

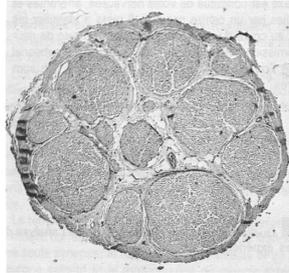
# EXERCICES

## THEME : COMMUNICATION

### I- RELATION AVEC LE MILIEU EXTERIEUR

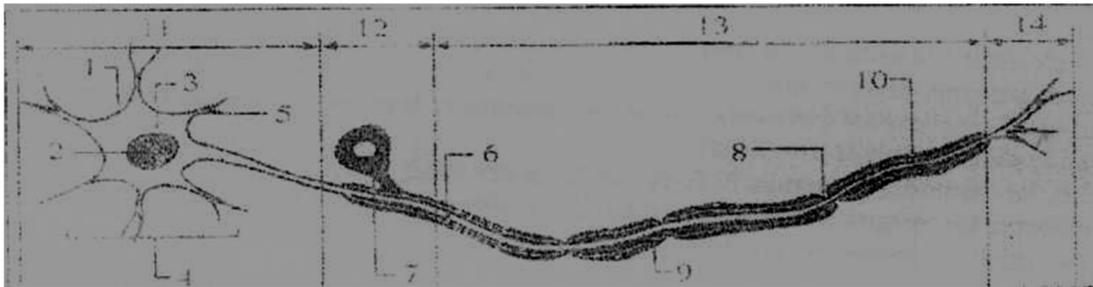
**EXERCICE 1**

- A) Le document 1 ci-dessous représente une photographie au microscope photonique d'une structure permettant la transmission d'informations dans l'organisme animal.
- 1/ Identifiez ce document.
  - 2/ Faites-en une interprétation schématique.
  - 3/ Précisez l'unité fonctionnelle de cette str



**Document 1**

- B)
  - 1/ Identifiez la structure schématisée sur le document 2
  - 2/ Définissez cette structure.
  - 3/ Annotez-la à l'aide des chiffres qui y figurent.



**Document 2**

**EXERCICE 2**

En vue d'amener un chat à fléchir la patte postérieure à la vue de la lumière, on soumet dans un laboratoire ce chat à diverses expériences. Le chat est maintenu dans le champ expérimental par une sanfle abdominale. Un brassard est serré autour de la patte postérieure droite qui repose sur des fils électriques reliés à une bactérie.

**1<sup>ère</sup> série d'expériences** : on applique une faible décharge électrique : le chat fléchit la patte postérieure droite. A chaque nouvelle excitation la réponse est la même.

**2<sup>ème</sup> série d'expériences** : devant le chat, on place une lampe électrique et on réalise les expériences dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Essais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Application du stimulus lumineux	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀
Application du stimulus électrique				■	■	■	■	■										
Réponse	-	-		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

☀: Stimulus lumineux      ■ : stimulus électrique      - : absence de réaction      + : réaction

- 1/ a) Nommez la réaction observée dans la 1<sup>ère</sup> série d'expériences.
- b) Donnez les caractéristiques de cette réaction.

- 2/ Identifiez tous les stimuli utilisés dans ces expériences.
- 3/ Analysez, les résultats de la 2<sup>ème</sup> série d'expériences.
- 4/ Interprétez-les.
- 5/ Déduisez-en les caractéristiques de la réaction observée à partir du 9<sup>ème</sup> essai.
- 6/ A l'aide de schéma annoté, montrez le trajet parcouru par l'influx nerveux à partir du 9<sup>ème</sup> essai.

### **EXERCICE 3**

C) on conditionne un chien à saliver par association d'un agent primitivement indifférent (éclair de lumière blanche) suivi d'un agent gustatif efficace (viande). Au bout d'un certain nombre d'associations (éclair de lumière blanche+viande), la seule vue de la lumière provoque la salivation.

Analysez méthodiquement les étapes de ce conditionnement en précisant à chaque fois le trajet de l'influx nerveux.

D) un singe est soumis au même traitement ; le conditionnement étant acquis chez les deux animaux, on poursuit l'expérience en utilisant des éclairs de lumière colorée. Les résultats figurent dans le tableau ci-après.

Temps		Chien	Singe
		Nombre de gouttes de salive en 30 s	
0 mn	Eclair de 1s blanc	10	10
15 mn	Eclair de 1s bleu	10	0
30 mn	Eclair de 1s vert	10	0
45 mn	Eclair de 1s blanc	10	10
60 mn	Eclair de 1s rouge	10	0

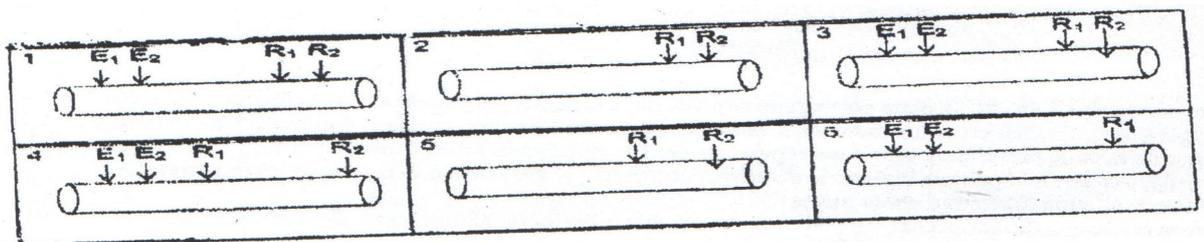
Analysez ces résultats et concluez.

### **EXERCICE 4**

A- Répondez par vrai (V) ou faux (F) aux affirmations suivantes. Exemple 1 : V ; 2: F etc.

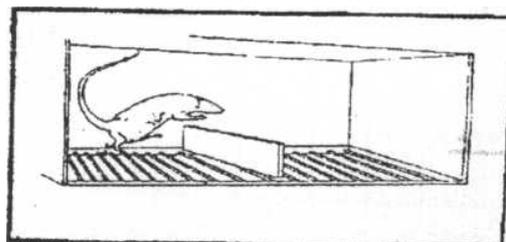
- 1) La perméabilité de la membrane d'une cellule excitatrice non stimulée est plus importante pour  $\text{Na}^+$  que pour  $\text{K}^+$ .
- 2) Tous les points situés à la surface d'un neurone au repos (non excité) sont au même potentiel.
- 3) Le maintien du potentiel de membrane (PM) est un phénomène qui nécessite une dépense d'énergie.
- 4) Dans le dispositif expérimental fonctionnel utilisé pour déterminer la nature du message nerveux, l'amplificateur se trouve entre le stimulateur et la cuve à nerf.

B- En fonction de la position des électrodes réceptrices  $R_1$   $R_2$  sur les fibres nerveuses 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 6 ci-dessous, représentez les enregistrements qu'on est en droit d'attendre sur l'écran de l'oscilloscope. La présence d'électrodes excitatrices  $E_1$   $E_2$  indique qu'une stimulation est portée sur la fibre nerveuse.



### **EXERCICE 5**

On réalise un comportement d'apprentissage actif chez le rat à l'aide de la boîte schématisée sur la figure ci-contre

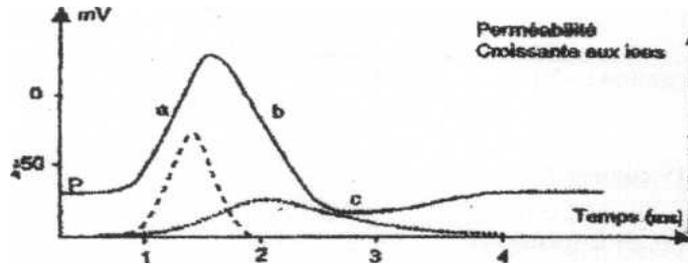


On dresse le rat à sauter la barrière dans les cinq secondes qui suivent un signal sonore, sinon il reçoit une décharge électrique dans les pattes par les barreaux du fond de la partie de la cage où il se trouve.

- 1) Précisez les excitants mis en jeu.
- 2) Que se passera-t-il après plusieurs semaines d'essais si on supprime la décharge électrique ?  
Pourquoi ?
- 3) Nommez ce type de réaction
- 4) Indiquez les conditions de son acquisition

**EXERCICE 6**

On détermine la variation de la perméabilité aux ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> de la membrane plasmique d'un neurone durant un potentiel d'action. Les résultats sont représentés par le graphe ci-dessous.



- Potentiel d'action
- a = phase de dépolarisation
- b = phase de repolarisation
- c = phase d'hyperpolarisation
- p = potentiel de repos
- Perméabilité aux ions Na<sup>+</sup>
- ..... Perméabilité aux ions K<sup>+</sup>

- 1) Analysez l'évolution de la perméabilité de chaque catégorie ionique pendant les phases du potentiel d'action
- 2) Déduisez alors, les ions responsables de chacune des phases du potentiel d'action.

**EXERCICE 7**

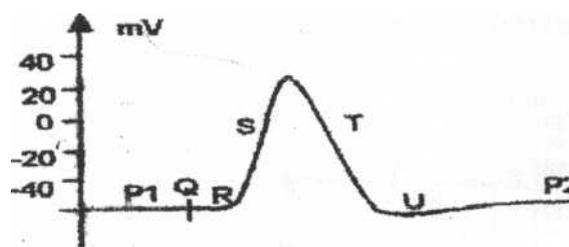
A- On détermine la composition ionique en potassium (K<sup>+</sup>) et en sodium (Na<sup>+</sup>) dans l'eau de mer, dans l'axone et dans le plasma sanguin d'un mollusque marin : le calmar. Le tableau du document 1 présente les résultats.

Ions	CONCENTRATIONS (10 <sup>-3</sup> )		
	Axone	Plasma sanguin	Eau de mer
Potassium	400	20	10
sodium	50	440	457

Document 1

1) analysez ce tableau.

Une portion de l'axone du mollusque est prélevée et plongée dans une solution dont la concentration (Na<sup>+</sup>) est de 450.10<sup>-3</sup>.mol. l<sup>-1</sup>. À l'aide d'électrodes excitatrice, on stimule cet axone. Le potentiel d'action créé est enregistré à l'aide d'une microélectrode (document 2)



**Document 2**

- 2) Justifiez l'utilisation de la solution de concentration en ions Na<sup>+</sup> de 450.10<sup>-3</sup> mol .l<sup>-1</sup>.
- 3) Nommez chacune des parties indiquées par une lettre.

4) Donnez la valeur de P1.

5) Interprétez les phases P1, S, T, U, P2 en insistant sur les phénomènes électriques et ioniques.

B- On fait varier la concentration d'ions Na<sup>+</sup> dans la solution et on porte sur l'axone, des stimulations efficaces d'intensité constante. Le tableau du document 3 donne les résultats.

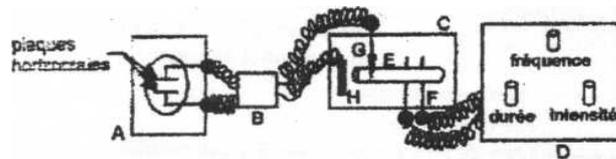
Concentration en ions Na <sup>+</sup> (mol. l <sup>-1</sup> )	450	230	119
Caractéristiques			
Potentiel de repos (mV)	-68	-68	-68
Amplitude de la dépolarisation (mV)	110	80	65

Document 3

- 1) Analysez le tableau du document 3.
- 2) Déduisez l'origine de la dépolarisation de la membrane.

**EXERCICE 8**

On excite un nerf à l'aide d'un courant continu. Le dispositif utilisé est représenté par le schéma ci-dessous.

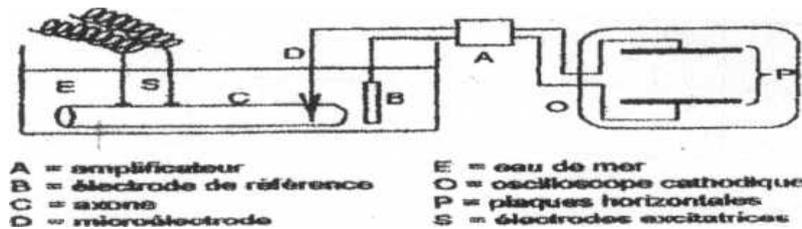


- 1) Nommez les différentes parties du dispositif notées : A, B, C, D, E, F, G, H.
- 2) Expliquez le principe de fonctionnement de l'élément A.
- 3) Précisez le rôle de chaque élément.
- 4) On porte une excitation efficace sur E. représentez et annotez l'allure de la réponse obtenue.

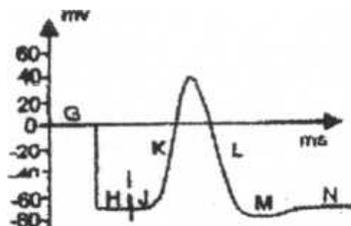
**EXERCICE 9**

On veut étudier les charges de la membrane au repos et en activité. Le matériel biologique vivant de choix est l'axone géant de calmar. Pour cela on fait le montage ci-dessous (voir document 1).

Document 1



Lorsque la microélectrode pénètre dans l'axone comme le montre le document 1, on enregistre les parties G et H. lorsqu'on excite, l'axone, on enregistre en le tracé IJKLMN (document 2).

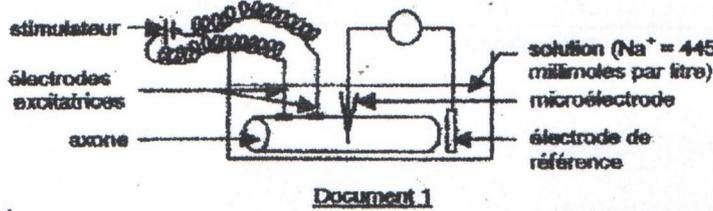


Document 2

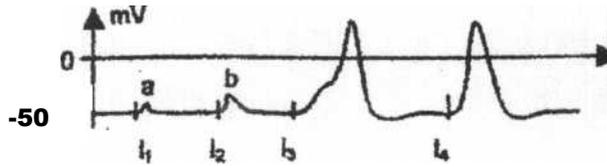
- 1) Déterminez l'amplitude de ce tracé.
- 2) Nommez les parties G, H, I, J, K, L, M, N.
- 3) Déduisez à partir de chaque partie, les charges électrique enregistrées par les électrodes, les plaques (P) et si possible, celles enregistrées de part et d'autre de la membrane.

**EXERCICE 10**

**A-** On place un bout d'axone géant de calmar dans une solution de  $\text{Na}^+$  de concentration 445 millimoles par litre contenue dans une cuve à nerf comme le montre le document 1.

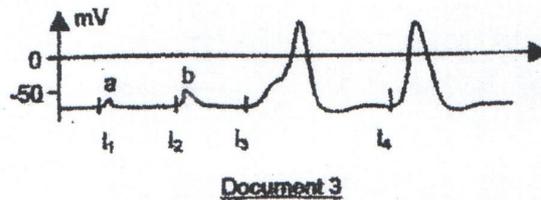


On applique à l'axone des stimulations d'intensités croissantes  $I_1, I_2, I_3, I_4$ ; on obtient les résultats ci-dessous (voir document 2).



- 1) Analysez les résultats obtenus.
- 2) Interprétez-les.
- 3) Dégagez-en les propriétés de l'axone.

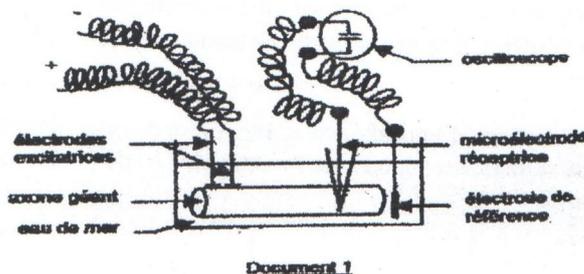
**B-** On rapproche la microélectrode des électrodes excitatrices, puis on reprend la manipulation précédente avec les stimulations d'intensités  $I_1, I_2, I_3, I_4$ . On obtient les enregistrements du document 3.



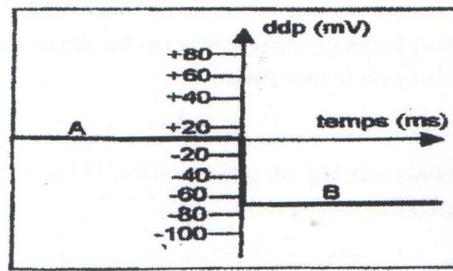
- 1) Nommez les tracés a et b.
- 2) Expliquez « a » et « b » ne sont pas enregistrés dans le document 2.
- 3) Relevez les informations que fournissent les résultats des excitations  $I_1$  ou  $I_2$  du document 3.

**EXERCICE 11**

On se propose d'étudier certains aspects de la physiologie de l'axone, grâce au dispositif expérimental du document 1.



L'objet étudié est un segment isolé d'axone géant de calmar immergé dans de l'eau de mer. Au début de l'expérience, quand la pointe de la microélectrode de verre remplie de liquide conducteur est encore à l'extérieur de la fibre nerveuse, on observe sur l'écran de l'oscillographe la partie A du tracé du document 2. Quand on fait pénétrer la pointe de la microélectrode dans l'axone le tracé décroît brusquement et se stabilise à B (document 2).

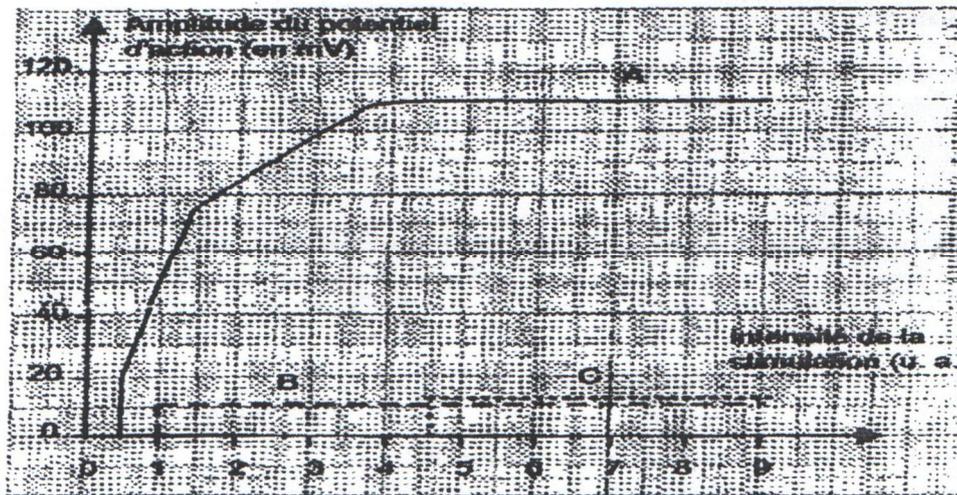


Document 2

- 1) a- Nommez le potentiel A.  
 b- Donnez sa valeur.
- 2) a- Donnez la valeur du potentiel B enregistré.  
 b- nommez-le.  
 c- Justifiez la dénomination de ce potentiel.
- 3) Déduisez à partir de cet enregistrement, les charges électriques de la membrane.

**EXERCICE 12**

Le graphe ci-dessous traduit l'évolution de l'amplitude des potentiels nerveux enregistrés sur deux fibres nerveuses et un nerf, à la suite de stimulations d'intensités croissantes. Dans le cas des fibres nerveuses, les enregistrements sont faits grâce à une microélectrode. Pour le nerf, c'est à l'aide d'électrodes réceptrices placées en surface que les enregistrements sont obtenus.



- 1) Analysez chacune des courbes A, B et C.
- 2) Interprétez-les.
- 3) Déduisez les noms des structures nerveuses A, B, et C.
- 4) a- L'une des structures B et C est extraite de A. A partir d'un raisonnement clair, précisez laquelle ?  
 b- Expliquez alors la réponse de la structure B, à une intensité de stimulation plus faible.

