

## Deux exemples de séquences pour apprendre à des élèves à identifier les arguments d'un modèle explicatif.

**2<sup>ème</sup> proposition : Une démarche inductive pour apprendre à des élèves à utiliser des arguments scientifiques afin de construire un modèle explicatif.**

**Dans cette proposition**

### Objectif(s) et scénario

Dans cette proposition, le professeur commence par montrer l'examen médical de vérification du réflexe achilléen.

→ Comment se déroule le réflexe achilléen ? Quels organes ? Quelles étapes ? Nature de l'information ?

**Idée essentielles, notions et arguments construits**

Idées essentielles	Notions	Arguments
La contraction musculaire, mobilisée dans de nombreux comportements, résulte d'une commande nerveuse.	Les réflexes mettent en jeu différents éléments qui constituent l'arc-réflexe.	- Test du marteau / ExAO, marche automatique chez le bébé, expérience de Sherrington
Le mouvement peut-être involontaire et lié à un réflexe.	À partir d'une sensation de départ (stimulus) captée par un récepteur sensoriel, un message nerveux est élaboré. Il circule dans les neurones sensoriels jusqu'au centre nerveux (corne dorsale de la moelle épinière) où se produit le relais synaptique sur le neurone-moteur.	- Observations microscopiques : nerfs, fuseau neuromusculaire, plaque motrice, moelle épinière
Le système nerveux central intervient.		- Expériences de section et stimulation de nerfs (Magendie / Waller)
La transmission du message nerveux et le fonctionnement du neurone.	éléments fonctionnels de l'arc-réflexe ; caractéristiques structurales et fonctionnelles du neurone, synapses	- Mesures du temps de transmission du message → constat d'un délais justifiant l'existence d'une synapse

**Remarque :** Cette situation est propice pour placer les élèves en situation de proposer des observables, expérimentations permettant de construire un modèle explicatif du réflexe myotatique

**Capacité travaillée**

**Proposition d'une démarche scientifique : « On va devoir observer... »**

**Utiliser différents arguments (Observations, résultats d'expérimentation) afin de construire le modèle du réflexe myotatique**

Extraire des informations utiles

Pratiquer un raisonnement scientifique

### Déroulement de la séquence :

**Durée :** 2 séances (4h) (en fonction des choix expérimentaux)

**Lieu :** Salle de travaux pratiques

**Pré-requis :** les élèves auront rappelé les organes du système nerveux et leurs rôles (rappels de collège)

## Première séance (durée 2 heures) – Elle comporte 3 temps.

- **Un 1<sup>er</sup> temps** permettant de problématiser sur la notion de réflexe à partir du test du marteau et de réfléchir sur le trajet de l'information nerveuse – Durée 10 minutes.
- **Un 2<sup>nd</sup> temps** pour étudier les arguments (observations, expérimentations...) - Durée 40 minutes.
- **Un 3<sup>ème</sup> temps** Construction du schéma – Durée 50 minutes.

### BILAN NOTIONNEL A CONSTRUIRE :

L'étirement d'un muscle provoqué par un choc entraîne sa contraction en réponse à son étirement : c'est le réflexe myotatique ou arc réflexe. La Moelle épinière est le centre nerveux du réflexe myotatique.

**Le réflexe myotatique met en jeu des chaînes de neurones constituées :**

**d'un neurone sensoriel afférent\*** (= cellule nerveuse) dont le corps cellulaire se situe dans les ganglions spinaux (ou rachidiens)

