

Classe : TS

3^{ème} Partie : CORPS HUMAIN ET SANTE

Durée : 2 sem.

B= Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

CHAP. 9 : LE REFLEXE MYOTATIQUE, UN EXEMPLE DE COMMANDE REFLEXE DU MUSCLE CONNAISSANCES

ATTENTION : ENCADRE ROUGE = BILANS A SAVOIR ABSOLUMENT + VOCABULAIRE A MAITRISER EN ORANGE

Pb. Scientifique général du CHAP. 9 :

Comment les réflexes myotatiques commandent-ils la contraction de certains muscles ?

- CHAPITRE 9 - LE REFLEXE MYOTATIQUE, UN EXEMPLE DE COMMANDE REFLEXE DU MUSCLE

ACQUIS A MOBILISER : (VOIR FICHE)

Rappel des acquis de 4^{ème} :

Le **système nerveux** est un ensemble de **neurones**, **nerfs**, **centres nerveux** qui génèrent, conduisent et transmettent des messages de nature électrique

La **commande du mouvement** est assurée par ce système nerveux qui met en relation les organes sensoriels et les muscles.

Le mouvement peut répondre à une stimulation extérieure reçue par un **organe sensoriel** (ex : l'oeil), qui envoie un **message nerveux sensitif** aux centres nerveux (ex : l'encéphale) via les nerfs sensitifs.

Le **centre nerveux** élabore un **message nerveux moteur** transmis aux **muscles**, **organes effecteurs** par les nerfs moteurs.

L'**encéphale** et la **moelle épinière** sont des **centres nerveux** : ils reçoivent les messages nerveux sensoriels transmis par les voies nerveuses sensitives et transmettent les messages nerveux moteurs par les voies nerveuses motrices (ou effectrices).

Rappel des acquis de 1^{ère} S :

Un **centre nerveux** est constitué de très nombreux neurones* connectés entre eux.

Perception de l'environnement et commande du mouvement mettent en jeu des communications au sein d'un **réseau de neurones** qui permettent la transmission des **messages nerveux**.

Neurone* : cellule de l'organisme spécialisée dans la genèse et la propagation des messages nerveux, qui comprend un corps cellulaire, des fibres nerveuses (dendrites et axone).

Ces communications peuvent être perturbées par des drogues qui interfèrent avec l'action des neurotransmetteurs. Comme toute région du cortex, le cortex visuel est organisé en plusieurs régions appelées aires corticales visuelles, ayant chacune une fonction spécifique (perception de la couleur, des formes, du mouvement, etc...).

La **perception visuelle** repose sur la collaboration fonctionnelle de ces aires. L'expérience visuelle individuelle peut induire des réarrangements structuraux et fonctionnels au sein du réseau neuronal constituant le cortex visuel ; c'est le phénomène de plasticité cérébrale.

La **plasticité cérébrale** est donc la capacité d'adaptation anatomique et fonctionnelle du cerveau en fonction des expériences vécues par l'individu.

Introduction :

Chacun connaît le test couramment pratiqué par les médecins qui consiste à **percuter légèrement un tendon** avec un marteau à réflexes, provoquant en réponse une contraction musculaire.

Ce réflexe, appelé **réflexe myotatique**, permet en effet d'apprécier le fonctionnement du **système neuromusculaire**.

Pb. Scientifique : Comment les réflexes myotatiques commandent-ils la contraction de certains muscles ?

I- Les caractéristiques du réflexe myotatique

A chaque instant de la vie d'un individu, de nombreux réflexes sont mis en jeu. Parmi eux, les réflexes myotatiques.

TP 10 : ENREGISTREMENT D'UN REFLEXE MYOTATIQUE ET CONSTRUCTION D'UN ARC REFLEXE (LOGICIEL EXAO ATELIER SCIENTIFIQUE)

A- Enregistrer un réflexe myotatique

• **ACTIVITE 1 : UN EXEMPLE DE REPOSE REFLEXE**

Objectif : - Mettre en évidence les éléments de l'arc-réflexe à partir de matériels variés (enregistrements, logiciels de simulation).

En cas de section accidentelle de la moelle épinière, une paralysie survient :

Tous les réflexes et mouvements volontaires de la partie du corps située en dessous de la section disparaissent.

