

THEME 3-B - Neurone et fibre musculaire

TP1 - Le réflexe myotatique

Mme DUPOND consulte son médecin à la suite d'une douleur importante dans le bas du dos et qui se propage dans la jambe et jusqu'au pied. Cette douleur gêne terriblement la marche de la patiente. Lors du rendez-vous, le médecin teste le réflexe myotatique de la patiente : Il tape sur son tendon d'Achille et n'observe aucun mouvement du pied. Pourtant, en temps normal, cette manipulation entraîne un mouvement de flexion réflexe du pied : c'est le **réflexe myotatique** (*ici réflexe achilléen*). Il s'agit de la contraction réflexe d'un muscle déclenchée par son propre étirement. De tels réflexes interviennent dans le maintien de la posture pour s'opposer aux effets de la gravité. L'activité de contraction d'un muscle peut être enregistrée, notamment grâce à un électromyogramme (EMG).



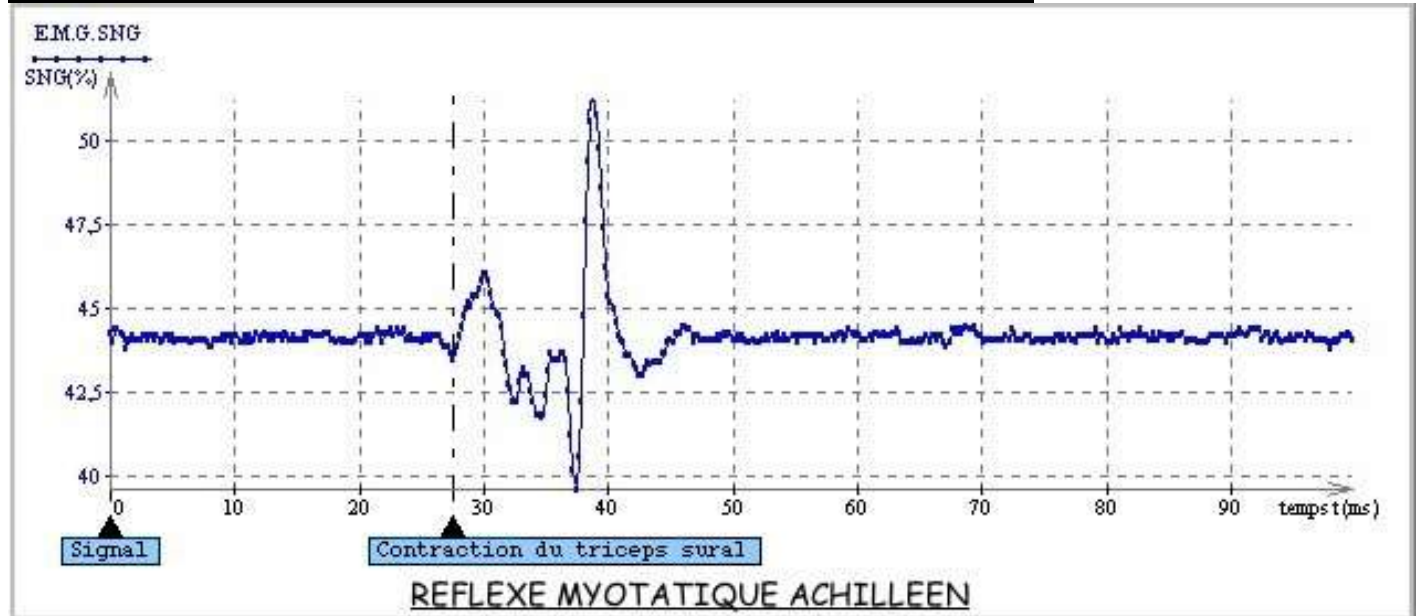
On cherche à comprendre pourquoi le patient n'effectue pas ce mouvement et quelles sont les structures impliquées dans la réalisation du réflexe myotatique.

Matériel :

- Le manuel BORDAS p 352-353, 354-355 et 356-357
- PC équipé d'un module d'enregistrement ExAO – Réflexe myotatique
- Microscope et lames histologiques à demander au professeur
- Documents à demander au professeur

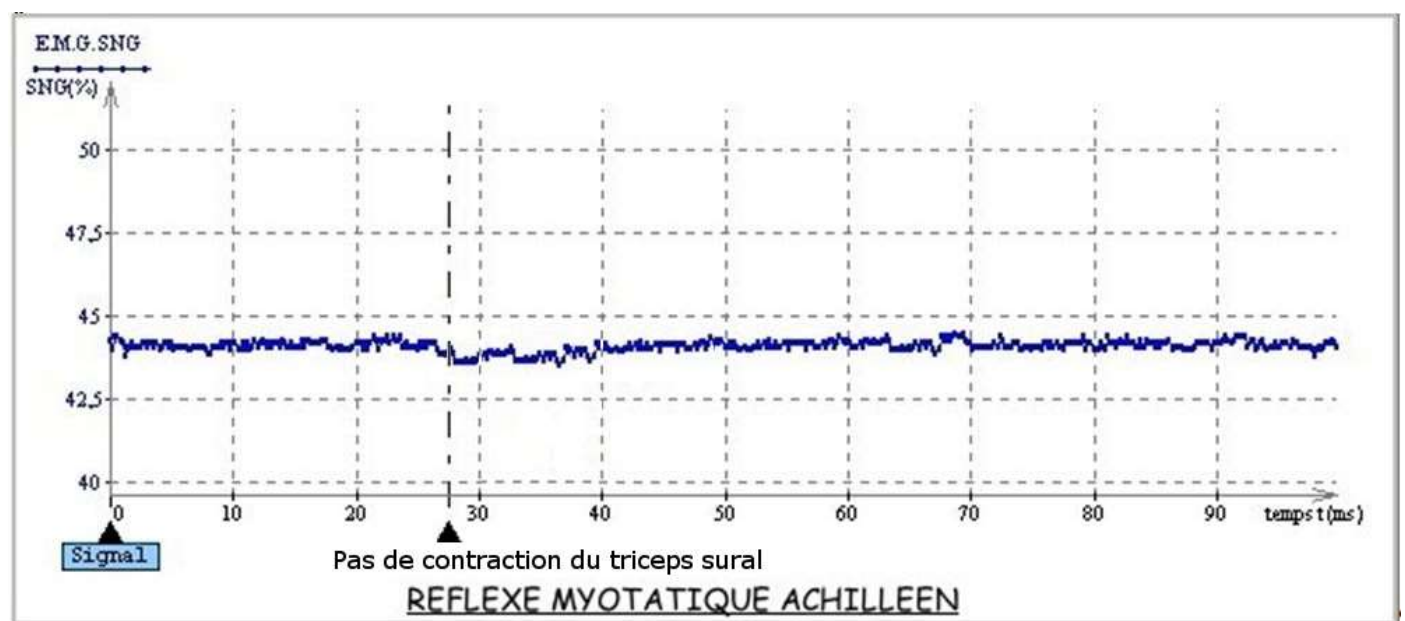
Activités et déroulement des activités	Capacités	Barème
<p><u>Activité : Vous devez réaliser un rapport médical de Mme DUPOND. Pour cela, vous déterminerez les éléments suivants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Quelle est l'origine de l'absence de réflexe myotatique de Mme DUPOND ? ➤ Quel est le trajet du message nerveux à l'origine du réflexe myotatique « normal » et quelles sont les structures impliquées (cellules, organes ...) ? ➤ Quelles sont les structures qui pourraient être lésées ou quel dysfonctionnement peut-il être identifié chez Mme DUPOND ? ➤ Récapitulez l'ensemble des informations collectées dans un compte rendu de type médical et concevez un schéma fonctionnel du réflexe myotatique. <p>En fin de séance, rangez et nettoyez le matériel utilisé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser une manipulation (ExAO) - Observer le réel (Microscopie Optique) - Suivre une démarche scientifique (Questionner, Reasonner) <ul style="list-style-type: none"> - Récolter des informations - Représenter des résultats (Concevoir un schéma) <ul style="list-style-type: none"> - Communiquer (Rédaction d'un rapport médical) - Avoir une bonne maîtrise de son corps <ul style="list-style-type: none"> - Appliquer les règles de sécurité - Comprendre sa responsabilité en termes de santé - Gérer et organiser le poste de travail 	

