



## **PREMIERE PARTIE (8 points)**

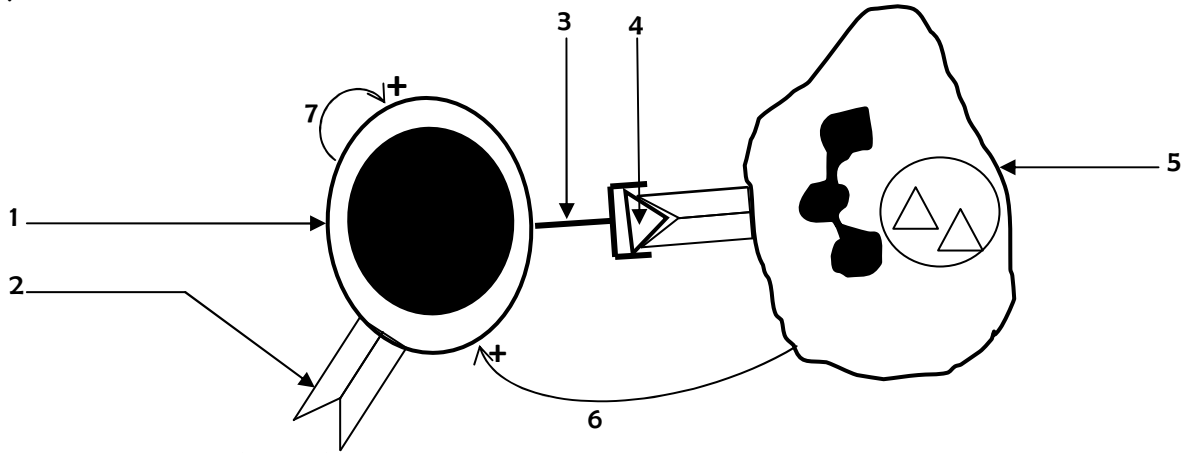
### **QCM**

Pour chacun des items suivants (**de 1 à 8**), 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).

- 1. Le corps cellulaire du neurone I<sub>a</sub> est localisé :**
  - a. Dans la substance grise de la moelle épinière.
  - b. Dans la racine rachidienne ventrale.
  - c. Dans la racine rachidienne dorsale.
  - d. Dans le ganglion spinal.
- 2. Un récepteur sensoriel :**
  - a. Assure la transduction d'un stimulus spécifique en message nerveux.
  - b. Est une terminaison axonique.
  - c. Renferme un site transducteur.
  - d. Assure le codage du message nerveux en modulation de fréquence.
- 3. Dans une synapse neuroneuronique :**
  - a. La transmission du message nerveux est unidirectionnelle.
  - b. Le neurotransmetteur diffuse à partir d'une dendrite.
  - c. La libération du neurotransmetteur assure l'ouverture des C.V.D Ca<sup>++</sup>.
  - d. Le neurotransmetteur libéré est toujours l'acétylcholine.
- 4. Le délai synaptique est le temps mis par le message nerveux pour :**
  - a. Sauter d'un nœud de Ranvier à un autre.
  - b. Parcourir la distance séparant les deux électrodes excitatrices.
  - c. Parcourir la distance séparant le site transducteur du site générateur.
  - d. Franchir une synapse.
- 5. La sommation temporelle :**
  - a. Est une sommation algébrique des PPSE ou des PPSI.
  - b. Donne toujours un potentiel d'action post synaptique.
  - c. Résulte de l'activation simultanée de plusieurs synapses.
  - d. Résulte des activations très rapprochées de la même synapse.
- 6. Un individu du groupe sanguin AB possède :**
  - a. Des anticorps anti-A dans son plasma.
  - b. Des agglutinogènes B à la surface de ses hématies.
  - c. Des agglutinogènes A à la surface de ses hématies.
  - d. Des anticorps anti-B dans son plasma.
- 7. Les interleukines sont des molécules :**
  - a. De reconnaissance.
  - b. Effectrices.
  - c. D'activation.
  - d. De nature glucidique.
- 8. Les lymphocytes T cytotoxiques (LT<sub>C</sub>) sont des cellules :**
  - a. Effectrices de RIMH.
  - b. Effectrices de RIMC.
  - c. Sécrétrices des anticorps.
  - d. Sécrétrices de la perforine.

