

Corrigé du bac 2018 : SVT spécialité Série S – Nouvelle-Calédonie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2018

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Série S

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 8

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

Correction proposée par un professeur de SVT pour le site
www.sujetdebac.fr

Partie I

Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse (8 points)

La caractéristique de l'espèce humaine est sa bipédie. Or cette station debout n'est possible que grâce au réflexe myotatique. En effet, le corps doit réajuster sa posture en permanence. Tout mouvement vers l'avant étire les muscles du mollet, et le réflexe myotatique déclenche la contraction de ces mêmes muscles, et donc le retour à la position verticale du corps. Cela implique la circulation de messages nerveux.

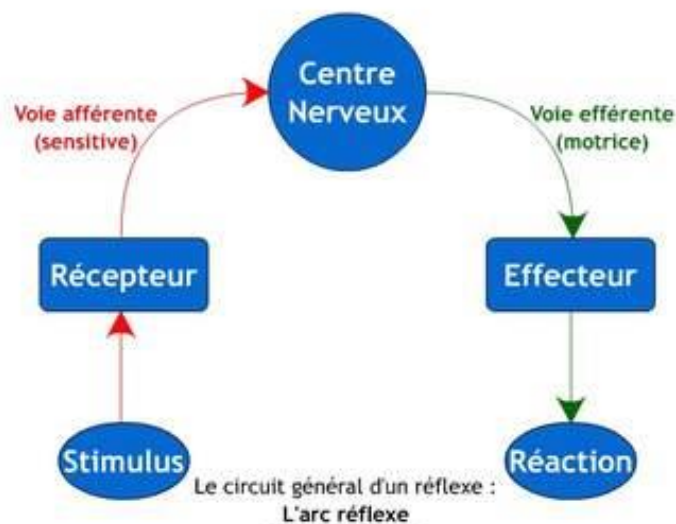
Quelle est l'origine de ces messages, quel trajet suivent-ils et quelle est leur nature lors de ce réflexe myotatique ?

Le réflexe repose sur un circuit de neurones qui constituent un réseau constituant un arc réflexe. Nous verrons en premier lieu les éléments mis en jeu dans l'arc réflexe, puis la naissance et le trajet du message au niveau du récepteur, ainsi que la nature des messages propagés.

I) Le trajet du message nerveux à l'origine du réflexe myotatique

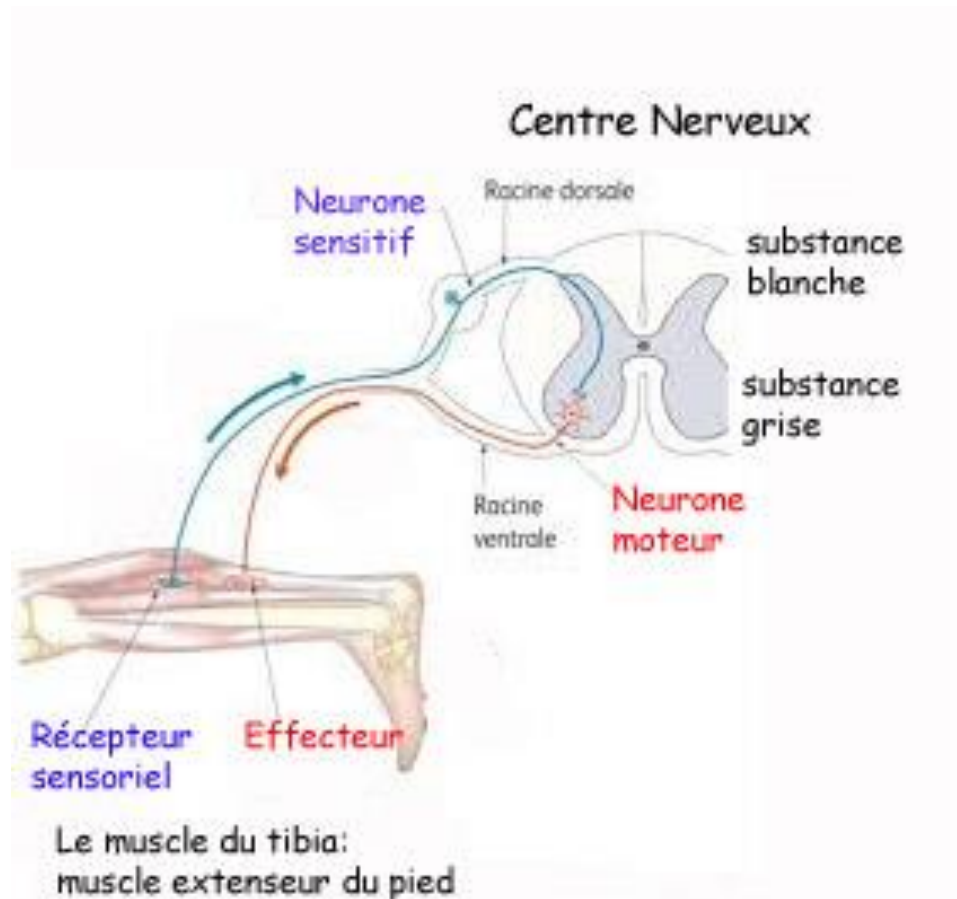
Le réflexe myotatique naît à la suite d'un stimulus qui est l'étirement du récepteur. Cet étirement fait naître un message qui est propagé par la voie sensitive, ou afférente, jusqu'au centre nerveux qui est la moelle épinière. Puis un nouveau message naît, et est propagé jusqu'à l'effecteur via la voie motrice ou voie motrice. L'effecteur va répondre à ce message par la contraction.

