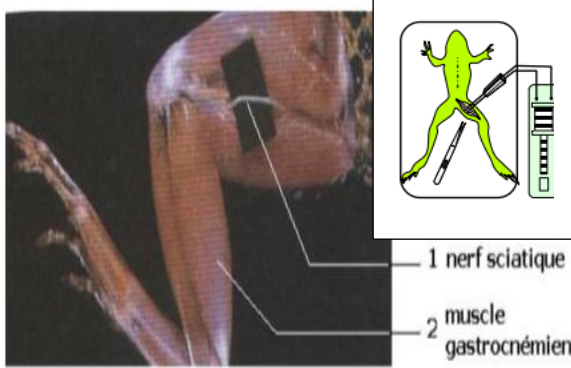


I- Quelles sont les caractéristiques du nerf et comment les mettre en évidence et les enregistrer ?

1- Mise en évidence des caractéristiques du nerf :

a- Protocole expérimental



Dans le but de mettre en évidence les deux propriétés du nerf, on isole par dissection le nerf sciatique de la patte postérieure d'une grenouille décérébrée. On peut stimuler le nerf par l'application de différents types de stimulations (chimique, mécanique ou électrique). Dans ce cas on réalise une stimulation électrique efficace on constate la contraction du muscle gastrocnémien.

1-D'après vos connaissances interprétez le résultat de l'expérience ? que peut-on déduire

Après avoir sectionné le nerf on excite sa partie centrale liée à la moelle épinière résultat pas de réponse.

2-que peut-on déduire.

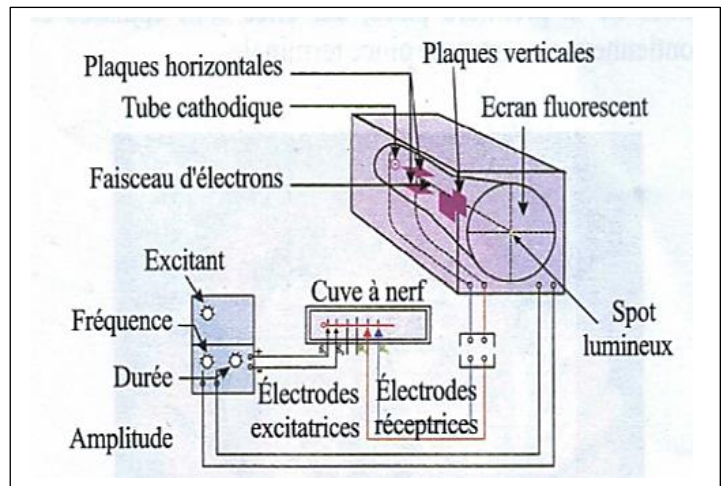
b- Les techniques d'étude des caractéristiques du nerf

Différents techniques et dispositifs expérimentaux ont été utilisés pour étudier et enregistrer les caractéristiques du nerf tel que :

A - le dispositif expérimental utilisant l'oscilloscope :

L'oscilloscope est formé, essentiellement :

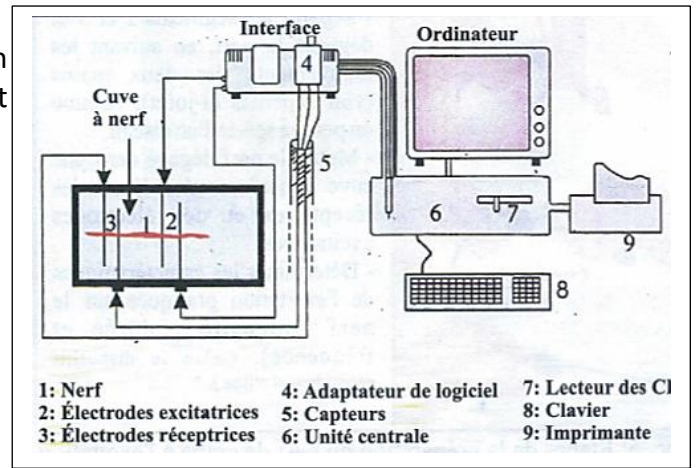
- D'un tube cathodique qui donne naissance à un faisceau d'électrons par chauffage d'un fil appelé **cathode**. Ces électrons tombent sur un écran fluorescent en marquant un spot lumineux.
- Deux plaques verticales avec une différence de potentiel électrique entre elles, qui déplace le spot lumineux horizontalement de gauche à droite
- deux plaques horizontales chacune est reliée à une électrode réceptrice qui, verticalement, devient le spot lumineux.
- Les deux types de plaque fonctionnent en même temps , et donnent, sur l'écran de l'oscilloscope une courbe traduisant les variations du potentiel électrique du nerf, en fonction du temps après une excitation efficace.



B – Dispositif d'expérimentation assisté par ordinateur : ExAO

C'est une technique plus évoluée dite expérimentation assistée par ordinateur ExAO. Elle permet la réalisation des expériences sur des nerfs d'animaux invertébrés et facilite l'acquisition des données et le traitement des résultats. L'interface du dispositif ExAO fonctionne avec un logiciel et assure l'excitation du nerf et l'enregistrement d'une courbe traduisant son activité électrique, en fonction du temps. Les caractéristiques de l'excitation apparaissent sur son écran, ou sur celui de l'ordinateur, (durée, intensité, fréquence)

Décrire le principe des techniques utilisées pour étudier Et enregistrer l'activité du nerf ?



C- Analyse des résultats obtenus

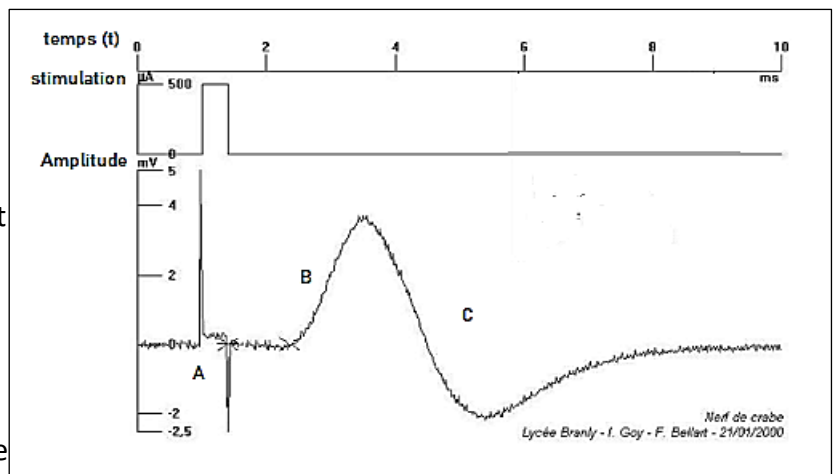
❖ Exercice 1

On réalise une stimulation électrique dont l'intensité est efficace (supérieure ou égale au seuil d'excitation) pour obtenir une réponse du nerf.

L'enregistrement obtenu s'appelle le potentiel global du nerf, son amplitude reflète la différence du potentiel entre deux points à la surface du nerf.

Le document ci-dessous est l'enregistrement de l'activité électrique du nerf moteur d'une des pattes du carabe

décrire les caractéristiques des différentes phases du potentiel global du nerf quelle propriété du nerf est mise en évidence



2 – Etude des conditions de l'excitabilité et de la conductibilité du nerf :

a- Conditions nécessaires pour une excitation efficace du nerf :

❖ Exercice 1 :

Un dispositif d'étude de l'activité du nerf sciatique de la grenouille permet de réaliser l'expérience suivante :

On applique au nerf des excitations d'intensité croissante, et on détermine pour chaque excitation le temps nécessaire à la réponse du nerf, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Intensité de l'excitation I en mV	<35	35	37	40	47	55	65	94	112	120
Temps de l'excitation t en ms	Ne répond pas	4	2	1,5	1	0,6	0,4	0,2	0,15	0,1

1-Sur un repère orthonormé, établir la courbe d'excitabilité du nerf $I=f(t)$?

