

## PREMIÈRE PARTIE (10 points)

### A-QCM : 5 points

Pour chacun des items suivants (de 1 à 6), il peut y avoir une ou deux réponse(s) exacte(s). Sur votre copie, reportez le numéro de chaque item et indiquez dans chaque cas la ou les lettre(s) correspondante(s) à la ou les réponse(s) exacte(s).

**NB : Toute réponse fausse annule la note attribuée à l'item.**

**1. Le rôle de la pompe  $\text{Na}^+$ -  $\text{K}^+$  au niveau d'une fibre nerveuse est:**

- a. de maintenir le potentiel de repos.
- b. de transporter les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  contre leur gradient de concentration.
- c. de transporter passivement des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  à travers la membrane de la fibre.
- d. d'assurer une égalité de concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  de part et d'autre de la membrane.

**2- Dans un potentiel d'action, la repolarisation est le résultat:**

- a. d'une entrée de  $\text{Na}^+$  à l'intérieur de la fibre.
- b. d'une sortie de  $\text{K}^+$  par les CVD à  $\text{K}^+$ .
- c. d'un excès de  $\text{K}^+$  à l'extérieur de la membrane de la fibre.
- d. d'une entrée de  $\text{Cl}^-$  et d'une sortie de  $\text{K}^+$ .

**3-La période réfractaire d'une fibre nerveuse s'explique par:**

- a. l'ouverture des canaux de fuite.
- b. l'ouverture des canaux voltage-dépendants au  $\text{Na}^+$ .
- c. l'ouverture des canaux voltage-dépendants au  $\text{K}^+$ .
- d. la fermeture momentanée des canaux voltage-dépendants aux  $\text{Na}^+$  après la dépolarisation.

**4-Au niveau du bouton synaptique, la libération du neurotransmetteur est déclenchée par l'entrée des ions:**

- a.  $\text{Cl}^-$ .
- b.  $\text{Na}^+$ .
- c.  $\text{K}^+$ .
- d.  $\text{Ca}^{2+}$ .

**5- Le réflexe à point de départ cutané :**

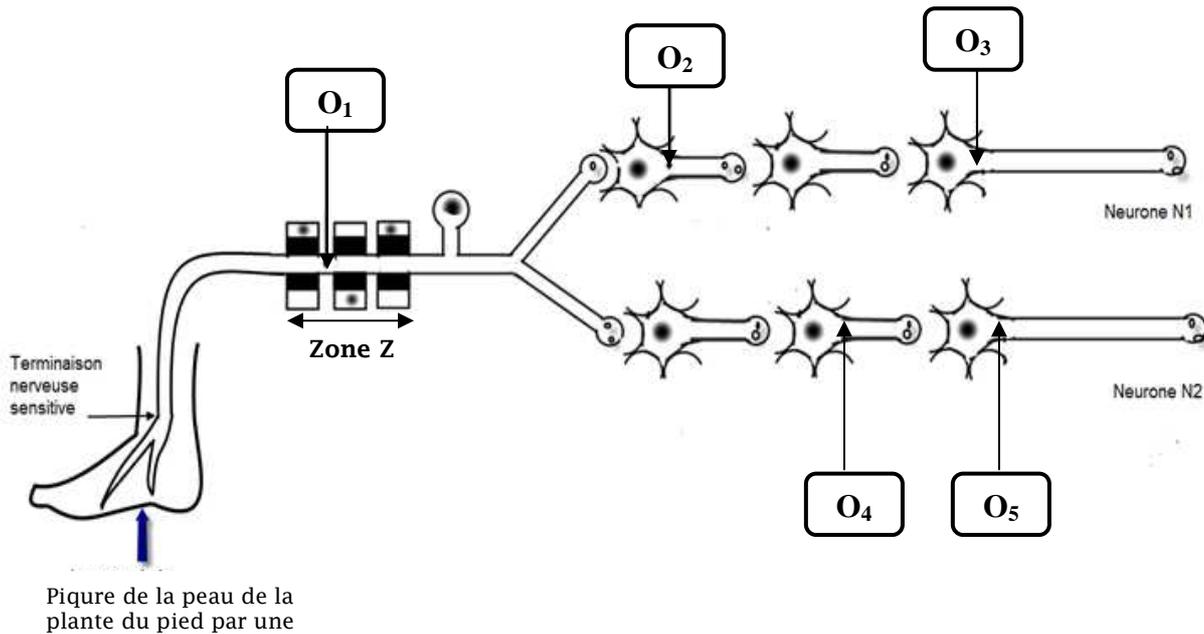
- a. comporte un circuit nerveux monosynaptique
- b. comporte un circuit nerveux polysynaptique
- c. se manifeste par la contraction du muscle fléchisseur
- d. se manifeste par le relâchement du muscle antagoniste fléchisseur.

