

Thème 3 : Corps humain et santé

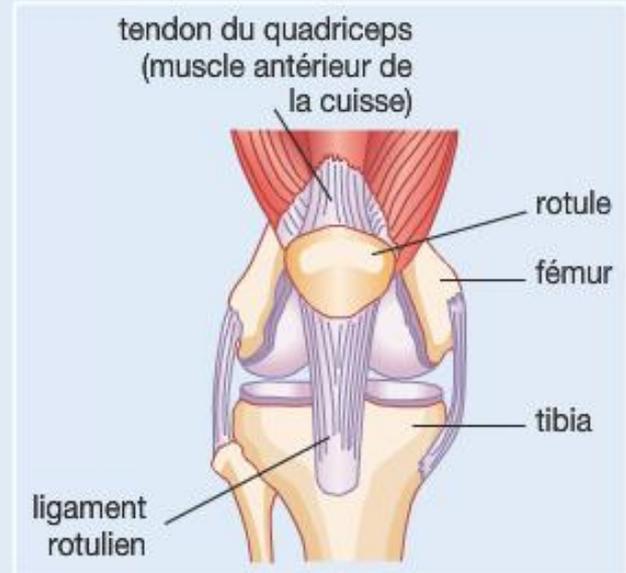
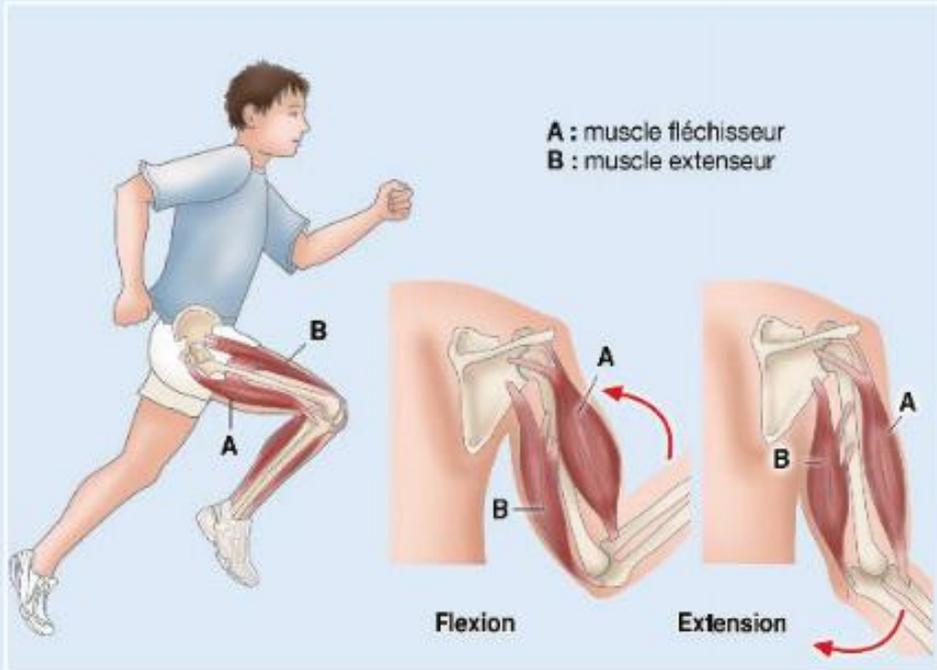
Thème 3B : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Rappels :

- Muscles et mouvements

Muscles et mouvements



L'articulation du genou

● Les mouvements de **flexion** et d'**extension** sont rendus possibles par l'existence d'articulations entre les os. Un mouvement est causé par la contraction d'un **muscle squelettique** :

par l'intermédiaire de son **tendon**, le muscle qui se raccourcit exerce une traction sur l'os auquel il est attaché. Dans le même temps, le **muscle antagoniste** se relâche.

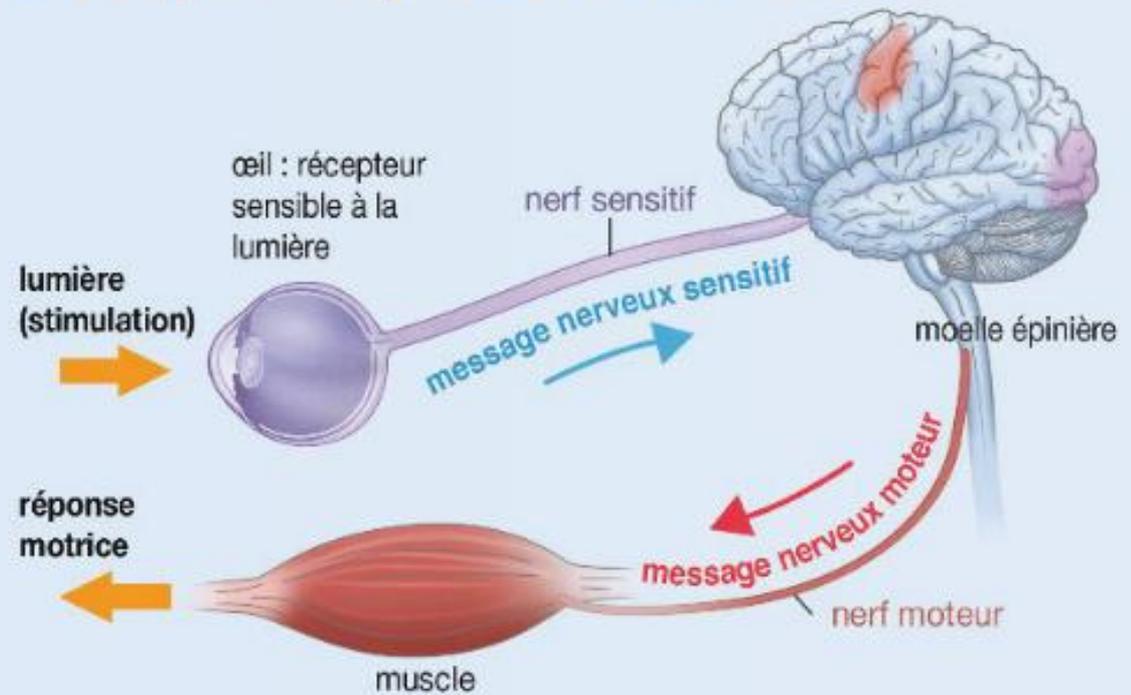
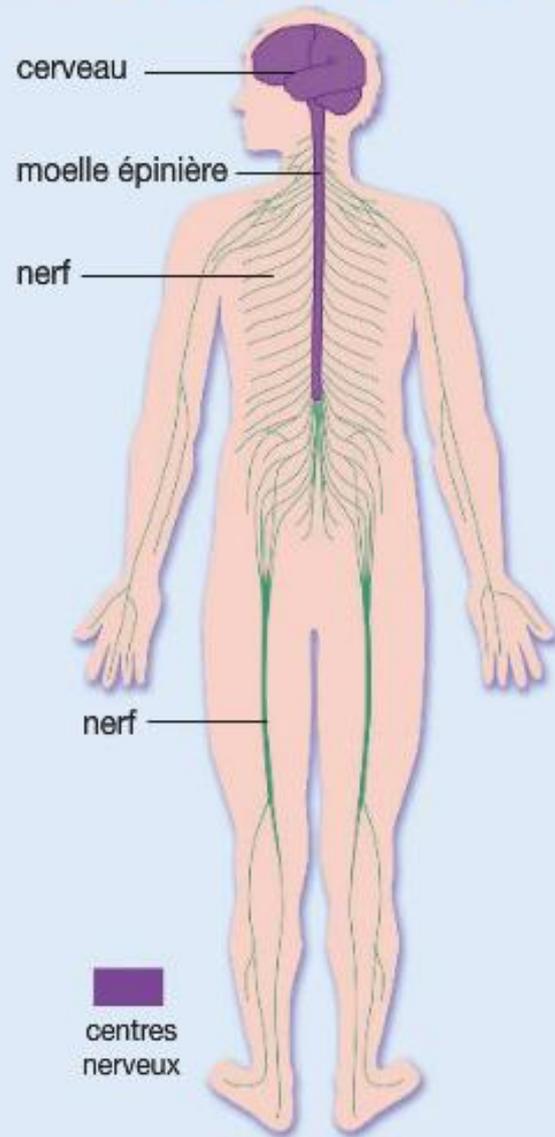
Un mouvement (flexion ou extension) est dû à la **contraction** d'un muscle squelettique qui exerce une traction sur l'os auquel il est relié par un tendon + relâchement du muscle **antagoniste**

Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Rappels :

- Muscles et mouvements
- Intervention du système nerveux

Une communication assurée par le système nerveux



- De nombreuses **stimulations** provenant de notre environnement sont perçues par l'organisme. Elles peuvent engendrer une réponse motrice.
- Les **organes sensoriels** (œil, oreille...) sont capables de détecter une stimulation extérieure.
- Des messages nerveux sont transmis des organes sensoriels aux **centres nerveux** par des **fibres nerveuses sensitives**.
- D'autres messages, émis par les centres nerveux, sont transmis jusqu'aux **muscles** par des **fibres nerveuses motrices**.

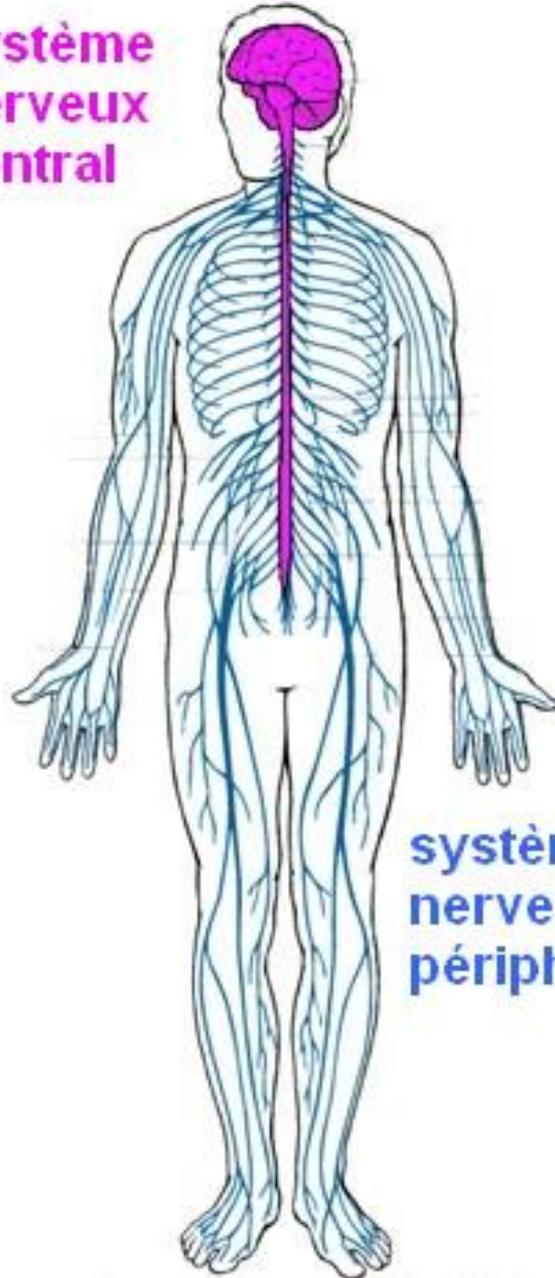
Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Rappels :

- Muscles et mouvements
- Intervention du système nerveux
- Composition du système nerveux

Le système nerveux

système
nerveux
central



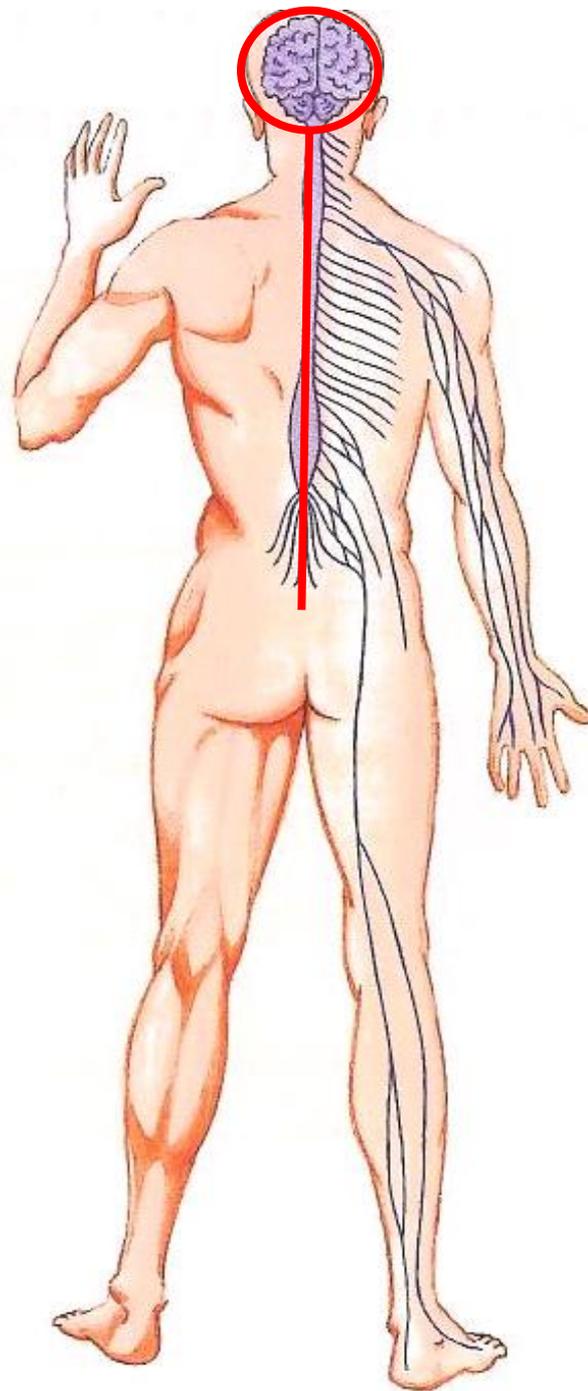
système
nerveux
périphérique

Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Rappels :

- Muscles et mouvements
- Intervention du système nerveux
- Structure du système nerveux
 - les centres nerveux

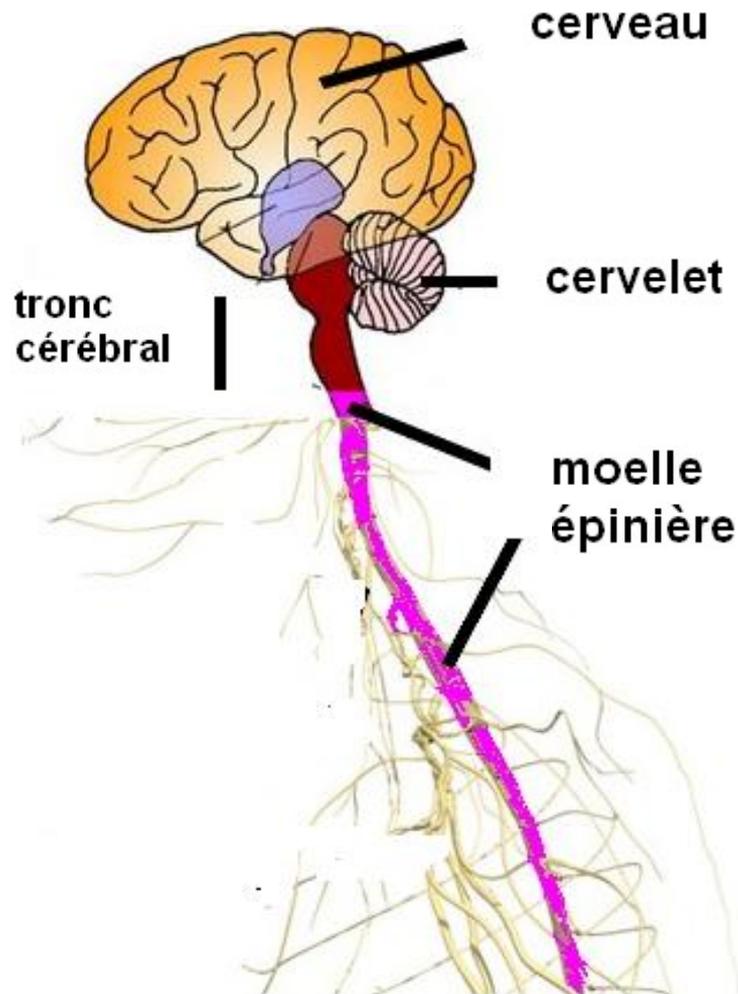
**Centres nerveux
= système
nerveux central**



Encéphale

Moelle épinière

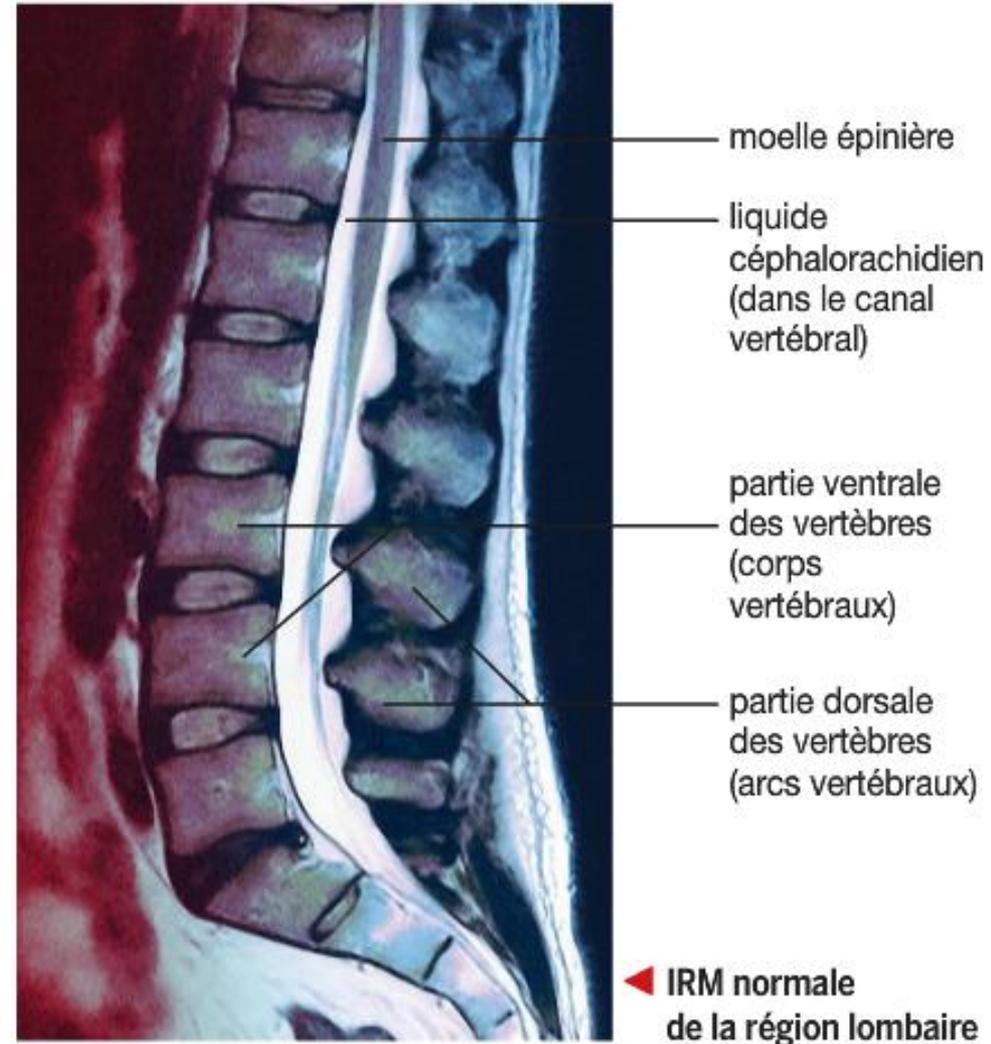
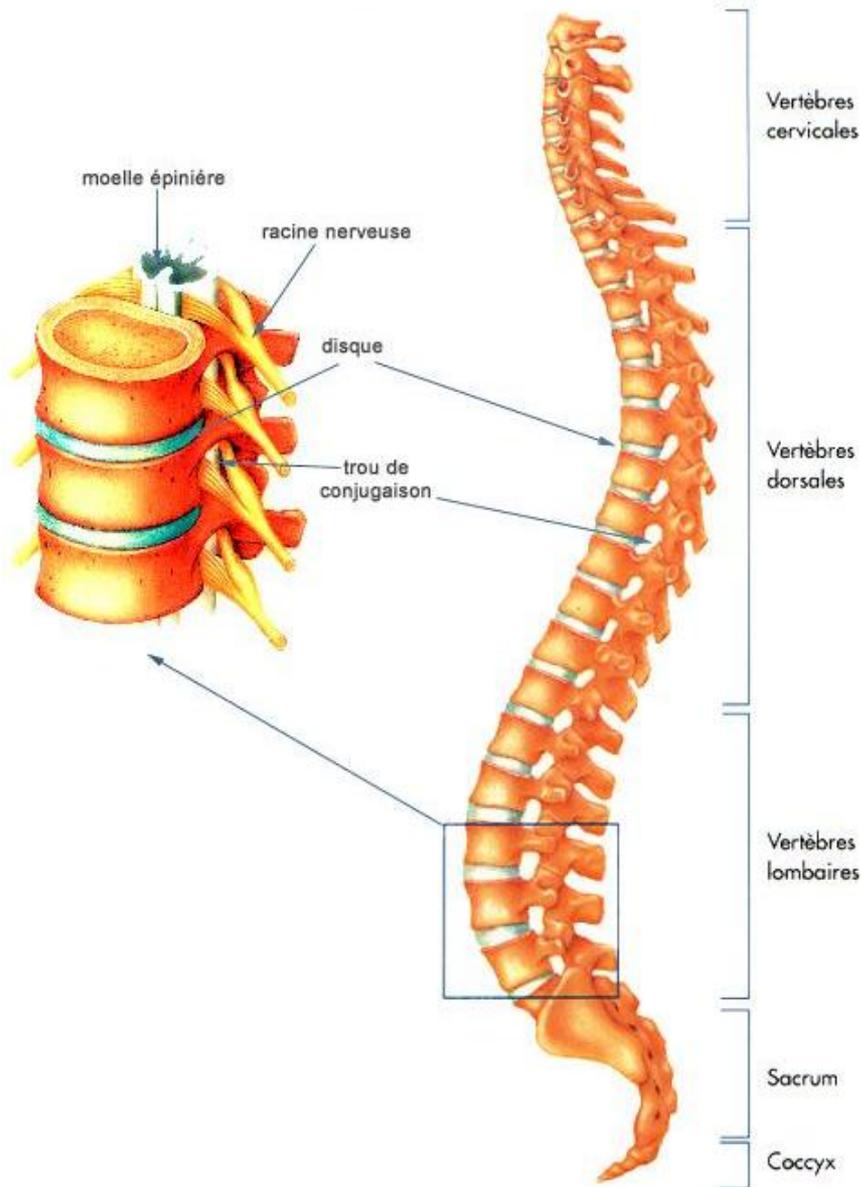
Le système nerveux central



