

Exercices

EXERCICE 1 :

Repérer pour chaque item la (ou les) réponse(s) exacte(s)

1- Le potentiel d'action :

- a- est une modification brusque du potentiel de repos.
- b- a une amplitude qui décroît le long de la fibre nerveuse excitée
- c- ne se propage que dans un seul sens le long d'une fibre nerveuse isolée
- d- fait intervenir des canaux voltage- dépendant.

2- Les canaux de fuite :

- a - nécessitent l'arrivée d'un potentiel d'action pour être activés.
- b - sont ouverts en permanence
- c - se trouvent uniquement sur la membrane post-synaptique
- d- assurent l'échange des ions Na^+ et K^+ selon leurs gradients de concentration.

3- La pompe ionique Na^+/K^+ de la membrane cellulaire assure :

- a- simultanément l'entrée de K^+ et la sortie de Na^+ .
- b- le transfert de ces ions contre leurs gradients de concentration
- c- un rôle enzymatique consommateur d'énergie
- d- à elle seule, le maintien du potentiel de repos membranaire.

4- La période réfractaire :

- a - est la durée de temps pendant laquelle la fibre est excitable
- b - est la durée de temps pendant laquelle la fibre est inexcitable
- c - impose le sens de propagation du message nerveux le long de la fibre nerveuse.
- d- rend les canaux de fuite inactivés.

5- Un récepteur sensoriel :

- a - est une terminaison dendritique spécialisée.
- b - est une terminaison axonique spécialisée.
- c - est le lieu de transduction.
- d- transmet un message nerveux efférent

6- La transduction sensorielle au niveau du corpuscule de PACINI est la conversion :

- a- de l'énergie électrique en énergie chimique.
- b- du potentiel de récepteur en PA.
- c- de l'énergie du stimulus en PA.
- d- du message nerveux sensitif en un message nerveux moteur.

7- Les caractéristiques d'une fibre nerveuse ultra rapide sont :

- a- présence d'une myéline épaisse.
- b- une température élevée.
- c- un diamètre important.
- d- une longueur importante

8- Une synapse neuro-neuronique :

- 1- est une jonction entre deux dendrites.
- 2- est une jonction entre une dendrite et un axone
- 3- est activée suite à l'arrivée d'un PA dans l'élément pré synaptique.
- 4- est excitatrice ou inhibitrice selon la nature du neurotransmetteur.

9- Un neurotransmetteur est :

- a- libéré par une dendrite.
- b- libéré par une terminaison axonique.
- c- un messager intra-cellulaire.
- d- rapidement dégradé par une enzyme spécifique.

10- Le potentiel post-synaptique (PPS) :

- a - est codé en modulation de fréquence.
- b - résulte de l'action d'un neurotransmetteur.
- c - est propageable sur une longue distance en conservant la même amplitude.
- d- fait intervenir des canaux chimio- dépendants.

11- Un neurone est une cellule spécialisée qui :

- a- intègre les PPSE et les PPSI
- b- émet des PA dès que des PPSE apparaissent au niveau du corps cellulaire.
- c- libère par ses terminaisons axoniques le même neurotransmetteur.
- d- possède des canaux voltage- dépendant à Ca^{++} .

12- Le réflexe myotatique est un réflexe :

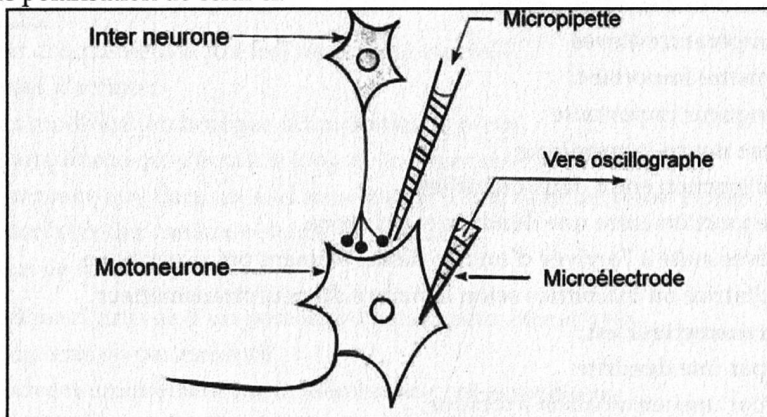
- a- inné.
- b- monosynaptique.
- c- polysynaptique.
- d- à point de départ cutané.

EXERCICE 2 :

Les molécules de la famille des benzodiazépines ont, entre autres effets, celui de provoquer la relaxation musculaire.

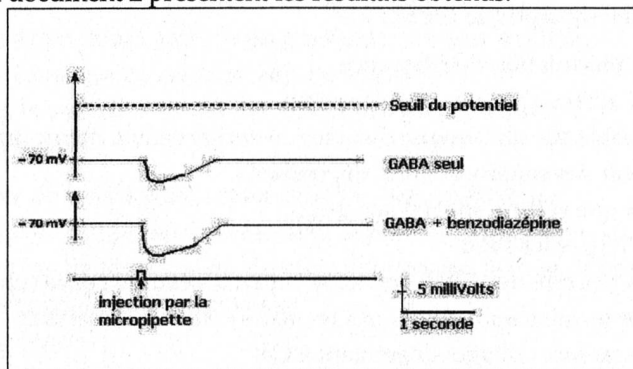
1- On étudie le fonctionnement d'une synapse utilisant le GABA comme neurotransmetteur. La micropipette permet l'apport de substances (GABA, benzodiazépine) au niveau de la fente synaptique. La microélectrode implantée dans le

corps cellulaire du neurone post synaptique du document 1 permet de mesurer la variation de polarisation de celui-ci.



Dispositif expérimental

Les graphes du document 2 présentent les résultats obtenus.