# QROC

Le document suivant illustre une relation entre deux cellules impliquées dans l'induction d'une réponse immunitaire spécifique :



1. Annotez ce document (de 1 à 7).
2. Expliquez le(s) rôle(s) de la cellule 5 illustrée par ce document.
3. Expliquez comment la cellule 1 intervient dans la production des anticorps.
4. Expliquez, à l'aide de schémas, le déroulement de la phase effectrice dont les effecteurs sont les anticorps.

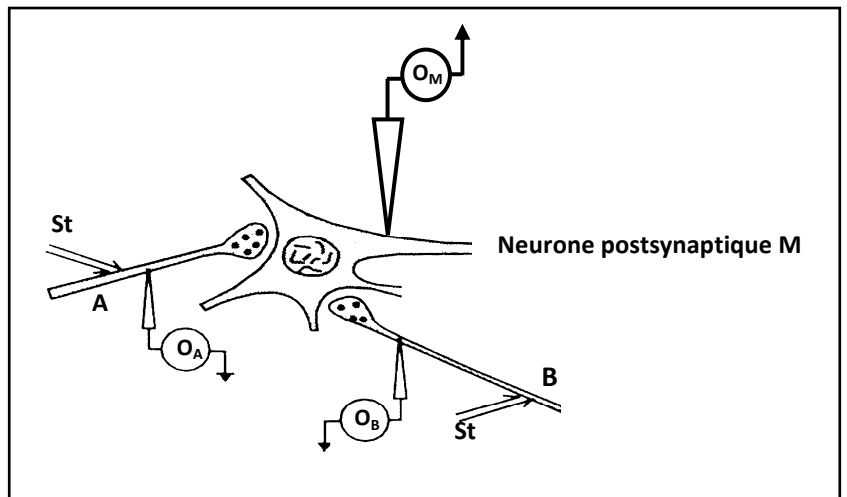
## DEUXIEME PARTIE (12points)

### I- Communication nerveuse : 7 points

On cherche à comprendre le fonctionnement synaptique ainsi que son rôle dans la coordination des activités des muscles antagonistes au cours d'un réflexe myotatique.

1. On réalise des expériences sur le circuit neuronique formé d'un neurone postsynaptique **M** qui est en relation avec deux neurones présynaptiques **A** et **B**, indiqués sur le document 1 suivant.

Document 1



#### • Expérience 1 :

On stimule isolément les neurones présynaptiques A et B par une intensité efficace. L'évolution de l'état électrique des neurones présynaptiques A et B ainsi que du neurone post synaptique M, est indiquée dans le tableau suivant :

| Etat électrique du neurone pré synaptique A            | Etat électrique du neurone pré synaptique B            | Etat électrique du neurone post synaptique M           |  |
|--|--|--|--|
|  |  | Suite à la stimulation du neurone pré synaptique A     | Suite à la stimulation du neurone pré synaptique B     |
| <p><b>Tracé a</b><br/>(Au niveau de O<sub>A</sub>)</p> | <p><b>Tracé a</b><br/>(Au niveau de O<sub>B</sub>)</p> | <p><b>Tracé b</b><br/>(Au niveau de O<sub>M</sub>)</p> | <p><b>Tracé c</b><br/>(Au niveau de O<sub>M</sub>)</p> |

- a. Identifiez, en justifiant votre réponse, les tracés a, b et c.
- b. Déduisez la nature de chacune des synapses A – M et B – M.