L'encéphale est protégé par la boîte crânienne



La moelle épinière est protégée par la colonne vertébrale

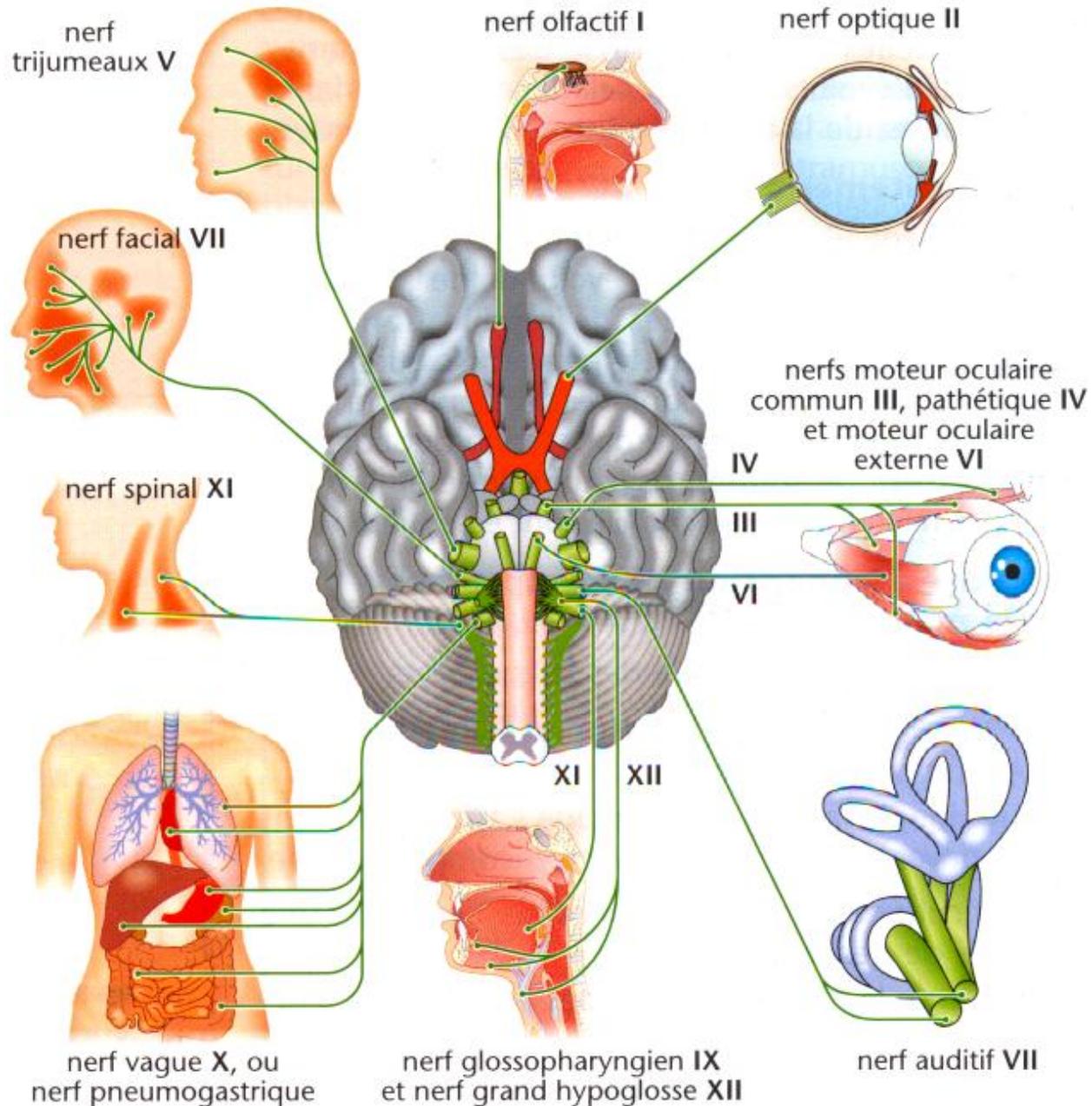


Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

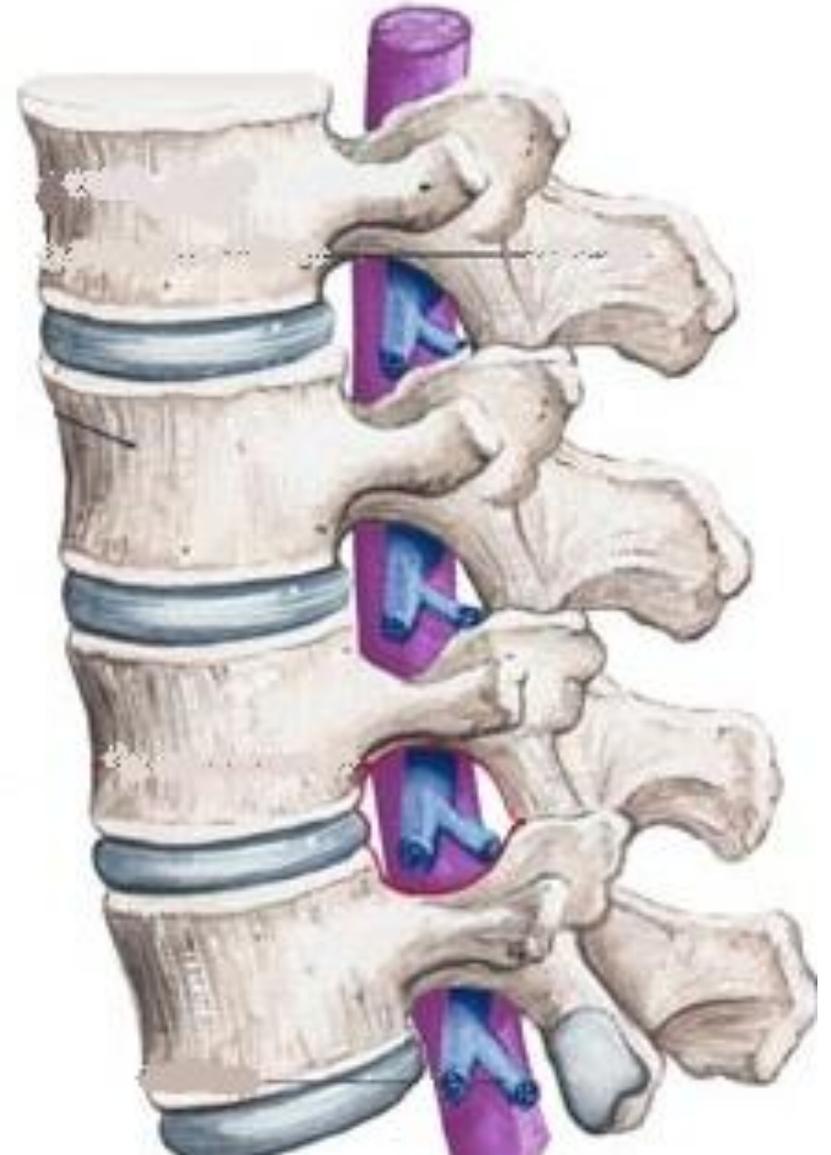
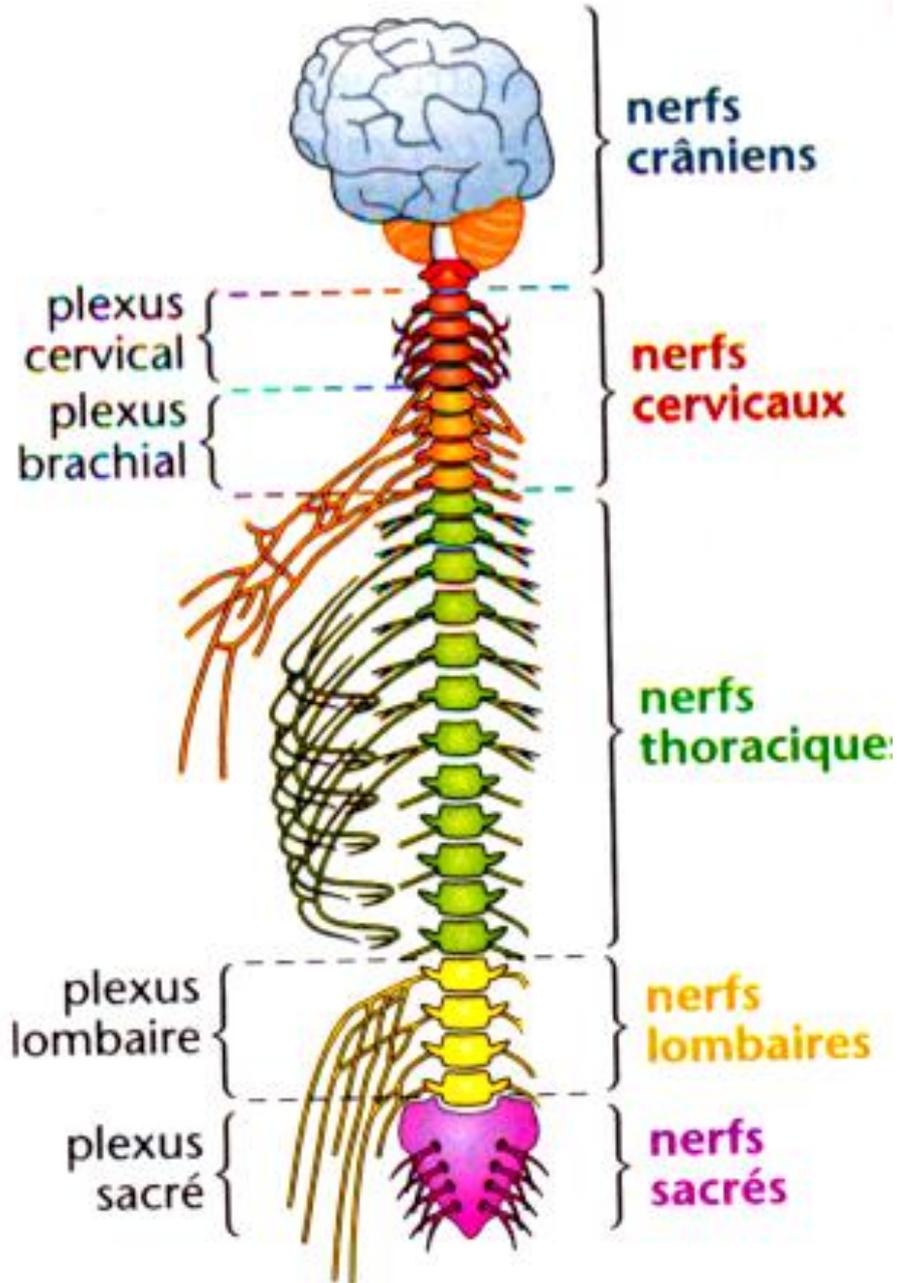
Rappels :

- Muscles et mouvements
- Intervention du système nerveux
- Composition du système nerveux
 - les centres nerveux
 - les nerfs

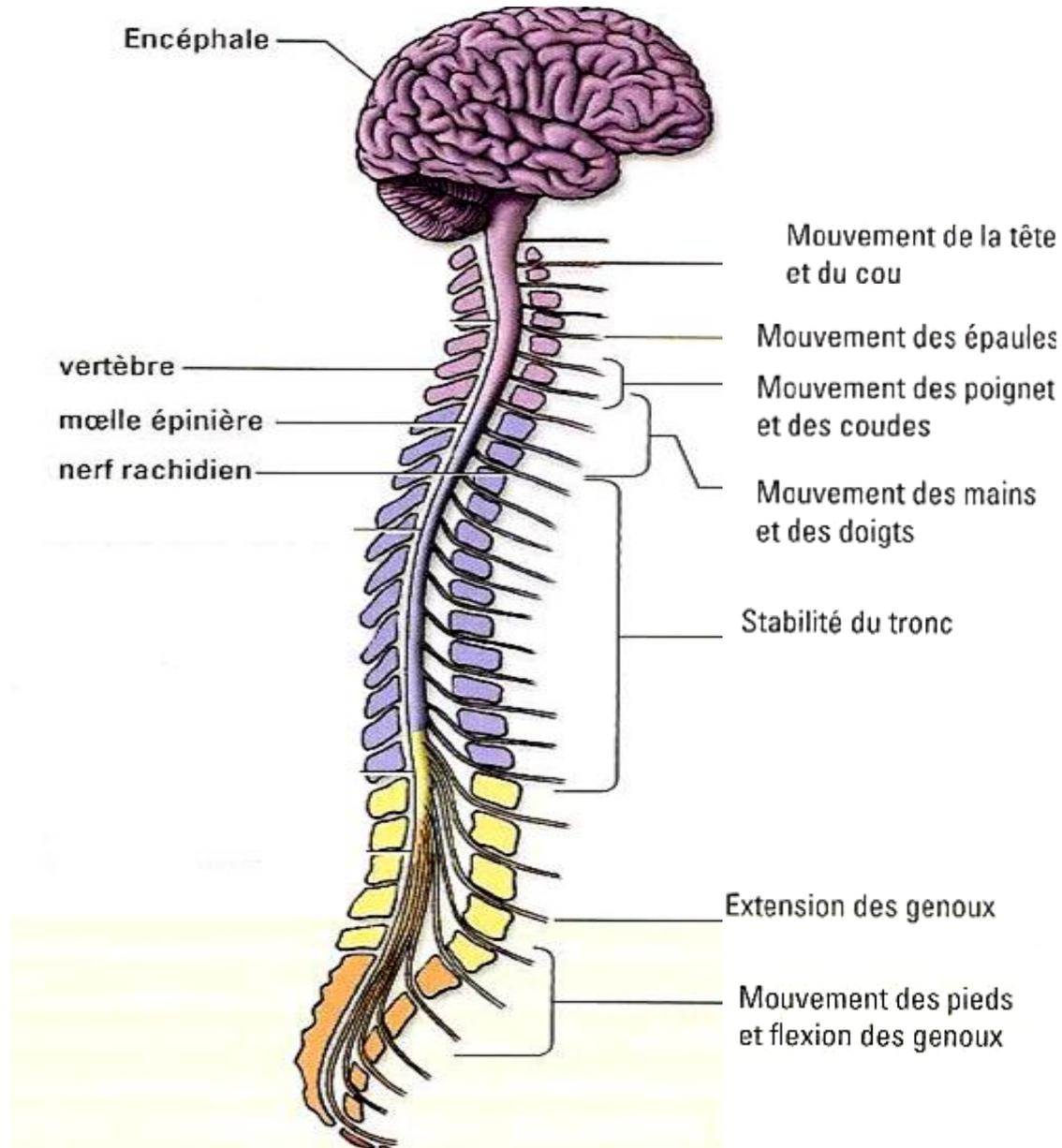
Les nerfs crâniens



Les nerfs rachidiens (31 paires)



Les nerfs rachidiens (31 paires)

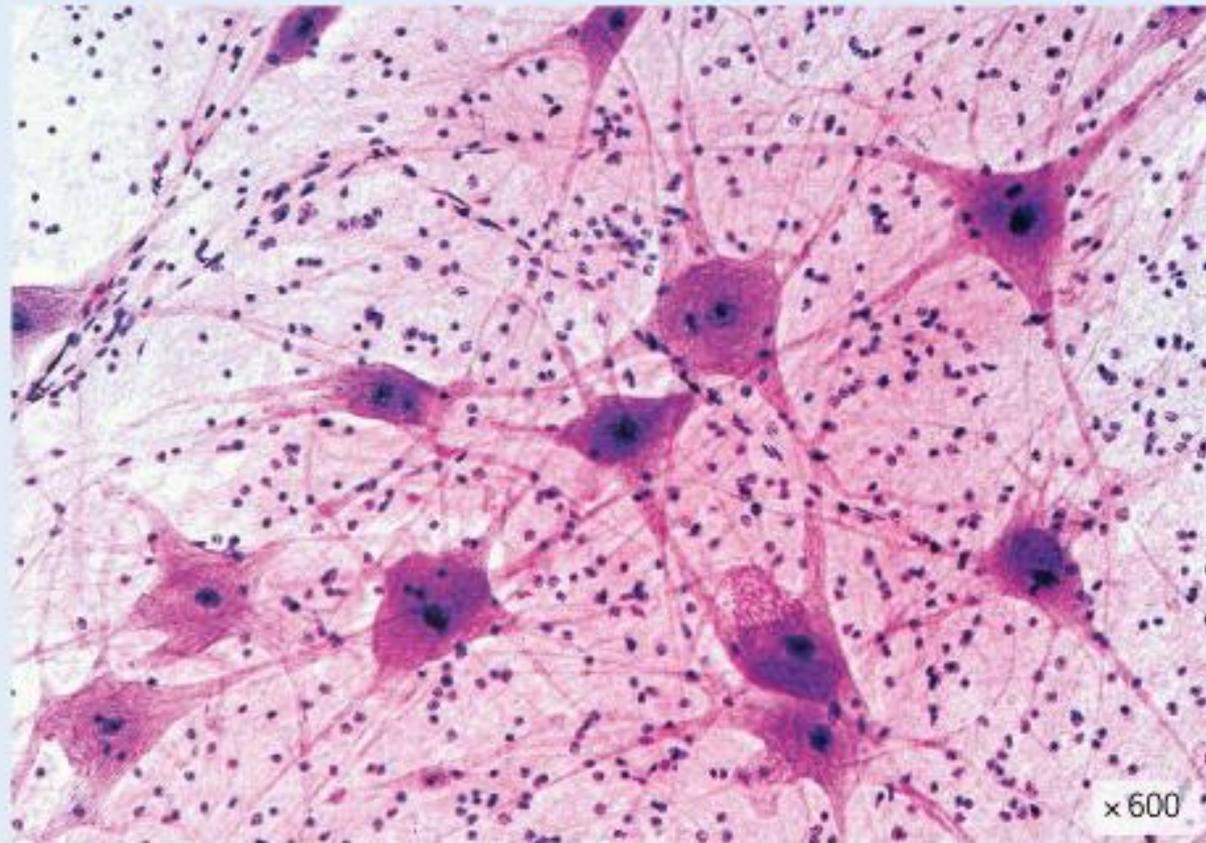


Thème : Corps humain et santé : Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

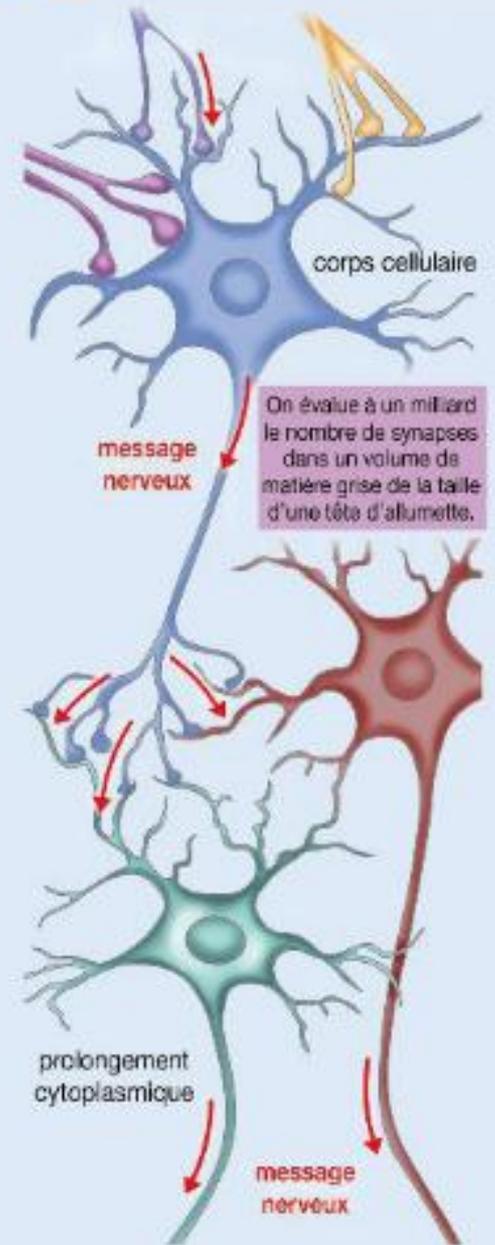
Rappels :

- Muscles et mouvements
- Intervention du système nerveux
- Structure du système nerveux
 - les centres nerveux
 - les nerfs
- Le système nerveux : des réseaux de neurones

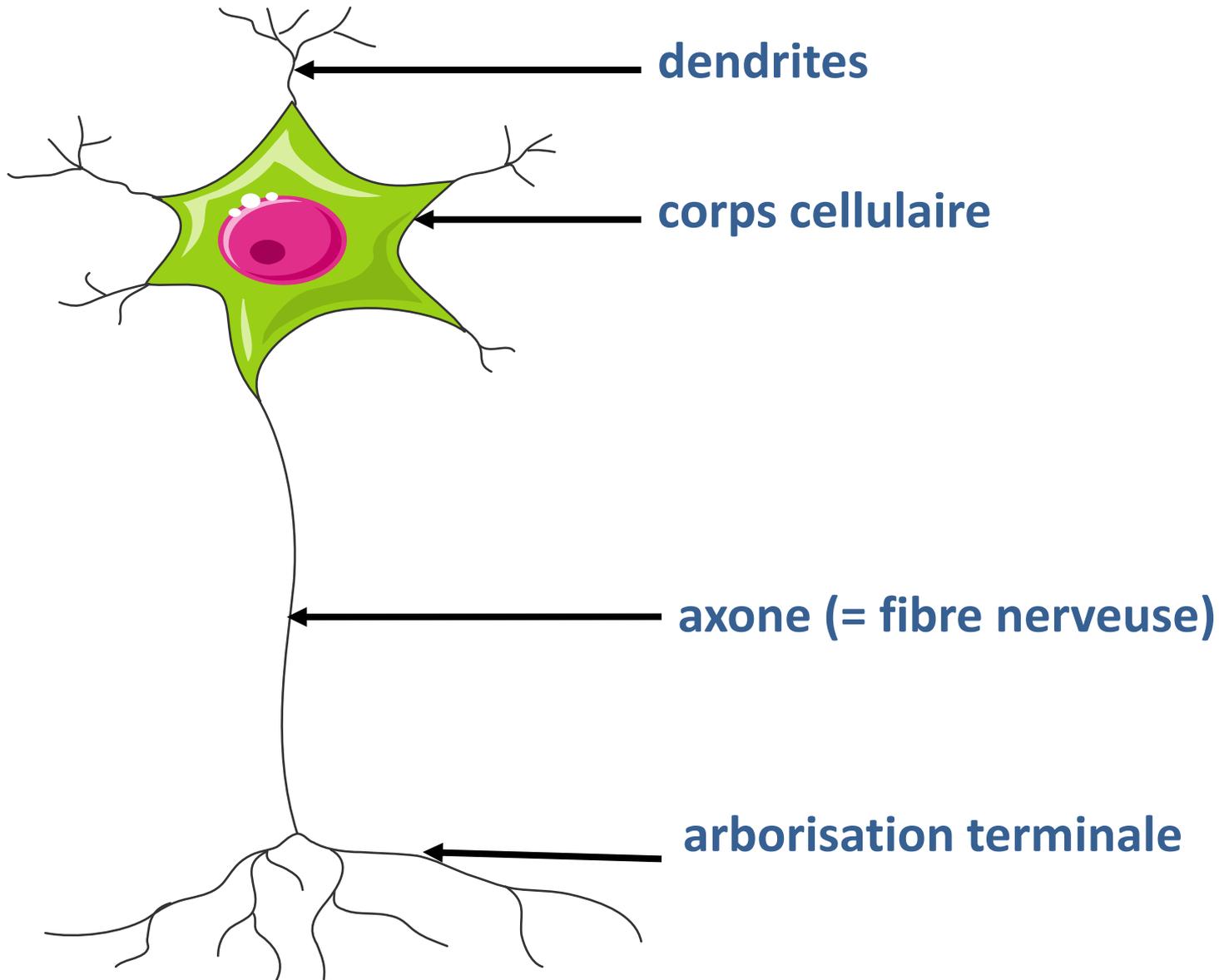
Le système nerveux : des réseaux de neurones



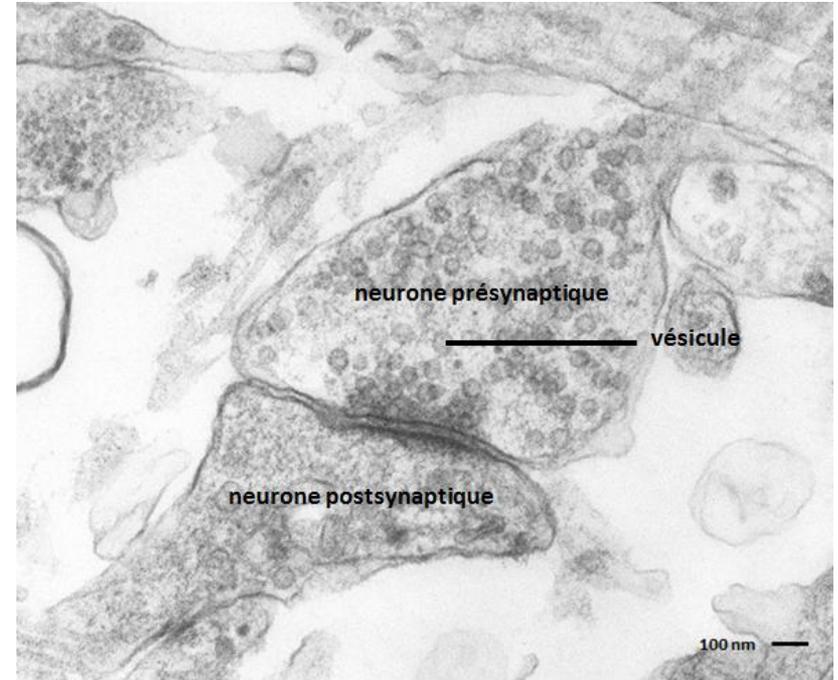
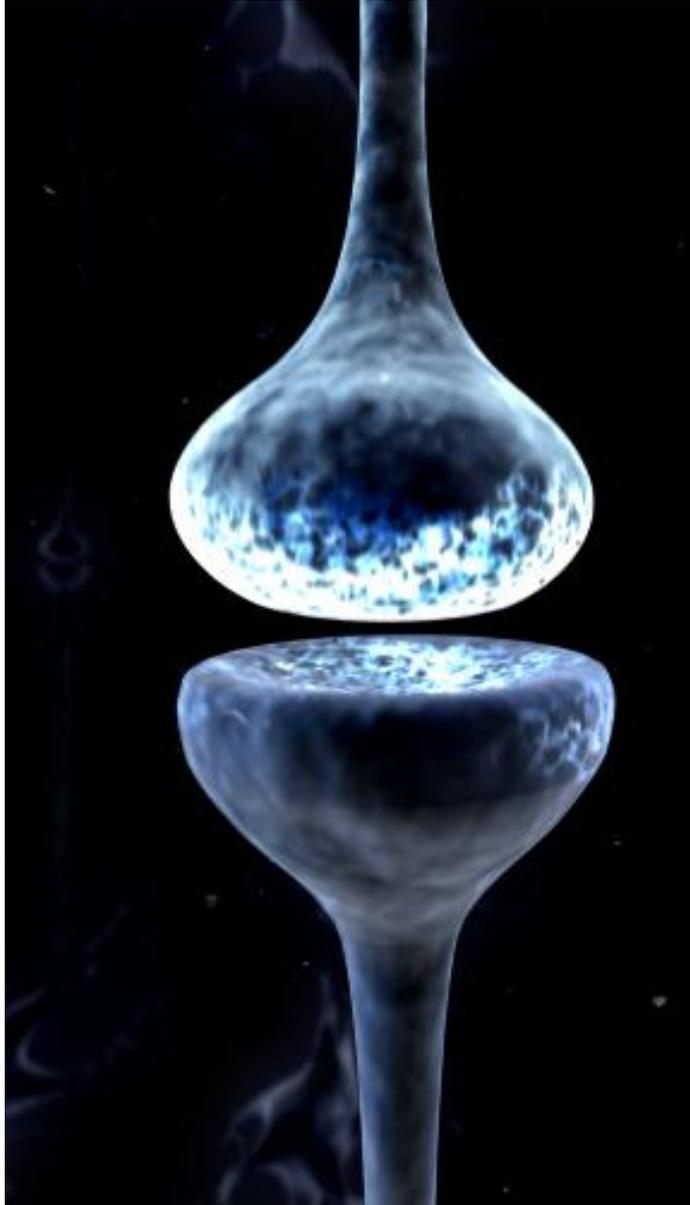
- Un centre nerveux, comme le cerveau, comporte des milliards de cellules nerveuses appelées **neurones**.
- Un neurone est une cellule spécialisée, constituée d'un **corps cellulaire** (contenant le noyau) muni de plusieurs **prolongements cytoplasmiques** très fins, pouvant être très longs.
- Les neurones sont en relation les uns avec les autres et forment un **réseau** très complexe.
- Les **messages nerveux circulent** le long des prolongements fins des neurones et sont transmis d'un neurone à l'autre au niveau de leurs connexions.



Organisation d'une cellule nerveuse : le **neurone**

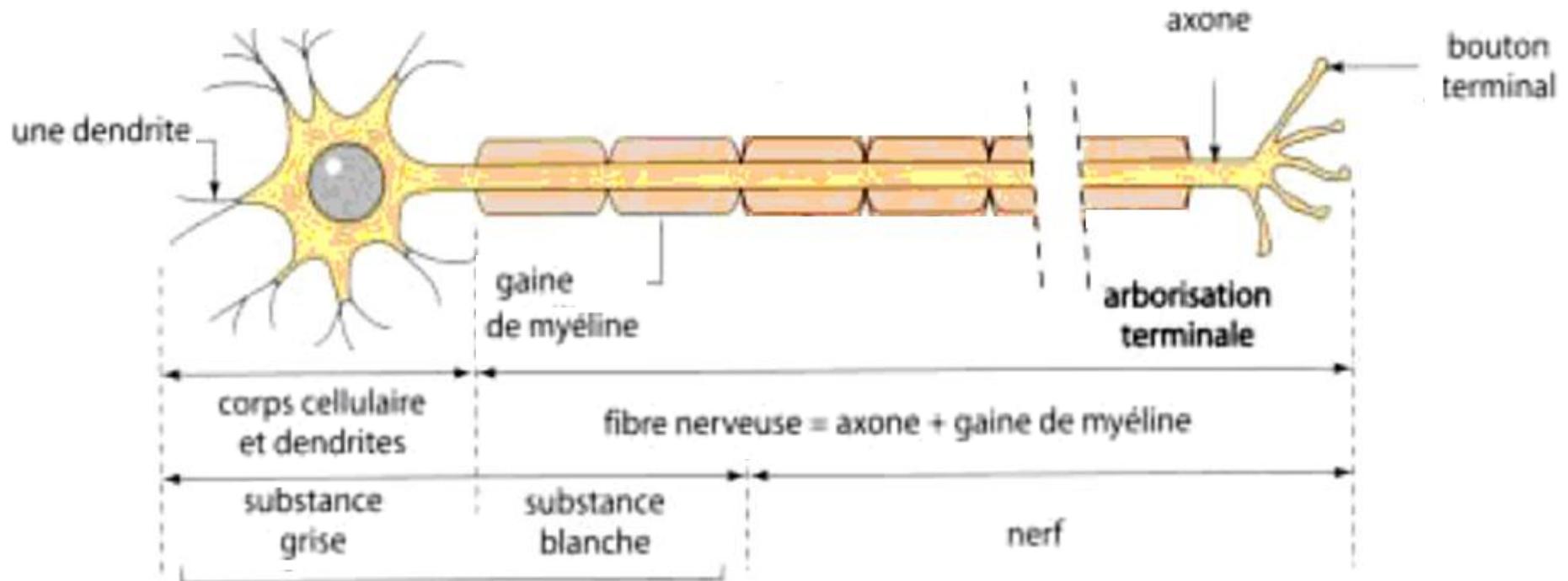


La **synapse** : zone de communication entre 2 neurones



Le tissu nerveux

Le **neurone** est l'unité physiologique du tissu nerveux.