**EXERCICE 13**

On porte sur un nerf isolé de grenouille, des stimulations d'intensité croissante. Entre deux excitations successives, l'écart des intensités est très faible. Pour chaque stimulation (I), on note l'amplitude (A) de la réponse du nerf. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

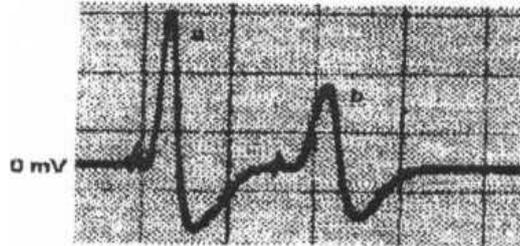
I (en u.a.)	1	3,5	3,6	3,7	6,7	6,8	6,9	7,5	7,6	10,3	10,4	10,5	10,6	14	18
A (en mV)	0	0	62	62	62	140	140	140	160	160	196	196	196	196	196

- 1) Construire la courbe de l'évolution de l'amplitude des réponses (A) en fonction de l'intensité des stimulations(I)
- 2) Analysez la courbe.

- 3) Interprétez-le.
- 4) Déduisez-en la précision obtenue sur la structure du nerf étudié.

**EXERCICE 14**

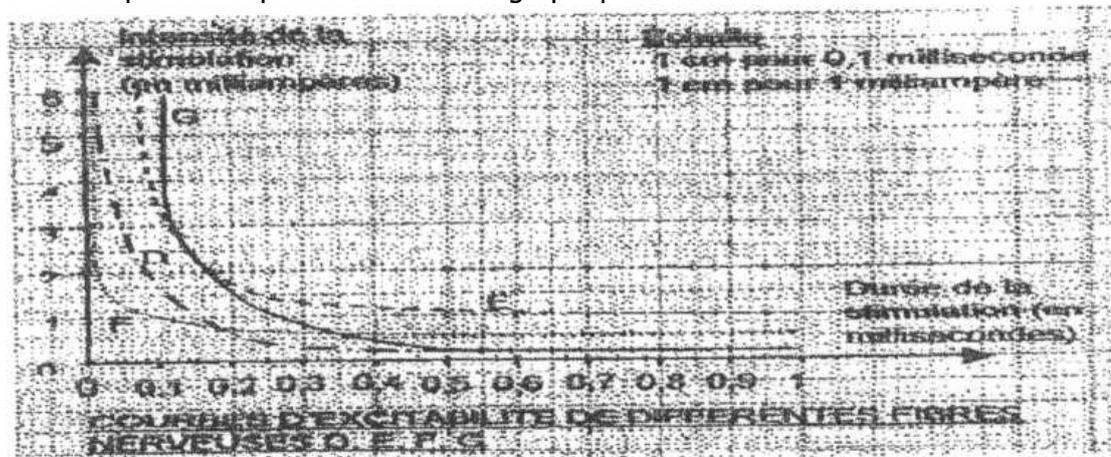
Sur un nerf placé dans des conditions expérimentales d'enregistrement adéquates, on porte deux excitations rapprochées E1 et E2 de même intensité et durée. Le document ci-dessous représente les résultats obtenus.



- 1) Nommez avec précision les enregistrements a et b.
- 2) Donne? la caractéristique des excitations E1 et E2. Justifiez votre réponse.
- 3) Précisez le nombre et la position de(s) électrode(s) réceptrice(s) utilisée(s) pour ces enregistrements. Justifiez votre réponse.
- 4) a- Comparez les deux enregistrements. Justifiez votre réponse.  
 b- Proposez une hypothèse expliquant vos remarques.

**EXERCICE 15**

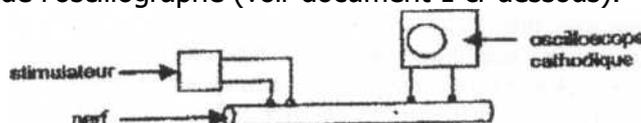
Sur une grenouille dont les centres nerveux sont détruits, on étudie l'excitabilité des fibres nerveuses isolées D, E, F et G de différents nerfs. Pour chaque fibre, on détermine l'intensité de la stimulation électrique nécessaire pour obtenir une réponse à chaque fois qu'on impose une durée de stimulation. Les résultats obtenus sont représentés par les courbes du graphique ci-dessous.



- 1) Pour chaque fibre, déterminez dans un tableau, les caractéristiques suivantes : rhéobase, temps utile et chronaxie.  
 A titre d'exemple, montrez le procédé de détermination de ces caractéristiques pour la courbe E.
- 2) Déterminez chacune de ces notions.
- 3) Classez les fibres par ordre d'excitabilité croissante. Justifiez votre réponse.

**EXERCICE 16**

Sur les fibres isolées de nerf sciatique de grenouille, on détermine pour différentes durées de stimulation (D.S.), l'intensité minimale (I.S.) nécessaire pour exciter la fibre, excitation décelable par l'apparition d'un potentiel d'action sur l'écran de l'oscillographe (voir document 1 ci-dessous).



**Document 1**

De nombreuses mesures montrent que les fibres se répartissent en trois groupes. Les résultats obtenus sur chaque groupe sont présentés dans le tableau ci-dessous :

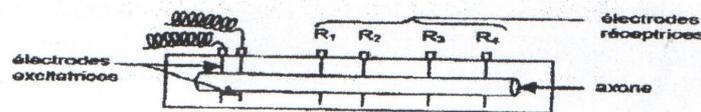
Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3	
D.S. (ms)	I.S. (mA)	D.S. (ms)	I.S. (mA)	D.S. (ms)	I.S. (mA)
6	700	8	700	4.5	700
6	500	8	600	4.5	500
6	400	9.5	500	4.5	300
7	350	12	450	5	250
10	250	13	400	6	200
14	200	17	350	10	150
20	160	22	300	15	120
27	150	28	260	23	100
30	150	33	250	30	100
4	150	40	250	40	100

Document 2

- Tracez sur un même graphique, les courbes d'excitabilité de chaque groupe de fibres.  
Échelle : 1 cm pour 5ms  
1cm pour 100 mA
- Nommez les excitations que représentent les points de chaque courbe. Justifiez votre réponse.
- a- Pour chaque groupe de fibres nerveuses déterminez la rhéobase et la chronaxie en précisant pour cette dernière la valeur de l'intensité correspondante.  
b- Déduisez la fibre la plus excitable en donnant la justification.
- A partir de ces expériences, déduisez le(s) paramètre(s) d'une excitation qu'il faut augmenter pour que cette dernière soit efficace.

**EXERCICE 17**

A- Le document ci-dessous représente une fibre nerveuse placée dans une cuve à nerf sur des électrodes excitatrices et réceptrice



Document 1

A l'issue d'une excitation efficace, on a enregistré les tracés des documents 2 et 3 ci-dessous, respectivement à partir des électrodes réceptrices R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> d'une part et d'autre part à partir de R<sub>1</sub> et R<sub>3</sub>, en utilisant un oscilloscope à deux voies.



Document 2 (voie 1)

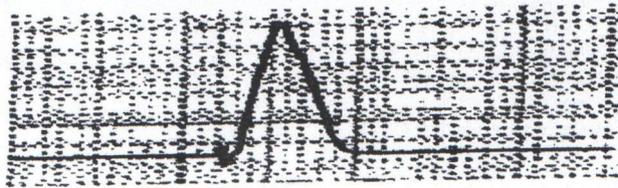


Document 3 (voie 2)

- Nommez les parties a, b, c, d, e, f.
- Précisez pour chaque enregistrement, la relation qu'on a établie entre les voies de l'oscilloscope utilisé et les électrodes réceptrices.
- a- Comparez les deux tracés obtenus.  
b- Nommez avec précision chacun d'eux.
- Expliquez la différence fondamentale remarquée entre ces deux tracés.
- a- Calculez la vitesse de conduction de l'influx nerveux par cette fibre à partir de chacun des enregistrements, sachant que les électrodes R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sont séparées de 2 cm alors que R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub>, de 6cm.  
b- Déduisez alors la caractéristique de la vitesse de conduction de l'influx nerveux mises-en évidence.

B- Après ces enregistrements, on écrase la fibre nerveuse sous l'électrode R<sub>2</sub>. Le tracé obtenu à l'issue d'une excitation est présenté par le document 4.

- Nommez ce tracé

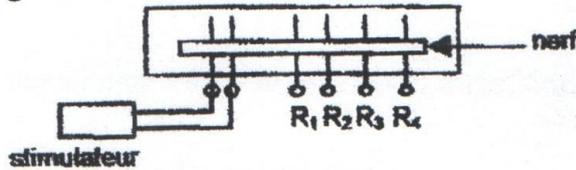


**Document 4**

2) Expliquez ce dernier enregistrement obtenu avec les électrodes R1 et R2.

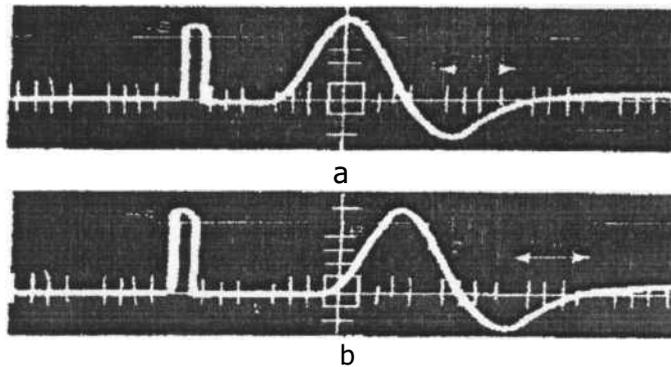
**EXERCICE 18**

Un nerf sciatique isolé de grenouille est placé dans une cuve à nerf comme l'indique le document 1 ci-dessous. On porte une stimulation efficace sur le nerf par l'intermédiaire des électrodes excitatrices. Un oscilloscope relié aux électrodes réceptrices Ri et R2 permet d'enregistrer la réponse.



**Document 1**

On reprend la même expérience avec la même excitation, en reliant l'oscilloscope aux électrodes R3 et R4. Les documents 2a et 2b ci-dessous, représentent respectivement les résultats obtenus.



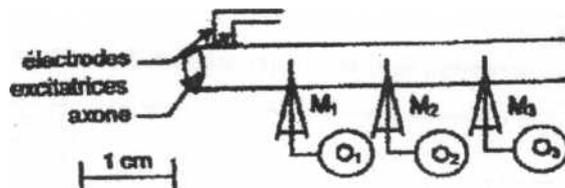
As = artéfact de stimulation

**Document 2**

- 1) Identifiez les parties A, B, C, de l'enregistrement du document 2b.
- 2) Expliquez la différence entre les parties A des enregistrements des deux documents 2a, 2b.
- 3) Calculez la vitesse de propagation du potentiel d'action par le nerf, sachant que les électrodes R1, R2, R3, R4, sont équidistantes de 1 cm.

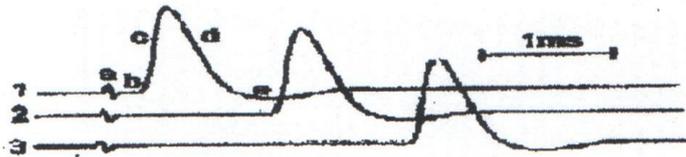
**EXERCICE 19**

Un axone géant de calmar isolé est excité grâce à des électrodes excitatrices. La stimulation est supraliminaire. Le potentiel d'action créé est enregistré par trois microélectrodes réceptrices placées à des distances différentes des électrodes excitatrices (voir document 1).



**Document 1**

Les tracés 1, 2 et 3 du document 2 sont respectivement enregistrés par les oscilloscopes O1, O2 et O3.



**Document 2**

- 1) Nommez les différentes parties a, b, c, d, e du tracé 1 en précisant leur signification.
- 2) a- Précisez l'évolution de la partie b, du tracé 1 au tracé 3.  
b- Expliquez cette variation.
- 3) Calculez la vitesse de conduction de l'influx nerveux par cet axone.
- 4) A partir de l'analyse de l'amplitude des trois potentiels d'action, déduisez une propriété de l'axone dans la conduction de l'influx nerveux.

**EXERCICE 20**

A/ On détermine la vitesse de conduction de différentes fibres dans des conditions de températures différentes. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

N°	Fibres	Diamètre ( $\mu\text{n}$ )	Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	Vitesse (en $\text{ms}^{-1}$ )
1	Fibre myélinique de grenouille	10	20	17
2	Fibre myélinique de grenouille	20	20	30
3	Fibre myélinique de mollusque	100	20	35
4	Fibre myélinique de grenouille	20	30	80
5	Fibre myélinique de mammifère	20	37	120

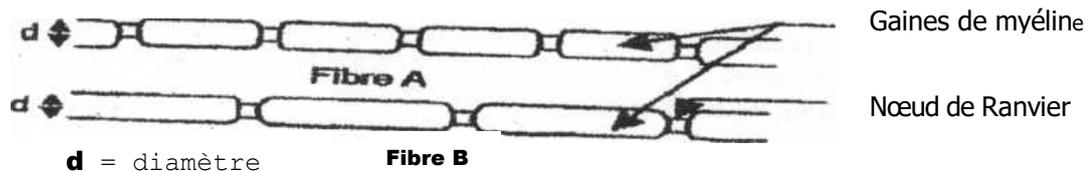
- 1) Déduisez de votre analyse, les facteurs de variation de la vitesse de conduction de l'influx nerveux.  
Le document 2 ci-dessous présente les vitesses enregistrées chez deux fibres nerveuses A et B en bon état.

	Fibre A	Fibre B
Vitesse (m/s)	30	40
Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	20	20

Document 2

- 2) Analysez ces résultats.
- 3) Proposez deux hypothèses pouvant les expliquer.

B- Pour vérifier ces hypothèses, on observe ces deux fibres A et B représentées par le document 3



**Document 3**

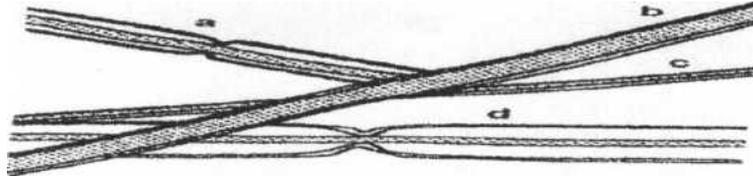
- 1) comparez ces deux fibres nerveuses.
- 2) Déduisez le facteur qui fait varier la vitesse de conduction dans ces fibres.

**EXERCICE 21**

On a déterminé, chez différentes fibres nerveuses, la vitesse de propagation de l'influx nerveux. Les résultats sont

Quelques fibres	Diamètre moyen des fibres ( $\mu\text{n}$ )	Vitesse de propagation moyenne ( $\text{m.s}^{-1}$ )
Fibres myélinisées des mécanorécepteurs cutanés	9	55
Fibres géantes amyélinisées de calmar	700	25
Fibres myélinisées des récepteurs profonds à la pression dans les muscles	3	11
Fibres myélinisées des fuseaux neuromusculaires	13	75
Fibres myélinisées des récepteurs de la douleur	0.5	1

- 1) Déduisez du tableau, les facteurs de variation de la vitesse de propagation de l'influx nerveux.  
Le document ci-dessous présente plusieurs fibres nerveuses à la même échelle.

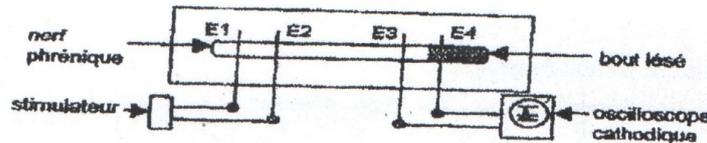


**Document 2**

- 2) Classez-les par ordre croissant de vitesse de propagation de l'influx nerveux.  
1) Justifiez votre réponse.

**EXERCICE 22**

A- le montage ci-dessous a permis d'étudier quelques aspects de la physiologie du nerf. Un fragment de nerf phrénique de chat est disposé sur les électrodes comme le montre le document 1.



**Document 1**

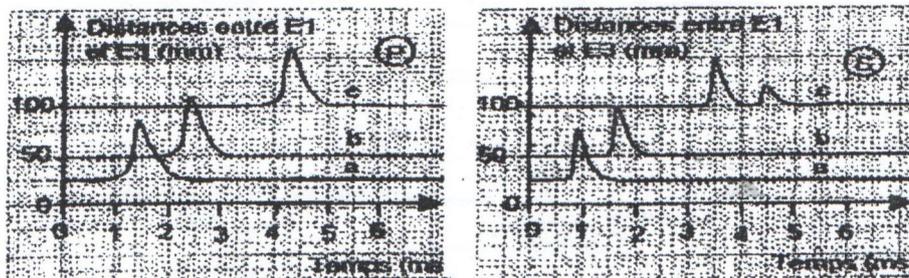
Avant de léser le bout comme le montre le montage, on a pris soin de porter sur le nerf phrénique une stimulation efficace S1. On reprend la manipulation avec la même stimulation SI après avoir léser le nerf. Les documents 2a et 2b en donnent les résultats.



**Document 2**

- 1) A partir du montage, déduisez les électrodes excitatrices et réceptrices.
- 2) Précisez l'électrode qui a enregistré P1, P2, P3.
- 3) Nommez avec précision l'enregistrement 2a puis 2b
- 4) Expliquez ces résultats.

B- on porte sur le nerf phrénique, plusieurs stimulations efficaces égales en variant à chaque fois la distance entre E1 et E3. On reprend ces mêmes manipulations en remplaçant le nerf phrénique par le nerf saphène. Les résultats sont présentés par le document 3.



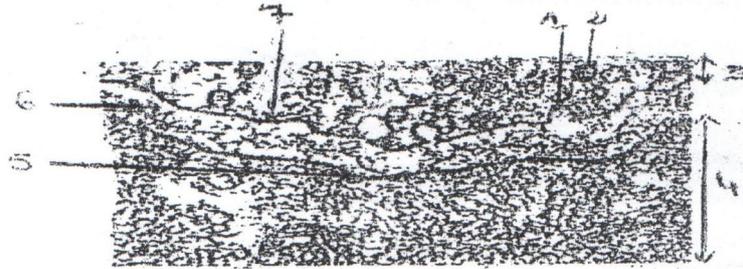
0 ms = moment de l'excitation  
P = nerf phrénique S = nerf saphène

**Document 3**

- 1) A partir de deux enregistrements, calculez la vitesse de conduction de l'influx nerveux par le nerf phrénique.
- 2) Comparez les enregistrements c obtenus sur les deux nerfs.
  - a- Déduisez alors la structure de chaque nerf.
  - b- Justifiez votre réponse.

**EXERCICE 23**

Le document 1 ci-dessous montre l'électronographie de la zone de jonction entre deux éléments excitables.



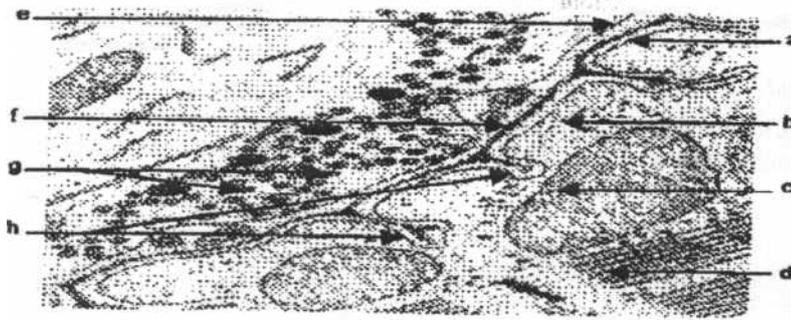
- 1) Annotez le document 1 à l'aide des chiffres puis proposez en une légende.
- 2) a- Précisez l'état physiologique de la structure observée sur le document 1  
 b- Justifiez votre réponse.

L'influx nerveux peut franchir cette zone de jonction en une milliseconde.

- 3) Résumez les phénomènes qui s'y déroulent pendant ce laps de temps.