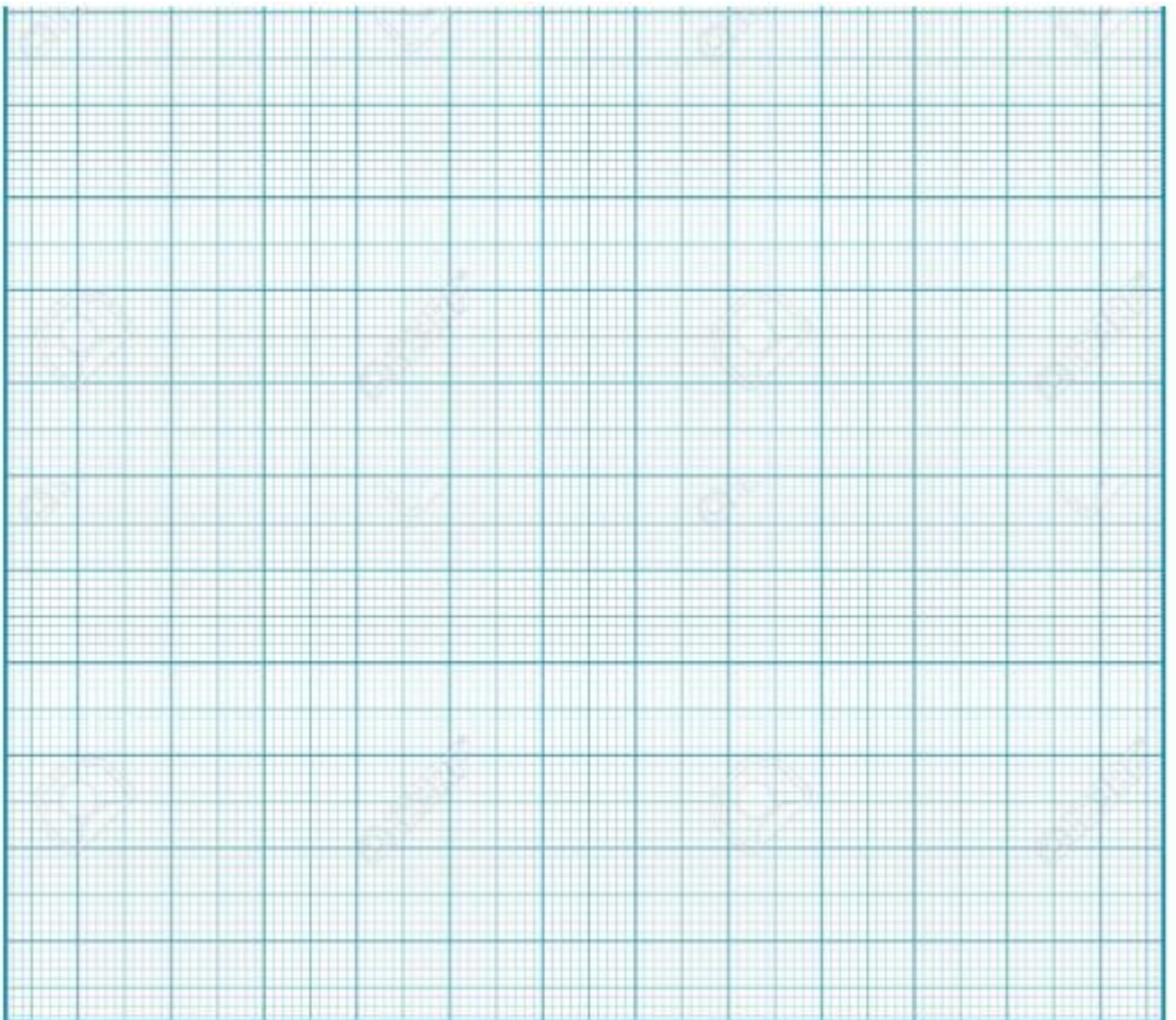
2-Déterminer graphiquement les caractéristiques de l'excitabilité de ce nerf sachant que :

-**La rhéobase** : est l'intensité minimale au-dessous de laquelle un nerf ne s'excite pas quel que soit le temps de la stimulation

-**la chronaxie** : est le temps minimum nécessaire pour qu'un courant d'intensité double de la rhéobase soit efficace

Réponse :

1



Question pourquoi doit-on déterminer ces paramètres Rhéobase, Chronaxie ?

Evaluation :

Le document suivant montre les courbes d'excitabilité de 3 nerfs. A partir de l'analyse des trois courbes déterminer le nerf le plus excitable et dégager la relation entre la chronaxie et l'excitabilité du nerf



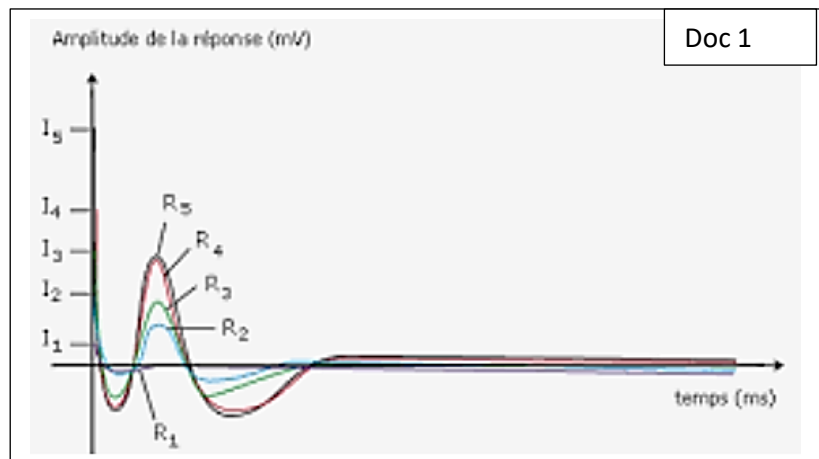
Blank lined area for student response.

❖ Exercice 2 :

Afin de déterminer d'autres conditions nécessaires pour une excitation efficace du nerf on se propose d'étudier les résultats des expériences réalisées sur un nerf de crabe :

Expérience 1 : on réalise des stimulations électriques d'intensité croissante sur un nerf de la patte de crabe et on regroupe sur le même tracé les différentes réponses enregistrées afin de les comparer (voir doc 1)

1-Etablir la relation entre l'intensité de la stimulation et l'amplitude du potentiel global du nerf ? expliquer les résultats ?

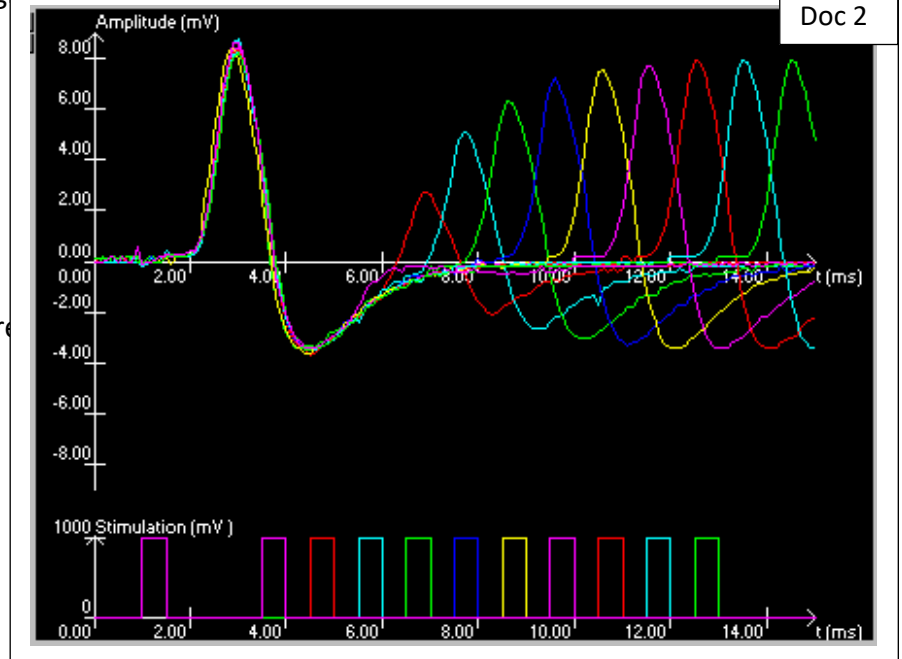


Expérience 2 : On a enregistré sur un nerf de crabe les réponses à deux stimulations successives à 11ms d'intervalle (enregistrement vert en partant de la droite).