Chapitre 1 : Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle



© Original Artist
Reproduction rights obtainable from
www.CartoonStock.com

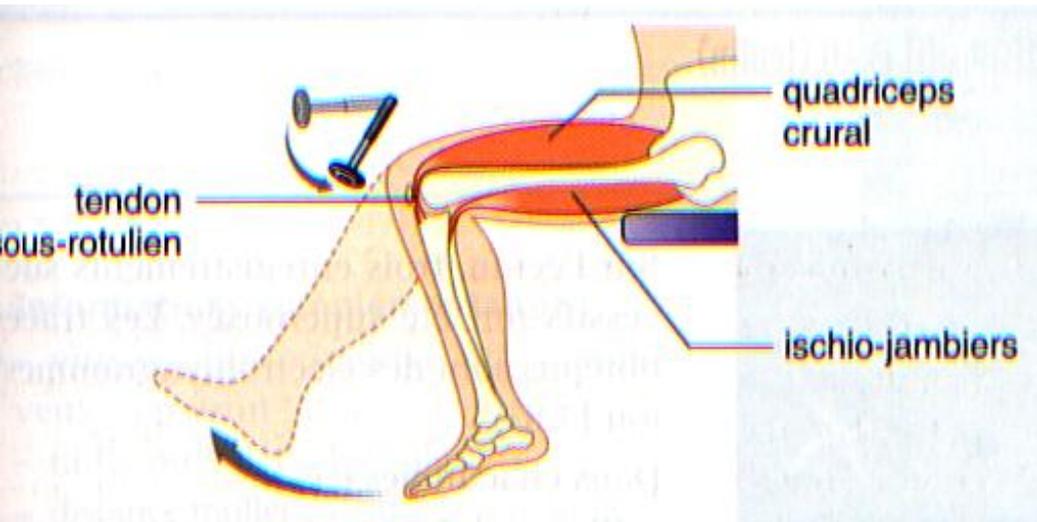
Chapman

Pourquoi le réflexe myotatique constitue-t-il un élément de diagnostic ?

Comment le système nerveux intervient-il dans la réalisation du réflexe myotatique?

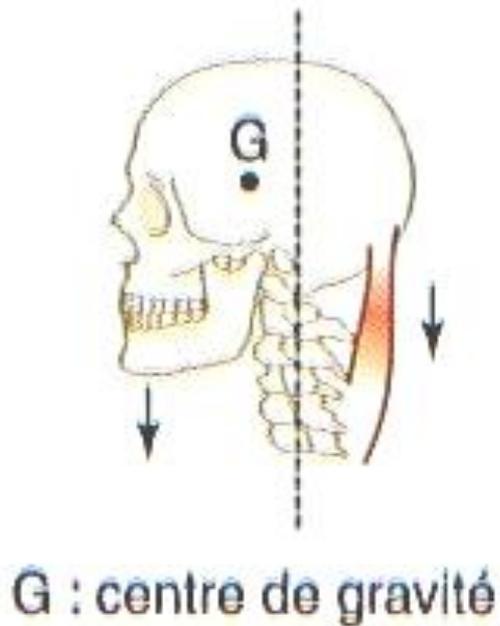
Définition

Définition du réflexe **myotatique**

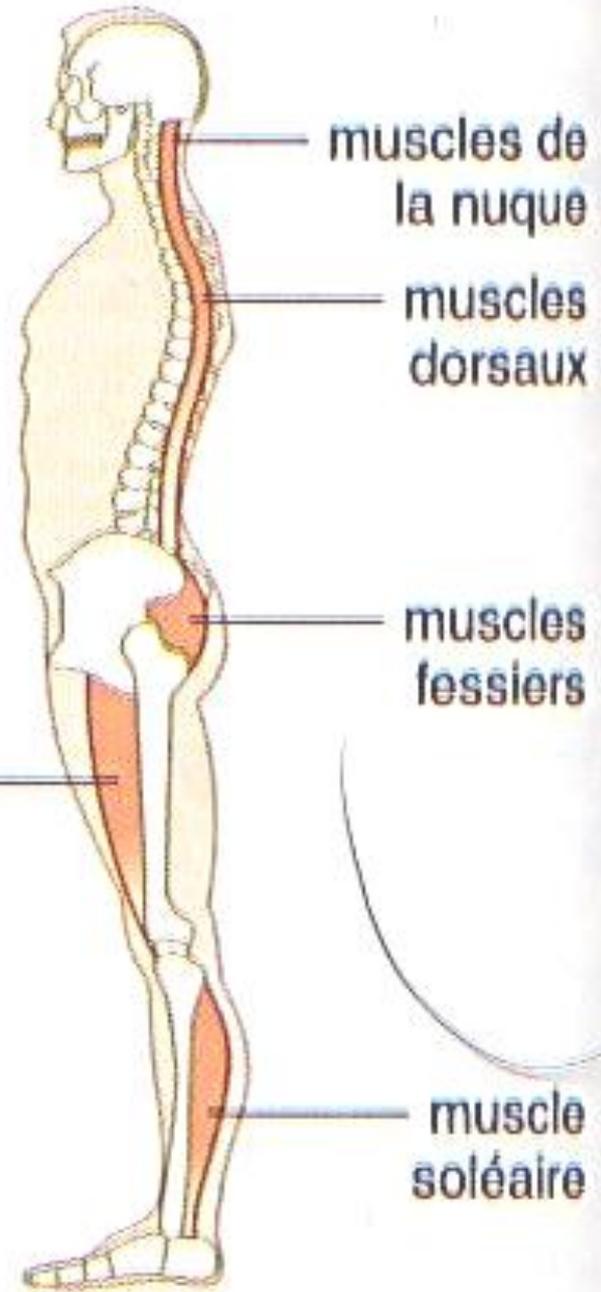


Contraction réflexe du muscle en réponse à son propre étirement

Réflexes myotatiques et maintien de la posture



quadriceps
crural

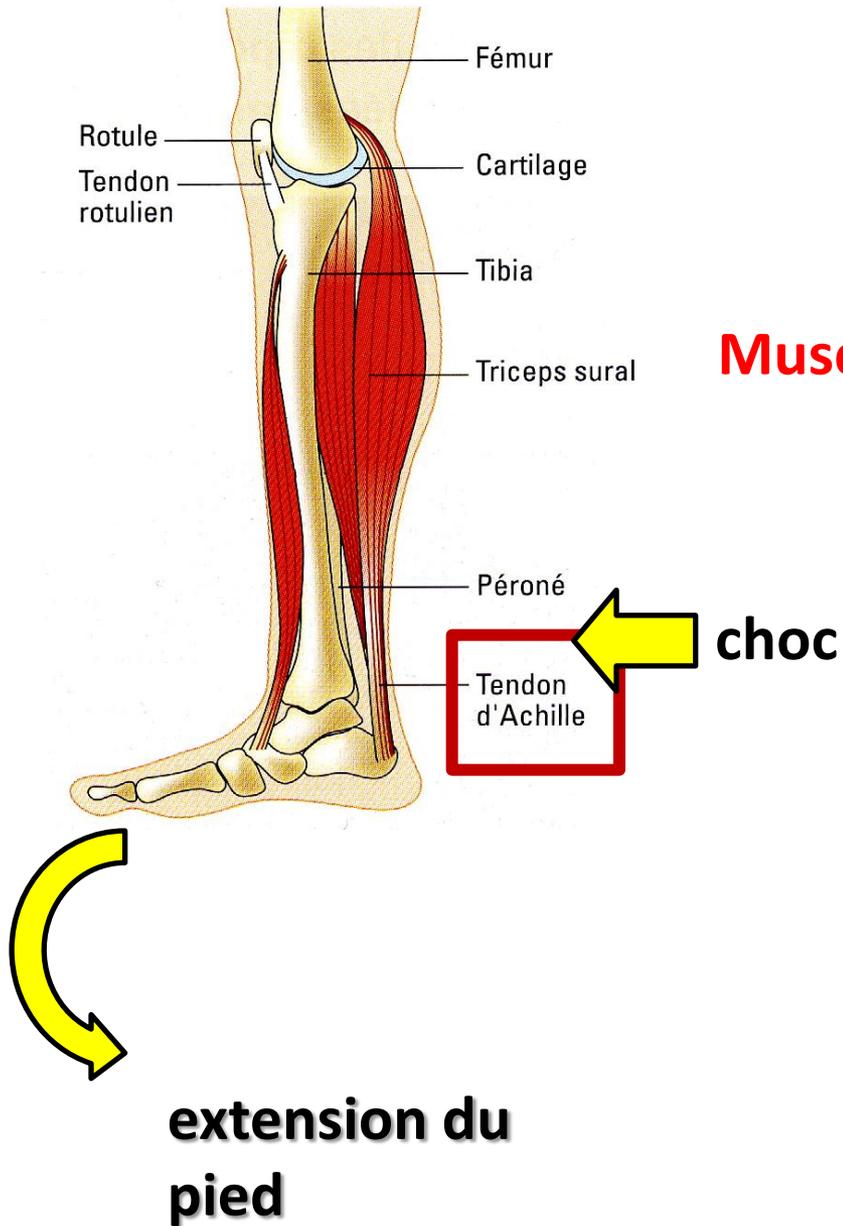


=> tonus musculaire permanent
=> maintien de la posture

I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : le réflexe Achilléen.

Le réflexe Achilléen



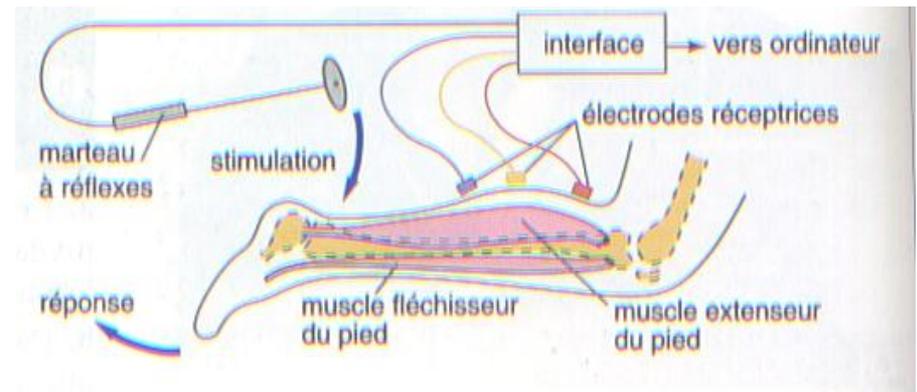
Muscle extenseur du pied

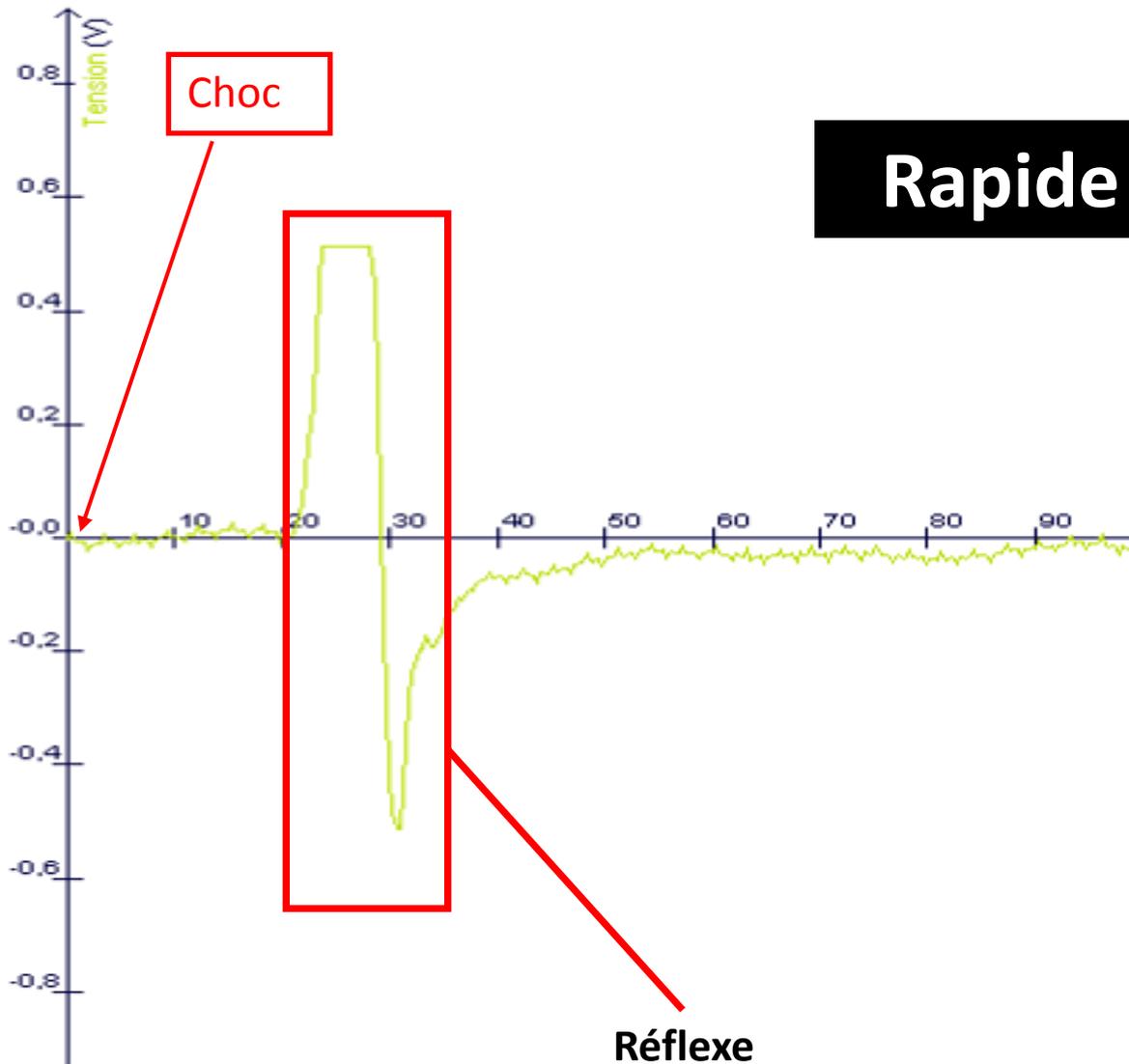


Etude expérimentale du réflexe Achilléen



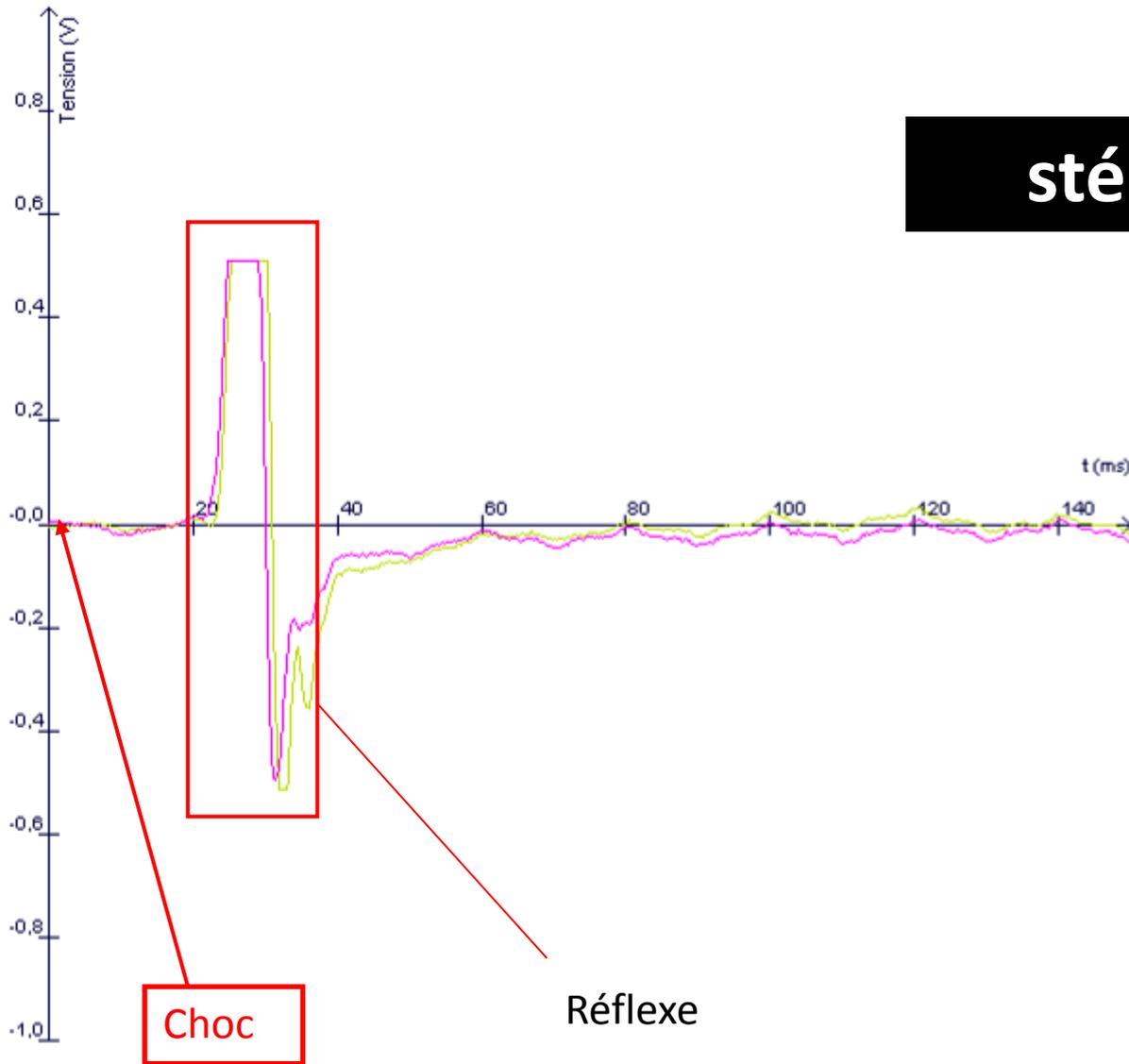
Etude expérimentale du réflexe Achilléen





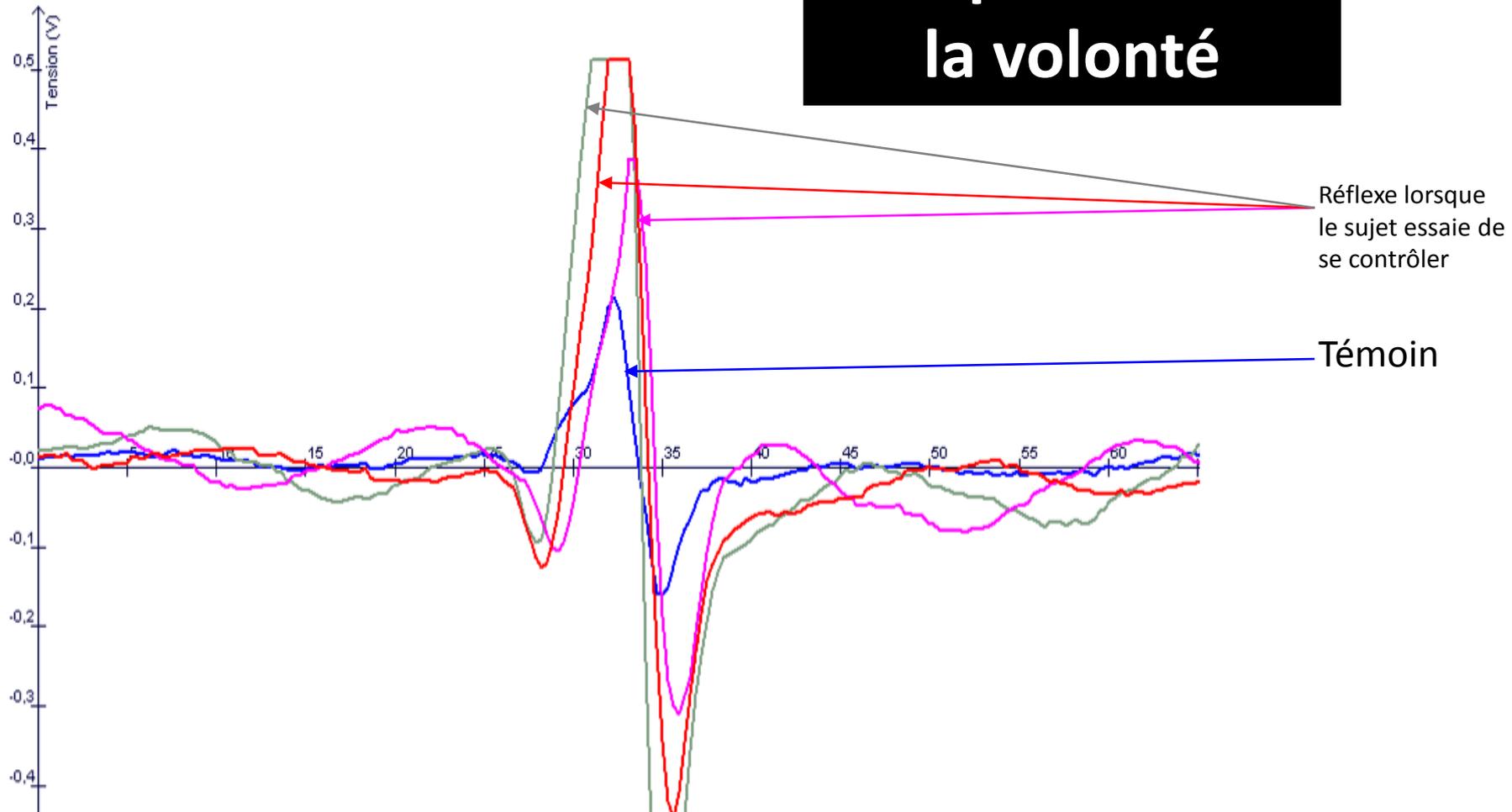
Graphique représentant la tension au niveau du muscle en fonction du temps

stéréotypé



Graphique représentant la tension au niveau du muscle en fonction du temps

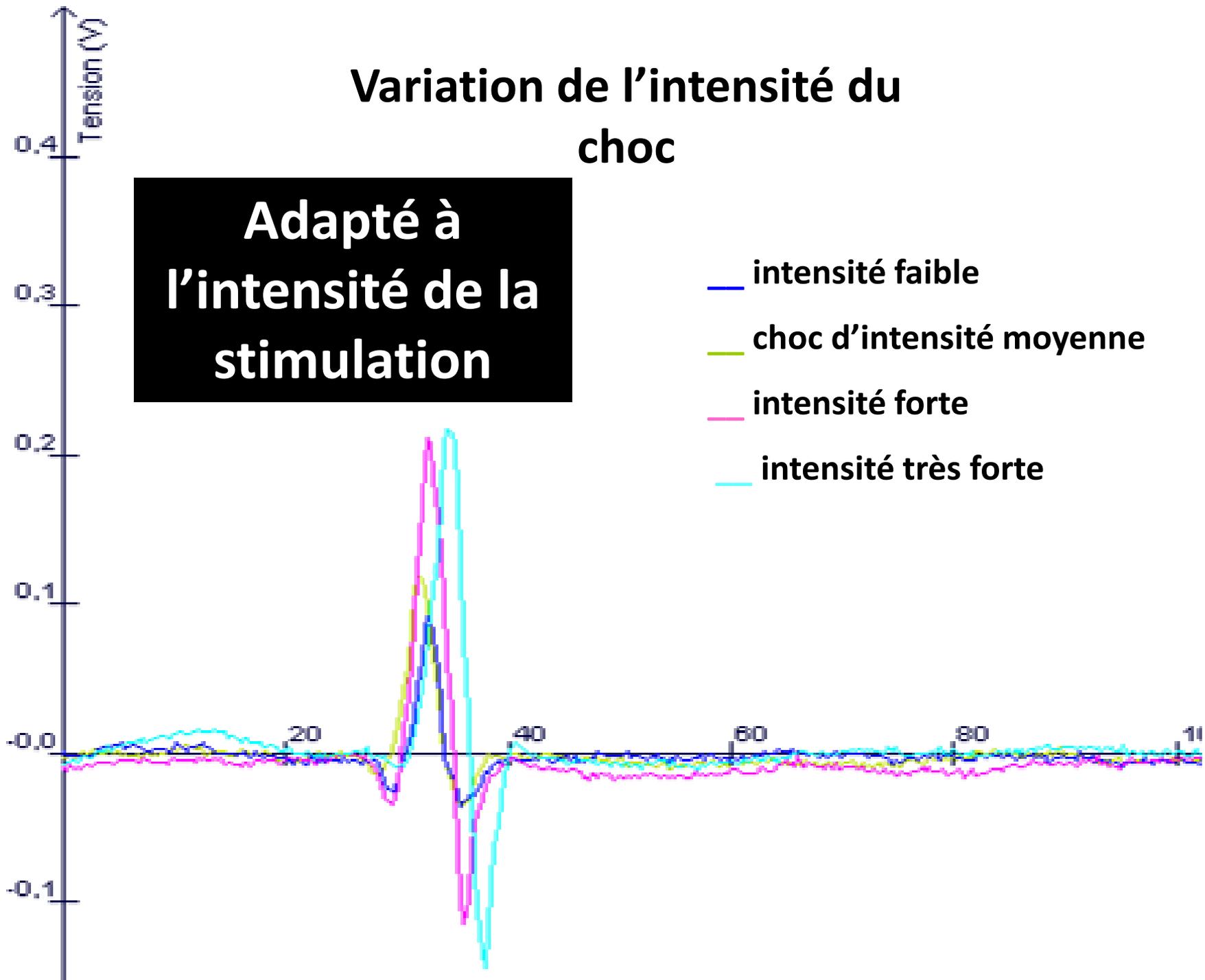
Indépendant de la volonté



Variation de l'intensité du choc

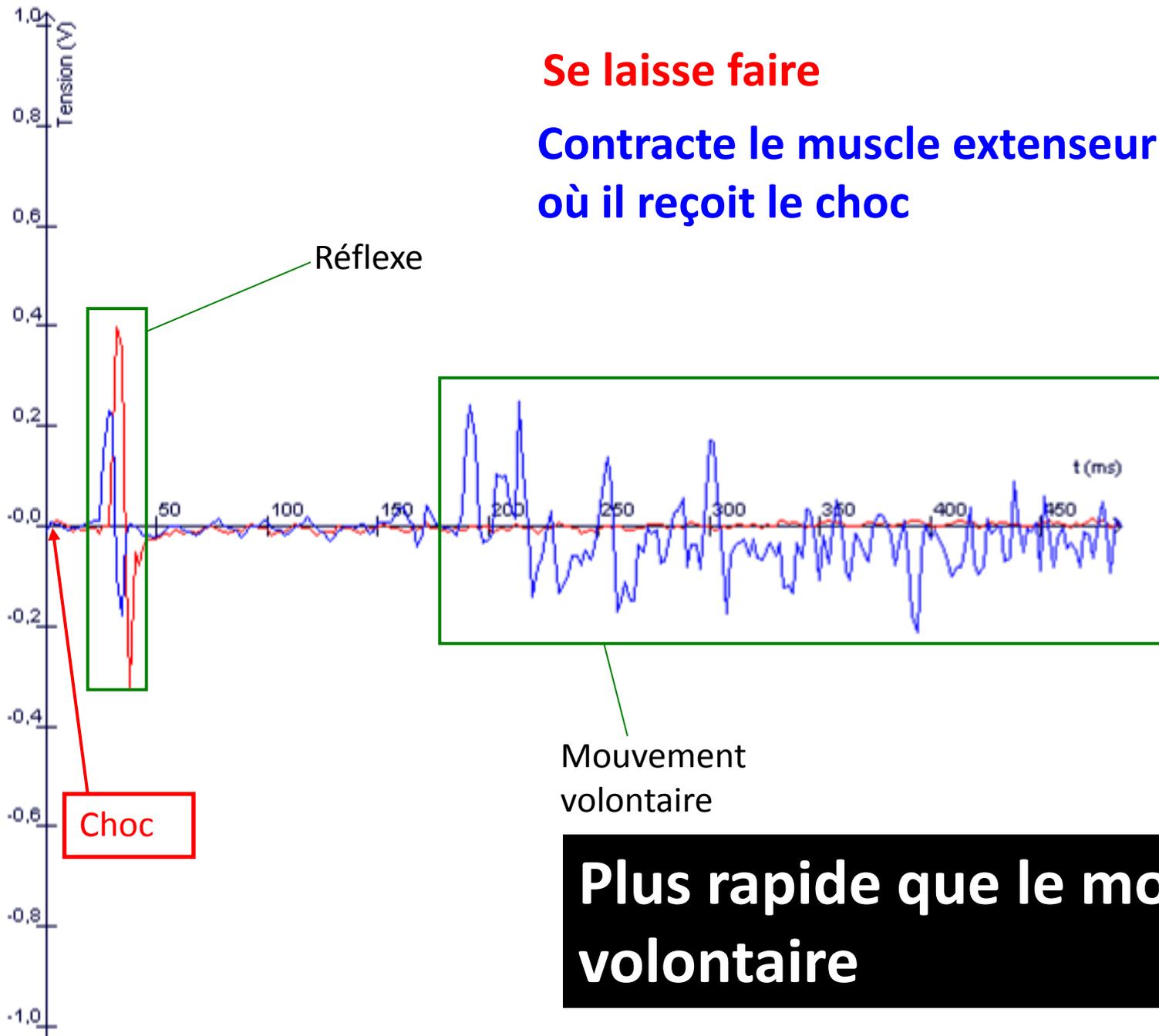
Adapté à l'intensité de la stimulation

- intensité faible
- choc d'intensité moyenne
- intensité forte
- intensité très forte