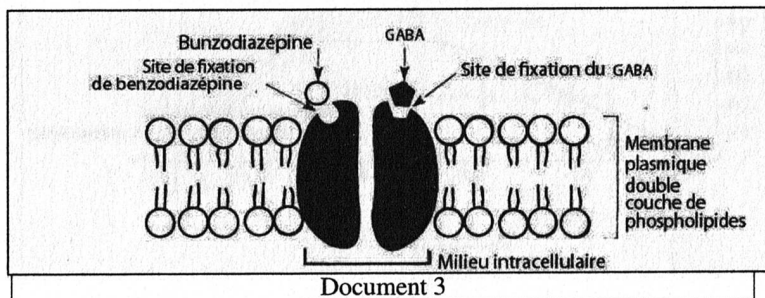
Résultats obtenus sur l'oscilloscope

Document 2

Analyser la courbe qui traduit le mode d'action du GABA seul.

- Analyser la courbe qui traduit le mode d'action du GABA et de la benzodiazépine.
- Que peut-on déduire ?

2- Le document 3 suivant représente la structure d'un récepteur membranaire postsynaptique, lorsque le GABA se positionne sur son site de fixation, le canal chlore s'ouvre.

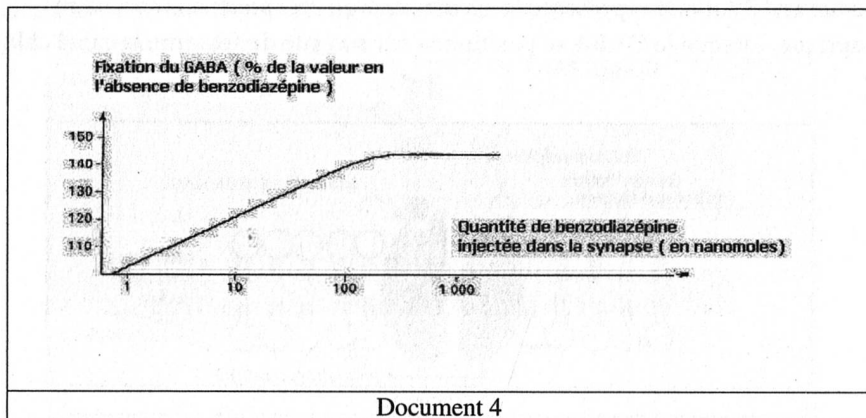


La concentration ionique de part et d'autre de la membrane d'un neurone au repos est résumée dans le tableau suivant :

Concentration ionique (millimoles L ⁻¹) au repos ddp repos= -70mv	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire (neurone)
Na ⁺	440	49
K ⁺	22	410
Cl ⁻	560	40

Exploiter les données du document 3 et du tableau pour expliquer l'enregistrement obtenu dans le document 2.

3- Le graphe du document 4 présente les résultats obtenus quant à la fixation du GABA sur ses récepteurs lors de l'injection de la benzodiazépine dans l'espace synaptique.



Analyser ce document afin de déduire le mode d'action de la benzodiazépine.

EXERCICE 3 :

1- On enregistre les modifications de polarité d'un motoneurone de la corne antérieure de la moelle épinière d'un mammifère grâce à une microélectrode intracellulaire placée au niveau du cône axonique.

Cette microélectrode est reliée à un oscilloscope O1.

Un deuxième oscilloscope O2 permet d'enregistrer l'activité électrique au niveau de l'axone du motoneurone.

Le motoneurone est en relation avec des fibres nerveuses sensibles provenant du muscle même dont il provoque la contraction. Un stimulateur permet de porter des stimulations d'intensité variable sur ces fibres nerveuses sensibles.

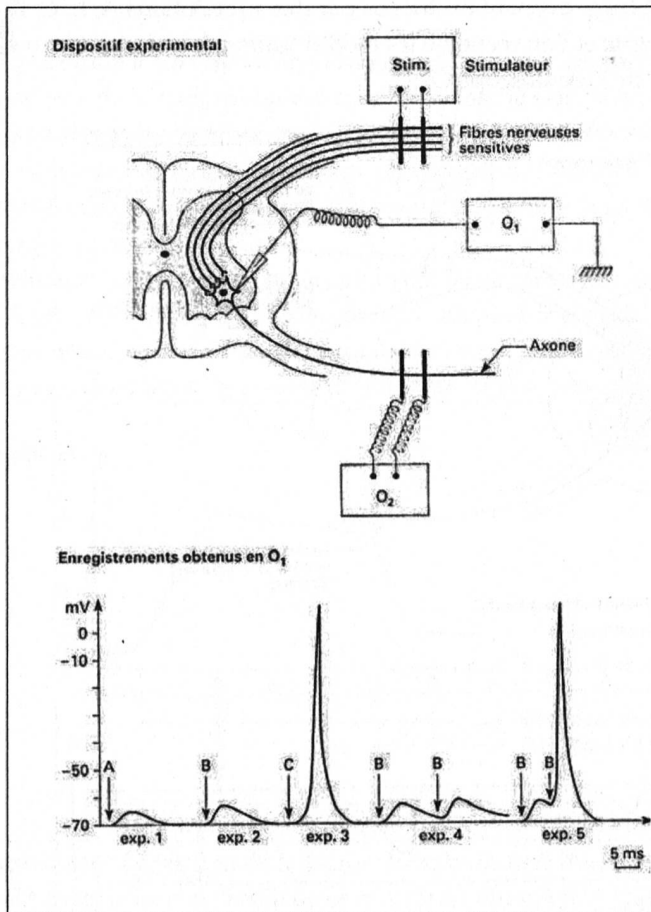
Enregistrements obtenus sur O1

- Expériences 1, 2 et 3 : A, B, C indiquent des stimulations d'intensité croissante A inférieure à B inférieure à C.

- Expérience 4 et 5 : stimulations d'intensité B portées avec un délai variable.

Enregistrements obtenus sur l'oscilloscope O2 (non présentés)

On n'observe de potentiel d'action que lors des expériences 3 et 5.



