

Corrigé du bac 2019 : SVT spécialité Série S – Nouvelle-Calédonie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2019

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 8

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

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. Le médecin vérifie le bon fonctionnement de ce réflexe en faisant un choc au niveau du genou, par exemple, car certaines pathologies en affectent le mécanisme modifiant la réponse musculaire.

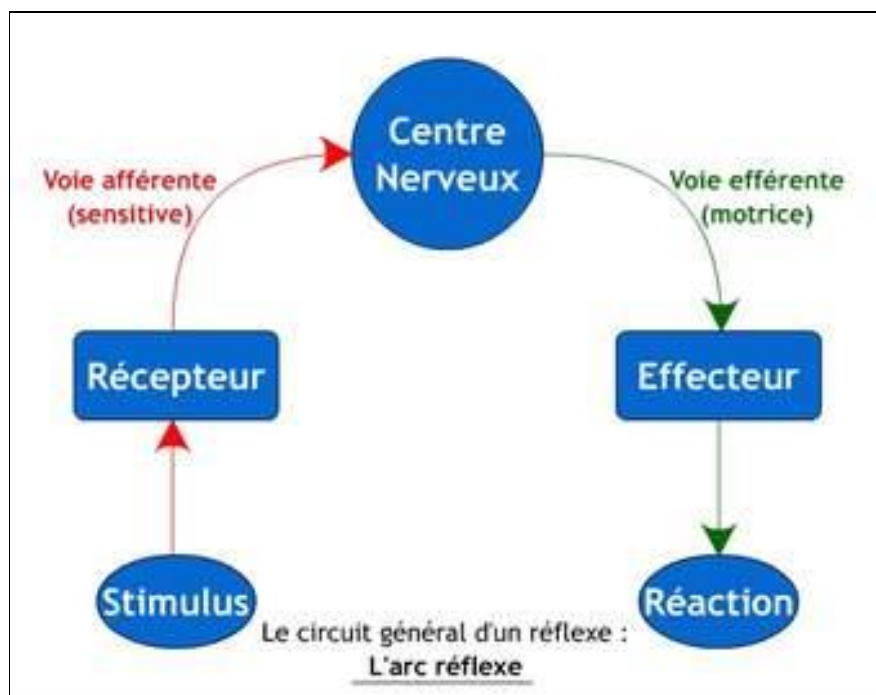
Quelle sont les structures impliquées dans l'arc réflexe, et comment le message nerveux est-il codé tout au long de son trajet depuis le stimulus ? Comment est-il transmis ?

Nous verrons en premier lieu les éléments mis en jeu dans l'arc réflexe et le trajet du message, puis la naissance du message au niveau du récepteur et le codage des messages propagés ainsi que leur transmission.