Se laisse faire

Contracte le muscle extenseur au moment où il reçoit le choc

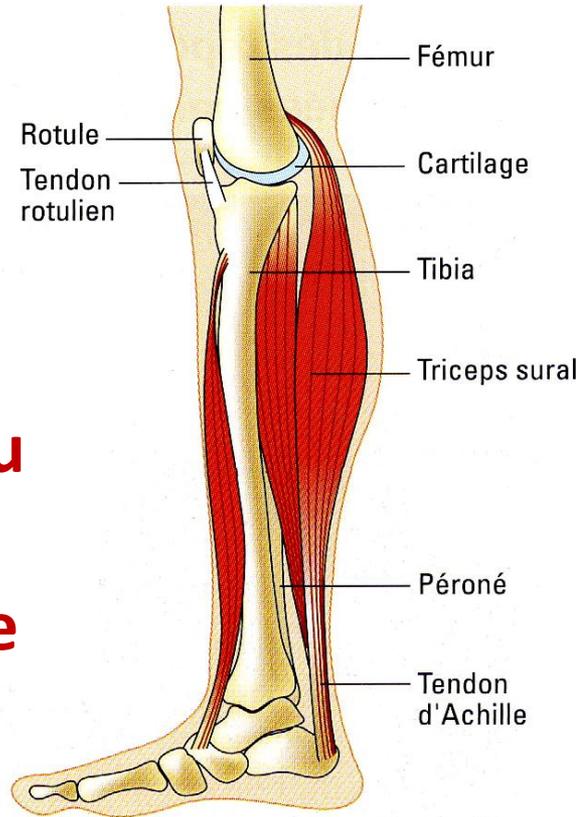


Mouvement
volontaire

**Plus rapide que le mouvement
volontaire**

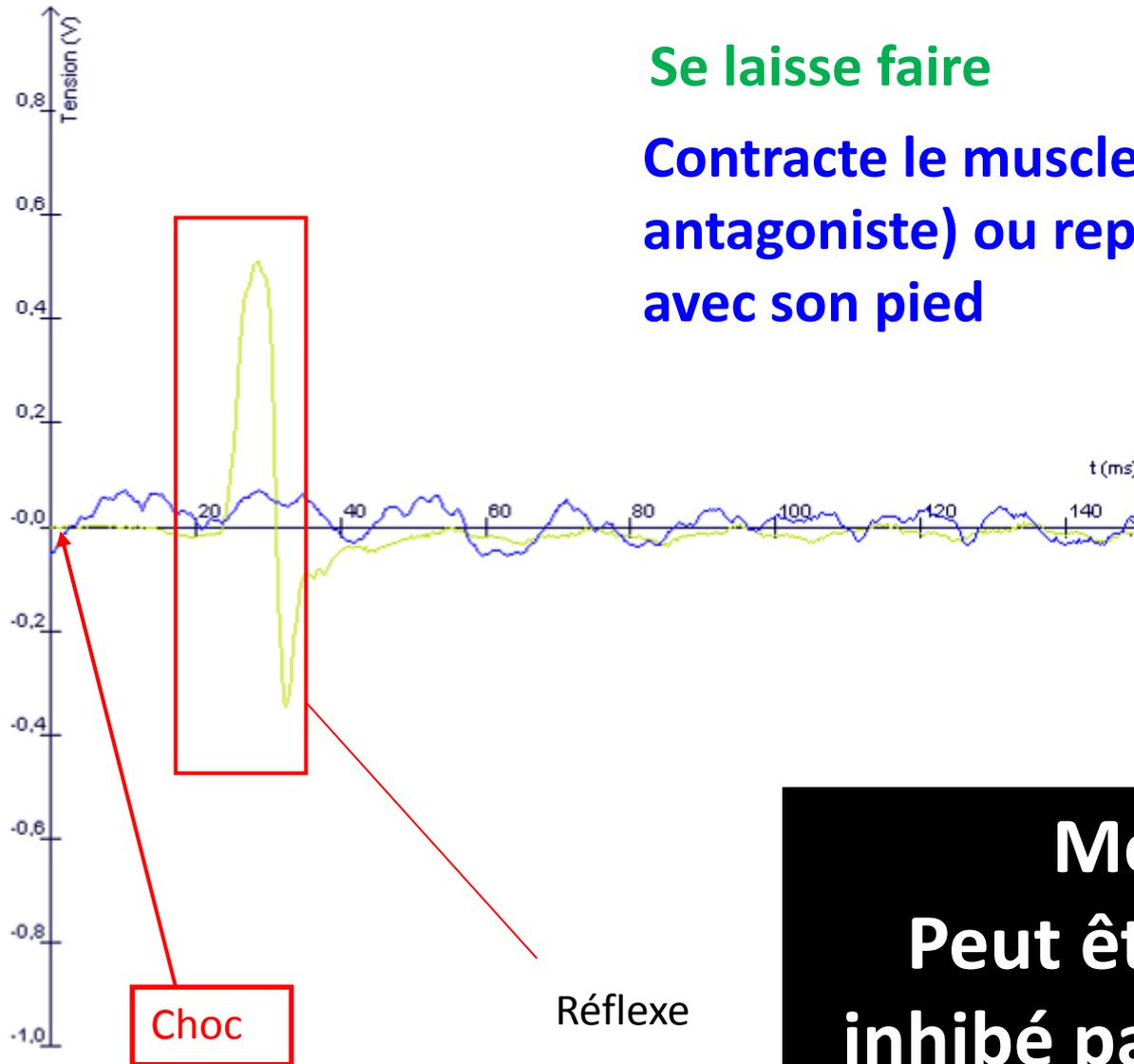
Le réflexe Achilléen

**Muscle
fléchisseur du
pied
= antagoniste**



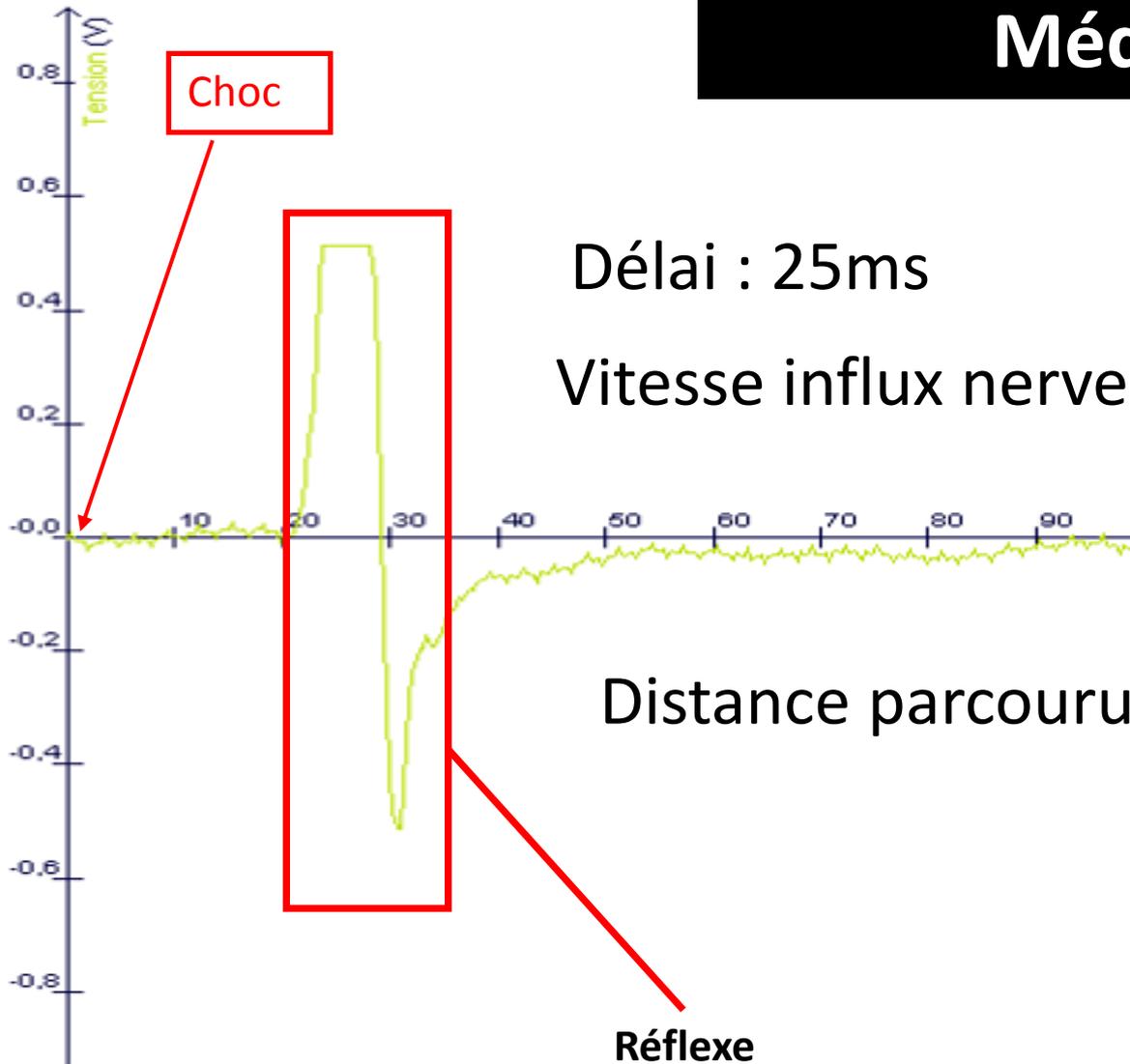
Se laisse faire

Contracte le muscle opposé (muscle antagoniste) ou repousse un objet lourd avec son pied



**Modulable :
Peut être atténué ou
inhibé par la contraction
du muscle opposé**

Médullaire



Délai : 25ms

Vitesse influx nerveux = 44 m / s

Distance parcourue = 1.1 m AR

Réflexe

Graphique représentant la tension au niveau du muscle en fonction du temps

Caractéristiques du réflexe myotatique

La réponse est :

- Rapide et brève
- Involontaire
- Stéréotypée
- Adaptée à l'intensité du stimulus
- Plus rapide que le mouvement volontaire
- Modulable (en particulier inhibée par la contraction du muscle antagoniste)

- Au cours d'un examen médical, le médecin contrôle couramment plusieurs réflexes ostéo-tendineux. Le test consiste à percuter le tendon d'un muscle : ce stimulus étire le muscle qui « répond » de façon réflexe par une contraction. Il s'agit donc de réflexes myotatiques.

Quelques exemples

Nom du réflexe	Muscle stimulé	Réponse
rotulien	quadriceps de la cuisse	extension de la jambe
achilléen	soléaire	extension du pied
bicipital	biceps	flexion de l'avant-bras
tricipital	triceps	extension de l'avant-bras

- L'importance de la réponse peut être estimée sur une échelle allant de 0 à 4+ :

0	pas de réponse
1+	contraction visible mais diminuée
2+	réponse normale
3+	contraction plus vive que la moyenne
4+	hyperactivité, réponse excessive



L'abolition ou la diminution d'un réflexe est parfois l'indice d'une lésion nerveuse (lésion d'un nerf engendrant une **sciatique**, par exemple).

L'exagération de la réponse réflexe, ou spasticité, peut être d'origine très diverse. Elle traduit en général une levée de l'**inhibition** de la réponse réflexe normalement exercée par les **centres nerveux supérieurs**.

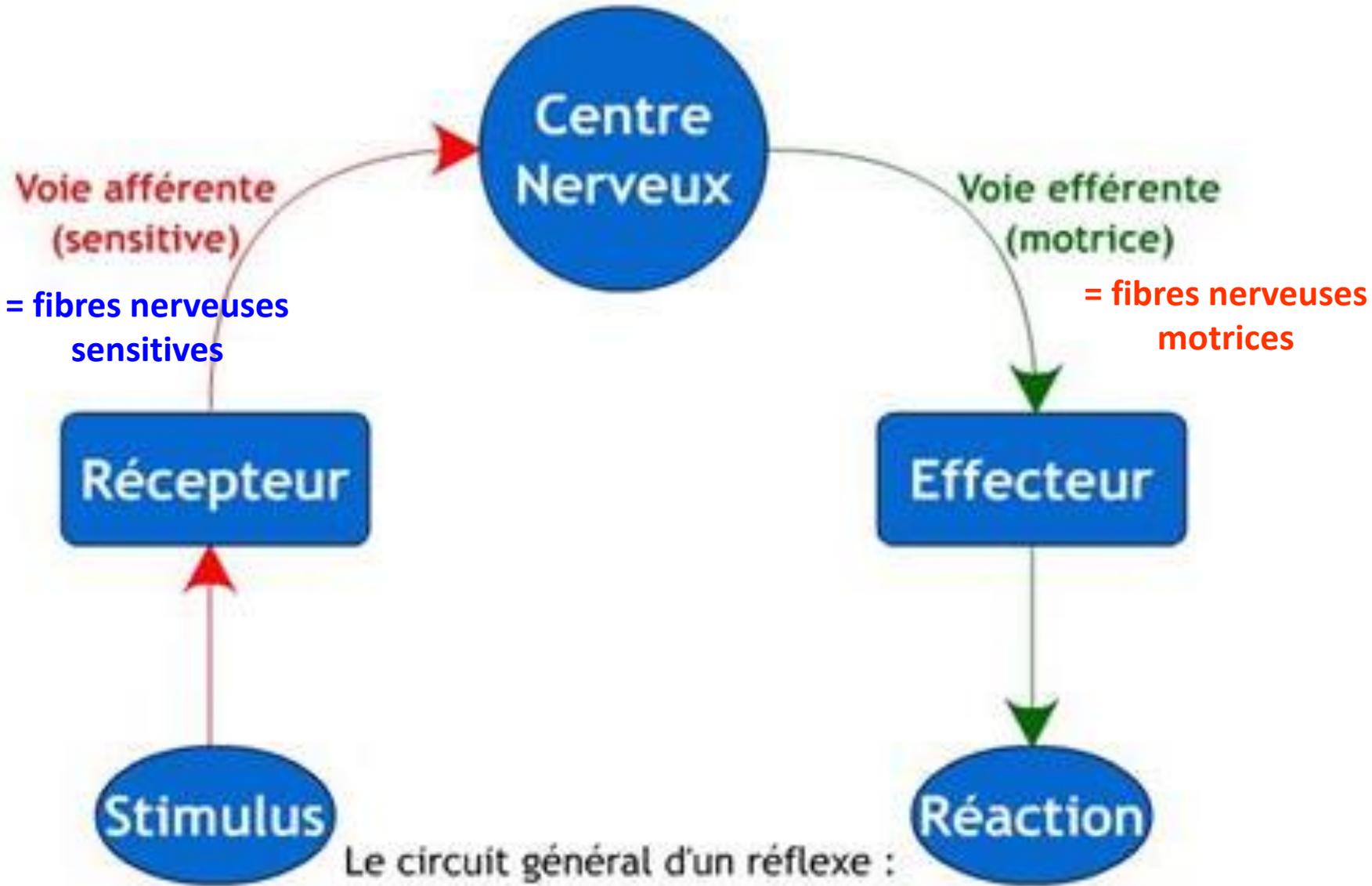
Doc. 4 Un outil diagnostique couramment utilisé.

I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

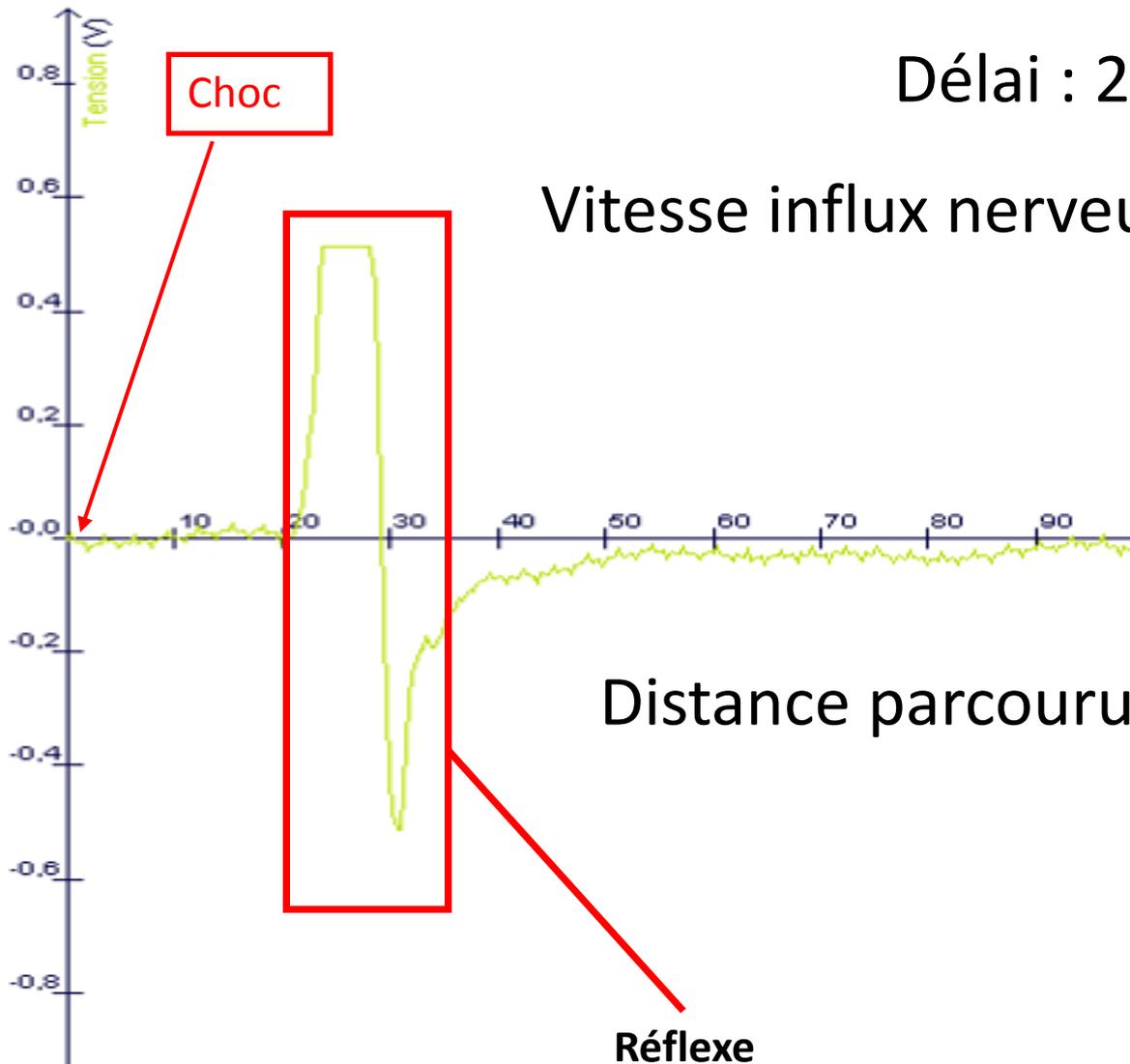
A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.

B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

Cerveau ou
moelle épinière



Le circuit général d'un réflexe :
L'arc réflexe



Délai : 25ms

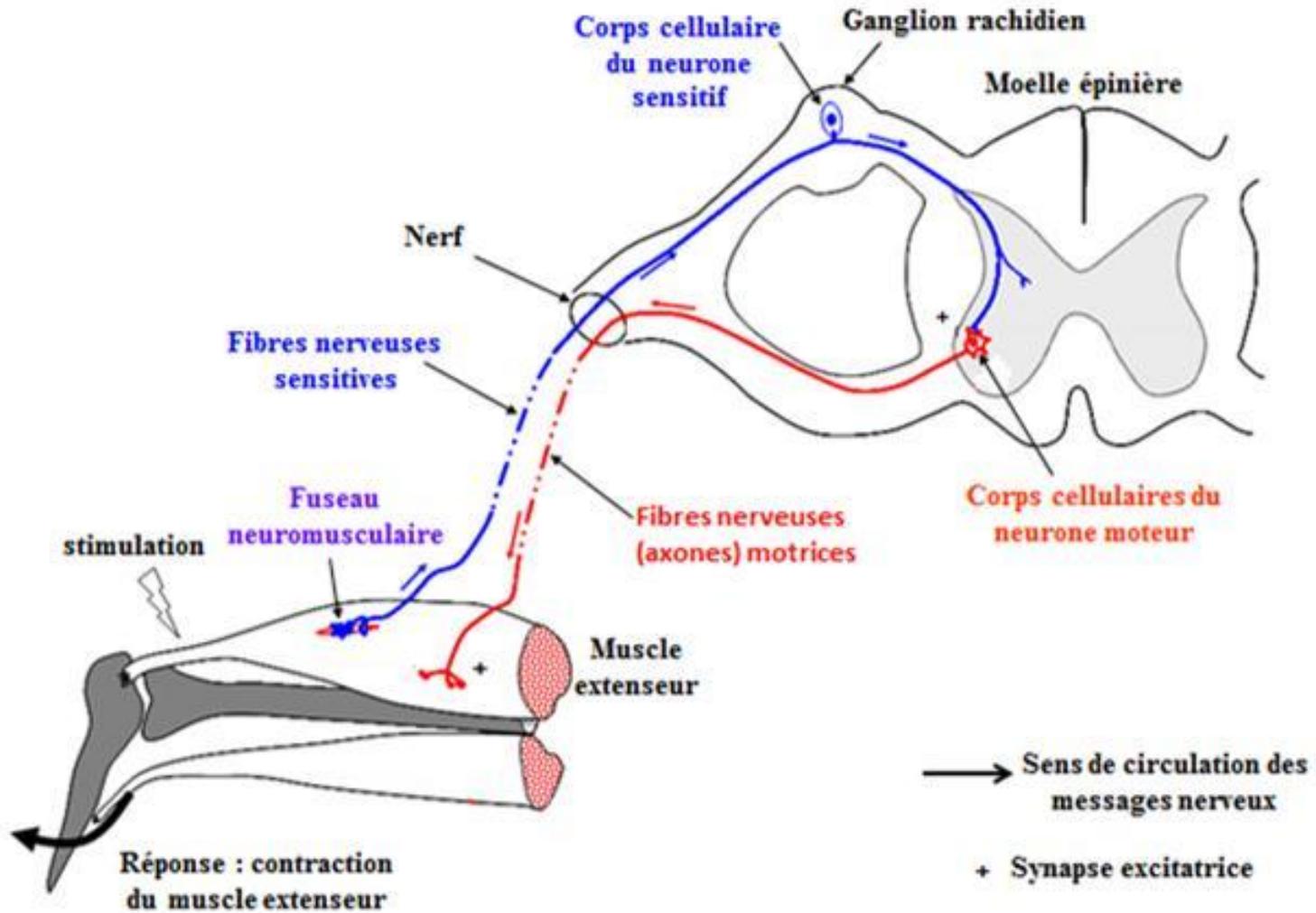
Vitesse influx nerveux = 44 m/s

Distance parcourue = 1.1 m AR

Réflexe

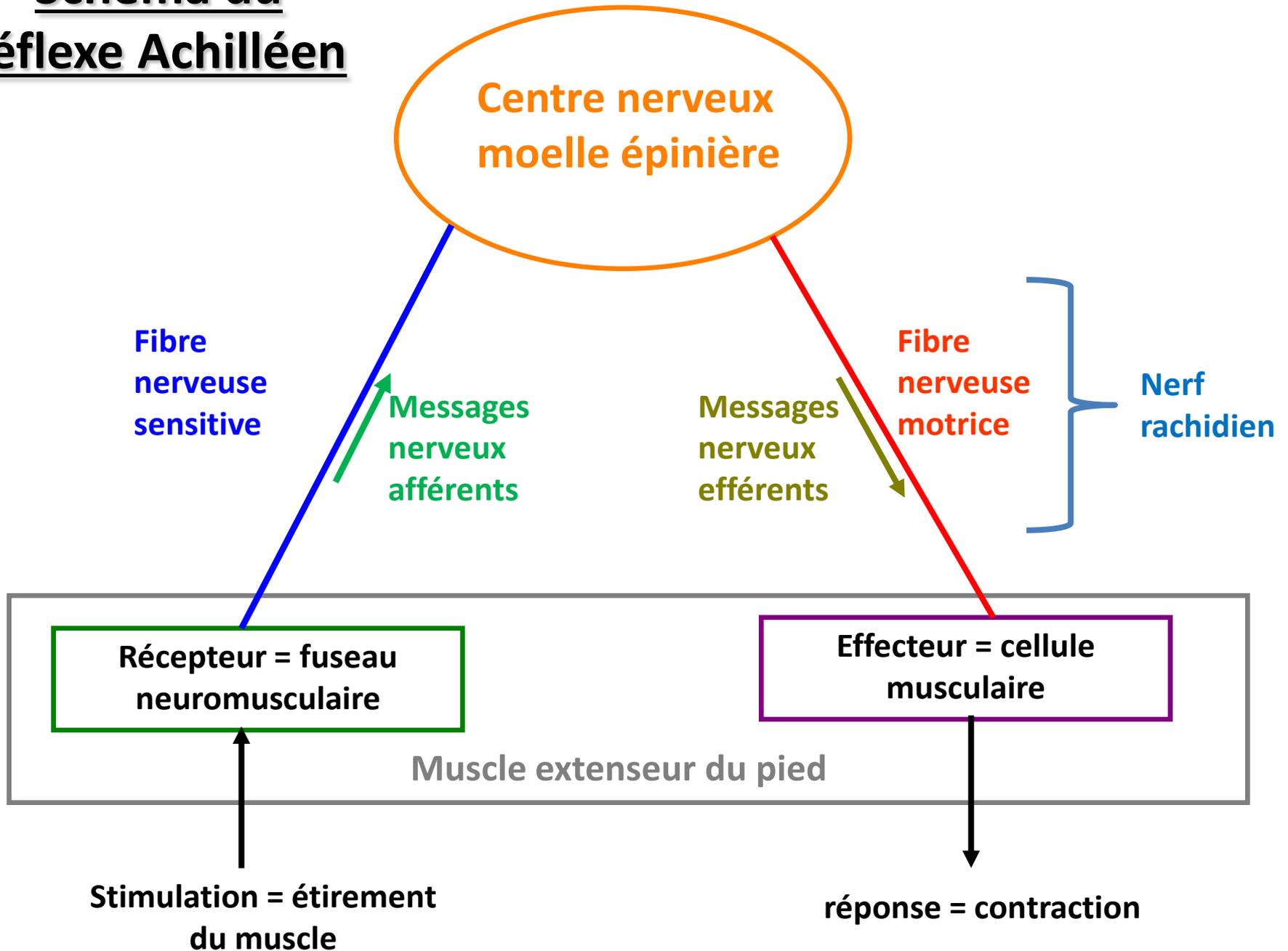
Graphique représentant la tension au niveau du muscle en fonction du temps