Les éléments d'un arc réflexe :



Dans le cas du réflexe myotatique, le **récepteur** se trouve au sein du muscle du mollet, le muscle extenseur du pied. C'est à ce niveau que naît le message sensitif véhiculé par le **neurone sensitif** du nerf rachidien, puis par la racine dorsale, avant d'atteindre la moelle épinière qui est le **centre nerveux** de ce réflexe. Le message moteur est conduit par les **neurones moteurs** de la moelle épinière, jusqu'à l'effecteur via la racine ventrale.

Le schéma fonctionnel du réflexe myotatique :



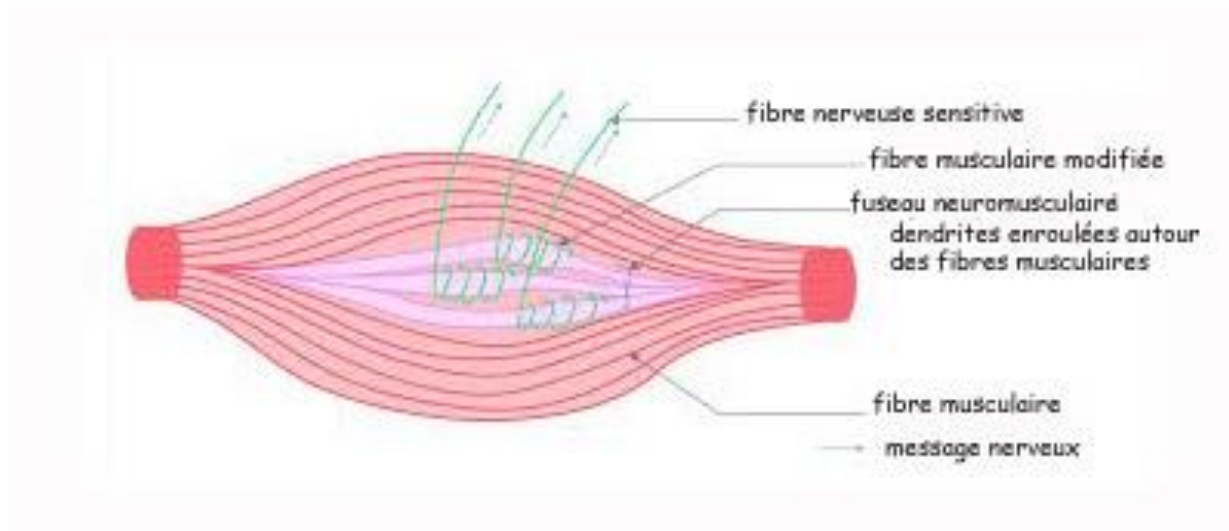
L'arc réflexe repose donc sur un réseau de neurones connectés entre eux. Le neurone sensitif a son corps cellulaire dans le ganglion rachidien de la racine dorsale. Le neurone moteur, ou motoneurone, a son corps cellulaire dans la substance grise de la moelle épinière. Entre ces 2 neurones se trouve une synapse. Cet arc réflexe est dit monosynaptique, car il ne fait intervenir que 2 neurones et donc une seule synapse en dehors de la synapse neuromusculaire entre le motoneurone et les cellules musculaires.