Puis on a envoyé deux nouvelles stimulations en diminuant l'intervalle de temps d'une milliseconde et on a superposé les enregistrements (Enregistrement bleu clair). Et ainsi de suite jusqu'à ce que l'intervalle de temps entre les deux stimulations ne soit plus que deux millisecondes ainsi on a obtenu un tracé montrant la variation de l'amplitude du potentiel global du nerf de crabe en fonction de la durée qui sépare deux stimulations successives (voir doc 2)

2 – Décrire les résultats obtenus, déduire la condition nécessaire pour l'obtention d'une seconde réponse similaire à la première réponse ?

Calculer la période réfractaire absolue (pendant laquelle toute stimulation même supraliminaire est inefficace) et la période réfractaire relative (pendant laquelle un second potentiel global est émis d'une amplitude inférieure à celle d'une excitation suivante ayant la même amplitude que celle de la première excitation)



II – Quelle est la nature du message nerveux et comment prend-il naissance ?

1- Rappel :

Lorsqu'on stimule le nerf du crabe on obtient un potentiel global dont l'amplitude augmente avec l'augmentation de l'intensité de l'excitation jusqu'à une valeur maximale qui traduit la stimulation de toutes les fibres nerveuses constituant le nerf donc le message nerveux prend naissance au niveau de la fibre nerveuse.

Questions

-Quelle est la nature du message nerveux ?

-Comment le message nerveux prend-il naissance au niveau de la fibre nerveuse ?

2- Quelle est la nature du message nerveux ?

a - Mise en évidence du potentiel de repos du neurone

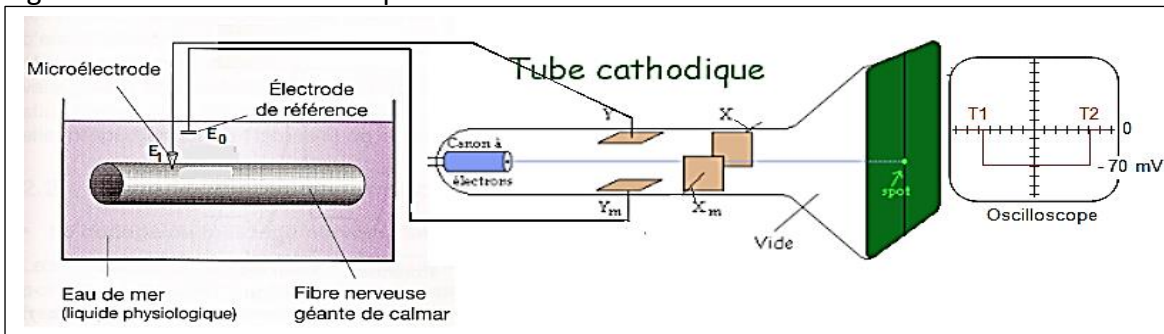
❖ Données expérimentaux :

On utilise un neurone géant de calmar que l'on place dans un liquide physiologique. Deux électrodes E_0 (électrode de référence) et E_1 (microélectrode) sont reliées à un oscilloscope.

-A l'instant T_0 les deux électrodes sont placées dans le liquide physiologique, l'oscilloscope affiche alors le zéro électrique (c'est la portion avant T_1)

-A l'instant T_1 l'électrode E_1 est enfoncé dans le cytoplasme de la cellule nerveuse. Le signal dévie brutalement jusqu'à environ -70mV et reste constant.

-A l'instant T_2 on retire l'électrode E_1 de la fibre et on la place à nouveau dans le liquide physiologique. Le signal revient au zéro électrique.



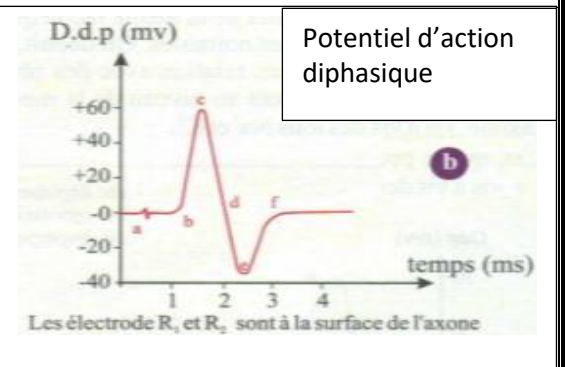
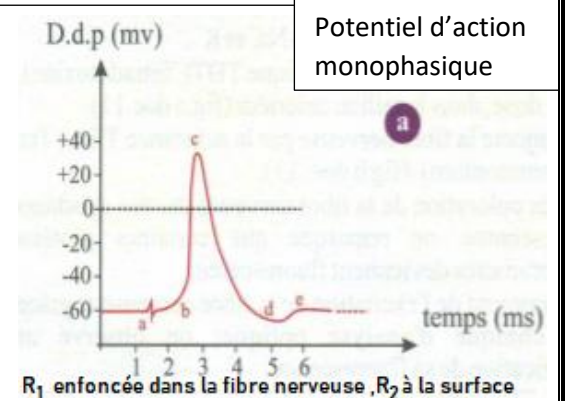
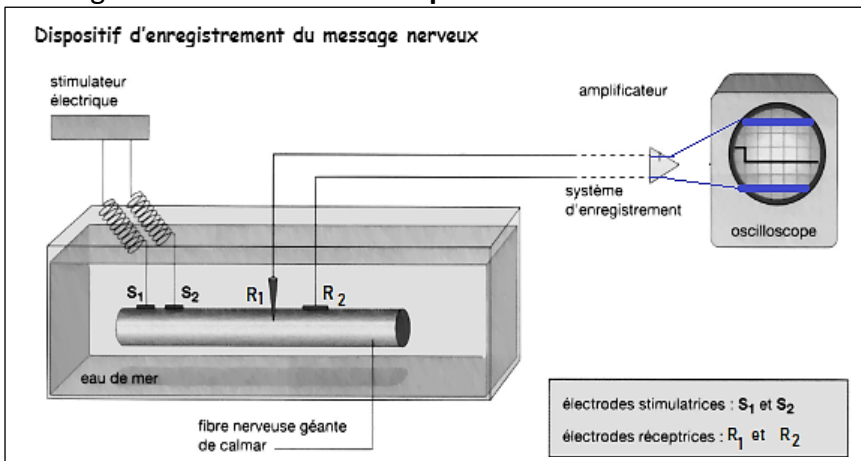
Montrer qu'au repos, il y a une différence de potentiel de part et d'autre de la membrane du neurone

❖ **Bilan :**

b – Quelle est l'origine du potentiel d'action?

❖ **Protocol expérimental :**

On peut enregistrer l'activité électrique d'une fibre nerveuse géante de calmar à la suite d'une excitation, en utilisant les dispositifs expérimentaux déjà cités (oscilloscope ou ExAO). La forme des enregistrements obtenus varie selon l'emplacement des électrodes réceptrices R_1 et R_2 sur la fibre nerveuse ; l'enregistrement obtenu est dit **potentiel d'action**



1 – a- Décrire les différentes phases des deux types de potentiel d'action

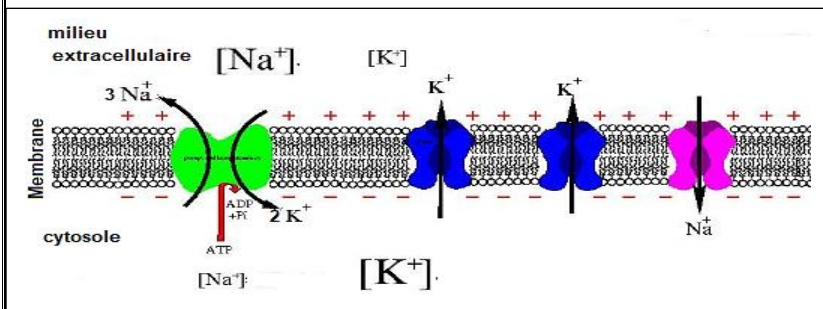
b- Dédire une définition du potentiel d'action

2- en exploitant le doc C Relier les phases du potentiel d'action monophasique aux variations des charges le long de la fibre nerveuse ? décrire comment elles se répartissent

Evaluation : relier les phases du potentiel d'action diphasique aux variations des charges le long de la fibre nerveuse.