La reflexe achilléen



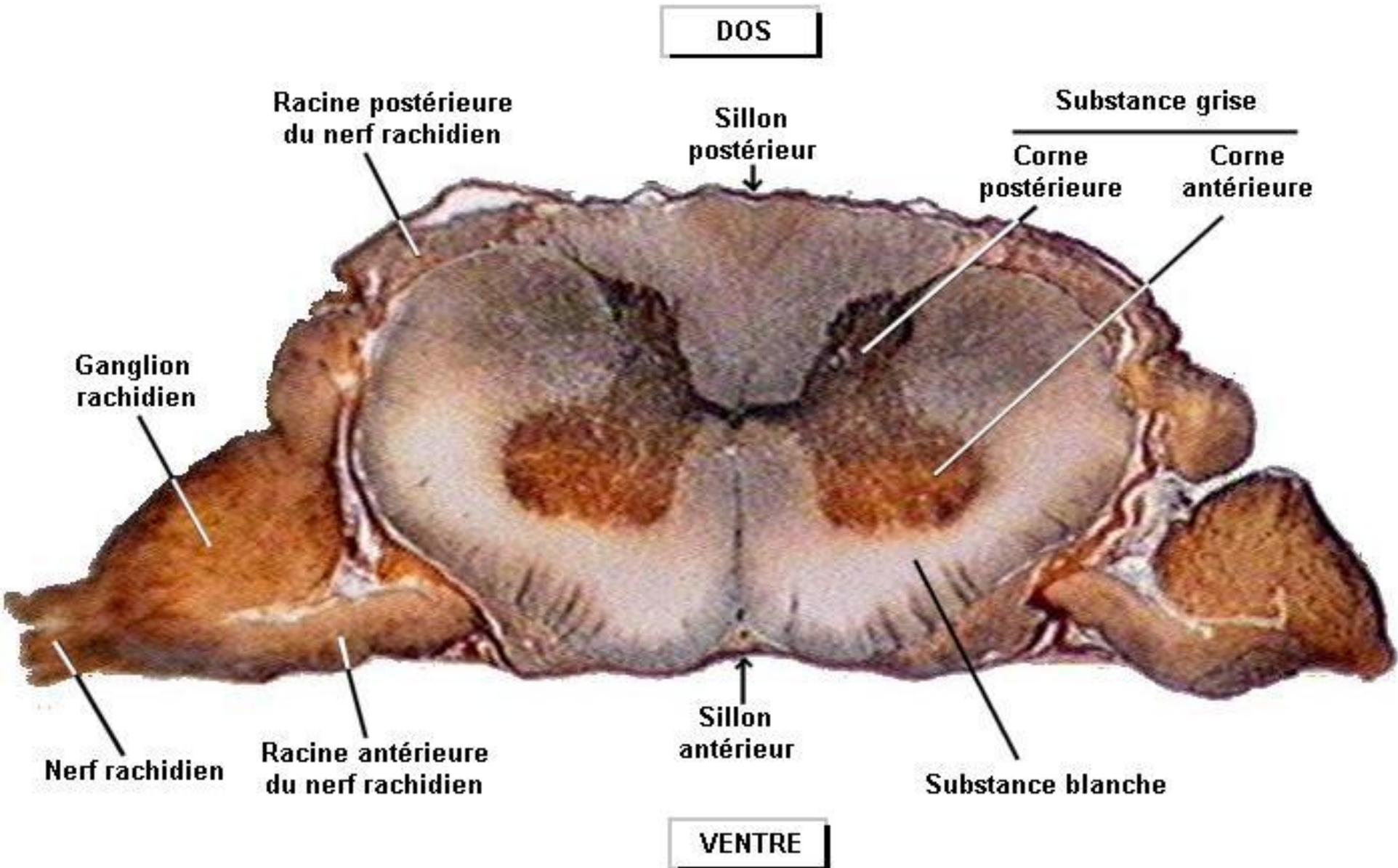
Circuit neuronique du réflexe myotatique achilléen

Schéma du réflexe Achilléen



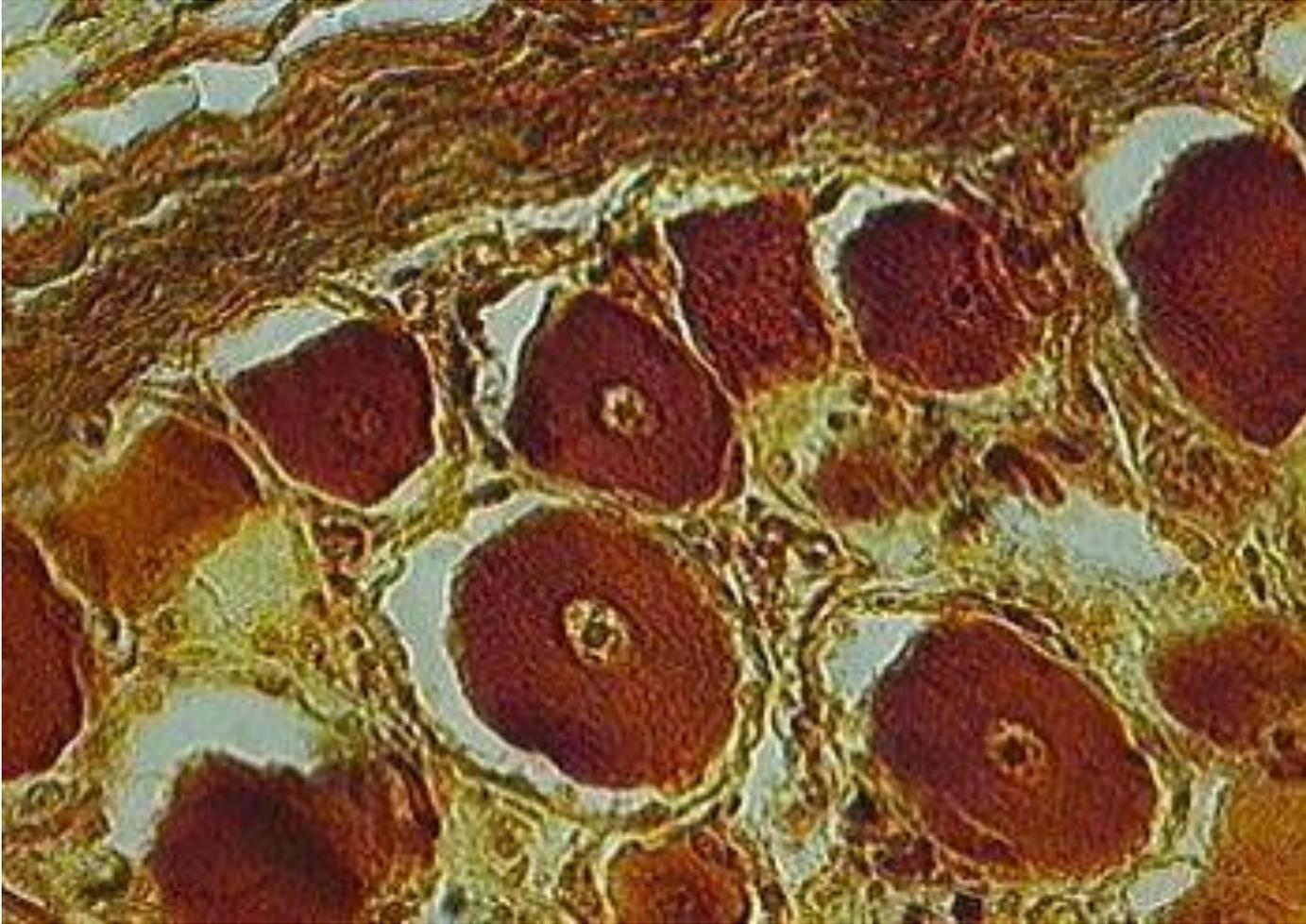
- Observations réalisées en TP

Observation microscopique de la moelle épinière



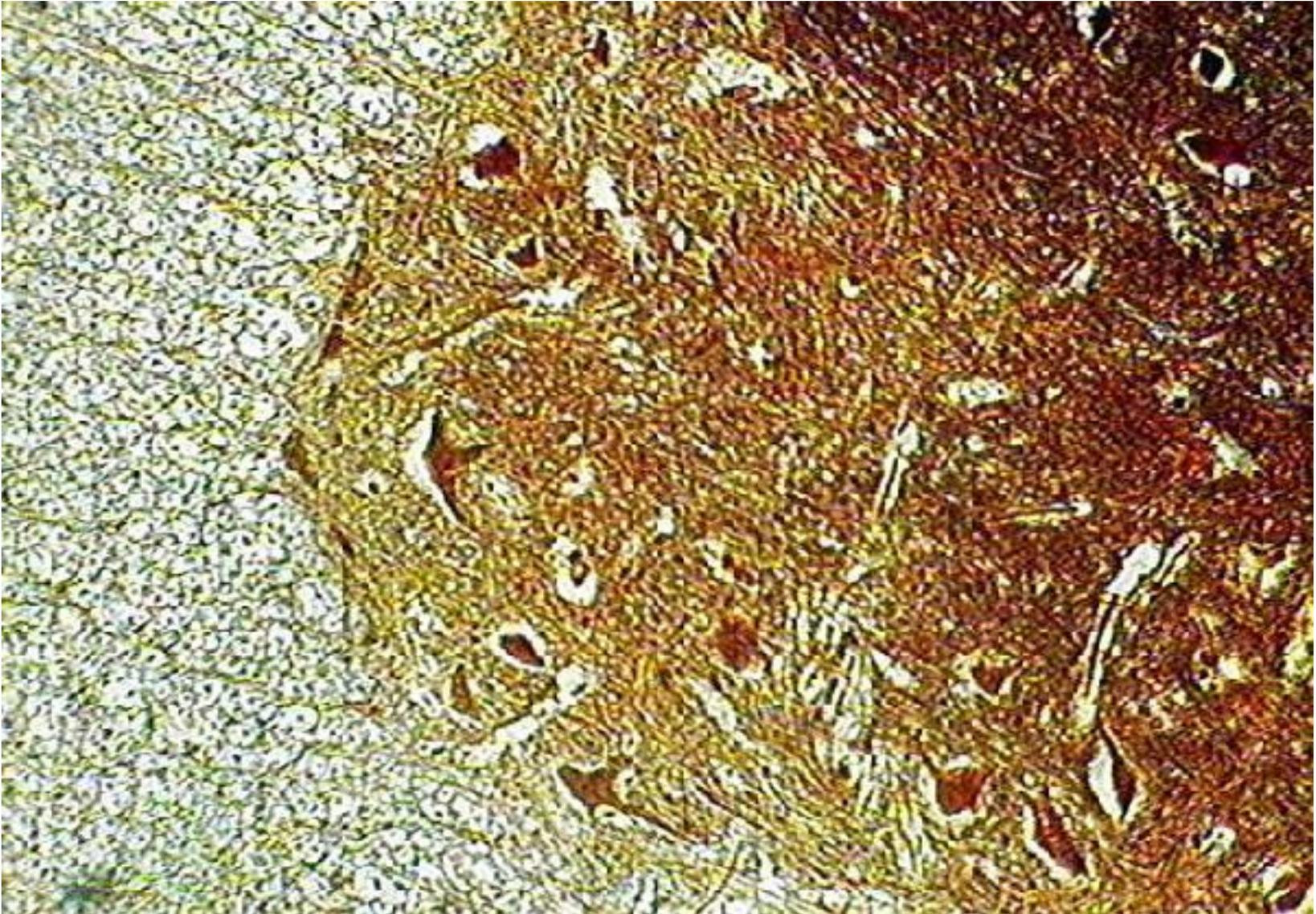
Observation microscopique de la moelle épinière

Ganglion rachidien



Observation microscopique de la moelle épinière

Substance grise et substance blanche



François Magendie (1784-1855), l'un des pionniers de la physiologie expérimentale en France, fut le premier à mettre en évidence le rôle des racines rachidiennes. Un extrait de son journal, publié en 1822, relate ses premières expérimentations chez le Chien.

« Depuis longtemps, je désirais faire une expérience dans laquelle je couperais sur un animal les racines postérieures des nerfs qui naissent de la moelle épinière (...) J'eus alors sous les yeux les racines postérieures des paires lombaires et sacrées et, en les soulevant successivement avec les lames de petits ciseaux, je pus les couper d'un côté, la moelle restant intacte. J'ignorais quel serait le résultat de cette tentative (...) et j'observais l'animal ; je crus d'abord le membre correspondant aux nerfs coupés entièrement paralysé ; il était insensible aux piqûres et aux pressions les plus fortes ; il me paraissait immobile, mais bientôt, à ma grande surprise, je le vis se mouvoir d'une manière très apparente, bien que la sensibilité y fut toujours tout à fait éteinte. Une seconde, une troisième expérience me donnèrent exactement le même résultat (...) Il se présentait naturellement à l'esprit de couper les racines antérieures en laissant intactes les postérieures (...)

Comme dans les expériences précédentes, je ne fis la section que d'un seul côté, afin d'avoir un terme de comparaison. On conçoit avec quelle surprise je suivis les effets de cette section. Ils ne furent point douteux : le membre était complètement immobile et flasque tandis qu'il conservait une sensibilité sans équivoque. Enfin, pour ne rien négliger, j'ai coupé à la fois les racines antérieures et postérieures : il y eut perte absolue de sentiment et de mouvement. »

Expériences

Résultats

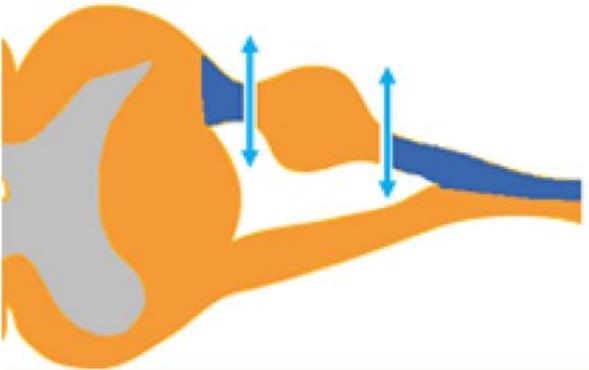
Conclusions



- Dégénérescence du bout périphérique du nerf rachidien
- Perte de la motricité et de la sensibilité

→ Le nerf rachidien est un nerf mixte qui renferme des fibres sensibles et des fibres motrices

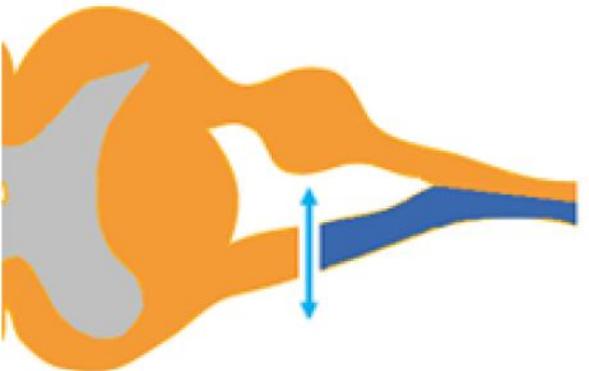
→ Les corps cellulaires des fibres motrices et des fibres sensibles sont localisés dans la partie centrale



- Dégénérescence des bouts central et périphérique de la racine postérieure ainsi que la partie dorsale du nerf rachidien
- Perte de la sensibilité

→ La racine postérieure renferme les fibres sensibles

→ Les corps cellulaires des fibres sensibles sont localisés dans le ganglion spinal



- Dégénérescence du bout périphérique de la racine antérieure ainsi que la partie ventrale du nerf rachidien
- Perte de la motricité

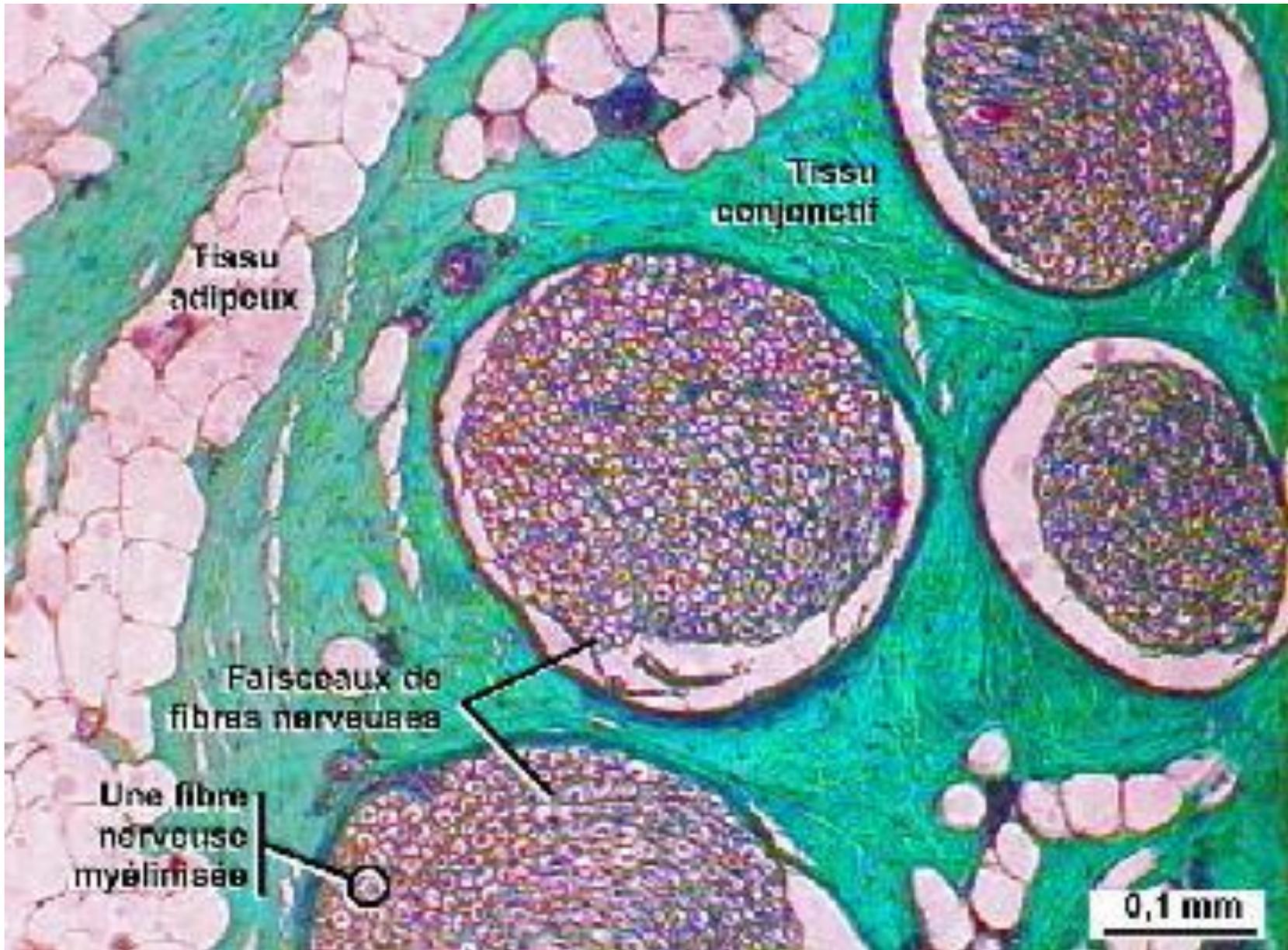
→ La racine antérieure renferme les fibres motrices

→ Les corps cellulaires des fibres motrices sont localisés dans la substance grise de la moelle épinière

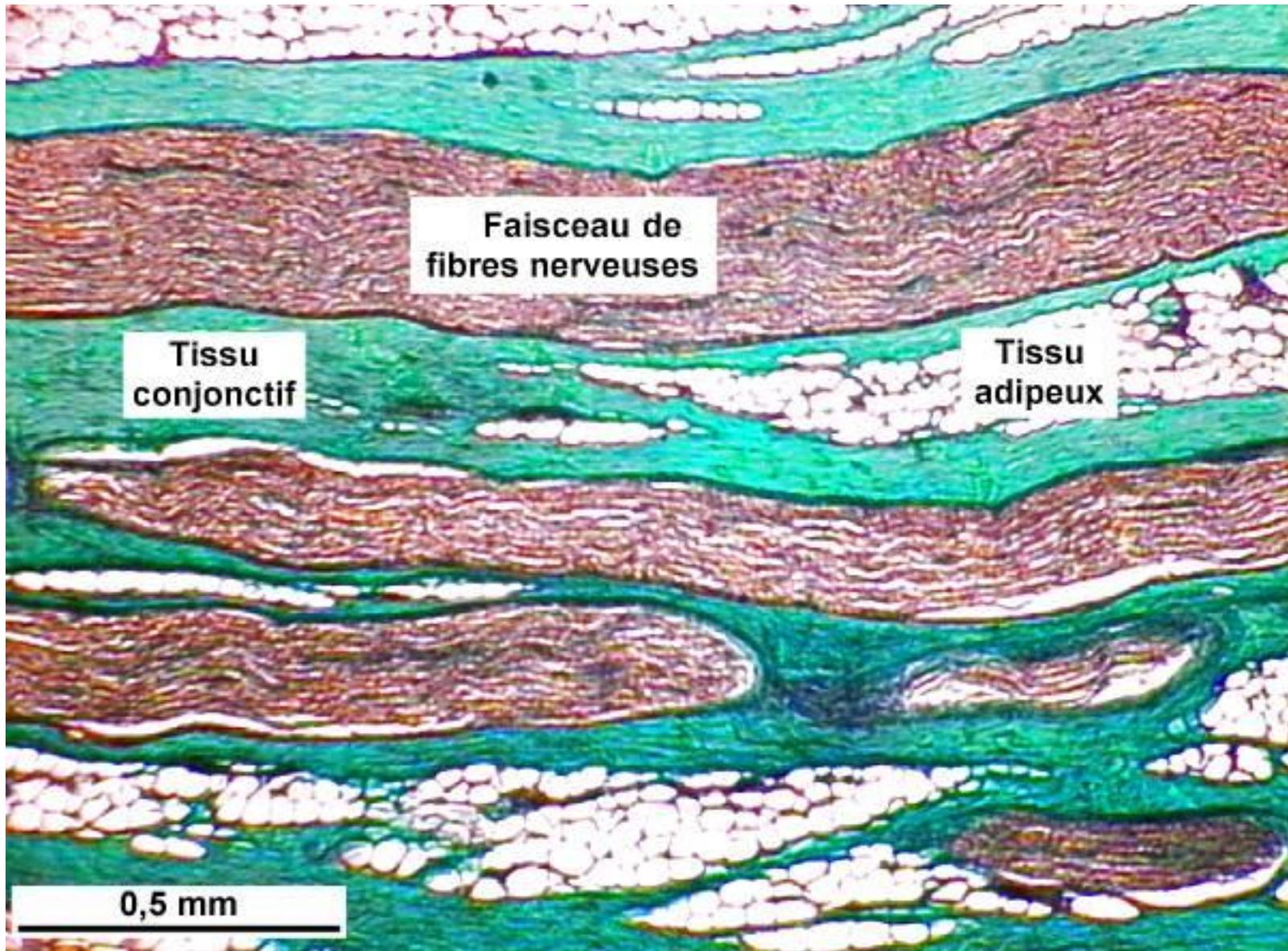
Observation microscopique de **nerf** dilacéré



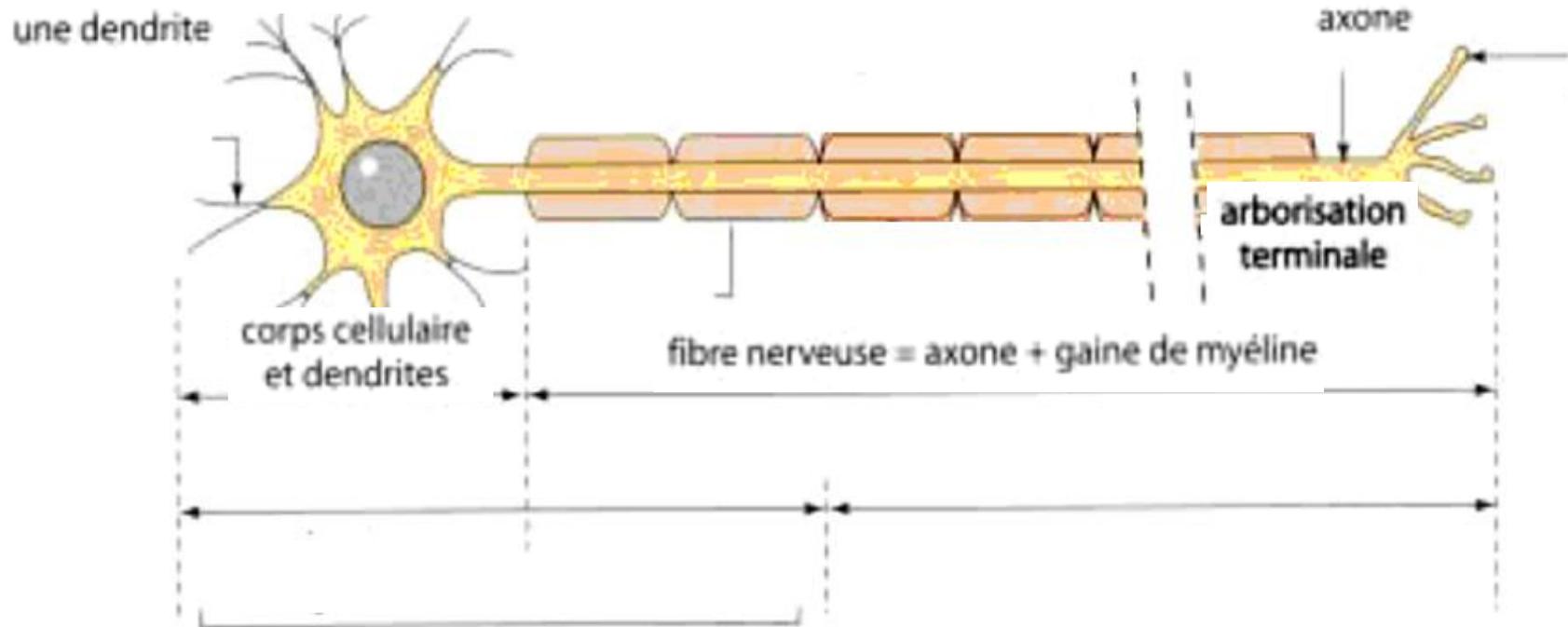
Coupe transversale de **nerf**



Coupe longitudinale de **nerf**



Fibres nerveuses

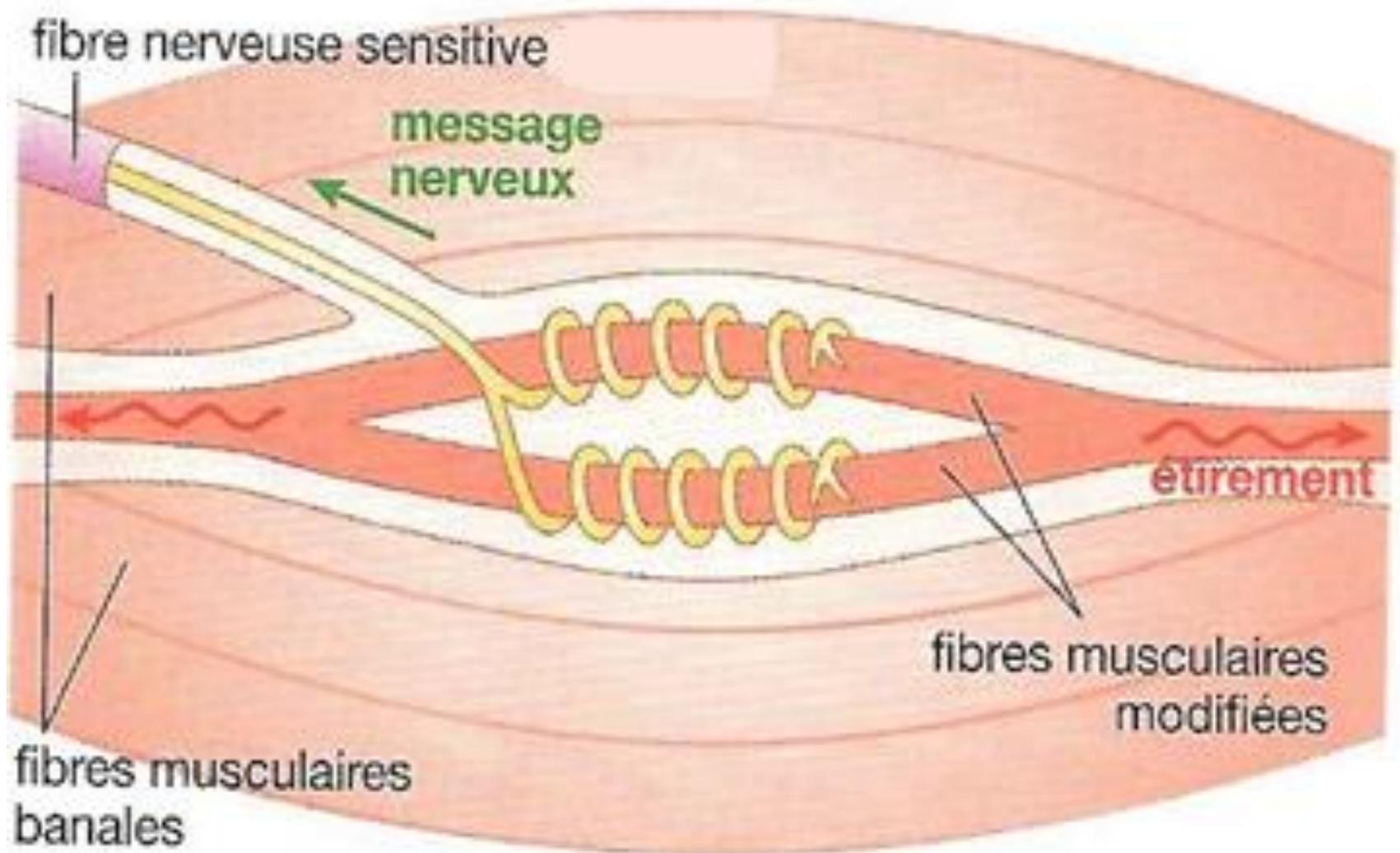


- Observations microscopiques réalisées en TP
- Les acteurs du réflexe myotatique achilléen