• **Expérience 2 :**

On effectue des micro-injections du GABA ou de l'acétylcholine, au niveau des fentes synaptiques des synapses A–M et B–M, on suit l'évolution de l'état électrique du neurone postsynaptique M en absence de toute stimulation efficace des neurones présynaptiques A et B. Les enregistrements obtenus sont indiqués dans le tableau suivant :

|  | Micro injection du GABA           |                                   | Micro injection de l'acétylcholine |                                   |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|  | Dans la fente de la synapse A - M | Dans la fente de la synapse B - M | Dans la fente de la synapse A - M  | Dans la fente de la synapse B - M |
| Etat électrique du neurone postsynaptique M<br>(Enregistrement en O <sub>M</sub> ) |                                   |                                   |                                    |                                   |
|  | <b>Tracé d</b>                    |                                   |                                    | <b>Tracé d</b>                    |

- c. Analysez ces résultats afin de déduire le rôle physiologique du GABA et de l'acétylcholine.
  - d. Expliquez l'absence de modification du potentiel de la membrane postsynaptique suite à l'injection du GABA dans la fente de la synapse A-M et suite à l'injection de l'acétylcholine dans la fente de la synapse B-M.
  - e. En suivant les concentrations de certains ions dans le cytoplasme du neurone post synaptique M, on a remarqué l'augmentation de la concentration intracellulaire des ions Na<sup>+</sup> suite à l'injection de l'acétylcholine dans la fente de la synapse A-M ; et l'augmentation de la concentration intracellulaire des ions Cl<sup>-</sup> suite à l'injection du GABA dans la fente de la synapse B-M. En exploitant ce qui précède et vos connaissances, expliquez l'origine ionique des tracés b et c.
2. Représentez, en justifiant votre réponse, l'enregistrement obtenu au niveau de l'oscilloscope O<sub>M</sub> suite à deux stimulations efficaces et très rapprochées portées sur le neurone présynaptique A.
3. On porte une stimulation électrique efficace sur l'arborisation terminale du neurone sensitif N<sub>1</sub> issu du fuseau neuromusculaire localisé dans le muscle extenseur de la cuisse et on enregistre simultanément les activités électriques des corps cellulaires des motoneurons N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub> à l'aide des microélectrodes intracellulaires avec :
- Le motoneurone N<sub>2</sub> innerve le muscle extenseur de la cuisse
  - Le motoneurone N<sub>3</sub> innerve le muscle fléchisseur de la cuisse

Le dispositif expérimental ainsi que les enregistrements obtenus sont indiqués sur le document 2 suivant.

|   |  |
|---|--|
| <p><b>St : stimulation efficace</b></p> <p><b>Dispositif expérimental</b></p> | <p><b>Enregistrements obtenus</b></p> <p>Activité électrique du corps cellulaire de N<sub>2</sub> : -60 mV</p> <p>Activité électrique du corps cellulaire de N<sub>3</sub> : -75 mV</p> <p>T : Moment de l'entrée du message nerveux dans la moelle épinière suite à la stimulation efficace de l'arborisation terminale du neurone sensitif N<sub>1</sub></p> <p><b>L = temps de latence de l'ordre de 0,8 ms</b></p> |
| <b>Document 2</b>   |  |

- a. En exploitant l'activité électrique du corps cellulaire du motoneurone  $N_2$  suite à la stimulation efficace portée sur l'arborisation terminale du neurone sensitif  $N_1$ ; précisez la nature de la synapse  $N_1-N_2$  et indiquez son effet sur l'activité du muscle extenseur.
  - b. Précisez à quoi correspond le temps de latence L indiqué sur le tracé de l'activité électrique du corps cellulaire du motoneurone  $N_3$  et expliquez son existence.
  - c. En exploitant l'activité électrique du corps cellulaire du motoneurone  $N_3$  suite la stimulation efficace portée sur l'arborisation terminale du neurone sensitif  $N_1$ ; précisez le type du circuit neuronique  $N_1 - N_3$  (excitateur ou inhibiteur) et indiquez son effet sur l'activité du muscle fléchisseur.
4. D'après ce qui précède expliquez le mécanisme de coordination entre les muscles antagonistes (extenseur et fléchisseur) au cours d'un réflexe myotatique suite à l'étirement du muscle extenseur.

## II- Immunité : 5 points

On se propose d'étudier :

- Le rôle respectif de la moelle osseuse et du thymus dans la production des lymphocytes.
- Certains aspects de l'immunité spécifique.