Enregistrement EMG du réflexe myotatique achilléen d'un patient « sain »



Remarque : La vitesse du message nerveux est de l'ordre de 80 m/s.

Enregistrement EMG du réflexe myotatique achilléen de Mme DUPOND



Rapport médical du Docteur Gregory H.

L'examen clinique de Mme DUPOND (née le 07/05/1951, 1,79m, 67 kg) a révélé une **absence de réflexe myotatique** (achilléen et rotulien) sur l'ensemble de la jambe droite mais pas sur la jambe gauche. La patiente se plaint de vives douleurs dans le bas du dos, dans la cuisse et la jambe (notamment parties dorsales) et au niveau du pied.

Je suspecte une sciatique sévère (inflammation du nerf sciatique). En effet, j'ai procédé au test de Lasègue (remontée de la jambe à 60° sans plier le genou) et j'ai pu constater que la patiente souffre bien d'une douleur aiguë au niveau des vertèbres lombaires (espaces entre L2, L3, L4 et L5).

Je recommande la réalisation d'une IRM de la région lombaire de Mme DUPOND pour vérifier la présence potentielle d'une hernie discale ou toute autre compression possible du nerf sciatique.

Enfin, la patiente devra suivre un traitement à base d'antalgiques et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) tel que le Diclofénac (Voltaren®). Si l'IRM ne montre aucun signe de hernie, la patiente pourra également suivre un traitement à base de myorelaxants ou décontractants musculaires (Tétrazepam®). Dans le cas contraire, et en fonction de la gravité de l'atteinte, je réaliserais une nouvelle prescription.

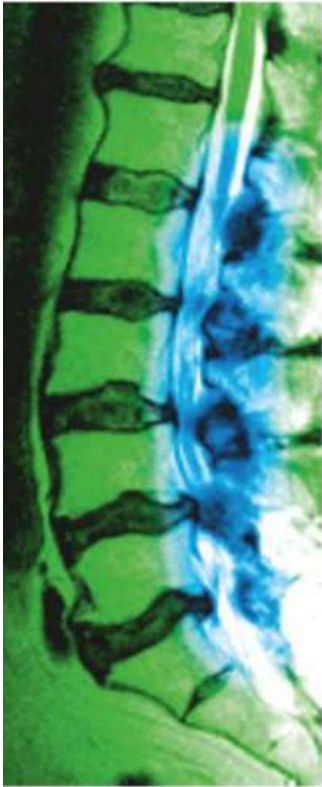
Réalisation de l'IRM de Mme DUPOND (Montereau Grace Hospital)

Cher Greg,

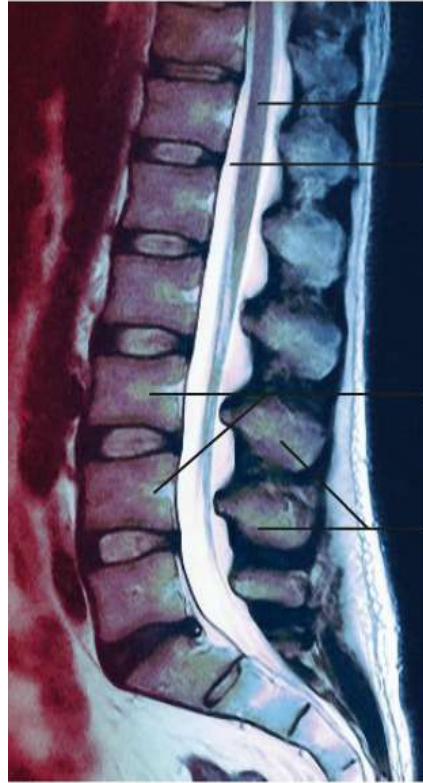
J'ai procédé à l'IRM de Mme DUPOND (voir cliché ci-joint). J'ai constaté qu'elle présente de nombreuses lésions intervertébrales. Le cliché montre clairement la présence de plusieurs débuts de hernie, en particulier au niveau des disques L2-L3, L3-L4, L4-L5. L'atteinte la plus grave est la zone L4-L5 qui montre une forte compression de la moelle épinière.

Bien à toi,
Meredith G.

