

**Tle D**  
**CODE : SVT**  
**DURÉE : 10H**

**MON ÉCOLE À LA MAISON**



**THEME : La communication dans l'organisme.**

## **LEÇON 2 : LE FONCTIONNEMENT DU TISSU NERVEUX**

### **SITUATION D'APPRENTISSAGE**

Le club des biologistes de ton établissement a suscité une conférence sur le fonctionnement du système nerveux. Le conférencier informe que le tissu nerveux assure la propagation du message nerveux dans l'organisme et lui permet d'être en relation avec le milieu extérieur. Cette conférence a particulièrement intéressé des élèves de Terminale D qui veulent en savoir plus. Pour cela, ils décident de déterminer l'organisation du tissu nerveux, ses propriétés et d'expliquer le mécanisme de transmission de l'influx nerveux.

### **CONTENU DU COURS**

#### **COMMENT LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL DANS L'ORGANISME ?**

La conférence organisée par le club de biologie sur le fonctionnement du système nerveux nous a permis de constater que le message nerveux se propage dans l'organisme. On suppose alors que:

- le message nerveux se propage grâce à sa nature particulière,
- le message nerveux se propage grâce aux propriétés de la structure nerveuse,
- le message nerveux se propage selon un mécanisme.

#### **I- LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL GRÂCE À SA NATURE PARTICULIERE ?**

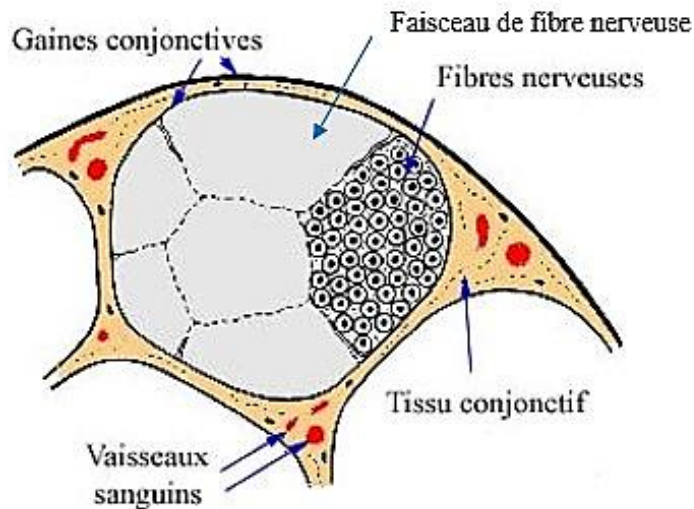
##### **A- ORGANISATION DU TISSU NERVEUX**

###### **1 - Observation**

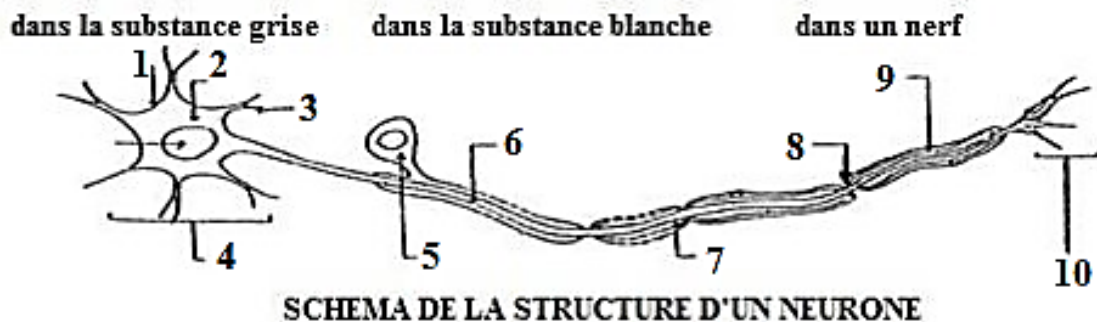
On observe au microscope la coupe transversale d'un nerf (Figure 1) et la structure d'un neurone (Figure 2).

###### **2 - Résultats**

Les résultats des observations sont représentés par les figures (1) et (2) du document 1



**Figure 1** : COUPE TRANSVERSALE D'UN NERF



Annotation : 1=membrane ; 2=cytoplasme ; 3=dendrite ; 4= péricaryon ; 5=cellule gliale ; 6=axone ; 7=gaine de myéline ; 8=nœud de Ranvier ; 9=cellule de Schwann ; 10=arborisation terminale.

**Figure 2**

### Document I

#### **3 - Analyse**

Le nerf est formé de **faisceaux de fibres nerveuses** et de **vaisseaux sanguins** situés dans un **tissu conjonctif**, le tout entouré d'une **gaine conjonctive** ou **épinèvre**.

Chaque faisceau de fibres nerveuses est entouré par une membrane appelée **périnèvre** et subdivisé par des **endonèvres**.

Le neurone ou cellule nerveuse est une cellule allongée constituée de trois grandes parties :

- le corps cellulaire ou soma ou péricaryon
- l'axone ou cylindraxe
- l'arborisation terminale.

On distingue deux types de fibres nerveuses : les fibres nerveuses myélinisées et les fibres nerveuses amyélinisées.

#### **4 - Conclusion**

Le tissu nerveux est constitué de nerfs. Chaque nerf est formé de faisceaux de fibres nerveuses. Le neurone ou cellule nerveuse représente l'unité fonctionnelle du tissu nerveux.

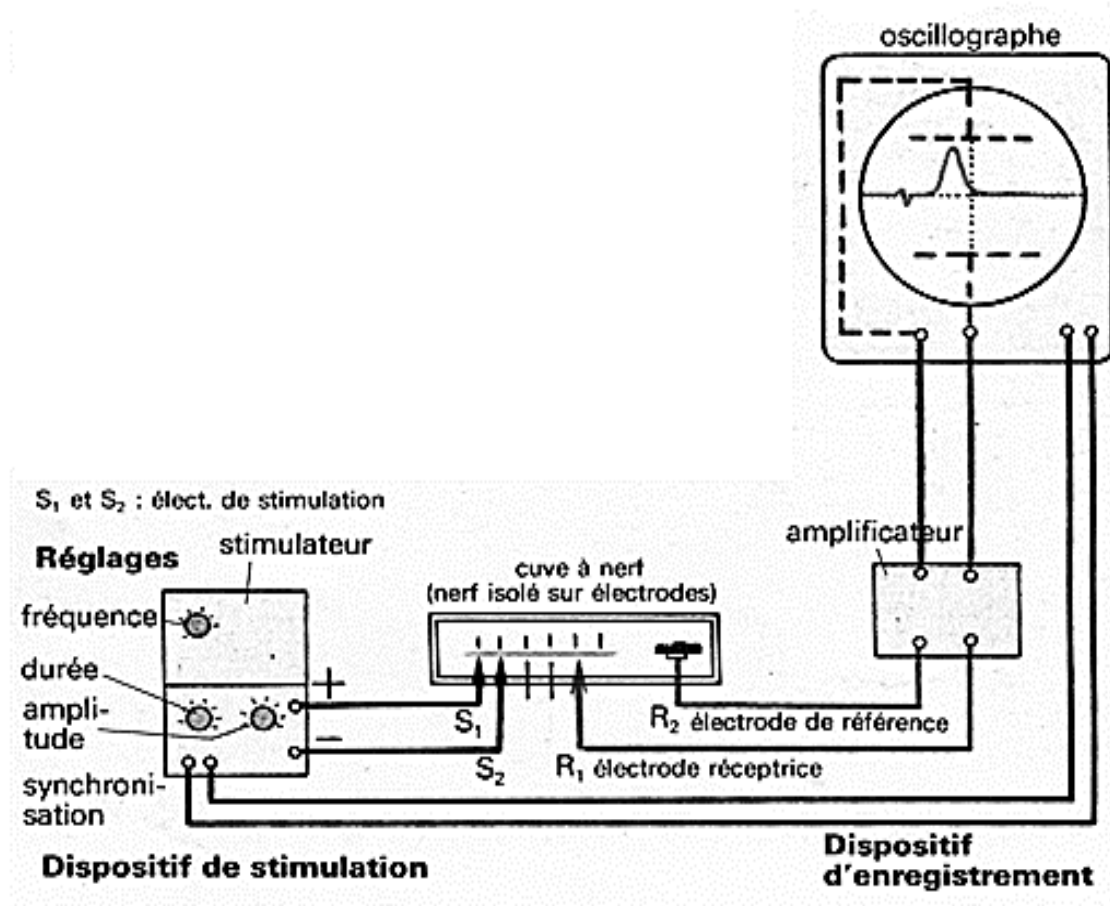
## **B- NATURE DU MESSAGE NERVEUX**

### **1 - Présentation d'expériences (Document II)**

Le principe de l'expérience consiste à mettre en évidence la nature électrique du message nerveux grâce à un oscilloscope ou oscillographe cathodique.

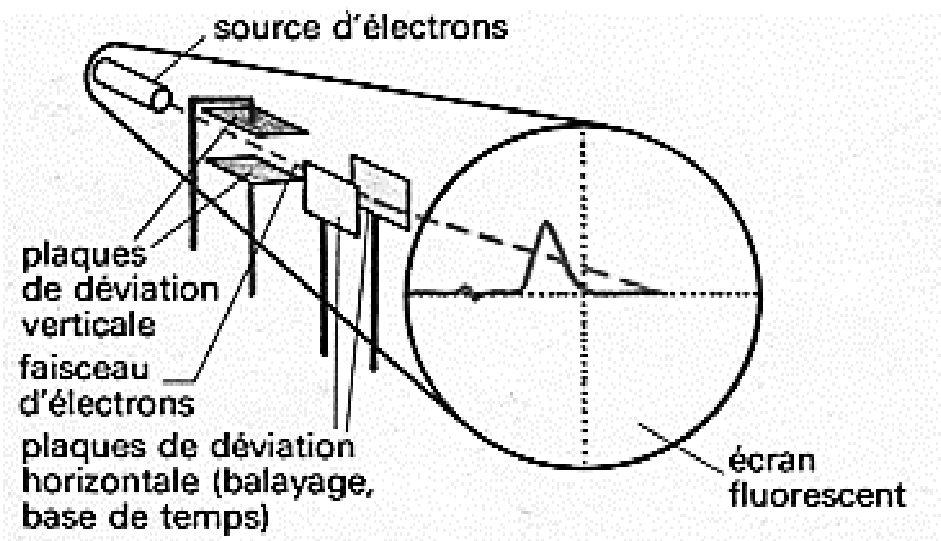
À partir du dispositif expérimental d'enregistrement du message nerveux présenté à la figure 1, et dont l'oscillographe est représenté par la figure 2, on réalise sur un axone géant de calmar une série d'expériences en procédant de la manière suivante :

- Lorsque les microélectrodes réceptrices R1 et R2 sont placées à la surface de l'axone (Figure 3), on réalise un enregistrement avant toute stimulation (Figure 3) et un autre après une stimulation efficace (Figure 3).
- Lorsque la microélectrode réceptrice R1 est placée à la surface de l'axone et la microélectrode R2 enfoncée à l'intérieur de l'axone, on réalise un enregistrement avant toute stimulation (Figure 3) et un autre après une stimulation efficace (Figure 3).

