

5B. CORPS HUMAIN ET SANTE.

Le REFLEXE MYOTATIQUE

Activités pratiques Ex.A.O.



Une commande réflexe des muscles...

Connaissances	Capacités et attitudes
<p>Le réflexe myotatique sert d'outil diagnostique pour apprécier l'intégrité du système neuromusculaire : par un choc léger sur un tendon, on provoque la contraction du muscle étiré (exemple du réflexe rotulien ou achilléen).</p> <p>Le réflexe myotatique est un réflexe monosynaptique. Il met en jeu différents éléments qui constituent l'arc-réflexe.</p> <p>La réponse réflexe repose sur la transmission d'un message nerveux depuis le récepteur sensoriel jusqu'à la moelle épinière et, en retour, de la moelle jusqu'au muscle. Le neurone moteur conduit un message nerveux codé en fréquence de potentiels d'actions. La commande de la contraction met en jeu le fonctionnement de la synapse neuromusculaire</p>	<ul style="list-style-type: none">- Mettre en évidence les éléments de l'arc-réflexe à partir de matériels variés (enregistrements, logiciels de simulation).- Observer et comparer des lames histologiques de fibre et de nerf. Observer des lames histologiques pour comprendre l'organisation de la moelle épinière

A. Objectifs pédagogiques

A tout instant, nous devons garder notre équilibre malgré des postures différentes. Pour cela, notre organisme répond en permanence à des informations en provenance de l'environnement mais aussi de l'intérieur de notre corps.

D'autre part, quelques ms suffisent pour déclencher un réflexe lorsqu'on frappe le tendon d'Achille par exemple, ce qui pourrait suggérer une réponse autonome du muscle en réponse à son propre étirement, constituant ainsi un « réflexe myotatique ».

Comme pour l'ECG, à chaque contraction musculaire, un courant électrique est créé et part en tous sens dans les divers tissus y compris la peau. C'est encore grâce à cette propriété qu'il est possible d'avoir accès au fonctionnement cardiaque par l'E.M.G. (Electro-Myo-Graphie). Le tracé obtenu est un Electro- Myo -Gramme qui permet de connaître l'état de fonctionnement d'un muscle et d'observer si celui-ci est en bon état ou si l'on décèle certaines pathologies nerveuses ou musculaires.

Il s'agit ici de présenter un comportement qui servira à l'étude des propriétés intégratrices des centres nerveux ainsi que les circuits neuroniques médullaires mobilisés.

L'abolition ou la diminution d'un réflexe est parfois l'indice d'une lésion nerveuse (d'un nerf sciatique par exemple), tandis que, l'exagération de la réponse réflexe (spasticité) traduit généralement une levée d'inhibition par les centres nerveux supérieurs.

Une approche expérimentale du réflexe myotatique permettra donc non seulement de déterminer les caractéristiques de la réponse réflexe mais également de comprendre l'intérêt de ce test couramment pratiqué. Cette étude sera également prétexte à un approfondissement des mécanismes de communication nerveuse, cf TP 6 suivant.

B. Expérimentation assistée par ordinateur

TP Ex.A.O. Activité 5B : enregistrement de l'activité électrique des muscles.



Pistes d'exploitation

L'activité réflexe peut être étudiée à partir du réflexe rotulien ou achilléen.

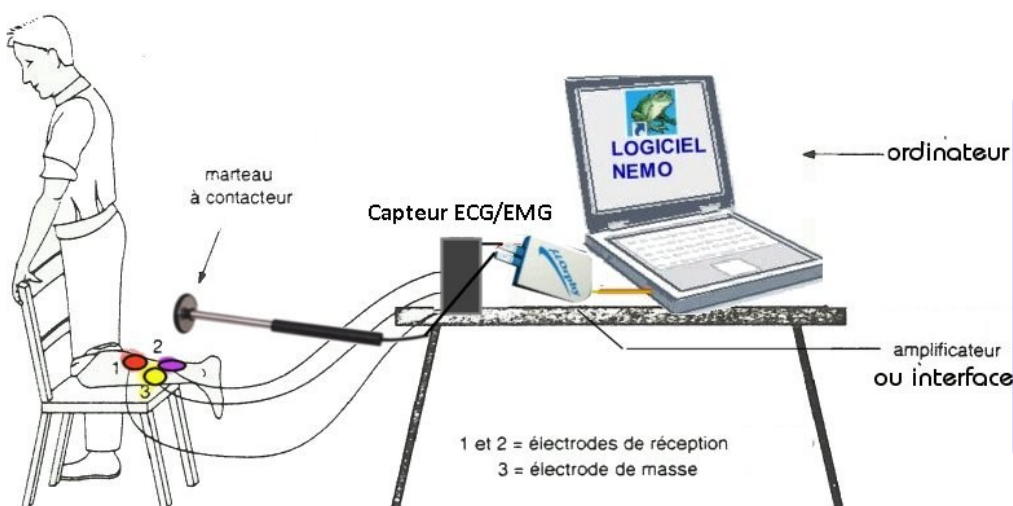
➤ Support d'étude, le réflexe achilléen :