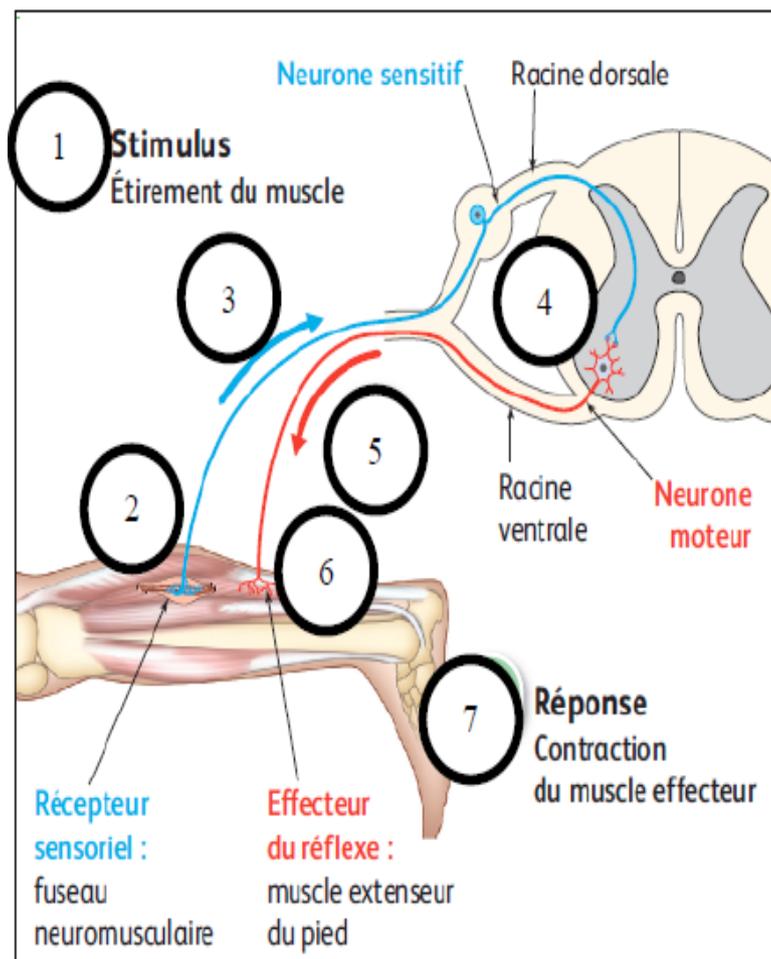
**d'un neurone moteur efférent** (= cellule nerveuse motrice = motoneurone\*\*) dont le corps cellulaire se situe dans la ME

Comme les cellules nerveuses afférentes intervenant dans l'arc réflexe **font directement synapse sur les neurones moteurs**, le réflexe myotatique est dit **monosynaptique** : **les 2 neurones n'établissent entre eux qu'une synapse** neuro-neuronique (= il n'y a qu'un seul relai entre les 2 neurones)

*\*Les neurones afférents acheminent l'information des tissus et organes vers le système nerveux central.*

*\*\*Les neurones efférents la transmettent du système nerveux central (SNC) vers les cellules effectrices (comme les cellules musculaires).*

### Schéma-bilan à construire montrant une chaîne de neurones intervenant dans le réflexe myotatique



1. **Stimulation (stimulation)** : étirement du muscle
2. **Naissance d'un message nerveux (MN) au niveau du récepteur sensoriel** (fuseau neuro-musculaire) consécutivement à l'étirement.
3. **Propagation du MN sans modification par la voie nerveuse afférente** (= nerf sensoriel dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion spinal)
4. **Transmission du MN de la cellule nerveuse afférente à une cellule nerveuse motrice** au niveau d'une **synapse neuro-neuronique** (dont le corps cellulaire se situe dans la substance grise de la ME)
5. **Propagation du MN moteur par la voie nerveuse efférente** (axone du nerf moteur) vers le muscle
6. **Transmission du MN moteur aux cellules musculaires par les synapses neuromusculaires** (au niveau de la plaque motrice).
7. **Réponse** : Contraction des fibres musculaires.

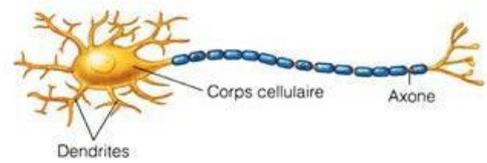
## Rappel : Les neurones, unités fonctionnelles de base du système nerveux.