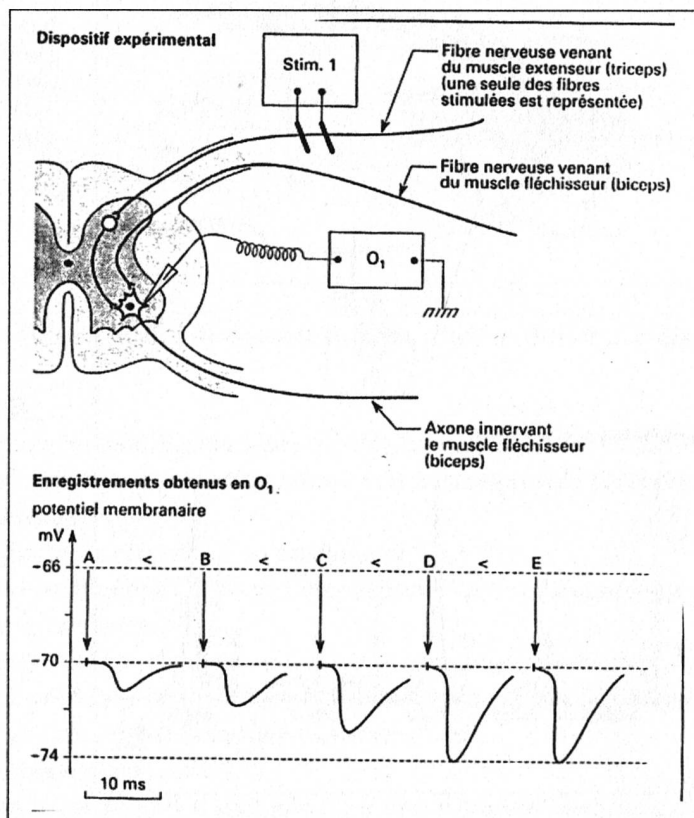
Analyser chaque enregistrement correspondant à chacune de ces expériences et déduire la propriété du corps cellulaire du motoneurone.

2-On considère les deux muscles antagonistes du bras, le biceps (fléchisseur) et le triceps (extenseur).

Des fibres sensibles autres que celles observées dans la question précédente sont en relation avec les motoneurones qui innervent le biceps, par l'intermédiaire de neurones d'association. Elles viennent des récepteurs situés dans le muscle triceps.

Sur le schéma, on a présenté une seule de ces fibres.

On stimule ces fibres provenant du triceps par des stimulations A, B, C, D et E d'intensité croissante et l'on recueille les modifications de polarité au niveau du cône axonique à l'aide de l'oscilloscope O1.

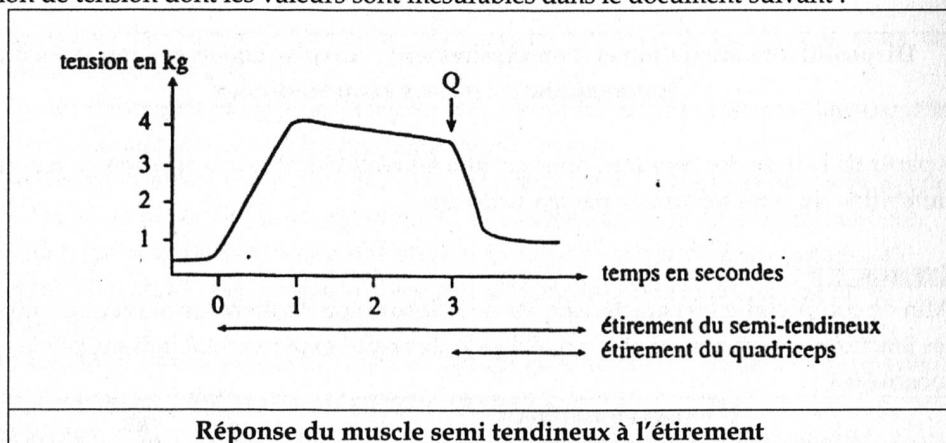


Analyser chaque enregistrement correspondant à chacune de ces expériences et déduire la propriété du corps cellulaire du motoneurone.

EXERCICE 4:

Dans le cadre de l'étude d'un réflexe myotatique, on cherche à comprendre les mécanismes nerveux de la commande des deux muscles : le semi tendineux et le quadriceps, respectivement fléchisseur et extenseur de la jambe. Pour étudier la commande de ces deux muscles antagonistes, on réalise chez l'animal dont la moelle est séparée de l'encéphale des expériences d'étirement des muscles, les voies nerveuses étant ou non maintenues intactes.

Première expérience: On conserve l'innervation des deux muscles. On étire le muscle semi tendineux seul, puis au bout de 3 secondes on étire, en plus, le muscle quadriceps. Les réponses de contraction et de relâchement du muscle semi tendineux se traduisent par une variation de tension dont les valeurs sont mesurables dans le document suivant :

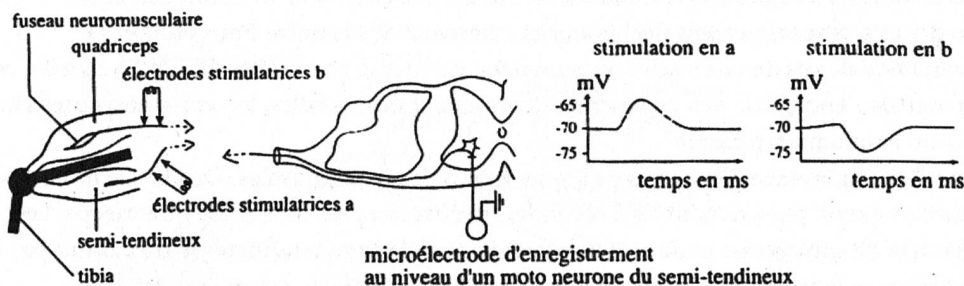


Deuxième expérience : La section de la racine dorsale du nerf innervant le muscle semi tendineux abolit la réponse contractile de ce muscle à l'étirement.