REFLEXE : réponse à une stimulation inconsciente, automatique = réflexe inné

Le réflexe myotatique se définit comme la contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement. Ce type de réflexe est omniprésent dans la posture de l'organisme, c'est lui qui permet le maintien du squelette dans la position verticale. Le **réflexe rotulien** (rotule du genou) ou **achilléen (tendon d'Achille)** utilisés par les médecins pour vérifier l'état du système nerveux sont 2 exemples de réflexes myotatiques.

<http://back.ac-rennes.fr/pedagogie/svt/applic/refmyo/activ-musc.htm>

video réflexe médecin =

<http://www.youtube.com/watch?v=BEQ6BbLLucA>

On appelle **réflexe myotatique** la **contraction réflexe, involontaire, d'un muscle** déclenchée par un stimulus qui est son **propre étirement**.

- Par exemple, en percutant légèrement *le tendon rotulien*, on déclenche une brusque contraction du muscle rattaché à ce tendon et situé à la face antérieure de la cuisse (muscle extenseur de la jambe).
- Il en va de même de la percussion du *tendon d'Achille*, qui déclenche la contraction du muscle du mollet et l'extension du pied.

De tels réflexes ont pour intérêt de maintenir un **tonus musculaire** permanent et interviennent dans le maintien de la posture.

C'est un outil-diagnostic fréquemment utilisé par les médecins pour vérifier le bon fonctionnement du système neuromusculaire. Ces contrôles permettent en effet de déceler certaines lésions nerveuses.

À l'aide d'électrodes réceptrices placées à la surface de la peau, **il est possible d'enregistrer de très faibles variations de potentiels électriques engendrés par une contraction musculaire**.

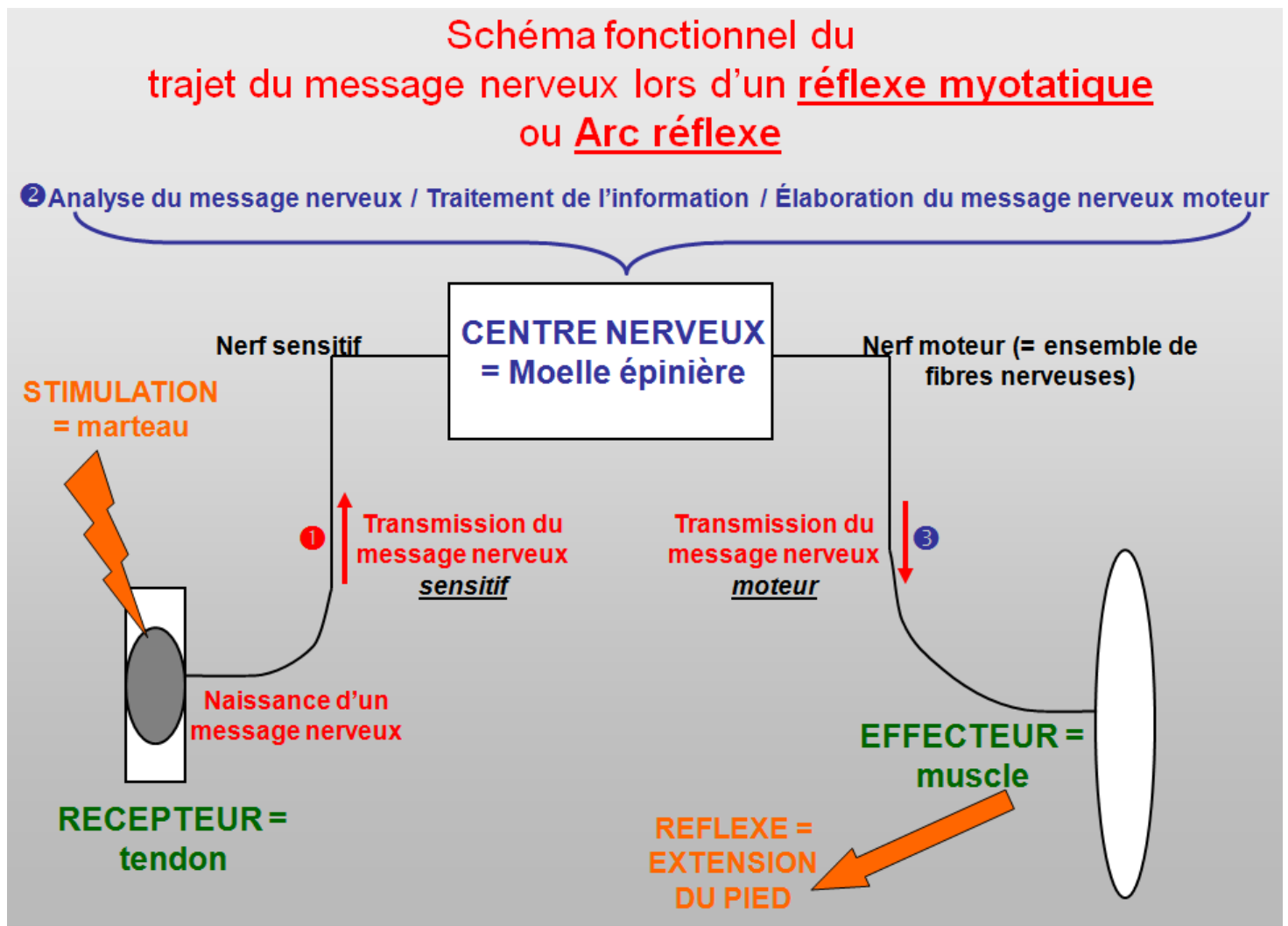
Cette étude expérimentale permet de dégager **les caractéristiques de la réponse réflexe** : elle est **rapide, involontaire** mais son **intensité est variable**. Elle dépend de la force du choc (stimulus) mais aussi de l'état du sujet : les réflexes peuvent être exacerbés (contraction importante même si le stimulus est de faible intensité) ou au contraire amoindris, voire anormalement absents.