IRM Mme DUPOND



IRM saine

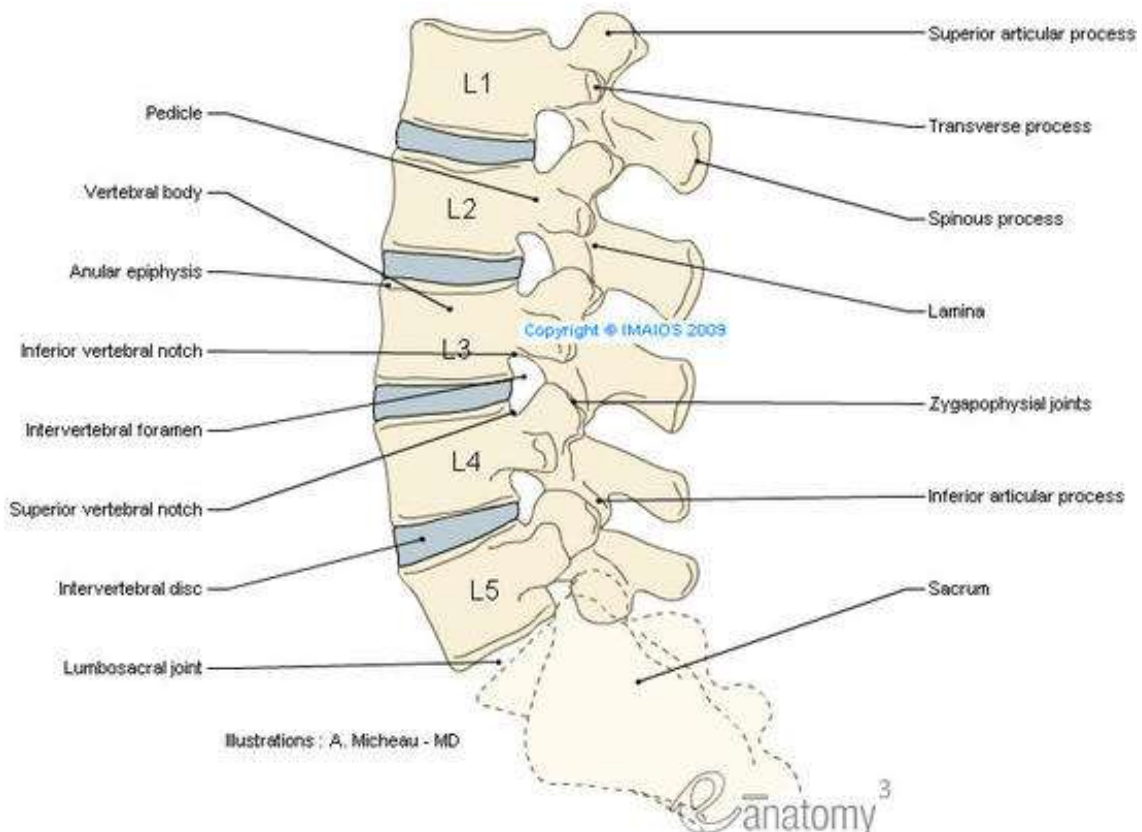


- moelle épinière
- liquide céphalorachidien (dans le canal vertébral)
- partie ventrale des vertèbres (corps vertébraux)
- partie dorsale des vertèbres (arcs vertébraux)

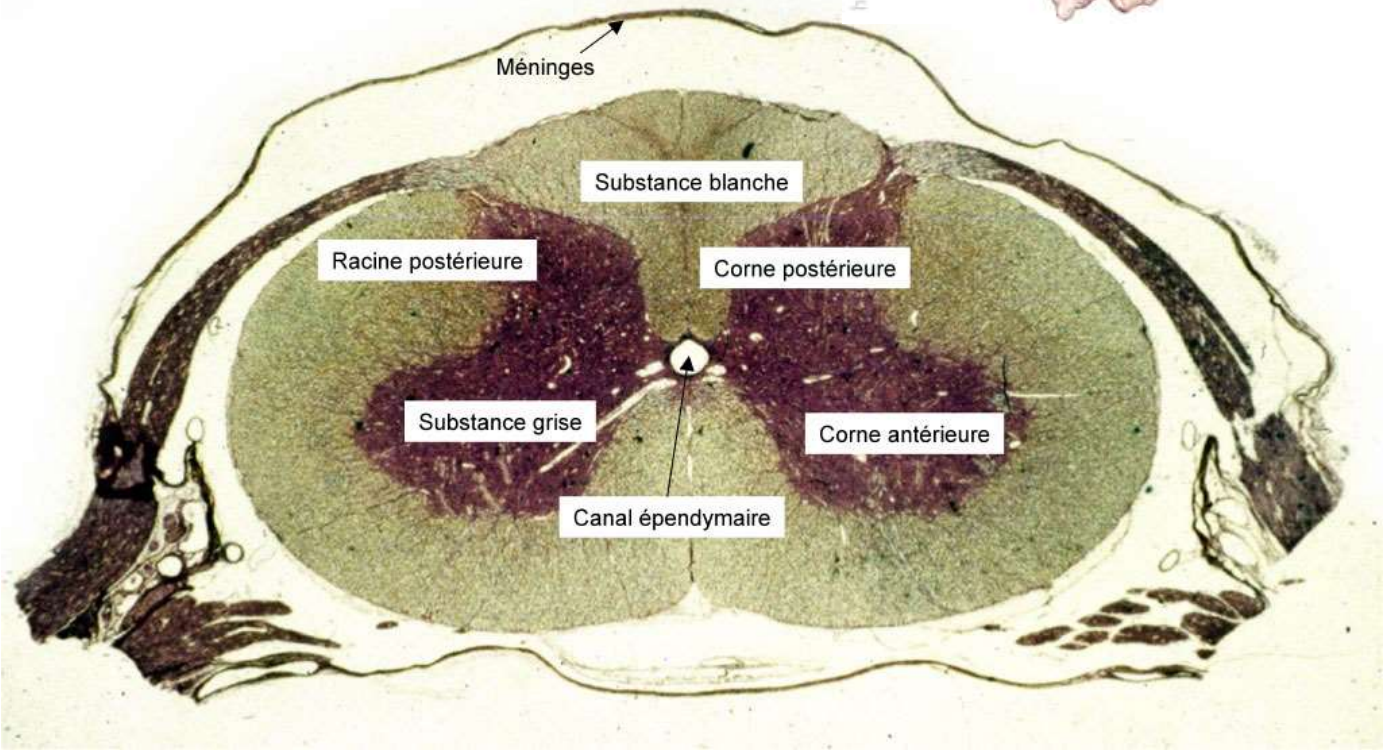
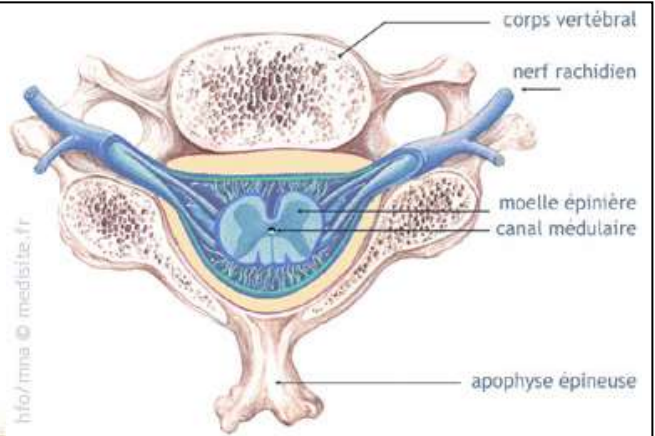
La moelle épinière est un long cordon nerveux de 40 à 45 cm de long et de 1,8 cm de diamètre environ, protégé par le canal vertébral. Trente et une paires de nerfs rachidiens s'en détachent, entre deux vertèbres successives.

