

Correctif des exercices supplémentaires de 5^e biologie 2h

Voici le correctif des exercices supplémentaires mis sur le site de l'école. Si vous ne comprenez pas certains exercices ou si des réponses vous semblent bizarre, n'hésitez pas à m'envoyer des e-mails.

Bon travail

Madame Volbout

1. Comprends-tu les oscillogrammes ? Aide-toi du document de la dernière page.

Tous les oscillogrammes sont mélangés. Rends à chaque situation son oscillogramme.

Situation 1- oscillogramme B

Situation 2- oscillogramme C

Situation 3- oscillogramme A

2. Activité électrique de la fibre nerveuse

Réponds aux questions en dessous de chaque document. Aide-toi du document de la dernière page.

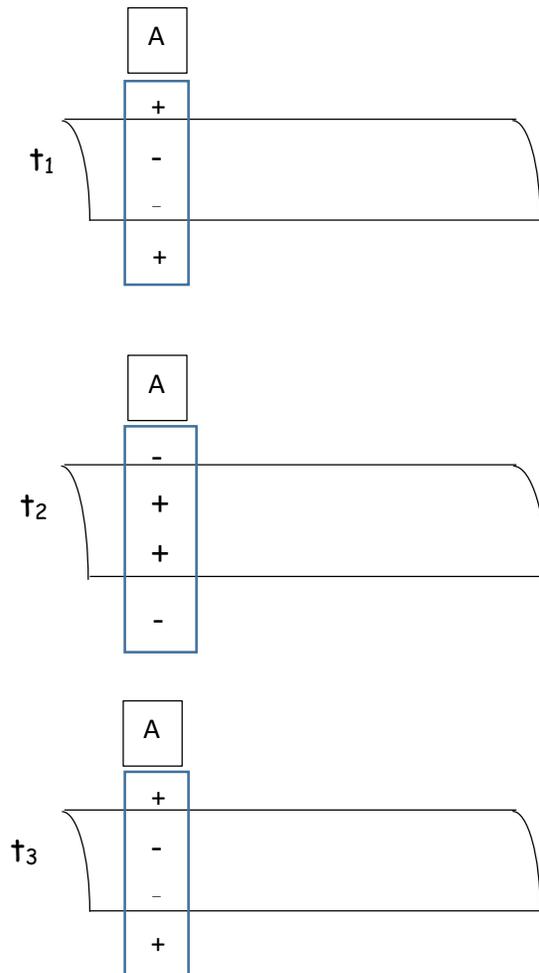
a) la droite est confondue avec l'axe du temps. Les deux plaques sont chargées de la même manière. Donc l'état électrique du neurone est le même au point A et B.

b) La droite est toujours parallèle à l'axe du temps. Cependant, elle est déplacée vers le bas. Il y a donc une différence de charges électriques entre les plaques horizontales. La plaque supérieure est chargée négativement par rapport à la plaque inférieure. Donc il y a une différence de charges électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la membrane de l'axone du neurone. L'intérieur est chargé négativement par rapport à l'extérieur. La membrane est polarisée.



c) Après la stimulation de la fibre nerveuse, nous observons que le point lumineux augmente subitement et il revient ensuite à son niveau de départ. La plaque horizontale qui était au départ négative par rapport à la plaque inférieure est devenue, après la stimulation, positive par rapport à la plaque inférieure.

Après la stimulation, la membrane à l'extérieur de l'axone devient positive à l'intérieur et négative à l'extérieur. La polarité de la membrane est donc inversée. Cette inversion est de très courte durée car la membrane retrouve son état électrique initial assez rapidement.



3. Influence de la stimulation sur la réponse

On conserve le même dispositif expérimental. On donne des excitations d'intensité croissante ($E_1 < E_2 < E_3 < E_4 < E_5$) et on observe sur l'oscilloscope la réponse du neurone. On regroupe sur un même graphique les différents tracés obtenus sur l'écran de l'oscilloscope.

Interprète les résultats obtenus.

Pour pouvoir visualiser une réponse de la fibre nerveuse, l'intensité de l'excitation doit avoir une certaine valeur. Il existe donc un seuil d'excitation.

Si le seuil n'est pas atteint, il n'y a pas de potentiel d'action et donc la fibre ne répond pas à la stimulation.