1. Le tableau suivant récapitule les traitements pratiqués sur trois lots de souris A, B et C ainsi que ses conséquences.

| Lot; de souris | Traitement; effectués  | Conséquences                             |
|----------------|--|--|
| <b>A</b>       | Destruction des cellules souches de la moelle osseuse par irradiation aux rayons X | Pas de production des lymphocytes B et T |
| <b>B</b>       | Ablation du thymus + irradiation + greffe de la moelle osseuse                     | Production des lymphocytes B seulement   |
| <b>C</b>       | Greffe du thymus à une souris thymectomisée  | Production des lymphocytes B et T        |

Analysez ces résultats afin de déduire le rôle respectif de la moelle osseuse et du thymus dans la production des lymphocytes.

2. Après traitement, on réalise sur les deux lots de souris B et C l'expérimentation indiquée dans le tableau suivant :

| Expérimentation   | Tests réalisés après 15 jours |  | Résultat; des tests         |
|---|-------------------------------|--|-----------------------------|
| Injection des globules rouges du mouton (GRM) à toutes les souris des lots B et C | 1 <sup>er</sup> test          | Sérum de souris B + GRM                            | Pas d'agglutination des GRM |
|   | 2 <sup>ème</sup> test         | Sérum de souris C + GRM                            | Agglutination des GRM       |
|   | 3 <sup>ème</sup> test         | Sérum de souris C + GRP (globules rouges de poule) | Pas d'agglutination des GRP |
|   | 4 <sup>ème</sup> test         | Sérum de souris C + GRM + Solution du complément   | Lyse des GRM                |

- a. Analysez le résultat du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>ème</sup> test afin de déduire la condition nécessaire pour la synthèse des anticorps anti-GRM.
- b. Analysez le résultat du 3<sup>ème</sup> test afin de déduire une propriété de l'immunité en question.
- c. Expliquez le résultat du 4<sup>ème</sup> test.



PREMIÈRE PARTIE (0,5 points x 8)

QCM

|      |      |   |   |      |      |   |      |
|------|------|---|---|------|------|---|------|
| 1    | 2    | 3 | 4 | 5    | 6    | 7 | 8    |
| c, d | a, d | a | d | a, d | b, c | b | b, d |

QROC

1.

| 1   | 2     | 3   | 4                       | 5                 | 6              | 7              |
|-----|-------|-----|-------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| LT4 | HLAII | TCR | Déterminant antigénique | Macrophage (CPag) | Interleukine 1 | Interleukine 2 |

2. Le macrophage:

- Joue le rôle de cellule présentatrice de l'antigène.
- Active les LT4 sélectionnés par sécrétion d'interleukine 1.

3.

- Lors de la présentation de l'antigène, le macrophage secrète une première interleukine (IL1).
- Activés par IL1, les LT4 libèrent une 2<sup>ème</sup> interleukine (IL2) qui assure l'activation des lymphocytes LB spécifiques de l'antigène.
- IL2 engendre la différenciation des LT4 en LT auxiliaire (Ta) appelés aussi LT helper (LTh) qui amplifient la réponse immunitaire par sécrétion accrue d'IL2.
- Les LB activés par IL2 se multiplient et se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps spécifiques.

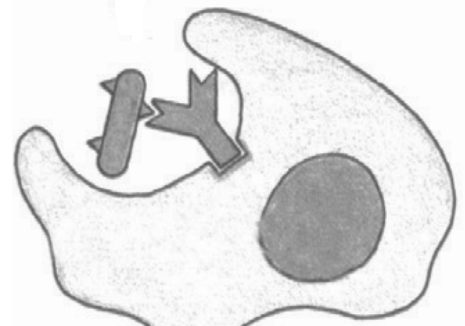
4.



3. Lyse avec intervention du complément



1. Neutralisation de l'antigène



2. Opsonisation (aide à la phagocytose)

## DEUXIÈME PARTIE (12 points)

### A- Communication nerveuse : 7 points

1.