L'IRM ci-contre à droite provient d'un patient victime d'une dégénérescence des nerfs rachidiens associée à des traces de compression et d'altération de plusieurs vertèbres. Les réflexes achilléen et rotulien sont totalement abolis. De telles lésions nerveuses engendrent des douleurs comme la **sciatalgie** ou la **cruralgie**.

◀ IRM normale de la région lombaire

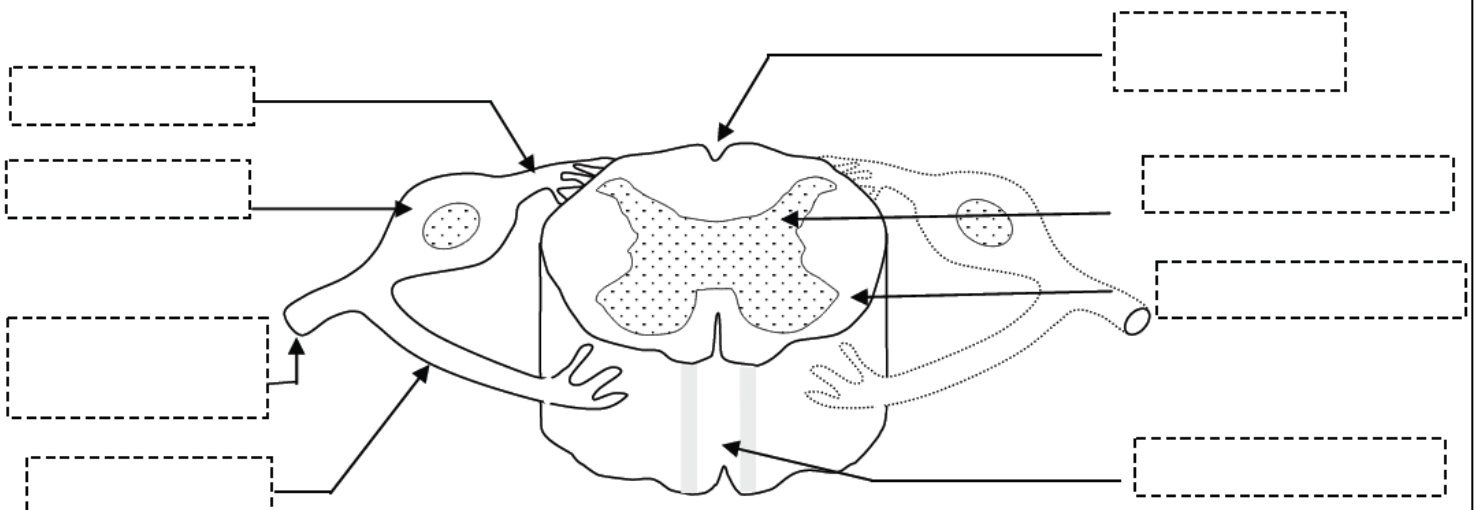


Observations de moelle épinière et association avec la colonne vertébrale



Structure de la moelle épinière

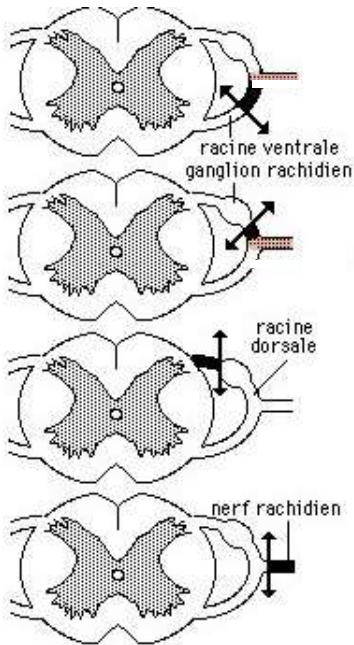
« Entre chaque vertèbre, la moelle épinière présente des expansions latérales ou racine par lesquelles entrent ou sortent les nerfs rachidiens : une racine dorsale et une racine ventrale. Un ganglion rachidien est associé à la racine dorsale. La moelle épinière présente une partie périphérique claire appelée substance blanche et une partie centrale appelée substance grise. »



Etudes expérimentales sur le fonctionnement de la moelle épinière

Ces expériences historiques ont été réalisées par MAGENDI en 1822. Elles consistent à sectionner des racines ventrales ou dorsales émanant de la moelle épinière afin d'en déduire la nature du message et sa direction.

■ Fibres dégénérées complètement



1. La région du corps innervée par le nerf correspondant à la racine sectionnée est définitivement paralysée mais conserve sa sensibilité

2. La région du corps innervée par le nerf correspondant à la racine sectionnée est définitivement insensible mais conserve sa motricité.