**EXERCICE 24**

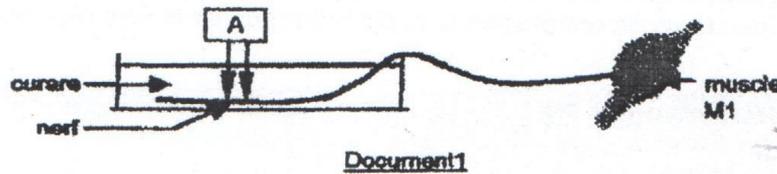
Le document ci-dessous représente une portion de synapse.



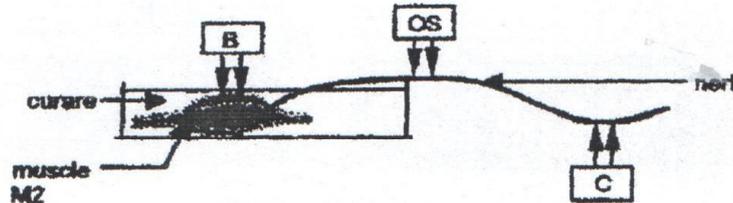
- 1) Identifiez les structures désignées par les lettres a, b, c, d, e, f, h.
- 2) Déduisez les noms des noms des deux cellules qui établissent cette synapse.
- 3) Nommez alors cette synapse.

**EXERCICE 25**

Pour comprendre le mode d'action du curare, des élèves ont fait les expériences ci-dessous présentées par les documents 1 et 2. Le document 3 en donne les résultats.



Document 1



Document 2

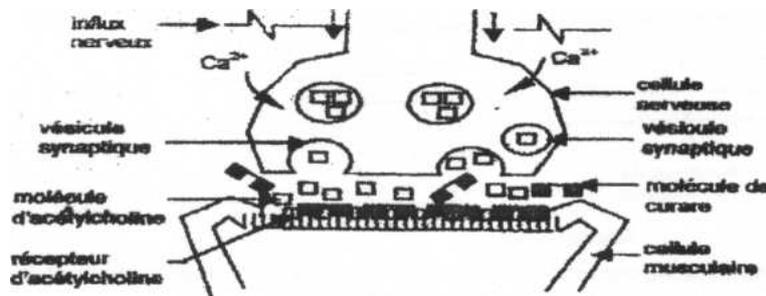
N°	EXPERIENCES	RESULTATS
1	Stimulation A	Contraction muscle M1
2	Stimulation B	Contraction muscle M2
3	Stimulation C	L'oscilloscope cathodique (OS) enregistre un potentiel d'action. Il n'y a pas de contraction du muscle M2

Document 3

- 1) Expliquez les résultats de chaque expérience.
- 2) Déduisez la structure au niveau de laquelle agit le curare.

**EXERCICE 26**

A- Vous avez étudié le mécanisme de la transmission de l'influx nerveux dans une synapse excitatrice. Dans l'intention d'acquérir des connaissances plus approfondies sur ce chapitre, vous découvrez dans un livre de sciences de la vie et de la terre, le document 1 et le texte ci-dessous.

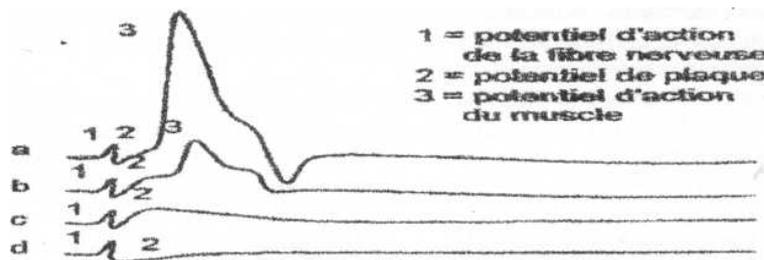


**Document 1**

Le curare, poison d'origine végétale était utilisé par les indiens d'Amérique du sud, pour enduire les pointes des flèches. Le gibier atteint était rapidement paralysé.

- 1) Rappelez le fonctionnement d'une synapse excitatrice.
- 2) Analysez le schéma du document 1
- 3) Proposez une hypothèse permettant d'expliquer l'action du curare dans la paralysie du gibier atteint par la pointe d'une flèche enduite de cette substance.

B- Pour vérifier cette hypothèse, votre professeur vous propose le document 2 ci-dessous.



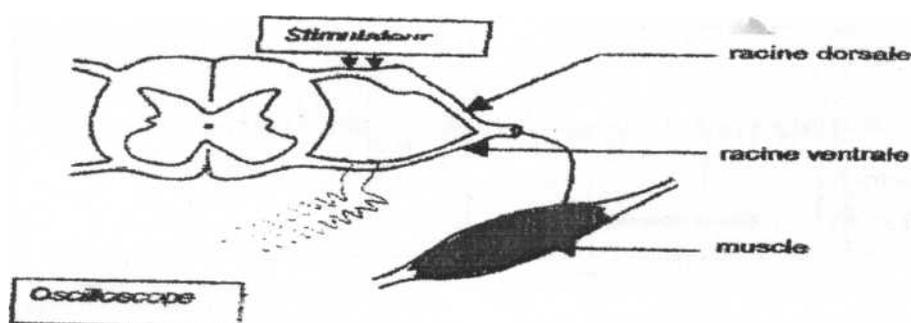
**Document 2**

Il obtenu à partir d'un montage permettant d'enregistrer simultanément la réponse d'un muscle et celle de son nerf moteur L'enregistrement « a » a été réalisé avant l'action du curare et les autres après le dépôt d'une goutte de curare au niveau des synapses entre les fibres musculaires et les fibres nerveuses.

- 1) Analysez ces enregistrements.
- 2) Interpréter-les
- 3) Déduisez l'influence du curare dans la transmission synaptique.

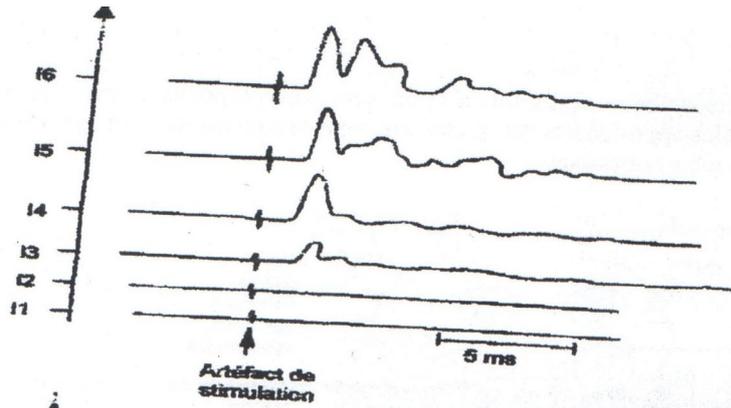
**EXERCICE 27**

Le document 1 ci-dessous représente une coupe transversale de moelle épinière de mammifère et un muscle. A l'aide d'électrodes excitatrices reliées à un stimulateur on applique une série de stimulations d'intensité croissante II, 12, 13, 14, 15,16.



**Document 1**

Les réponses sont enregistrées grâce aux électrodes réceptrices connectées à l'oscilloscope comme le montre le document 1. Le document 2 en donne les résultats.



Document 2

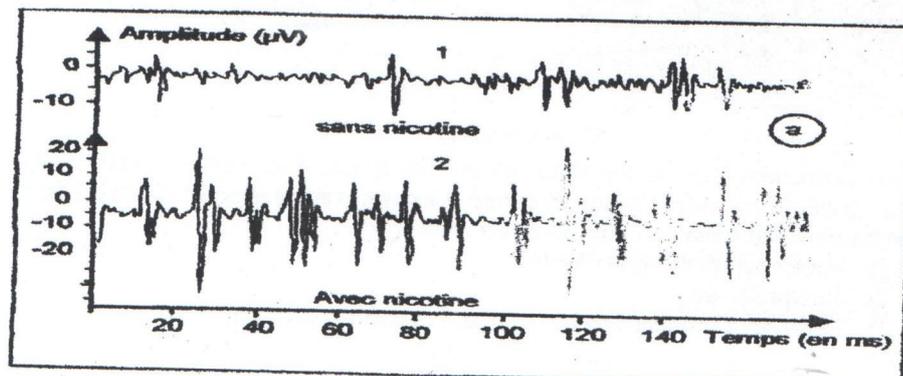
- 1) Citez les stimulations infraliminaire (s), liminaire (s) et supraliminaire (s).
- 2) Expliquez l'augmentation de l'amplitude des réponses.
- 3) Justifiez alors l'aspect composite des tracés à partir de 13.

On reprend la même manipulation mais les électrodes réceptrices sont sur la racine dorsale et les électrodes réceptrices sur la racine ventrale. On porte une excitation d'intensité 15 et le muscle se contracte. L'enregistrement obtenu au niveau l'oscilloscope est identique à celui de II et de 12 du document 2.

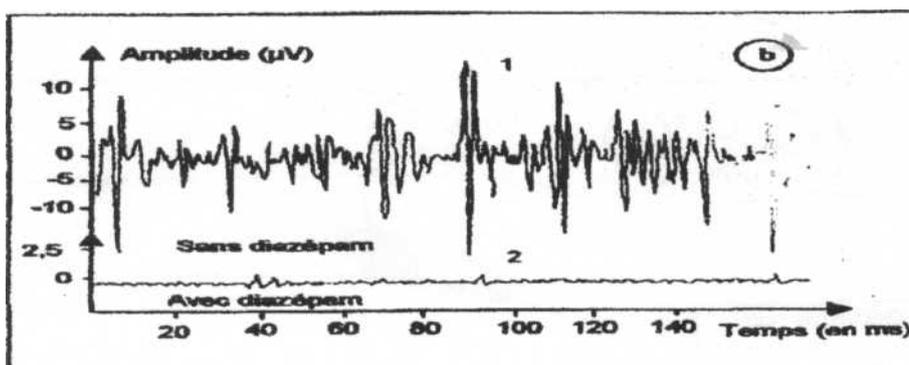
- 4) Déduisez le sens de l'influx nerveux dans les racines.
- 5) Expliquez ce sens unique de propagation de l'influx d'une racine à l'autre.

### EXERCICE 28

On veut étudier l'action de deux substances : la nicotine et le diazépam connus sous le nom de valium. On fait agir ces substances sur un ganglion isolé de la chaîne nerveuse du centre nerveux d'un insecte. Les enregistrements sont faits grâce à l'EXAO (expérimentation assistée par ordinateur). Avant chaque expérience, l'activité spontanée du ganglion dans le liquide physiologique est enregistrée pour servir de témoin (voir enregistrement 1a, 1b). Dans la première expérience, on place une solution de nicotine sur le ganglion. L'enregistrement 2a présente le résultat.



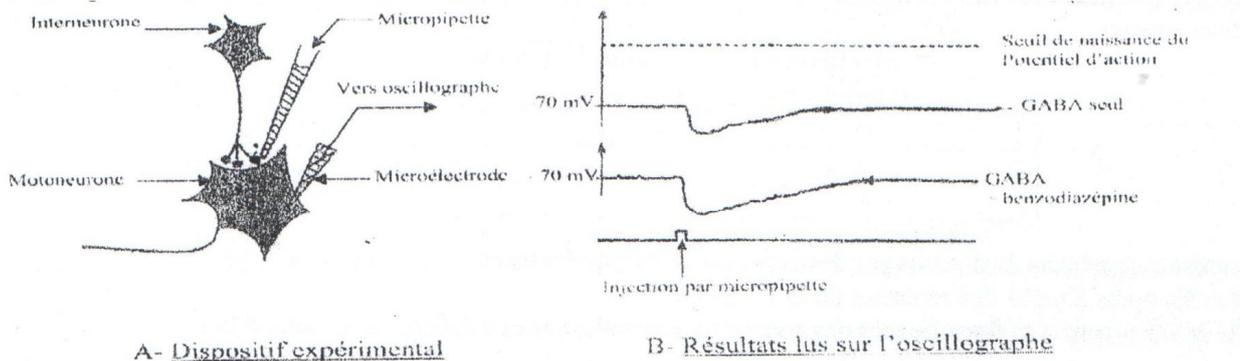
Dans la seconde, une solution de diazépam est juste placée sur le ganglion. Les résultats sont représentés par le document ci-dessous (voir enregistrement 2b).



- 1) A partir des enregistrements 2a et 2b déduisez les effets de la nicotine et du diazépam.
- 2) Sachant le rôle des neurotransmetteurs au niveau des synapses, proposez une hypothèse expliquant l'action de chacune des deux substances sur le ganglion d'insecte.

**EXERCICE 29**

Les molécules de la famille des benzodiazépines ont, entre autres effets, celui de provoquer la relaxation musculaire. 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 permet de mesurer la variation de polarisation de celui-ci. Les graphes du document 1 présentent les résultats des enregistrements obtenus à l'oscillographe.



**DOCUMENT 1**

- 1) Nommez le type de réponses obtenues sur l'écran de l'oscillographe.
- 2) Analyser les résultats de ces enregistrements.

On détermine ensuite les concentrations ioniques de part et d'autre de la membrane d'un neurone avant et après injection de GABA. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau du document 2.

Concentration ionique en mmol / l	Avant injection de GABA		Après injection de GABA	
	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire
Na <sup>+</sup>	440	049	440	049
K <sup>+</sup>	022	410	220	210
Cl <sup>-</sup>	560	040	159	441

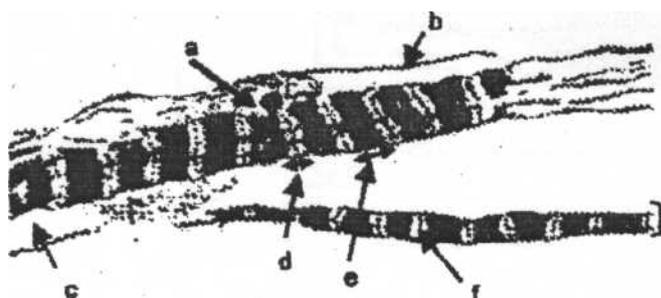
**DOCUMENT 2**

- 3) a- Analysez les résultats obtenus avant et après l'injection de GABA.  
 b- Déduisez de cette analyse, le mouvement de chaque ion à travers la membrane cellulaire.
- 4) a- Faites une interprétation ionique des enregistrements obtenus dans le document 1 B.  
 b- Déduisez la nature des synapses à GABA dans cette expérience.

**II- ETUDE D'UN EFFECTEUR MOTEUR : LE MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE**

**EXERCICE 30**

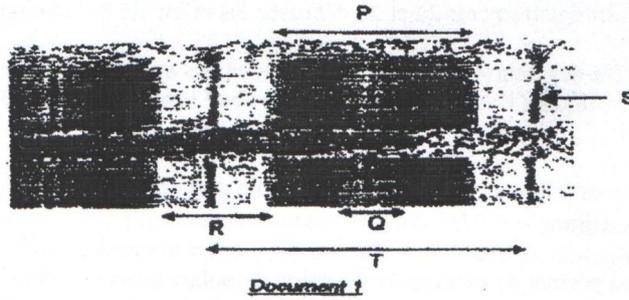
Le schéma ci-dessous représente une fibre ou cellule musculaire



- 1) Annotez la structure en utilisant les lettres
- 2) Justifiez-en le nom de cellule donnée à la fibre musculaire.

**EXERCICE 31**

Le document ci-dessous représente une myofibrille observée au microscope électronique



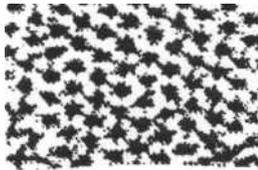
Document 1

1) Annotez le document suivant les lettres.  
 On donne le tableau suivant :

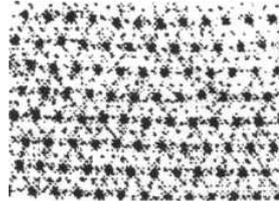
Myofilaments Bandes	Actine	Myosine
P		
Q		
R		

Document 2

2) Remplissez le tableau ci-dessous par des croix selon les myofilaments de chacune des bandes P, Q, R dont vous préciserez les noms à partir des réponses de la 1<sup>ère</sup> question. Les figures a et b du document 3 ci-dessous sont des coupes transversales faites à différents niveaux d'une myofibrille.



a



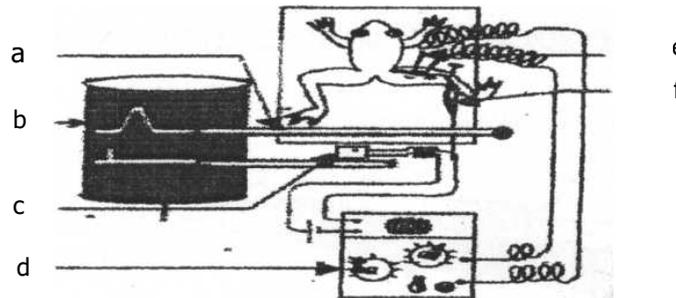
b

Document 3

3) a- analysez chacune des coupes.  
 b- Déduisez la bande de la myofibrille au niveau de laquelle est faite chacune d'elle.

**EXERCICE 32**

Le montage ci-dessous a été utilisé pour enregistrer les aspects mécaniques de la contraction musculaire d'une grenouille.



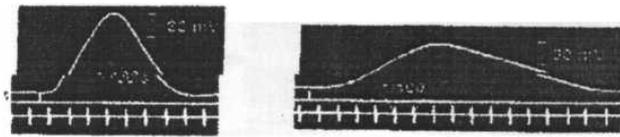
Document 1

- 1) Nommez ce dispositif.
- 2) Annotez-le suivant les lettres.

Selon le montage, les excitations sont portées sur le nerf moteur du muscle à étudier.

3) Identifiez ce type d'excitation dans l'étude des aspects mécaniques de la contraction musculaire.

On porte de nombreuses excitations successives mais avec délais suffisants pour obtenir à chaque fois, une secousse élémentaire isolée. Les secousses musculaires A et B du document 2 sont enregistrées respectivement à la première et la 40<sup>ème</sup> excitation.



**SECOURSE MUSCULAIRE A**

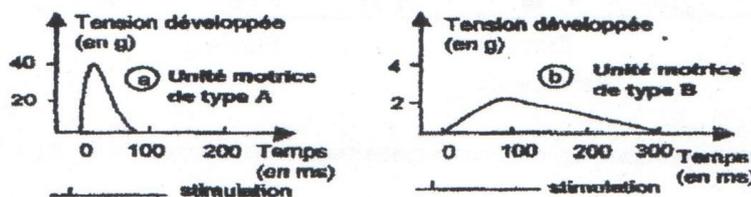
**SECOURSE MUSCULAIRE B**

**Document 2**

- 4) a- Pour chaque enregistrement, déterminer dans un tableau, l'amplitude (en mV) ainsi que la durée du temps de latence, de la période de contraction et de la période de relâchement (en ms)  
 d- Analysez les résultats.  
 c- Expliquez-les

**EXERCICE 33**

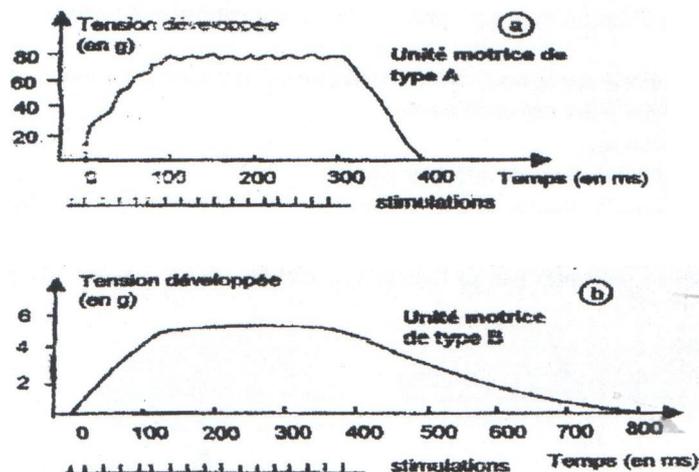
Chez le chat, on a étudié les propriétés de plusieurs unités motrices. A l'aide de microélectrodes, on stimule les neurones moteurs de la moelle épinière. Pour chaque unité motrice on enregistre les contractions musculaires obtenues grâce à un myographe. On a pu ainsi distinguer deux groupes d'unités motrices notées A et B. pour chaque unité motrice étudiée, on porte d'abord des stimulations isolées d'intensité constante. Les résultats sont présentés par le document 1



**Document 1**

- 1) Définissez : unité motrice.
- 2) Comparez les secousses musculaires isolées des deux types d'unités motrices.