I) Les structures de l'arc réflexe impliquées dans le réflexe myotatique

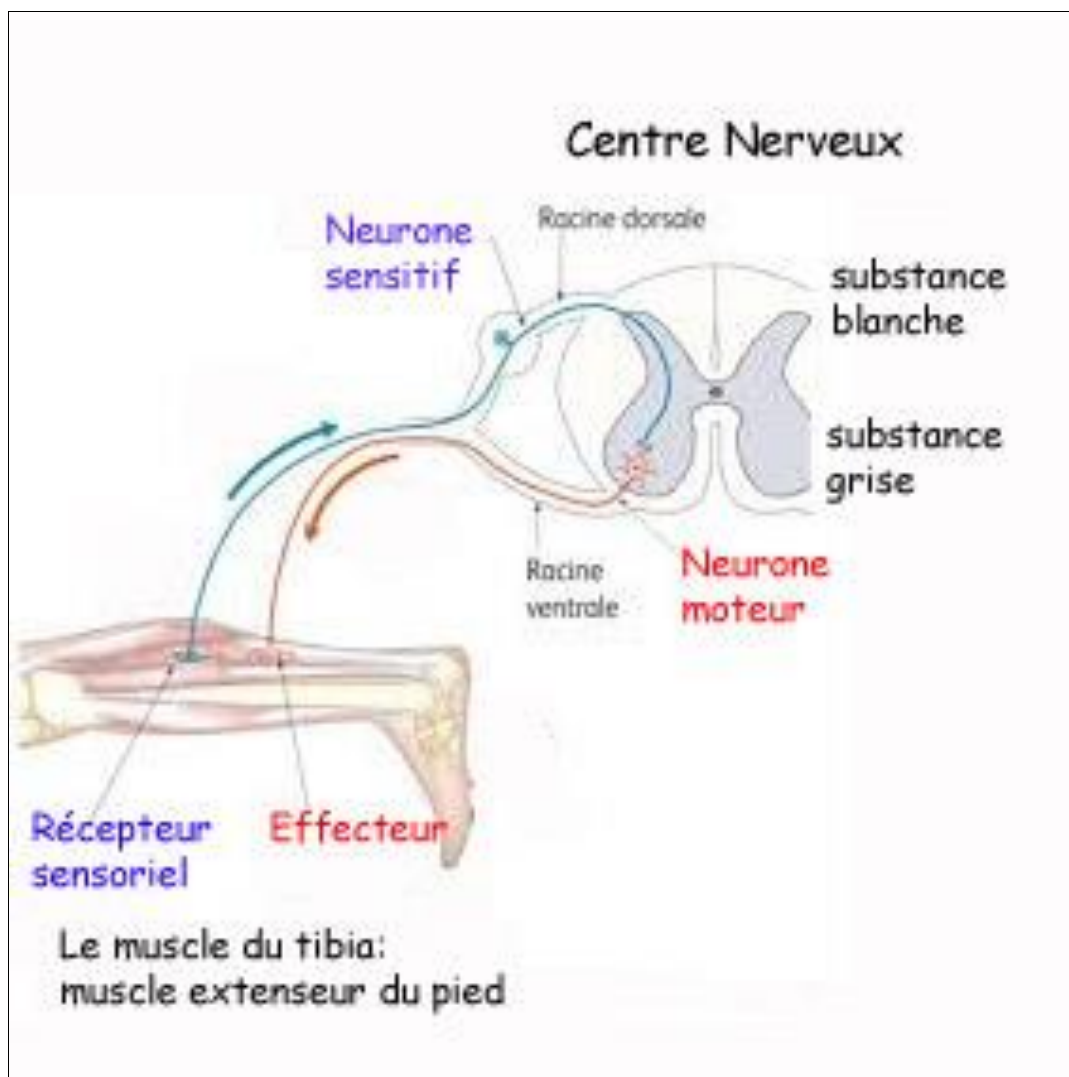
Le réflexe myotatique est la contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement. Le réflexe repose sur un circuit de neurones qui constituent un réseau nommé arc réflexe.

Les éléments d'un arc réflexe :



Dans le cas du réflexe myotatique le récepteur se trouve au sein du muscle impliqué (le muscle de la jambe dans notre schéma = 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, c'est-à-dire le même muscle de la jambe dans notre exemple, via la racine ventrale. Le muscle se contracte, provoquant l'extension du pied.

Le schéma fonctionnel du reflexe 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.

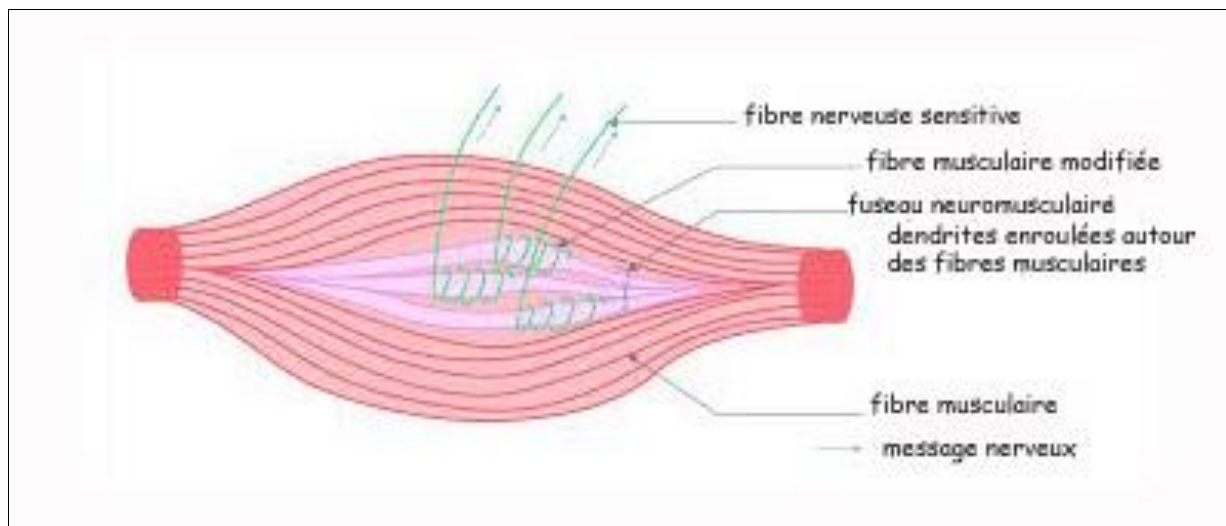
Le réflexe myotatique naît à la suite d'un stimulus qui est l'étirement du récepteur. Cet étirement fait naître un message qui est propagé par la voie sensitive ou afférente jusqu'au centre nerveux qui est la moelle épinière. Puis un nouveau message naît et est propagé jusqu'à l'effecteur via la voie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