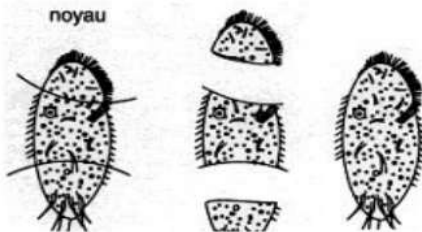
3. La région du corps innervée par le nerf correspondant à la racine sectionnée est définitivement insensible mais conserve sa motricité.

4. La région du corps innervée par le nerf correspondant à la racine sectionnée est définitivement insensible et paralysée.

Expériences de Balbiani et de Waller sur la dégénérescence cellulaire

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

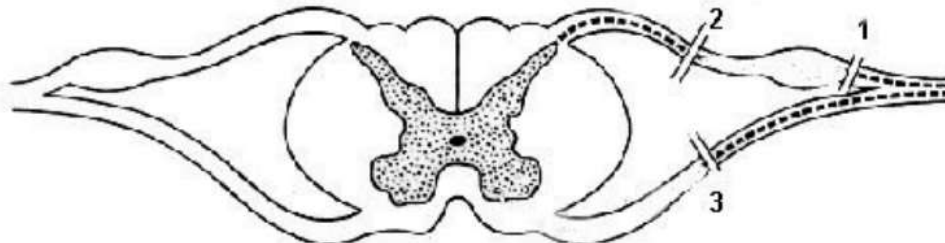
* le fragment nucléé régénère un individu entier

* 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).

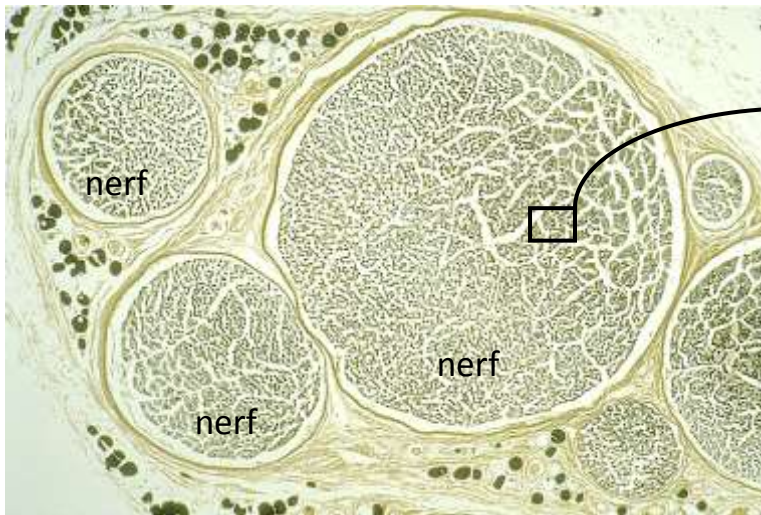
- Sur la figure ci-dessous, les hachures indiquent les zones qui dégénèrent après les différentes sections.



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.

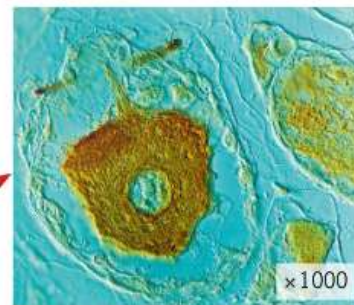
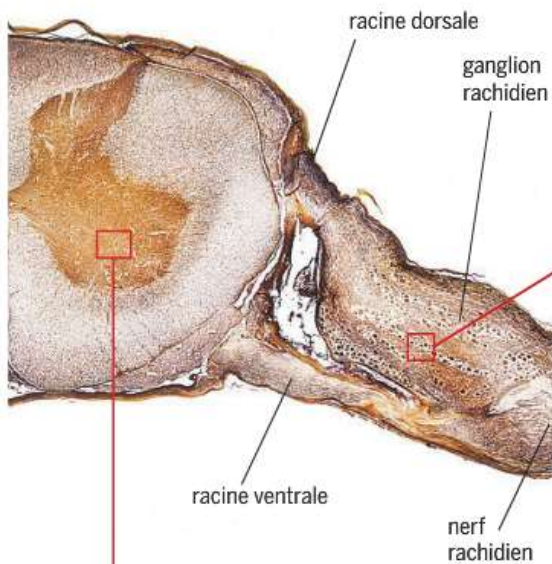
Observation de coupes de nerf (Microscopie Optique)



Ensemble de **neurones** (cellules nerveuses) vus en coupe transversale au niveau de leur

Les cellules nerveuses et leurs rôles au niveau de la moelle épinière

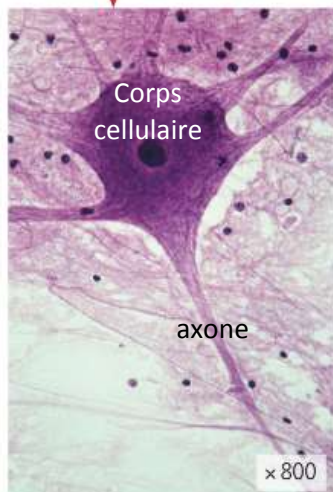
Au niveau de la moelle épinière, chaque nerf rachidien est raccordé par deux racines.



Neurone « en T »



Le ganglion rachidien renferme des corps cellulaires de neurones de forme particulière (neurone en T) : deux fibres nerveuses bifurquent à proximité du corps cellulaire, l'une est issue du nerf rachidien tandis que l'autre est dirigée vers la moelle épinière.



