

LA COMMANDE RÉFLEXE DES MUSCLES

Thème 3B : COMMUNICATION NERVEUSE ET MOUVEMENT

Le réflexe myotatique est la contraction involontaire d'un muscle, en réponse à son propre étirement. Il est impliqué dans le maintien de la posture.

LE CIRCUIT DU REFLEXE MYOTATIQUE = ARC REFLEXE

❖ Les récepteurs sensoriels du stimulus

► Les récepteurs sensoriels sont les **fuseaux neuromusculaires** situés au cœur des muscles. Ce sont de petites capsules contenant des **cellules (ou fibres) musculaires modifiées**, et entourées chacune d'une **fibre nerveuse**.

► Les fuseaux neuromusculaires sont sensibles à l'**étirement du muscle** dans lequel ils se trouvent : ils génèrent alors un **message nerveux**

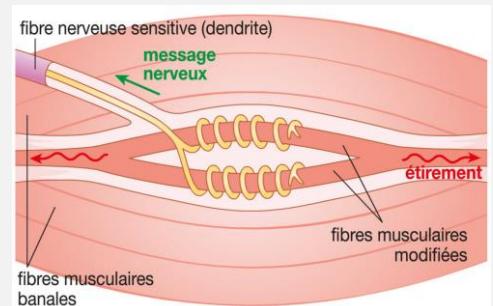
sensoriel (ou **afférent**) transmis par leurs fibres nerveuses vers le **système nerveux central** (la moelle épinière).

► L'étirement du muscle peut être déclenché **artificiellement** par le marteau du médecin qui percute le tendon du muscle (test du réflexe rotulien ou achilléen), ou **naturellement** au quotidien (déséquilibre, marche).

Réflexe :

Réponse motrice involontaire, stéréotypée, prévisible, en réponse à une stimulation (stimulus).

Fuseau neuromusculaire :



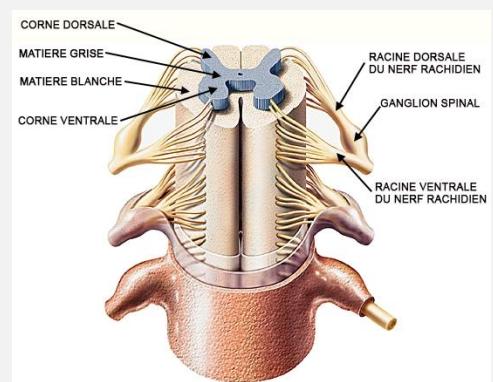
Afférent(e) :

De la périphérie vers le système nerveux central.

Inverse : **efférent (e)**.

Moelle épinière :

Organe qui, avec le cerveau, constitue le système nerveux central.



Synapse :

Connexion entre 2 neurones (synapse neuro-neuronique) ou entre un neurone et une fibre musculaire (synapse neuro-musculaire).

❖ Les voies nerveuses afférentes

► Les messages nerveux sensoriels, transmis du fuseau neuromusculaire vers la **moelle épinière**, se propagent le long de **neurones sensitifs** (ou **sensoriels** ou **afférents**) situés dans les nerfs rachidiens.

► Ils arrivent à la moelle épinière par la **racine dorsale** (située du côté du dos) du **nerf rachidien**.

► Les **corps cellulaires** des neurones afférents sont situés dans le **ganglion spinal** de la racine dorsale du nerf rachidien.

❖ Le centre nerveux du réflexe myotatique

► Les messages nerveux afférents stimulent les neurones situés dans la **moelle épinière**, le centre nerveux.

► La moelle épinière **traite** les messages reçus et élabore des messages nerveux **moteurs** (ou **efférents**).

► Chaque neurone sensoriel issu du fuseau neuromusculaire est connecté dans la moelle épinière à un neurone moteur (ou **motoneurone**) au niveau d'une **synapse neuro-neuronique**.

Le réflexe myotatique est donc **monosynaptique** (1 seule synapse).

❖ Les voies nerveuses efférentes

► En réponse aux messages nerveux sensoriels, la moelle épinière répond par des messages nerveux **moteurs** ou **efférents**.

► Le message moteur est transmis au muscle étiré par des **fibres nerveuses motrices** situées aussi dans le **nerf rachidien**.

► Les corps cellulaires de ces motoneurones sont situés dans la **corne ventrale** de la moelle épinière. Les fibres efférentes quittent la moelle épinière par la **racine ventrale** du nerf rachidien.