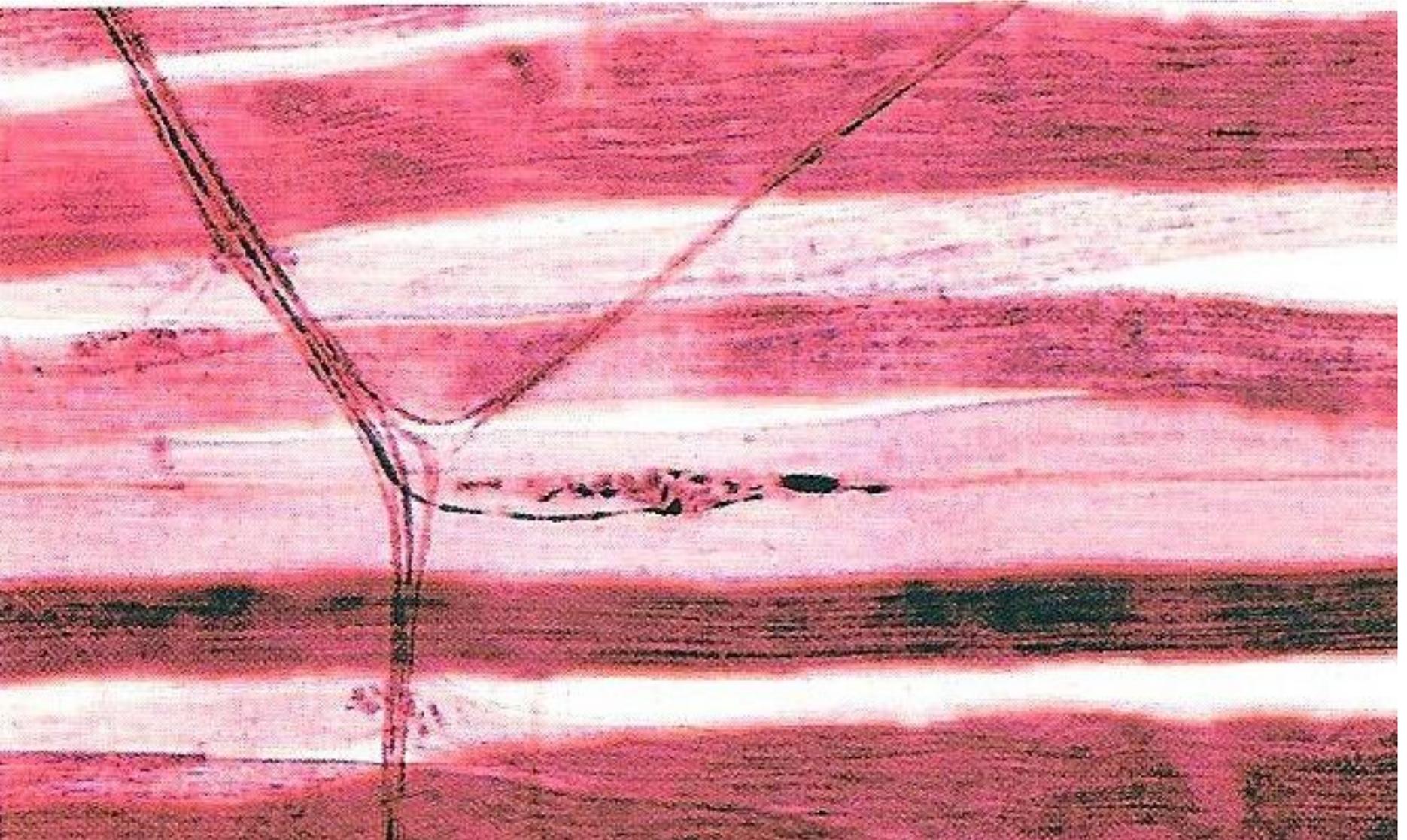
Les acteurs du réflexe myotatique achilléen

1. Récepteur = fuseau neuro-musculaire

Fuseau neuromusculaire

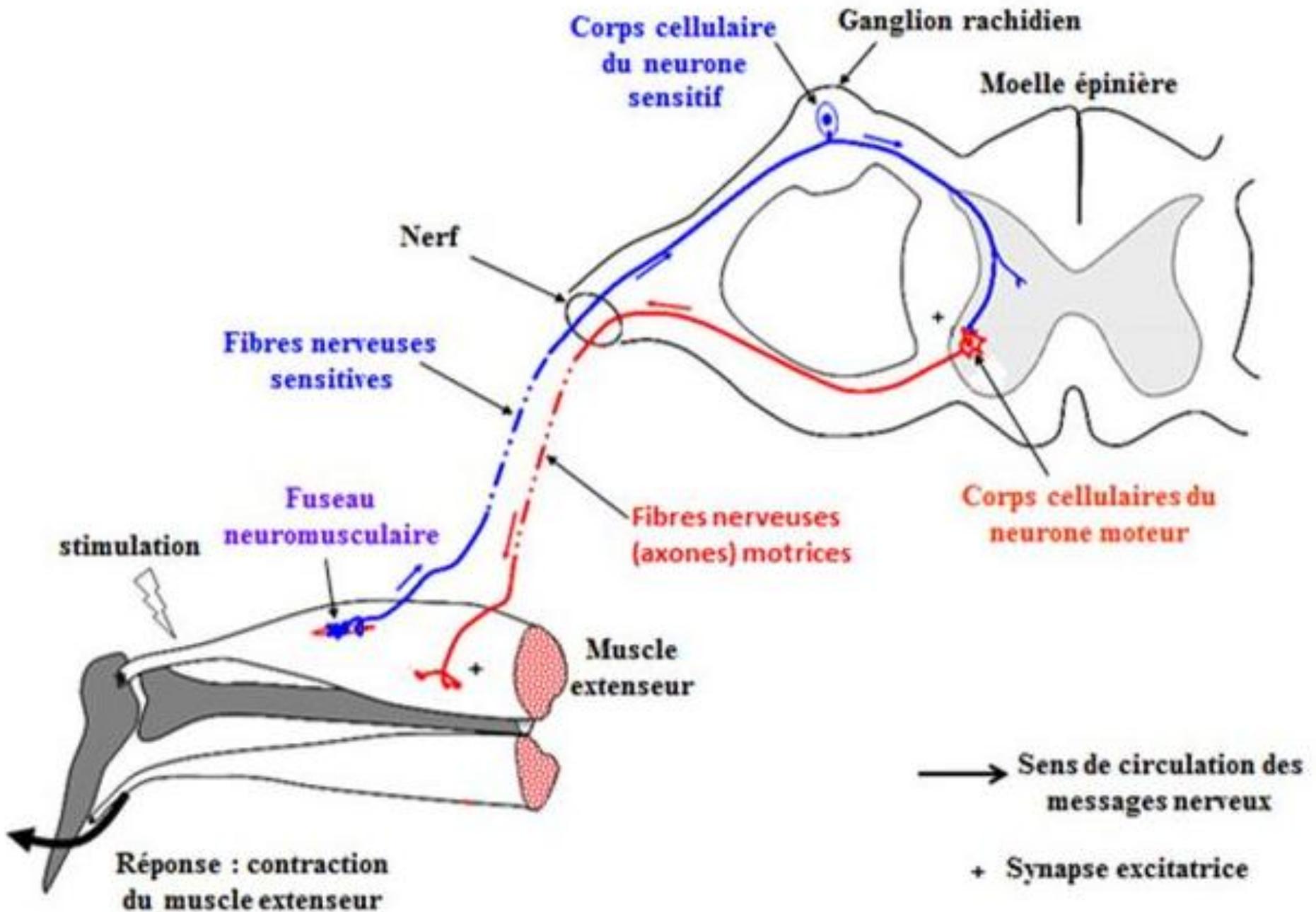


Fuseau neuromusculaire



Les acteurs du réflexe myotatique achilléen

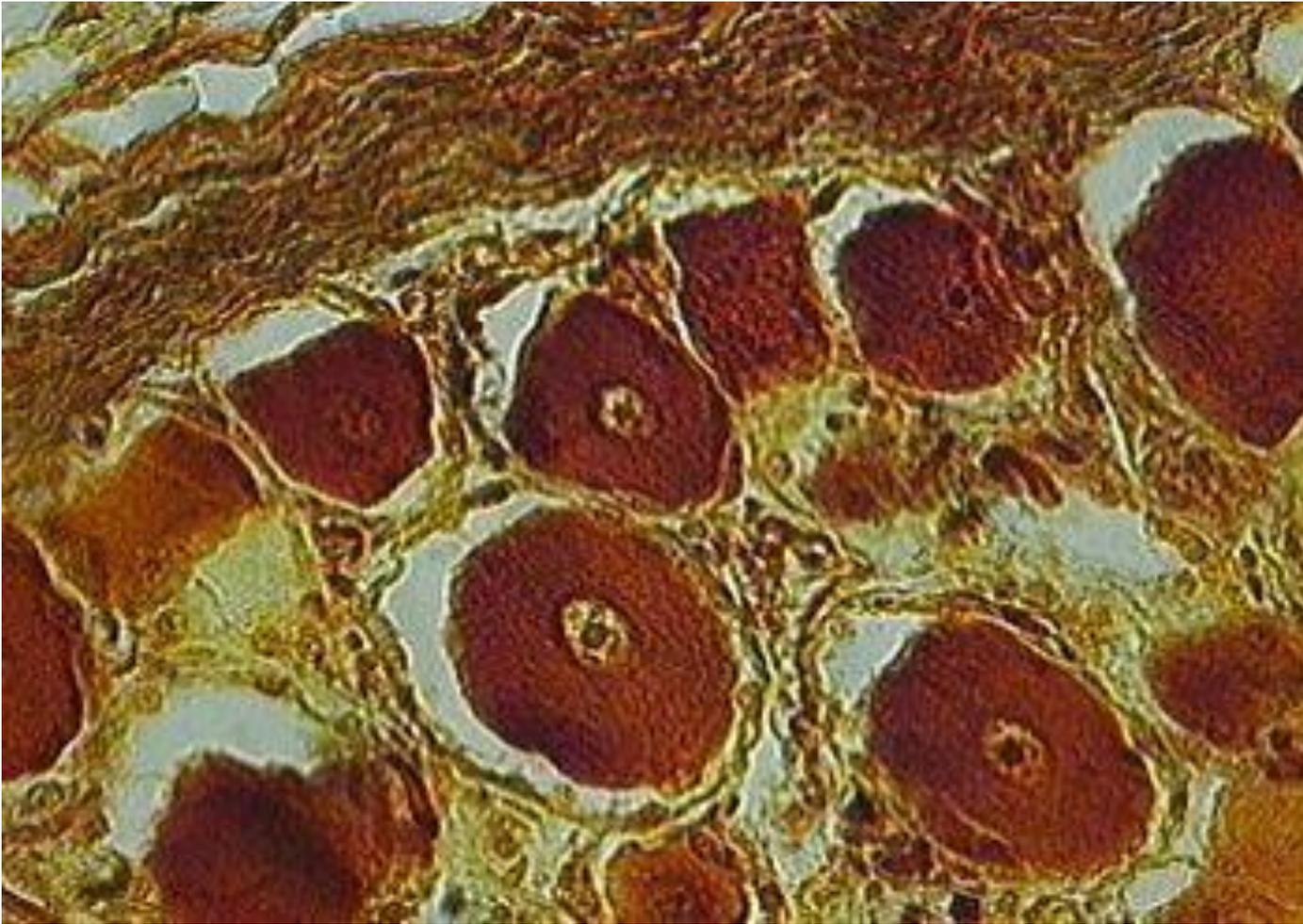
1. Récepteur = fuseau neuro-musculaire
2. Neurones sensitifs ou afférents



Circuit neuronique du réflexe myotatique achilléen

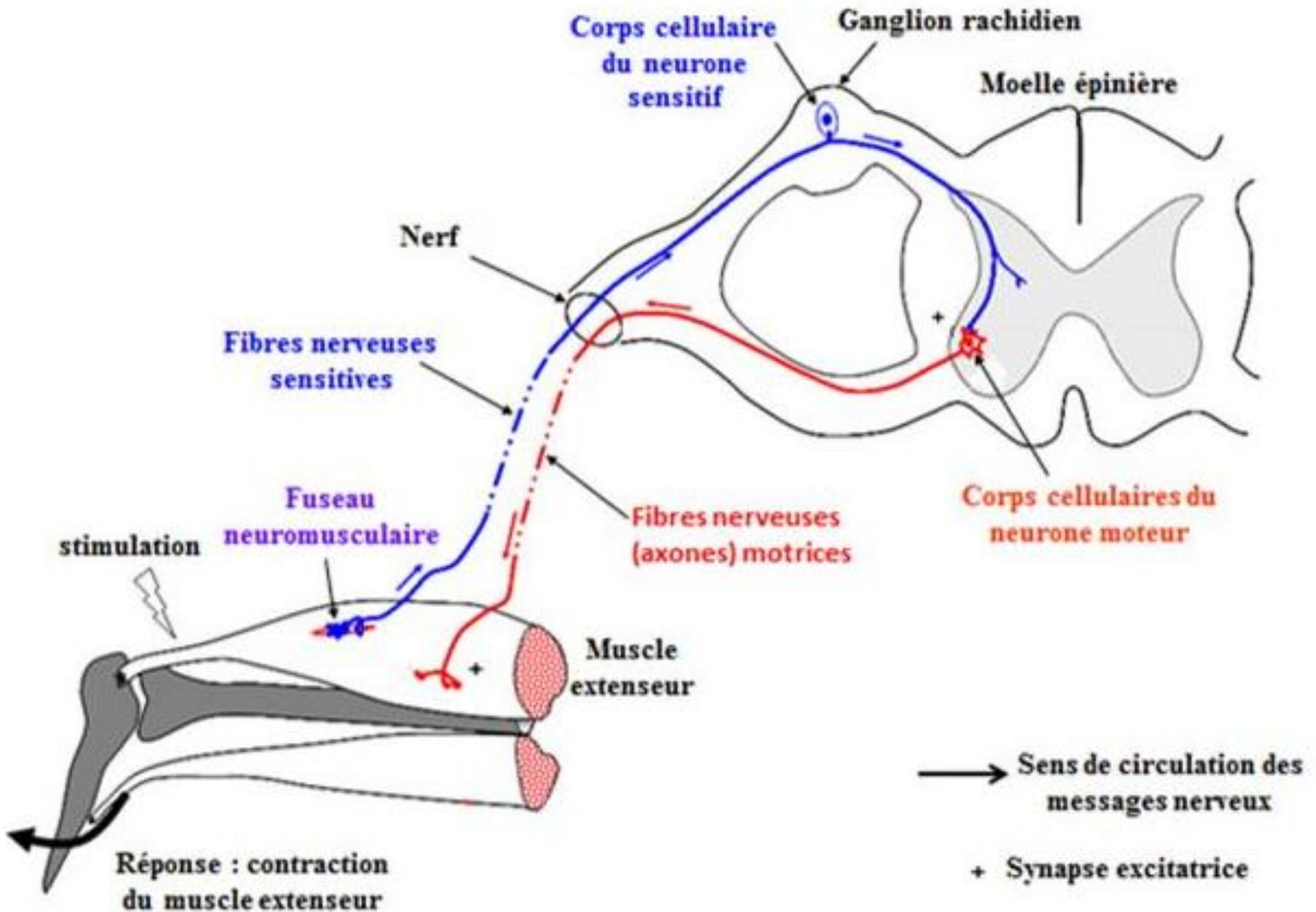
Observation microscopique de la moelle épinière

Ganglion rachidien



Les acteurs du réflexe myotatique achilléen

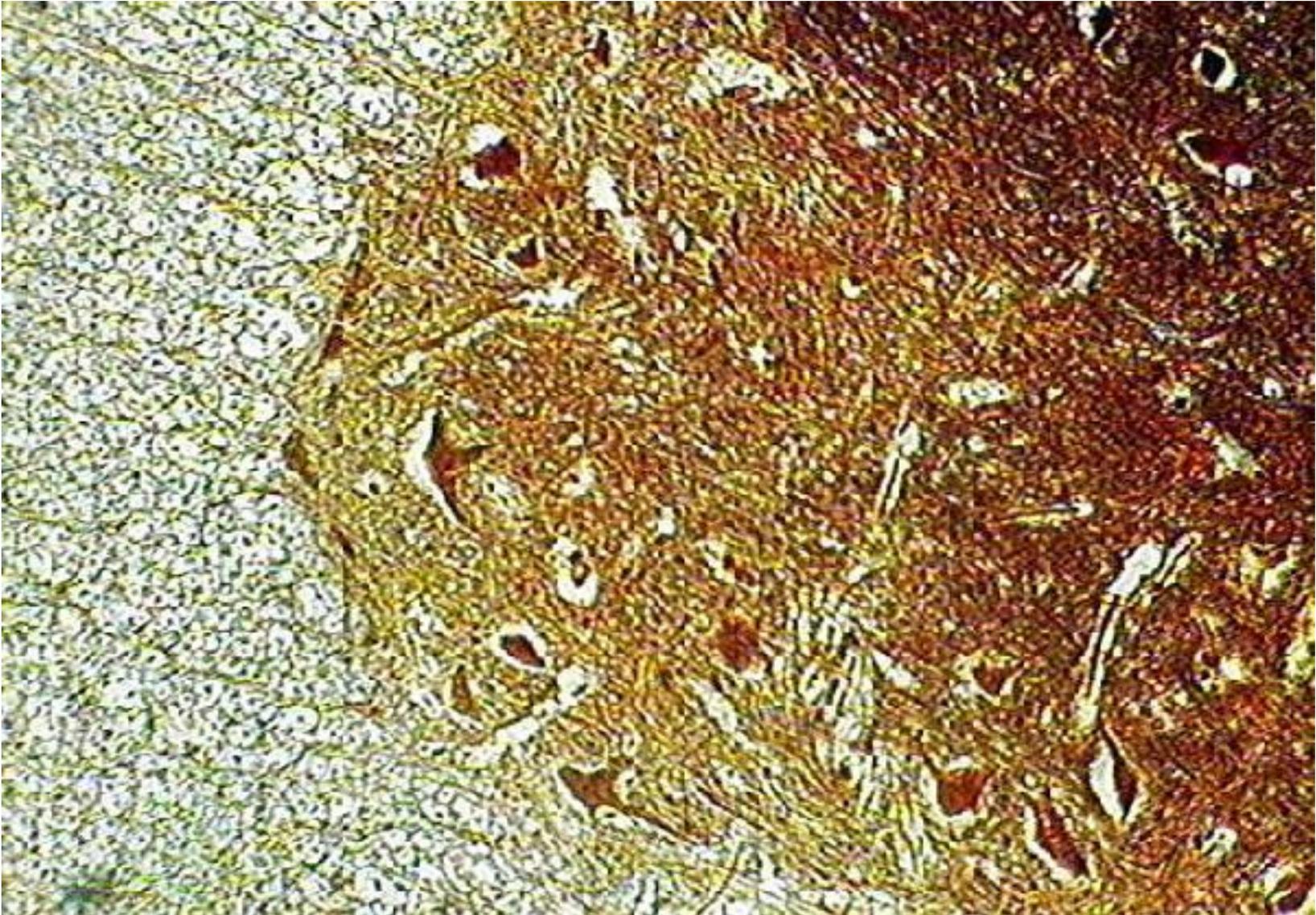
1. Récepteur = fuseau neuro-musculaire
2. Neurones sensitifs ou afférents
3. Neurones moteurs ou efférents



Circuit neuronique du réflexe myotatique achilléen

Observation microscopique de la moelle épinière

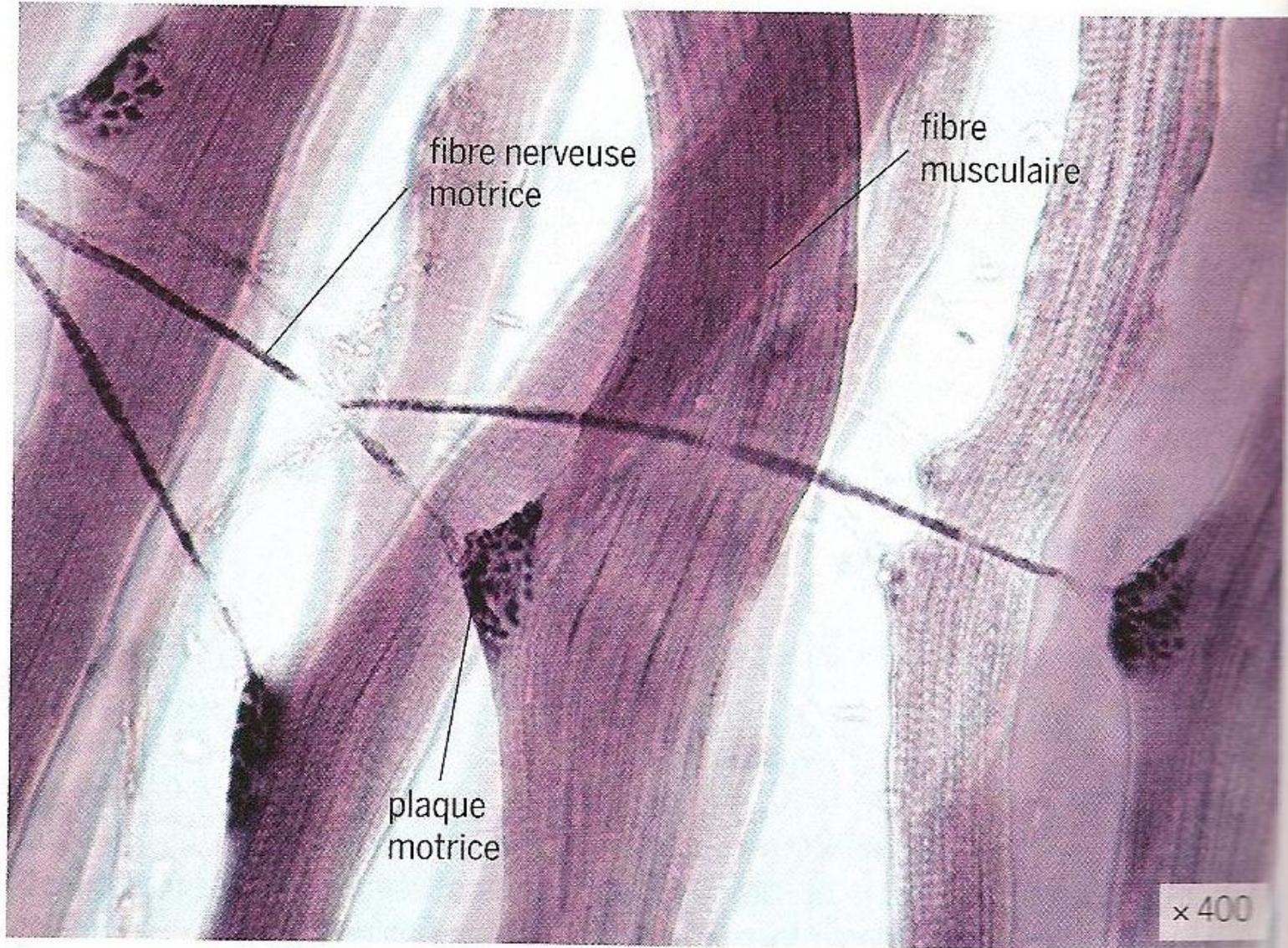
Substance grise et substance blanche



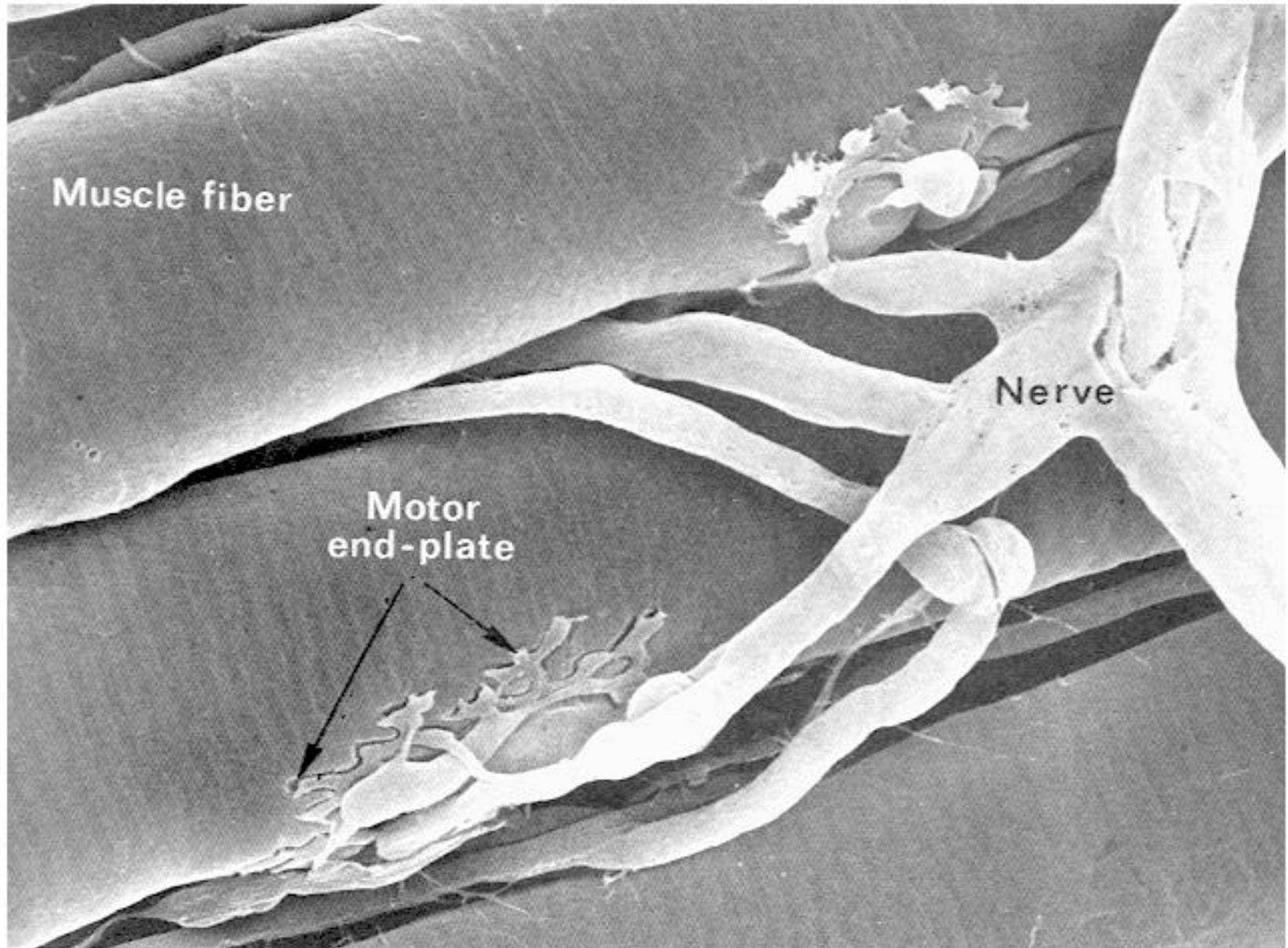
Les acteurs du réflexe myotatique achilléen