Le nerf innervant le muscle semi tendineux étant préservé, la section du nerf innervant le muscle quadriceps abolit le relâchement semi tendineux observé en Q.

- 1- En vous appuyant sur les résultats expérimentaux et vos connaissances sur le réflexe myotatique, expliquez les mécanismes nerveux de la commande du semi tendineux et du quadriceps en tant que muscles antagonistes.
- 2- Afin d'apporter des précisions sur le mécanisme nerveux de l'inhibition du muscle semi tendineux par le quadriceps, on enregistre l'activité d'un motoneurone du semi tendineux à l'aide d'une microélectrode reliée à un oscilloscope.

On soumet à une stimulation efficace la voie sensitive du semi tendineux (a) ou du quadriceps b) et on enregistre la réponse du motoneurone.

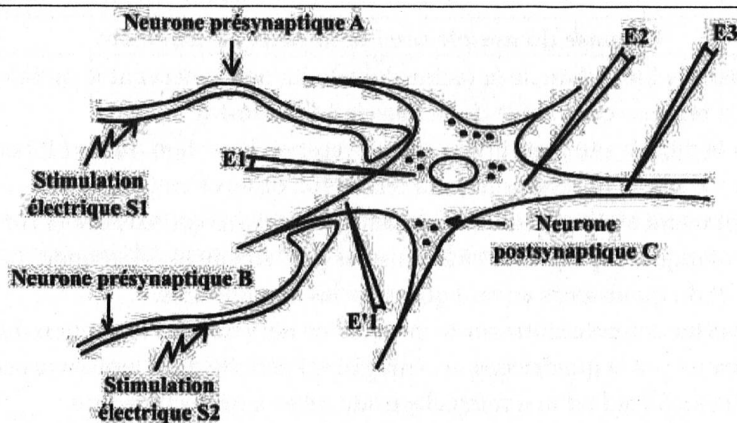


Dispositif de stimulation et d'enregistrement : enregistrement des réponses d'un motoneurone du muscle semi tendineux

A partir de l'étude des résultats, dites en quoi les résultats obtenus précisent la nature de l'inhibition du semi tendineux par le quadriceps.

EXERCICE 5 :

Afin de comprendre les caractéristiques de l'élaboration du message nerveux au niveau des jonctions neuro-neurales, on réalise le dispositif expérimental indiqué par le document 1 :



E : électrodes d'enregistrement du potentiel de membrane

Document 1

Dans ce but on porte des stimulations efficaces et isolées en S1 et en S2. Les valeurs des potentiels enregistrés sont indiquées dans le tableau suivant :

Electrode d'enregistrement	ddp en (mv) enregistrée après la stimulation S1
E1	-60
E2	-63
E3	-70

Electrode d'enregistrement	ddp en (mv) enregistrée après la stimulation S2
E1'	-75
E2	-72
E3	-70

NB : La ddp en E1 et en E'1 avant toute stimulation et de -70mv.

1- A partir de l'exploitation de ces résultats :

- Expliquer la différence qui existe entre les potentiels enregistrés en E1 à la suite de la stimulation **S1** et en E'1 à la suite de la stimulation **S2**.
- Expliquer la variation des potentiels enregistrés en E2 et en E3 à la suite des stimulations **S1** et **S2**.
- Tracer l'enregistrement que l'on peut obtenir en E2 si on porte simultanément les deux stimulations **S1** et **S2**. Argumenter votre réponse.
- Représenter avec précision ce que l'on peut observer sur les écrans des oscilloscopes E2 et E3 en portant trois stimulations **S1** très rapprochées. Justifier votre réponse.

2- Certaines personnes souffrent d'une anxiété (contractions musculaires soutenues).

Il est aujourd'hui établi que le Valium a une action tranquillisante et permet de lutter contre l'anxiété.

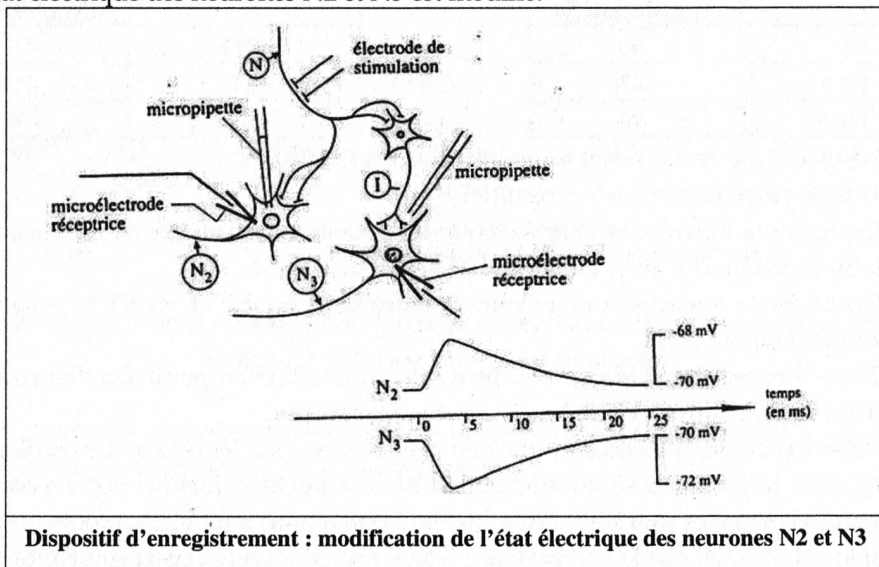
A partir de l'étude du document 2, justifier par un raisonnement rigoureux et argumenté le mode d'action du Valium ainsi que son rôle tranquillisant.

