

Chapitre 8 : Messages nerveux et motricité.

Introduction :

La motricité de l'organisme est permise par les contractions réflexes ou volontaires des différents muscles squelettiques. Mais ces contractions sont déclenchées et coordonnées par le système nerveux, lui-même constitué des centres nerveux centraux (cerveau, moelle épinière) et du système nerveux périphérique (nerfs, ganglions nerveux).

Les centres nerveux communiquent entre eux et avec les muscles grâce à l'émission, la propagation et la réception de messages de nature électrique : les messages nerveux. Ce sont notamment ces messages nerveux qui permettent le déclenchement des contractions musculaires.

Pb-Comment se propagent les messages nerveux ?

-Comment se déclenche un réflexe myotatique et quels sont les organes et structures impliqués ?

-Comment le cerveau construit-il un mouvement volontaire ?

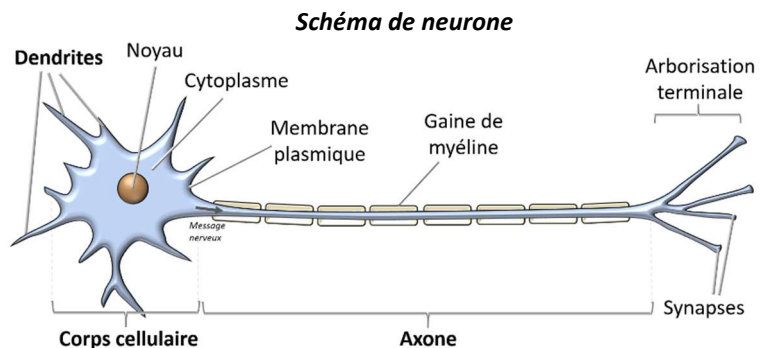
I/ Emission et propagation des messages nerveux.

A) Les neurones, des cellules spécialisées.

Les **neurones** sont des **cellules nerveuses** formées d'un **corps cellulaire** contenant le noyau et de **prolongements** parfois très longs (**dendrites**, **axone**). Ce sont les neurones qui conduisent le message nerveux. On distingue des **neurones sensitifs** qui conduisent les messages de la périphérie vers un centre nerveux, des **neurones moteurs** (ou **motoneurones**) qui conduisent les messages du centre nerveux vers un muscle.

Certains neurones sont entourés d'une **gaine de myéline** (neurones myélinisés).

On appelle « **synapse** » une zone de jonction entre deux neurones.



B) Nature et codage du message nerveux.

1) Le potentiel de repos.

Il existe une différence de potentiel (ddp) de -70 mV entre la face interne (<0) et la face externe (>0) d'une cellule. Cette ddp correspond au **potentiel de repos**. On dit que la membrane est polarisée. Cette propriété, commune à toutes les cellules, est valable en particulier pour les neurones.

2) Le potentiel d'action.

Un **potentiel d'action** (PA) est une **inversion transitoire de la polarisation membranaire**.

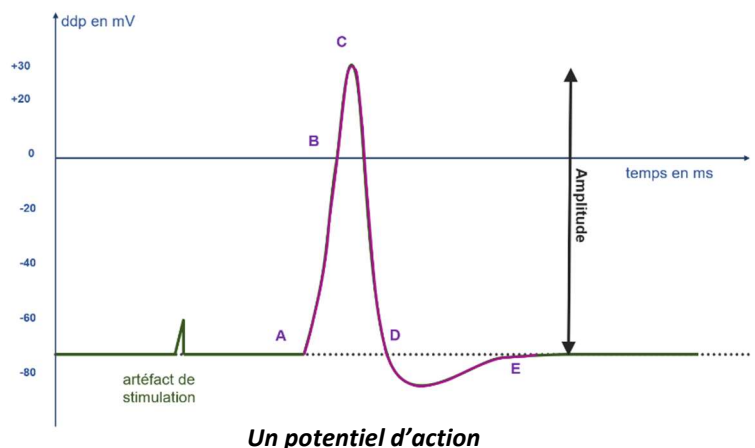
On peut provoquer son apparition en stimulant une fibre nerveuse à l'aide d'une électrode stimulatrice. On distingue plusieurs phases dans un PA :

- * Brusque dépolarisation de la membrane puis, à partir de B, inversion de la polarisation (face externe <0).