B- Le circuit nerveux du réflexe myotatique

➤ Voir schéma ci-dessous

Une investigation méthodique permet d'établir le circuit nerveux du réflexe myotatique. Interviennent ainsi successivement :

- **des récepteurs sensoriels** (les fuseaux neuromusculaires), situés dans le muscle et le tendon, qui émettent un message nerveux lorsqu'ils sont stimulés par l'étirement provoqué par le choc ;
- **des fibres nerveuses sensitives** (situées dans un nerf rachidien) qui conduisent le message nerveux afférent (sensitif) vers les centres nerveux ;
- **un centre nerveux** (la moelle épinière) qui traite les informations reçues et élabore le message nerveux moteur ;
- **des fibres nerveuses motrices** (situées elles aussi dans le nerf rachidien) qui conduisent le message efférent (moteur) ;
- **un organe effecteur**, le muscle, dont les fibres reçoivent le message nerveux moteur et, en se contractant, produisent la réponse réflexe.



Pb. Scientifiques :

- Quelles sont les voies empruntées par les messages nerveux sensoriels et moteurs lors d'un réflexe myotatique ?
- Comment est organisé le réseau de neurones du réflexe myotatique ?

C- Les voies nerveuses du réflexe myotatique

La réalisation du réflexe myotatique implique des structures nerveuses, nerfs et centres nerveux (moelle épinière), qui, à l'échelle cellulaire, sont constituées de cellules spécialisées, **les neurones**.

TP 11 : LES VOIES NERVEUSES D'UN REFLEXE MYOTATIQUE (TP MICROSCOPE – COUPES HISTOLOGIQUES)

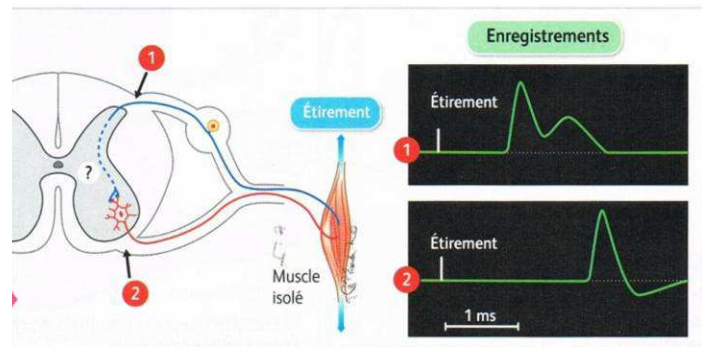
• ACTIVITE 2 : LES NEURONES IMPLIQUES DANS LE REFLEXE MYOTATIQUE

Objectifs : - Observer et comparer des lames histologiques de fibre et de nerf.

- Construction d'un schéma de l'arc réflexe comprenant les structures histologiques, la synapse interneuronique et la plaque motrice (synapse neuromusculaire).