Neurone moteur

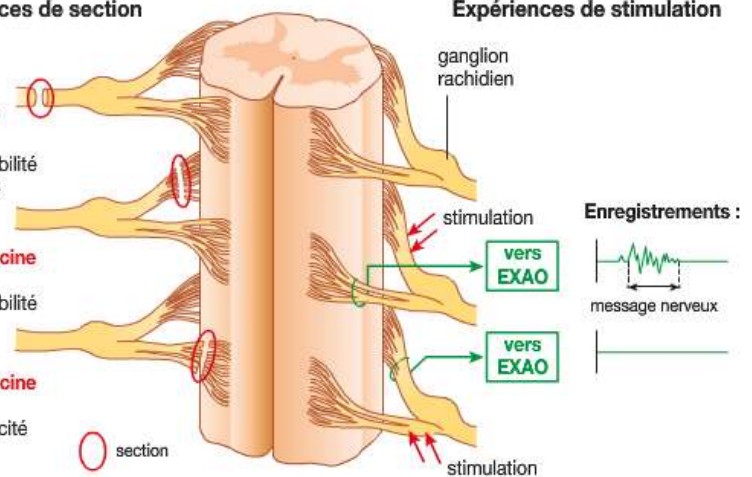
Expériences de section

Section du nerf rachidien :
perte de la sensibilité et de la motricité

Section de la racine dorsale :
perte de la sensibilité

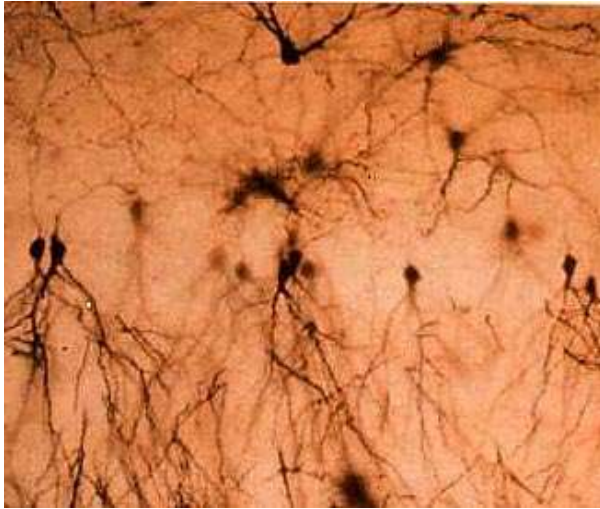
Section de la racine ventrale :
perte de la motricité

Expériences de stimulation



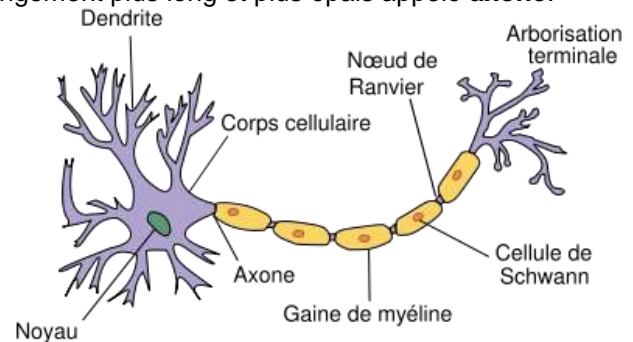
Les expériences résumées par ce schéma permettent d'établir le rôle des nerfs rachidiens et le trajet du message nerveux au niveau de la moelle. Des mesures de vitesse de propagation du message nerveux montrent que ce message ne franchit qu'une seule **synapse** dans la moelle épinière.

Observation microscopiques de cellules nerveuses : les neurones (X600, coloration de Golgi)



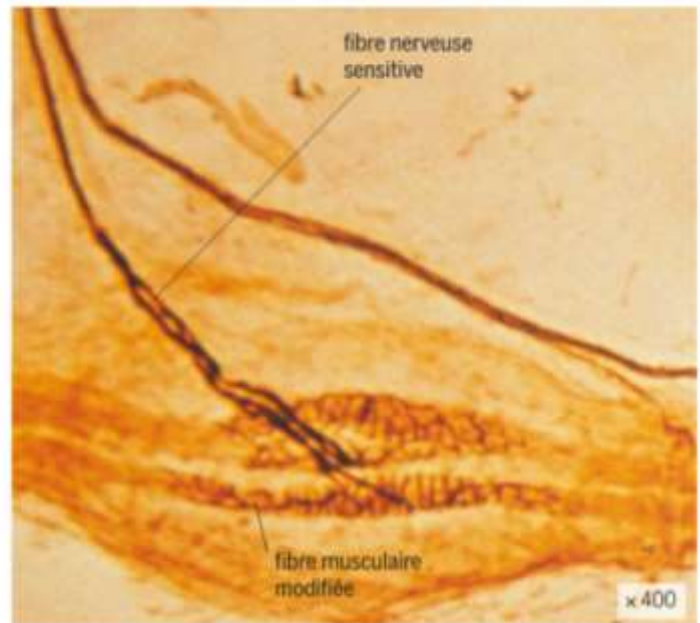
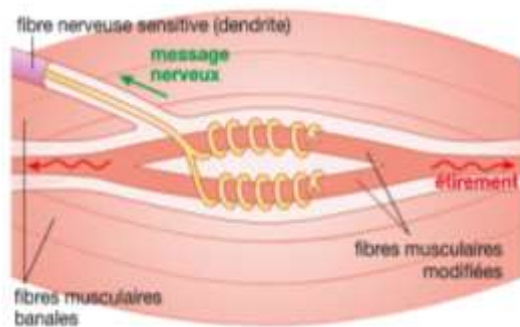
Les cellules nerveuses peuvent être colorées au nitrate d'argent (coloration de Golgi). Elles présentent une structure ramifiée comprenant :

- une structure arrondie, appelée **corps cellulaire** contenant le noyau
- de nombreux prolongements fins émanant du corps cellulaire et appelés **dendrites**
- un prolongement plus long et plus épais appelé **axone**.



Les mécanorécepteurs : des récepteurs sensibles à l'étirement du muscle

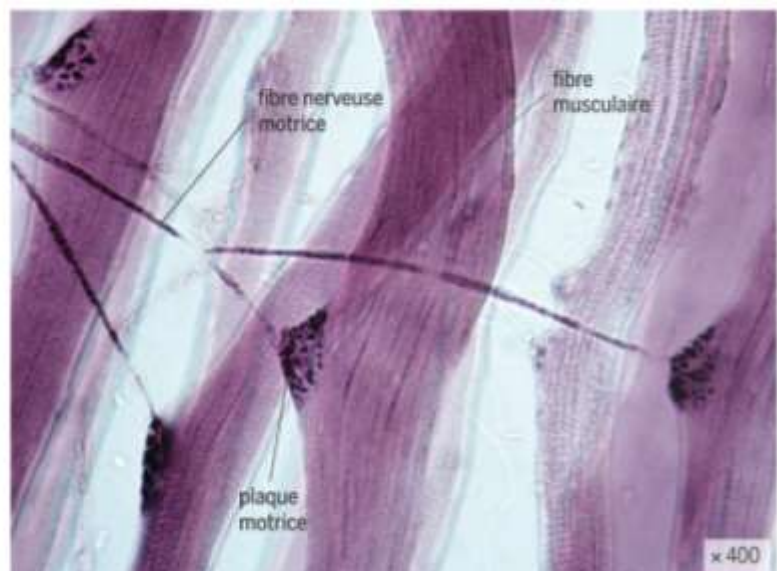
Dans les muscles, il existe des fibres musculaires modifiées sur lesquelles s'enroulent des terminaisons nerveuses dendritiques. L'ensemble, appelé fuseau neuromusculaire, constitue un **mécanorécepteur** sensible à l'étirement : un étirement, même minime, de ces fibres musculaires fait naître un message nerveux qui se propage alors par les dendrites (fibres sensibles d'un nerf rachidien) en direction de la moelle épinière.