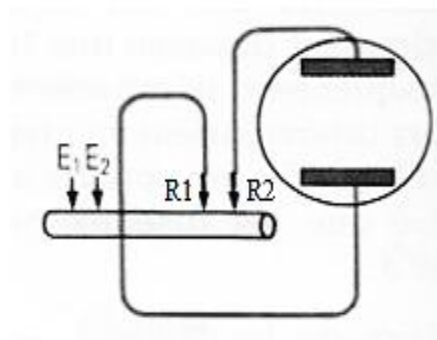


**Figure 1**

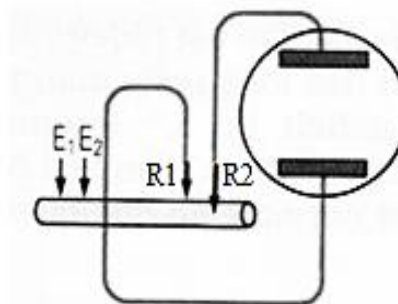
**Électrode de référence non adaptée pour l'expérience**



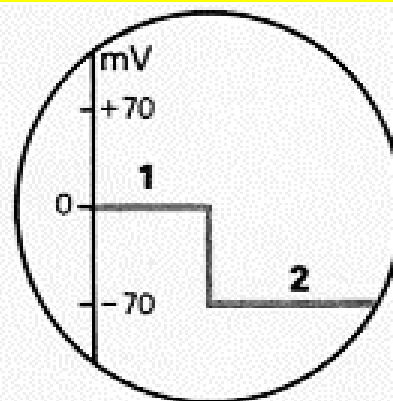
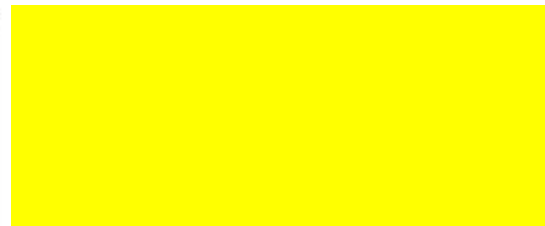
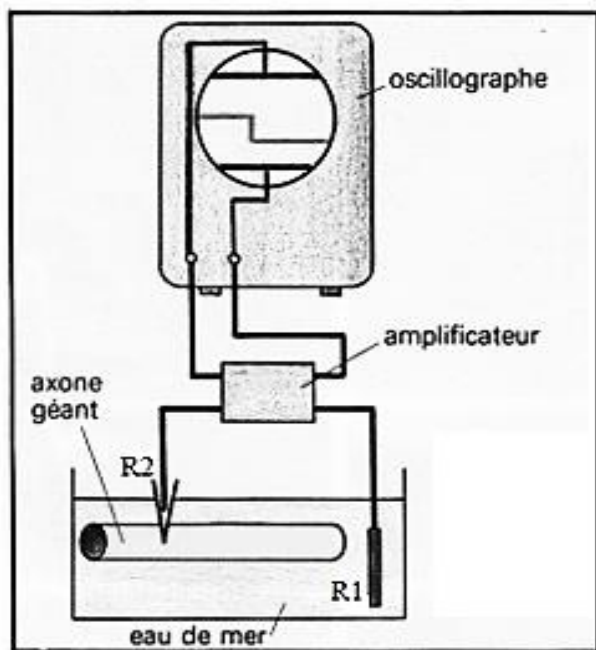
**Figure 2**

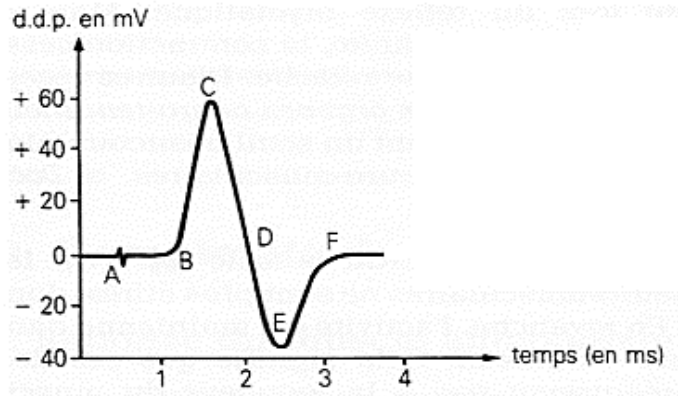
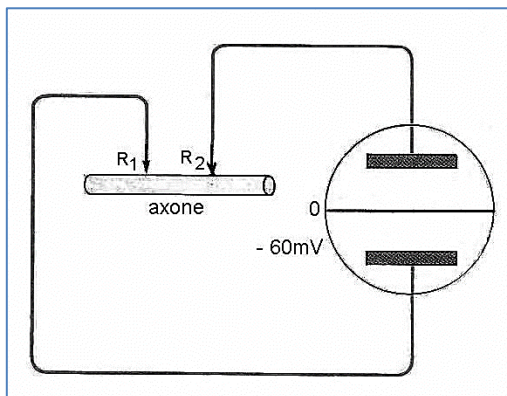
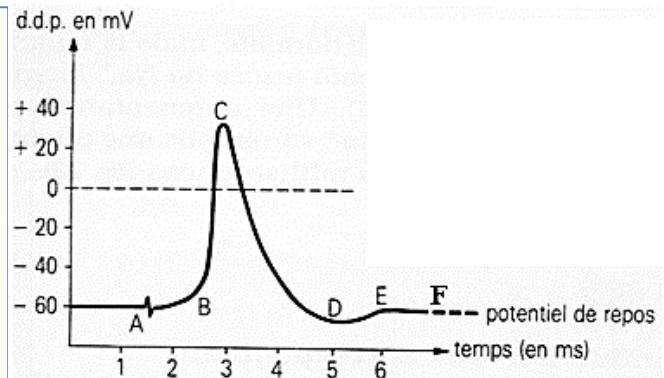
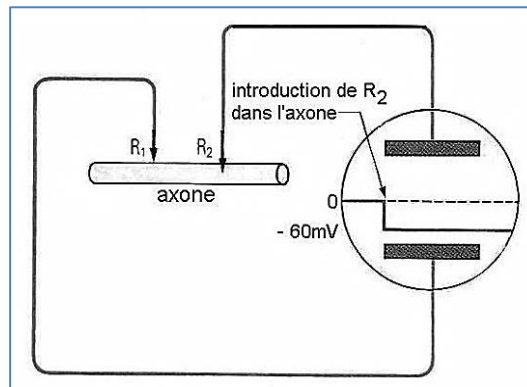


**Figure 3**



**Figure 4**



**Figure 5****Figure 6****2- Résultats****Figure 5 Figure 6****Figure 7 Figure 8****DOCUMENT II****3 - Analyse**

- Figure A-1 : En l'absence d'excitation, lorsque les deux électrodes réceptrices ( $R_1$  et  $R_2$ ) sont à la surface de l'axone, on enregistre sur l'écran de l'oscilloscope un balayage horizontal du spot indiquant le potentiel 0 mV.
- Figure A -2 : En l'absence d'excitation, lorsqu'on enfonce l'une des électrodes réceptrice ( $R_2$ ) dans l'axone, on enregistre une déviation verticale du spot vers le bas qui se stabilise à -70mV.
- Figure B : Lorsqu'on excite l'axone tout en maintenant l'électrode réceptrice A enfoncee dans celui-ci, on observe une variation de potentiel de membrane qui se matérialise par une courbe.
- Figure C : Lorsque les deux électrodes réceptrices sont à la surface de l'axone excité, on obtient une courbe présentant deux phases.

#### 4 - Interprétation

• Figure A-1 : Le balayage horizontal du spot au potentiel 0 mV représente le potentiel de référence ou potentiel zéro ou potentiel nul.

Ce résultat est obtenu car les deux plaques horizontales reliées aux électrodes réceptrices sont au même potentiel électrique. La différence de potentiel (ddp) est donc nulle entre deux points situés à la surface de l'axone.

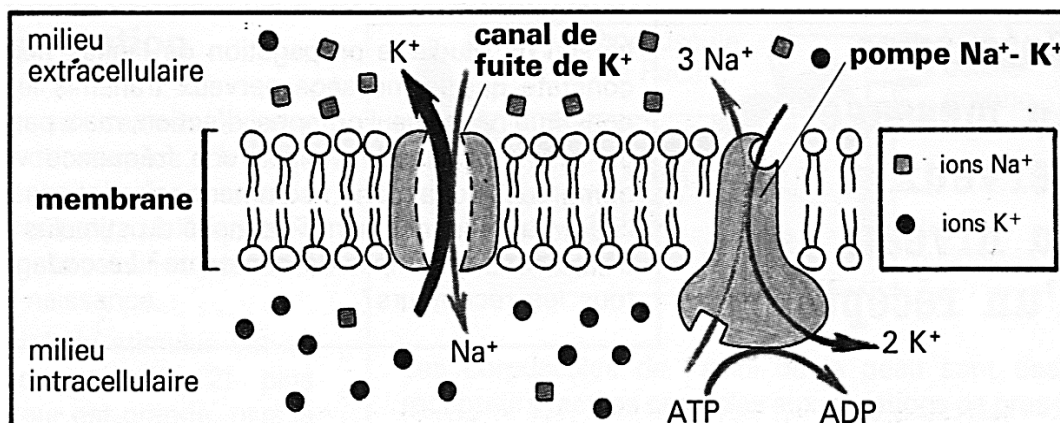
• Figure A-2 : Le potentiel de -70 mV obtenu suite à la déviation verticale du spot vers le bas représente le potentiel de repos ou potentiel de membrane.

Ce résultat est obtenu car le faisceau d'électrons est plus repoussé par la plaque horizontale supérieure (ou du haut) reliée à l'électrode A introduite dans l'axone. Cette électrode est donc plus électro négative que l'électrode B situé en surface, d'où A est chargée négativement et B est chargée positivement. La surface de l'axone au repos est donc chargée positivement et l'intérieur chargé négativement. Il existe donc une ddp entre la surface et l'intérieur de l'axone au repos qui est de -70mV. Le potentiel de repos (ou potentiel de membrane) d'une fibre nerveuse est la différence de potentiel électrique entre la surface et l'intérieur de celle-ci lorsqu'elle est au repos.

L'origine de cette différence de potentiel s'explique par une inégale répartition des ions  $K^+$  et  $Na^+$  de part et d'autre de la membrane de l'axone. Le milieu intracellulaire est plus concentré en ion  $K^+$  que le milieu extracellulaire qui est plus concentré en ions  $Na^+$  que le milieu intracellulaire

ions	Concentrations en $10^3 \text{ mol/l}$		
	cytoplasme	milieu extracellulaire	eau de mer
$K^+$	400	20	10
$Na^+$	50	440	460

Le mouvement de ces ions devrait conduire à une égalité de concentration des ions de part et d'autre de la membrane. Mais il existe toujours cette inégalité de concentration. Ce déséquilibre ionique à l'origine du potentiel de membrane est maintenu grâce à la pompe ionique ( $Na^+/K^+$ ).



• Figure B : La courbe obtenue est un PA monophasique qui comprend les phases suivantes :

A : L'artéfact de stimulation indique le moment précis de la stimulation responsable de la



naissance de l'influx nerveux ou onde de négativité.

AB : Le temps de latence. C'est le temps mis par l'influx nerveux pour atteindre la première électrode réceptrice R1. Les canaux à Na<sup>+</sup> voltage dépendant et les canaux à K<sup>+</sup> voltage dépendant restent fermés.

BC : La phase de dépolarisation indique l'inversion de la polarité de la membrane à l'arrivée de l'influx nerveux à la première électrode réceptrice R1. Sous cette électrode, la face externe de la membrane devient électronégative et la face interne électropositive. Nous obtenons alors un pic qui permet de déterminer l'amplitude du PA. Cette phase est due à une entrée massive d'ions Na<sup>+</sup> dans l'axone suite à l'ouverture des canaux Na<sup>+</sup> voltage dépendant. Les canaux K<sup>+</sup> voltage dépendant restent fermés.

CD : La phase de repolarisation indique le retour de la polarité de la membrane plasmique sous l'électrode R1 suite au passage de l'influx nerveux. La face externe redevient positive et la face interne négative. L'onde de négativité se situe entre R1 et R2. Il y a un rétablissement des charges initiales au niveau de R1 qui ramène le spot au potentiel de repos. Cette phase s'explique par une sortie d'ions K<sup>+</sup> de l'axone suite à l'ouverture des canaux K<sup>+</sup> voltage dépendant. Les canaux Na<sup>+</sup> voltage dépendant restent fermés.

DE : La phase d'hyperpolarisation correspond à une repolarisation extrême qui fait descendre le spot en dessous du potentiel de repos. Elle est due au fait que les canaux K<sup>+</sup> voltage dépendant restent longtemps ouverts entraînant une sortie excessive des ions K<sup>+</sup>.