Dans la fente synaptique A-C	Enregistrement de l'activité du motoneurone en E1	Caractéristiques des canaux aux chlorures	
		Durée d'ouverture en ms	Nombre d'ouverture par seconde
Application de GABA		23	48
Application de GABA + Valium		29	92

Document 2

EXERCICE 6:

On stimule la fibre nerveuse N provenant d'un fuseau neuromusculaire situé dans un muscle extenseur, N est reliée à deux motoneurones N2 et N3. Suite à une stimulation de N, l'état électrique des neurones N2 et N3 est modifié.



- 1- Analyser ces enregistrements.
- 2- Sachant que l'excitation d'un fuseau neuromusculaire déclenche la contraction du muscle contenant ce fuseau, précisez quel motoneurone N2 ou N3 est relié au muscle extenseur.
- 3- A l'aide de micropipettes, on dispose des substances variées au niveau des synapses N-N2 ou I-N3. lorsque des réponses sont enregistrées en N2 ou N3, elles sont comparables à celles enregistrées précédemment.

Substances	Aspartate	GABA	Acide valproïque	Picrotoxine
Réponse				
- en N2	Oui	Non	Non	Non
- en N3	Non	Oui	Non	Non
Réponse après stimulation de N				
- en N2			Non	Oui
- en N3			Oui	Non

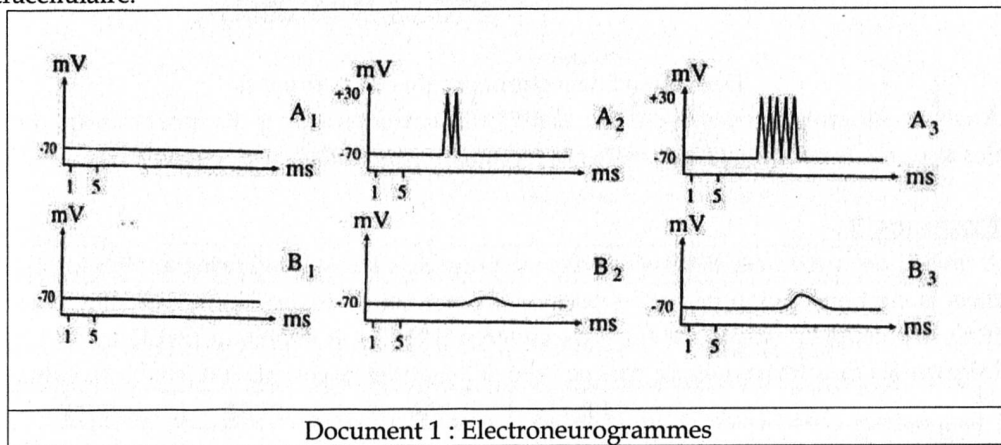
Quels rôles physiologiques pourraient jouer l'aspartate et le GABA (substances effectivement présentes dans l'organisme) ?

4- Quelles hypothèses pouvez vous formuler pour expliquer le mode d'action de l'acide valproïque et de la picrotoxine ?

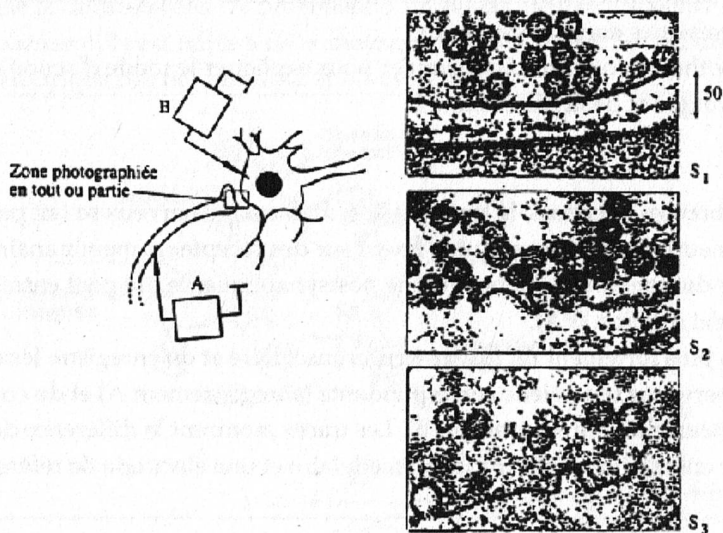
EXERCICE 7 :

Au niveau de nombreuses synapses, la transmission du message nerveux se fait par l'intermédiaire de neurotransmetteurs qui se fixent sur des récepteurs membranaires et modifient la valeur du potentiel de la membrane postsynaptique, ce qui peut entraîner la genèse d'un potentiel d'action (PA).

On étire de plus en plus fortement un fuseau neuromusculaire et on enregistre les effets au niveau de la fibre nerveuse sensorielle correspondante (enregistrement A) et du corps cellulaire du motoneurones (enregistrement B). Les tracés montrent la différence de potentiel qui existe entre la microélectrode intracellulaire et une électrode de référence extracellulaire.



A chaque enregistrement du message nerveux correspond une électroneurographie de l'état de la synapse.



Document 2 : Electronographie de la synapse

Analyser les enregistrements du document 1 et montrer en quoi le document 2 apporte des arguments permettant de justifier le mécanisme décrit dans le document 1

EXERCICE 8 :