A partir de la réalisation du réflexe achilléen et d'observations cliniques, on peut construire la « boucle réflexe » :

- * Le marteau représente le « stimulus » : l'étirement d'un muscle après un choc sur son tendon.
- * La réponse du pied celle du muscle concerné par ce stimulus.

La définition du réflexe myotatique peut être mise en place : c'est la *réponse du muscle à son propre étirement*.

Les structures impliquées dans ce réflexe seront mises en évidence par des analyses expérimentales (voir exercices complémentaires en C) et par des observations microscopiques complémentaires : lames de nerf dilacéré, coupe de ganglions de racine dorsale de nerf rachidien avec les corps cellulaires des neurones sensitifs et moelle épinière avec corps cellulaires des motoneurones dans la corne antérieure par exemple.

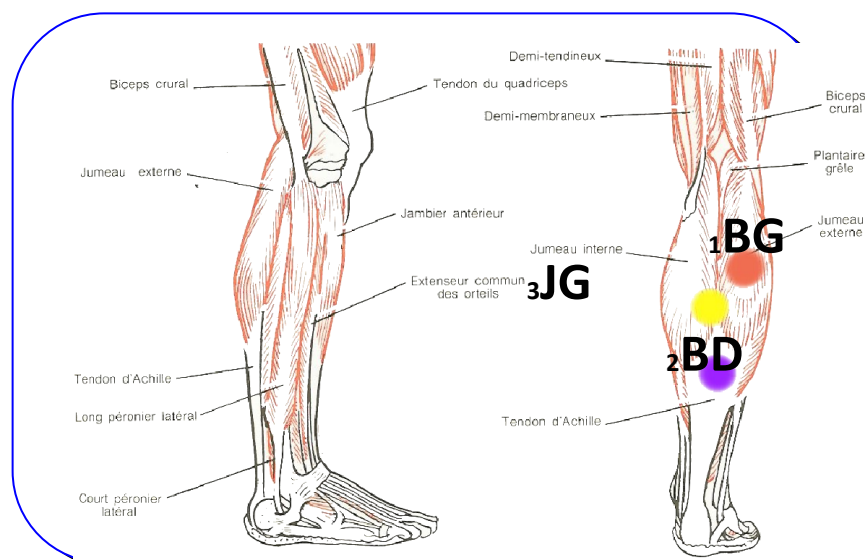


Ex. de données clinique :

- * Une dégénérescence de certaines structures sensorielles incluses dans le tissu musculaire (**fuseau neuro-musculaire**) observée chez certains malades, s'accompagne d'une absence de réflexe lorsqu'on frappe le tendon d'Achille. Cependant, la motricité volontaire du pied n'est pas abolie.

Afin d'enregistrer les courants électriques créés, trois électrodes seront placées sur les muscles du mollet (jumeaux ou soléaire en général), comme indiqué dans le schéma ci-contre.

Note : Lancez le logiciel « Nemo » APRES avoir effectué tous les branchements.



Enregistrement des manifestations électriques au niveau du muscle en mouvement:

On réalise le montage précédant, pour enregistrer la contraction des muscles du mollet au cours du réflexe myotatique achilléen.



- La durée de l'enregistrement est ajustée à 5 sec.
- Le cobaye effectue alors un mouvement « talon-pointe » en continu pendant ce temps et les résultats sont enregistrés.

1. Enregistrement des manifestations électriques au niveau du muscle lors du réflexe myotatique :

On réalise le même montage précédant, pour enregistrer la contraction des muscles du mollet cette fois au cours du réflexe myotatique achilléen.

- Le genou et la jambe sont posés sur une chaise munie d'un coussin.
- La durée de l'enregistrement est ajustée à 10 msec
- Puis on applique une secousse sèche sur le tendon d'Achille et on enregistre les résultats.