- * Repolarisation de la membrane

- * Légère hyperpolarisation puis retour au potentiel de repos.

L'amplitude du PA est toujours la même pour un neurone donné.



3) Lien entre PA et message nerveux.

Le PA est l'unité de base d'un message nerveux. Un message nerveux est constitué d'une **série** (= un « train ») de PA à une **fréquence** donnée. Le message nerveux se propage identique à lui-même, **sans atténuation**, le long du neurone (même amplitude des PA, même fréquence). La vitesse de propagation varie selon les neurones.

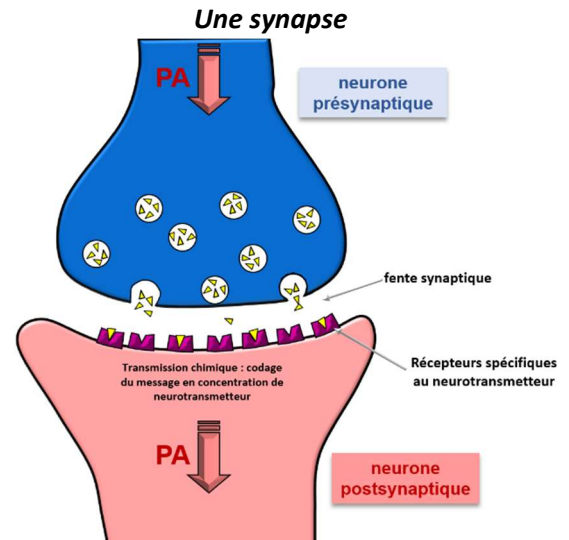
Le message nerveux est codé en « **modulation de fréquence** » : plus la fréquence des PA (= le nombre de PA par unité de temps) est forte, plus le message nerveux est important.

C) Transmission au niveau de la synapse.

Un message nerveux est transmis d'un neurone à d'autres neurones ou à des cellules musculaires par des **synapses**. La transmission synaptique est **lente** et **unidirectionnelle**. Le mécanisme de fonctionnement d'une synapse permet d'expliquer ces 2 caractéristiques.

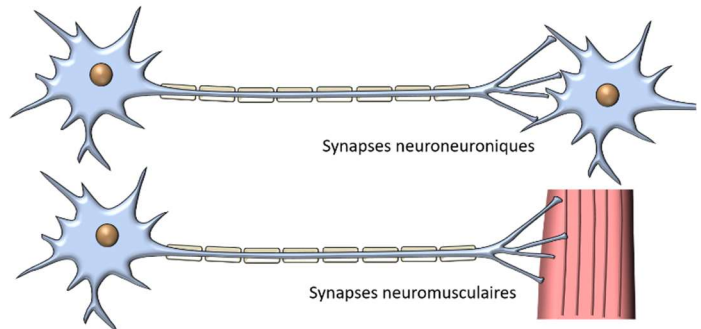
L'arrivée d'un PA à l'extrémité du **neurone présynaptique** déclenche successivement les étapes suivantes :

- Exocytose** des vésicules contenant un **neurotransmetteur** (NT). Le NT se retrouve alors dans la **fente synaptique**.
- Fixation** du neurotransmetteur sur des **récepteurs spécifiques** situés sur la membrane de la cellule postsynaptique.
- Modification de la polarisation** de la membrane de la cellule postsynaptique : cette modification pourra être responsable de la **formation d'un PA postsynaptique**.
- Recapture par endocytose** du NT ou des produits de sa dégradation. Le NT est ainsi recyclé.



Au niveau d'une synapse, le message nerveux présynaptique, codé en fréquence de PA est traduit en **message chimique** codé en **concentration** de neurotransmetteur. Les neurotransmetteurs varient selon les neurones (ex : acétylcholine, Gaba...).

La **synapse neuro-neuronique** qualifie une synapse entre deux neurones. Une **synapse neuromusculaire** ou « plaque motrice » qualifie une synapse entre un neurone et une cellule musculaire. Ces deux types de synapse fonctionnent à peu près de la même façon. Dans le cas de la synapse neuromusculaire, c'est le PA postsynaptique qui déclenche la contraction du muscle.



Certaines substances chimiques peuvent **prendre la place du neurotransmetteur** dans la synapse et ainsi perturber son fonctionnement. C'est le cas par exemple de certaines substances **myorelaxantes** utilisées notamment en chirurgie. Une trop forte dose de ce genre de substances peut entraîner la mort par paralysie.