On a aussi porté sur chaque fibre, de nombreuses stimulations séparées les unes des autres par un délai de 25 ms. Le document 2 en donne les résultats.



**Document 2**

- 3) a- Nommez les secousses musculaires du document 2.
- b- Expliquez alors cette différence sachant que les enregistrements sont obtenus dans les mêmes conditions pour les deux types d'unités motrices.

**EXERCICE 34**

Le document 1 ci-dessous représente deux coupes longitudinales de myofibrilles observées au microscope électronique, dans un muscle au repos et en contraction.

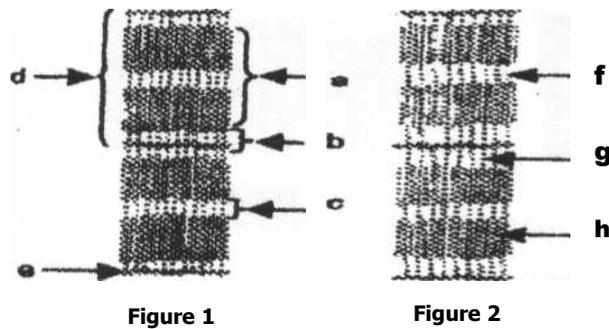


Figure 1

Figure 2

**Document 1**

- 1) Annotez les figures 1 et 2 du document 1 en donnant respectivement les différentes parties puis les différents constituants de la myofibrille.

Le document 2 représente des coupes transversales effectuées à différents niveaux d'une myofibrille d'un muscle de mammifère.

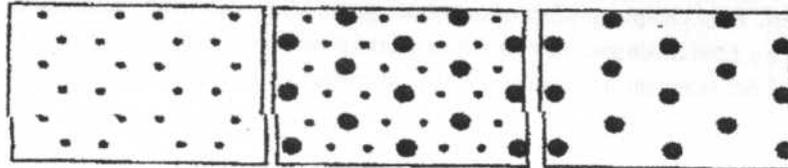


Figure 1

Figure 2

Figure 3

**Document 2**

- 2) A partir des annotations à la question 1, précisez les différents constituants de la myofibrille qui apparaissent sur chacune des figures 1, 2, 3.  
 3) Déduisez alors la partie de la myofibrille au niveau de laquelle chacune de ces coupes a été faite.

**EXERCICE 35**

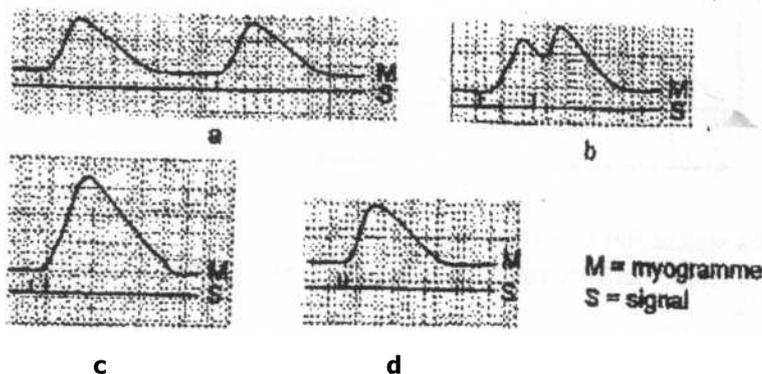
On étudie quelques aspects mécaniques de la contraction d'un muscle gastrocnémien de grenouille par une stimulation électrique indirecte du nerf sciatique. Le tendon d'Achille du muscle est sectionné et relié à un système d'enregistrement : le myographe qui amplifie les mouvements. Les enregistrements sont inscrits sur un cylindre.

- 1) a- Expliquez l'expression : " stimulation indirecte"  
 b- Dans le cas d'une stimulation indirecte, précisez les modifications à faire au niveau du montage ci- dessus décrit.

Selon le montage décrit plus haut, on porte sur le nerf deux stimulations d'intensité I. La manipulation est reprise plusieurs fois mais, on fait varier le délai entre ces excitations :

- 1<sup>ère</sup> manipulation : on a un délai  $d_1$ ,  
 2<sup>ème</sup> manipulation : on a un délai  $d_2$  avec  $d_2$  inférieur à  $d_1$ ,  
 3<sup>ème</sup> manipulation : on a un délai  $d_3$  avec  $d_3$  inférieur à  $d_2$ ,  
 4<sup>ème</sup> manipulation : on a un délai  $d_4$  avec  $d_4$  inférieur à  $d_3$ .

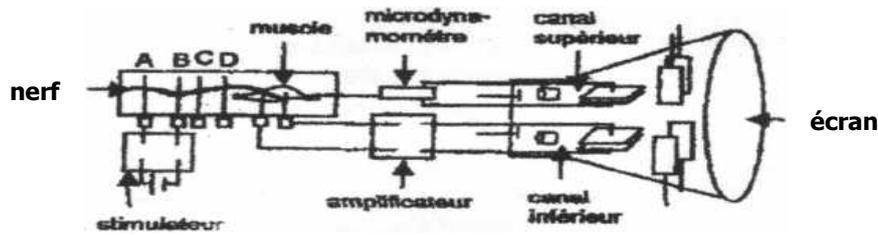
Les résultats obtenus sont respectivement présentés par les figures a, b, c et d.



- 2) a- Décrivez les résultats obtenus.  
 b- Interprétez-les.

**EXERCICE 36**

On étudie quelques aspects mécaniques et électriques de la contraction du muscle gastrocnémien de grenouille par une stimulation électrique du nerf sciatique. Pour cela, on réalise le montage ci-dessous (voir document 1)



**Document 1**

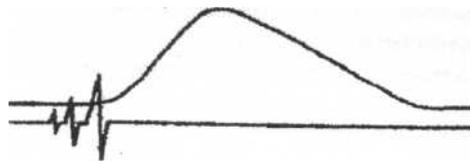
L'enregistrement du document 2 présente de bas en haut, les phénomènes électriques et mécaniques, enregistrés après une excitation portée sur le nerf sciatique.



**Document 2**

- 1) a- Identifiez avec précision les phénomènes 1, 2, 3 de l'enregistrement.
- b- Analysez le phénomène 3 après avoir repris sur la feuille de copie, le document 2.
- c- Déduisez l'importance de l'ordre d'apparition des phénomènes mécaniques par rapport aux Phénomènes électriques.

On modifie légèrement le montage du document 1. L'enregistrement du document 3 est réalisé après une stimulation électrique du nerf.

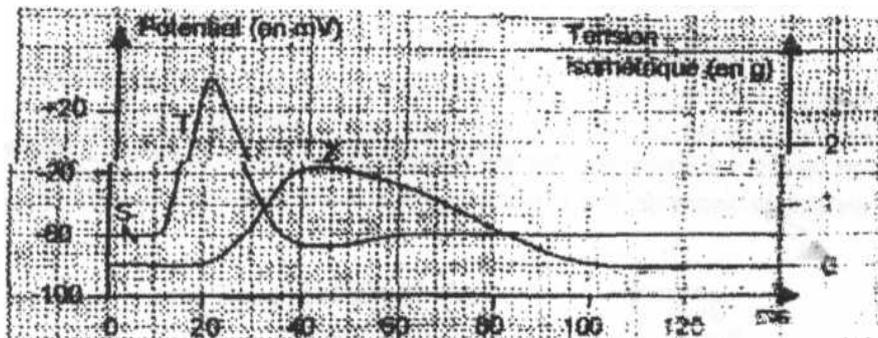


**Document 3**

- 2) a- Comparez cet enregistrement à celui du document 2.
- b- Précisez la modification effectuée au niveau du montage afin de l'obtenir.

**EXERCICE 37**

A l'aide d'un dispositif adapté, l'on enregistre simultanément les phénomènes électriques et mécaniques des muscles. Pour cela, on porte une stimulation efficace indirecte, sur un muscle par l'intermédiaire de son nerf moteur. Le document ci-dessous représente les résultats obtenus.



S=artéfact de stimulation ; T=Potentiel d'action ; Z= Mécanogramme

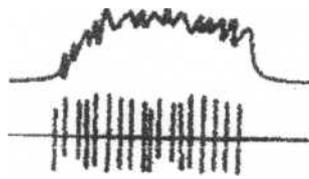
Pour enregistrer le potentiel d'action, l'on a introduit dans l'axone une microélectrode réceptrice.

- 1) Précisez la donnée de l'enregistrement qui le prouve.
- 2) Justifiez l'ordre d'apparition du potentiel d'action du muscle par rapport au mécanogramme.
- 3) a- Déterminez la durée du décalage entre les deux enregistrements T et Z.
- b- Expliquez ce décalage.

**EXERCICE 38**

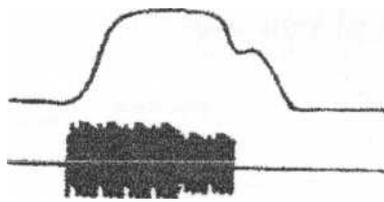
Les enregistrements des documents 1 et 2 traduisent les réponses des muscles adducteurs du pouce de l'homme soumis à des stimulations de fréquences variables.

**10 Stimulations par minute**



**Document 1**

**25 Stimulations par minute**

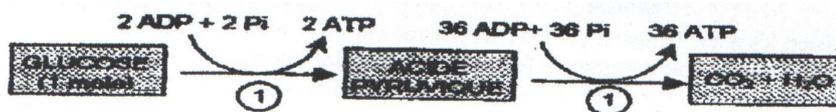


**Document 2**

- 1) Définissez le terme "électromyogramme".
- 2) Décrivez le myogramme de chaque document puis nommez-le.
- 3) Interprétez-les.

**EXERCICE 39**

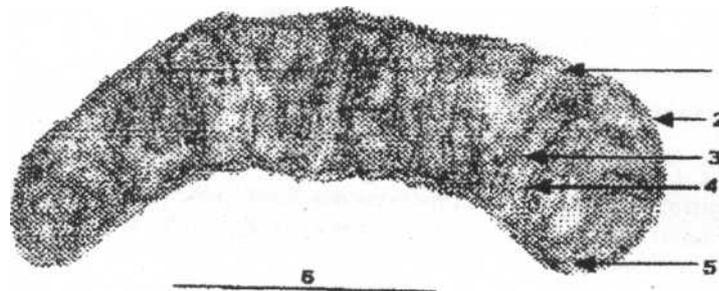
A- on résume les réactions de la respiration par le schéma ci-dessous :



**Document 1**

- 1) Dormez le bilan énergétique de ces réactions
- 2) Précisez une autre substance du milieu extérieur qui est nécessaire à ces réactions
- 3) Nommez chacune des étapes 1 et 2 de ces réactions.
- 4) Établissez alors l'équation globale des réactions de la respiration sachant que la formule du glucose est  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

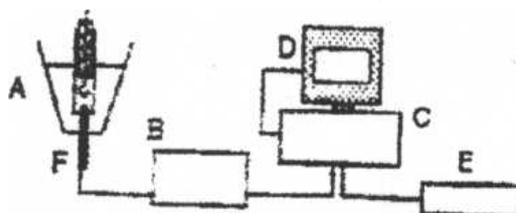
B- l'organe du document 2 intervient dans les réactions de la respiration.



**Document 2**

Pour comprendre le niveau d'intervention de cet organe au cours des réactions, on réalise l'expérience suivante.

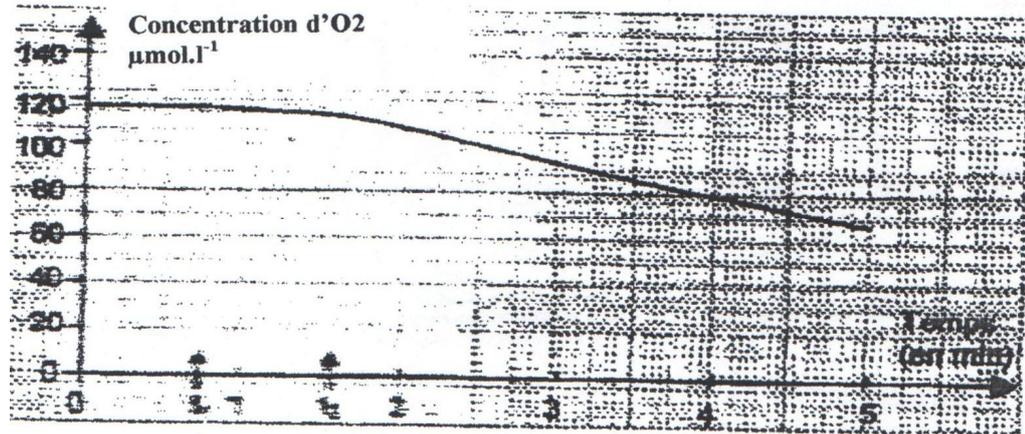
Des cellules de foie de rat sont broyées dans une solution tampon à pH 7,4 à 4°C. Après une centrifugation à très grande vitesse (7 000 g) pendant 20 minutes, on obtient un culot de l'organe présenté par le document 2. Une petite fraction du culot est diluée dans un tampon approprié, puis placée dans l'enceinte du bioréacteur (voir document ci-dessous).



**Document 3**

- A = bioréacteur
- B = interface
- C = ordinateur
- D = écran
- E = clavier
- F = sonde oxymétrique

Au temps  $t_1$ , on ajoute dans le bioréacteur une petite quantité de glucose. Au temps  $t_2$  on y ajoute de l'acide pyruvique. L'évolution de la concentration d'oxygène est directement suivie sur l'écran (voir document 4).

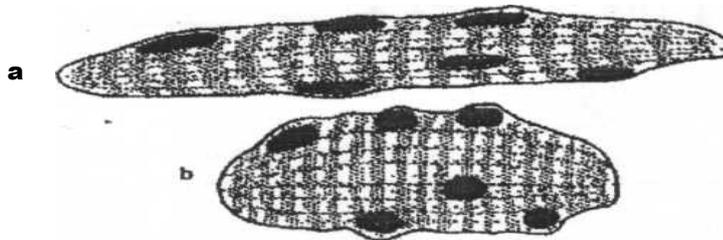


**Document 4**

- 1) Annotez l'organe du document 3.
- 2) Analysez la courbe.
- 3) Expliquez-la.
- 4) Déduisez alors les sièges de chacune des étapes de la dégradation du glucose.

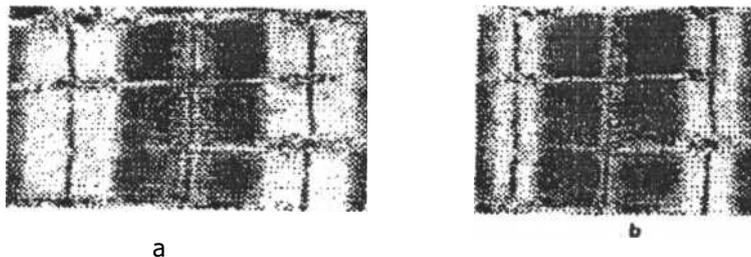
**EXERCICE 40**

A- les fibres a et b du document 1 représentent deux états d'une même fibre musculaire.



**Document 1**

- 1) Analysez les deux états a et b représentés par ces figures.
  - 2) Déduisez l'état que chacune d'elles représente.
- B- Les stries observées sur la fibre musculaire sont dues à la structure des myofibrilles qu'elle contient. Les deux électrographies du document 2 représentent une myofibrille d'une fibre musculaire à l'état a et b,



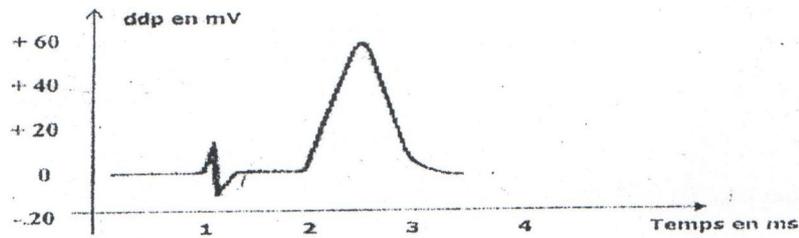
**Document 2**

- 1) Nommez l'état de la myofibrille que représente chacune de ces figures 2a et 2b.
- 2) Faites un schéma d'interprétation de chacune des électrographies.
- 3) Comparez alors l'état a à l'état b.
- 4) Déduisez le mécanisme de passage de l'état de la myofibrille de la figure a à celui de la figure b.

**EXERCICE 41**

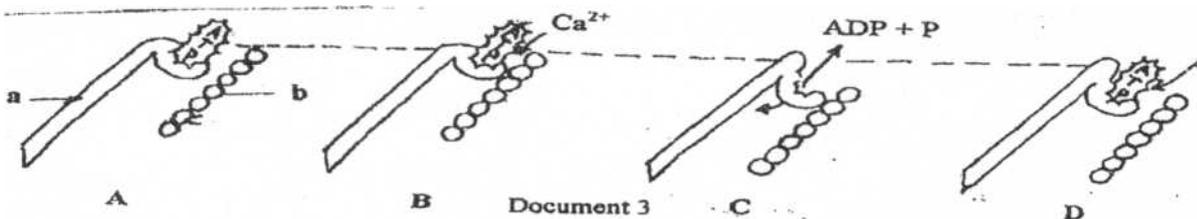
Les documents ci-dessous représentent des phases différentes et non ordonnées du mécanisme du glissement des filaments lors de la contraction musculaire.

B/ Pour bien comprendre cette situation, on réalise sur un crapaud l'expérience dont le résultat est porté sur le document 2 ci-dessous :



Document 2

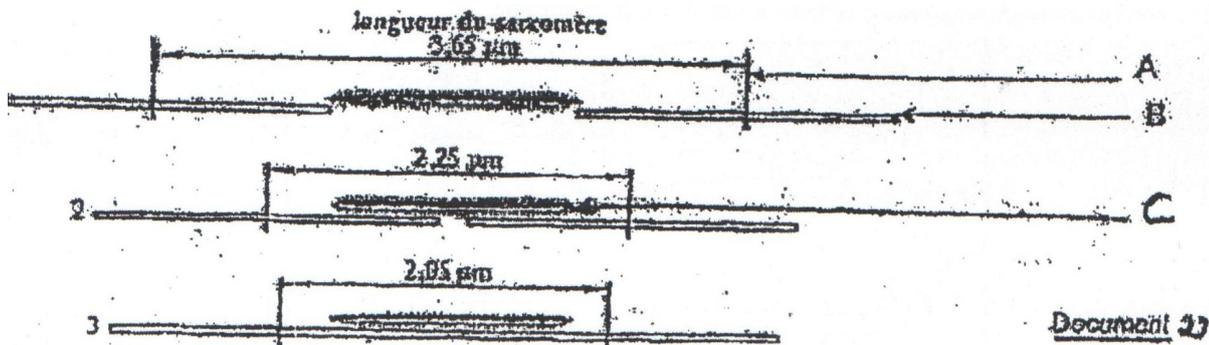
- 1) Identifiez ce tracé.
  - 2) Indiquez les conditions de son enregistrement.
  - 3) Interprétez électriquement cet enregistrement.
  - 4) Nommez la zone de contact entre les deux principaux organes de cette expérience.
- C/ Les schémas du document 3 résument les phénomènes moléculaires qui accompagnent l'activité de l'un des deux organes.