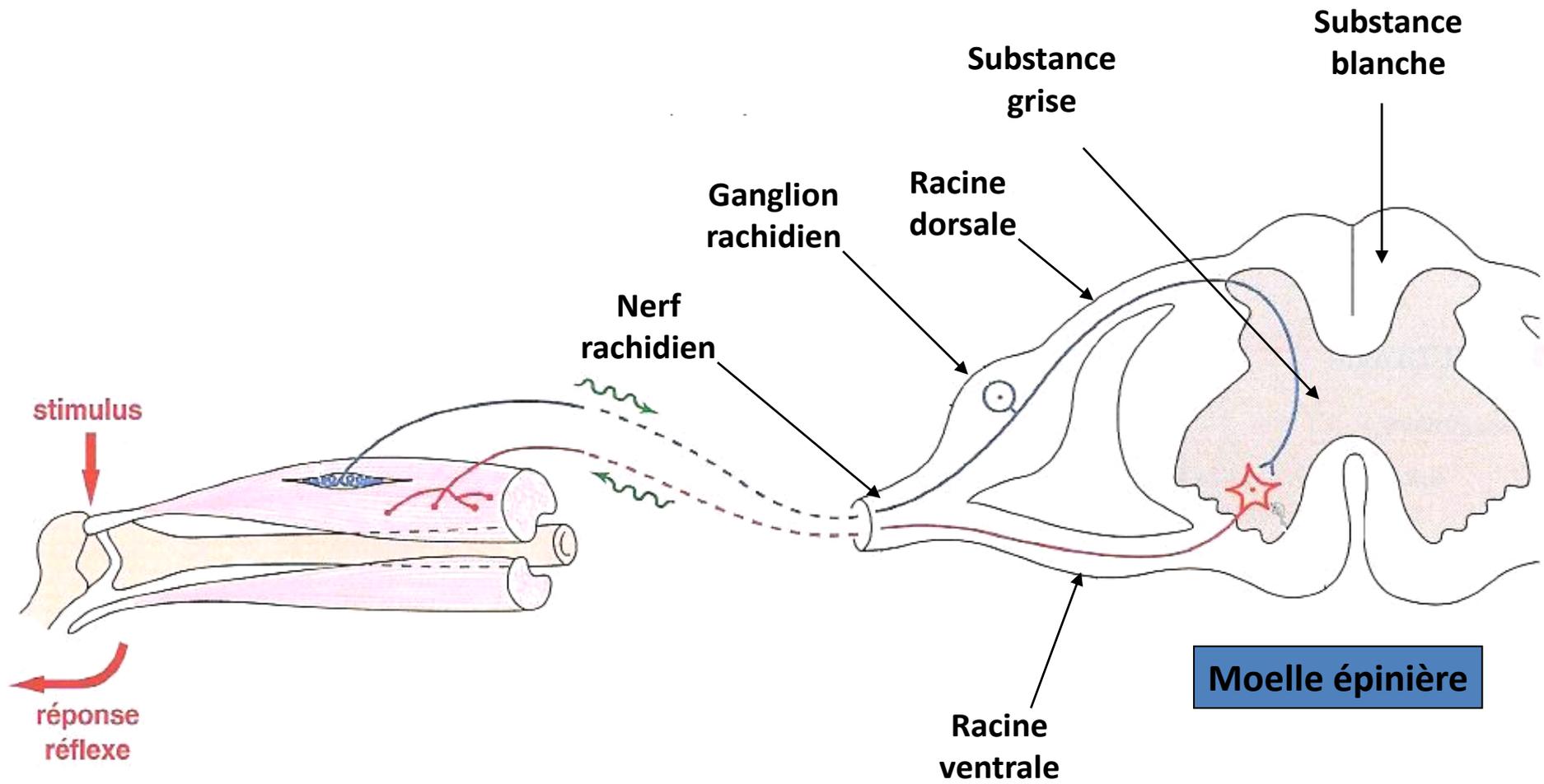
1. Récepteur = fuseau neuro-musculaire
2. Neurones sensitifs ou afférents
3. Neurones moteurs ou efférents
4. Effecteur = cellule musculaire

Fibre musculaire et **plaque motrice**



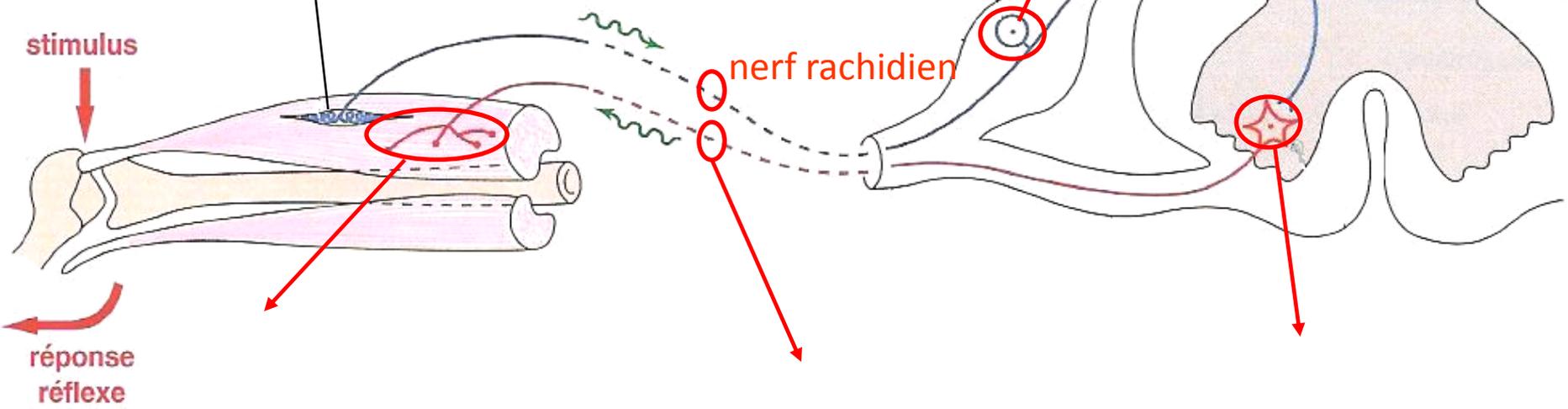
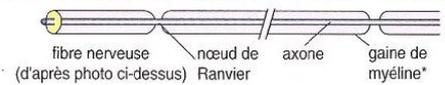
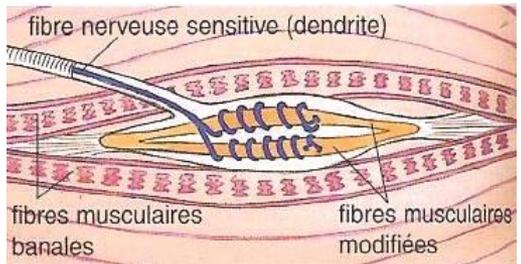
Fibre musculaire et **plaque motrice**



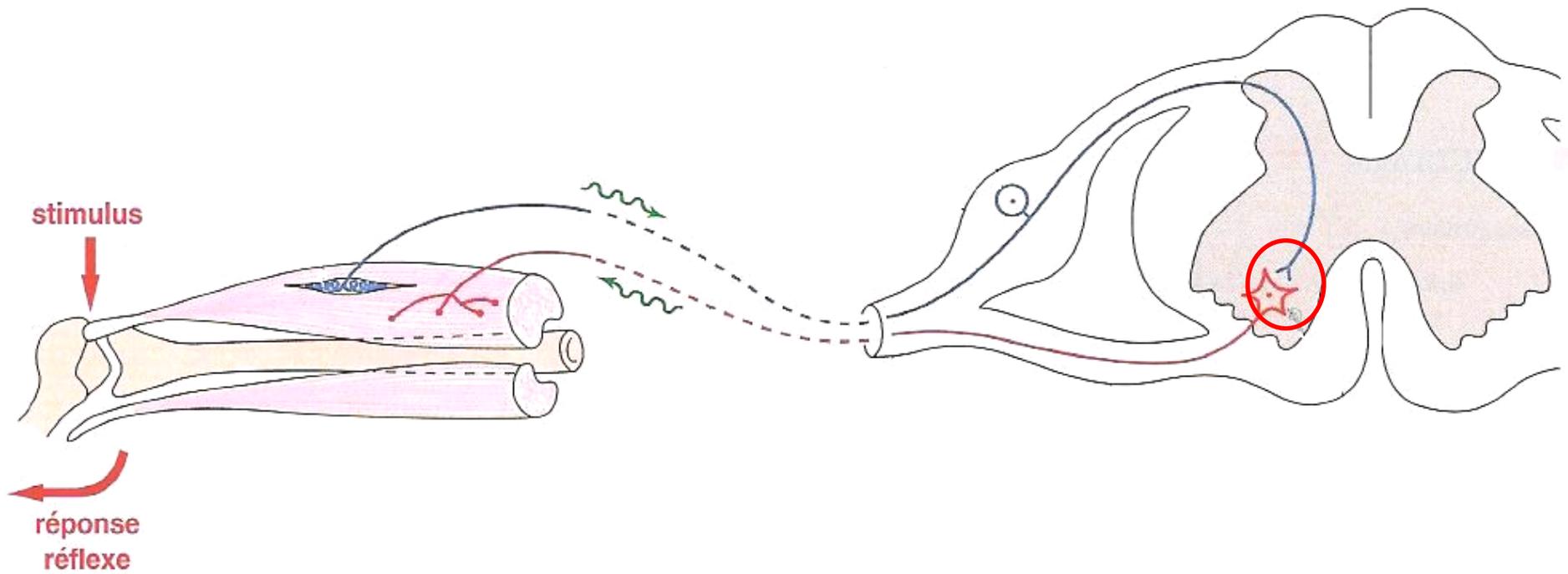


Neurone sensitif

Récepteur sensoriel = fuseau neuromusculaire



Circuit monosynaptique



Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

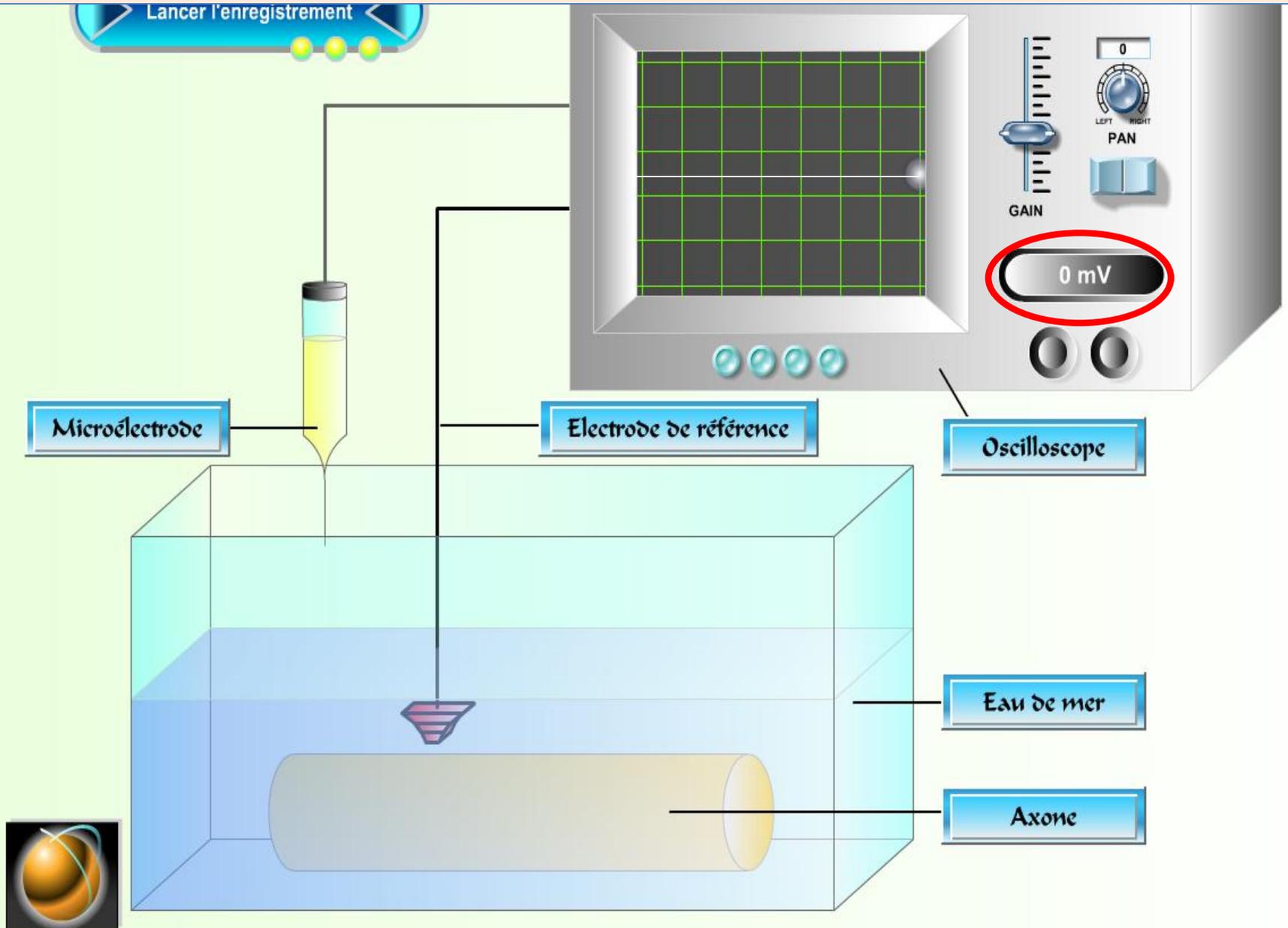
I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

- A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.
- B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

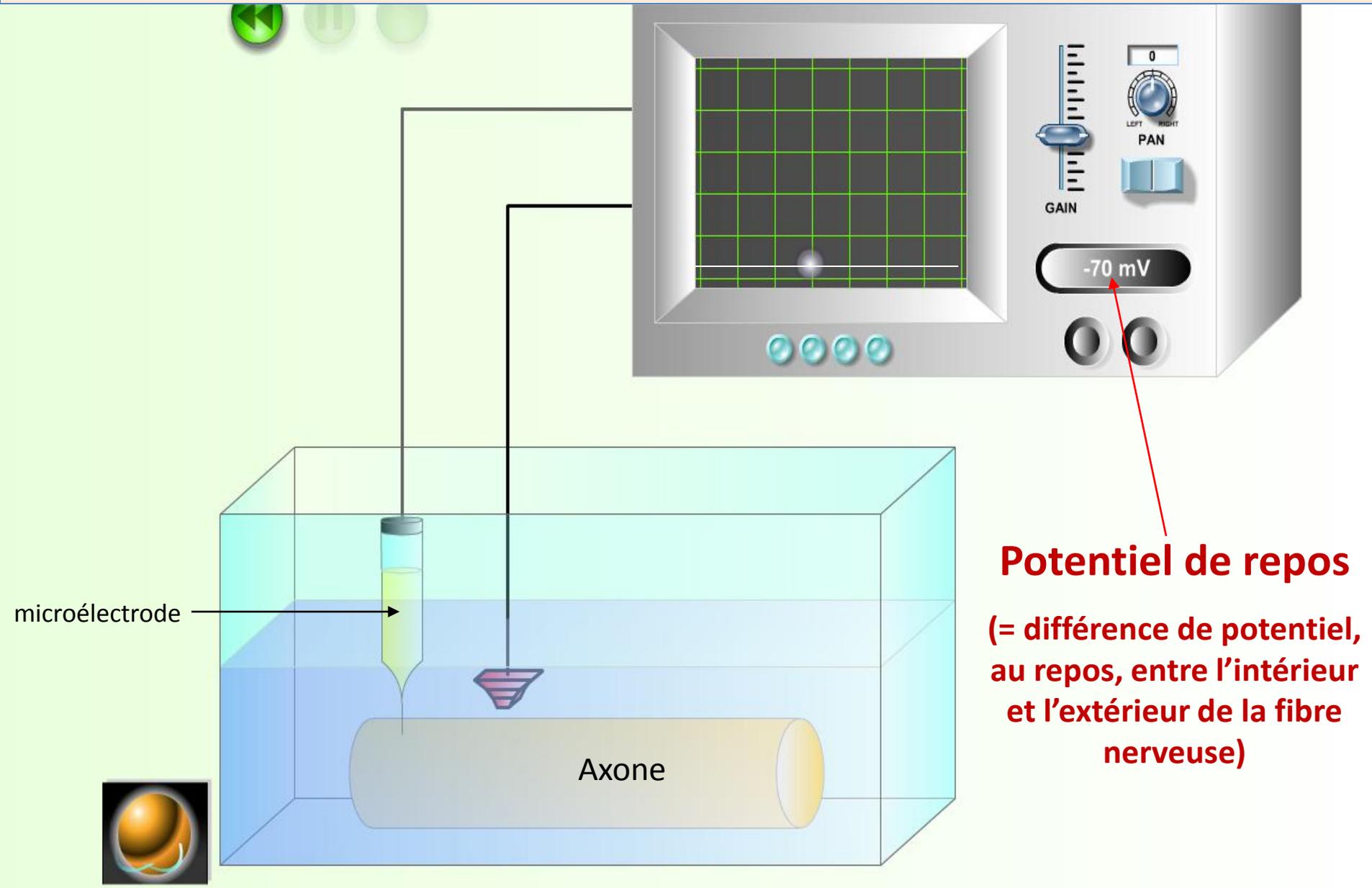
II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.

- A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.
 - 1. Le potentiel de repos.

Enregistrement du **potentiel de repos**

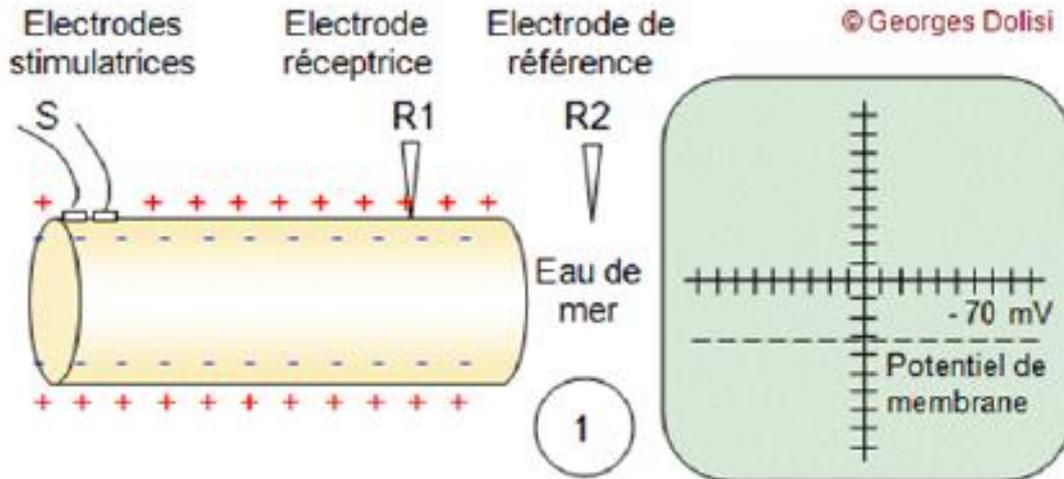


Enregistrement du **potentiel de repos**



Potentiel de repos
(= différence de potentiel, au repos, entre l'intérieur et l'extérieur de la fibre nerveuse)

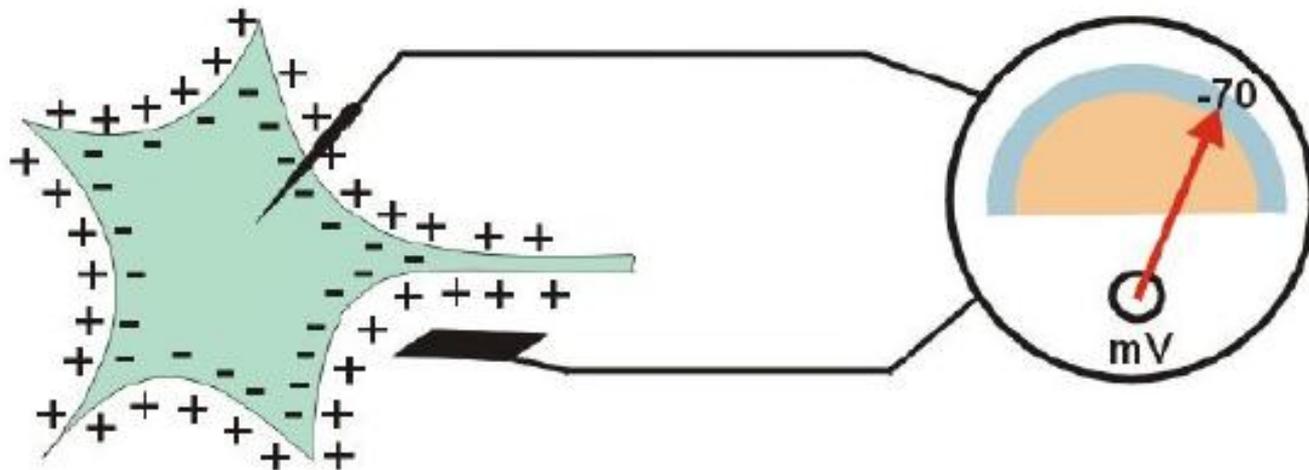
Enregistrement du **potentiel de repos**



Milieu intracellulaire	Membrane	Milieu extracellulaire
[Na ⁺] : 14		[Na ⁺] : 140
[K ⁺] : 140		[K ⁺] : 5
[Cl ⁻] : 14		[Cl ⁻] : 147
valeurs en mM/L		valeurs en mM/L

Le potentiel de repos de la membrane de l'axone

POTENTIEL DE REPOS DU NEURONE



Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.

B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.

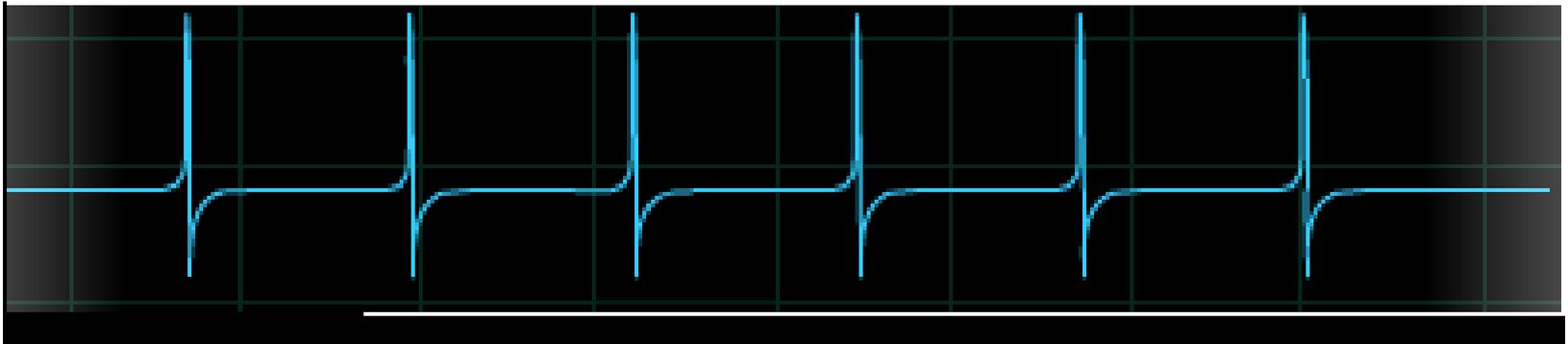
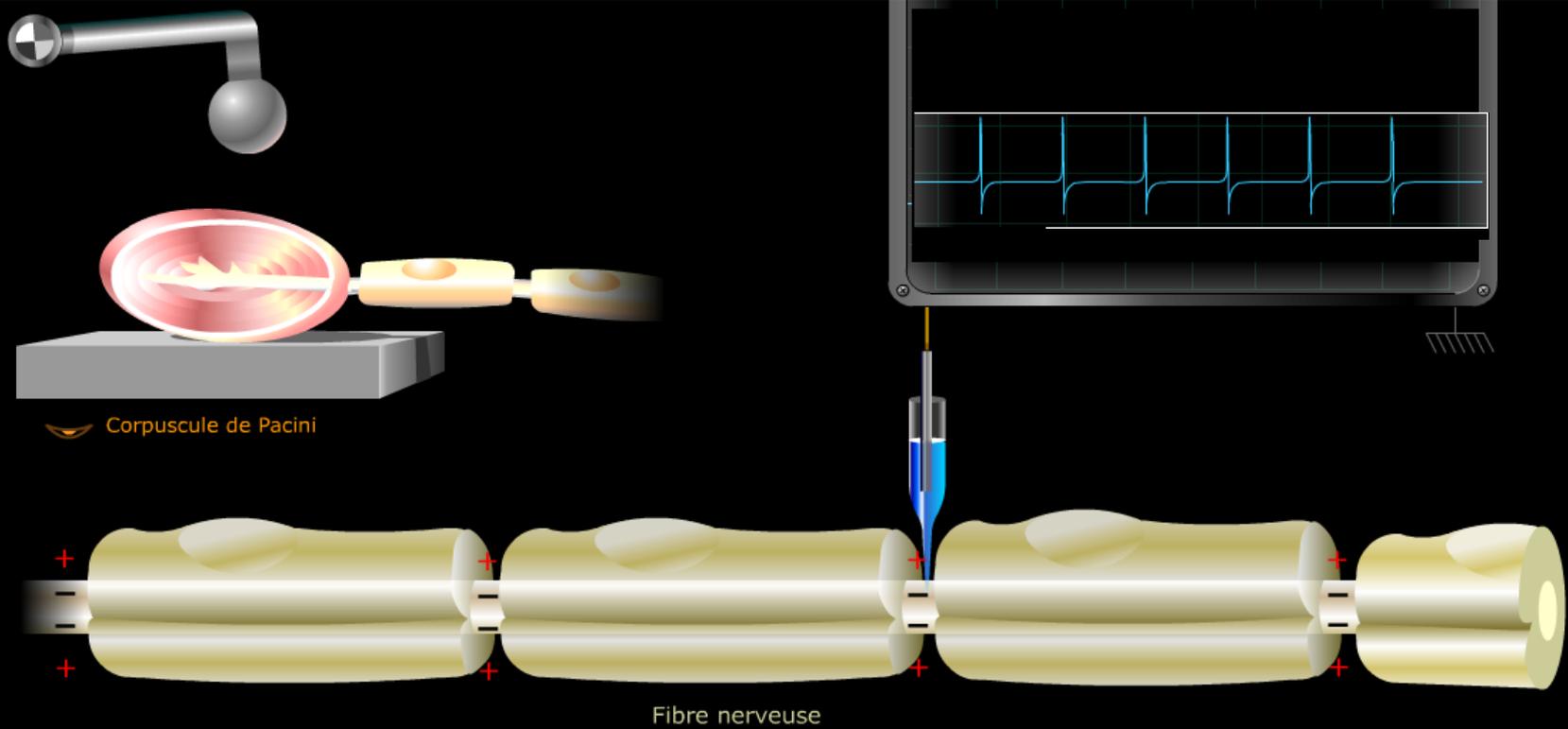
A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.