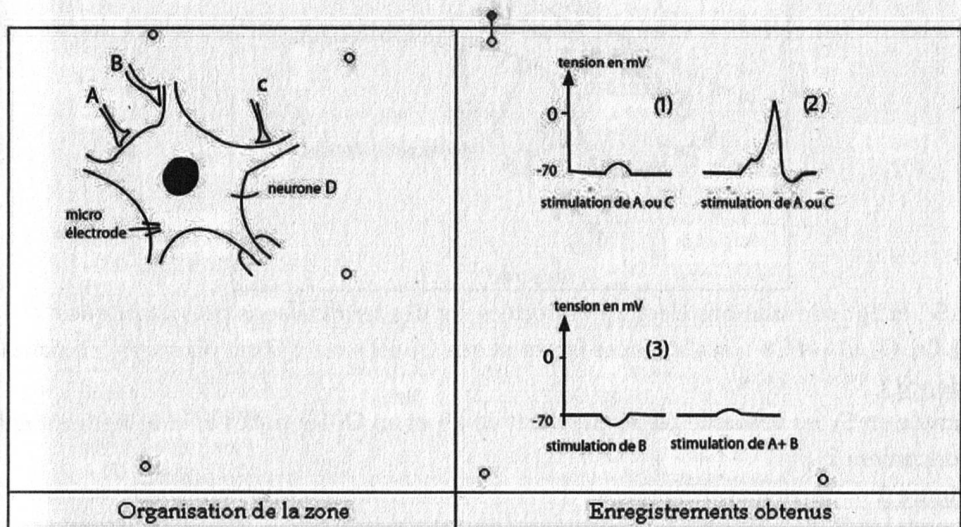
A niveau des neurones, différents types de potentiels trans-membranaires sont impliqués dans la communication nerveuse, tel que le potentiel de repos (PR), le potentiel d'action (PA), le potentiel post-synaptique soit excitateur (PPSE) soit inhibiteur (PPSI).

Dégager les caractéristiques de chaque type de potentiel en complétant le tableau suivant :

	PR	PA	PPSE	PPSI
Niveau d'apparition				
Canaux ioniques mis en jeu				
Sens de mouvement des ions impliqués				
Propriétés				

EXERCICE 9 :

Soit les relations neuroniques suivantes : trois synapses A, B et C appartenant à trois axones différents sont en contact avec un neurone D. les trois axones sont reliés chacun à un stimulateur qui permet de les exciter séparément. Une microélectrode est enfoncée dans le neurone post synaptique D tan disque la seconde est simplement plongée dans le liquide environnant. Les deux électrodes sont reliées à un dispositif d'enregistrement des phénomènes électriques, l'intensité de stimulation étant la même pendant toute l'expérience.

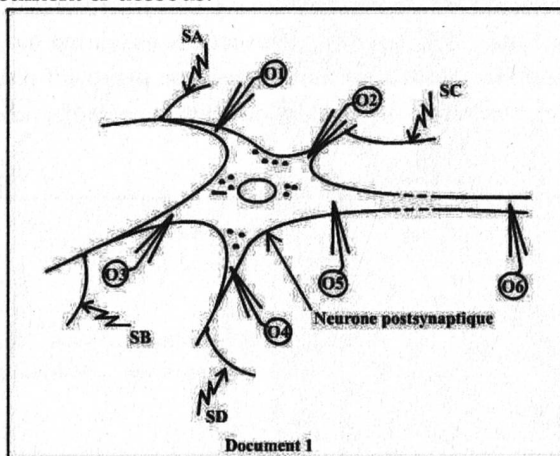


Dites si les affirmations suivantes sont exactes, en justifiant si c'est nécessaire :

- 1- La synapse est fonctionnellement polarisée dans le sens de A vers D car les récepteurs aux neurotransmetteurs ne sont présents qu'au niveau de la membrane de D.
- 2- La variation de potentiel de D (2), après la stimulation simultanée de A et C, provient d'une sommation spatiale de potentiels post synaptiques observables dans (1).
- 3- La variation de potentiel citée en (2) est une hyperpolarisation de D.
- 4- La stimulation simultanée de A et B (3) déclenche une variation de potentiel de D qui témoigne d'une sommation spatiale.

EXERCICE 10 :

-Afin de rechercher les conditions et les caractéristiques de l'élaboration d'un message Post synaptique, on réalise les expériences suivantes sur les jonctions neuro-neurales illustrées dans le document ci-dessous.



S_A , S_B , S_C , et S_D : stimulations électriques portées sur des terminaisons présynaptiques
 O_1 , O_2 , O_3 , O_4 , O_5 et O_6 : oscilloscopes (sachant que O_6 est situé à 50cm du corps cellulaire)

Expérience 1

On stimule en S_A on recueille respectivement en O_1 et en O_5 les tracés a_1 et a_2 figurant en (a) du document 2.

Expérience 2

On stimule en S_B on recueille respectivement en O_3 et en O_5 les tracés b_1 et b_2 figurant en (b) du document 2.

Expérience 3

On stimule en S_C on recueille respectivement en O_2 et en O_5 les tracés c_1 et c_2 figurant en (c) du document 2.

Expérience 4

On stimule en S_D on recueille respectivement en O_4 et en O_5 les tracés d_1 et d_2 figurant en (d) du document 2.

1- Identifier les réponses a_1 , b_1 , c_1 et d_1 . Justifier.

2- Comparer deux à deux les réponses a_1 et a_2 , b_1 et b_2 , c_1 et c_2 , d_1 et d_2 .

Interpréter les différences observées.