2. Enregistrement des manifestations électriques au niveau des deux muscles en jeu :

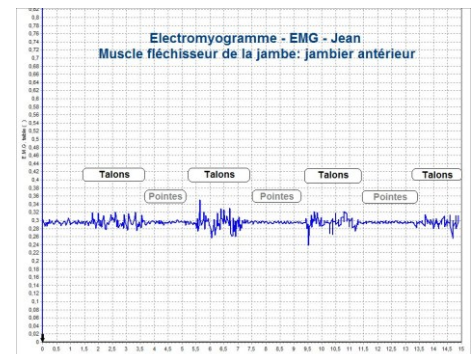
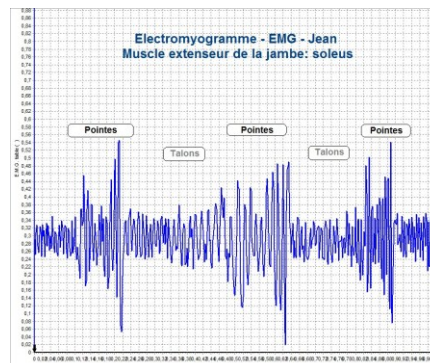
Lorsque l'on possède deux capteurs récepteurs ECG/EMG, on peut relier les électrodes du second capteur aux muscles antérieurs de la jambe, on obtient ainsi la réponse des deux muscles en jeu dans le mouvement. En effet, chaque segment du corps est mis en mouvement par un couple de muscles dont les effets sont inverses : ces muscles sont dits **ANTAGONISTES**.

On peut ainsi montrer l'antagonisme de ces deux muscles tant au niveau de l'électromyogramme que du réflexe myotatique. Ce réflexe « **polysynaptique** » n'est pas au programme en TS actuellement.

Par exemple, les muscles extenseurs du pied (muscles du mollet impliqués dans le réflexe myotatique) forment un tel couple avec les muscles fléchisseurs du pied ou jambier antérieur.

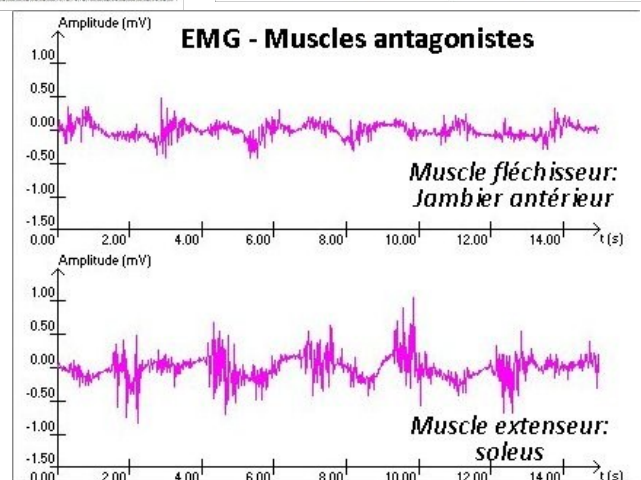
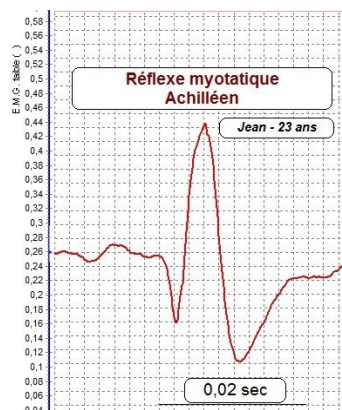
Résultats attendus :

EMG, électromyogrammes simples:



EMG, électromyogramme avec muscles antagonistes:

Réflexe monosynaptique :



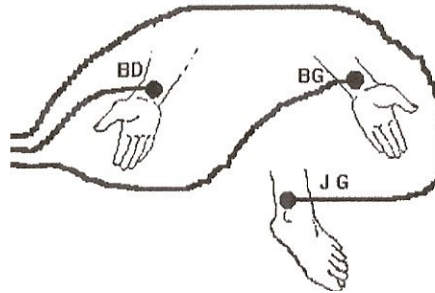
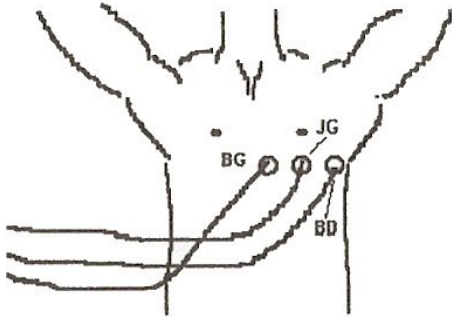
PROTOCOLES DES MANIPULATIONS



PREPARATION DU « COBAYE »

Pas de préparation particulière si ce n'est le nettoyage de la peau avec un coton légèrement imbibé d'alcool avant de poser les patches autocollants. Choisir un cobaye de préférence, avec peu de poils afin de permettre une meilleure adhérence des patches et éviter les vêtements synthétiques lors des mouvements (électricité statique).