Les neurones sont les cellules de bases qui constituent le système nerveux et assurent la genèse et la propagation des messages nerveux de nature électrique.

Il existe plusieurs types de neurones : les neurones multipolaires (a) ; bipolaires (b) ; en T ou unipolaire (c).

Tous ont la particularité de posséder un **corps cellulaire\*** (1) qui renferme un **noyau volumineux\***, des **prolongements cytoplasmiques\*** (**fibres nerveuses\***) de deux sortes : des **dendrites** qui conduisent les messages nerveux (MN) vers le corps cellulaires (2) et un **axone** qui peut être très long (3) et qui conduit les MN vers la terminaison axonique ramifiée (4)

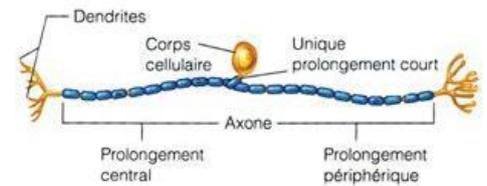
Certains neurones possèdent des axones entourés d'une gaine de nature lipidique nommée gaine de myéline (en bleu sur les schéma)



(a) Neurone multipolaire



(b) Neurone bipolaire



(c) Neurone unipolaire

Source – [IFSI- Dijon](http://www.ifsi-dijon.fr/)

### Consigne de travail :

- Exploiter les observations et les résultats d'expériences pour identifier les structures anatomiques et le trajet des informations nerveuses lors du déroulement du réflexe.
- Vous ferez la synthèse sous la forme d'un schéma en numérotant les arguments vous ayant permis de construire les différentes étapes (page 4)

### Différentes possibilités d'organisation :

- Travail en ateliers avec des élèves experts
- Travail synchrone avec des bilans intermédiaires

#### 1. Procéder à l'observation microscopique des éléments de l'arc Réflexe (1h)

- Observer au microscope les lames de moelle épinière et de nerf
- Se partager les observations entre les élèves. Appeler le professeur pour vérification ou contrôler sur le site de l'académie de Rennes : <http://eric.lacouture.free.fr/moelle/moelle.htm>

Des lames à observer : C T\* de moelle épinière et CT\* et CL\*\* de nerf (\*CT : Coupe transversale ; \*\*CL : coupe longitudinale)