**6-Parmi les hormones qui interviennent dans le stress on cite:**

- a. le cortisol.
- b. le GABA.
- c. l'acétylcholine.
- d. la thyroxine.

### B-QROC : (5 points)

Le document 1 représente certains éléments anatomiques et histologiques qui interviennent dans le retrait du pied suite à une piqure de la peau de la plante du pied par une punaise.



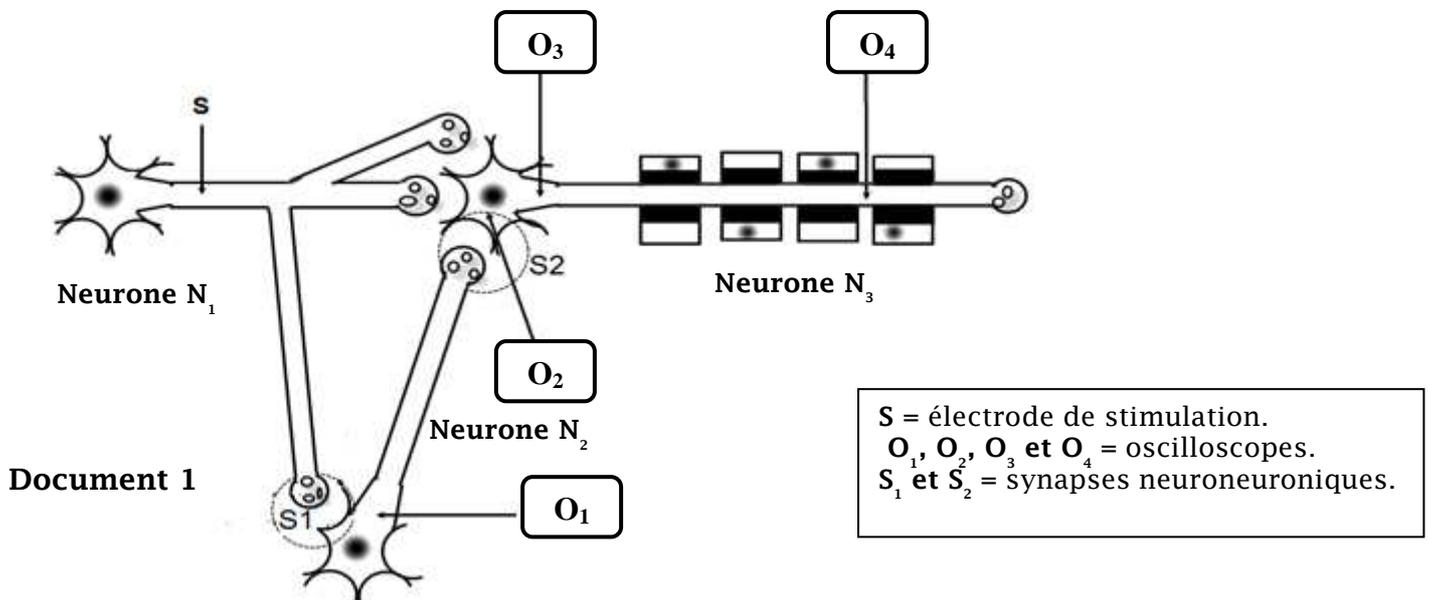
**Document 1**

Le neurone  $N_2$  innerve le muscle extenseur. Le neurone  $N_1$  innerve le muscle fléchisseur.

1. Identifiez, en le justifiant, cette réaction.
2. Nommez les phénomènes électriques enregistrés dans chacun des oscilloscopes  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_4$  et  $O_5$  suite à une piqure au niveau de la peau de la plante du pied, illustrez votre réponse dans un tableau et par des schémas.
3. Expliquez le mécanisme de propagation unidirectionnelle du message nerveux dans la zone Z de la fibre nerveuse.
4. Montrez comment les enregistrements au niveau des oscilloscopes  $O_3$  et  $O_5$  assurent la coordination de l'activité des deux muscles antagonistes au cours du réflexe de retrait du pied.