POSITION DES PATCHS AVEC CARDIO :



MESURE PLUS EFFICACE
Avec un sujet en MOUVEMENT

autre possibilité * positionner l'électrode de la cheville sur l'os de la maléole interne améliore parfois le contact électrique.

POSITION DES PATCHS AVEC EMG OU REFMYO:

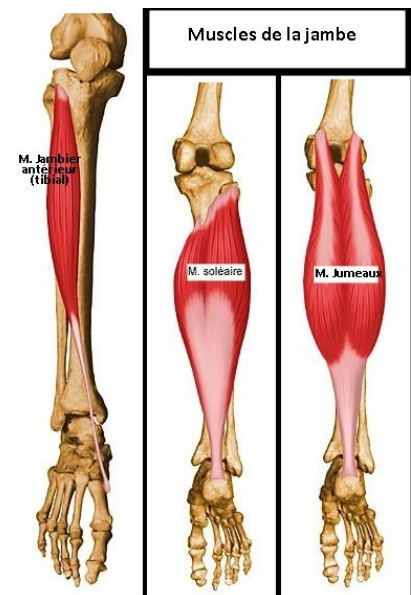
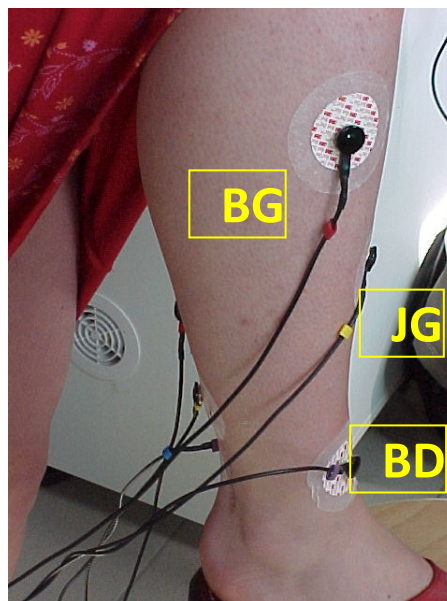
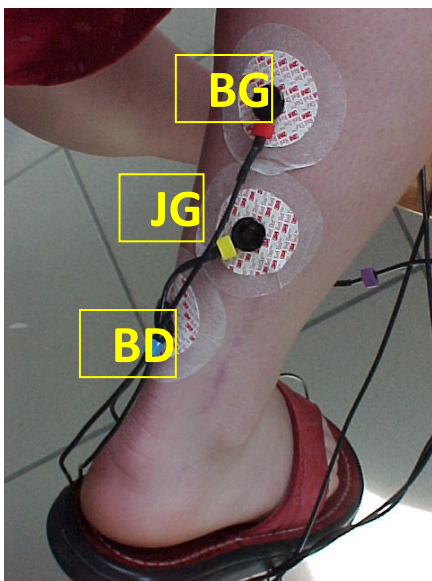
Sur la jambe postérieure (*jumeaux ou soléaire*) **Sur la jambe antérieure** (*tibial*)

Pour le réflexe monosynaptique
avec

Pour le réflexe polysynaptique



muscle antagoniste



ATTENTION EN OTANT LES ELECTRODES DE SURFACE, débrancher les pressions sans tirer sur le fil... RISQUE DE RUPTURE !!

Activité 5B : une commande réflexe des muscles.

Exercice type 2 B : circuits neuroniques impliqués dans un arc réflexe.

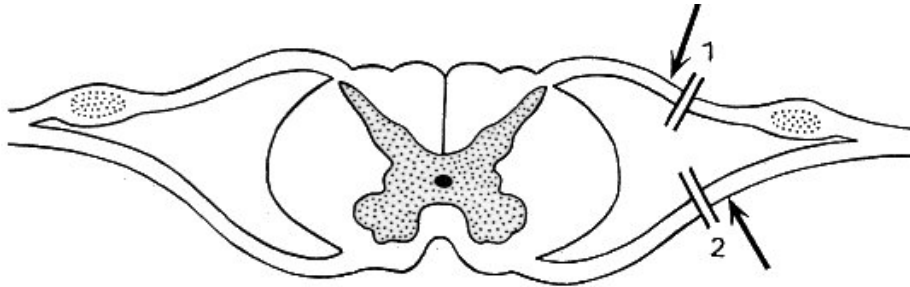


Des expériences de sections ont été réalisées afin de compléter l'étude ExAO, leur analyse permettant d'aborder le réflexe en terme de circuit neuronique, en précisant alors le rôle de la moelle épinière et d'effectuer une synthèse schématisée du réflexe myotatique monosynaptique.