- 1) Nommez les éléments a et b.
- 2) En utilisant les schémas A, B, C et D du document 3, expliquez le mécanisme de l'activité de cet organe.

#### EXERCICE 44

Les figures 1 à 3 du document 2 ci-dessous représentent un schéma de myofibrille isolé d'un sarcomère.



Document 2

- 1) a- Nommez les éléments A, B et C du document 2.  
 b- Dites à quoi correspond le passage de la figure 1 à 3.  
 c- Nommez puis expliquez le passage de la figure 3 à 1.
  - 2) A partir du document 2 et de vos connaissances, faites le schéma d'un sarcomère correspondant d'une part à la figure 1 et d'autre part à la figure 3.  
 L'énergie de la contraction provient de l'hydrolyse de l'ATP mais son taux est faible, pour cela il doit être régénéré.  
 Des dosages d'ATP et d'une molécule phosphatée, la créatine phosphate, sont effectués dans un muscle au repos et en travail intermittent avec 20 secondes de repos entre les travaux (voir document 3 au verso).
  - 3) a- Analysez la figure 1 du document 3  
 b- Faites une déduction à partir de l'analyse de 0 à 10 minutes.
- On reprend l'expérience avec des phases de repos de 40 secondes (voir figure 2).
- 4) a- Analysez la figure 2 du document 3  
 b- Faites une déduction à partir de l'analyse.
  - 5) Expliquez les variations d'ATP et de créatine phosphate du document 3.

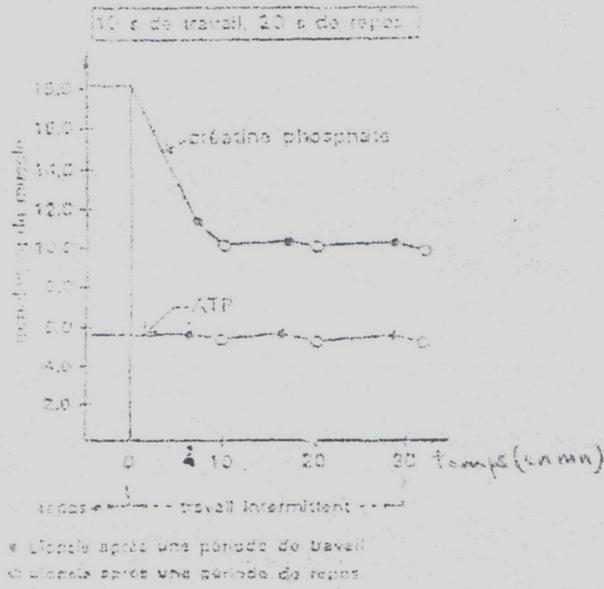


figure 1

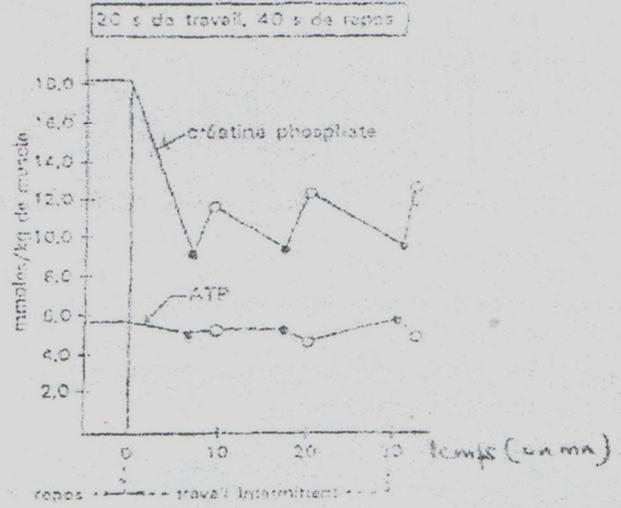


figure 2

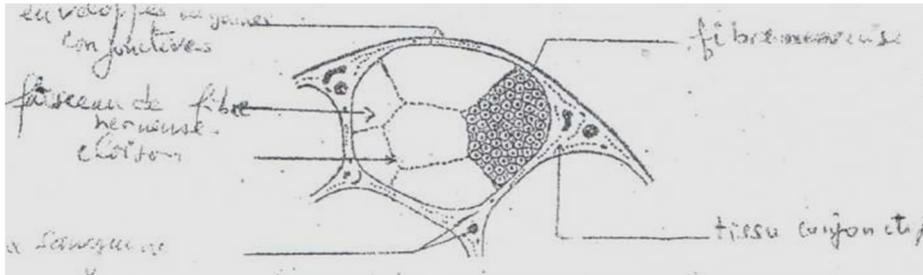
# CORRIGES DES EXERCICES

## THEME I : COMMUNICATION

### I-RELATION AVEC LE MILIEU EXTERIEUR

#### EXERCICE 1

- A) 1) Identification du document 1 : le document 1 montre le schéma de la coupe transversale d'un nerf. 2) Interprétation schématique.

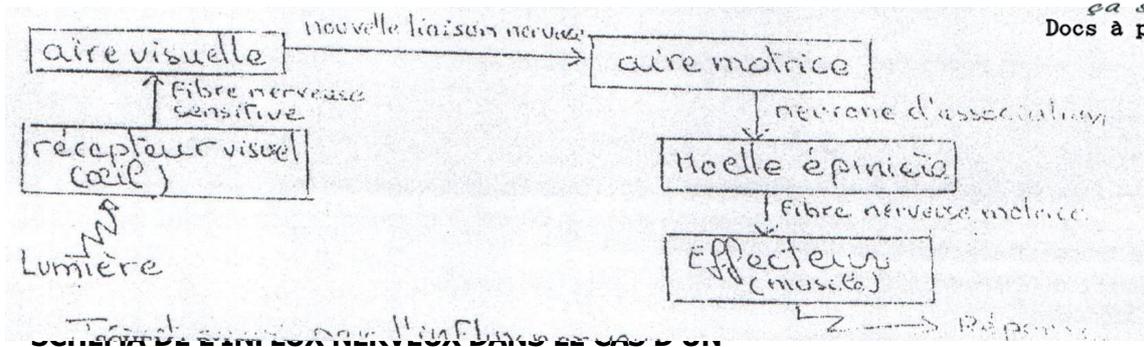


#### COUPE TRANSVERSALE PARTIELLE DU

- 1) L'unité fonctionnelle de cette structure est le neurone ou fibre nerveuse.
- B) 1) Identification de la structure schématisée sur le document 2 : c'est la structure d'un neurone.  
 2) Définition : le neurone est une cellule nerveuse ayant la propriété de produire et de conduire l'influx nerveux ; c'est l'unité fondamentale du système nerveux.  
 3) Annotation du document 2 :
- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1=membrane plasmique | 8=nœud de Ranvier            |
| 2=noyau              | 9=gaine de myéline           |
| 3=cytoplasme         | 10=gaine de Schwann          |
| 4=corps cellulaire   | 11=dans la substance grise   |
| 5=dendrite           | 12=dans la substance blanche |
| 6=axone              | 13=dans le nerf              |
| 7=cellule gliale     | 14=arborisation terminale    |

#### EXERCICE 2

- 1) a- La réaction observée est. Un réflexe inné.  
 b- Les caractéristiques de cette réaction sont : le réflexe inné est Une réaction involontaire, automatique et stéréotypée.
- 2) Les stimuli utilisés sont :
- le stimulus absolu (la décharge électrique)
  - le stimulus neutre (la lampe électrique)
  - le stimulus conditionnel (la lampe électrique)
- 3) Analyse des résultats de la 2<sup>ème</sup> série d'expérience : du 1<sup>er</sup> au 3<sup>è</sup> essai, le chat ne fléchit pas sa patte postérieure lorsqu'on allume la lampe seule. Du 4<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> essai, lorsqu'on associe le stimulus lumineux au stimulus électrique, le chat fléchit sa patte. Du 9<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> essai, lorsqu'on applique le stimulus lumineux seul, le chat fléchit sa patte. Au 18<sup>e</sup> essai, le chat ne fléchit pas sa patte lorsqu'on applique le stimulus lumineux seul.
- 4) Interprétation des résultats : le stimulus lumineux seul, au départ de l'expérience ne provoque pas de réaction chez le chat parce que c'est un stimulus neutre, il est inefficace. En associant plusieurs fois de suite le stimulus neutre (stimulus lumineux) au stimulus absolu (stimulus électrique), le stimulus neutre est devenu un stimulus conditionnel efficace qui provoque chez le chat une réaction appelée réflexe acquis. Le stimulus conditionnel ne provoque plus de réaction chez le chat après plusieurs essais parce que le réflexe acquis établi s'est éteint.
- 5) Les caractéristiques de la réaction observée à partir du 9<sup>ème</sup> essai : le réflexe acquis s'établit au cours d'un apprentissage où il y a une association répétée du stimulus neutre et du stimulus absolu. Le réflexe acquis est temporaire ; il doit être entretenu pour éviter son extinction (disparition).



### REFLEXE ACQUIS

#### EXERCICE 3

A/ Analyse :

Avant le conditionnement, on observe un réflexe inné chez le chien : l'introduction de la viande dans la gueule du déclenche un influx nerveux, véhiculé par le nerf du goût jusqu'au centre bulbaire de sécrétion salivaire qui stimule les glandes salivaires ; celles-ci sécrètent alors la salive.

Au moment du conditionnement, les associations excitant conditionnel (éclair de lumière) puis excitant absolu viande) ont permis la mise en place d'une nouvelle liaison nerveuse entre l'aire visuelle et le centre bulbaire de sécrétion salivaire.

Après le conditionnement la seule vue de la lumière produit la salivation : le chien est conditionné ; en effet à la vue de la lumière, un influx naît au niveau des yeux, qui est acheminé à l'aire visuelle. De là par l'intermédiaire de la nouvelle liaison nerveuse, l'influx est conduit au centre bulbaire de sécrétion salivaire qui stimule les glandes salivaires.

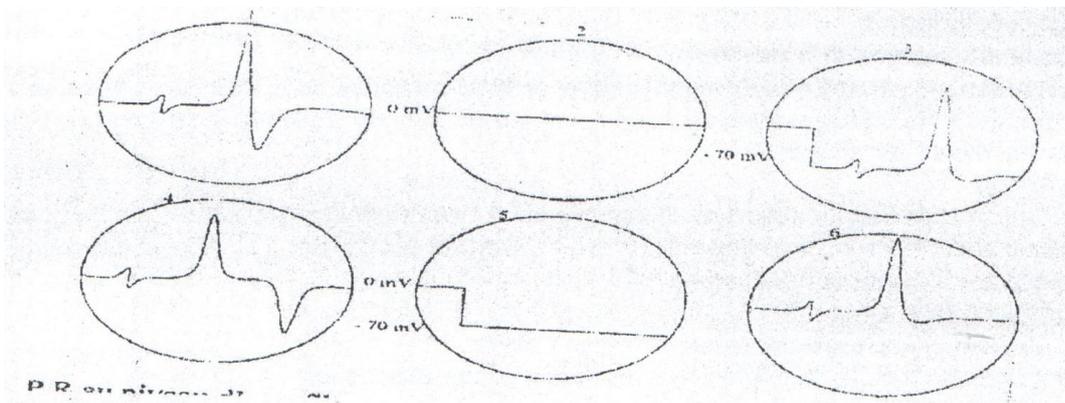
B/ Analyse :

Quelque soit la couleur de l'éclair le chien salive normalement. Par contre le singe, lui ne salive qu'à la seule vue de la lumière blanche (lumière qui a servi à son conditionnement). Pour le singe, toute variation de la couleur de la lumière bloque la salivation. On peut donc conclure que l'excitant conditionnel est individuel et peut varier d'un sujet à un autre.

#### EXERCICE 4

A) 1 : F 2 : V 3 : V 4 : F

B) Représentation des enregistrements



#### EXERCICE 5

- 1) Les excitants en jeu sont de deux types :
  - Un excitant absolu (décharge électrique)
  - Un excitant conditionnel (signal sonore).
- 2) Après plusieurs essais, le rat sautera la barrière au seul signal sonore.  
 La raison est que les nombreuses association « excitant conditionnel-excitant absolu » ont permis l'établissement d'une nouvelle liaison nerveuse qui conduit l'influx nerveux, né de la perception auditive du signal sonore vers la moelle épinière qui commande alors la réaction des muscles de l'animal.
- 3) Cette réaction est un réflexe conditionnel.
- 4) Les conditions de son acquisition sont :
  - Il faut l'association « excitant conditionnel-excitant absolu » soit faite dans un ordre donné : signal sonore d'abord puis décharge électrique ensuite :

- Il faut que l'excitant conditionnel soit bien déterminé : à chaque fois le même signal sonore pendant cinq secondes ;
- Plusieurs essais sont nécessaires avant l'acquisition du réflexe.

### **EXERCICE 6**

#### 1) Analyse :

Pendant la phase de dépolarisation, la perméabilité de la membrane aux ions  $\text{Na}^+$  augmente rapidement Elle atteint le maximum vers la fin de la dépolarisation puis elle décroît. Par contre, la perméabilité aux ions  $\text{K}^+$  augmente lentement vers la fin de la dépolarisation, elle atteint son maximum au cours de la repolarisation puis elle diminue progressivement et s'annule à la fin de l'hyperpolarisation.

#### 2) Déduction

La dépolarisation est due aux ions  $\text{Na}^+$  ; ceux-ci entrent massivement dans la cellule pendant cette phase. La repolarisation et l'hyperpolarisation sont dues aux ions  $\text{K}^+$  ; ces ions sortent progressivement de la cellule pour compenser l'entrée d'ions  $\text{Na}^+$  Mais cette compensation devient excessive ; l'excès d'ions  $\text{K}^+$  sortis provoque l'hyperpolarisation.

### **EXERCICE 7**

A/

#### 1) Analyse :

L'eau de mer a presque la même composition ionique que le plasma sanguin du mollusque ; notamment, les concentrations en ions  $\text{Na}^+$  sont très voisines. Par contre, ces concentrations sont largement différentes de celles du milieu intracellulaire de l'axone.

#### 2) Justification de l'utilisation de cette solution

On utilise cette solution pour respecter la concentration ionique en  $\text{Na}^+$  du milieu intérieur du calmar.

#### 3) Nomination de chacune des parties :

P1= potentiel de repos ; Q= artefact de stimulation ; R= temps de latence ; S= phase de dépolarisation  
 T= phase de repolarisation ; U= phase d'hyperpolarisation ; P2= retour au potentiel de repos.

#### 4) La valeur de PI est de -60 mV.

#### 5) Interprétation des phases :

##### ➤ Phase P1 : potentiel de repos

Elle indique que l'axone est chargé négativement à l'intérieur et positivement à l'extérieur. Cette polarité est due à l'inégale répartition des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  de part et d'autre de la membrane. En effet l'intérieur de l'axone est plus riche en ions  $\text{K}^+$  et l'extérieur, en ions  $\text{Na}^+$  Cette inégale répartition ionique est maintenue par la pompe  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ .

##### ➤ Phase S : la phase de dépolarisation

Elle traduit une inversion des charges de la membrane : l'intérieur est devenu électropositif et l'extérieur électronégatif. Cela est provoqué par une brutale augmentation de la perméabilité de la membrane aux ions  $\text{Na}^+$  due à l'ouverture des canaux à  $\text{Na}^+$  voltage-dépendants (qui sont fermés lorsque la membrane est repos). Cela permet l'entrée d'ions  $\text{Na}^+$  dans l'axoplasme.

##### ➤ Phase T : la repolarisation

Pendant cette phase, l'intérieur de l'axone redevient électronégatif et l'extérieur électropositif. Cela est possible grâce à la fermeture des canaux à  $\text{Na}^+$  voltage-dépendants et à l'ouverture des canaux à  $\text{K}^+$  voltage-dépendants. Les ions  $\text{K}^+$  se diffusent donc à l'extérieur de l'axone.

##### ➤ Phase U : la phase d'hyperpolarisation

L'intérieur de l'axone devient plus électronégatif qu'au repos. Cela est dû au maintien de l'ouverture des canaux à  $\text{K}^+$  voltage-dépendants pendant que la membrane a retrouvé son potentiel de repos.

##### ➤ Phase P2 : le retour au potentiel de repos

La membrane retrouve sa différence de potentiel grâce à la fermeture des canaux à  $\text{K}^+$  voltage-dépendants et à l'activité de la pompe ionique qui fait rentrer les ions  $\text{K}^+$  dans l'axone et fait ressortir les ions  $\text{Na}^+$ .

B/

#### 1) Analyse du tableau

Lorsque la concentration en ions  $\text{Na}^+$  du milieu extracellulaire diminue, le potentiel de repos de l'axone reste constant alors que l'amplitude de la dépolarisation diminue.

#### 2) Déduction

La dépolarisation de la membrane dépend donc de la concentration du milieu extérieur en ions  $\text{Na}^+$ . En effet, tout appauvrissement de ce milieu en ions  $\text{Na}^+$  provoque un moindre afflux de ces ions dans l'axone à l'issue d'une excitation même supraliminaire. L'amplitude de la dépolarisation est alors plus faible que dans les conditions normales.

## **EXERCICE 8**

1) Noms des différents éléments :

A= oscilloscope cathodique ; B= amplificateur ; C= cuve à nerf ; D= stimulateur ; E= nerf ;  
 F= électrodes excitatrices ; G= microélectrodes ; H= électrode de référence.

2) Principe de fonctionnement de l'élément A (oscilloscope cathodique)

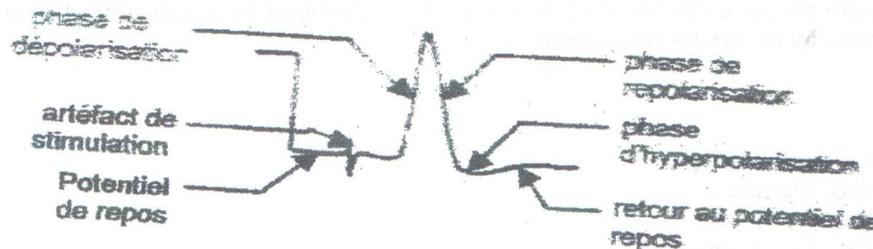
L'oscilloscope cathodique est constitué essentiellement d'un tube où règne un vide poussé et dans lequel on a : un canon à électrons, une paire de plaques horizontales et une paire de plaques verticales. Lorsqu'il est chauffé, le canon émet un faisceau d'électrons qui provoque sur l'écran fluorescent de l'oscilloscope, un spot lumineux. La paire de plaques verticales, soumise à une tension (tension de balayage), fait déplacer le spot suivant l'axe horizontal : axes des temps. La paire de plaques horizontales reçoit, après amplification par l'amplificateur, les potentiels à étudier (enregistrés par les électrodes réceptrices). Elle fait déplacer le spot verticalement suivant l'axe des amplitudes (axe vertical) en traçant la courbe de variation de la différence de potentiel enregistrée en fonction du temps.

3) Rôle des différents éléments

- Le stimulateur  
Il génère des excitations dont on peut régler l'intensité, la durée et la fréquence.
- La cuve à nerf  
C'est dans ce récipient qu'on place la structure nerveuse.
- Les électrodes excitatrices  
Elles permettent d'exciter la structure nerveuse.
- La microélectrode  
Elle enregistre le potentiel électrique de l'intérieur de l'axone.
- L'électrode de référence  
Elle détermine le potentiel du milieu extracellulaire.
- l'amplificateur  
Il élève la ddp entre les électrodes réceptrices, pour qu'elle puisse être visualisée par l'oscilloscope.
- L'oscilloscope cathodique  
L'oscilloscope permet de visualiser, sur l'écran, les phénomènes électriques.

4) La réponse obtenue

Il s'agit d'un potentiel d'action monophasique précédé du tracé du potentiel de repos.