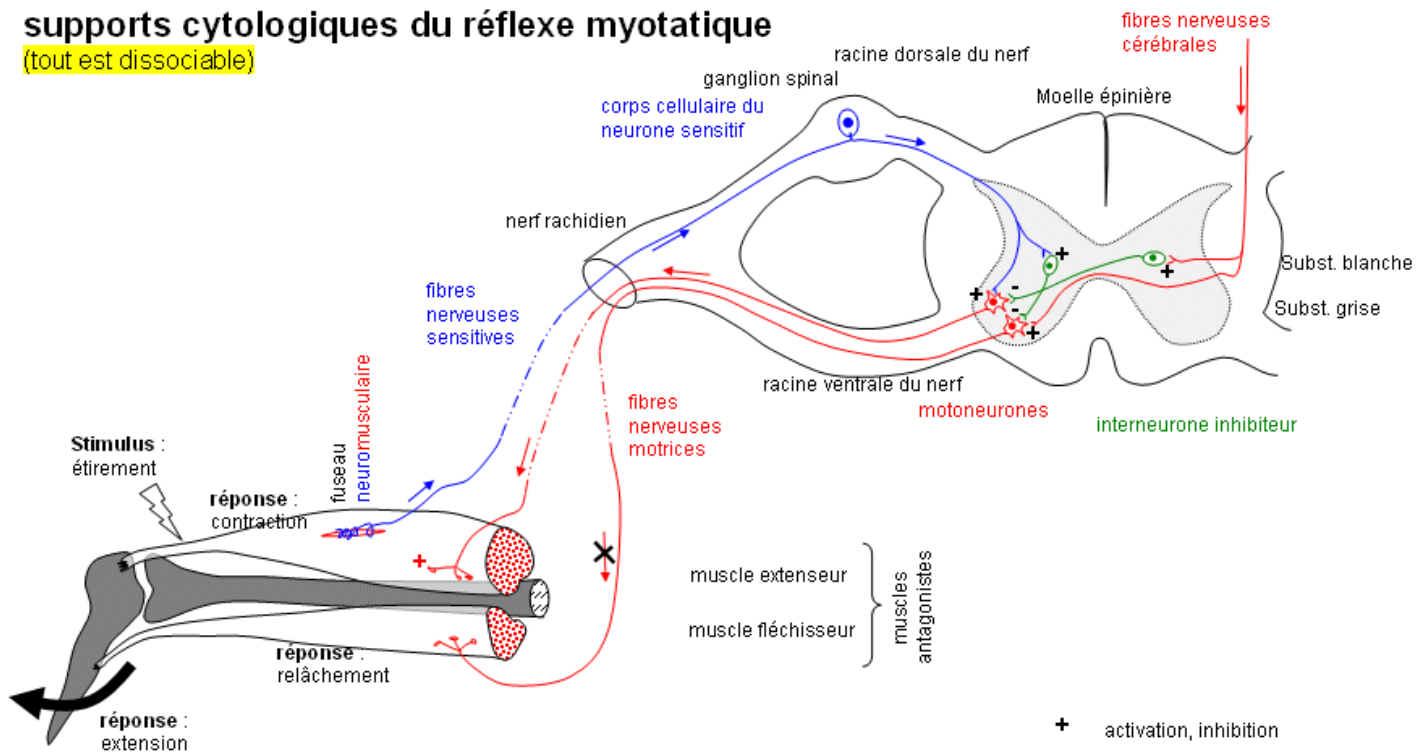
Deux types de neurones interviennent successivement au cours du réflexe myotatique :

- les **neurones** afférents, ou **sensitifs**,
- et les neurones efférents ou **neurones moteurs** (aussi appelés motoneurones).



supports cytotologiques du réflexe myotatique

(tout est dissociable)



Un **neurone sensitif** relie directement un fuseau neuromusculaire à la moelle épinière. Le corps cellulaire de ce neurone (neurone en T) est situé dans un ganglion rachidien : la fibre nerveuse conduisant le message nerveux jusqu'au corps cellulaire est un prolongement cytoplasmique de ce neurone, appelé **dendrite**. Du corps cellulaire, un court **axone** gagne la substance grise de la moelle épinière par la racine dorsale du nerf rachidien.