EF : La phase de restauration

Nous observons un rétablissement du potentiel de membrane à la suite d'une légère remontée du spot. La membrane retrouve son potentiel de repos initial grâce à la pompe ionique Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> qui assure un transport actif en faisant sortir les Na<sup>+</sup> entrés et en faisant entrer les K<sup>+</sup> sortis contre leur gradient de concentration grâce à l'énergie produite par l'hydrolyse de l'ATP. Les canaux Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> voltage dépendant restent fermés.

Le PA correspond donc à une inversion momentanée de la polarité entre les deux faces de la membrane de l'axone.

L'influx nerveux est une onde de négativité qui se propage le long de l'axone en le dépolarisant localement sous forme de courant locaux.

## **5 - Conclusion**

L'influx nerveux se propage sous forme électrique grâce à des courants locaux issus de l'inversion de la polarité entre les deux faces de la membrane plasmique du neurone à la suite d'une stimulation.

## **II- LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL GRACE AUX PROPRIETES DE LA STRUCTURE NERVEUSE ?**

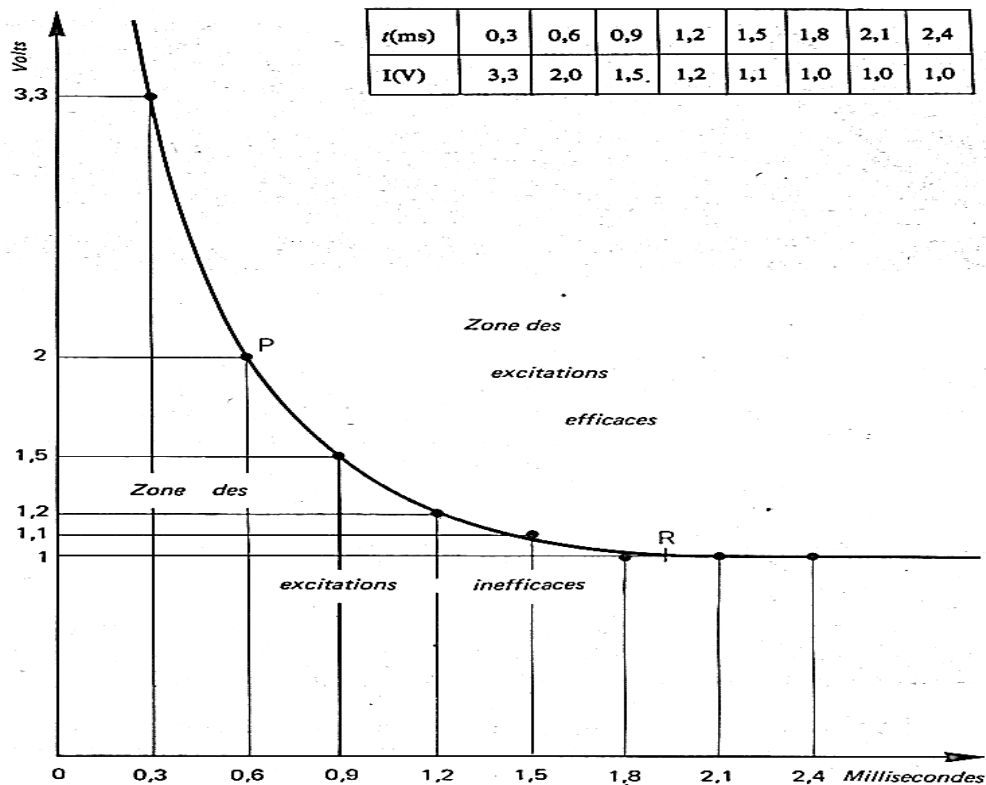
### **A- Réponse du nerf aux stimulations d'intensités et de durées variables**

#### **1-Présentation d'expériences**

Dans cette expérience, on veut déterminer l'intensité et la durée de stimulation correspondante pour lesquelles la structure nerveuse développe une réponse. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse du nerf, on fixe l'intensité de stimulation et on fait varier le temps de stimulation jusqu'à obtenir une réponse du nerf. On note ces deux valeurs. On recommence cette

opération pour plusieurs intensités de stimulation. Les résultats obtenus sont consignés dans un tableau.

## 2-Résultats



**COURBE D'EXCITABILITÉ DU NERF**

## 3-Analyse

La courbe de variation de l'intensité de stimulation en fonction de la durée de stimulation exprime la limite d'excitation du nerf. Toutes les excitations sur la courbe provoquent une réponse.

Les excitations en dessous de la courbe ne provoquent pas de réponse.

Les excitations au-dessus de la courbe provoquent une réponse.

1 V est la plus petite intensité de stimulation qui provoque une réponse lorsqu'elle est appliquée pendant une durée minimum de 1,8ms.

0,6 ms est le temps qu'il faut au double de 1 V (2 V) pour provoquer une réponse.

## 4-Interprétation

La courbe représente les excitations seuils. Elles sont dites **excitations liminaires**. Elles provoquent l'ouverture des canaux à Na<sup>+</sup>.

Les excitations en dessous du seuil d'excitation ne provoquent pas de réponse parce qu'elles sont inefficaces : elles sont dites **excitations infraliminaires**. Elles ne provoquent pas l'ouverture des canaux à Na<sup>+</sup>.

Les excitations au-dessus du seuil d'excitation provoquent une réponse parce qu'elles sont efficaces : elles sont dites **excitations supraliminaires**. Elles provoquent l'ouverture des canaux à Na<sup>+</sup>.

La plus petite intensité de stimulation (1 V) qui provoque une réponse est **l'intensité seuil** ou **intensité liminaire** ou **rhéobase**.



La plus petite durée d'application de la rhéobase (1,8 ms) pour provoquer une réponse est le **temps utile**. La durée d'application de l'intensité double de la rhéobase (2 V) pour provoquer une réponse est la **chronaxie** (0,6 ms). Plus la chronaxie est petite plus le nerf est excitable.

## 5-Conclusion

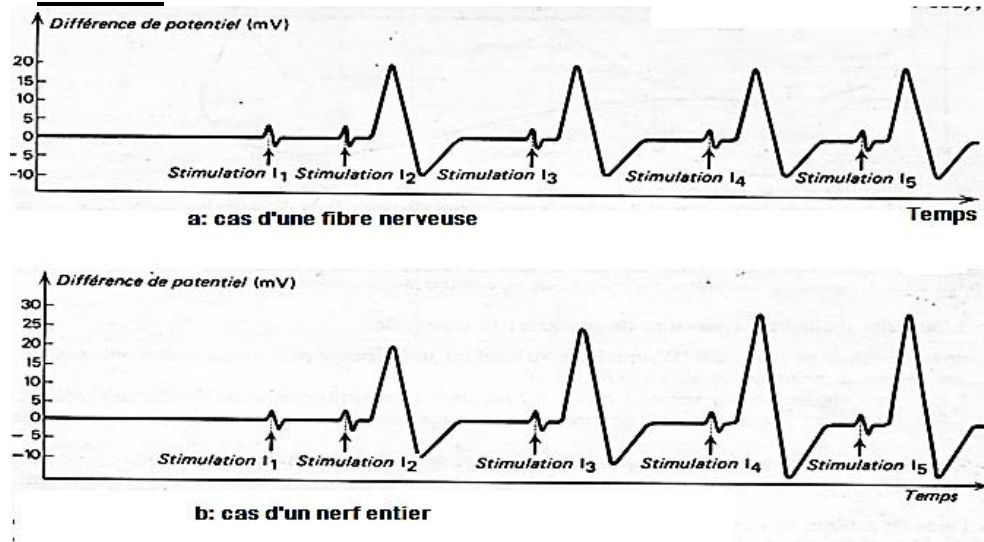
La rhéobase, le temps utile et la chronaxie sont des caractéristiques de l'excitabilité du tissu nerveux.

## **B- Réponses des structures nerveuses aux stimulations d'intensités croissantes**

### 1 Présentation d'expériences

Ces expériences consistent à déterminer les réponses du nerf et du neurone à des excitations d'intensités croissantes. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse des structures nerveuses, on porte des stimulations d'intensité croissante sur une fibre nerveuse et sur un nerf entier, puis on note les amplitudes des réponses obtenues.

### 2-Résultats



**POTENTIELS D'ACTION DUS A DES STIMULATIONS D'INTENSITES CROISSANTES**

### 3-Analyse

#### **Au niveau de la fibre nerveuse**

- A I<sub>1</sub> on n'a aucune réponse.
- A partir de I<sub>2</sub>, la réponse de la fibre nerveuse est d'amplitude d'emblée maximale à 20 mV.

#### **Au niveau du nerf**

- A I<sub>1</sub> on n'a aucune réponse
- A partir de I<sub>2</sub>, l'amplitude de la réponse du nerf augmente avec l'intensité de stimulation jusqu'à I<sub>4</sub>. Elle passe de 20 mV à 30 mV.
- Au-delà de I<sub>4</sub>, l'amplitude de la réponse est constante et maximale à 30 mV.

### 4-Interprétation

#### **Au niveau de la fibre nerveuse**

- En dessous de I<sub>2</sub>, on n'obtient aucune réponse car ce sont des **intensités sous liminaires** ou **infraliminaires**.
- I<sub>2</sub> est l'intensité minimale de stimulation pour laquelle on obtient la première réponse de la fibre nerveuse. I<sub>2</sub> est donc l'**intensité liminaire** ou **intensité seuil**.

-Au-delà de  $I_3$ , on obtient une réponse d'emblée maximale car ce sont des **intensités supraliminaires**.

Lorsque le seuil d'excitabilité est atteint (intensité liminaire atteinte), la fibre nerveuse donne toute sa réponse ou une réponse d'amplitude d'emblée maximale : on dit que la fibre nerveuse obéit à la **loi de tout ou rien**.

#### **Au niveau du nerf**

-En dessous de  $I_2$ , on n'obtient aucune réponse car ce sont des **intensités sous liminaires** ou **infraliminaires**.

-A  $I_2$  on a la plus petite réponse.  $I_2$  est donc **l'intensité seuil**.

-De  $I_2$  à  $I_4$ , l'augmentation progressive de l'amplitude de la réponse montre qu'un nombre de plus en plus croissant de fibres nerveuses sont excitées. Il y a recrutement progressif des fibres nerveuses dont les réponses s'additionnent : c'est le phénomène de **sommation**.

Le nerf est donc constitué de fibres nerveuses de seuils d'excitation différents.

- Au-delà de  $I_4$ , l'amplitude de la réponse est constante et maximale car toutes les fibres nerveuses ont été excitées.

### **5-Conclusion**

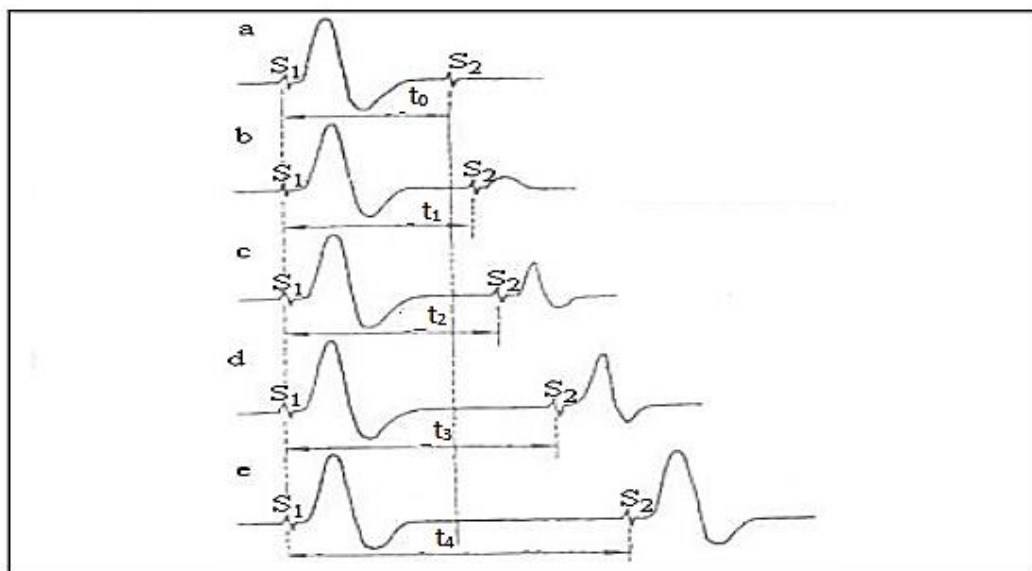
L'excitabilité du nerf obéit à la loi de sommation et la fibre nerveuse obéit à la loi de tout ou rien.