	C			
répartition d'onde de négativité	<p>Stimulation</p> <p>Electrode réceptrice R_1</p> <p>électrode de référence R_2</p>	<p>Stimulation</p> <p>Electrode réceptrice R_1</p> <p>Electrode de référence R_2</p>	<p>Stimulation</p> <p>Electrode réceptrice R_1</p> <p>Electrode de référence R_2</p>	<p>Stimulation</p> <p>Electrode réceptrice R_1</p> <p>Electrode de référence R_2</p>
phase de l'enregistrement	<p>Artéfact de stimulation</p> <p>- 70 mV</p>	<p>- 70 mV</p>	<p>- 70 mV</p>	<p>- 70 mV</p>
Les phases				

❖ **Bilan :**



b – origine et naissance du potentiel d'action

❖ **Données expérimentales :**

Pour mettre en évidence l'origine du message nerveux on réalise les expériences suivantes :

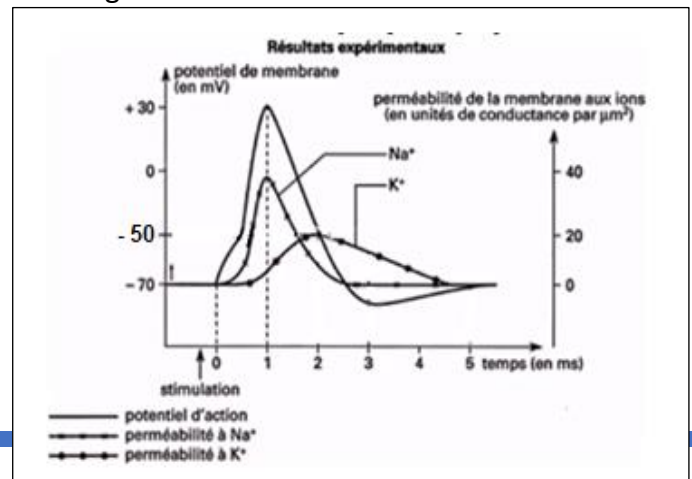
Expérience 1 : on vide l'axone de calmar de son contenu cytoplasmique, puis on le perfuse avec une solution ionique de même composition que le cytoplasme puis on le place dans un liquide physiologique. Suite à une excitation efficace l'axone conduit le message nerveux de la même façon que dans les conditions physiologiques normales

1 – Que peut-on déduire sur l'origine et la naissance du message nerveux ?

Expérience 2 :

Pour mettre en évidence la relation entre la perméabilité membranaire aux ions et la genèse du potentiel d'action Hodgkin et Huxley ont mesuré expérimentalement les modifications de la perméabilité de la membrane de l'axone pour les ions K^+ et Na^+ lors du passage du potentiel d'action

le document ci-contre montre les résultats obtenus



Remarque importante :

4 – quelles sont les propriétés de la fibre nerveuse ?

a – Rappel

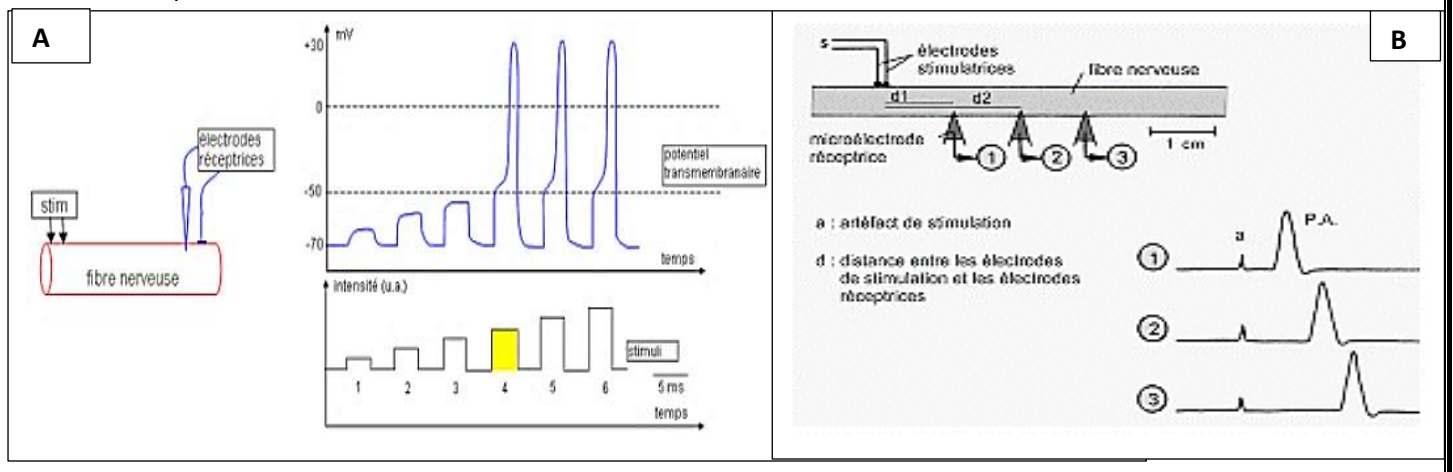
Le nerf est excitable et conduit le message nerveux. Il est constitué d'un ensemble de fibres nerveuses.

Question :

Comment peut-on caractériser ces deux propriétés pour une fibre nerveuse ?

b – l'excitabilité et la conductibilité de la fibre nerveuse

Pour déterminer les propriétés d'excitabilité et de la conductibilité de la fibre nerveuse on propose les données expérimentales suivants :



Le document A montre l'enregistrement de l'état électrique d'une fibre nerveuse à des excitation d'intensité croissante.

1 - Dégager l'effet de l'augmentation de l'intensité de la stimulation sur la réponse de la fibre nerveuse ?

En 1938 des chercheurs portent une stimulation sur une fibre nerveuse géante de calmar et enregistrent l'état électrique de la membrane à différentes distances de point de stimulation le document B montre les résultats obtenus.

2 - Dégager l'autre caractéristique de la propagation du potentiel d'action le long de fibre nerveuse

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question : quels sont les facteurs influençant la conductibilité de la fibre nerveuse ?

C – les facteurs influençant la conductibilité de la fibre nerveuse :

❖ **Rappel : Structure de tissu nerveux :**

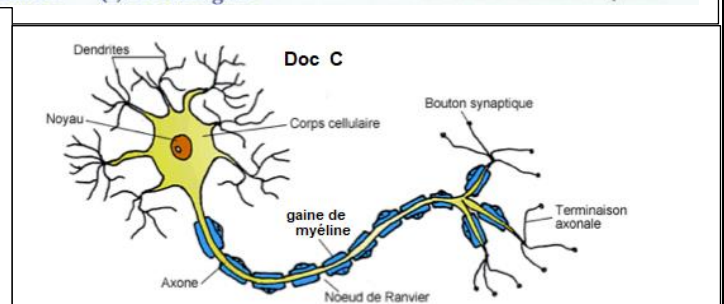
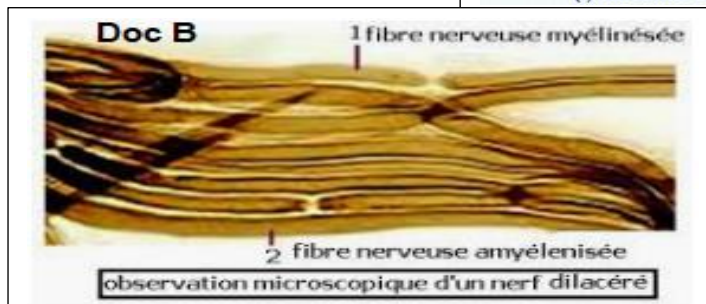
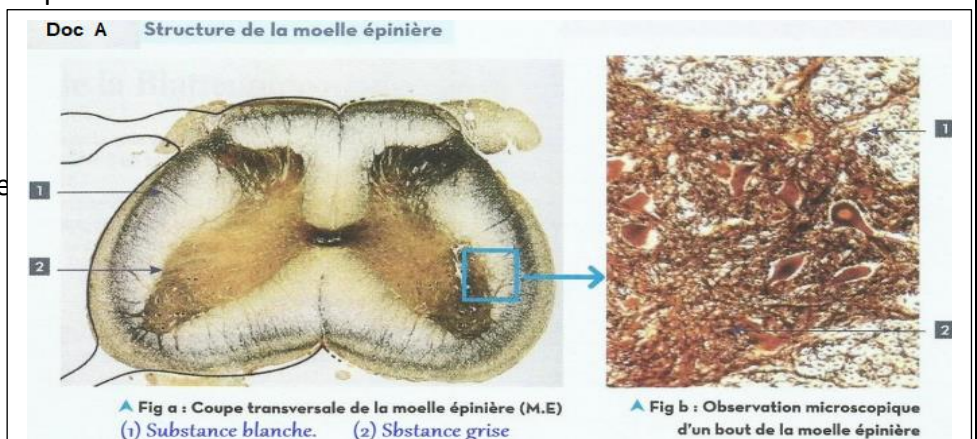
Le système nerveux est constitué de : Système nerveux centrale comportant le cerveau et la moelle épinière, puis le système nerveux périphérique comportant les nerfs.