II) Le codage du message nerveux

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. Si la stimulation est suffisante et dépasse un seuil, un ou plusieurs potentiels d'action seront émis. Le message sera propagé par la fibre nerveuse de ce même neurone sensitif.

Schéma du fuseau musculaire :

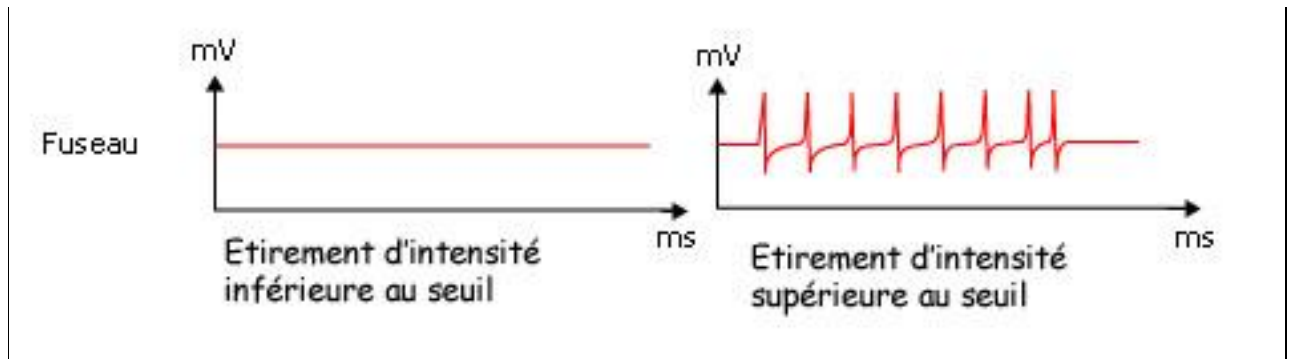


Le message est alors propagé sans modification jusqu'à la moelle épinière.

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 à savoir 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 : à 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 :



Au niveau de la fibre nerveuse le message est codé est fréquence de PA et propagé sans modification.

Comment est-il transmis au motoneurone ?