Un **neurone moteur, ou motoneurone**, possède un corps cellulaire situé dans la partie antérieure de la substance grise de la moelle épinière. Son axone, très long, emprunte la racine ventrale du nerf rachidien et constitue une fibre nerveuse efférente conduisant le message nerveux moteur jusqu'aux fibres musculaires.

Dans la moelle épinière, il existe donc une **connexion entre le neurone sensitif et le neurone moteur** : c'est ce que l'on appelle une **synapse**. Le réflexe myotatique est qualifié de **monosynaptique** car il n'existe qu'une seule synapse sur le trajet suivi par le message nerveux.

BILAN

Le réflexe myotatique est un réflexe **monosynaptique**. Il met en jeu différents éléments qui constituent **l'arc-réflexe**.

Pb. Scientifiques :

- *Quelle est la nature d'un message nerveux ? Comment se propage-t-il le long d'un neurone ?*

II- Nature et transmission du message nerveux

A- La nature du message nerveux

L'étude de l'activité d'une fibre nerveuse peut être réalisée à l'aide d'électrodes très fines (microélectrodes) que l'on implante à l'intérieur de la fibre.

Il existe une **différence de potentiel entre la face externe de la membrane plasmique du neurone et le cytoplasme** : la **membrane plasmique** est donc **polarisée**.

Cette **différence de potentiel** est appelée **POTENTIEL DE MEMBRANE**. Au repos, sans stimulation, le potentiel de membrane vaut environ **-70mv** et constitue le **POTENTIEL DE REPOS**.

Lorsqu'on **stimule la fibre**, une **inversion brusque et transitoire du potentiel de membrane** apparaît ; c'est le **POTENTIEL D'ACTION**. Celui-ci est constitué d'une brusque **dépolarisation** prolongée par une polarisation inverse. Le retour au potentiel de repos est précédé par une phase de **repolarisation** suivie d'une hyperpolarisation transitoire.

TP 12 : LES CARACTERISTIQUES ET LA NATURE DU MESSAGE NERVEUX (TP LOGICIEL NERF)

• ACTIVITE 3 : LES CARACTERISTIQUES DU POTENTIEL D'ACTION

Objectifs : - Caractéristiques fonctionnelles du neurone (potentiels de repos et d'action).

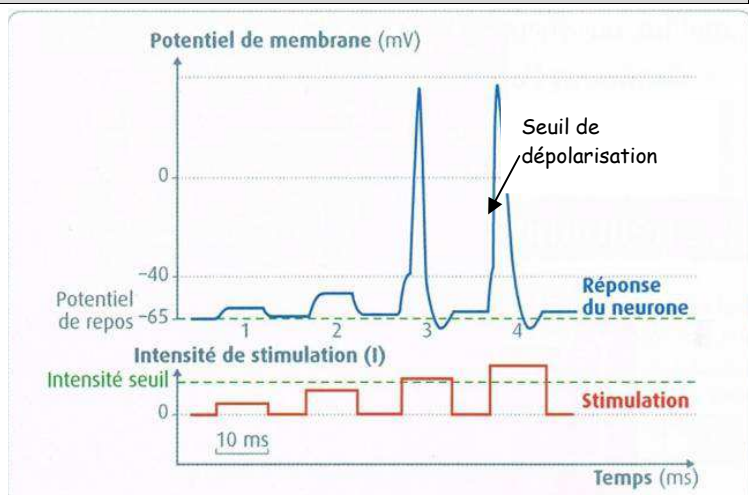
- Codage électrique en fréquence

Les caractéristiques du PA :

- Conditions d'obtention :

Le PA n'est observé que si l'intensité de stimulation du neurone dépasse une **valeur seuil (=seuil de stimulation)**. Au-delà de cette valeur, le PA conserve toujours les mêmes caractéristiques (amplitude et durée): **le PA obéit à la loi du tout ou rien**.

Doc : Enregistrement du potentiel de membrane d'un → neurone isolé suite à des stimulations d'intensité croissante



- Propagation du PA

Le PA est propagé de façon non décrementielle, c'est-à-dire que son amplitude ne diminue pas quand la distance séparant la stimulation de la réception augmente.

La vitesse de propagation est de l'ordre de 10 à 100m/s pour les fibres les plus rapides (fibres myeliniques).

- Codage du message nerveux.