Le document A représente une coupe transversale de la moelle épinière ainsi qu'une observation microscopique

1 – Décrire la structure de la Moelle épinière déduire l'unité structurale et fonctionnelle du système nerveux

Le document B représente une Vue Microscopique d'un nerf Dilacéré Traité à l'acide osmique

Le doc C Un schéma de la structure d'une fibre nerveuse myélinisée
2 – dégager les types de fibres Nerveuses. Proposer des hypothèse à propos des facteurs influençant la conductibilité de la fibre nerveuse



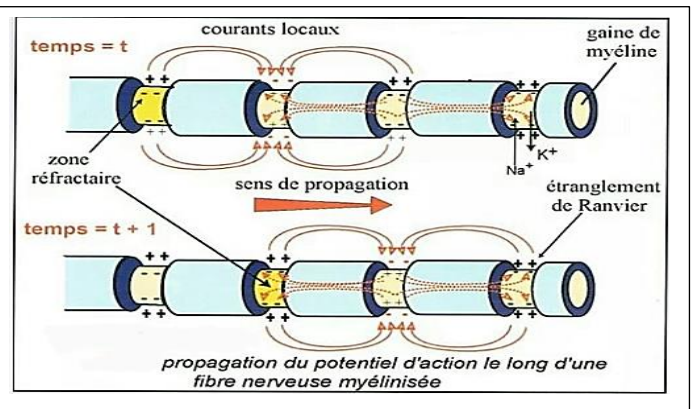
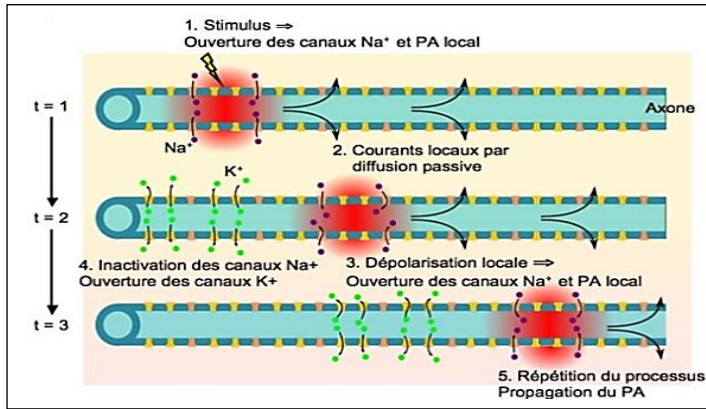
❖ **Exercice :**

Le tableau suivant montre l'influence de quelques facteurs sur la vitesse de conductibilité du message nerveux.

1 – D'après l'analyse du tableau dégager la relation entre les facteurs influençant et la vitesse de la conductibilité de la fibre nerveuse

Types de fibres nerveuses	Le diamètre	La vitesse (m/s)
Fibres myélinisées de mammifère	10 μ m	60
	20 μ m	120
Fibres myélinisées du nerf sciatique de grenouille	10 μ m	17
	20 μ m	30
Axone géant amyélinisé de calmar	1mm	33

Le document suivant représente le schéma explicatif du mode de propagation du message nerveux le long d'une fibre nerveuse myélinisée et amyélinisée



2 – Expliquer la différence de vitesse conduction du message nerveux entre les deux types de fibres ?

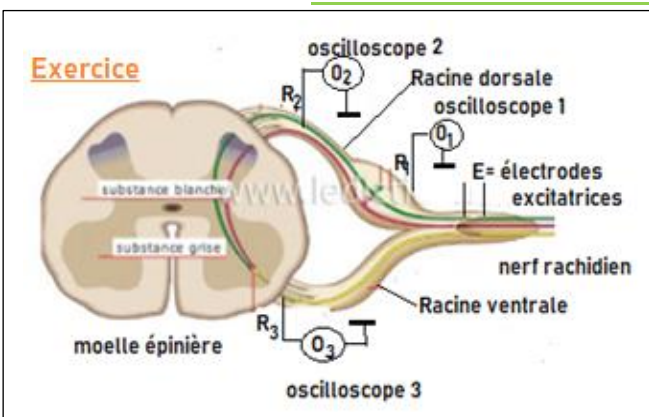
Remarque importante :

Dans les conditions physiologiques, le sens de propagation du message nerveux suit toujours la même direction qui va des dendrites au corps cellulaire, et du corps cellulaire aux terminaisons de l'axone, ces terminaisons forment des zones de connexion neuronale appelées : synapse.

III – Comment se fait la transmission du message nerveux au niveau de zone de connexion Neuronale : Synapse ?

1 – quelles sont les caractéristiques des zones de connexions neuronales ?

a – Mise en évidence du délai synaptique

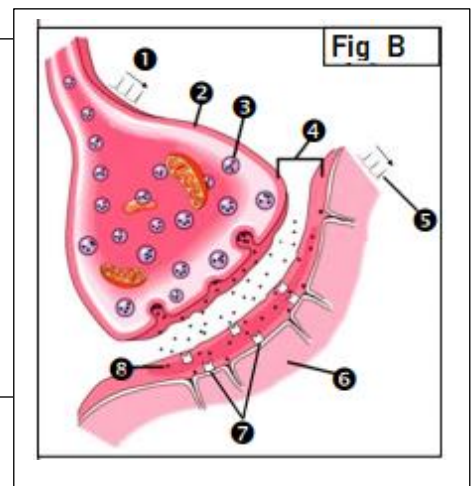
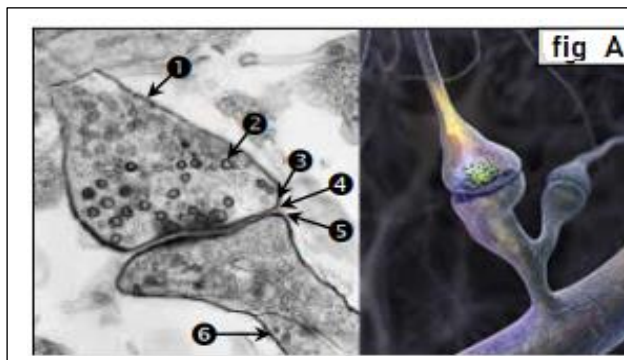


Après avoir réalisé une stimulation efficace (E), on mesure le temps nécessaire à la propagation du message nerveux (entre R_1 et R_2 et entre R_2 et R_3). Le tableau montre les résultats obtenus : Comparer la vitesse de propagation du message nerveux entre R_1 et R_2 et entre R_2 et R_3 proposer une explication à la différence observée

	La distance parcourue (mm)	Le temps en (ms)
Entre R_1 et R_2	4	0,2
Entre R_2 et R_3	2	0,25

b – Structure d'une synapse :

La Fig A représente
Une électrographie
De la zone de jonction
Entre 2 neurones et
son schéma Explicatif.
Tandis que la Fig B
Montre un schéma
De la structure de ce
Type de jonction



Légénder les éléments des Fig A et B et donner une définition à la
Synapse en déduire les éléments d'une synapse. Faire un schéma