III) La transmission synaptique

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

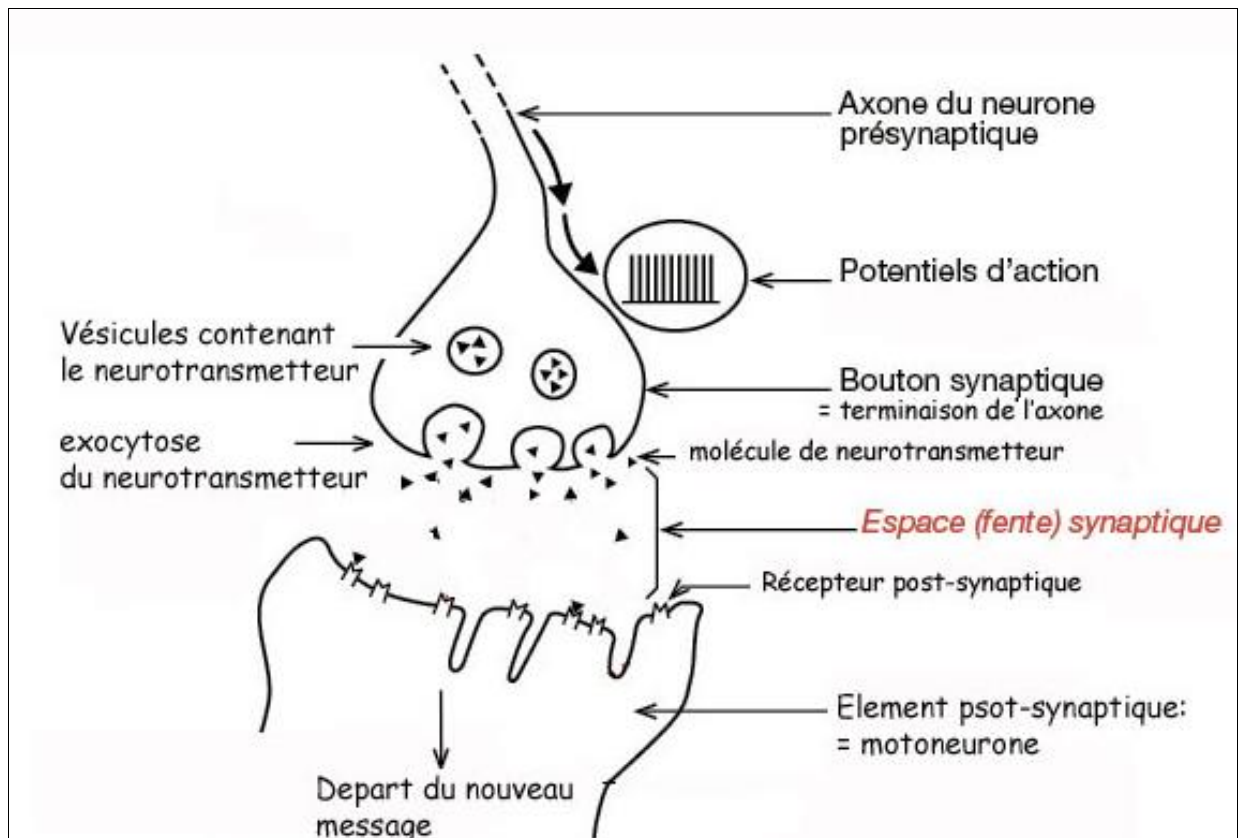
- Dans la substance grise de la moelle épinière, entre les 2 neurones sensitif et moteur.
- Dans l'effecteur, entre l'axone du motoneurone et la fibre musculaire.

Mais dans les 2 cas il y a une structure et un 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:

(Schéma sur la page suivante)



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. Ainsi le message nerveux codé en fréquence de PA donne 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 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 neuro-musculaire, 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 reflexe myotatique, c'est-à-dire la 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

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre (3 points)

A partir de la lecture des documents, indiquer la bonne réponse

Question 1 – La profondeur du Moho au niveau de Soultz-sous-Forêts est :

Réponse c).

- a) inférieure à 26 km.
- b) supérieure à 27 km.
- c) supérieure à 25 km.**
- d) de 30 km.

Question 2 – La remontée d'eau chaude au niveau de Soultz-sous-Forêts est due à :

Réponse b).

- a) Un réseau de fractures entre 0 et 2 000 m de profondeur.
- b) Un réseau de fractures entre 2 000 et 5 000 m de profondeur.**
- c) Un réseau de fractures entre 5 000 m et 6 000 m de profondeur.

Question 3 – La région de Soultz-sous-Forêts est favorable à l'installation de centrales géothermiques grâce :

Réponse a).

a) à une remontée du Moho permettant un apport de chaleur, associée à un réseau de fractures favorisant la circulation de l'eau.

- b) à une remontée du Moho permettant un apport de chaleur, associée à un réseau de fractures bloquant la circulation de l'eau.
- c) à un enfoncement du Moho permettant un apport de chaleur, associé à un réseau de fractures favorisant la circulation de l'eau.
- d) à un enfoncement du Moho permettant un apport de chaleur, associé à un réseau de fractures bloquant la circulation de l'eau.