### **C- Réponses des structures nerveuses à deux stimulations efficaces successives à délai variable**

#### **1-Présentation d'expérience**

L'expérience consiste à déterminer la réponse d'une structure nerveuse à deux stimulations efficaces successives en faisant le temps qui les sépare. A l'aide du dispositif expérimental d'enregistrement de la réponse des structures nerveuses, on porte deux stimulations efficaces successives de mêmes intensités sur un nerf. Pour chaque on fait varier le délai qui les sépare.

#### **2-Résultats**



#### **3-Analyse**

-Lorsque les deux stimulations sont très rapprochées ( $t_0$ ), après la première réponse, le nerf ne répond pas à la deuxième stimulation.

- Lorsque les deux stimulations sont séparées par un délai assez long ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ), après la première réponse, l'amplitude de la réponse du nerf à la deuxième stimulation devient de plus en plus grande.
- Lorsque les deux stimulations sont séparées par un délai long ( $t_4$ ), l'amplitude des deux réponses est la même.

#### 4-Interprétation

-Lorsque le délai qui sépare l'application des deux stimulations efficaces est très court, le nerf perd totalement son excitabilité après une première réponse car la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  n'a pas eu le temps de restaurer les concentrations ioniques initiales et les canaux  $\text{Na}^+$  sont fermés. Cette période pendant laquelle le nerf ne répond pas à la deuxième stimulation efficace est la **période réfractaire absolue (PRA)**.

-Lorsque le délai qui sépare l'application des deux stimulations efficaces augmente, la réponse du nerf à la deuxième stimulation augmente car la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  rétablit progressivement les concentrations ioniques initiales et les canaux à  $\text{Na}^+$  s'ouvrent. Cette période pendant laquelle la réponse du nerf à la deuxième stimulation devient de plus en plus grande est la **période réfractaire relative (PRR)**.

-La réponse du nerf à une deuxième stimulation efficace devient normale après le rétablissement total des concentrations ioniques par la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

#### 5-Conclusion

Le nerf est excitable mais il peut perdre son excitabilité pendant une période donnée appelée **période réfractaire**.

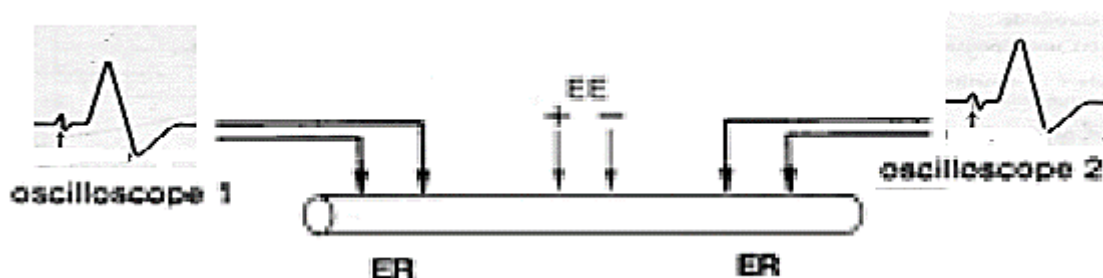
### **D – SENS DE PROPAGATION DE L'INFLUX NERVEUX**

#### 1-Présentation d'expériences

Dans cette expérience on veut déterminer le sens de conduction de l'influx nerveux. On applique une stimulation efficace sur une fibre nerveuse reliée à deux oscilloscopes placés de part et d'autre du lieu de la stimulation.

#### 2-Résultats

On enregistre un PA au niveau de chaque oscilloscope.



#### 3-Analyse

Lorsqu'on excite une fibre nerveuse isolée (placée hors de l'organisme), on enregistre un PA (réponse) de part et d'autre du lieu d'excitation.

#### 4-Interprétation

L'enregistrement d'un PA de part et d'autre du lieu d'excitation indique que l'influx nerveux se déplace dans les deux sens de la fibre nerveuse isolée.

Dans un organisme vivant, l'influx nerveux se propage dans un seul sens sur une fibre nerveuse : dendrites- corps cellulaire-axone-arborisation terminale.

### 5-Conclusion

L'influx nerveux se déplace dans les deux sens sur une fibre nerveuse isolée mais dans un seul sens dans l'organisme.

## E-LA VITESSE DE CONDUCTION DE L'INFLUX NERVEUX

### 1-Présentation d'expériences

On veut déterminer l'influence de certains facteurs sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux puis calculer sa vitesse. Pour cela, on utilise différentes fibres nerveuses.

### 2-Résultats

Nature de la fibre nerveuse	Diamètre (µm)	Température (°C)	Vitesse (m/s)
Fibre myélinisée de grenouille	10	20	17
	20	20	30
		30	60-80
Fibre myélinisée de mammifère	20	37	120
Axone géant de Calmar amyélinique	1000	23	33

### 3-Analyse

Les facteurs influençant la vitesse de propagation de l'influx nerveux sont : la nature, le diamètre de la fibre nerveuse et la température.

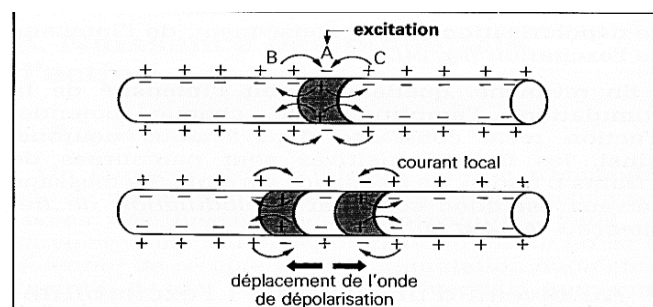
-la vitesse de propagation de l'influx nerveux est plus élevée dans les fibres myélinisées que dans les fibres amyéliniques.

-Pour deux fibres nerveuses de même nature et de même diamètre, la vitesse de propagation de l'influx nerveux augmente avec la température.

-Pour deux fibres nerveuses de même nature se trouvant à la même température, la vitesse de propagation de l'influx nerveux augmente avec le diamètre.

### 4-Interprétation

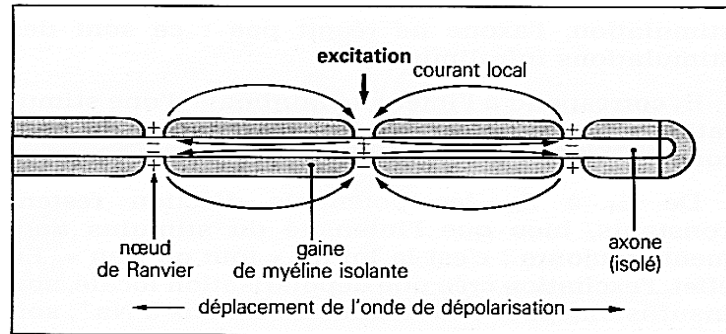
Dans les fibres amyéliniques (voir schéma), l'excitation en un point quelconque de la fibre crée une dépolérisation qui se propage de proche en proche le long de la fibre nerveuse sous forme de courants locaux : c'est la **théorie des courants locaux**.



*Courants locaux dans un axone amyélinique isolé.*

La conduction de l'influx nerveux dans les fibres amyéliniques est donc **lente** et **continue**.

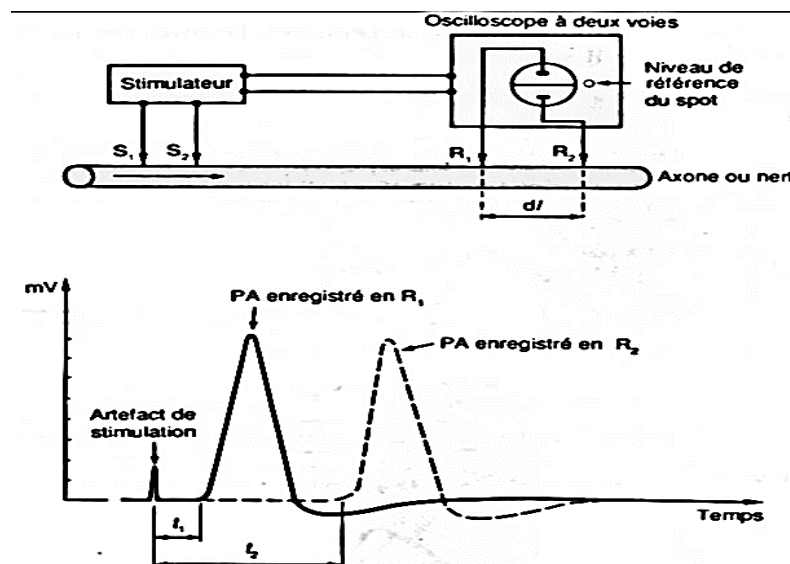
-Dans les fibres myélinisées, la gaine de myéline est un isolant qui est interrompue au niveau des, les charges électriques sont situées au niveau des nœuds de Ranvier. L'excitation crée une dépolarisation qui se propage en effectuant des sauts d'un nœud de Ranvier à un autre : c'est la **théorie de la conduction saltatoire**.



*Conduction saltatoire.*

La conduction de l'influx nerveux dans les fibres myélinisées est donc plus **rapide**.

### Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux



Pour déterminer la vitesse de propagation de l'influx nerveux, on fait des mesures :

- Soit  $d_1$  la distance entre la 2ème électrode excitatrice (E2) et la 1ère électrode réceptrice R1 ayant permis d'obtenir le 1<sup>er</sup> enregistrement.

- Soit  $d_2$  la distance entre la 2ème électrode excitatrice (E2) et la 2ème électrode réceptrice R2 ayant permis d'obtenir le 2<sup>er</sup> enregistrement.

On aura  $\Delta d$  la distance qui sépare les 2 PA. Soit  $\Delta d = d_2 - d_1$ .

Lorsqu'on superpose les 2 PA en faisant coïncider les artéfacts de stimulation, on constate un décalage des 2 PA.

- soit  $t_1$  le temps mis par l'influx nerveux pour parcourir  $d_1$

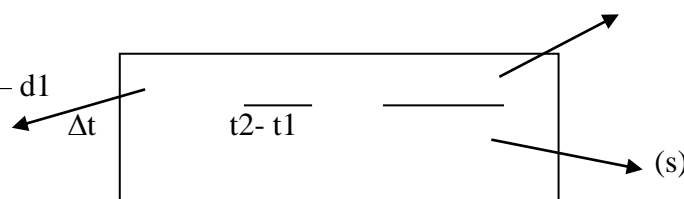
- soit  $t_2$  le temps mis par l'influx nerveux pour parcourir  $d_2$

On aura  $\Delta t$  le temps qui sépare les 2 PA. Soit  $\Delta t = t_2 - t_1$ . La vitesse sera donc :

(m)

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{\Delta t}$$

m/s



## 5-Conclusion

La vitesse de propagation de l'influx nerveux dépend de certains facteurs tels que la nature de la fibre, le diamètre de la fibre et la température.

### Conclusion partielle

Le nerf ou la fibre nerveuse sont des structures nerveuses excitables et conductrices. Ils développent un message nerveux lorsque l'intensité de stimulation est efficace.

L'excitabilité du nerf obéit à la loi de sommation et celle de la fibre nerveuse obéit à la loi de tout ou rien. Ils peuvent perdre cette propriété pendant les périodes réfractaires. La vitesse de propagation de l'influx nerveux dépend de certains facteurs.

## III-LE MESSAGE NERVEUX SE PROPAGE-T-IL D'UN NEURONE A UNE AUTRE STRUCTURE EXCITABLE ?

### A- Les différentes zones de contact entre structures cellulaires

#### 1- Observation de document III

Le document III présente les différentes zones de contacts entre neurones (figure 1) et entre un neurone et une cellule musculaire (figure 2).

