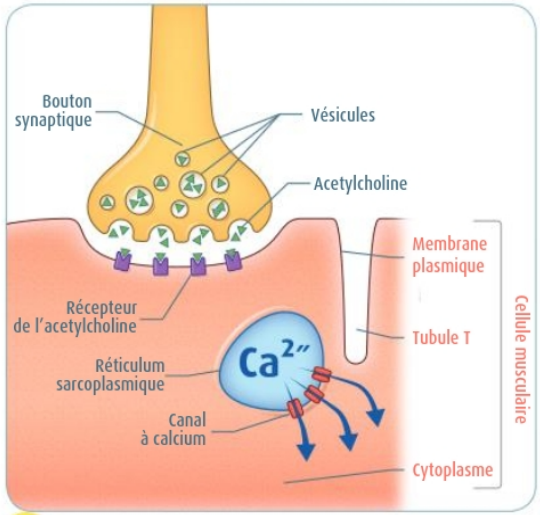




Document 4 : Le déclenchement de la contraction musculaire



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 entraine la contraction musculaire. Diverses molécules sont capables de se fixer sur le récepteur de l'acétylcholine, entrainant 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 :

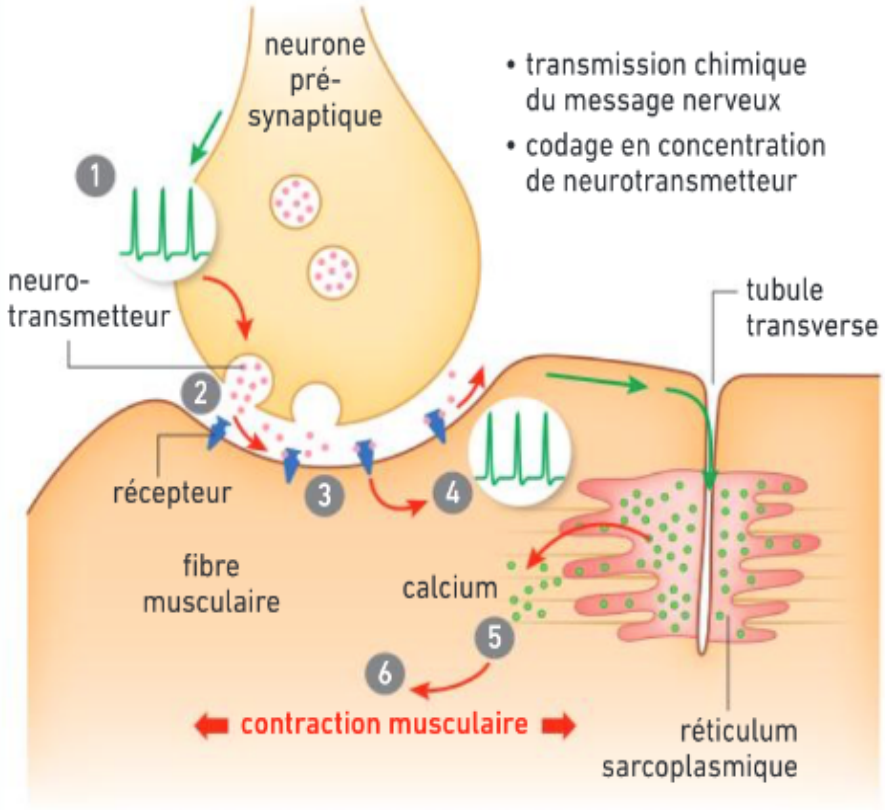
- ouverte (lorsque l'Ach est fixée à son récepteur ; la distance entre CYS 188 et TRP 145 est alors d'environ 11 Angströms)
- fermée (le récepteur est bloqué, par exemple par une molécule antagoniste, aucun message nerveux ne peut apparaitre ; la distance séparant CYS 188 et TRP 145 est alors d'environ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

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

- Ouvrir les fichiers "achbp_mut_acetylcholine.pbd", "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.