### **UN POTENTION D'ACTION MONOPHASIQUE**

## **EXERCICE 9**

1) Amplitude du potentiel d'action

L'amplitude du potentiel d'action est de 110 mV

2) Noms des différentes parties

G = potentiel zéro ou potentiel de référence ; H = potentiel de repos ; I = artéfact de stimulation ;  
 J = temps latence ; K = phase de dépolarisation ; L = phase de repolarisation ; M = phase d'hyperpolarisation  
 N = retour au potentiel de repos.

3) Les charges enregistrées au cours des phases du tracé

- Le potentiel zéro

La microélectrode et l'électrode de référence ont les mêmes potentiels parce qu'elles sont toutes dans le milieu extracellulaire. Les deux plaques ont donc elles aussi, les mêmes potentiels. Le faisceau d'électrons se situe alors à mi-distance entre les deux plaques de l'oscilloscope.

- Le potentiel de repos

Les deux électrodes ont des potentiels différents. Cela détermine une ddp de -70mV. La plaque supérieure chargée négativement, repousse le faisceau d'électrons vers la plaque inférieure. D'après les relations entre les électrodes et ces plaques, on déduit que la microélectrode est chargée négativement et l'électrode de référence positivement. L'intérieur de la membrane est donc électronégatif et l'extérieur électropositif.

- La phase de dépolarisation

Le faisceau d'électrons est attiré par la plaque supérieure reliée à la microélectrode. Cette dernière est donc chargée positivement. Les bornes de la membrane se sont donc inversées.

- La phase d'hyperpolarisation

La différence de potentiel est devenue plus grande car le potentiel de l'intérieur de la membrane a augmenté. Ensuite, la membrane retrouve son potentiel de repos normal.

### **EXERCICE 10**

#### A/ 1) Analyse

Les stimulations  $I_1$  et  $I_2$  sont inefficaces. Ce sont des stimulations infraliminaires. Par contre  $I_3$  et  $I_4$  provoquent des potentiels d'action de même amplitude. La stimulation  $i_3$  à partir de laquelle on obtient les réponses est dite liminaire (ou seuil) et  $I_4$ , est appelé excitation supraliminaire.

#### 2) Interprétation

Les stimulations infraliminaires sont insuffisantes pour provoquer la réponse de l'axone. Elles ne permettent pas une entrée d'ions  $Na^+$  pouvant dépasser la sortie d'ions  $K^+$  pendant que la membrane est au repos. À partir du seuil, la réponse est d'emblée maximale parce que l'axone est constitué d'un seul élément excitable.

#### 3) Les propriétés de l'axone

L'axone est excitable et obéit à du tout ou rien.

#### B/ 1) Noms des enregistrements

Les enregistrements "a" et "b" sont des dépolarisations infraliminaires. L'enregistrement "a" a une amplitude de 4 mV et "b" une amplitude de 6m V.

#### 2) Explication

Ces réponses ne sont pas enregistrées parce qu'elles ne se propagent pas. Elles se localisent uniquement au niveau des électrodes excitatrices car elles n'ont pas atteint le seuil de l'excitabilité de l'axone.

#### 3) Les informations fournies par ces résultats

Les stimulations, même infraliminaires provoquent des dépolarisations locales qui ne se propagent pas. Mais au-delà du seuil d'excitabilité de l'axone, cette dépolarisation est propagée sous la forme d'un potentiel d'action.

### **REMARQUE**

Pour une dépolarisation inférieure au seuil, le déplacement d'ions  $K^+$  vers l'extérieur (mouvement de  $K^+$  à travers la membrane au repos) dépasse encore la pénétration de  $Na^+$  (provoquée par l'excitation). La membrane revient au potentiel de repos dès que le stimulus est supprimé. Cette dépolarisation est dite infraliminaire et le stimulus qui la fait apparaître, est un stimulus infraliminaire.

### **EXERCICE 11**

#### 1) a- Nom du potentiel A

A est un potentiel référence.

b- Valeur de A Le potentiel de référence a la valeur nulle.

#### 2) a- Valeur de B

La valeur du potentiel enregistré est de -70mV.

b- Nom de B

Le potentiel B est le potentiel de repos de la membrane.

c- Justification

Ce potentiel est enregistré lorsque la fibre nerveuse est au repos.

#### 3) Déduction

L'extérieur de l'axone est chargé positivement et l'intérieur négativement.

### **EXERCICE 12**

#### 1) Analyse :

- Courbe A : De 0 à 0,5 u.a la structure A ne répond à aucune excitation. Ce sont des excitations infraliminaires. A partir de 0,5 u.a, elle donne des réponses d'amplitude croissante. Cette stimulation de 0,5 u.a est dite liminaire. Au-delà de 0,5 u.a, on a des stimulations supraliminaires. De 4 à 9 u.a, l'amplitude des réponses reste constante à 110 mV. Ce sont des réponses maximales.
- courbe B : La structure B donne la première réponse à la stimulation d'intensité 1 u.a et sa réponse est constante à une amplitude de 100 mV et ce en dépit de l'augmentation de l'intensité des stimulations.
- courbe C : La structure C donne la première réponse à la stimulation d'intensité 4,6 u.a et sa réponse est constante à une amplitude de 112 mV et ce en dépit de l'augmentation de l'intensité des stimulations.

2) Interprétation :

La structure A est constituée de plusieurs fibres nerveuses à excitabilité différente. En deçà de 0,5 u.a , le seuil d'excitabilité d'aucune de ces fibres n'est encore atteint. A 0,5 u.a, les fibres les plus excitables répondent. Lorsque l'intensité de la stimulation augmente, d'autres fibres sont recrutées. Leur réponse s'additionne et l'amplitude globale augmente. Lorsque toutes les fibres nerveuses de la structure A sont recrutées, l'amplitude globale reste constante.

Les structures B et C constituent chacune une fibre nerveuse. Leur réponse a une amplitude d'emblée maximale lorsque leur seuil d'excitabilité est atteint.

3) Noms des structures nerveuses A, B et C :

La structure A est un nerf. Les structures B et C sont des fibres nerveuses.

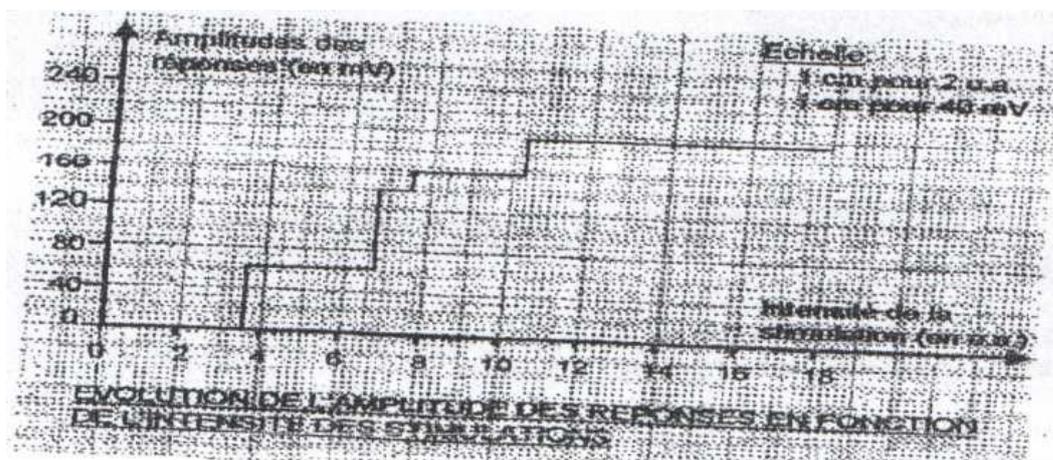
4) a- la structure extraite de A

À 4 aa, on atteint le seuil d'excitabilité de toutes les fibres nerveuses de A. le seuil d'excitabilité de B est atteint à 1 u.a alors que le seuil d'excitabilité de C n'est atteint qu'à partir de 4,6 u.a. on en déduit donc que la structure B est extraite de A. .

b- Explication : La Structure B qui est une fibre nerveuse ne fait pas partie de la classe de fibres nerveuses les plus excitables du nerf A. Ce nerf A contient donc d'autres fibres plus excitables que la fibre A.

**EXERCICE 13**

1) construction de la courbe



2) Analyse de la courbe :

L'amplitude des réponses a une évolution en escalier. En deçà de 3,6 u.a, la réponse du nerf est nulle. A 3,6 u.a, il apparaît une réponse de 62 mV qui n'augmente qu'aux intensités 6,8 ; 7,6 et 10,4 u.a pour lesquelles les amplitudes des réponses sont respectivement 140 ; 160 et 196 mV. En dehors de ces intensités, l'amplitude de la réponse reste constante en dépit de l'augmentation de l'intensité.

3) Interprétation :

Le nerf est constitué de plusieurs fibres nerveuses de diamètre et d'excitabilité différents. A 3,6 u.a, la classe des fibres nerveuses les plus excitables répondent : c'est l'excitation liminaire. Au-delà de cette valeur, l'amplitude de la réponse ne peut augmenter que si l'intensité de l'excitation est suffisante pour recruter une autre classe de fibres nerveuses et ainsi de suite. Ainsi à 6,8 u.a, une classe de fibres nerveuses est encore recrutée, à 7,6 u.a une autre est recrutée et à 10,4 répond la classe de fibres les moins excitables. Les réponses de ces fibres nerveuses nouvellement recrutées s'additionnent à celles des précédentes et la réponse globale augmente ; c'est la loi de sommation.

4) Le nerf étudié est constitué de quatre classes de fibres nerveuses qui ont les seuils d'excitation respectifs

de 3,6 ; 6,8 ; 7,6 et 10,4 u.a.

**EXERCICE 14**

1) Noms des enregistrements :

Les enregistrements a et b sont des potentiels d'action diphasiques.

2) Caractéristiques des deux excitations E1 et E2

Ces deux excitations sont efficaces parce qu'elles provoquent toutes des réponses.

3) Nombre et position es électrodes réceptrices

Ces réponses sont obtenues à l'aide des deux électrodes réceptrices placées à la surface (ou à l'intérieur) de la nerveuse. En effet, avant les potentiels d'action, les électrodes réceptrices ont enregistré un potentiel de référence mais pas de potentiel de repos.

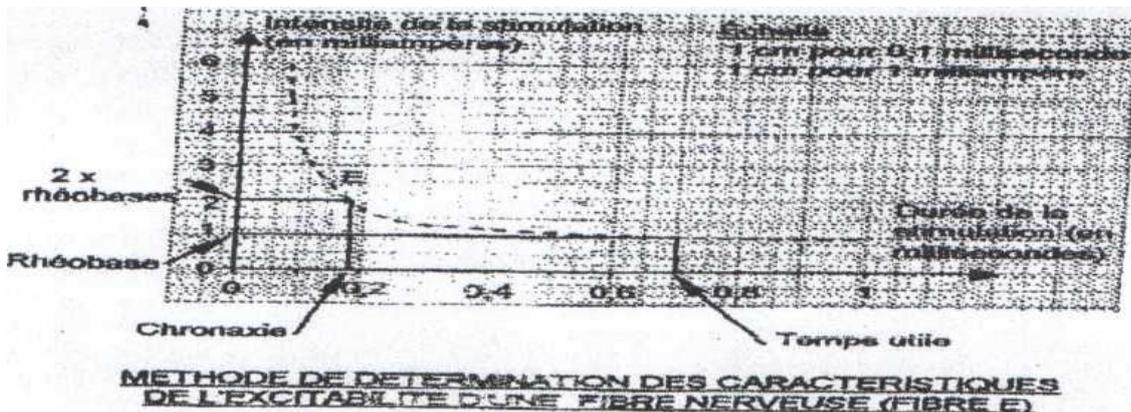
4) a- comparaison des enregistrements a et b Pour des excitations de même intensité et de même durée l'amplitude de a est plus grande que celle de b. b- Hypothèse  
 Peut être que la deuxième excitation est portée pendant la période réfractaire relative du nerf.

**EXERCICE 15**

1) Les caractéristiques des fibres

FIBRES	Fibre D	Fibre E	Fibre F	Fibre G
CARACTERISTIQUES				
Rhéobase (milliampères)	0,2	1	0,8	0,2
Temps utile (millisecondes)	0,4	0,7	0,36	0,55
Chronaxie (millisecondes)	0,25	0,18	0,06	0,42

Procédé de détermination de ces caractéristiques pour la combe E



2) Définition

Rhéobase

C'est l'intensité minimale en dessous de laquelle, toute excitation d'une structure nerveuse ne provoque aucune réponse quelque soit la durée d'application de cette excitation.

Temps utile

C'est la durée minimale d'application d'une excitation d'intensité correspondante à la rhéobase à une structure nerveuse, pour qu'elle soit le siège d'un influx nerveux.

Chronaxie

C'est le temps minimal d'application d'une excitation d'intensité double de la rhéobase à une structure nerveuse pour qu'elle soit le siège d'un influx nerveux.

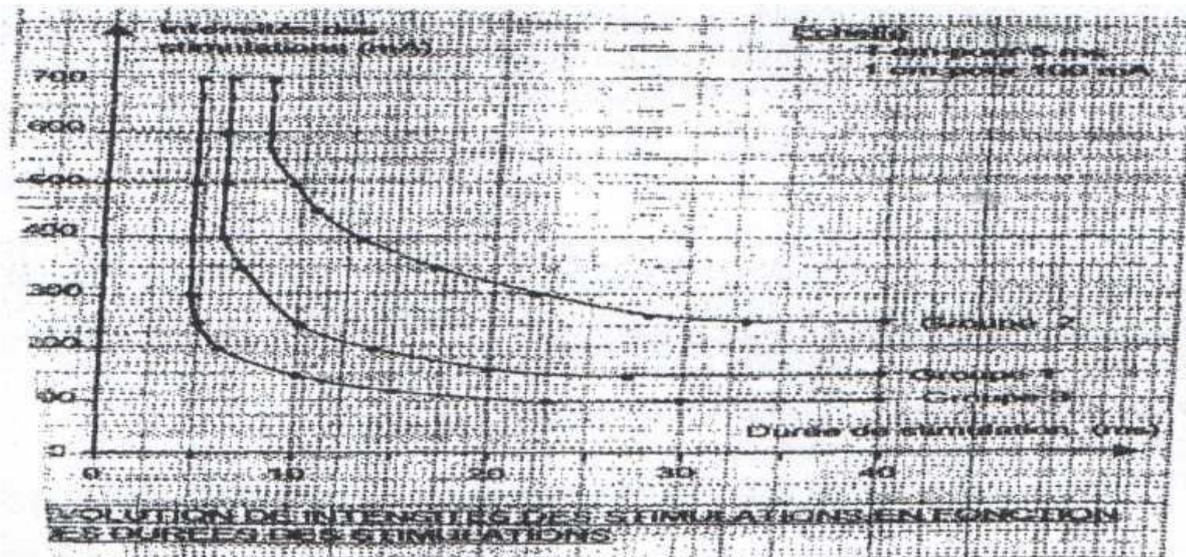
2) Ordre d'excitabilité croissante

Par ordre d'excitabilité croissante, on a : F, E, D, G.

Justification : une fibre nerveuse est d'autant plus excitable que sa chronaxie est plus courte.

**EXERCICE 16**

1) Construction des courbes :



1) Noms des excitations que représentent les points de chaque courbe :  
 Ce sont des excitations liminaires.

Justification :

Elles sont toute juste suffisantes pour atteindre le seuil de l'excitabilité des fibres.

2) a- Détermination des rhéobases et des chronaxies

La valeur de l'intensité correspondante à la chronaxie est le double de la rhéobase.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Rhéobase (mA)	150	250	100
2 x Rhéobase (mA)	300	500	200
Chronaxie (ms)	8,25	9,5	6

b- Déduction de la fibre la plus excitable

Les fibres les plus excitables sont celles du groupe 3 qui ont la faible chronaxie.

3) Les paramètres à augmenter

On peut augmenter la durée ou l'intensité d'une excitation infraliminaire pour qu'elle soit efficace.

### **EXERCICE 17**

A/ 1) Noms des parties

a = artéfact de stimulation, b = temps de latence, c = première phase de dépolarisation, d = première phase repolarisation, e = deuxième phase de dépolarisation, f = deuxième phase de repolarisation.

2) Relation établie entre les électrodes réceptrices et l'oscilloscope cathodique

Pour l'enregistrement du document 2, on a relié les électrodes réceptrices R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> la voie 1 de l'oscilloscope. Pour le tracé du document 3, la voie 2 de l'oscilloscope est reliée aux électrodes réceptrices R<sub>1</sub> et R<sub>3</sub>.

3) a- Comparaison des deux tracés

Les deux tracés sont des potentiels d'action diphasiques avec le même temps de latence. Mais ils ont des amplitudes différentes. En effet, pour le premier tracé (document 2), le potentiel d'action enregistré par Ri a une amplitude supérieure à celle du potentiel enregistré par R<sub>2</sub>. De plus, ces deux potentiels se chevauchent. Par contre, au deuxième tracé (document 3), les deux potentiels enregistrés par les électrodes Ri et R<sub>3</sub> ont la même amplitude et ils sont séparés l'un de l'autre d'un délai de 2 ms.

b- Noms des deux potentiels d'action enregistrés

Le potentiel d'action enregistré par les électrodes R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> est dit potentiel d'action diphasique asymétrique et celui enregistré par R<sub>1</sub> et R<sub>3</sub> est un potentiel d'action diphasique symétrique.

4) Explication

Les électrodes réceptrices R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sont très rapprochées l'une de l'autre. Ainsi, la dépolarisation atteint l'électrode R<sub>2</sub> sans qu'elle n'ait complètement quitté sous l'électrode Ri. La première phase de repolarisation et la deuxième phase de dépolarisation de cet enregistrement se superposent. Par contre, les électrodes R<sub>1</sub> et R<sub>3</sub> sont suffisamment séparées l'une de l'autre pour qu'il n'y ait pas cette superposition.

5) a- Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux.

Document 2 :

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} ; \Delta t = 0.5ms ; \Delta d = 2cm = 2.10^2m$$

$$v = \frac{2.10^2}{0,5.10^{-3}} = 40m/s$$

Document 3:

$$v = 2ms = 2.10^{-3}s$$

$$\Delta d = 8cm = 2.10^{-2}; \quad v = \frac{8.10^{-2}}{2.10^{-3}} = 40m/s$$

b- Caractéristique de la vitesse mise en évidence

La vitesse de conduction de l'influx nerveux par une fibre nerveuse est constante.

B/ 1) Nom de ce tracé

Ce tracé est un potentiel d'action monophasique.

2) Explication

La dépolarisation créée par l'excitation a été enregistrée seulement par l'électrode Ri. Elle n'est pas conduite jusqu'à R<sub>2</sub>. En effet, la fibre nerveuse a été détruite sous cette électrode.

### **EXERCICE 18**

1) Identification des parties A. B. C :

- A = temps de latence ;
- B = phase de dépolarisation ;
- C = phase de repolarisation.

2) Explication de la différence entre la partie A des documents :

Le temps de latence, (partie A) de l'enregistrement du document 2a, est inférieur à celui de l'enregistrement du document 2b, parce que les électrodes R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont plus éloignées des électrodes excitatrices que ne le sont les électrodes R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>.

3) Calcul de la vitesse de propagation du potentiel d'action :

$$v \text{ (m/s)} = \frac{\Delta d \text{ (m)}}{\Delta t \text{ (s)}} ; \quad \Delta d = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} ; \quad \Delta t = 0,66 \text{ ms} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$v = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{1,3 \cdot 10^{-3}} = 15,4 \text{ m/s}$$

### **EXERCICE 19**

1) Noms des parties a ; b, c, d et e :

a : artéfact de stimulation ; il indique le moment précis de l'excitation.

b : temps de latence ; c'est le temps mis par l'influx nerveux créé par l'excitation pour arriver à la microélectrode réceptrice M<sub>1</sub>

c : phase de dépolarisation ; elle indique que l'influx nerveux est au niveau de M<sub>1</sub>.

d : phase de repolarisation ; elle traduit que l'influx nerveux a quitté la microélectrode M<sub>1</sub>.

e : phase d'hyperpolarisation ; elle montre que l'intérieur de l'axone est devenu très électronégatif que pendant le potentiel de repos.