#### a. 0,25 points x 6

| Tracé | Identification     | Justification  |
|-------|--------------------|--|
| a     | Potentiel d'action | Il s'agit d'une dépolarisation qui atteint + 30 mv           |
| b     | PPSE               | Il s'agit d'une légère dépolarisation qui atteint - 58 mv    |
| c     | PPSI               | Il s'agit d'une légère hyperpolarisation qui atteint - 73 mv |

#### b. 0,25 points x 2

- la synapse A – M est excitatrice
- la synapse B – M est inhibitrice

#### c. 0,25 points x 4

| Analyse   | Déduction  |
|---|--|
| l'injection du GABA : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Au niveau de la fente de la synapse A-M ne modifie pas le potentiel de repos.</li> <li>• Au niveau de la fente B-M engendre la naissance d'un PPSI au niveau du cône axonique du neurone postsynaptique M</li> </ul>                           | Le GABA est un neurotransmetteur inhibiteur      |
| l'injection de l'acétylcholine : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Au niveau de la fente de la synapse B-M ne modifie pas le potentiel de repos.</li> <li>• Au niveau de la fente de la synapse A-M engendre la naissance d'un PPSE au niveau du cône axonique du neurone postsynaptique M.</li> </ul> | L'acétylcholine est neurotransmetteur excitateur |

d.

#### 0,5 points x 2

- absence des récepteurs spécifiques du GABA au niveau de la synapse A-M.
- absence des récepteurs spécifiques de l'acétylcholine au niveau de la synapse B-M.

#### e. 0.75X2=1.5pt

| Origine du PPSE   | Origine du PPSI   |
|---|---|
| l'injection de l'acétylcholine dans la fente A-M entraîne : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixation de l'acétylcholine au niveau des récepteurs spécifiques postsynaptiques de M.</li> <li>• Ouverture des CCD Na<sup>+</sup>.</li> <li>• Entrée de Na<sup>+</sup></li> <li>• Une légère dépolarisation : PPSE</li> </ul> | l'injection du GABA dans la fente B-M entraîne : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixation de du GABA au niveau des récepteurs spécifiques postsynaptiques de M.</li> <li>• Ouverture des CCD Cl<sup>-</sup></li> <li>• Entrée de Cl<sup>-</sup></li> <li>• Une légère hyperpolarisation: PPSI</li> </ul> |

### 2. (0,5 + 0,75)

| Enregistrement obtenu en O <sub>M</sub> | Justification  |
|---|--|
|   | La sommation temporelle donne un PPS résultant dont l'amplitude est égale à la somme des deux PPSE <sub>A</sub> successifs (12 mv + 12 mv = 24 mv), donc c'est un PPSE qui atteint le seuil (- 50 mv) et déclenche un potentiel d'action postsynaptique. |

### 3. a.

- Suite à une stimulation efficace de l'arborisation terminale du neurone sensitif N1 apparaît au niveau du corps cellulaire de N2 innervant le muscle extenseur, un PPSE.
- La synapse N1-N2 est excitatrice.
- Si ce PPSE atteint le seuil au niveau du cône axonique de N2 donne naissance à un PA responsable de la contraction du muscle extenseur.

### b.

Le circuit formé de N1 et N2 est monosynaptique.

Le temps de latence L correspond au temps mis par le même message sensitif issu de N1 pour franchir un interneurone et une synapse supplémentaires par rapport au circuit monosynaptique excitateur.

En effet ce temps est la différence entre temps mis par le même message sensitif pour atteindre le corps cellulaire de N2 et de N3,  $0.8 = 0.3 + 0.5$ , 0.3 : temps pour parcourir un interneurone entre N1 et N3, 0.5 : un délai synaptique entre interneurone et N3

c. Une stimulation efficace en N1 engendre un PPSI au niveau du corps cellulaire de N3 innervant le muscle fléchisseur (après un décalage horaire L) ce qui prouve que ce circuit N1-N3 est inhibiteur. Ce PPSI n'atteint jamais le seuil et donc le N3 reste au repos responsable du relâchement du muscle fléchisseur.

4. Au cours d'un réflexe myotatique la coordination de l'activité des muscles antagonistes est assurée par l'innervation réciproque. En effet les messages nerveux sensitifs provenant des fuseaux neuromusculaires du muscle étiré ont une double action :

- **Activation directe** du motoneurone  $\alpha$  du même muscle étiré grâce à un circuit neuronique monosynaptique excitateur d'où la contraction du muscle étiré.
- **Inhibition** du motoneurone  $\alpha$  du muscle antagoniste grâce à un circuit neuronique polysynaptique inhibiteur (présence d'interneurone inhibiteur qui s'articule entre le neurone sensitif et le motoneurone  $\alpha$  au niveau de la substance grise de la moelle épinière) d'où le relâchement du muscle antagoniste.