II) L'origine du message nerveux au niveau du récepteur sensoriel

Le capteur sensoriel de l'étirement est le fuseau neuro-musculaire qui se trouve au sein du muscle.

Les fibres dendritiques du neurone sensitif sont enroulées autour de fibres musculaires modifiées. L'étirement stimule les terminaisons des dendrites qui émettent alors un message qui sera propagé par la fibre nerveuse de ce même neurone sensitif.

Schéma du fuseau musculaire :



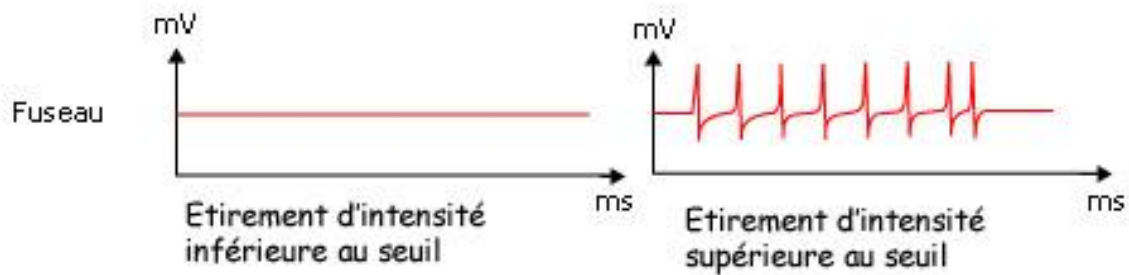
Le message est alors propagé sans modification jusqu'à la moelle épinière.

III) La nature du message nerveux

Le message nerveux est de nature électrique, que l'on peut donc enregistrer. Il est constitué de signaux, appelés **potentiels d'action ou PA**. Tous les PA sont identiques : même amplitude de 100 mV, même durée de 2 ms. Ils répondent à la loi du « Tout ou rien ». Ils sont constitués d'une dépolarisation, puis d'une repolarisation, et même d'une hyperpolarisation.

Le PA apparaît lorsque le stimulus atteint un certain seuil. A partir du seuil, le PA est formé. Mais plus l'intensité du stimulus est grande, et plus la fréquence des PA est élevée.

Le message nerveux au niveau de la fibre sensitive :



Ainsi, au niveau de la fibre nerveuse, le message est codé en fréquence de PA, et propagé sans modification.

Comment est-il transmis au motoneurone ?

IV) La transmission synaptique

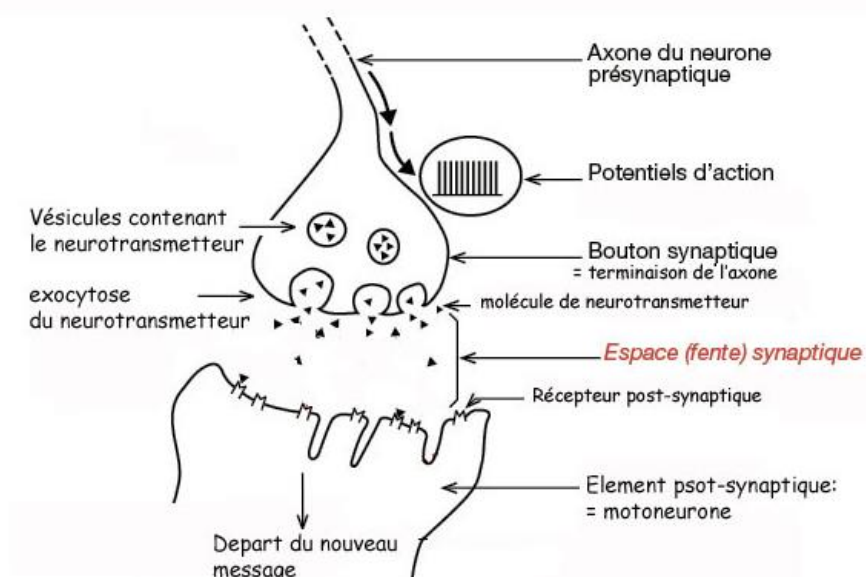
L'arc reflexe du reflexe myotatique fait intervenir 2 types de synapses :

- Dans la substance grise de la moelle épinière, entre les 2 neurones sensitif et moteur.
- Dans l'effecteur, entre l'axone du motoneurone et la fibre musculaire.