La plaque motrice : la zone de commande des muscles par les fibres nerveuses

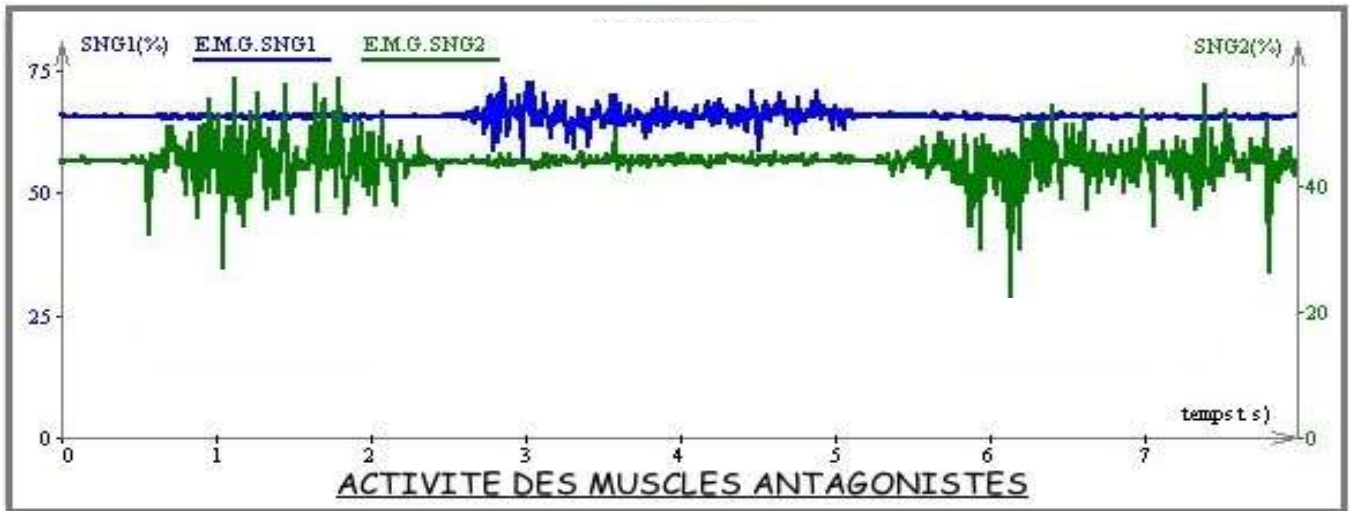
Chaque fibre musculaire est en connexion avec une fibre nerveuse : les terminaisons axoniques forment en surface une zone de **synapse**, appelée **plaque motrice**, au niveau de laquelle l'arrivée d'un message nerveux déclenche la contraction de la fibre musculaire.

Des observations médicales permettent de connaître l'origine de ces fibres nerveuses motrices : dans le cas de la poliomyélite, ou de la maladie de Charcot, une destruction des corps cellulaires de neurones situés dans les cornes ventrales de la moelle épinière entraîne une dégénérescence des **axones** jusqu'aux plaques motrices. Ces maladies se traduisent par des paralysies musculaires.