## DEUXIEME PARTIE : Neurophysiologie (10 points)

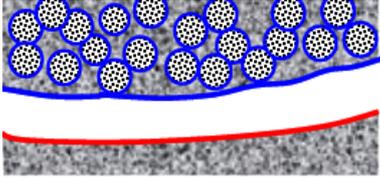
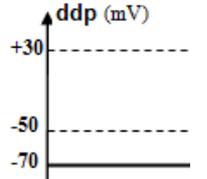
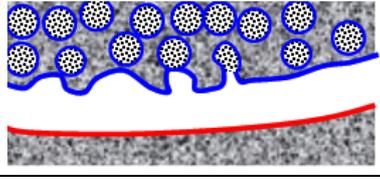
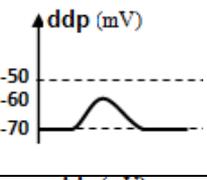
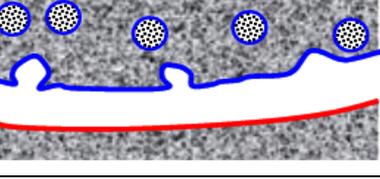
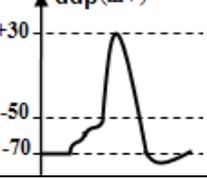
Afin d'étudier les propriétés du tissu nerveux dans l'intégration, la transmission et la propagation du message nerveux, on réalise les séries d'expériences à l'aide du dispositif représenté par le document 1.



### 1- Première série d'expériences :

On enregistre le potentiel du neurone  $N_2$  (au niveau d' $O_1$ ), ainsi que l'état structural de la synapse  $S_1$  entre  $N_1-N_2$  dans les conditions expérimentales suivantes :

- **Condition A** : aucune stimulation efficace n'est portée sur l'axone de neurone  $N_1$ .
  - **Condition B** : une seule stimulation efficace est portée en S sur l'axone de neurone  $N_1$ .
  - **Condition C** : deux stimulations efficaces très rapprochées sont portées en S sur l'axone de neurone  $N_1$ .
- Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau du document 2 suivant:

Conditions expérimentales	État structural de la synapse $S_1$ entre $N_1 - N_2$	Potentiel du neurone $N_2$ au niveau de l'oscilloscope $O_1$
A		
B		
C		

Document 2

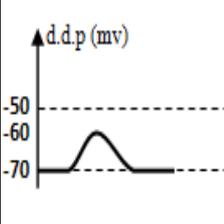
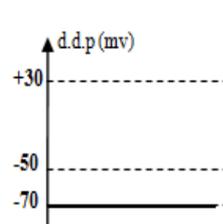
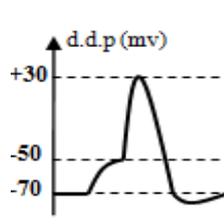
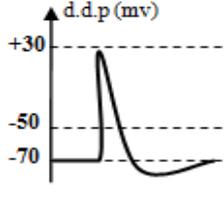
a- Exploitez les résultats des conditions A et B du document 2 afin de déduire:

- La nature de la synapse  $S_1$  entre  $N_1-N_2$  (excitatrice ou inhibitrice).
- Le mode de la transmission du message nerveux au niveau de la synapse  $S_1$  entre  $N_1-N_2$  (électrique ou chimique).

b- En se basant sur vos connaissances, expliquez la succession des événements à l'origine de l'enregistrement obtenu en  $O_1$  dans la condition C.

### 2- Deuxième série d'expériences :

On porte une stimulation efficace isolée en S et on enregistre les phénomènes électriques obtenus en  $O_1, O_2, O_3$  et  $O_4$ . Les résultats sont indiqués dans le tableau du document 3.

Condition expérimentale	Enregistrement des phénomènes électriques			
	Au niveau de $O_1$	Au niveau de $O_2$	Au niveau de $O_3$	Au niveau de $O_4$
Une stimulation efficace isolée S.				