Mais dans les 2 cas, il y a une structure et fonctionnement assez similaires entre un élément pré-synaptique, une fente synaptique et l'élément post-synaptique.

Nous étudierons la synapse entre les 2 neurones.

Le fonctionnement de la synapse neuro-neuronique:



Ainsi, l'arrivée du potentiel d'action au niveau du bouton synaptique provoque la migration, puis la fusion, des vésicules avec la membrane du bouton présynaptique. Le neurotransmetteur est ainsi libéré dans la fente synaptique. La quantité de neurotransmetteur libérée augmente avec la fréquence des PA. Le message nerveux codé en fréquence de PA donne donc un message chimique au niveau de la synapse, qui est codé en concentration de neurotransmetteur.

Les molécules de neurotransmetteur se fixent sur les récepteurs de la membrane post-synaptique, et cela génère un nouveau message nerveux : le message moteur de nature électrique, et codé en fréquence de PA, qui sera propagé sans modification jusqu'à la synapse neuro-musculaire.

Au niveau de cette synapse, chaque PA véhiculé par l'axone du motoneurone donne naissance à une PA musculaire. Les PA musculaires provoquent la contraction des fibres musculaires.

Pour conclure, le réflexe myotatique, contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement, fait intervenir un réseau de 2 neurones. Le message prend son origine au niveau du fuseau neuromusculaire, qui est le récepteur sensible à l'étirement du muscle. Le message est alors propagé par les neurones avec une transmission synaptique dans la moelle épinière. Un message moteur arrive alors en quelques millisecondes aux fibres musculaires du même muscle, ce qui provoque sa contraction. C'est grâce à ce réflexe que nous pouvons rester en position debout.

Partie II – Exercice 1

Le domaine continental et sa dynamique (3 points)

Question 1 : la bonne réponse est la réponse d (roche E), car c'est un mélange de gneiss et granite

La roche qui témoigne d'un franchissement de la courbe d'anatexie est :

- a- la roche A
- b- la roche B
- c- la roche C
- d- la roche E**

Question 2 : la bonne réponse est la réponse c (680°C et 0,2 GPa)

Sachant que la roche D n'a pas subi de fusion partielle, elle a pu se former :

- a- à une température de 600°C et une profondeur de 15 km
- b- à une température de 600°C et une pression de 0,2 GPa
- c- une température de 680°C et une pression de 0,2 GPa**
- d- une température de 700°C et une pression de 0,6 GPa

Question 3 : la bonne réponse est la réponse b (essentiellement une augmentation de température)

Du nord vers le sud, la succession des roches témoigne :

- a- d'une augmentation de pression essentiellement
- b- d'une augmentation de température essentiellement**
- c- d'une augmentation de pression et d'une diminution de la température
- d- d'une diminution de pression et d'une augmentation de la température

Partie II – Exercice 2 (spé)

Energie et cellule vivante (5 points)

Les plantes vertes sont autotrophes, c'est-à-dire produisent leurs matières organiques à partir de matières minérales au cours de la photosynthèse. Mais il existe 2 catégories de plantes : les plantes en C3 et les plantes en C4 comme le maïs et le sorgho. Ces plantes en C4 sont plus efficaces que les plantes en C3 dans la production de matières organiques.

Quelles sont les particularités structurales et fonctionnelles de ces plantes, qui expliqueraient cette meilleure efficacité ?

Document 1 : Organisation anatomique des plantes en C4

Le parenchyme foliaire est composé de 2 types de cellules chlorophylliennes :

- Les cellules de la gaine qui entourent les vaisseaux conducteurs de sèves brute et élaborée.
- Les cellules du mésophylle.

Ces 2 catégories cellulaires contiennent des chloroplastes, mais ils n'ont pas la même structure :

- Les chloroplastes des cellules de la gaine ne contiennent que des thylakoïdes simples, mais contiennent beaucoup d'amidon.
- Les chloroplastes des cellules du mésophylle sont pauvres en amidon, mais très riche en thylakoïdes simples et empilés.

Or nous savons que les thylakoïdes sont les structures des chloroplastes qui captent l'énergie lumineuse et la transforment en énergie chimique. On observe donc une différence structurale entre ces plantes en C4 et les plantes en C3 qui ne contiennent qu'une seule catégorie cellulaire, avec des chloroplastes riches en thylakoïdes et contenant l'amidon.