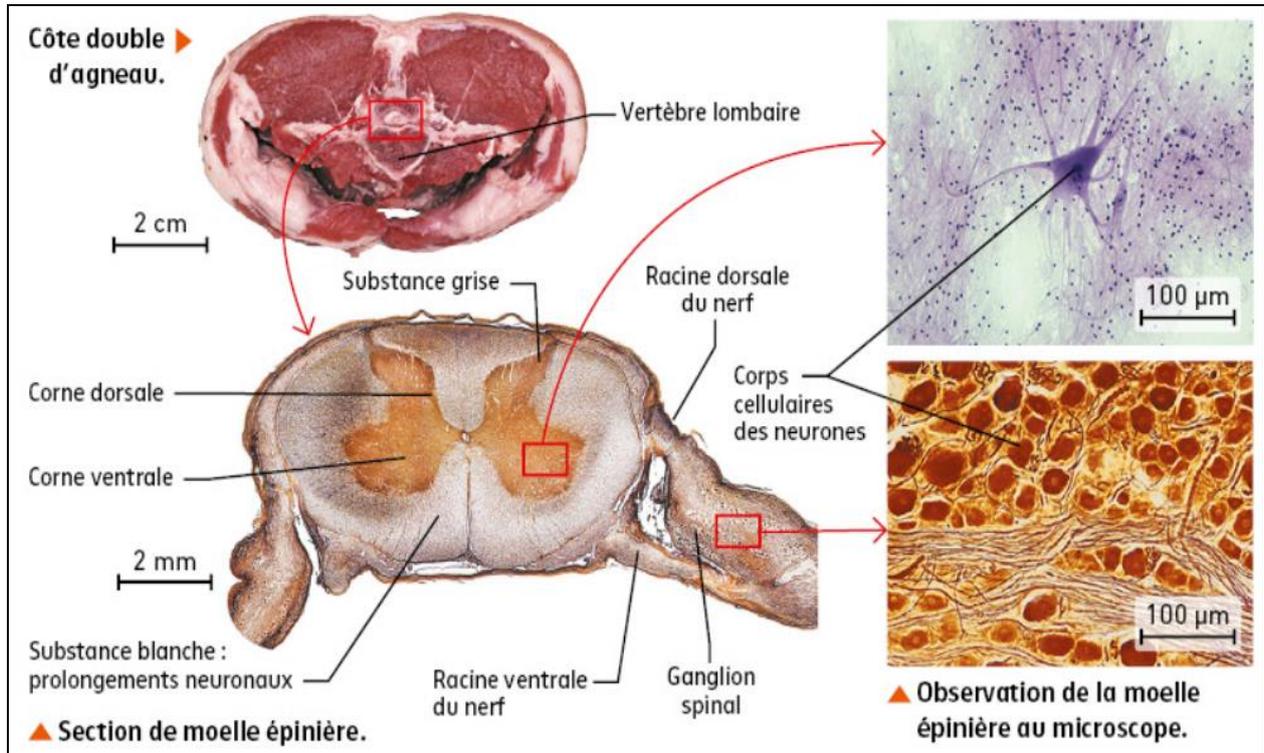
#### 2. Procéder à l'étude des expériences de Magendie et Waller (1h)

#### 3. Mise en relation des différents arguments (1h)

#### 4. Construction du schéma bilan (1h)

Coupe transversale de moelle épinière de rat

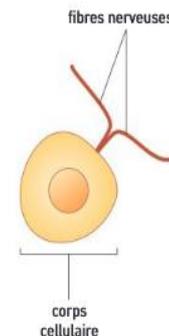
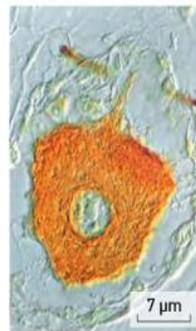
Chaque nerf rachidien est relié à la moelle épinière par une racine dorsale et une racine ventrale. Les racines dorsales présentent des renflements appelés ganglions rachidiens



Observations de neurones dans les ganglions rachidiens

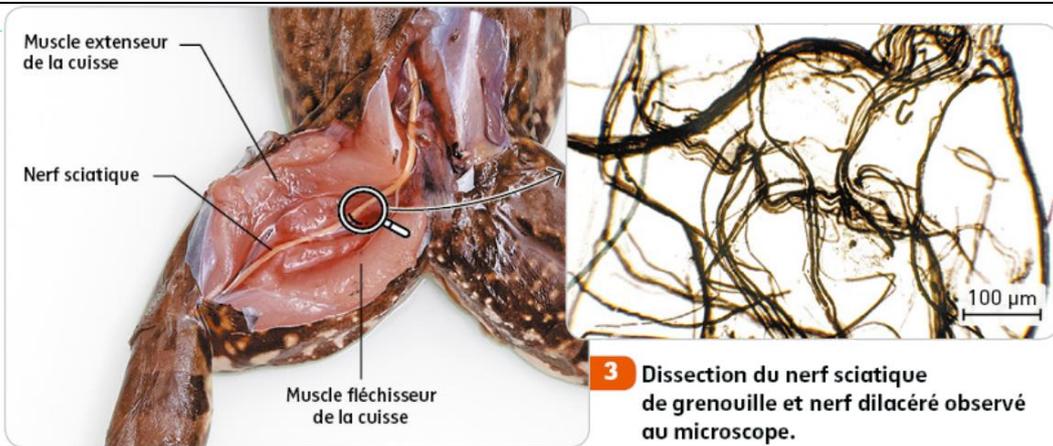
Observation au microscope optique d'un neurone dans le ganglion rachidien d'une moelle épinière et schéma d'interprétation.