Document 3

Exploitez les informations fournies par le document 3 et vos connaissances pour :

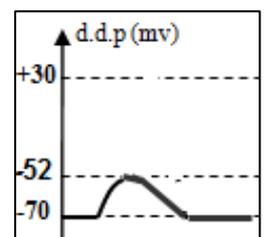
### 3-Troisième série d'expériences:

On porte deux stimulations efficaces- Expliquer l'enregistrement obtenu en  $O_3$ .

- Dégager la propriété de l'activité électrique enregistrée au niveau des oscilloscopes,  $O_3$  et  $O_4$ , très rapprochées en S et on enregistre le phénomène électrique en  $O_3$ . Le résultat est indiqué dans le document 4 ci-dessous :

Exploitez les informations précédente et celles fournies par le document 4 pour :

- a- préciser la nature de la synapse  $S_2$  entre  $N_2-N_3$ .
- b- déduire le rôle intégrateur du neurone  $N_3$ .



Document 4



## A-QCM : 5 points

1	2	3	4	5
a, b	b	d	b, c	a, d

## B-QROC : (5 points)

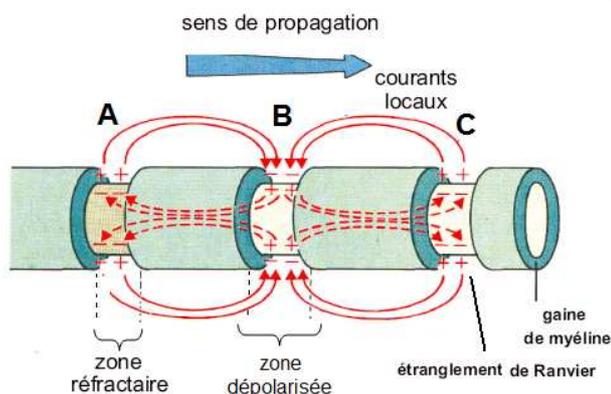
- Le retrait du pied est un acte réflexe à point de départ cutané, acte involontaire spontané stéréotypé et inéluctable.
- 

	O1	O2	O3	O4	O5
Phénomène	Train de PA	PA ou train de PA	PPSE	PPSE	PPSI
Illustration par des schémas	Schéma d'un train de PA	Schéma d'une dépolarisation qui atteint le seuil suivie d'un PA ou suivie d'un train de PA	Schéma d'une légère dépolarisation	schéma d'une légère dépolarisation	schéma d'une légère hyperpolarisation

3.

• Dans les fibres myélinisées, la propagation est **discontinue** car les charges électriques sautent d'un nœud de Ranvier au nœud voisin. Ceci est dû au fait que **la myéline est un isolant électrique** et que les **canaux ioniques** voltage-dépendants sont localisés au niveau des **nœuds de Ranvier**. On parle dans ce cas d'une propagation **saltatoire**.

• La zone qui vient d'être le siège du PA (zone A) reste **insensible aux courants locaux** pendant un certain temps : c'est la **période réfractaire**. L'existence de cette période réfractaire explique que le PA ne puisse pas revenir en arrière, il se propage de A→B→C : on parle d'une propagation **unidirectionnelle** du potentiel d'action.



4.

- L'enregistrement d'un **PPSE** (ou série de PPSE) (au niveau de O<sub>3</sub>) dans le cône axonique du neurone N1 innervant le muscle fléchisseur prouve que ce circuit **est excitateur** qui entraîne l'activation du N1 (série de PA) qui est à l'origine de la contraction du muscle fléchisseur.
  - L'enregistrement d'un **PPSI** (ou série de PPSI) (au niveau de O<sub>4</sub>) dans le corps cellulaire du neurone N2 innervant le muscle extenseur prouve que le message nerveux sensitif s'est converti en message nerveux inhibiteur par un interneurone i qui entraîne **l'inhibition du neurone N2** (potentiel de repos) qui est à l'origine du **relâchement** du muscle extenseur.
- Ainsi au cours d'un réflexe cutané du retrait du pied, **la coordination** de l'activité des muscles antagonistes est assurée par **l'innervation réciproque** : le même message nerveux sensitif

provenant des récepteurs sensoriels situés au niveau de la peau de la plante du pied suite à une piqure, a une double action.