Document 2 : La photosynthèse chez les plantes en C4

Il y a une coopération entre les 2 catégories cellulaires, avec un échange de substances :

Le malate produit dans les cellules du mésophylle passe dans celles de la gaine où il est utilisé, et inversement le pyruvate produit dans les cellules de la gaine passe dans les cellules du mésophylle.

A ces 2 catégories cellulaires correspondent les 2 étapes de la photosynthèse :

- Les chloroplastes des cellules du mésophylle fixent le carbone du CO₂ atmosphérique : les nombreux thylakoïdes captent la lumière et produisent de l'ATP et RH₂. C'est la phase photochimique de la photosynthèse. L'ATP est utilisé pour produire le PEP à partir du pyruvate, molécule en C₃ puis celui-ci donnera de l'oxaloacétate, molécule en C₄ après avoir fixé le CO₂. Cette réaction de fixation est catalysée par une enzyme, la PEPc. L'oxaloacétate est transformé en malate, molécule en C₄.
- Les cellules de la gaine réalisent essentiellement l'étape chimique de la photosynthèse, avec le cycle de Calvin : le malate libère du CO₂ en donnant du pyruvate. Le CO₂ entre dans le cycle de Calvin. Cette étape est catalysée par une enzyme la RUBISCO.

Il y a donc un partage des tâches : les cellules du mésophylle réalisent la phase photochimique, et les cellules de la gaine la phase chimique de la photosynthèse. Les produits de la phase photochimique de la photosynthèse ont permis de produire du malate dans les cellules du mésophylle. Ce malate est transféré dans les cellules de la gaine, et permet le cycle de Calvin à l'origine de l'amidon qui est alors stocké dans le chloroplaste.

Document 3a : Localisation des enzymes et marquage de la RUBISCO

La RUBISCO apparaît en noir sur la photo et uniquement dans les cellules de la gaine.

Document 3b : Localisation des enzymes et marquage de la PEPc

Cette enzyme n'est présente que dans les cellules du mésophylle.

Il y a donc bien une différence structurale et moléculaire entre les 2 catégories de cellules, à l'origine de leur fonctionnement différent.

Document 4 : Intensité de la photosynthèse

L'intensité de la photosynthèse augmente quand la concentration atmosphérique en CO₂ augmente, et cela pour les plantes en C₃ et en C₄. Mais pour les concentrations faibles, comme la concentration actuelle dans

l'air, l'intensité de la photosynthèse est beaucoup plus importante pour les plantes en C4. En effet, pour la concentration actuelle en CO₂, l'intensité est de 30 μmol de CO₂.m⁻².s⁻¹ pour les plantes en C3, alors qu'elle est de presque 60 μmol de CO₂.m⁻².s⁻¹ pour les plantes en C4, soit quasiment le double, donc davantage de matières organiques produites.

Document 5 : Comparaison de l'activité de la RUBISCO et de la PEPc

La constante de Michaelis-Menten traduit l'affinité de l'enzyme pour son substrat, en l'occurrence ici le CO₂ pour les 2 enzymes. Or la constante est de 70 μmol/L pour la PEPc, et de 450 pour la RUBISCO. Or plus la constante est faible, plus l'enzyme est efficace et fixe le substrat.

Donc la PEPc, présente uniquement chez les plantes en C4, a beaucoup d'affinité pour le CO₂, et donc permet une forte production de malate dans les cellules du mésophylle.

Alors que l'enzyme RUBISCO, présente dans les 2 types de plantes, a une moindre affinité pour son substrat.

Mise en relation générale des documents :

Pour conclure, les plantes en C4 ont une organisation particulière par rapport aux plantes en C3, avec 2 types de cellules et 2 types de chloroplastes. De plus, les plantes en C4 ont une enzyme que les autres ne possèdent pas, et cette enzyme a une forte affinité pour le CO₂, permettant ainsi une intensité de la photosynthèse importante pour des concentrations en CO₂ assez faibles. Ces différences structurales et fonctionnelles permettent d'expliquer l'efficacité de leur photosynthèse par rapport aux plantes en C3. La présence de l'enzyme PEPc permet une fixation maximale du CO₂, et une forte concentration du CO₂ autour de la RUBISCO.