(Source : Manuel de Terminal Bordas)

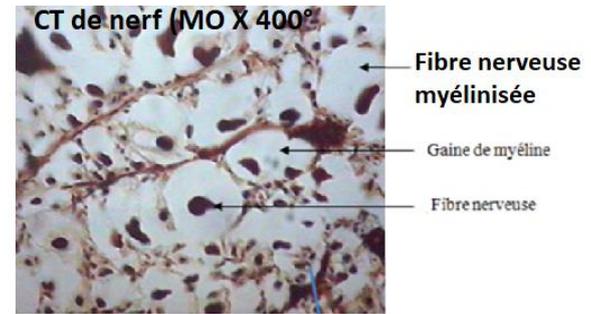
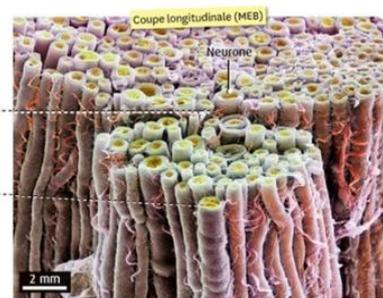
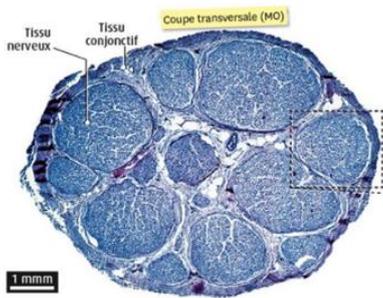


Portion de nerf rachidien

Un nerf est constitué d'une multitude de fibres nerveuses ou axones, qui sont les prolongements des neurones dont les corps cellulaires se situent à l'une des extrémités de ce nerf.



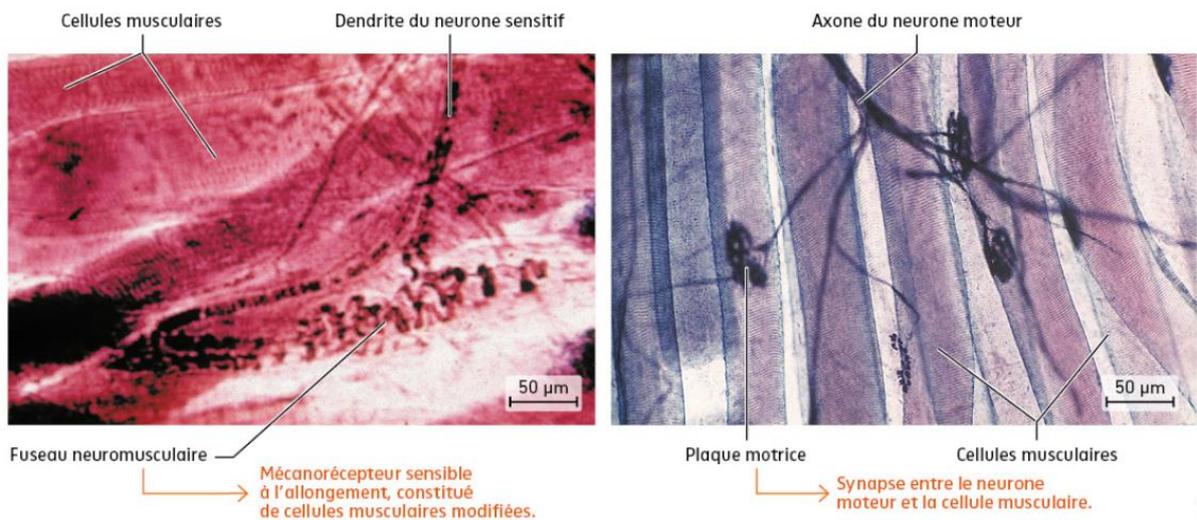
**3** Dissection du nerf sciatique de grenouille et nerf dilacéré observé au microscope.