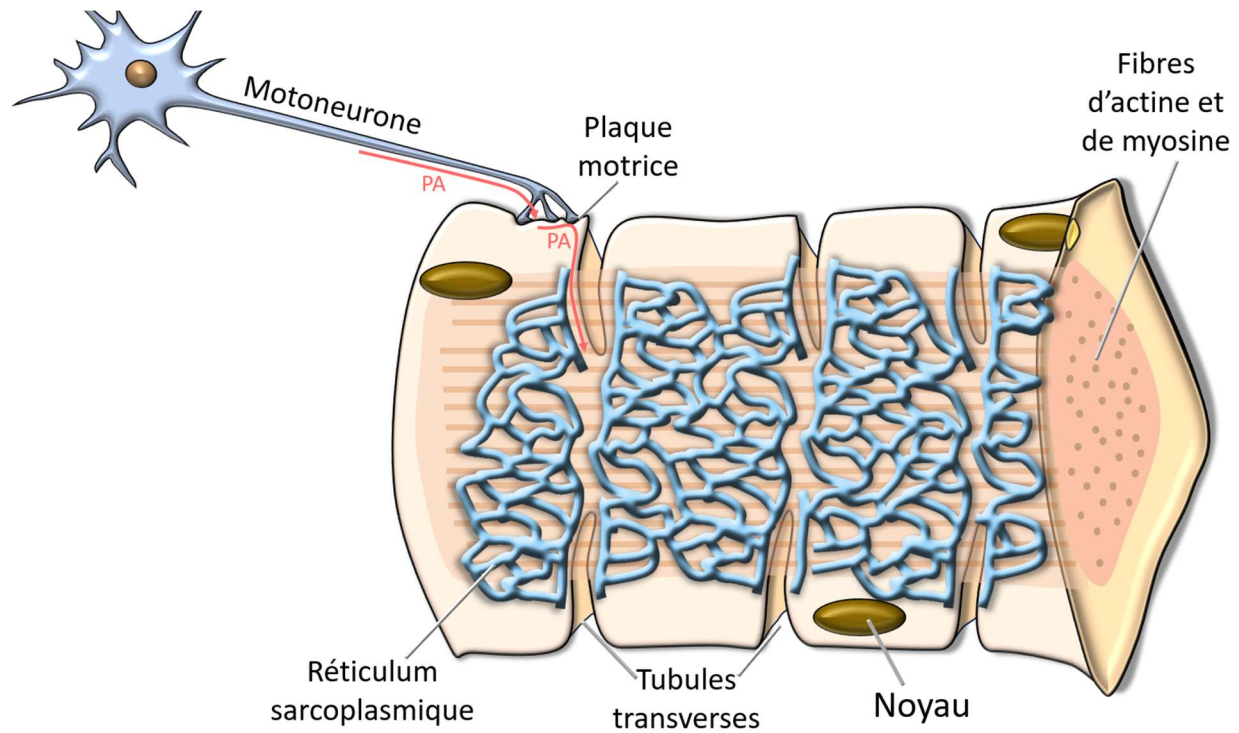
D) Déclenchement de la contraction musculaire par le PA.

La membrane d'une cellule musculaire présente des invaginations en forme de tubes (les **tubules transverses**). En outre, la fibre musculaire contient un organite particulier : le **réticulum sarcoplasmique**. Il s'agit d'un enchevêtrement de compartiments tubulaires formant un réseau. Ce réticulum sarcoplasmique contient du **calcium**. Sur la membrane du réticulum se trouvent des **canaux à calcium voltage dépendants** qui ne s'ouvrent que lorsqu'il y a dépolarisation de la membrane.

Ainsi, lorsque le PA se propage le long de la membrane, il se propage aussi le long de ces tubules, et pénètre ainsi au cœur de la fibre musculaire. Là, il va provoquer l'**ouverture des canaux à calcium** présents sur la membrane du réticulum sarcoplasmique, ce qui va permettre au calcium de sortir dans le cytosol.

Or, la présence de calcium permet la contraction musculaire en permettant l'interaction entre les têtes de myosine et les filaments d'actine.

Donc l'arrivée du PA permet le déclenchement de la contraction musculaire.



Architecture de la cellule musculaire et arrivée du PA