#### 2- Résultat

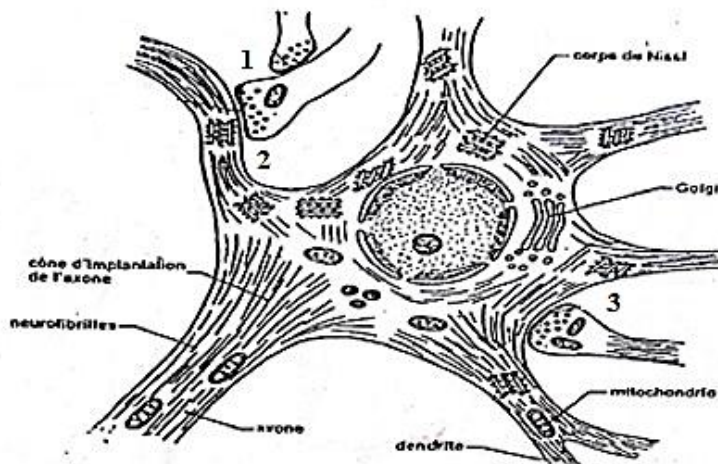


Figure 1 : LES DIFFÉRENTES SYNAPSES NEURONIQUES

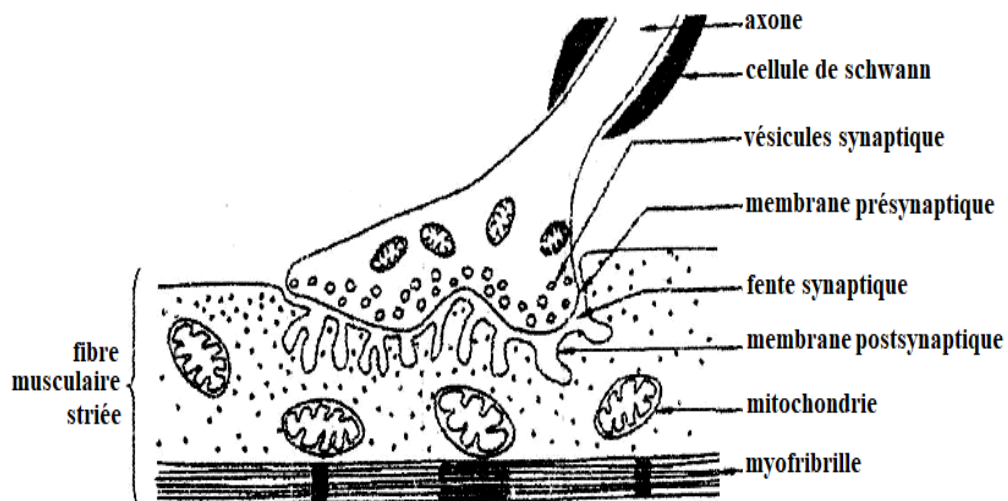




Figure 2 : ULTRASTRUCTURE D'UNE PLAQUE MOTRICE

### DOCUMENT III

#### 3- Analyse

La Figure 1 présente trois types de contact ou jonction entre les neurones :

- les jonctions entre 2 axones (1) appelée **jonction axo-axonique** lorsque l'axone d'un neurone entre en contact avec l'axone d'une autre neurone.
- les jonctions entre un axone et une dendrite (2) appelée **jonction axo-dendritique** lorsque l'axone d'un neurone est en contact avec la dendrite d'un autre neurone.
- les jonctions entre un axone et le corps cellulaire ou soma (3) appelée **jonction axo-somatique** lorsque l'axone d'un neurone est en contact avec le corps cellulaire d'un autre neurone

La Figure 2 présente la zone de contact entre un neurone et une cellule musculaire appelée **jonction neuro-musculaire ou plaque motrice**.

#### 5- Conclusion

La transmission de l'influx nerveux d'un neurone à une structure cellulaire se fait à travers des zones de contact appelée **synapse**. Une synapse est composée d'un élément présynaptique et d'une élément postsynaptique séparés par un espace appelé fente synaptique.

### B- Le passage de l'influx nerveux à travers une synapse

#### 1- Observation du document IV

Le document IV présente en figure A l'électronographie d'une plaque motrice et en figure B le schéma d'interprétation.

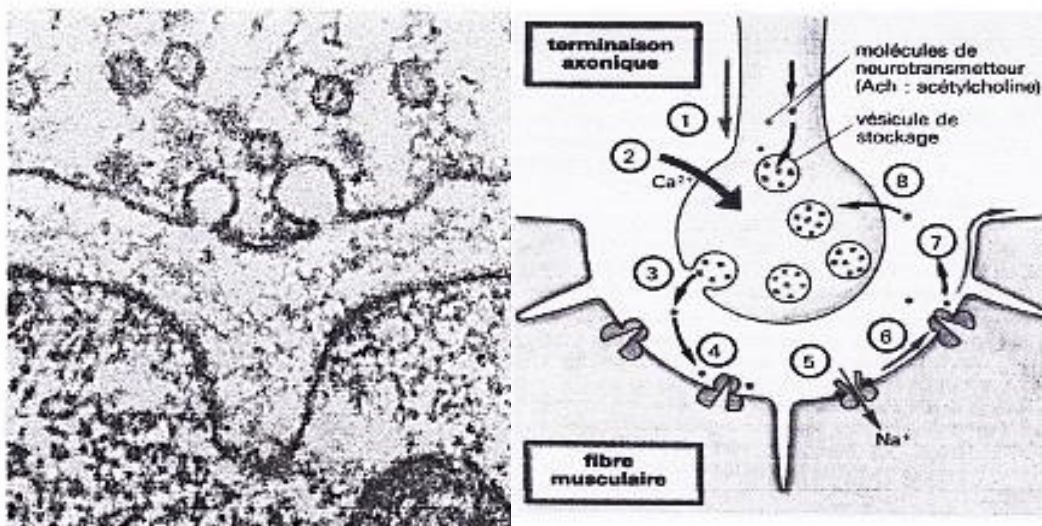


Figure A : ÉLECTRONGRAPHIE D'UNE PLAQUE MOTRICE

Figure B : SCHÉMA D'INTERPRÉTATION D'UNE PLAQUE MOTRICE

#### 2- Résultat

Figure A : présence de nombreuses vésicules synaptiques et de vésicules d'exocytoses dans l'élément présynaptique. Absence de vésicules dans l'élément postsynaptique.



### **3- Analyse**

Les différentes étapes de la transmission de l'influx nerveux au niveau d'une synapse sont :

- (1) l'arrivée de l'influx nerveux au niveau du bouton synaptique
- (2) entrée des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le bouton synaptique
- (3) libération des neurotransmetteurs dans la fente synaptique par exocytose
- (4) fixation des neurotransmetteurs sur les récepteurs à  $\text{Na}^+$  de la membrane postsynaptique
- (5) ouverture et entrée des ions  $\text{Na}^+$  dans la fibre musculaire à travers les canaux à  $\text{Na}^+$
- (6) dépolarisation de la membrane postsynaptique
- (7) hydrolyse du neuromédiateur
- (8) recapture ou réabsorption du neurotransmetteur par le bouton synaptique.

### **4- Interprétation**

Suite à une stimulation efficace du neurone, l'influx nerveux arrive au niveau du bouton présynaptique et provoque l'ouverture des canaux à  $\text{Ca}^{2+}$  situés sur la membrane présynaptique. Cette ouverture entraîne une entrée massive des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le bouton synaptique suivie de la libération par exocytose, dans la fente synaptique de neuromédiateurs ou neurotransmetteurs ou médiateurs chimiques (ex : acétylcholine ou ACH) stockés dans des vésicules synaptiques.

L'acétylcholine libérée dans la fente synaptique se fixe sur son récepteur spécifique situé sur la membrane postsynaptique. Ce qui provoque l'ouverture des canaux à  $\text{Na}^+$  chimio dépendants et l'entrée massive des ions  $\text{Na}^+$  dans la fibre musculaire.

Cette entrée massive d'ions  $\text{Na}^+$  entraîne la dépolarisation de la membrane postsynaptique, d'où la naissance d'un PA musculaire se propageant le long du muscle qui se contracte.

La contraction s'arrête lorsque l'ACH est hydrolysé en acétate et en choline par une enzyme appelée l'acétylcholinestérase.

La choline est ensuite réabsorbée par le bouton synaptique pour servir à la synthèse de nouvelles molécules d'acétylcholine.

La synapse neuro-neuronique a le même fonctionnement que la synapse neuro-musculaire. Dans le cas de la synapse neuro-neuronique, une stimulation du neurone présynaptique entraîne la libération de neurotransmetteurs dans la fente synaptique.

La fixation des neurotransmetteurs sur la membrane déclenche localement la naissance d'un potentiel postsynaptique (ou PPS).

Lorsque dans une synapse, les neurotransmetteurs libérés ouvrent les canaux à  $\text{Na}^+$  et provoquent localement la dépolarisation de la membrane postsynaptique, la synapse est dite synapse excitatrice et le potentiel postsynaptique obtenu est appelé potentiel postsynaptique excitateur (ou PPSE)

Lorsque dans une synapse, les neurotransmetteurs libérés entraînent une sortie massive d'ions  $\text{K}^+$  ou une entrée massive d'ions  $\text{Cl}^-$  provoquant ainsi une hyperpolarisation de la membrane postsynaptique, cette membrane est inhibée. D'où absence de PA au niveau de cette membrane. Dans ce cas, la synapse est dite synapse inhibitrice et le PPS obtenu est appelé potentiel postsynaptique inhibiteur (ou PPSI).

### **5- Conclusion**

La transmission de l'influx nerveux se fait grâce aux médiateurs qui se fixent sur leurs récepteurs spécifiques situés sur la membrane postsynaptique.

#### **Conclusion partielle**

La transmission de l'influx nerveux d'un neurone à une structure cellulaire se fait à travers des zones de contact appelée synapse grâce à des médiateurs chimiques qui se fixent sur leurs récepteurs spécifiques situés sur la membrane postsynaptique.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

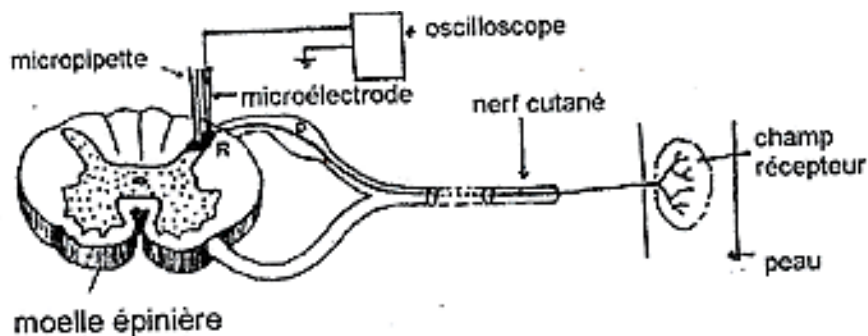
L'influx nerveux se propage le long d'une structure nerveuse. Il est provoqué par une modification de la perméabilité membranaire à certains ions et circule sous forme de courants locaux le long du neurone. Le passage de l'influx nerveux à travers la synapse est assuré par un médiateur chimique libéré dans la fente synaptique et qui provoque la dépolarisation de la membrane de l'élément postsynaptique. Dans l'organisme, l'influx nerveux se déplace toujours du corps cellulaire du neurone vers les terminaisons nerveuses.