**Observations au microscope d'un fuseau neuromusculaire et d'une plaque motrice au niveau d'un muscle**

**Vue au microscope optique d'un fuseau neuromusculaire** - Il contient des fibres musculaires modifiées autour desquelles sont enroulées les terminaisons dendritiques de neurones dont l'axone emprunte un nerf rachidien. L'étirement du muscle provoque l'émission de messages nerveux sensitifs dans ces neurones

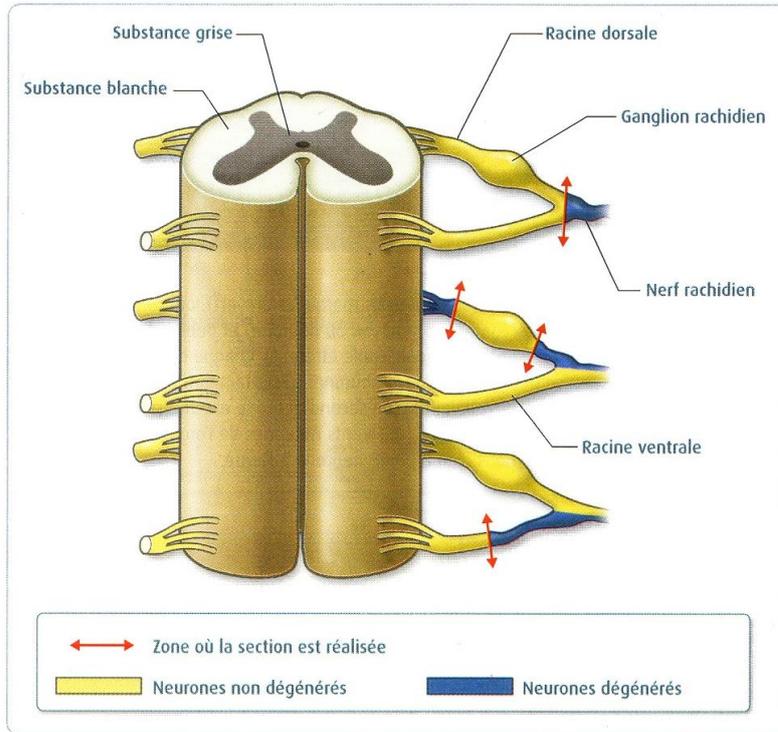
**Vue au microscope optique d'une plaque motrice** - Au niveau des cellules musculaires, les neurones moteurs des nerfs rachidiens se ramifient. Ils forment avec les cellules musculaires des terminaisons synaptiques particulières : les plaques motrices. L'arrivée d'un message nerveux au niveau d'une plaque motrice provoque la contraction des cellules musculaires



Mécanorécepteur sensible à l'allongement, constitué de cellules musculaires modifiées.

Synapse entre le neurone moteur et la cellule musculaire.

## Expériences de Waller à interpréter



**2 Les conséquences à long terme de la section des nerfs rachidiens au niveau de la moelle épinière.** Des nerfs rachidiens sont sectionnés à différents endroits. On suit alors le devenir des neurones contenus dans le nerf. Lorsqu'un neurone est sectionné, la partie contenant le corps cellulaire survit, tandis que l'autre extrémité dégénère.