La stimulation d'un neurone au-delà de la valeur seuil induit l'émission d'une succession (= train) de PA dont la fréquence est proportionnelle à l'intensité de la stimulation. Le message nerveux est codé en fréquence de potentiels d'action.

BILAN

Le message nerveux est donc constitué d'un train de signaux de nature **électrique**, les **potentiels d'action**, qui se propage le long **de l'axone** vers **les terminaisons synaptiques**. Il est codé **en fréquence de PA**.

Pb. Scientifique : Comment l'arrivée d'un message nerveux dans une synapse neuromusculaire induit-elle la contraction musculaire ?

B- La propagation du message nerveux du neurone au muscle

• ACTIVITE 4 : LA TRANSMISSION DU MESSAGE NERVEUX

Objectifs : - Codage chimique en concentration

- Recenser, extraire et exploiter des informations, afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique

Dans le circuit neuronique du réflexe myotatique, il existe 2 types de synapses : une synapse entre deux neurones (synapse neuro-neuronique) et une synapse entre l'axone du neurone moteur et une fibre musculaire (synapse neuromusculaire ou plaque motrice).

Toute **synapse** est constituée de **trois éléments** :

- **L'élément présynaptique** (terminaison axonique) comportant des **vésicules synaptiques** contenant des **neurotransmetteurs** (= neuromédiateurs). L'**acétylcholine** est le **neurotransmetteur** de toutes les **synapses neuromusculaires**.
- **La fente synaptique** (=espace synaptique) de 20 à 50 nm . Elle empêche la propagation du PA. En effet, le PA étant une dépolarisation membranaire a besoin de la membrane pour se propager et ne peut donc pas traverser la fente.
- **L'élément postsynaptique** dont la membrane apparaît souvent épaissie, ce que l'on met en relation avec la présence de **récepteurs spécifiques des neurotransmetteurs**.

Les étapes de la transmission du message nerveux au niveau de la synapse neuromusculaire

La transmission du message nerveux d'une cellule nerveuse à une cellule musculaire se déroule en plusieurs étapes :

1. L'arrivée du message nerveux (train de PA) au niveau de la terminaison axonique (bouton (pré)synaptique) provoque :
2. La migration des vésicules synaptiques et leur exocytose (fusion des vésicules avec la membrane présynaptique et libération de leur contenu).
3. Les molécules d'acétylcholine (= neurotransmetteurs) libérés dans la fente synaptique se fixent sur des récepteurs spécifiques présents sur la membrane de l'élément postsynaptique.
4. Ces associations neurotransmetteur/récepteur postsynaptique provoquent la naissance de PA musculaire au niveau de l'élément postsynaptique (= fibre musculaire)
5. Les molécules d'acétylcholine sont ensuite dégradées dans la fente synaptique par une enzyme. La choline issue de cette dégradation est rapidement transférée dans le bouton présynaptique.

Remarques :

- Le fonctionnement d'une synapse neuro neuronique est peu différent de celui d'une synapse neuromusculaire. Dans le réflexe myotatique, le neurotransmetteur est aussi l'acétylcholine, mais il en existe d'autres (ex : dopamine, sérotinine, etc.) dans l'encéphale.
- Pour les neurotransmetteurs autres que l'acétylcholine, il n'y a pas dégradation enzymatique, mais recapture par le bouton synaptique.

BILAN

Le **message nerveux moteur** *présynaptique* codé en **fréquence de PA** est traduit, au *niveau de la synapse*, en un **message chimique** codé en **concentration de neurotransmetteurs**.

Ce message est à nouveau traduit *dans l'élément postsynaptique* par un message, de nature électrique codée en **fréquence de PA**.

Du fait de la structure d'une synapse, la transmission du message nerveux est **unidirectionnelle**.

La commande de la contraction met en jeu le fonctionnement de la **synapse neuromusculaire**.

• ACTIVITE 5 : LA TRANSMISSION DU MESSAGE NERVEUX AU MUSCLE

Objectif : Interpréter les effets de substances pharmacologiques sur le fonctionnement de synapses chimiques.

Les effets des substances pharmacologiques (Livre p. 337 – Doc. 4 et 5)

Le fonctionnement synaptique s'effectuant en plusieurs étapes, certaines substances naturelles ou de synthèse sont susceptibles de perturber le fonctionnement synaptique.

BILAN

3B1 le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

Éléments impliqués dans l'arc réflexe du réflexe myotatique