Si par contre le seuil est atteint, nous pouvons observer un potentiel d'action. Cependant, l'augmentation de l'intensité de la stimulation ne modifie pas le potentiel d'action. Donc la fibre nerveuse répond.

4. Comment un neurone peut-il produire un phénomène électrique ?

Document 1

a) Les ions sont répartis de manière inégale de part et d'autre de la membrane. Les ions K^+ sont présents en plus grande quantité à l'intérieur de la cellule.

Par contre, les ions Na^+ et Cl^- sont présents en plus grande quantité à l'extérieur de la cellule. Les autres anions ne se retrouvent que dans le cytoplasme.

b) On devrait observer une diffusion des ions au travers de la membrane du neurone et donc les concentrations internes et externes devraient s'équilibrer pour chacun des ions.

Document 2

a) Les canaux Na^+ s'ouvrent au début du potentiel d'action. Les canaux K^+ , eux, s'ouvrent principalement pendant la descente du potentiel d'action.

b) Les ions passent au travers la membrane, par diffusion, ce qui génère un mouvement de charges.

c) les ions Na^+

d) les ions K^+

e) La membrane est polarisée au repos. Il y a une répartition inégale des ions rendant l'extérieur de la membrane positive par rapport à l'intérieur. Lorsque la fibre nerveuse est stimulée, des canaux à Na^+ s'ouvrent. L'ouverture de ces derniers provoque une entrée importante de ces ions et donc une dépolarisation de la membrane.

Le nombre de canaux Na^+ ouverts diminuent alors que le nombre de canaux K^+ ouverts augmentent permettant la sortie d'ion K^+ et la repolarisation de la membrane.

5. De gauche à droite

a) l'hémisphère droit lorsque l'attention est portée à gauche.

Les hémisphère gauches et droit lorsque l'attention est portée à droite.

b) L'hémisphère droit, il réagit dans les deux cas.

c) L'hémisphère gauche s'occupe du champ visuel de droite et vice versa. En effet, l'hémisphère gauche n'intervient que lorsque l'attention est portée à droite.

6. Le codage du message sensoriel

Analyse les résultats obtenus et montre comment est codé le message émis par le neurone sensoriel.

L'excitation du récepteur sensoriel induit une réponse du neurone qui se traduit par la propagation d'un potentiel d'action le long de son axone. Comme pour n'importe quelle neurone, l'intensité du stimulus, ici l'étirement de la fibre musculaire, doit être suffisante pour atteindre le seuil d'excitation.

Le document 2 montre que le seuil de stimulation n'est atteint que lorsque la fibre musculaire atteint 1,08 mm c'est-à-dire lorsque l'étirement de la fibre nerveuse est supérieur à plus ou moins 10% de sa longueur.

Au-delà, plus la fibre nerveuse est étirée, et donc plus la stimulation est importante, plus la fréquence des potentiels d'action émis est importante. Le message nerveux émis par le récepteur à l'étirement de l'écrevisse est donc codé en fréquence de potentiels d'action.

7. Expérience sur la moelle épinière

a) Il faut un récepteur du stimulus (expérience 1)

Le nerf sciatique a un rôle de conducteur (expérience 2)

- Il conduit des influx efférents, il contient des fibres motrices
- Il conduit des influx afférents, il contient des fibres sensibles.
- Le nerf sciatique est un nerf mixte.

La moelle épinière est indispensable pour répondre à un stimulus (expérience 3)

Pour qu'une activité nerveuse se produise il faut :

- Un récepteur de stimulus car quand les récepteurs sensoriels sont endormis, la stimulation ne provoque pas de réponse.
- Des fibres sensibles car la destruction du nerf sciatique droit empêche toute réaction.
- Des fibres motrices car quand on stimule le pied gauche de la grenouille privée de son nerf sciatique droit, le membre ne bouge pas.
- La moelle épinière, sans elle, la grenouille ne répond à aucun stimulus.