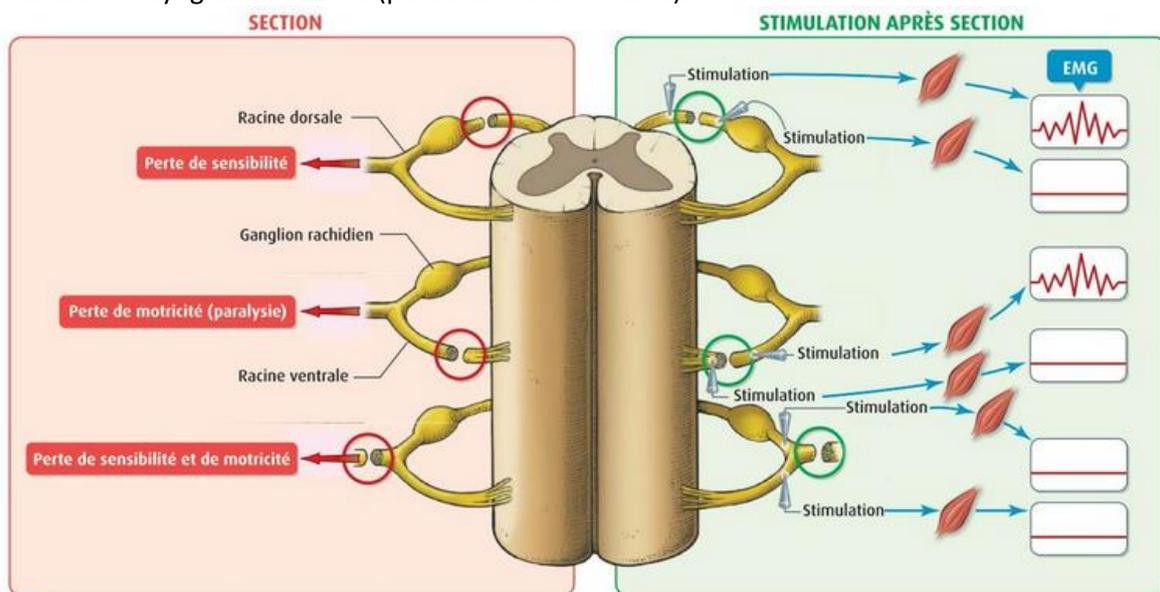
Pour réaliser virtuellement les expériences de Waller

<http://www4.ac-nancy-metz.fr/svt/enseign/svt/program/fichacti/fich1s/trajet/waller.htm>



### Interprétation des expériences de section et stimulation de nerfs rachidiens de Magendie :

François Magendie réalisa ainsi des expériences de section des racines des nerfs rachidiens (partie gauche du schéma). On peut désormais observer l'activité de muscles auparavant innervés par le nerf sectionné en réalisant un électromyogramme - EMG (partie droite du schéma).



Source : Manuel de Terminale Edition Belin. Document 1 p.376

### Piste d'exploitation des expériences de Magendie :

**Formulez** des hypothèses sur la localisation des neurones sensoriels et moteurs dans la moelle épinière et le sens de circulation du message nerveux. **Confrontez** ces hypothèses aux résultats des expériences.