Partie II – Exercice 2

Glycémie et diabète (5 points)

Le taux de glucose sanguin doit rester à peu près stable pour le bon fonctionnement de l'organisme. Cette stabilité du taux est due, entre autres, à une hormone : l'insuline produite par le pancréas. Il arrive que cette production d'hormone soit insuffisante et déclenche un diabète. Mais des chercheurs ont montré que certaines souris diabétiques voyaient leur cellules pancréatiques productrices d'insuline compenser le manque initial.

Quelle peut être la cause d'un diabète de type 1, et comment les cellules pancréatiques peuvent-elles compenser le déficit d'insuline sous certaines conditions ?

Document 1 : Observations des îlots de Langerhans du pancréas d'une souris non diabétique et d'une souris NOD

La souris NOD est utilisée comme modèle animal de diabète de type 1.

Les îlots de Langerhans de souris non diabétiques contiennent essentiellement 3 types de cellules : les cellules β majoritaires et au centre, les cellules α en périphérie et les cellules δ aussi en périphérie.

Les îlots de Langerhans des souris NOD ont bien les 3 types de cellules comme les souris non diabétiques, mais les cellules centrales (c'est-à-dire les cellules β) sont altérées et désorganisées.

On peut donc penser que ces cellules sont à l'origine de l'insuline et leur altération la cause du diabète.

Document 2 : Destruction des cellules sécrétrice d'insuline chez des souriceaux

On détruit les cellules β des îlots de Langerhans des souriceaux par une toxine.

Avant la destruction, ces souriceaux possédaient bien des îlots de Langerhans avec les 3 types de cellules, et ils ne sont pas diabétiques.

Par contre, 15 jours après la destruction, leurs îlots de Langerhans ne contiennent plus que des cellules α et δ , et les souriceaux doivent être traités à l'insuline pour combattre leur diabète.

Cependant, ces souriceaux ont retrouvé une santé normale, c'est-à-dire non diabétique, 4 mois après la destruction des cellules β . Leur pancréas contient

à nouveau les 3 types de cellules. Les souriceaux ont donc reconstitué des cellules β productrices d'insuline.

Document 3 : origine des cellules β nouvellement formées.

Dans une expérience, on marque les cellules β des souris A ou les cellules α de souris B, puis on leur administre la toxine qui détruit les cellules β du pancréas. 4 mois plus tard, les souris A ont bien produit des cellules β , mais celles-ci ne sont pas marquées, alors que les nouvelles cellules β des souris B sont marquées comme les cellules α .

On comprend que les cellules β ont été formées à partir des cellules α présentes dans les îlots de Langerhans.

Document 4 : étude de la différenciation des cellules pancréatiques en cellules β

Le gène *Smo* code une protéine *Smo*. On étudie son rôle dans la différenciation des cellules α en cellules β . Ce gène est présent sous 2 formes alléliques : WT dominant et *fi* récessif.

Sans toxine, donc sans destruction des cellules β , aucune cellule α ne se différencie en cellule β , que la souris soit homozygote WT ou *fi*, ou même si elle est hétérozygote WT//*fi*.

Par contre, après la destruction des cellules β , seules les souris ayant l'allèle *fi* reconstituent des cellules β à partir des cellules α , mais le taux de différenciation est plus important chez les souris homozygote *fi*//*fi* que chez les hétérozygotes WT//*fi*.

Ainsi, la protéine *Smo* joue un rôle dans cette différenciation. La présence d'une protéine *Smo* inactive permet la différenciation des cellules α en cellules β . Et cette différenciation se fait d'autant mieux que seule la protéine inactive est présente chez les homozygotes *fi*//*fi*.

Conclusion :

Une des causes du diabète de type 1 est la destruction des cellules β des îlots de Langerhans, et donc du déficit en insuline, l'hormone intervenant dans la régulation du taux de glucose sanguin. Cependant, chez la souris on observe parfois la guérison de ce diabète. Celle-ci est due à la régénération des cellules β à partir des cellules α des îlots de Langerhans. Les souris produisent alors l'insuline. Mais cette différenciation des cellules α en cellules β n'est possible que si le génome de ces souris contient l'allèle *fi* pour le gène *Smo* en 1 ou 2

exemplaires, et donc celles-ci produisent une protéine inactive. La protéine Smo active en grande quantité bloque cette différenciation.