1. EXPERIENCES DE MAGENDIE (1822)

Tout nerf rachidien étant relié à la moelle par deux racines, l'une, postérieure ou dorsale, portant un ganglion spinal et l'autre antérieure ou ventrale, dépourvue de ganglions, Magendie a montré que, sur des animaux, la section des racines postérieures entraîne l'*anesthésie* d'un certain territoire cutané, tandis que la section des racines antérieures provoque la *paralysie* d'un certain groupe musculaire.

Ces résultats d'expérience peuvent être confirmés par des expériences d'excitation : l'excitation électrique du bout central de la racine dorsale sectionnée provoque une réaction *douloureuse* tandis que l'excitation du bout périphérique de la racine ventrale sectionnée provoque la *contraction des muscles* paralysés.



- *Expérience de Magendie.*

Traits parallèles : section de la racine postérieure (1) et de la racine antérieure (2).

Flèches : excitation du bout central de la racine postérieure et du bout périphérique de la racine antérieure.

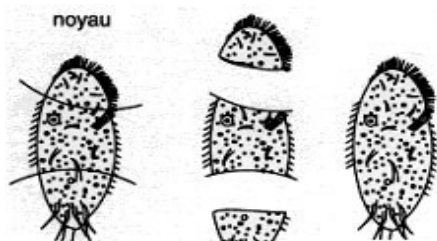
expériences de Magendie au XIX^{ème} siècle?

Quelles conclusions pouvez-vous tirer des

2. LES CHAINES NEURONIQUES : EXPERIENCE DE BALBIANI ET DE WALLER (1852)

A. Balbiani, découpait un protozoaire cilié (être unicellulaire) en plusieurs fragments.

Les effets de cette expérience dite de *mérotomie* sont indiqués dans la figure ci-dessous :



* le fragment anucléé meurt

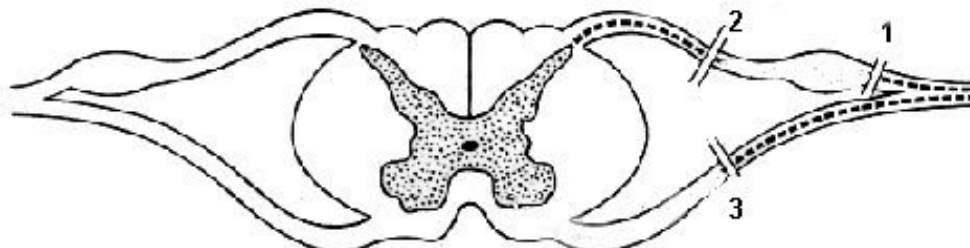
* le fragment nucléé régénère un individu entier

* le fragment anucléé meurt

B. Waller en 1852, réalise sur les racines d'un nerf rachidien de chien les expériences suivantes:

- il pratiquait des sections à différents niveaux sur les deux racines du nerf. Dans chaque cas il observait au bout de quelques jours, la dégénérescence de certains groupes de fibres (les fibres dégénérées perdent leur couleur blanche, ce qui facilite l'observation).

- Sur la figure ci-dessous, les hachures indiquent les zones qui dégénèrent après les différentes sections.



Sachant que dans le ganglion dorsal se trouve de la substance grise et que les 3 sections ont été pratiquées successivement sur les racines d'un même nerf, **quelles conclusions peut-on tirer de ces expériences?**

Tracer les circuits neuroniques impliqués dans la sensation (en bleu) d'une part et dans la motricité (en rouge) d'autre part. Les corps cellulaires seront représentés par des cercles et les fibres par des flèches indiquant le sens de l'influx nerveux.

Résultats :

Les nerfs rachidiens s'insèrent sur la moelle épinière grâce à deux racines. Quel « chemin » le message nerveux emprunte-t-il?