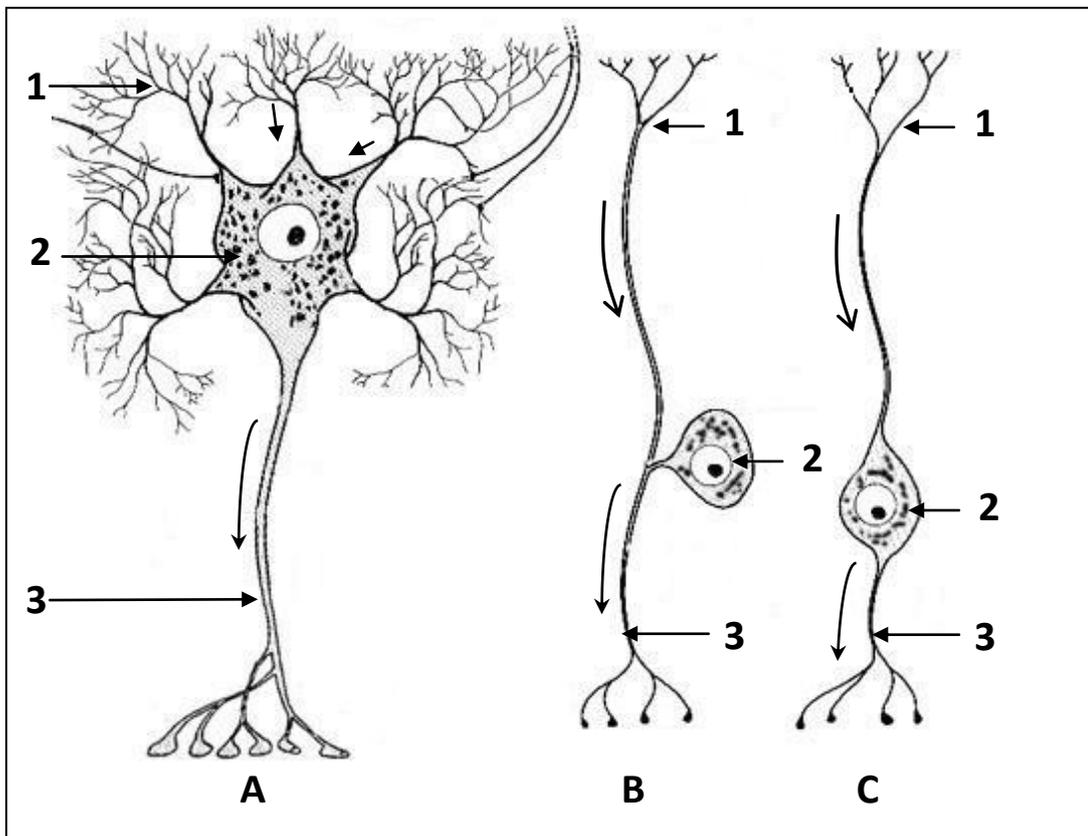
**Aide à la construction du schéma : Sur la grande feuille A3, Construire un schéma pour représenter l'arc réflexe**

<input type="checkbox"/> motoneurone <input type="checkbox"/> Neurone sensoriel <input type="checkbox"/> MN moteur efférent, <input type="checkbox"/> MN sensoriel afférent <input type="checkbox"/> corps cellulaire, <input type="checkbox"/> Nerf rachidien	<input type="checkbox"/> Moelle épinière <input type="checkbox"/> Substance grise, <input type="checkbox"/> Substance blanche, <input type="checkbox"/> Synapse neuro-neuronique, <input type="checkbox"/> Ganglion rachidien <input type="checkbox"/> Racine dorsale du nerf rachidien, <input type="checkbox"/> Racine ventrale du nerf rachidien	<input type="checkbox"/> Fuseau neuromusculaire (récepteur sensoriel) <input type="checkbox"/> Plaque motrice <input type="checkbox"/> Synapse neuromusculaire ;
---	---	--

Pour Vérifier son travail : <https://www.youtube.com/watch?v=KyX9OkEvaBY>



**Différentes catégories de neurones : des cellules nerveuses spécialisées**



**A : Neurone multipolaire** (motoneurone) ; **B : Neurone bipolaire en T** (Ganglions spinaux) ; **C : Neurone bipolaire** (Rétine) ; **1 : dendrites\*\*\*** (prolongement cytoplasmiques) ; **2 : Corps cellulaire** (Contient le noyau) ; **3 : Axone\*\*\*** et ses terminaisons synaptiques. → **Trajet du message nerveux.**

\*\*\* **Fibre nerveuse** = prolongements de la cellule nerveuse. Cela peut-être des **dendrites** et des **axones**

Les fibres nerveuses sont en général enveloppées d'une gaine de myéline. Elles ne sont visibles que là où les épaississements de myéline sont moins importants (au niveau des nœuds de Ranvier)

Un nerf est un ensemble de fibres nerveuses qui contiennent à la fois des fibres nerveuses afférentes efférentes