2) a- évolution de la partie b

La partie b qui est le temps de latence augmente du tracé 1 au tracé 3.

b- Explication

Les microélectrodes M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> et M<sub>3</sub> sont à différentes distances des électrodes excitatrices. L'influx nerveux arrive d'abord à la microélectrode M puis M<sub>2</sub> et ensuite M<sub>3</sub>.

3) Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux.

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \Delta d = \text{distance (m)} ; \quad \Delta t = \text{temps (s)}$$

Entre l'enregistrement 1 et l'enregistrement 2 on détermine :

$$\Delta d = 1 \text{ cm} = 1 \cdot 10^{-2} ; \quad \Delta t = 1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$v = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ m/s}$$

4) Déduction

La constance de l'amplitude des trois potentiels révèle que la propagation de l'influx nerveux le long d'un axone se fait sans variation de cette amplitude.

### **EXERCICE 20**

A/

1) Déduction des facteurs de variation de la vitesse à partir de l'analyse

Pour des fibres de même nature, la vitesse de propagation de l'influx nerveux augmente avec le diamètre. Pour des fibres de nature différente la vitesse de conduction de l'influx nerveux est plus élevée dans la fibre myélinique que dans la fibre amyélinique.

Plus la température du milieu est élevée plus la vitesse de conduction de l'influx nerveux est aussi élevée.

Les facteurs de variation de la vitesse de l'influx nerveux sont donc :

- la nature de la fibre nerveuse ;
- le diamètre de la fibre nerveuse ;
- la température du milieu.

2) A température égale, la fibre B a une vitesse de conduction plus grande que la fibre A.

1) Proposition d'hypothèses

Peut être que le diamètre de la fibre B est supérieur à celui de la fibre A.

Peut être que la distance entre deux nœuds de Ranvier varie de la fibre A à la fibre B.

B/

1) Comparaison

Les fibres A et B ont la même nature (myéliniques) et ont le même diamètre. Par contre, la distance entre les nœuds de Ranvier de la fibre B est supérieure à celle des nœuds de Ranvier de la fibre A.

2) Déduction

Le facteur qui fait varier la vitesse de conduction de l'influx nerveux dans ces fibres est la distance entre leurs nœuds de Ranvier.

NB : dans les fibres myélinisées, la vitesse de conduction de l'influx nerveux est d'autant plus grande que la distance entre leurs nœuds de Ranvier est plus grande.

### **EXERCICE 21**

1) Les facteurs de variation de la vitesse de propagation de l'influx nerveux

Les facteurs de variation de la vitesse de propagation de l'influx nerveux mis en évidence sont :  
 Le diamètre des fibres nerveuses et la présence ou l'absence de myéline autour de l'axone.

2) Classement des fibres par ordre croissant de vitesse de conduction de l'influx nerveux :

On a l'ordre suivant : c ; b ; a ; d

3) Justification :

Les fibres c et b sont dépourvues de myéline mais le diamètre de la fibre c est un inférieur à celui de la fibre b. les deux fibres a et d quant à elles sont myélinisées mais le diamètre de a est un inférieur à celui de d. les fibres a et b ont pratiquement les mêmes diamètres. Inévitablement, la fibre myélinisée conduit plus rapidement l'influx nerveux.

### **EXERCICE 22**

A/

1) Déduction des électrodes excitatrices et réceptrices.

Les électrodes E1 et E2 qui sont reliées au stimulateur sont excitatrices alors que les électrodes E3 et E4 sont les électrodes excitatrices car elles sont reliées à l'oscilloscope

2) Précision des électrodes.

P1 et P3 ont été enregistrés par l'électrode E3 et P2 est enregistré par E4.

3) Noms des enregistrements

L'enregistrement 2a est un potentiel d'action diphasique et l'enregistrement 2b est un potentiel d'action monophasique.

4) Explication

Document 2a : le potentiel d'action créé après l'excitation se propage jusqu'à E3 puis arrive à E4.

L'oscilloscope enregistre alors P1 et ensuite P2.

Document 2b : le potentiel d'action n'est pas conduit jusqu'à l'électrode réceptrice E4 parce que cette dernière est sur le bout lésé du nerf. On obtient alors le seul potentiel enregistré à partir de E3.

B/

1) Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux par le nerf phrénique.

$$v \text{ (m/s)} = \frac{\Delta d \text{ (m)}}{\Delta t \text{ (s)}}$$

En considérant les enregistrements b et c on détermine :

$$\Delta d = 50 \text{ mm} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta t = 1,9 \text{ ms} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$v = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 26,31 \text{ m/s}$$

En considérant également les enregistrements a et b on a,  $v = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{0,95 \cdot 10^{-3}} = 26,31 \text{ m/s}$

2) Comparaison des enregistrements c obtenus sur les deux nerfs

Pour le nerf phrénique, on enregistre à la distance de 100 mm, un seul potentiel d'action. Sur le nerf saphène, on enregistre à la même distance, deux potentiels d'action d'amplitude inégale.

3) a- Déduction de la structure des nerfs

Le nerf phrénique est constitué de fibres conduisant l'influx nerveux à la même vitesse. Ces fibres doivent certainement avoir la même structure. Le nerf saphène est constitué de deux types de fibres nerveuses caractérisés par des vitesses de conduction différentes.

b- Justification

Chaque potentiel caractérise un groupe de fibres du nerf qui ont la vitesse de conduction de l'influx nerveux.

### **EXERCICE 23**

#### 1) Annotation

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1- exocytose d'une vésicule synaptique | 5- membrane post-synaptique   |
| 2- vésicule synaptique                 | 6- espace ou fente synaptique |
| 3- élément ou neurone pré-synaptique   | 7- membrane pré-synaptique    |
| 4- élément ou neurone post-synaptique  |                               |

#### Légende : SCHEMA D'UNE SYNAPSE EN ACTIVITÉ

#### 2) a- la structure observée est en activité.

b-justification: il y a une ouverture par exocytose des vésicules synaptiques.

#### 3) Résumé des phénomènes :

Arrivée de l'influx nerveux au niveau de la terminaison nerveuse ; Ouverture des canaux à  $Ca^{2+}$  voltage dépendant puis entrée des ions  $Ca^{2+}$  dans la terminaison synaptique ; Activation des vésicules synaptiques suivie de leur migration vers la membrane pré-synaptique ; Libération par exocytose des médiateurs chimiques (ici l'ACH) dans la fente synaptique ; Fixation des médiateurs chimiques sur les récepteurs cholinergiques situés sur la membrane post-synaptique ; Entrée des  $Na^+$  dans le neurone post-synaptique suite à l'ouverture des canaux  $Na^+$  chimio-dépendants associés aux récepteurs cholinergiques ; Dépolarisation de la membrane post-synaptique jusqu'au seuil permettant la naissance d'un PA ; Destruction de l'ACH par l'acétylcholinestérase ; Recapture par la terminaison pré-synaptique de la choline provenant de l'hydrolyse de l'acétylcholinestérase.

### **EXERCICE 24**

#### 1) Identification des structures

a= membrane post-synaptique ; b= sarcoplasme ; c= mitochondrie ; d= myofibrille ; e= membrane pré-synaptique ; f= fente synaptique ; g= vésicules synaptiques ; h= appareil sous-neural.

#### 2) Déduction des noms des deux cellules

La cellule pré-synaptique est un neurone. Quant à la cellule post-synaptique, la présence de myofibrilles montre qu'elle est une fibre musculaire.

#### 3) Nom de cette synapse

Il s'agit d'une synapse neuromusculaire ou plaque motrice.

### **EXERCICE 25**

#### 1) Explication des résultats

Expérience 1 : l'excitation provoque au niveau du nerf la naissance d'influx nerveux qui est conduit jusqu'au muscle M1. Le nerf reste donc toujours excitable dans le curare.

Expérience 2 : l'excitation directe du muscle M2 provoque sa contraction. Le muscle conserve donc son excitabilité dans le curare.

Expérience 2 : l'influx nerveux conduit par le nerf à l'issue de l'excitation n'arrive pas au muscle M2.

#### 2) Déduction

Le curare agit donc au niveau du point de jonction du nerf avec le muscle. Il s'agit des synapses entre les fibres nerveuses du nerf moteur et les fibres musculaires.

### **EXERCICE 26**

A/

#### 1) Fonctionnement d'une synapse excitatrice

L'arrivée de l'influx nerveux provoque au niveau du bouton pré-synaptique, un accroissement de la perméabilité de la membrane aux ions  $Ca^{2+}$ . Ces ions se diffusent alors suivant leur gradient électrochimique, dans le milieu intracellulaire. Cela déclenche l'exocytose des vésicules synaptiques. Les molécules de neurotransmetteurs libérées dans l'espace synaptique, se fixent sur des récepteurs spécifiques de la membrane post-synaptique. L'association neurotransmetteur-récepteur provoque l'ouverture des canaux à  $Na^+$  suivie d'une entrée massive et passive d'ions  $Na^+$  qui déclenche la dépolarisation de la membrane post-synaptique : c'est le potentiel post-synaptique excitateur dans le cas d'une synapse neuro-neuronique (PPSE) ou le potentiel de plaque motrice (PPM) dans le cas d'une plaque motrice. Lorsque le seuil d'excitabilité de la cellule est atteint, il naît un potentiel d'action qui se propage le long de la cellule post-synaptique. Mais le neurotransmetteur est rapidement hydrolysé ce qui arrête la dépolarisation.

#### 2) Analyse du document 1

Le document 1 présente une synapse neuromusculaire. Dans le bouton pré-synaptique, on observe des vésicules synaptiques d'acétylcholine et des vésicules d'exocytose. Ces dernières sont dues à l'arrivée de l'influx nerveux et à l'entrée d'ions  $Ca^{2+}$  dans le bouton pré-synaptique. Dans la fente synaptique, il y a

des molécules d'acétylcholine et de curare. Elles ont toutes pratiquement la même conformation ; mais une molécule de curare correspond à peu près à deux molécules d'acétylcholine. Au niveau de la membrane de la cellule musculaire, il y a des récepteurs d'acétylcholine. Ceux-ci sont occupés par le curare dont une molécule occupe deux récepteurs.

3) Hypothèse :

Peut être que la paralysie est due au blocage des récepteurs d'acétylcholine par le curare empêchant la transmission de l'influx nerveux provenant des fibres nerveuses motrices aux cellules musculaires.

B/

1) Analyse

Tous ces enregistrements a ; b ; c et d comportent chacun un potentiel d'action nerveux.

L'enregistrement a, obtenu chez le muscle sans le curare, présente en plus, un potentiel d'action musculaire de grande amplitude. Avec le curare, l'amplitude de ce potentiel diminue et s'annule à l'enregistrement d ; même le potentiel de plaque qui est enregistré disparaît.

2) Interprétation

Sans le curare, l'influx nerveux provenant des fibres nerveuses motrices est transmis aux cellules musculaires à travers la plaque motrice, par l'intermédiaire des molécules d'acétylcholine. Celles-ci se fixent sur des récepteurs spécifiques de la membrane des cellules musculaires créant des potentiels de plaque qui s'additionnent et déclenchent un potentiel d'action musculaire. La réduction de l'amplitude de ce potentiel après le dépôt du curare, traduit la diminution de la population des fibres musculaires qui répondent à l'excitation. En effet, les molécules de curare occupent les récepteurs spécifiques de l'acétylcholine. Au début, son action se localise sur une partie des récepteurs. Rapidement, cette action devient totale de telle sorte qu'au quatrième enregistrement, aucune synapse n'est plus fonctionnelle. Le potentiel de plaque s'annule tout comme la réponse électrique du muscle.

3) Déduction de l'influence du curare

Le curare bloque la transmission de l'influx nerveux, du neurone pré-synaptique à la cellule musculaire en occupant les récepteurs spécifiques de l'acétylcholine situés sur sa membrane.

**EXERCICE 27**

1) Citons les stimulations :

Les stimulations II et I2 sont infraliminaires. I3 est liminaire alors que I4, I5 et I6 sont supraliminaires.

2) Explication

Les stimulations II et I2 sont insuffisantes pour exciter la racine dorsale. À partir de I3, la racine dorsale répond à l'excitation. L'accroissement de l'amplitude des réponses consécutives à chaque augmentation de l'intensité de la stimulation montre que la racine dorsale est constituée de plusieurs types de fibres nerveuses qui ont des seuils d'excitabilité différents. Ces fibres sont recrutées lorsque leur seuil d'excitabilité est atteint. On a alors la sommation de leur réponse.

3) Justification de l'aspect composite

L'aspect composite des tracés à partir de I3 montre que les fibres nerveuses des racines conduisent l'influx nerveux à des vitesses différentes. Mais cette caractéristique est mise en évidence ici parce que la distance entre les électrodes excitatrices et réceptrices est importante.

4) Déduction du sens de l'influx nerveux dans les racines

L'influx nerveux se propage de la racine dorsale à la racine ventrale.

5) Explication du sens unique

Ce sens unique est dû à la présence de synapses entre les fibres nerveuses de la racine dorsale (fibres nerveuses sensitives) et celles de la racine ventrale (fibres nerveuses motrices). Au niveau d'une synapse, l'influx nerveux est toujours transmis de la cellule pré-synaptique à la cellule post-synaptique.

**EXERCICE 28**

1) Déduisons de notre analyse les effets de la nicotine et du diazépam

- La nicotine : elle augmente l'amplitude et la fréquence de l'activité spontanée du ganglion de l'insecte. C'est donc une substance à action stimulante.
- Le diazépam : il inhibe l'activité spontanée du ganglion ; c'est donc une substance inhibitrice.

2) Hypothèse :

Peut être que ces substances modifient la perméabilité du neurone post-synaptique aux ions.

**EXERCICE 29**

1) Nommons le type de réponses

Les réponses obtenues sont des potentiels post synaptiques inhibiteurs (PPSI) ou hyperpolarisations.

2) Analyse des résultats des enregistrements

Avant l'injection du GABA, chaque enregistrement présente un potentiel de repos de - 70 mV. Après

l'injection du GABA seul, il y a une faible hyperpolarisation. L'injection de GABA + benzodiazépine entraîne une hyperpolarisation plus importante.

3) a- Analyse des résultats obtenus avant et après l'injection de GABA

Avant l'injection de GABA, les ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> sont plus concentrés dans le milieu extracellulaire que dans le milieu intracellulaire. Les ions K<sup>+</sup> sont moins concentrés dans le milieu extracellulaire que dans le milieu intracellulaire.

Après l'injection de GABA ; les ions Na<sup>+</sup> restent toujours plus concentrés dans le milieu extracellulaire. Les ions k<sup>+</sup> sont devenus plus concentrés dans le milieu extracellulaire (de 022 à 220 mmoles/l). Les Cl<sup>-</sup> sont devenus plus concentrés dans le milieu intracellulaire (de 040 à 441 mmoles/l).

b- L'injection de GABA entraîne une entrée d'ions Cl<sup>-</sup> et une sortie d'ions K<sup>+</sup>. Cette injection n'entraîne pas de mouvement d'ions Na<sup>+</sup>.

4) a- Interprétation ionique des enregistrements

Les PPSI obtenus sur le document 1B révèlent que les molécules de GABA fixées sur les récepteurs post synaptiques déclenchent l'ouverture des canaux Cl<sup>-</sup> et une entrée d'ions Cl<sup>-</sup> responsable de l'hyperpolarisation. L'hyperpolarisation est plus importante lorsqu'on ajoute la benzodiazépine car le GABA et la benzodiazépine agissent en synergie pour provoquer une entrée plus importante d'ions Cl<sup>-</sup>.

b- Déduction de la nature des synapses à GABA

Les synapses à GABA sont des synapses inhibitrices.

### **III- ETUDE D'UN EFFECTEUR MOTEUR : LE MUSCLE STRIE SQUELETTIQUE**

#### **EXERCICE 30**

1) Annotation

a= noyau ; b= sarcolemme ; c= sarcoplasme ; d= disque (ou bande) clair ; e= disque (ou bande) sombre ; f= strie Z ; g= myofibrille.

2) Justification de nom de cellule

Dans cette structure, on a la présence de noyau tout comme dans une cellule, le sarcolemme correspond à la membrane plasmique et le sarcoplasme correspond au cytoplasme.

#### **EXERCICE 31**

1) Annotation du document

P= bande sombre ; Q= bande H ; R= bande claire ; S=strie Z ; T= sarcomère.

2) Remplissage d tableau

Bandes	Actine	Myosine
Bande sombre	X	X
Bande H		X
Bande claire	X	

3) a- Analyse des coupes

La coupe "a" montre des sections de filaments épais entre lesquels, il n'y a pas d'autres filaments. Ces filaments épais sont ceux de la myosine. Quant à la coupe "b", elle présente des filaments épais. Autour de chacun d'eux, il y a des filaments fins. Les filaments épais sont des filaments de myosine et les filaments fins sont des filaments d'actine.

b- Déduction de la bande

La coupe "a" est faite au niveau de la bande H et la coupe "b" est faite au niveau de la bande sombre en dehors de la bande H.

#### **EXERCICE 32**

1) Nom du dispositif

Ce dispositif est un myographe.

2) Annotation

a= levier inscripteur ; b= cylindre d'enregistrement ; c= signal synchrone de la stimulation ; d= stimulateur ; e= électrodes excitatrice ; f= muscle.

3) Type d'excitation

Il s'agit d'une excitation indirecte.

4) a- Tableau

	Temps de latence (ms)	Période de contraction (ms)	Période de relâchement (ms)	Amplitude (mV)
Secousse musculaire A	5	30	40	102
Secousse musculaire B	10	55	90	54

b- Analyse des résultats

De la secousse musculaire A à la secousse musculaire B, on a une augmentation de la durée du temps de latence, de période de contraction et de la période de relâchement ; par contre, on a une diminution de l'amplitude de la réponse.

c- Explicatif des résultats

Les modifications des caractéristiques de la secousse élémentaire, à l'issue de nombreuses réponses, sont dues à la fatigue musculaire. Cela a lieu à cause de l'accumulation de l'acide lactique et/ou de l'épuisement des réserves de glycogène.

**EXERCICE 33**

1) Définition

Une unité motrice est l'ensemble structural que forment des fibres musculaires et la fibre nerveuse motrice qui les innerve.

2) Comparaison

La secousse musculaire de l'unité motrice de type A présente une tension de 40 g et sa durée est de 80ms. La phase de contraction dure 20 ms et la phase de relâchement dure 60 ms. L'unité motrice de type B ne développe qu'une tension de 2 g avec une durée de 300 ms. La phase de contraction dure 80 ms et la phase de relâchement dure 220 ms.

L'unité motrice de type A est donc rapide et forte et l'unité motrice de type B est lente et faible.

3) a- Nom des secousses musculaires

La secousse musculaire de l'unité motrice de type A est un téтанos imparfait. Celle de l'unité motrice de type B est un téтанos parfait.

b- Explication

Pour l'unité motrice de type A, la secousse suivante survient pendant la phase de relâchement de la secousse précédente. Quant à l'unité motrice de type B, la secousse suivante intervient pendant la phase de contraction de la secousse précédente. En effet la contraction de l'unité motrice de type A est rapide ; en 25 ms elle entame la phase de relâchement. Pendant ce temps, l'unité motrice de type B n'est qu'au début de la phase de contraction. Ainsi la contraction suivante intervient pendant la période de relâchement pour l'unité motrice de type A et dans la période de contraction pour l'unité motrice de type B.