❖ Les organes effecteurs du réflexe myotatique

► Le **muscle** qui a été étiré est l'organe **effecteur** du réflexe myotatique : les fibres efférentes lui transmettent l'ordre de se contracter au niveau des **synapses (ou jonctions) neuro-musculaires**.

► En réponse à leur propre étirement, les fibres musculaires se contractent et se raccourcissent, provoquant ainsi le mouvement au niveau des **synapses (ou jonctions) neuro-musculaires**.

LES NEURONES ET LE MESSAGE NERVEUX

❖ Les caractéristiques d'un neurone

► Les neurones sont des cellules nerveuses spécialisées dans la genèse et la propagation de **messages nerveux**.

► Ils sont constitués d'un **corps cellulaire** comportant le noyau et 2 types de prolongements : les **dendrites**, courtes et nombreuses,

conduisent les messages nerveux arrivant d'autres neurones vers le corps cellulaire ; l'**axone** (ou **fibre nerveuse**), long et unique, propage

les messages nerveux créés par le corps cellulaire vers les **boutons synaptiques**.

❖ La nature électrique du message nerveux

► En l'absence de toute stimulation, il existe une **différence de potentiel** entre les 2 faces de la membrane plasmique d'un neurone : on dit qu'elle est **polarisée** car on observe une accumulation de **charges négatives** sur sa face **interne** et de charges **positives** sur sa face **externe**. Cette différence de potentiel transmembranaire, appelée **potentiel de repos**, est de **-70mV**.

► Une stimulation du neurone entraîne des variations brutales de la polarisation de sa membrane appelées **potentiels d'action (PA)**.

► Un PA correspond à un **brief** (1ms) pic de **dépolarisation** de la membrane (**+30mV**) suivie d'une repolarisation.

► Le PA répond à la loi du « **tout ou rien** » : seules les stimulations du corps cellulaire dépassant un certain seuil déclenchent la formation de PA au niveau de l'axone.

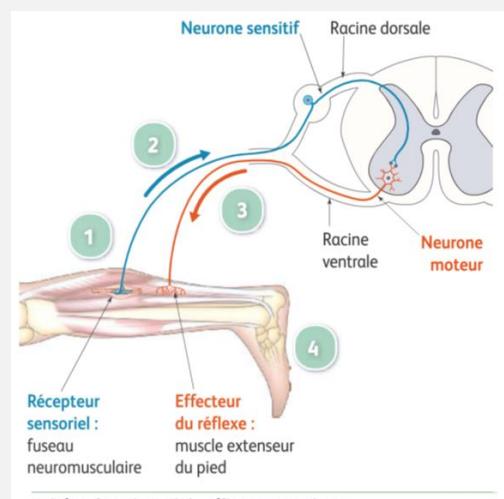
► Les PA ont **toujours les mêmes caractéristiques** (amplitude, forme, durée), et ils se propagent très vite (de 1 à 100 m/s) le long de l'axone, du corps cellulaire vers les boutons synaptiques.

❖ Le codage et la propagation des messages nerveux

► Sur une fibre nerveuse, le message nerveux correspond à un **train de PA** de même amplitude, mais dont la **fréquence** est proportionnelle à l'intensité du message.

► Un **nerf** est un ensemble de fibres nerveuses. La différence de potentiel enregistrée sur un nerf après une stimulation est appelée **potentiel global**.

L'arc réflexe myotatique :



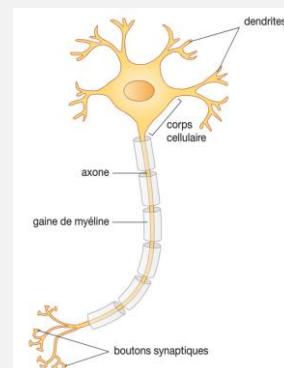
1- Stimulus: étirement du fuseau neuromusculaire

2- Message nerveux sensitif

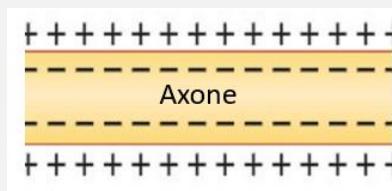
3- Message nerveux moteur

4- Réponse: contraction du muscle

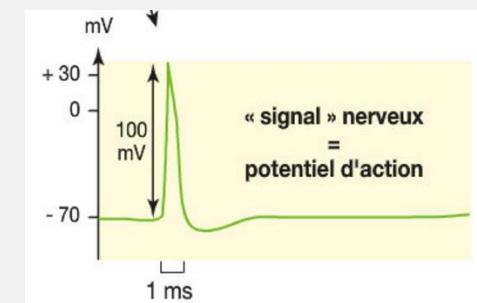
Neurone :



Potentiel de repos :



Potentiel d'action :



Son amplitude augmente avec l'intensité de la stimulation, en fonction du **nombre de fibres nerveuses sollicitées**.

LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE DU MESSAGE NERVEUX

❖ Les caractéristiques des synapses

- Une synapse est une zone de **jonction** qui permet le passage du message nerveux entre un neurone **présynaptique** et une cellule **postsynaptique** excitable (neurone ou cellule musculaire).
- L'espace entre les 2 cellules d'une synapse (=**fente synaptique**) est très faible (20 nm), ce qui leur permet de communiquer rapidement par le biais de messagers chimiques : les **neuromédiateurs**.

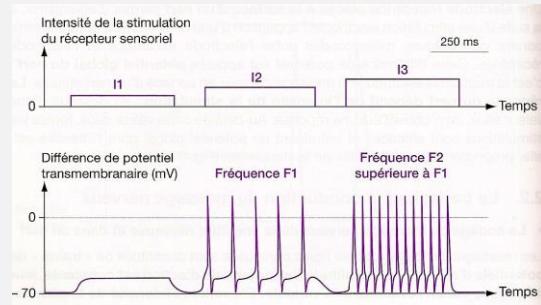
❖ Le fonctionnement des synapses

- Au niveau des terminaisons du neurone présynaptique arrive un message nerveux.
- Ce message provoque la libération par **exocytose** de neuromédiateurs dans la fente synaptique. La **quantité de neuromédiateurs** libérés est proportionnelle à la fréquence des PA du message nerveux. L'intensité du message nerveux est donc codée en **concentration de neuromédiateur**.
- Le neuromédiateur se fixe sur des **récepteurs** situés sur la membrane postsynaptique. Si la concentration est suffisante, il y a création de **PA postsynaptiques** (à l'origine d'un nouveau message nerveux ou de la contraction de fibres musculaires).
- Le neuromédiateur est ensuite immédiatement **dégradé** ou **capturé** par la terminaison présynaptique.

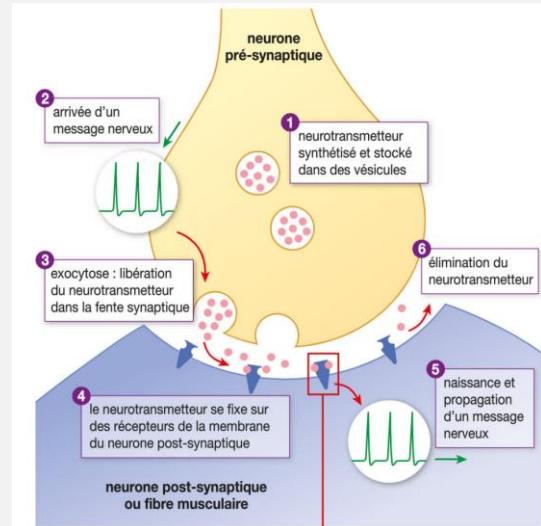
❖ Action de certaines substances pharmacologiques

- Certaines substances, naturelles ou de synthèse, peuvent perturber le fonctionnement des synapses et donc la communication nerveuse.
- Par exemple, le **curare** est un **antagoniste** de l'acétylcholine, qui se fixe sur les mêmes récepteurs, mais n'engendre pas de message nerveux. Il provoque un relâchement musculaire (effet myorelaxant).
- D'autres substances peuvent augmenter l'action du neuromédiateur, en prenant sa place (**agoniste** comme la nicotine), ou en accélérant sa dégradation dans la fente synaptique.

La fréquence des PA en fonction du stimulus :



La synapse :



Neuromédiateur :

Substance chimique permettant le transfert du message nerveux d'un neurone à une autre cellule excitable. Dans le cas de la synapse neuromusculaire, il s'agit de l'**acétylcholine**. Certains neuromédiateurs ont un effet inhibiteur et s'opposent à l'apparition de PA postsynaptiques.