## SITUATION D'ÉVALUATION

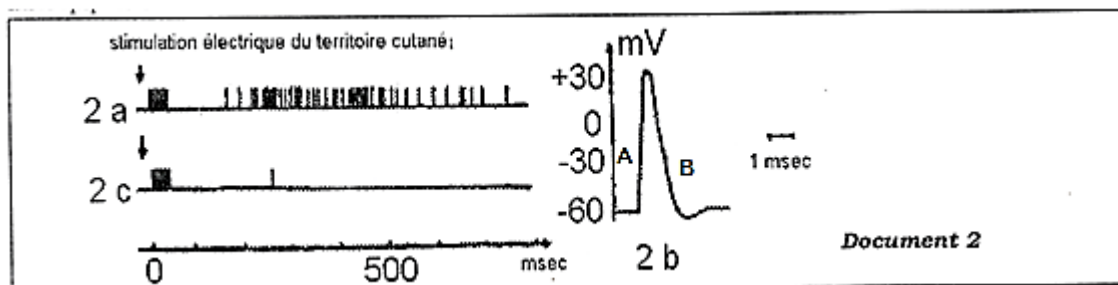
Au cours des séances de remédiation sur la leçon portant sur les propriétés du tissu nerveux, ton camarade de classe vous présente les documents suivants. Ces documents se rapportent à une série d'expériences réalisées pour mettre en évidence le rôle de la moelle dans la transmission de l'influx nerveux. Le document 1 indique la liaison entre la peau et la moelle épinière, une microélectrode reliée à un oscilloscope cathodique est implantée au niveau du neurone de la corne dorsale.

- on porte une forte stimulation sur la peau qui provoque une sensation de douleur brève suivie d'une douleur tardive ; le document 2a donne la réponse obtenue dont un des éléments amplifié e correspond au document 2b.

- on applique, à l'aide de la micropipette quelques gouttes de morphine et on porte une forte stimulation sur la peau. Le document 2c montre la réponse obtenue.



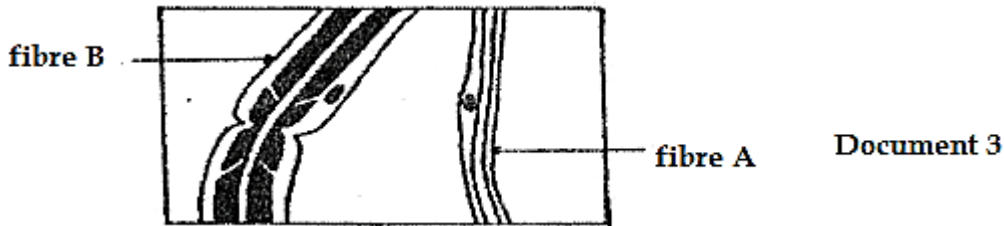
**Document 1**



**Document 2**

1. Nomme l'enregistrement 2 b
2. Explique les phases (A) et (B) du document 2b
3. a/ Compare les réponses 2a et 2c

b/ Déduis – en l’effet de la morphine



Document 3

Le tableau ci – dessous donne la vitesse de propagation de l’influx nerveux en fonction du diamètre de ces fibres nerveuses.

Type de fibres	Diamètre (um)	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )
Fibre A	0.5 à 1	1 à 3
Fibre B	4 à 8	24 à 48

3. a/ Identifiez ces fibres nerveuses

b/ Analysez les résultats du tableau

4. Expliquez la survenue de la douleur rapide et la douleur lente après la forte stimulation du nerf.

## AUTRES EXERCICES

### Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives au nerf et à la fibre nerveuse.

- 1- Toutes les fibres nerveuses sont myélinisées
- 2- La conduction saltatoire est le mode de conduction de l’influx nerveux.....  
par les fibres myélinisées.
- 3- La vitesse de conduction de l’influx nerveux est plus rapide au niveau  
**des fibres** non myélinisées.
- 4- La loi de tout ou rien caractérise le fonctionnement d’un nerf
- 5- La sommation des potentiels **d’action** est caractéristique du  
fonctionnement d’un neurone
- 6- Dans l’organisme, l’influx nerveux est **transmis** dans un seul sens  
au niveau d’un neurone


**Mets vrai ou faux devant chaque affirmation.**

### Exercice 2

Les expressions ci-dessous décrivent le fonctionnement d’une synapse excitatrice, dans le désordre :

- a- Exocytose du neuromédiateur ;
- b- Entrée des ions Na<sup>+</sup> ;
- c- Entrée des ions Ca<sup>++</sup> ;

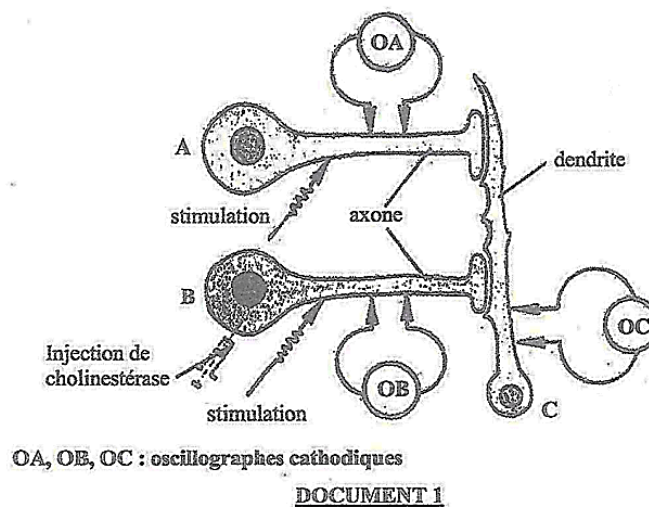
- d- Fixation des molécules de neuromédiateurs sur les récepteurs portés par la membrane post synaptique ;
- e- Naissance du potentiel d'action sur la membrane post synaptique ;
- f- Dépolarisation de la membrane post synaptique ;
- g- Arrivée du potentiel d'action à l'extrémité du neurone pré synaptique.

**Remets ces expressions dans l'ordre chronologique pour décrire le fonctionnement d'une synapse excitatrice, en utilisant les lettres.**

**Exercice 3**

Au cours d'une séance de Travaux Pratiques (TP), les élèves de ta classe utilisent par groupe, les technologies nouvelles pour pratiquer des expériences de stimulations sur des chaînes neuroniques A, B et C.

Le montage utilisé, les expériences réalisées et les résultats obtenus sont présentés par les documents 1 et 2.



	<b>Expérience 1 :</b> Stimulation de A	<b>Expérience 2 :</b> Stimulation de B	<b>Expérience 3 :</b> Stimulation de B, après injection de la cholinestérase
<b>Réponse de A</b>	+	-	-
<b>Réponse de B</b>	-	+	+
<b>Réponse de C</b>	+	+	-

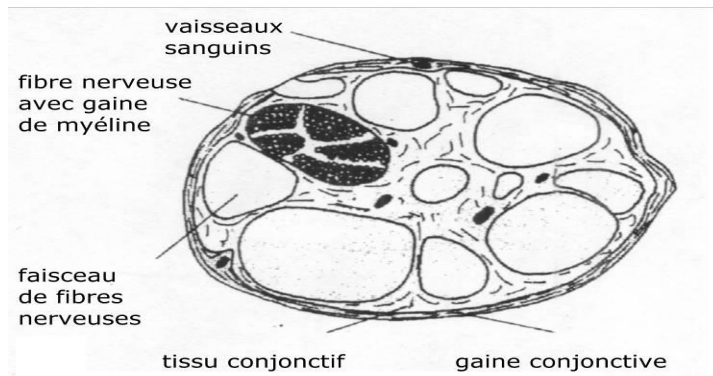
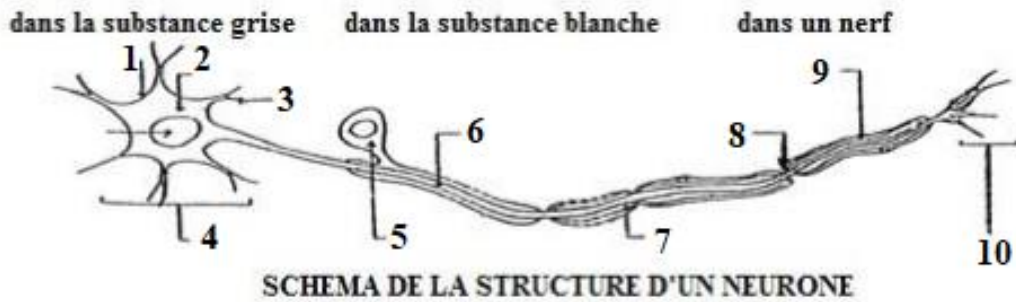
- : pas de réponse du neurone ;
- : le neurone répond.

**DOCUMENT 2**

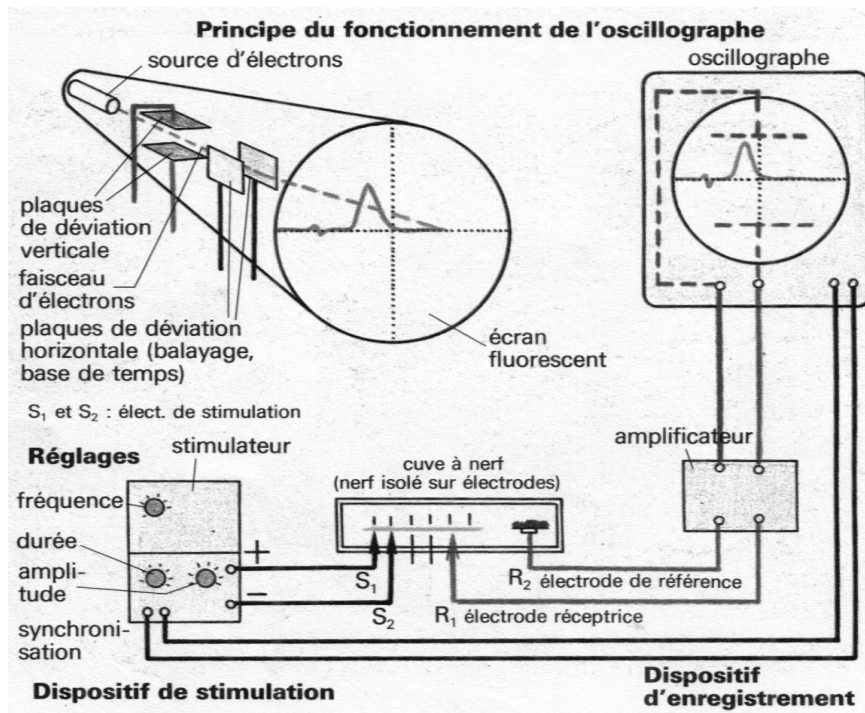
Le groupe de travail voisin qui a du mal à exploiter les résultats, te sollicite pour l'aider.