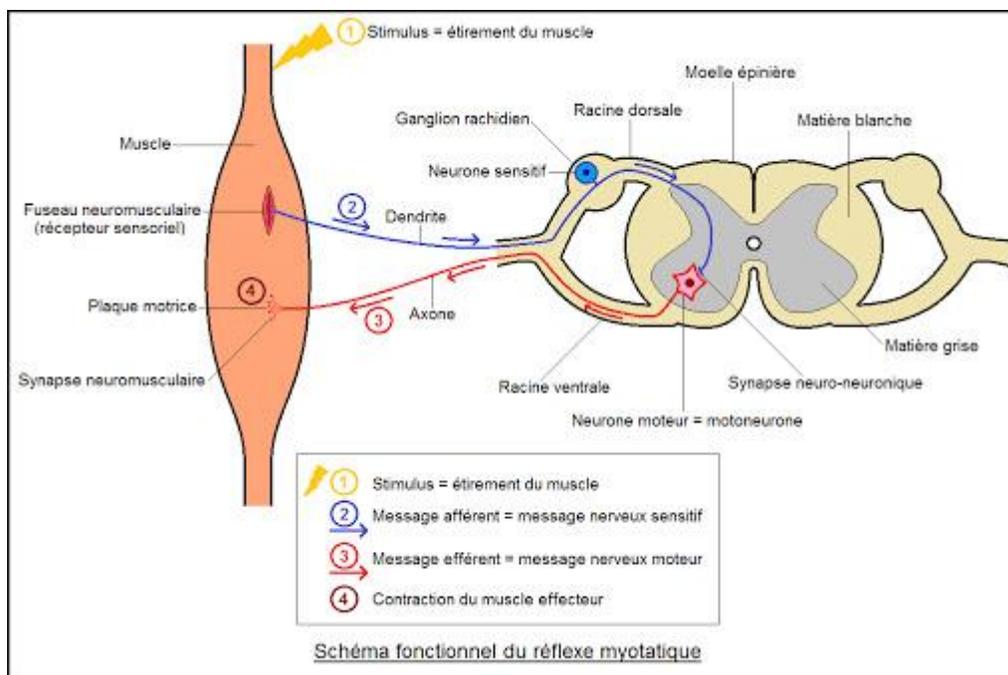
8. Observation clinique de lésion de la moelle épinière

Fréquemment, des accidents de la route arrivent aux urgences des hôpitaux en présentant des lésions au niveau du système nerveux. L'observation de ces lésions permet de comprendre le trajet suivi par l'influx nerveux et l'organisation de la moelle épinière.

a) les résultats de la première expérience montrent que le nerf spinal contient des fibres motrices et sensibles et que les corps cellulaires des neurones sont du côté de la moelle épinière.

Les résultats de la seconde expérience montrent que la racine ventrale conduit l'influx moteur et que les corps cellulaires des neurones sont dans le ganglion spinal.

b)



9. Amplitude des signaux nerveux enregistrés sur une fibre ou sur un nerf

Interprète chacune des deux courbes obtenues.

Les courbes montrent que pour la fibre isolée ou le nerf entier, il faut appliquer une intensité de stimulation suffisante pour obtenir une réponse. Il y a donc un seuil de stimulation. En dessous de ce seuil, lorsque le nerf entier ou la fibre nerveuse est stimulée, celle-ci ne répond pas.

Une fois le seuil passé, la fibre isolée répond mais toujours avec la même amplitude et ce quelle que soit l'intensité de stimulation.

Par contre, pour le nerf, la réponse est d'abord graduelle avant d'atteindre un plateau. En effet, le nerf est constitué de diverses populations de fibres nerveuses qui possèdent chacune leur seuil. Elles sont donc recrutées les unes après les autres au fur et à mesure de l'intensité du stimulus. Lorsque toutes les populations de fibres sont recrutées, la réponse du nerf devient constante car chacune des fibres répond à la loi du « tout ou rien ».

10. Ecouter et parler

a) les aires de Wernicke et sensorielle pour la compréhension des informations auditives.

Les aires de Broca et transcorticale motrice pour la formation des paroles

b) oui, dans les aphasies anatomique et transcorticale motrice.

11. Les mécanismes de la douleur

Réponds aux questions en dessous du texte

La réponse se trouve dans le texte à la 4^e ligne et les suivantes.

1. a) encadré rouge

b) encadré vert

c) le premier niveau d'intégration est la moelle épinière. Son effet est de déclencher une réaction réflexe de contraction musculaire. Au niveau de la moelle, un ordre moteur a donc été émis puis a été transmis par les neurones moteurs volontaires aux effecteurs, les muscles de la main.