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

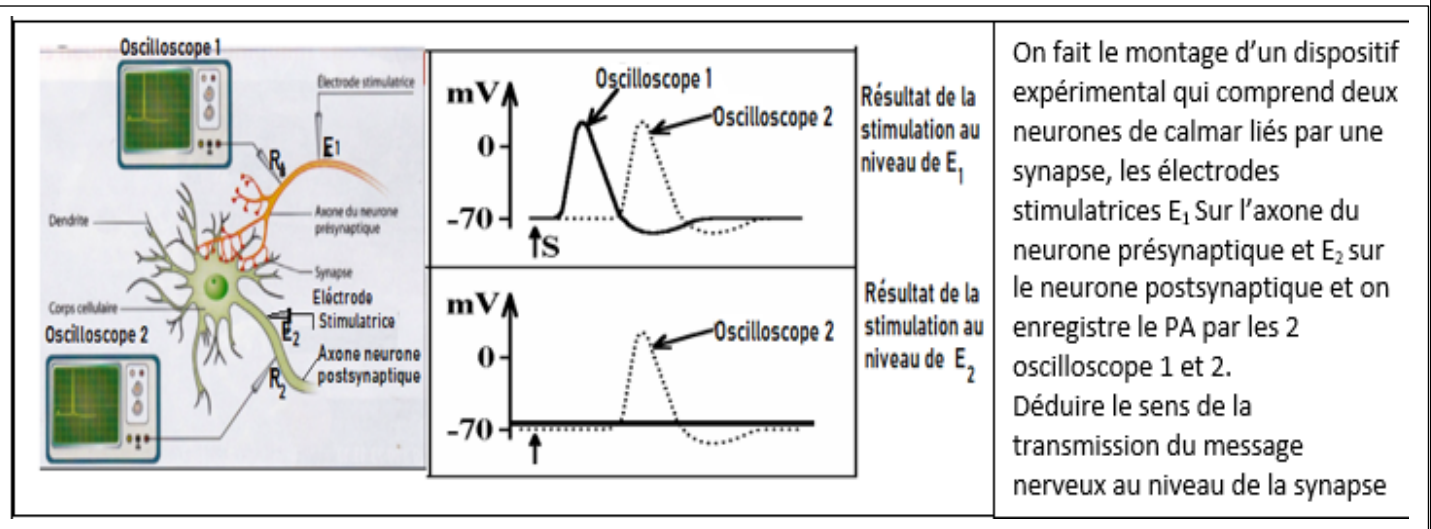
.....

.....

.....

.....

C- Données expérimentales :



On fait le montage d'un dispositif expérimental qui comprend deux neurones de calmar liés par une synapse, les électrodes stimulatrices E₁ Sur l'axone du neurone présynaptique et E₂ sur le neurone postsynaptique et on enregistre le PA par les 2 oscilloscope 1 et 2. Déduire le sens de la transmission du message nerveux au niveau de la synapse

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d – Bilan :

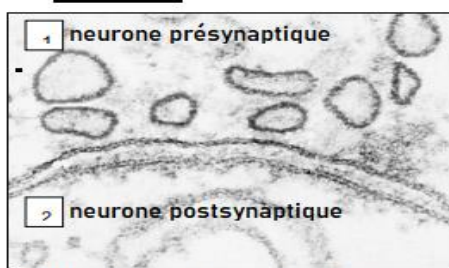
Question :

Comment la transmission du message nerveux se fait-elle au niveau de la synapse ?

2 – comment la transmission du message nerveux se fait- elle au niveau de la synapse ?

a – Mécanisme de la transmission synaptique :

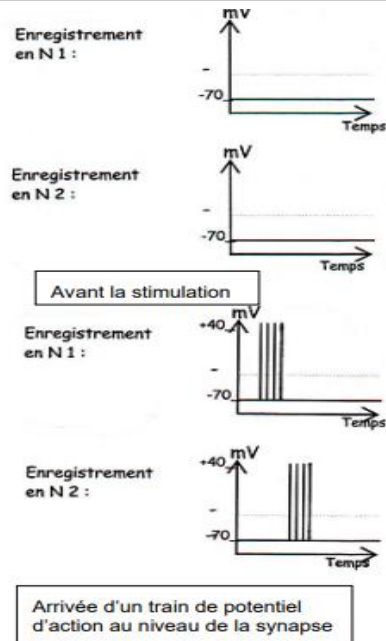
❖ Données expérimentales 1



x 70 000 Source : Explorer le corps (ac-nancy-metz.fr)



x 70 000 Source : Explorer le corps (ac-nancy-metz.fr)



Le document montre des électrophysiologie d'une synapse avec l'enregistrement de l'état électrique du neurone présynaptique et postsynaptique avant la stimulation et à l'arrivée d'un message nerveux.

Comparer la structure de la synapse avant et après la stimulation, déterminer l'effet de la stimulation sur le neurone postsynaptique. Proposer une hypothèse expliquant le mode de transmission du message nerveux au niveau de la synapse

❖ **Données expérimentales 2**

On peut isoler les substances chimiques contenues dans les vésicules synaptiques et les injecter dans la fente synaptique en l'absence de toute stimulation. Ces substances sont appelées des neurotransmetteurs.

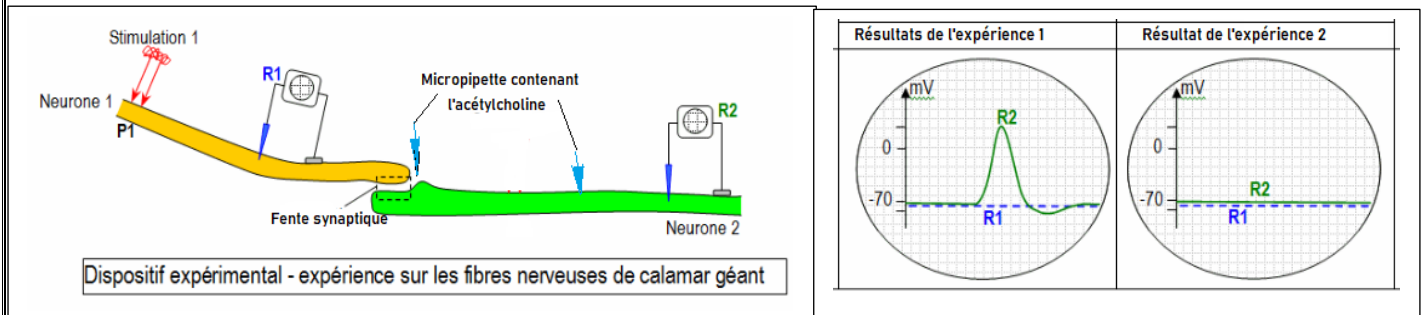
Dans le même temps, on enregistre le potentiel de membrane et ses variations éventuelles par des électrodes placées sur le neurone N2

Expérience 1 : dépôt de microgouttes d'acétylcholine dans l'espace synaptique entre le neurone 1 et le neurone 2

Expérience 2 : injection d'acétylcholine dans le neurone 2

Expérience 3 : injection d'acétylcholine marquée dans les vésicules du neurone 1 puis stimulation en P₁

Résultat : l'acétylcholine marquée est apparue dans l'espace synaptique



Confronter les résultats de ces expériences avec l'hypothèse proposée ?