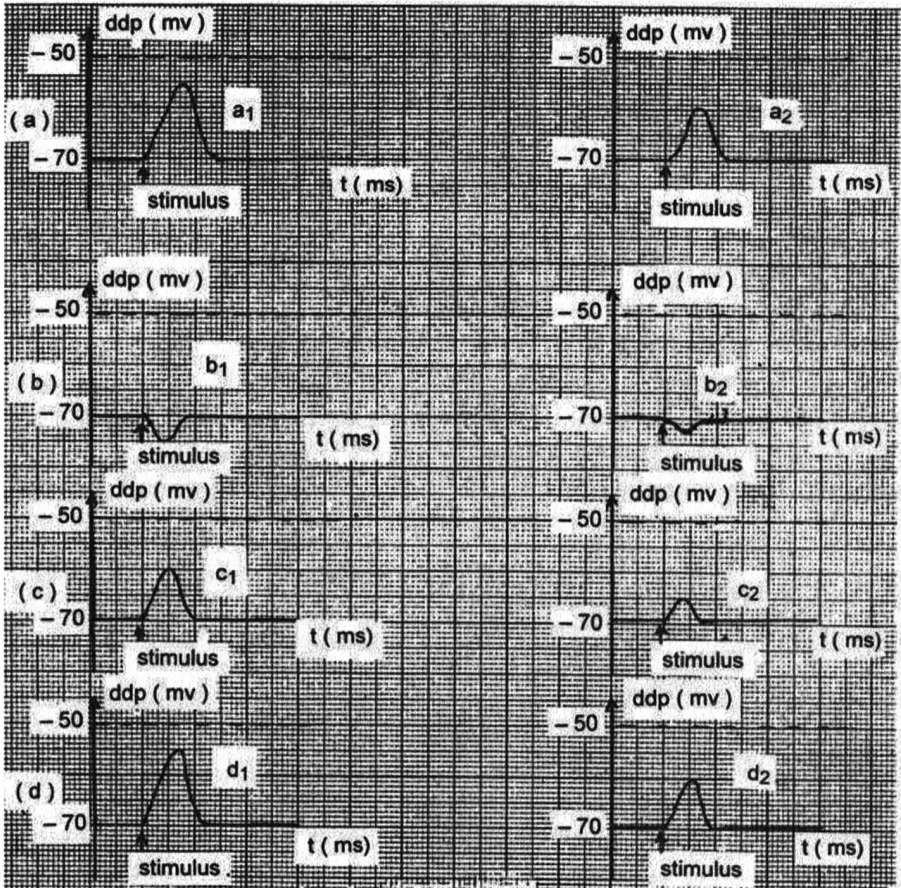
3- On porte trois stimulations efficaces très rapprochées en S_C . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en O_5 . Justifier.

4- On porte simultanément deux stimulations efficaces en S_A et S_B . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en O_5 . Justifier.

5- On porte simultanément des stimulations efficaces en S_A , S_B , S_C et S_D . Représenter sur papier millimétré l'enregistrement obtenu en O_5 . Justifier.

6- a- Dans quelle condition observe-t-on une réponse en O_6 ? De quelle réponse s'agit-il ? Justifier

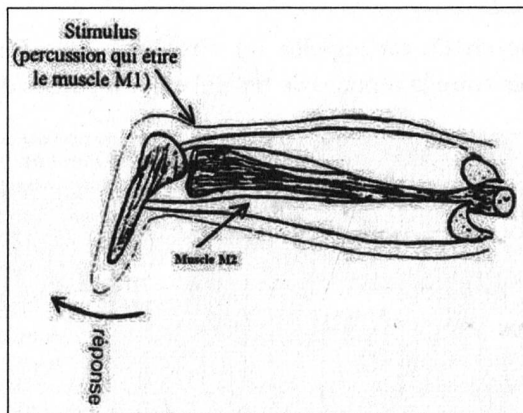
b- La réponse obtenue en O_6 est appelée (e) .Présenter sous forme d'un tableau les différences de propriétés entre la réponse de type(e) et les réponses de type (a_1).



Document 2

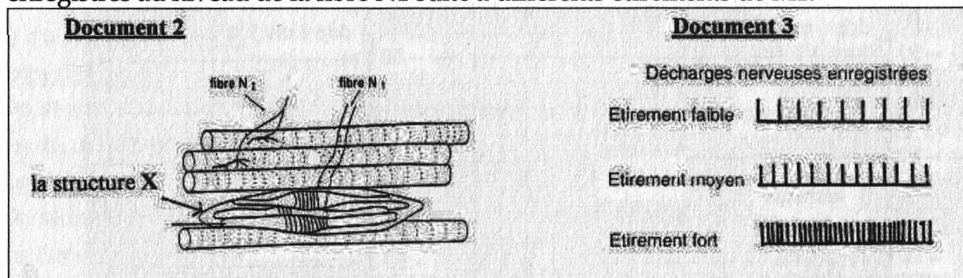
EXERCICE 11 :

Chez l'homme, un coup sec appliqué à l'arrière de la cheville au niveau du tendon d'Achille provoque toujours l'extension du pied par contraction du triceps sural M1 (voir document1).

**Document 1**

1- Identifier, en le justifiant, le type de la réaction observée.

2- Le document 2 représente une structure X située au niveau de M1 et qui intervient dans la réaction de l'extension du pied. Le document3 récapitule les phénomènes électriques enregistrés au niveau de la fibre N1 suite à différents étirements de M1.



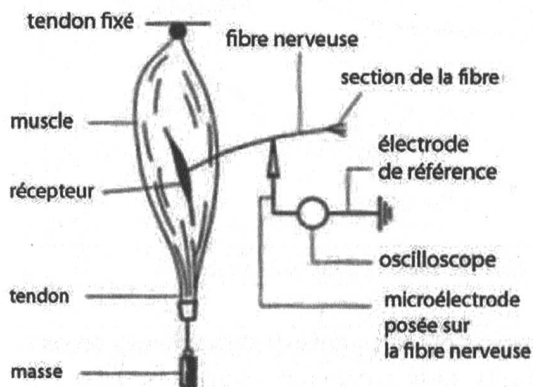
a- analyser les résultats présentés dans le document3.

b- identifier la structure X et préciser son rôle.

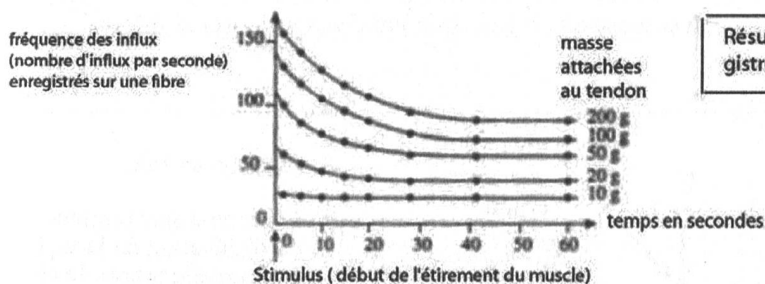
3- représenter par un schéma légendé et commenté les structures histologiques mises en jeu depuis la percussion du tendon d'Achille jusqu'à la réponse coordonnée des deux muscles M1 et M2.