Le deuxième niveau est le thalamus. A cet endroit, il y a une redistribution des informations vers les zones différentes du cerveau. Celles issues des récepteurs spécifiques sont envoyées vers un troisième niveau d'intégration : des zones cérébrales qui décodent la localisation de la brûlure et son intensité. Les informations issues de récepteurs non spécifiques sont aussi envoyées vers un troisième niveau d'intégration, des zones cérébrales différentes des premières qui, en comparant le vécu de la personne, permettent d'élaborer une réponse émotionnelle faisant appel à la mémoire. Elles produisent une réaction motrice ou simplement permettent de se souvenir de ce qu'est une brûlure avec toutes ses conséquences.

2. Il faut faire un schéma comparable au schéma de la page 8

- Du côté de la voie sensorielle :

- des fibres de gros diamètre et des fibres de petit diamètre venant des récepteurs périphériques et arrivant dans une région située au centre du cerveau.

- deux voies nerveuses ayant pour origine le thalamus et aboutissant dans deux régions corticales distinctes

- une voie nerveuse motrice volontaire issue de la moelle épinière et ayant des muscles squelettiques de la main comme effecteur.

« Tout commence en matière de douleur par une agression. À ce type de stimulation, l'homme réagit grâce au véritable système d'alarme que constitue la douleur. Premier maillon de cette chaîne d'alerte : les récepteurs sensoriels situés dans pratiquement tous les tissus comme la peau, les muscles, les ligaments et les organes. Points de départ du message douloureux, ces microcapteurs s'activent directement après une piqûre, une entorse, une brûlure... Certains récepteurs ne répondent qu'au chaud, au froid ou au toucher, on les appelle les récepteurs spécifiques. D'autres en revanche, qualifiés de non spécifiques, sont sensibles à l'intensité de la stimulation. Saisissez un plat tiède, vous allez ressentir la chaleur sans pour autant souffrir. L'intensité de la stimulation est trop faible. Mais si le plat est brûlant, les capteurs transformeront la stimulation agressive en message douloureux. Deux voies de transmission sont alors utilisées. Une rapide, où l'information issue des récepteurs spécifiques se déplace de 10 à 100 mètres par seconde, via des fibres nerveuses à gros diamètre, l'autre, dix fois plus lente, via des fibres beaucoup plus fines. Toutes deux vont transmettre leurs informations à la moelle épinière. Ainsi, quelques centièmes de seconde après la brûlure, les premières informa-

tions parviennent aux cellules nerveuses de la moelle épinière, ce qui déclenche une contraction musculaire réflexe qui permet de retirer la main du plat de manière instantanée. Puis le message douloureux continue sa route, empruntant toujours deux moyens de transport différents, les fibres lentes et les rapides. Arrivées au thalamus, petite zone située au centre du cerveau, les deux voies douloureuses vont définitivement diverger. Le message issu des récepteurs spécifiques sera envoyé dans les zones cérébrales qui décodent la localisation de la brûlure et son intensité. Celui issu des récepteurs non spécifiques rejoint des zones où sont élaborées les réactions émotionnelles (de la petite larme qui pointe au coin de l'œil à la panique totale) en faisant appel à la mémoire. Ainsi, après avoir retiré votre main du plat, de façon réflexe, vous allez d'abord ressentir la douleur précisément localisée, en évaluant bien sa nature : c'est l'information des récepteurs spécialisés qui vous permet cette analyse. Puis vient se substituer à votre première sensation une douleur plus sourde et diffuse, associée au souvenir de votre dernière brûlure et fruit du fonctionnement des récepteurs non spécifiques. »

D'après « Eurêka », février 1996.

1- Après une lecture attentive de ce texte, répondez aux questions suivantes :

- a. À quel niveau prennent naissance les messages nerveux à l'origine des sensations douloureuses ?
- b. Quels types de fibres nerveuses sensibles conduisent les messages nociceptifs ? À quelle(s) voie(s) nerveuse(s) appartiennent-elles ?

c. À quels niveaux s'effectue l'intégration de la sensation douloureuse ? Selon ces niveaux, les effets seront-ils les mêmes ?

2- En vous inspirant du dessin des voies nerveuses (doc. 1 page 14), proposez un dessin illustrant avec le maximum de précision les informations apportées par ce texte.