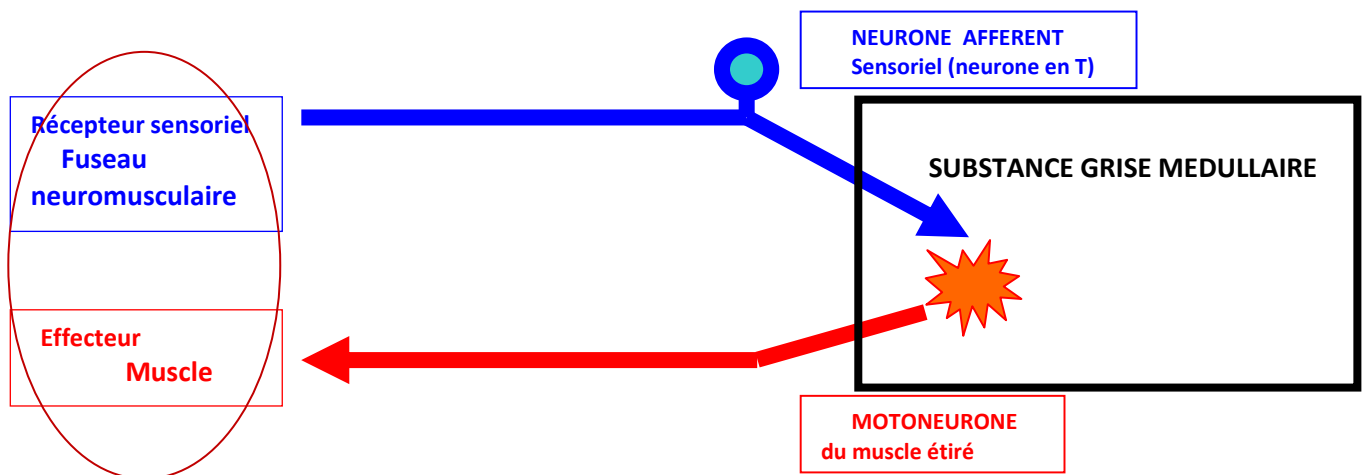


CIRCULATION DU MESSAGE AU NIVEAU DES RACINES ET DE LA MOELLE EPINIERE.

1. Les expériences de **Magendie** permettent de dire que les **racines dorsales des nerfs rachidiens conduisent un message sensoriel** tandis que **les racines ventrales conduisent un message moteur**.
 2. On observe, d'après les expériences de **Balbani**, que des fragments de cellules (paramécies) ne peuvent survivre et régénérer leur partie manquante que si ces dernières sont encore en relation avec le **noyau** de la cellule, noyau porteur de l'information génétique nécessaire aux multiples synthèses dont la cellule vivante est le siège.
 3. Aussi lorsque **Waller** pratique des sections à différents niveaux dans les éléments d'un circuit neuronique, seules les parties encore en relation avec le corps cellulaire du neurone pourront survivre :
- ⇒ **Lors des sections 1 et 2:** les zones de dégénérescence confirment le fait que les corps cellulaires des cellules nerveuses sensorielles ne peuvent se trouver que dans le ganglion spinal, seule partie ne dégénéralant pas.
- ⇒ **Lors de la section 3:** la zone de dégénérescence montre que les corps cellulaires des motoneurones se situent dans la substance grise de la moelle épinière (la substance blanche ne renfermant que des fibres myélinisées).

SCHEMA DE SYNTHESE

- ➔ **1 neurone afférent** (par rapport au centre nerveux) ou **neurone sensitif**, dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion rachidien de la racine dorsale, et dont l'extrémité de la fibre afférente est en liaison étroite avec le fuseau neuro-musculaire.
- ➔ **1 neurone efférent** (par rapport au centre nerveux) ou **neurone moteur**, dont le corps cellulaire se situe dans la substance grise de la moelle épinière, et dont l'extrémité de la fibre efférente (axone) localisée dans la racine ventrale est en liaison étroite avec les fibres contractiles musculaires extrafusorales.
- ➔ « L'articulation » neurone afférent/ neurone efférent se fait dans la substance grise de la moelle épinière, et est appelée **synapse**.



RECEPTEUR : des **fibres fusorales** : récepteur sensible à l'étirement.

VOIES SENSORIELLES neurone sensoriel = corps cellulaire en T dans le ganglion spinal.

CENTRE NERVEUX INTEGRATEUR: la moelle épinière renfermant la **synapse** entre le neurone sensitif et le motoneurone responsable du message efférent

VOIES MOTRICES motoneurone = corps cellulaire dans la moelle épinière.

EFFECTEURS avec terminaison nerveuses motrices du muscle étiré