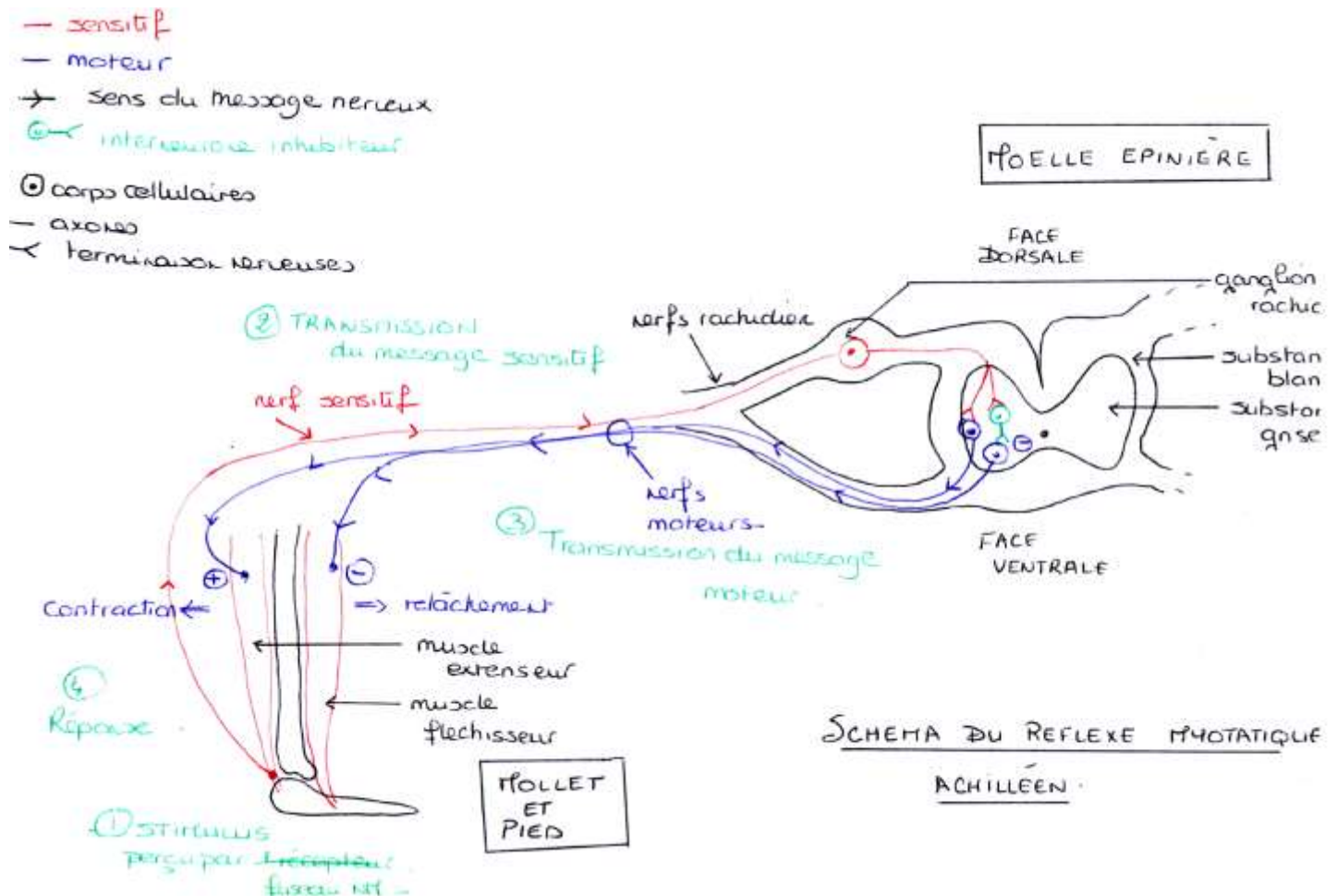
Notion de muscles antagonistes

Le réflexe myotatique correspond à la contraction involontaire d'un muscle. On place des électrodes sur le muscle fléchisseur et le muscles extenseur du mollet et on réalise une série de réflexes. On obtient l'enregistrement suivant :



En haut, le muscle extenseur du pied et en bas le muscle fléchisseur.

CORRIGE POSSIBLE : Schéma fonctionnel du réflexe myotatique (M SORIA 2009 ©)



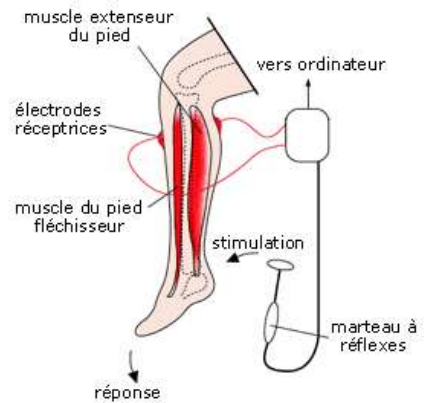
Fiche technique réflexe myotatique

Principe de l'enregistrement

Quand un muscle se contracte, il est le siège d'une activité électrique.

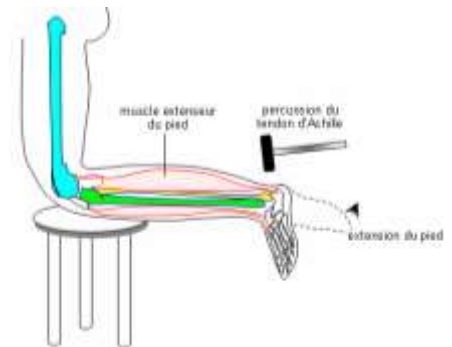
A l'aide d'électrodes réceptrices et d'un amplificateur (module électrophysiologique), il est possible d'enregistrer cette activité: c'est l'électromyographie.

Les tracés obtenus (électromyogrammes : EMG) traduisent ainsi l'activité électrique musculaire.



Préparation du « cobaye »

1. La personne qui réalise l'expérience doit être debout sur une jambe, l'autre jambe est fléchie à 90° sur une chaise ou un tabouret. Le pied est dans le vide et les muscles de la jambe relâchés.



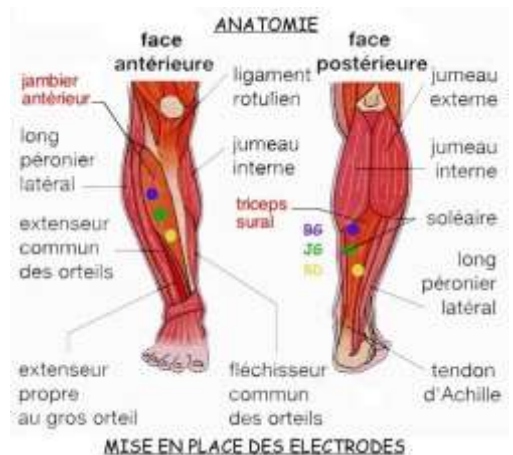
2. Positionner les électrodes au niveau du triceps sural. Les boutons des trois électrodes doivent être espacés de trois centimètres.

Procédez comme indiqué sur la fiche annexe.

Préparation de l'ensemble ExAO

Avant de manipuler, vérifiez que :

1. le module électrophysiologie est allumé
2. le commutateur de l'entrée est sur la position EMG
3. le commutateur « calibre » est sur la position 2,5mV



Manipulation du logiciel : ORPHY

Le logiciel est présent à l'écran :

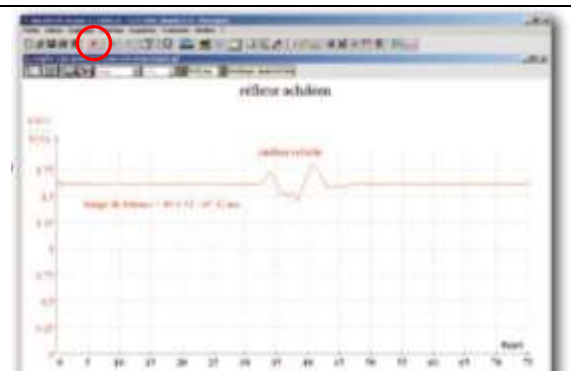
1. Sélectionner le thème Electrophysiologie
2. Sélectionner l'activité : Réflexe achilléen
3. Cliquez sur Poursuivre

Manipulation

- Cliquez sur le triangle rouge pour débiter l'expérience
- L'enregistrement de l'EMG commence après un choc donné par le marteau

Manipulation 2

- Vous pouvez recommencer cette expérience en analysant l'EMG des 2 muscles : triceps et jambier (Activité « Muscles antagonistes »).



Sources :

http://quickracesmad.activeweb.fr/QuickPlace/accesmad/PageLibrary85256EA100360389.nsf/h_Index/055E1F65A6A52456C12572F900771EEC/