12. Le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque

a) Que pouvons-nous déduire des expériences A et B concernant l'influence sur la fréquence cardiaque des nerfs vagues d'une part et des nerfs sympathiques d'autre part.

b) Que se passe-t-il quand on coupe les nerfs vagues (expérience C) ? Que pouvons-nous en déduire concernant leur rôle dans l'organisme « en fonctionnement normal » ?

a) La stimulation électrique a pour but de renforcer l'action du nerf stimulé. On peut donc en conclure :

- que les nerfs X ou nerfs vagues (appartenant au système nerveux parasympathique) ont pour fonction de ralentir le cœur.

- que les nerfs sympathiques ont pour fonction d'accélérer le cœur.

Cet exemple montre que les systèmes nerveux sympathiques et parasympathiques, ont les mêmes organes cibles mais ils exercent sur eux des actions antagonistes.

b) La section des nerfs vagues entraîne une accélération du rythme cardiaque. La section entraînant une suppression de fonction, on peut donc en conclure que dans l'organisme « en fonction normale », les nerfs vagues ont un effet cardio-frénateur permanent.

13. Une mesure de la vitesse de conduction nerveuse

Le délai s'explique par le temps nécessaire à la propagation du message depuis le point d'excitation du nerf jusqu'au muscle responsable de la réponse observée. Naturellement, plus le point d'excitation est loin du muscle, plus le délai est important.

14. « L'Homunculus sensoriel »

- **Doc 1:**
 - l'Homunculus sensitif représente les surfaces relatives cérébrales consacrées aux différentes parties du corps;
 - on constate une grande importance des éléments de la face ainsi que la main (avec une grande représentation du pouce).
- **Doc 2:** les endroits correspondants (langue, doigts, lèvres...), lorsqu'ils sont stimulés par la pointe d'un compas, se révèlent particulièrement sensibles.
- **Doc 3:** les récepteurs sensoriels de la main sont proportionnellement plus nombreux que ceux du cou mais sont eux-mêmes moins nombreux que ceux des lèvres.
- **Conclusion:** l'Homunculus en trois dimensions observé au cours du voyage traduit les observations et résultats expérimentaux.

15. La propagation du potentiel d'action (exercice du cours)

a) La stimulation du document 1 montre que l'amplitude et la durée du potentiel d'action ne sont pas modifiées lors de sa propagation. On obtiendrait la même chose si la distance entre les électrodes réceptrices et le point de stimulation était beaucoup plus grande. C'est une caractéristique capitale du potentiel d'action. Il ne s'atténue pas.

b) Les mécanismes mis en place pour augmenter la vitesse de propagation sont :

- La myélinisation de la fibre (chez les Vertébrés)
- Le maintien d'une température élevée (qui augmente les processus biochimiques)
- L'augmentation du diamètre des fibres

c) La dépolarisation de la membrane lors d'un potentiel d'action situé en un point A de la fibre nerveuse influence les canaux Na^+ voltage-dépendant situés au point B. Chaque point de la fibre nerveuse déclenche son propre potentiel d'action avec des mouvements « verticaux » des ions au travers des canaux ioniques membranaires situés en ces différents points. Ceci explique pourquoi le potentiel d'action ne s'atténue pas en se propageant. La propagation se fait par l'intermédiaire de courants électriques locaux naissant de part et d'autre de la membrane. Le courant dépolarisant s'étend ensuite passivement le long de l'axone et, dans une fibre non myélinisée, génère de proche en proche un nouveau potentiel d'action identique en tous points.

En présence d'une gaine de myéline, celle-ci sert « d'isolant » et empêche la propagation entre régions proches. Seuls les nœuds de Ranvier où la fibre est nue, c'est-à-dire où la membrane et ses canaux ioniques sont accessibles, peuvent être influencés par la dépolarisation engendrée par un potentiel d'action voisin.

d) C'est à cause de la présence des périodes réfractaires. Ces périodes réfractaires s'expliquent par des mouvements ioniques des ions Na^+ et K^+ . Il faut du temps pour que ces mouvements ioniques se fassent et il faut aussi du temps pour que la fibre nerveuse recouvre des concentrations ioniques internes suffisantes pour qu'une ouverture des canaux Na^+ puisse à nouveau engendrer une dépolarisation seuil.