## II- Immunité : 4 points

### 1. 0,25 points x 6

| Lots des souris | Analyse  | Déduction  |
|-----------------|--|--|
| A               | Suite à la destruction de la moelle osseuse par irradiation il n'y a pas production des lymphocytes B et T | Les cellules souches nécessaires pour la formation des lymphocytes B et T sont localisées au niveau de la moelle osseuse |
| B               | La greffe de la moelle osseuse à une souris irradiée entraîne la production des lymphocytes B seulement.   | La moelle osseuse est le lieu de maturation des lymphocytes B  |
| C               | La greffe du thymus à une souris thymectomisée entraîne la production des lymphocytes T et B.              | Le thymus est le lieu de maturation des lymphocytes T  |

### 2.

#### a. 0,25 points x 4

| Tests réalisés              | Analyse  | Déduction   |
|-----------------------------|--|---|
| <b>1<sup>er</sup> test</b>  | L'absence d'agglutination des GRM prouve que le sérum prélevé de la souris B ne contient pas des anticorps anti-GRM et par suite les LB seuls ne se différencient pas en plasmocytes | La synthèse des anticorps nécessite une coopération cellulaire entre les lymphocytes B et $T_4$ : $T_4$ sécrète une molécule d'activation IL2 qui stimule la différenciation des LB en plasmocytes sécréteurs d'anticorps anti-GRM. |
| <b>2<sup>ème</sup> test</b> | L'agglutination des GRM prouve que le sérum prélevé de la souris C contient des anticorps anti-GRM et par suite les LB en présence des $T_4$ se différencient en plasmocytes         |   |

**b- 0,25 points x 2**

| Test réalisé                | Analyse  | Déduction                           |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>3<sup>ème</sup> test</b> | L'absence d'agglutination des GRP prouve que le sérum prélevé de la souris C ne contient pas des anticorps anti-GRP. | Il s'agit d'une immunité spécifique |

**c- 0,25 points x 4**

- Neutralisation des GRM par les anticorps anti-GRM (formation du complexe immun).
- Fixation du complément sur le complexe immun
- Activation du complément (ensemble des protéines plasmatiques de nature enzymatique) par le complexe immun.
- Libération des protéines du complément qui s'intègrent à la membrane de GRM et y forment des pores entraînant sa lyse.



**9. L'anatoxine tétanique est:**

- a. Un vaccin contre la toxine tétanique.
- b. Une molécule effectrice qui assure l'élimination de la toxine tétanique.
- c. Un antigène dont l'inoculation à l'organisme lui confère une immunisation passive.
- d. Un anticorps qui assure la neutralisation de la toxine tétanique.

**10. Le potentiel de repos de la fibre nerveuse nécessite:**

- b. Les canaux de fuite.
- c. La pompe  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ .
- d. Les canaux ioniques voltage-dépendants.
- e. Les canaux ioniques chimio-dépendants.

**11. Les canaux ioniques voltage-dépendants  $\text{Ca}^{++}$  sont:**

- a. Localisés au niveau du cône axonique.
- b. Localisés au niveau de la terminaison axonique.
- c. Nécessaires pour la propagation du message nerveux.
- d. Nécessaires pour la transmission du message nerveux.

**12. La phase de dépolarisation d'un potentiel d'action résulte de:**

- a. La sortie massive des ions  $\text{Na}^+$  due à l'ouverture des canaux ioniques voltage-dépendants.
- b. L'entrée massive des ions  $\text{Na}^+$  due à l'ouverture des canaux ioniques chimio-dépendants.
- c. L'entrée massive des ions  $\text{Na}^+$  due à l'ouverture des canaux ioniques voltage-dépendants.
- d. La sortie massive des ions  $\text{Na}^+$  due à l'ouverture des canaux ioniques chimio-dépendants.