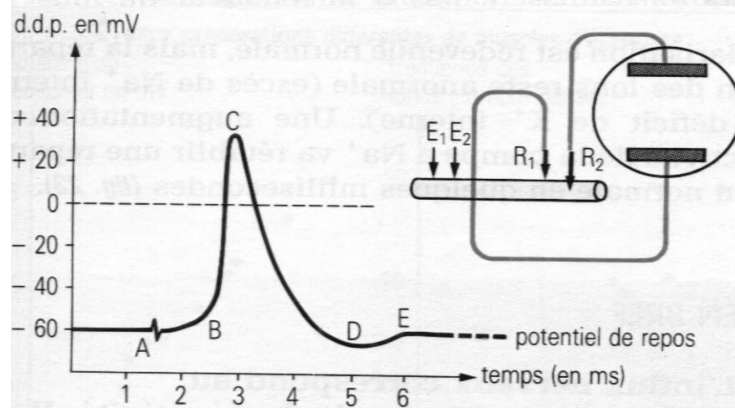
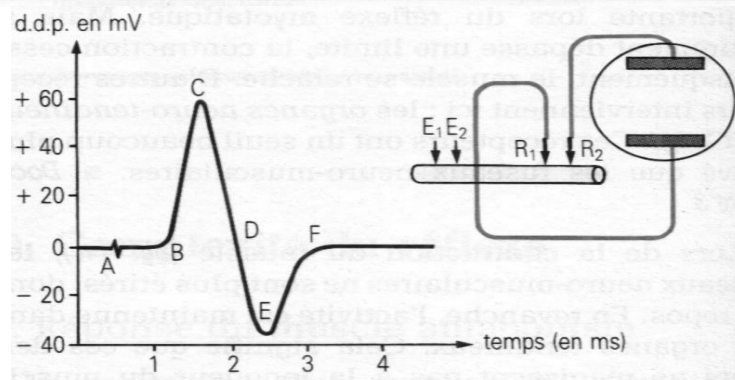
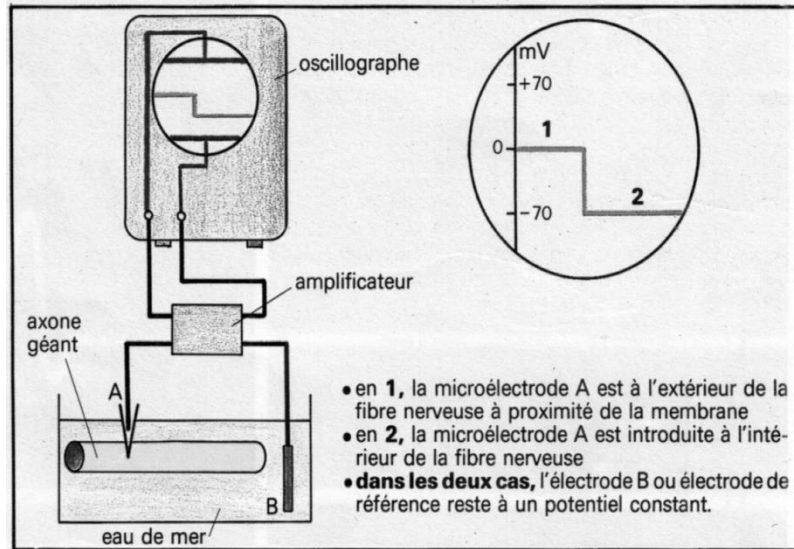
- 1- Décris les expériences réalisées.
- 2- Analyse les résultats obtenus.
- 3- Explique- les.

# DOCUMENTATION



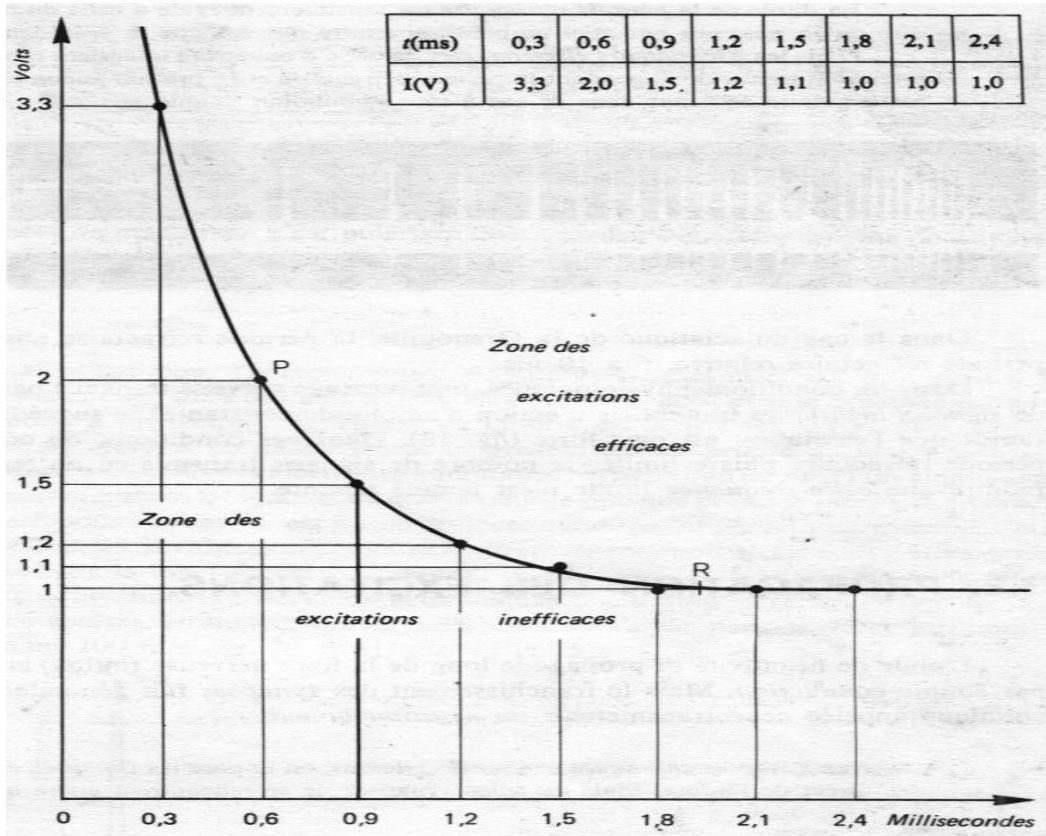
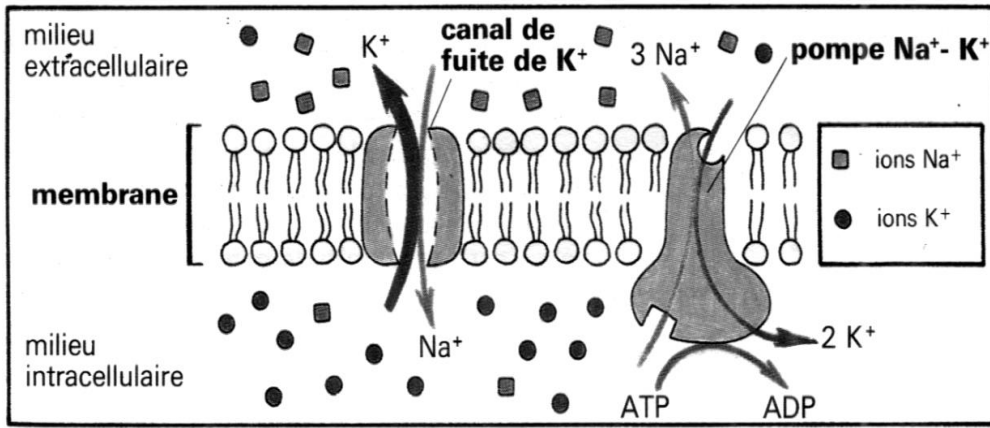
COUPE TRANSVERSALE DE NERF (PHOTOGRAPHIE (ci-contre) ET SCHEMA D'INTERPRETATION





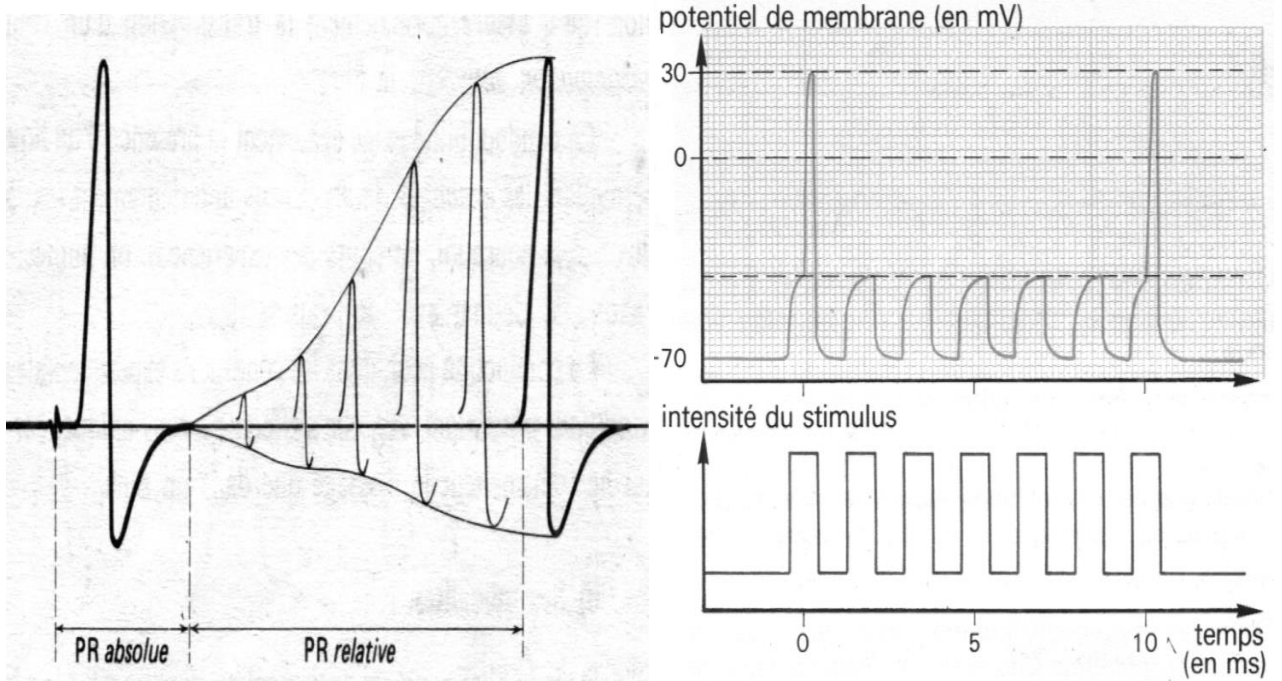
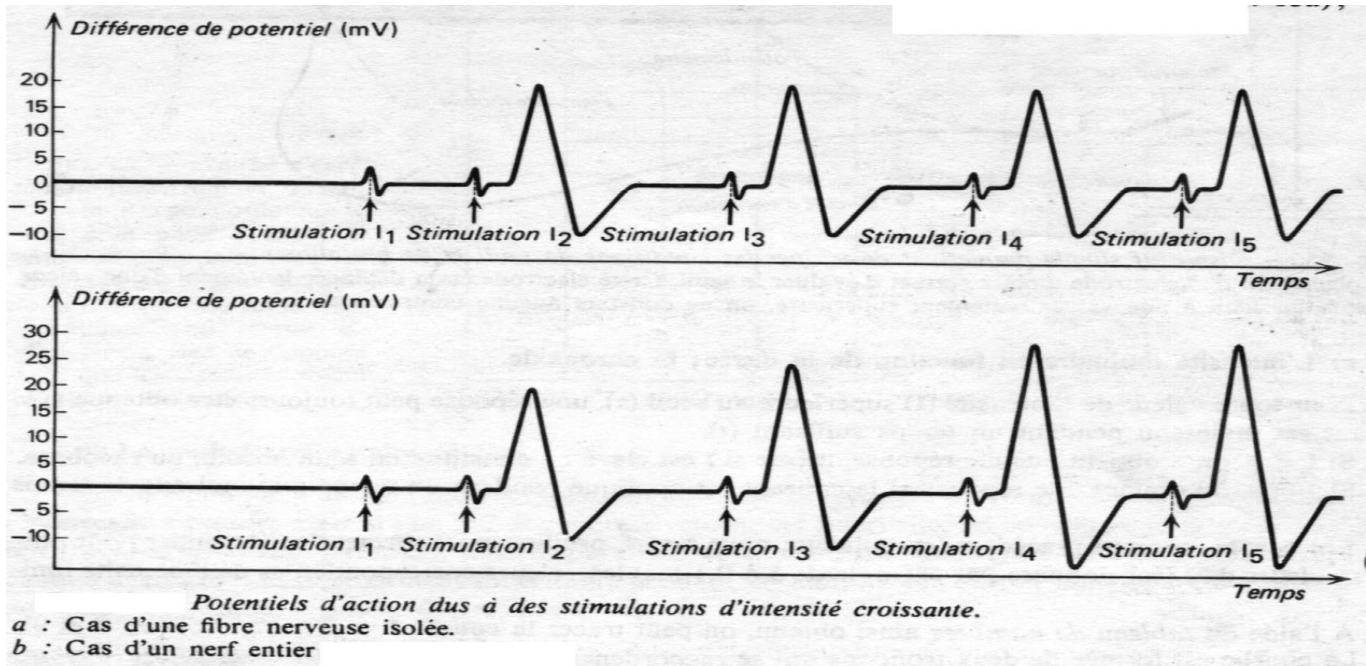
ions	Concentrations en 10 <sup>3</sup> mol/l		
	cytoplasme	milieu extracellulaire	eau de mer
K <sup>+</sup>	400	20	10
Na <sup>+</sup>	50	440	460