❖ **Données expérimentales**

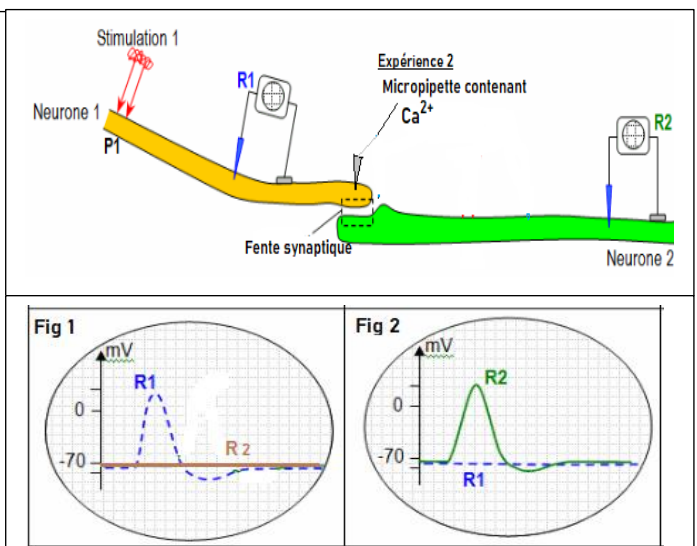
Des expériences ont permis de mettre en évidence le rôle des ions Ca²⁺ dans la transmission synaptique :

Expérience 1 : on prélève tous les ions Ca²⁺ du milieu ou baigne les fibres nerveuses de calmar géant puis on enregistre l'activité des deux neurones après avoir appliqué une stimulation efficace en P₁ la figure 1 montre l'enregistrement obtenu

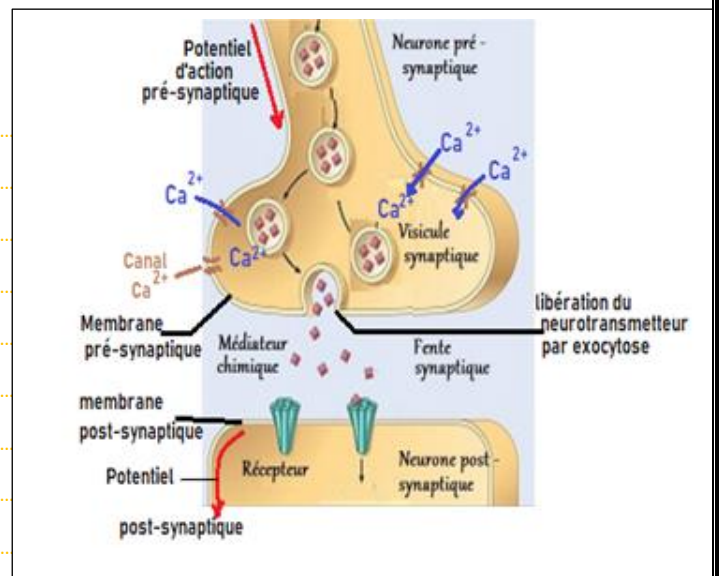
Expérience 2 : En absence de toute excitation et par une micropipette contenant des ions Ca²⁺ on injecte ces ions dans le bouton synaptique de l'axone présynaptique la figure 2 montre l'enregistrement obtenu

1 – Que peut-on déduire des résultats des deux expériences

2 – Sous forme d'un bilan Expliquer les mécanismes de la transmission synaptique



b – bilan :



Question :

Quel est le mode d'action des neurotransmetteurs au niveau de la membrane postsynaptique ?

3 – Mode d'action des neurotransmetteurs

a – rappel :

La fixation des molécules des neurotransmetteur au niveau des récepteurs membranaires postsynaptique provoque une variation de l'activité électrique de la membrane postsynaptique

Question :

Quels sont les phénomènes provoqué par la fixation des neurotransmetteurs et responsables de de la variation de l'activité électrique de la membrane postsynaptique ?

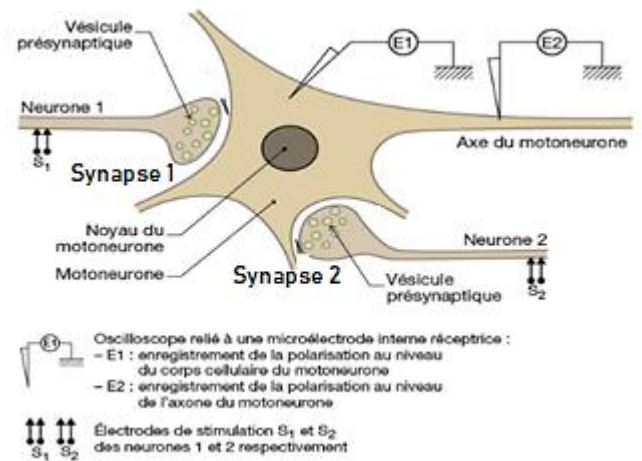
b – Mise en évidence de synapses excitatrices et les synapses inhibitrices :

Expérience 1 :

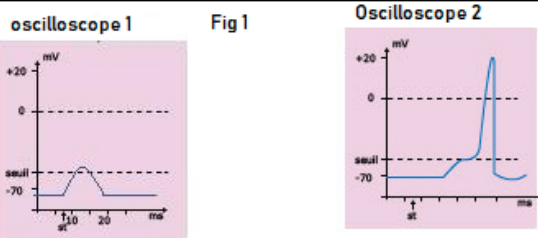
On fait le montage d'un dispositif expérimental qui comprend deux neurones géants de calmar N_1 et N_2 liés au troisième par une synapse puis on enregistre le potentiel membranaire de la membrane postsynaptique après avoir appliqué une excitation efficace séparément sur l'axone de l'un des neurones présynaptiques :

- ✓ La figure 1 montre les enregistrements obtenus après stimulation du neurone 1
- ✓ La figure 2 montre les enregistrements obtenus après stimulation du neurone 2

Comparer l'activité des deux synapses et proposer une hypothèse expliquant la différence



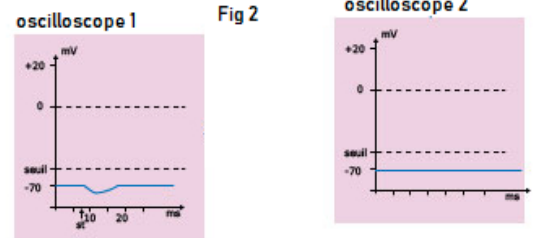
Enregistrements obtenus après stimulation du neurone 1



Potentiel membranaire enregistré au niveau du corps cellulaire du motoneurone

Potentiel d'action au niveau de l'axone du motoneurone

Enregistrements obtenus après stimulation du neurone 2



Potentiel membranaire enregistré au niveau du corps cellulaire du motoneurone

Absence de potentiel d'action au niveau de l'axone du motoneurone

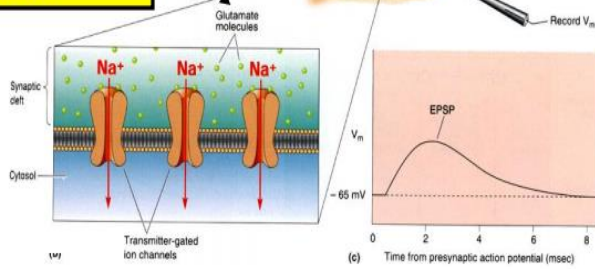
Exercice 2 :

La figure explique les modes d'action de quelques neuromédiateurs sur la membrane postsynaptique :

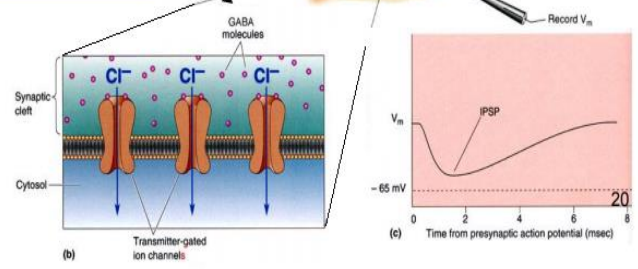
- Mode d'action glutamate comme neuromédiateur d'une synapse excitatrice
- Mode d'action de GABA comme neuromédiateur d'une synapse inhibitrice

Décrire le mode d'action des différents types de neuromédiateurs chimique des synapses