EXERCICE 12 :

Il existe dans les muscles squelettiques des récepteurs étudiés de la façon suivante : on enregistre, à l'aide d'un oscilloscope le message nerveux parcourant une fibre nerveuse issue de l'un de ces récepteurs. On travaille sur une préparation « nerf-muscle » qui a été isolée du reste de l'organisme. Le muscle est alors relâché. Une masse est accrochée au tendon sectionné de façon à provoquer un étirement du muscle. L'une des électrodes du montage est maintenue à un potentiel fixe (électrode de référence), l'autre est une microélectrode posée directement sur une fibre nerveuse issue d'un récepteur.



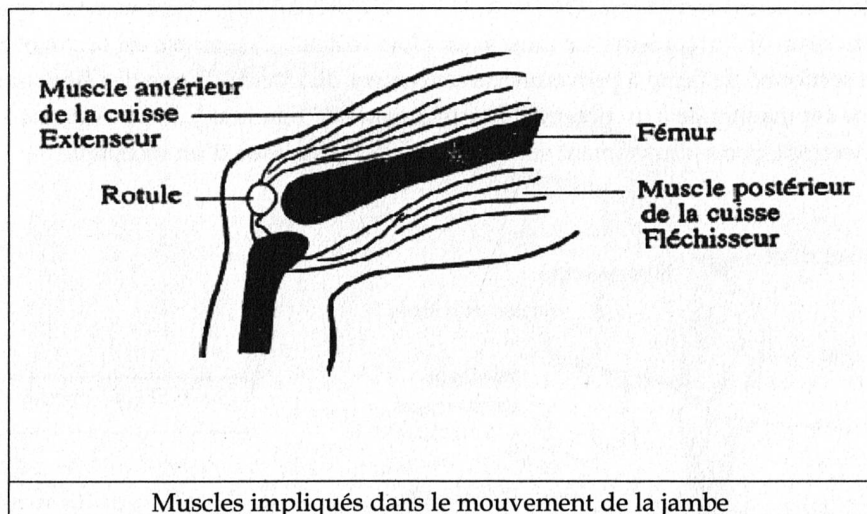
Dispositif expérimental



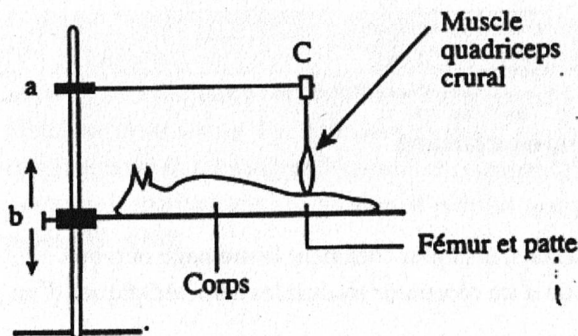
Résultats des enregistrements

- 1- A la suite d'une analyse des résultats, indiquer comment le message nerveux parcourant la fibre nerveuse issue d'un récepteur traduit les caractéristiques d'un stimulus.
- 2- Expliquer les résultats expérimentaux du tracé M en tenant compte uniquement des données expérimentales ci après.

Certaines expériences historiques de Sherrington (1925) permettent de comprendre comment se comportent les muscles antagonistes lors du mouvement de la jambe par rapport à la cuisse.



Sur un animal spinal (dont la moelle osseuse a été sectionnée de l'encéphale), on sectionne le tendon qui fixe le muscle extenseur sous la route. L'extrémité coupée est reliée à un système d'enregistrement de la tension du muscle, l'autre extrémité restant reliée normalement à son insertion osseuse au niveau de la hanche. On conserve intacte l'innervation de ce muscle.



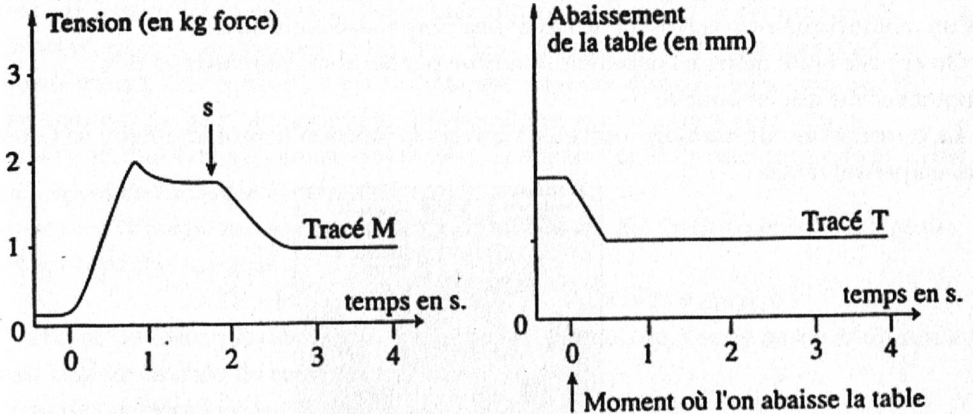
a : Fixation mobile.

b : Manette d'abaissement ou d'élévation de la table sur laquelle repose le chat.

c : Système fixé au support permettant d'enregistrer la tension développée par le muscle.

Dispositif expérimental

Au temps $t=0$, on étire ce muscle extenseur. Il est maintenu étiré durant toute la durée de l'expérience. En S on étire le muscle fléchisseur ; il est maintenu étiré jusqu'à la fin de l'enregistrement.



Variation de la tension du muscle extenseur au cours des différentes étapes

3- Indiquer, à partir d'un exemple, quels mécanismes nerveux intervenant au niveau du centre permettent la mise en jeu coordonné des organes effecteurs.