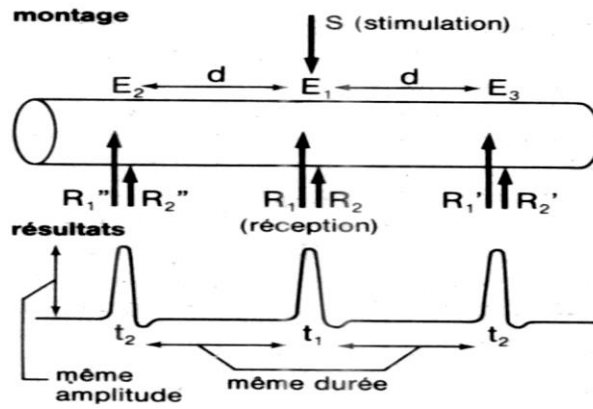




**COURBE D'EXCITABILITE DU NERF**

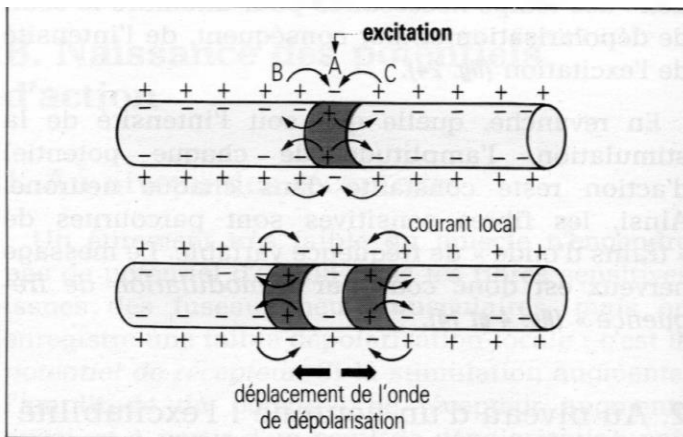




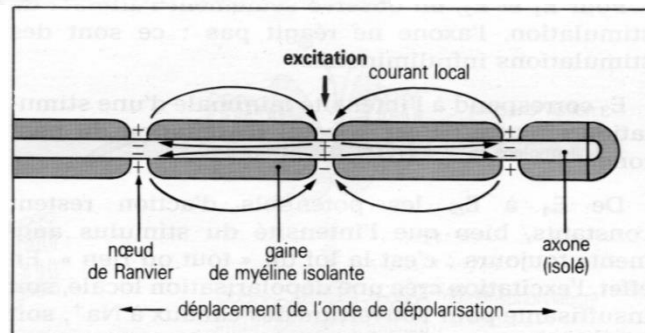


Fibres	Diamètre (µm)	Température (°C)	Vitesse (m.s <sup>-1</sup> )
Fibre myélinique de grenouille	10	20	17
Fibre myélinique de grenouille	20	20	30
Fibre myélinique de grenouille	20	30	80
Axone géant de calmar amyélinique	1000	23	33
Fibre myélinique de mammifère	20	37	120

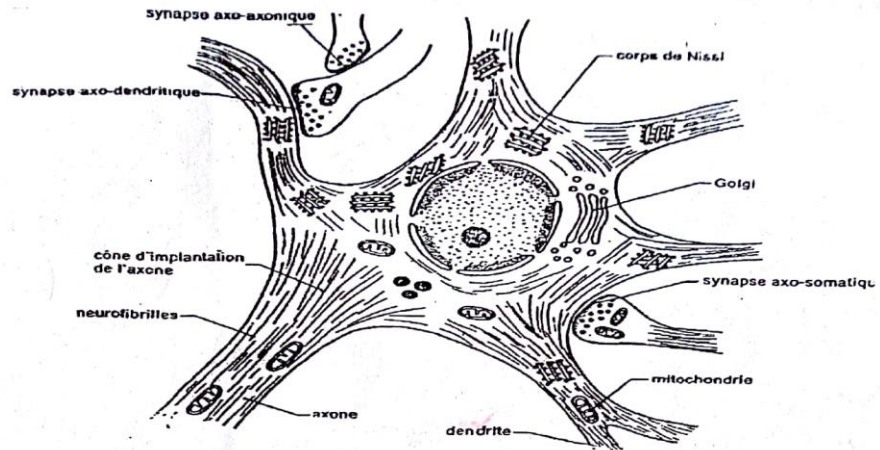
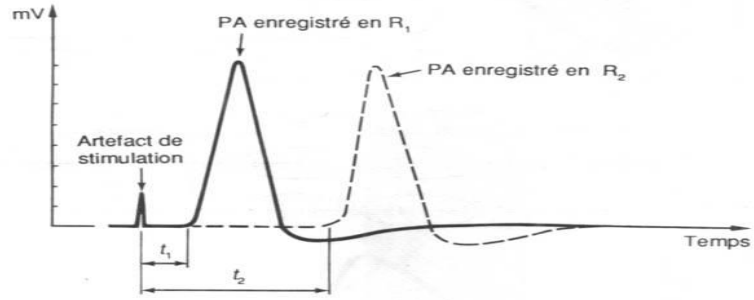
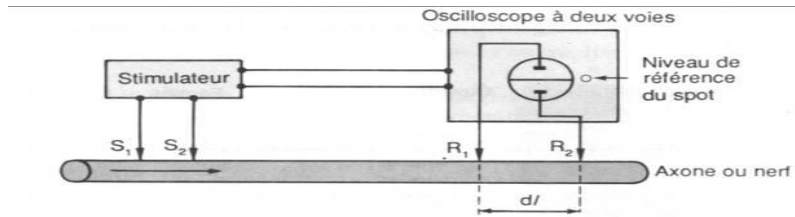
**DOCUMENT 11: FACTEURS DE VARIATION DE LA VITESSE DE L'INFLUENCE**



*Courants locaux dans un axone amyélinique isolé.*

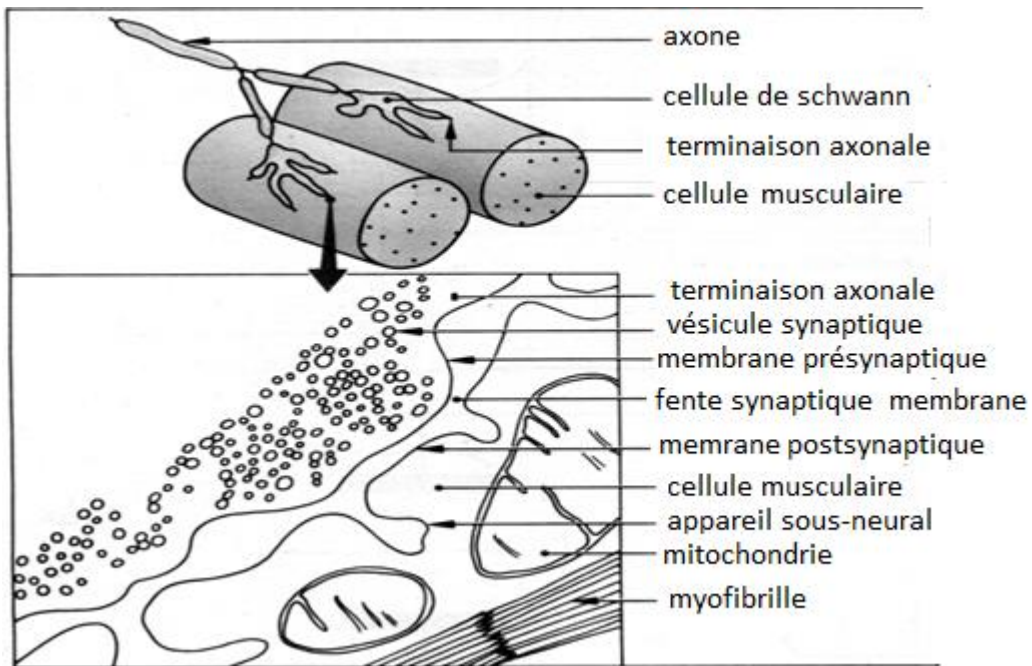


*Conduction saltatoire.*

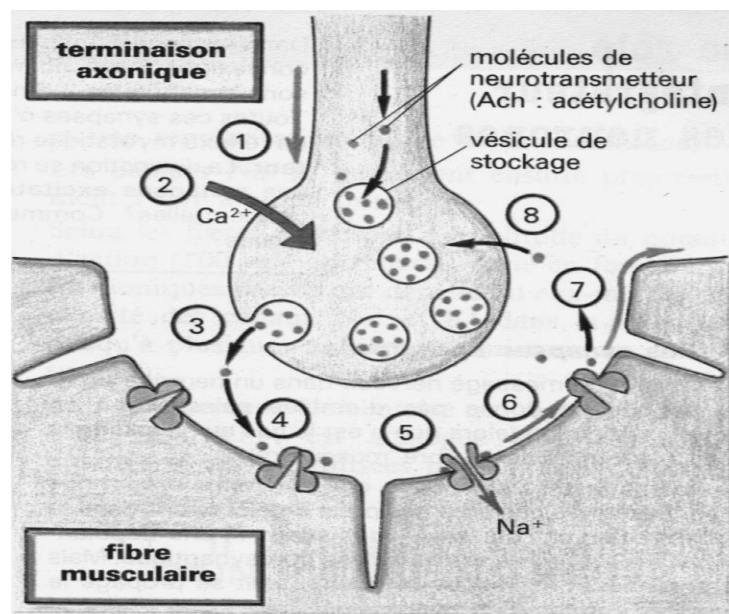


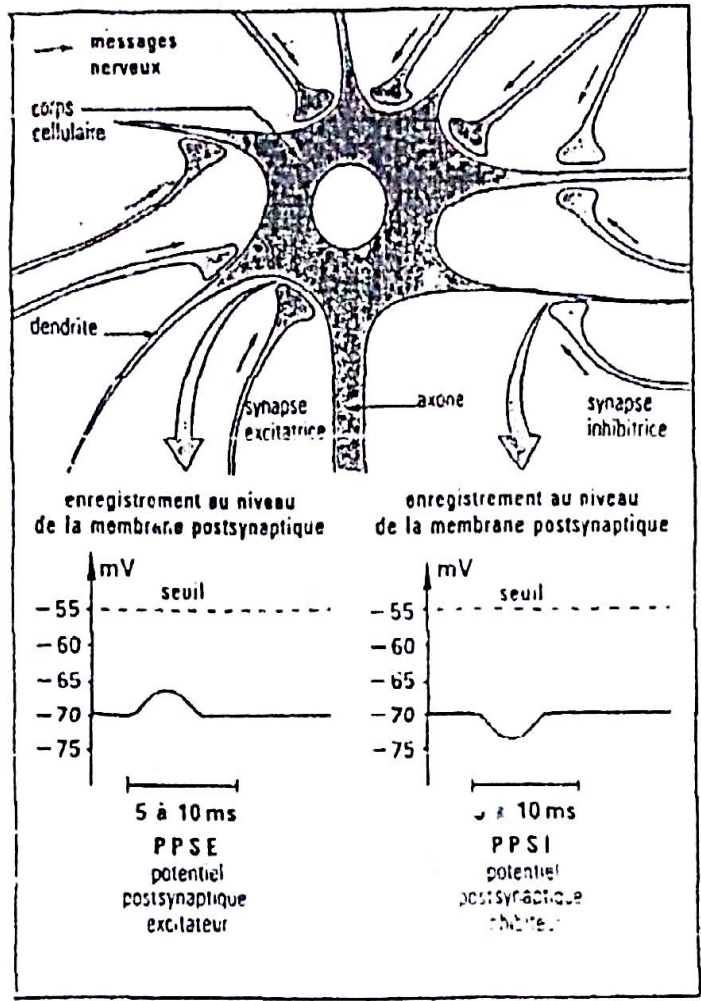
**FIGURE 13.**

**SCHEMA DES DIFFERENTES SYNAPSES**



**SCHEMA D'UNE SYNAPSE NEURO-MUSCULAIRE**





**DOCUMENT 14.** .....