**EXERCICE 34**

1) Annotation des figures 1 et 2

a= bande sombre (bande A) ; b= bande claire (bande I) ; c= bande H ; d= sarcomère ; e= strie Z ; f= filament de myosine ; g= filament d'actine ; h= filaments d'actine et de myosine,

2) Les filaments que présentent les figures :

- Figure 1 : il s'agit de filaments fins d'actine.
- Figure 2 : on aperçoit des filaments fins d'actine et de myosine.
- Figure 3 : elle présente des filaments épais de myosine.

Déduction de la partie de la myofibrille au niveau de laquelle chacune de ces coupes a été faite :

- Figure 1 : la coupe est faite au niveau de la bande claire.
- Figure 2 : la coupe est faite au niveau de la bande sombre mais en dehors de la bande H.
- Figure 3 : la coupe est faite au niveau de la bande H.

**EXERCICE 35**

1) a- Stimulation indirecte :

On parle de stimulation indirecte parce qu'on stimule le muscle par l'intermédiaire de son nerf moteur. Les électrodes excitatrices sont alors placées sur le nerf et non sur le muscle.

b- Modification du montage dans le cas d'une stimulation directe :

Dans ce cas, les électrodes excitatrices sont placées sur le muscle et l'excitation est portée directement sur lui.

2) a- Description des résultats :

Figure a : Il s'agit de deux secousses musculaires isolées de même amplitude. Chacune d'elle présente une période de contraction et une période de relâchement.

Figure b : La deuxième secousse se superpose à la première sans qu'il y ait fusion des deux. On parle de

fusion incomplète.

Figure c : La deuxième secousse est totalement confondue à la première. Il y a fusion complète.

L'amplitude et la durée globale de la secousse obtenue sont plus grandes que celles d'une secousse musculaire isolée.

Figure d : Les deux excitations sont très rapprochées. L'amplitude de cette réponse est la même que celle de la secousse isolée.

**b- Interprétation :**

Figure a : La deuxième secousse survient après la fin de la phase de relâchement de la précédente.

Figure b : La deuxième secousse est déclenchée pendant la phase de relâchement de la précédente.

Figure c : La deuxième secousse survient pendant la phase de contraction de la précédente.

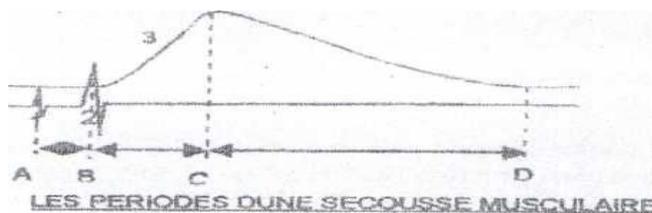
Figure d : la deuxième excitation survient pendant la période réfractaire absolue.

**EXERCICE 36**

1) a- Identification :

1 = artéfact de stimulation ; 2 = potentiel d'action du muscle ; 3 = secousse musculaire isolée.

b- Anal



AB = temps de latence

BC = période de contraction

CD = période de relâchement

La secousse musculaire isolée est constituée d'un temps de latence (AB), d'une période de contraction (BC) et d'une période de relâchement.

c- Déduction :

Les phénomènes électriques précèdent les phénomènes mécaniques. Les phénomènes électriques sont donc la cause des phénomènes mécaniques.

2) a- Comparaison :

Au niveau de ces deux documents, on a l'enregistrement d'un artéfact de stimulation, d'un potentiel d'action du muscle et d'une secousse musculaire isolée. Mais le document 3 présente en plus, un enregistrement entre l'artéfact de stimulation et le potentiel d'action du muscle. Il s'agit sûrement du potentiel d'action du nerf.

b- Modification effectuée :

Au niveau du montage représenté par le document 1, on a relié la voie inférieure aux électrodes réceptrices C et D. cela a permis d'enregistrer aussi les manifestations électriques du nerf.

**EXERCICE 37**

1) Preuve de l'utilisation d'une microélectrode introduite dans l'axone Avant le potentiel d'action, on enregistre un potentiel de repos de -60 mV.

2) Justification :

Le potentiel d'action du muscle précède le mécanogramme parce que les phénomènes électriques musculaires sont la cause des phénomènes mécaniques.

3) a- Durée du décalage Le décalage correspond à 8 ms.

b- Explication :

Le décalage correspond au temps nécessaire à la dépolarisation qui arrive au sarcolemme, pour déclencher les réactions chimiques liées au glissement des myofilaments fins d'actine entre ceux de myosine. En effet, ce glissement nécessite, non seulement, de l'ATP dont l'hydrolyse libère de l'énergie, mais aussi des ions  $Ca^{2+}$  qui sont présents dans les cavités du système L (réticulums sarcoplasmiques longitudinaux). Ces ions passent dans le hyaloplasme lorsque les membranes du système L reçoivent la dépolarisation provenant du sarcolemme, par l'intermédiaire des tubules du système T (réticulums transversaux).

**EXERCICE 38**

1) Définition du terme « électromyogramme » :

L'électromyogramme est le potentiel d'action du muscle.

2) Description des myogrammes :

Myogramme M<sub>1</sub>: Il présente un plateau en dents de scie. L'amplitude est faible. Il s'agit d'un téτανos imparfait. Myogramme M<sub>2</sub> : Il présente un plateau rectiligne sans oscillation. C'est un téτανos parfait. Son amplitude est plus élevée que celle de M<sub>1</sub>.

3) Interprétation :

Pour le myogramme M<sub>1</sub>, chaque nouvelle réponse intervient pendant la phase de relâchement de la réponse précédente. Il s'agit donc d'une suite de fusions incomplètes. Dans le cas du myogramme M<sub>2</sub>, chaque nouvelle réponse survient pendant la phase de contraction de la réponse précédente. C'est donc une succession de fusions complètes.

### **EXERCICE 39**

A/

1) Bilan énergétique des réactions :

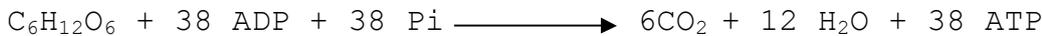
Une mole de glucose produit 38 moles d'ATP.

2) Précision d'une autre substance du milieu extérieur Cette substance est le glucose.

3) Noms des étapes 1 et 2

L'étape 1 est la glycolyse et l'étape 2 est l'oxydation respiratoire.

4) Équation globale des réactions de la respiration :



B/

1) Annotation :

1= membrane interne ; 2= membrane externe ; 3= matrice ; 4= crête mitochondriale ; 5= espace intermembranaire ; 6= mitochondrie.

2) Analyse de la courbe :

Avant l'addition du glucose, la concentration d'O<sub>2</sub> était constante à 116 μmol.l<sup>-1</sup>. Le glucose entraîne une légère diminution de cette concentration qui atteint alors 114 μmol.l<sup>-1</sup>. L'addition de l'acide pyruvique à t<sub>2</sub> provoque la chute de cette concentration. Ainsi de t<sub>2</sub> à la 5<sup>ème</sup> minute, elle diminue de 114 à 66 μmol.l<sup>-1</sup>.

3) Explication :

La réduction de la concentration d'O<sub>2</sub> traduit son utilisation par les mitochondries. Cette diminution est nette lorsqu'il y a dans le milieu, de l'acide pyruvique. Les mitochondries utilisent donc l'acide pyruvique comme métabolite en présence d'O<sub>2</sub>. Par contre elles ne peuvent pas utiliser le glucose comme métabolite. Il faut donc que le glucose soit transformé en acide pyruvique pour que les mitochondries l'utilisent.

4) Déduction :

La glycolyse a lieu dans le hyaloplasme alors que l'oxydation respiratoire se déroule dans les mitochondries.

### **EXERCICE 40**

A/

1) Analyse :

État a : la fibre musculaire qu'il présente est allongée avec une faible épaisseur, des stries transversales régulières et plusieurs noyaux.

État b : dans cet état, la fibre musculaire est de petite taille mais très épaisse avec des stries transversales régulières et très rapprochées. Les noyaux sont devenus plus épais et courts.

2) Déduction :

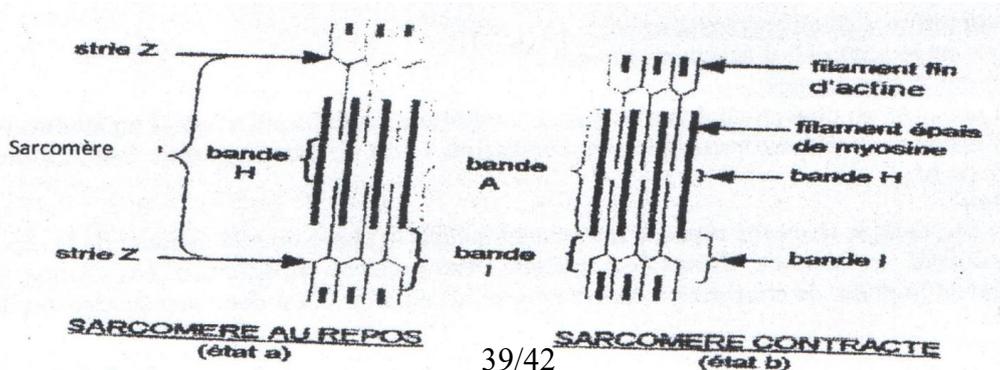
L'état a représente une fibre musculaire au repos et l'état b représente une fibre musculaire en contraction.

B/

1) Noms de l'état de la myofibrille que représente 2a et 2b :

La figure 2a est une myofibrille au repos et la figure 2b est une myofibrille en contraction.

1) Schéma d'interprétation :



### 3) Comparaison

De l'état a à l'état b on la constance de la longueur des myofilaments épais de myosine des myofilaments fins d'actine, ainsi que l'épaisseur de la bande A. par contre l'épaisseur des bandes I et H ainsi que la longueur du sarcomère diminuent.

### 4) Déduction :

Le passage de l'état a à l'état b de la myofibrille est dû à une réduction de la longueur des sarcomères. Cela est le résultat d'un glissement des myofilaments fins d'actine entre les myofilaments épais de myosine.

## **EXERCICE 41**

### 1) Ordre des étapes :

L'ordre normal est : E, A, D ; C ; B et F.

### 2) Description des phases :

Figure E : l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP en ADP + Pi charge la tête de myosine en énergie et provoque ainsi son redressement. Un nouveau cycle va commencer.

Figure A : en présence d'ions  $Ca^{2+}$ , la tête de myosine riche en énergie se fixe à un site sur l'actine en formant un pont actomyosine.

Figure D : la tête de myosine attachée à son site de fixation pivote en provoquant le glissement du filament d'actine par rapport à la myosine.

Figure C : l'ATP se fixe à nouveau sur la tête de myosine en provoquant son détachement de l'actine.

Figure B : l'ATP dont la fixation a permis le détachement de la tête de myosine, s'hydrolyse en ADP + Pi. L'énergie libérée charge une fois encore la myosine (redressement de la tête de myosine). Un nouveau cycle va encore commencer.

Figure F : en présence d'ions  $Ca^{2+}$ , la tête de myosine riche en énergie grâce à l'hydrolyse de l'ATP en ADP + Pi, se fixe une fois encore à son site sur l'actine.

### 3) Déduction des rôles de l'ATP et des ions $Ca^{2+}$ :

L'ATP joue deux rôles distincts dans chaque cycle de glissement des filaments :

- l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP est utilisée dans le pivotement de la tête de myosine
- à chaque fin de cycle de glissement, l'ATP provoque la coupure du lien qui unit l'actine à la myosine.

Quant aux ions  $Ca^{2+}$ , ils découvrent les sites de fixation de la myosine sur l'actine permettant ainsi la formation du pont actomyosine.

## **EXERCICE 42**

### 1) Identification des tracés :

Le tracé délimité par les points A et B est un potentiel d'action du nerf. Par contre le tracé délimité par les points C et D est un potentiel d'action musculaire.

### 2) Signification du tracé entre B et C.

Il signifie le temps que met l'influx nerveux pour passer de l'électrode réceptrice R2 à l'électrode réceptrice R3.

### 3) Durée de chaque tracé :

- Le potentiel d'action du nerf (tracé entre A et B) dure :  $1,8 \times 1 \text{ ms} = 1,8 \text{ ms}$ .
- Le potentiel d'action du muscle (tracé entre C et D) dure :  $7,5 \times 1 \text{ ms} = 7,5 \text{ ms}$ .
- Le temps entre les deux potentiels d'action (tracé entre B et C) dure :  $1,5 \times 1 \text{ ms} = 1,5 \text{ ms}$ .

### 4) Conséquence du tracé entre C et D :

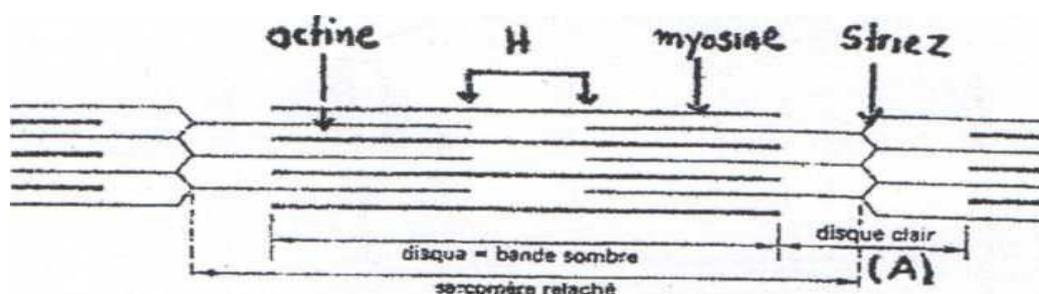
Ce potentiel d'action va provoquer la contraction du muscle.

## **EXERCICE 43**

A/

1) Identification de l'image : le document 1 montre l'ultrastructure d'une myofibrille.

2) Interprétation schématique d'une myofibrille



**SCHEMA D'UNE MYOFIBRILLE**

3) a- Nom de la molécule énergétique : ATP (Adénosine triphosphate).

b- Les voies de production de cette énergie sont :

- ❖ Les voies rapides {
  - $2 \text{ ADP} \rightleftharpoons \text{ATP} + \text{AMP}$
  - $\text{ADP} + \text{Phosphocréatine} \rightleftharpoons \text{ATP} + \text{Créatine.}$
  
- ❖ Les voies lentes {
  - La fermentation
  - La respiration

4) Origine des courbatures : l'effort musculaire devenant intense, l'oxygène ne suffit plus et le milieu devient de plus en plus anaérobie ce qui entraîne la fermentation du glucose. Le résultat de cette fermentation est l'acide lactique qui s'accumule dans le muscle et entraîne les douleurs (courbatures).

B/

1) Identification du tracé : c'est un PA monophasique.

2) Les conditions de son enregistrement :

- On dispose de deux électrodes excitatrices E1 et E2 en contact avec le nerf et reliées à un stimulateur.
- On dispose de deux électrodes réceptrices RI et R2 reliées aux plaques horizontales d'un oscilloscope (R1 reliée à la plaque horizontale sud et R2 à la plaque horizontale nord). R1 est en contact avec le muscle et R2 est une électrode de référence à potentiel fixe.

-On délivre une excitation efficace et on observe sur l'écran de l'oscilloscope la réponse du nerf (PA monophasique).

3) Interprétation électrique : on divise le PA en 5 parties selon les mouvements de la courbe :

- l'artéfact de stimulation qui indique le moment précis de l'excitation ;
- le temps de latence qui est le temps que met l'influx nerveux pour atteindre RI ;
- a phase de dépolarisation qui indique que l'influx nerveux a atteint RI qui se dépolarise (devient négative) ce qui crée une ddp et chasse le spot vers le haut ;
- la phase de repolarisation qui indique que l'influx nerveux a quitté RI qui se repolarise (devient positive) et annule la ddp ce qui ramène le spot à 0 mV ;
- le retour à initial qui indique que la ddp zeste à 0 mV ; le spot ne subit aucune déviation.

4) La zone de contact entre le nerf et le muscle est une synapse neuromusculaire ou plaque motrice.

C/

1) Nom des éléments a et b a= myosine ; b= actine.

2) Explication du mécanisme de la contraction

A : en absence de  $\text{Ca}^{2+}$ , le complexe ATP-myosine ne se fixe pas sur l'actine : c'est la phase de repos.

B : en présence de  $\text{Ca}^{2+}$ , il se forme le complexe actomyosine : c'est la phase d'attachement.

C : l'hydrolyse de l'ATP libère l'énergie qui permet le pivotement. Ce pivotement entraîne le glissement des molécules d'actine vers le centre du sarcomère d'où son raccourcissement : c'est la phase de pivotement.

D : la fixation d'une nouvelle molécule d'ATP permet la dissociation du complexe actomyosine : c'est le détachement.

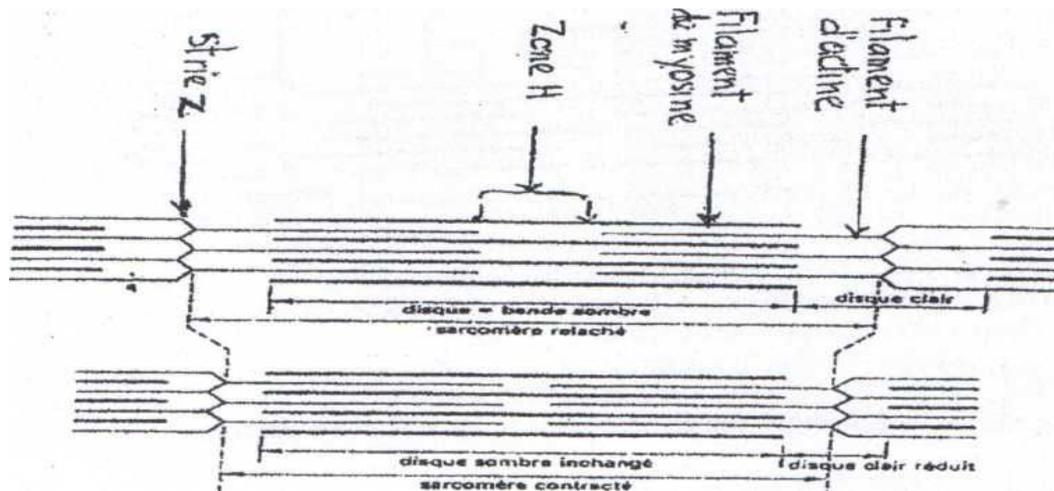
#### **EXERCICE 44**

1) a- Nom des éléments

A : strie Z ; B : filament d'actine ; C : filament de myosine.

- b- le passage de la figure 1 à la figure 3 correspond à la contraction musculaire, c- le passage de la figure 3 à la figure 1 est le relâchement qui est dû au retour des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le réticulum sarcoplasmique grâce à l'ATP et à la fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur les têtes de myosine.

2) Schémas



3) a- Analyse de la figure 1

Au repos les valeurs de la créatine phosphate sont supérieures aux valeurs de l'ATP.

Au cours du travail intermittent, les valeurs de la créatine phosphate baissent rapidement pendant les 10 premières minutes alors que les valeurs d'ATP varient très peu.

b- Déduction : on en déduit que pendant le travail, la régénération de l'ATP provient des réactions qui n'utilisent que la créatine phosphate.

4) a- Analyse de la figure 2

Au repos, les taux de créatine phosphate et d'ATP sont stables respectivement à 18,2 mmoles/kg et 5,8 mmoles/kg.

De 10 à 30 mn, l'ATP demeure stable alors que le taux de créatine phosphate varie de 10 à 12 mmoles/kg.

b- Déduction : on en déduit qu'au cours du travail qui dure plus, la régénération de P ATP se fait par la créatine phosphate qui à son tour est régénérée par une autre voie métabolique.

5) Explication

L'ATP est régénéré par la créatine phosphate qui est à son tour renouvelée par les voies métaboliques.

La stabilité de leur taux indique que le taux de créatine phosphate renouvelée correspond au taux d'ATP régénéré.