## DEUXIEME PARTIE : Neurophysiologie (10 points)

1- a-

		Condition A ( $N_1$ au repos)	Condition B ( $N_1$ activé par un PA)
Exploitation <u>2 points</u>	Nombre des vésicules dans le bouton synaptique	bouton synaptique riche en vésicules synaptiques	bouton synaptique pauvre en vésicules synaptiques
	Etat des vésicules dans le bouton synaptique	Toutes les vésicules synaptiques sont fermées	Certaines vésicules synaptiques sont en exocytose
	<b>Potentiel en <math>O_1</math> (post synaptique)</b>	Pas de modification du potentiel post synaptique (Potentiel de repos)	PPSE d'amplitude +10mv
Déduction <u>1point</u>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La synapse <math>S_1</math> entre <math>N_1</math>-<math>N_2</math> est <u>excitatrice</u>.</li> <li>- La transmission synaptique du message nerveux est assurée par l'exocytose <u>d'un neurotransmetteur</u> (substance chimique) dans la fente synaptique.</li> </ul>	

### b- Origine de l'enregistrement en $O_1$ dans la condition C : 1.5point

- Arrivée de deux PA présynaptiques rapprochées.
- Ouverture des CVD  $Ca^{2+}$
- Entrée, dans le bouton présynaptique, des ions  $Ca^{2+}$ .
- Exocytose du neurotransmetteur excitateur (acétylcholine) dans la fente de la synapse  $S_1$ .
- Fixation du neurotransmetteur au niveau des récepteurs spécifiques post synaptiques.
- Ouverture des CCD  $Na^+$ .
- Entrée des ions  $Na^+$  ;
- **Sommation temporelle** de deux PPSE successifs et rapprochés (PPSE résultant,  $10 + 10 = 20$ mv)
- **Naissance d'un PA** post synaptique en  $O_1$ .

### 2. 2.5 points

- Une stimulation efficace en S engendre en  $O_1$  (cône axonique de  $N_2$ ) un PPSE d'amplitude égale à 10mv qui n'atteint pas le seuil donc pas de PA post synaptique au niveau de  $N_2$  ( $O_2$  enregistre un potentiel de repos) et par suite l'enregistrement en  $O_3$  est du à l'activation simultanée, **uniquement, des deux boutons présynaptiques de  $N_1$** .
- L'arrivée d'un PA au niveau de chaque bouton engendre **en  $O_3$  un PPSE unitaire** (identique à celui obtenu en  $O_1$  car un même neurone ne peut libérer qu'un seul type de neurotransmetteur).
- La même stimulation efficace en S **active simultanément les deux boutons** → 2PPSE unitaires → **sommation spatiale en  $O_3$**  → un PPSE résultant d'amplitude  $10 + 10 = 20$  donc atteint le seuil d'où le potentiel d'action postsynaptique en  $O_3$ .  
Ce PA enregistré en  $O_3$  **se propage** jusqu'au  $O_4$  en conservant la même amplitude : **le PA obéit au loi du tout ou rien**

### 3. 3 points

a.

Deux stimulations efficaces et très rapprochées en S → En  $O_3$ , l'enregistrement obtenu est un PPSE résultant d'amplitude égale à  $18\text{mv} = 4 \text{ PPSE} (10 \times 4) + \text{PPS} (O_2)$  ; **PPS ( $O_2$ ) est un PPSI (d'amplitude 22mv), la synapse  $S_2$  entre  $N_2$  et  $N_3$  est une synapse inhibitrice** (ou bien comparez l'amplitude de l'enregistrement en  $O_3$  dans le document 3 et le document 4).

b.

Entre  $N_1$  et  $N_2$  : sommation temporelle → un PA en  $N_2$  → un PPSI en  $N_3$  (22mv)

Entre  $N_1$  et  $N_3$  : sommation temporelle puis sommation spatiale → PPSE (2PPSE + 2PPSE =  $20 + 20 = 40$ mv)

Entre  $N_1$ , ( $N_2$  et  $N_3$  simultanément) : sommation temporelle et spatiale (4PPSE + PPSI =  $40 - 22 = 18$ mv)

Le neurone post synaptique  $N_3$  a la capacité d'intégrer par sommation temporelle et spatiale 4 PPSE et un PPSI pour donner un PPSE résultant qui n'atteint pas le seuil : **c'est la propriété intégratrice du  $N_3$** .