Le glutamate est un neurotransmetteur stimulateur



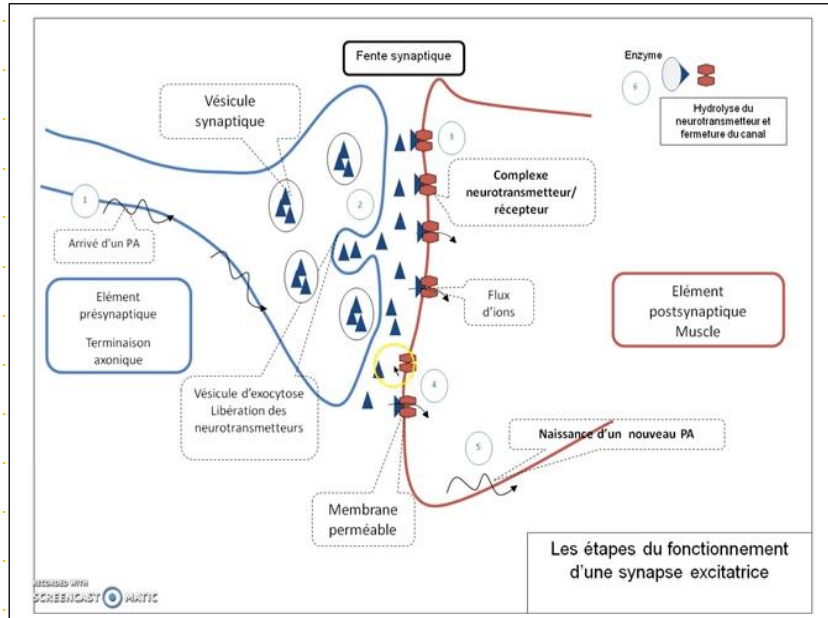
Le GABA est un neurotransmetteur inhibiteur



Remarque :

Dans la fente synaptique il existe des enzymes spécifiques qui hydrolysent les neuromédiateurs en les détachant des récepteurs spécifiques et le canal récepteur se ferme ou bien ces neuromédiateurs seront pompés vers le bouton synaptique pour les réutiliser une autre fois.

C – Bilan :



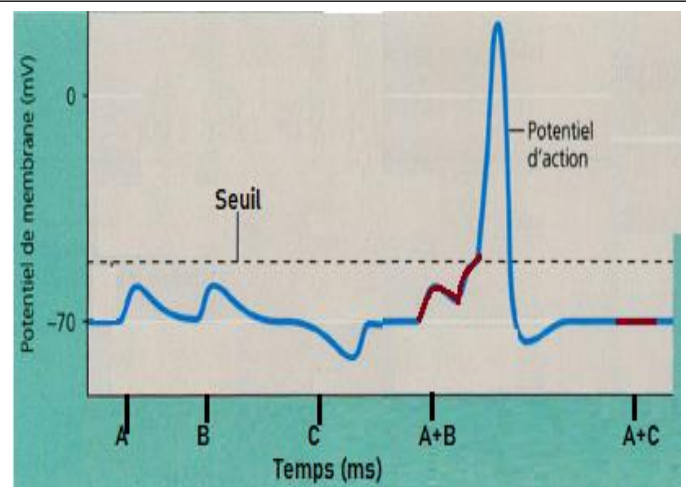
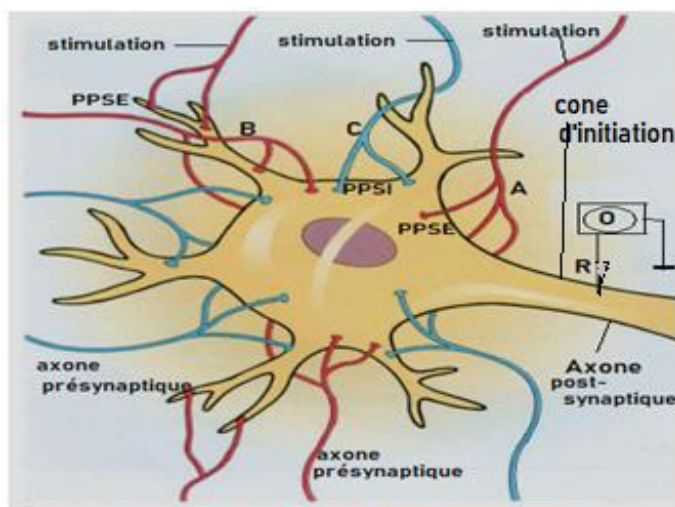
4 – Les caractéristiques intégratrices des neurones

a – données

Un neurone est connecté à de très nombreuses afférences excitatrices et inhibitrices (zones A, B et C). Il reçoit de très nombreuses informations au même temps. De nombreux PPSE et PPSI sont générés en divers points de la membrane du neurone.

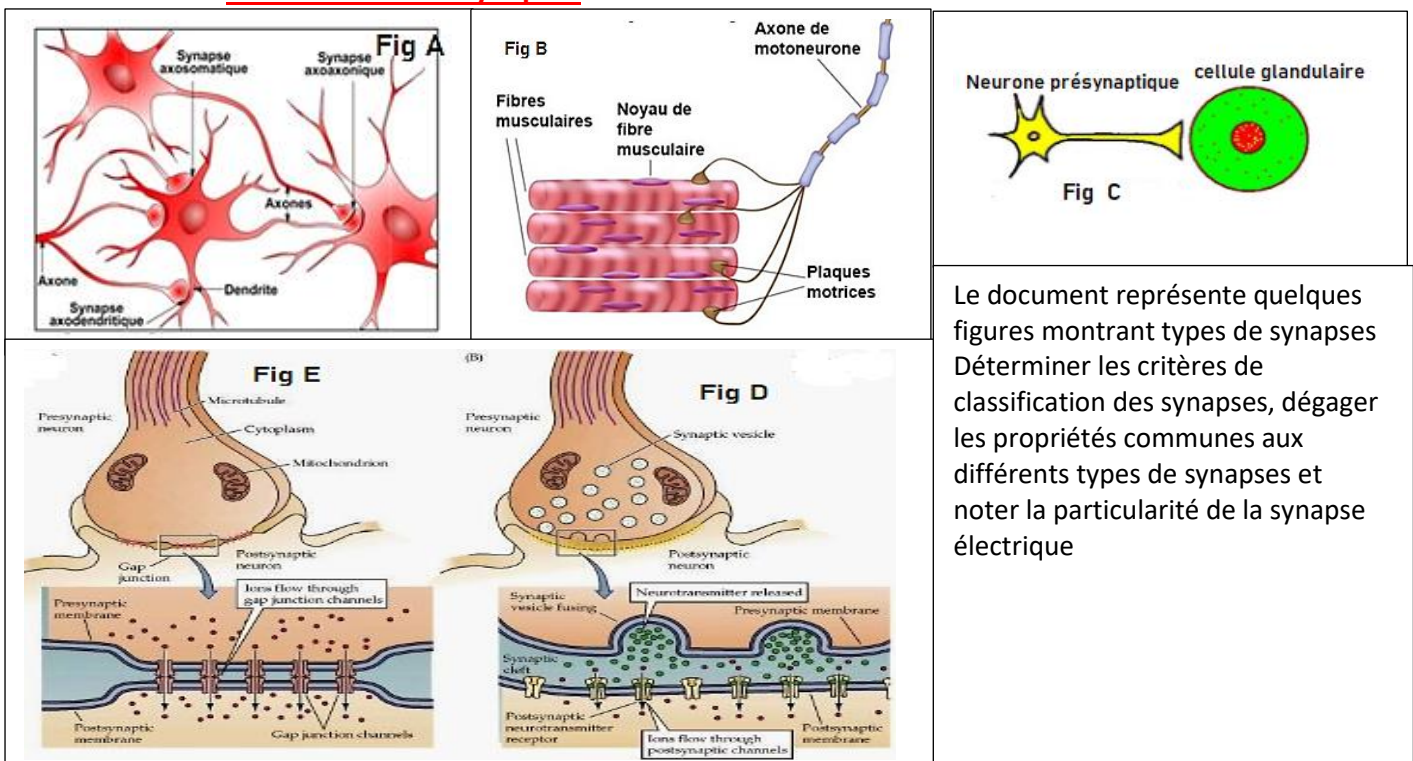
On enregistre le PPS du corps cellulaire et le PA de l'axone postsynaptique après avoir appliqué des stimulations de même intensité sur les axones présynaptiques A, B et C soit d'une façon isolée ou par couple de deux (voir les enregistrements)

D'après l'enregistrement ci-contre montrer que le corps cellulaire somme les différents potentiels postsynaptiques PPS provenant des axones A, B et C pour donner naissance aux potentiels d'action qui sera transmis par l'axone du neurone postsynaptique



b – bilan :

C – Classification des synapses



Le document représente quelques figures montrant types de synapses. Déterminer les critères de classification des synapses, dégager les propriétés communes aux différents types de synapses et noter la particularité de la synapse électrique.

Handwriting practice area with 25 horizontal dotted lines.