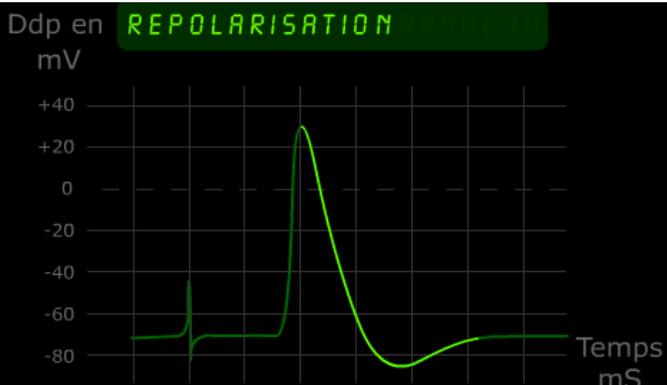
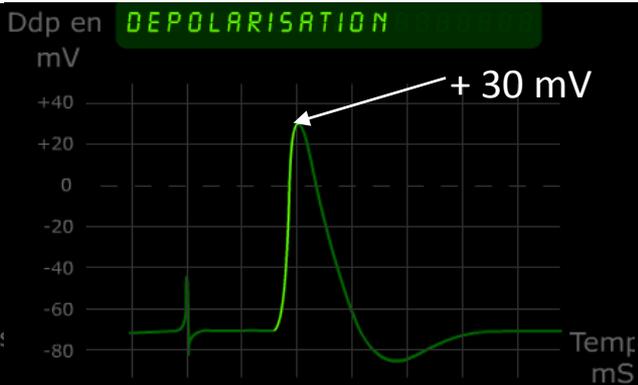
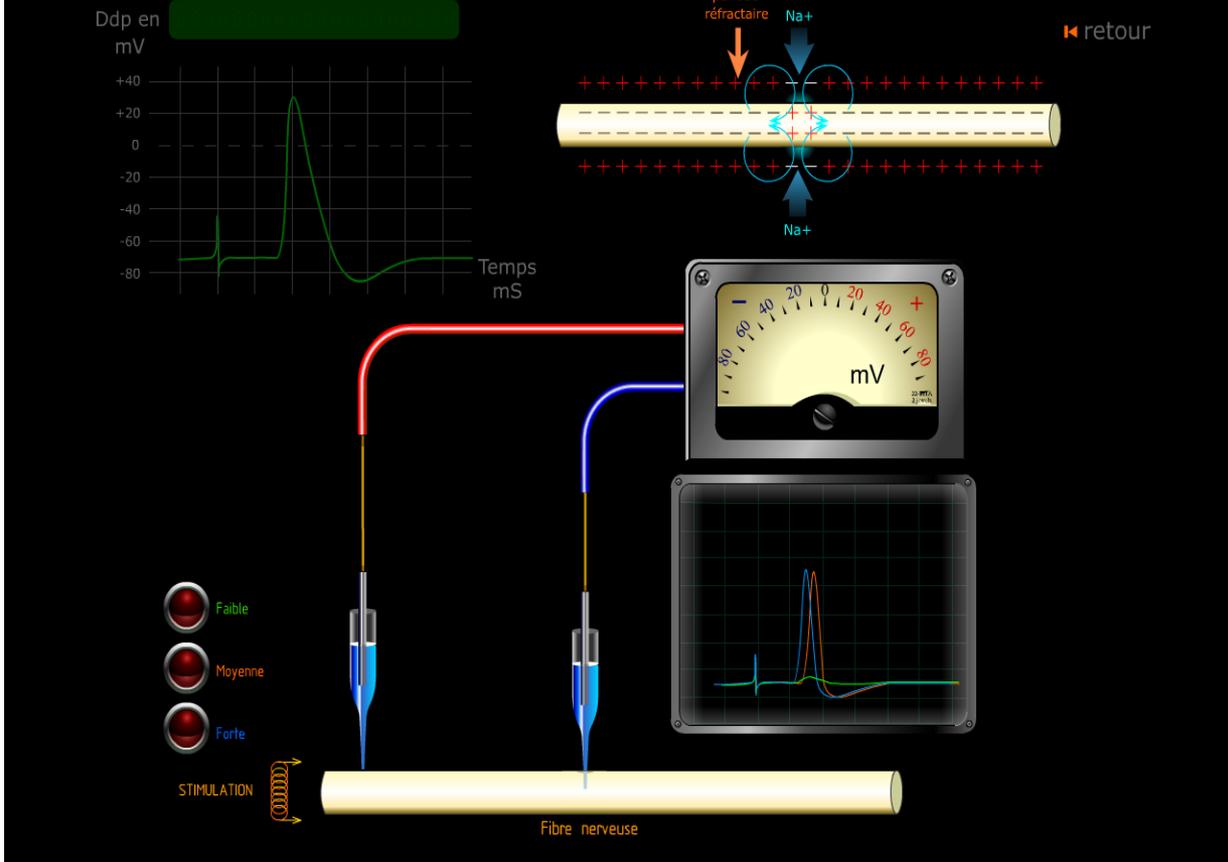
1. Le potentiel de repos.

2. Le message nerveux, une succession de potentiels

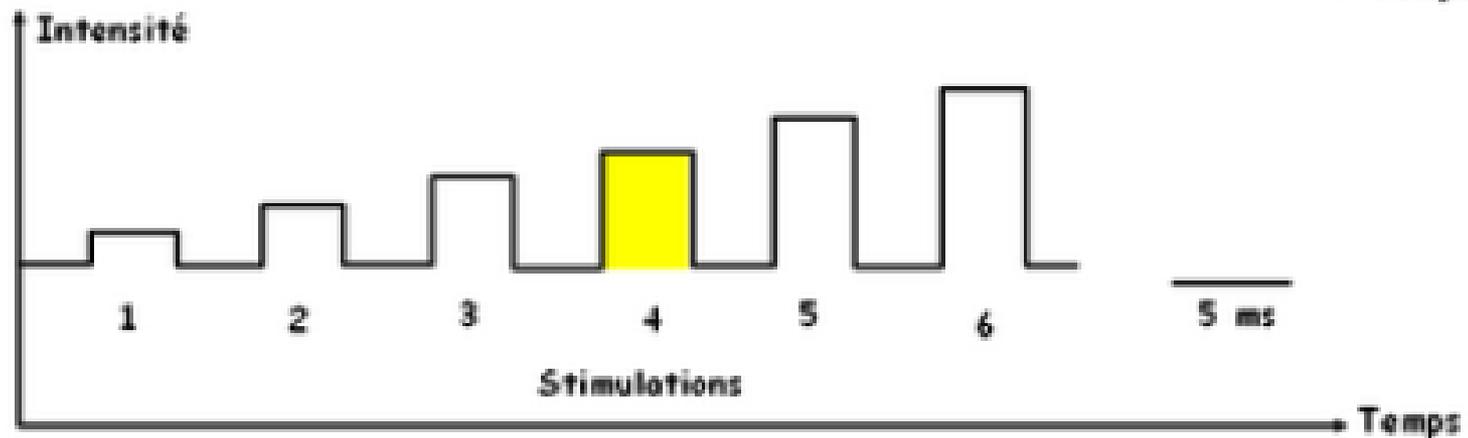
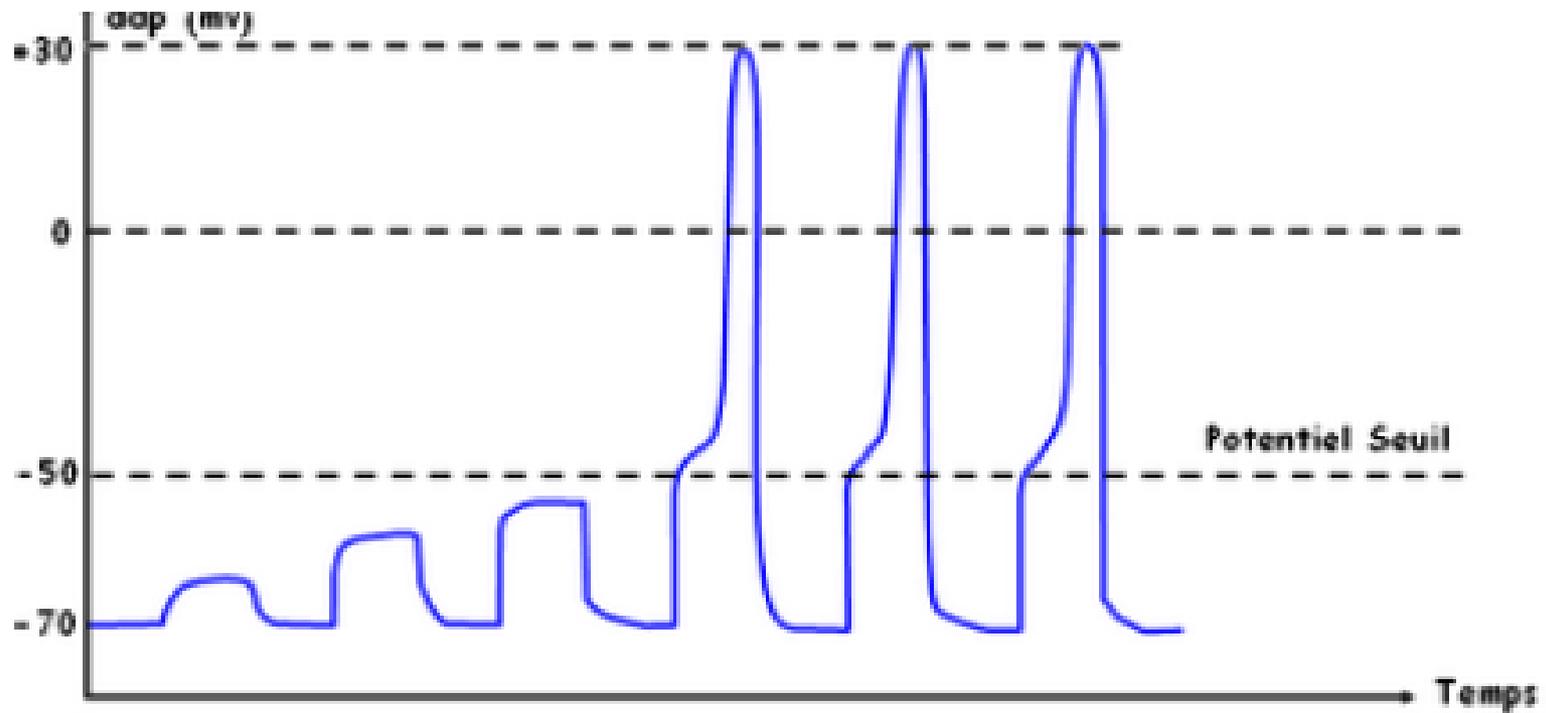
d'actions.

Enregistrement du message nerveux





Naissance d'un potentiel d'action



Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.

B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.

A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.

1. Le potentiel de repos.

2. Le message nerveux, une succession de potentiels d'actions.

B. Propagation et codage des messages nerveux le long des fibres nerveuses.

- Propagation du message nerveux

Propagation et codage du message nerveux

 Stimulation



 Stimulation



Propagation et codage du message nerveux

Fichier Expérience Ecran Aide

Intensité du stimulus = concentration en molécules odorantes

◀ ▶ 10 $\mu\text{mol/l}$

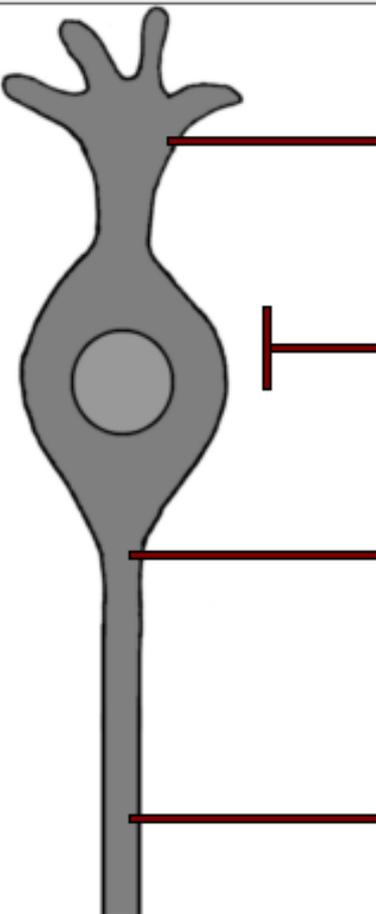
Démarrer l'expérience et lancer l'enregistrement.



Effacer l'écran à chaque fois

 Effacer les écrans

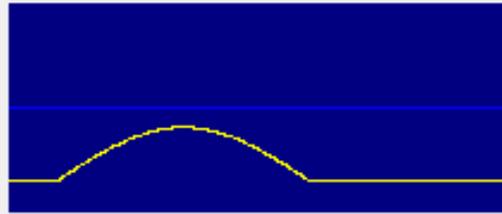
 Aide  Quitter



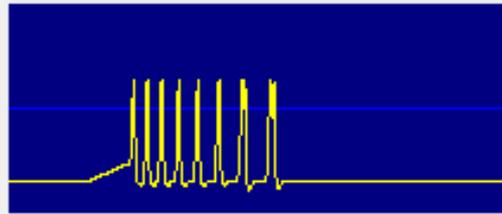
Voie n°1

100 mV
0 mV
-100 mV

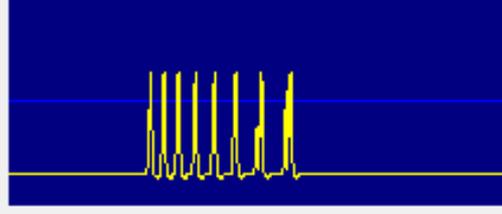
(électrode de référence) U = ? V t = ? ms



Voie n°2



Voie n°3



Propagation et codage du message nerveux

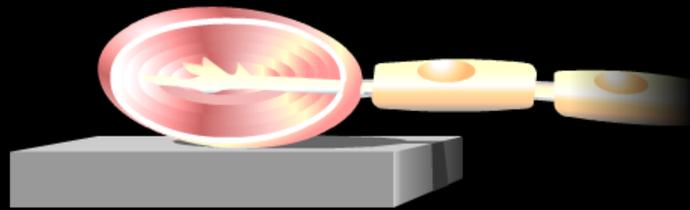
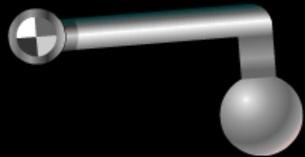
- Propagation du message nerveux
- Codage du message nerveux

STIMULATION

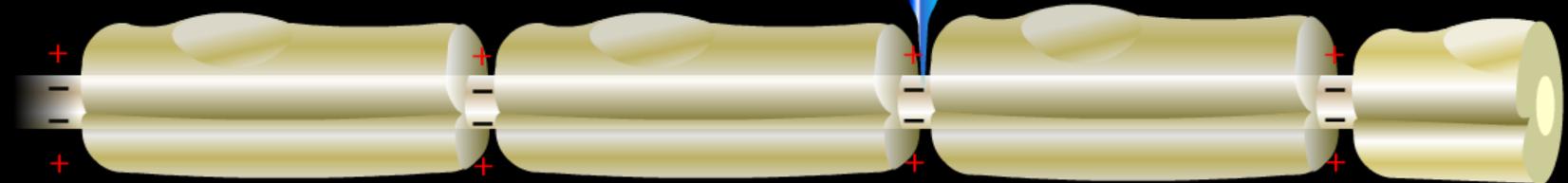
 Faible

 Moyenne

 Forte

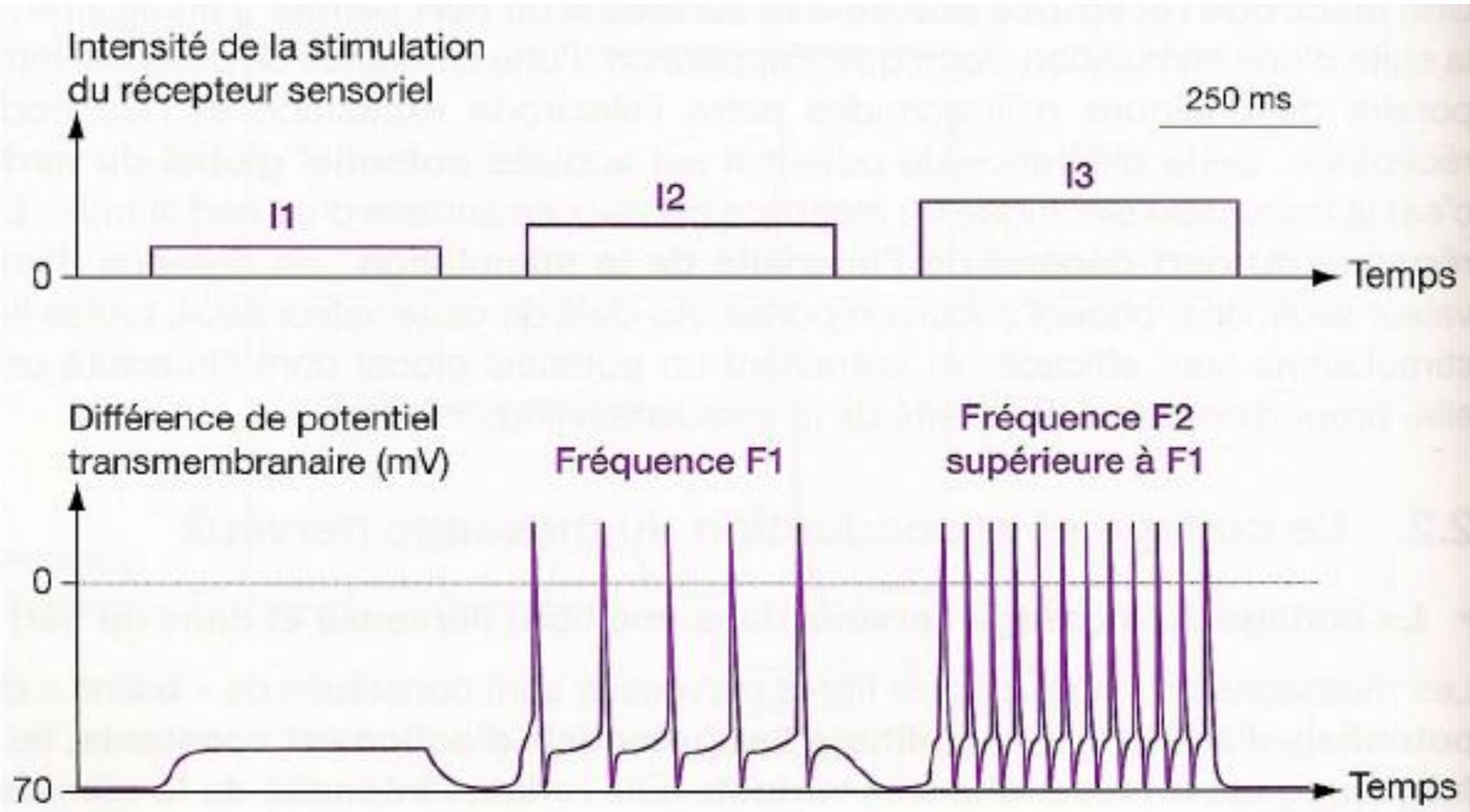


Corpuscule de Pacini



Fibre nerveuse

Propagation et codage du message nerveux



Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.

A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.

B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.

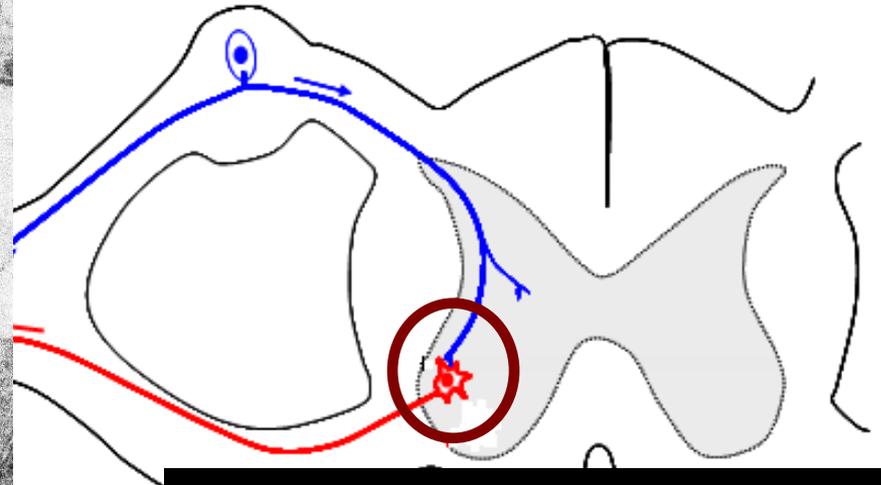
A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.

1. Le potentiel de repos.

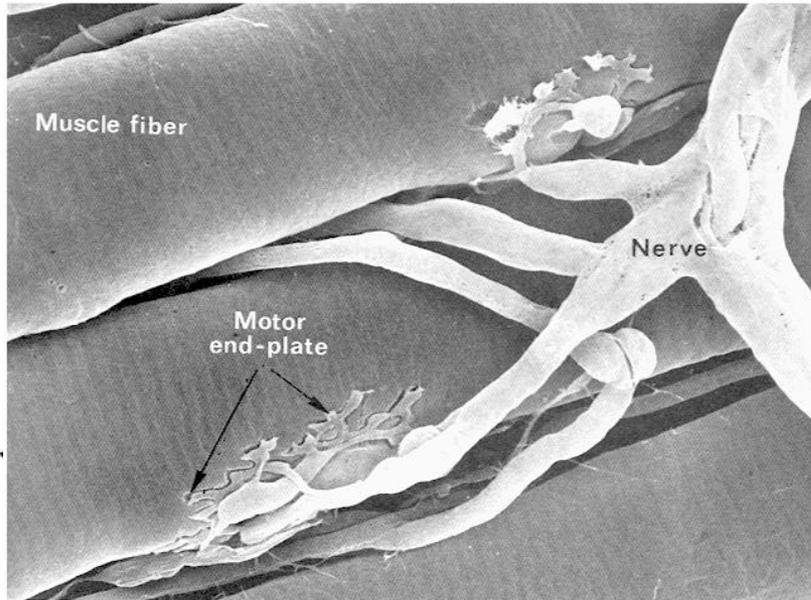
2. Le message nerveux, une succession de potentiels d'actions.

B. Propagation et codage des messages nerveux le long des fibres nerveuses.

III. La transmission du message nerveux entre deux cellules



Synapse neuro-neuronique



Jonction neuro-musculaire

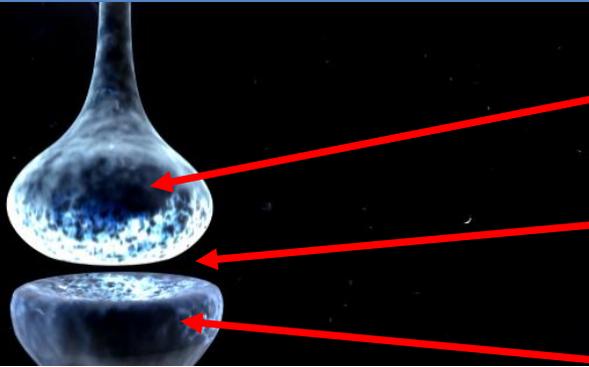
Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

- I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.
 - A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.
 - B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

- II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.
 - A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.
 - 1. Le potentiel de repos.
 - 2. Le message nerveux, une succession de potentiels d'actions.
 - B. Propagation et codage des messages nerveux le long des fibres nerveuses.

- III. La transmission des messages nerveux entre deux cellules
 - A. La transmission chimique du message nerveux**

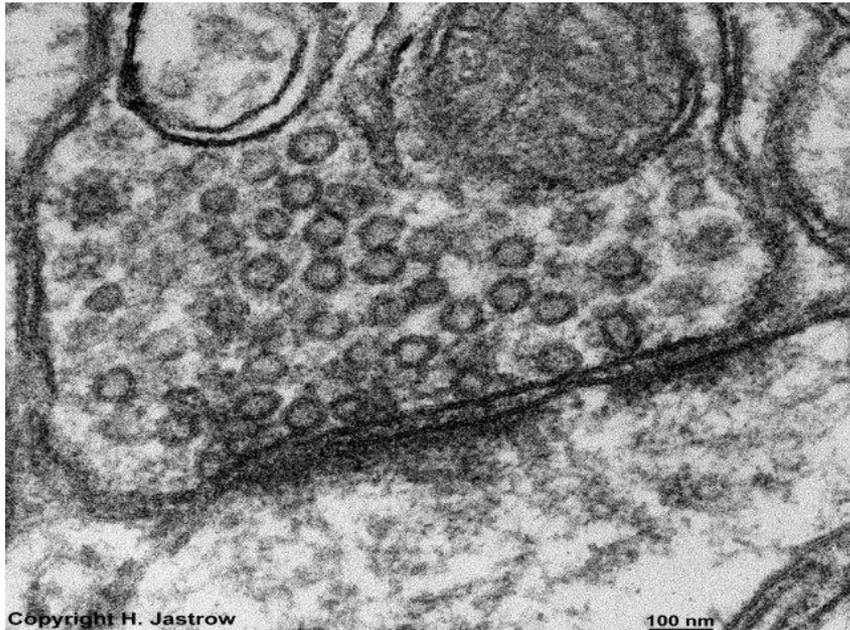
Fonctionnement d'une synapse



Élément pré-synaptique

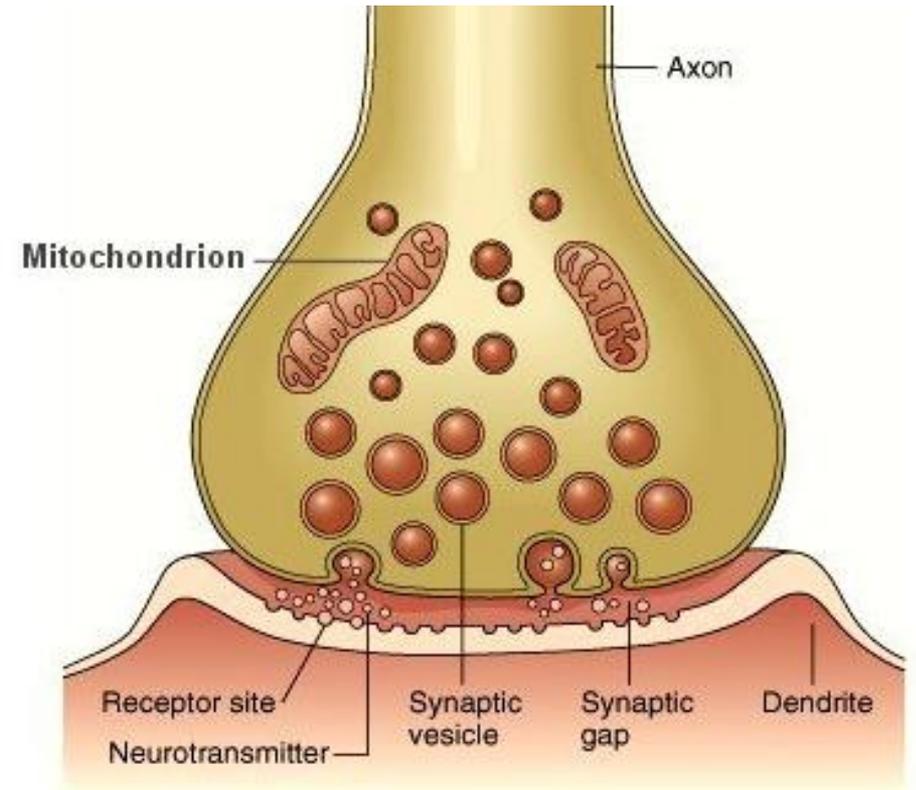
Fente synaptique

Élément post-synaptique



Copyright H. Jastrow

100 nm

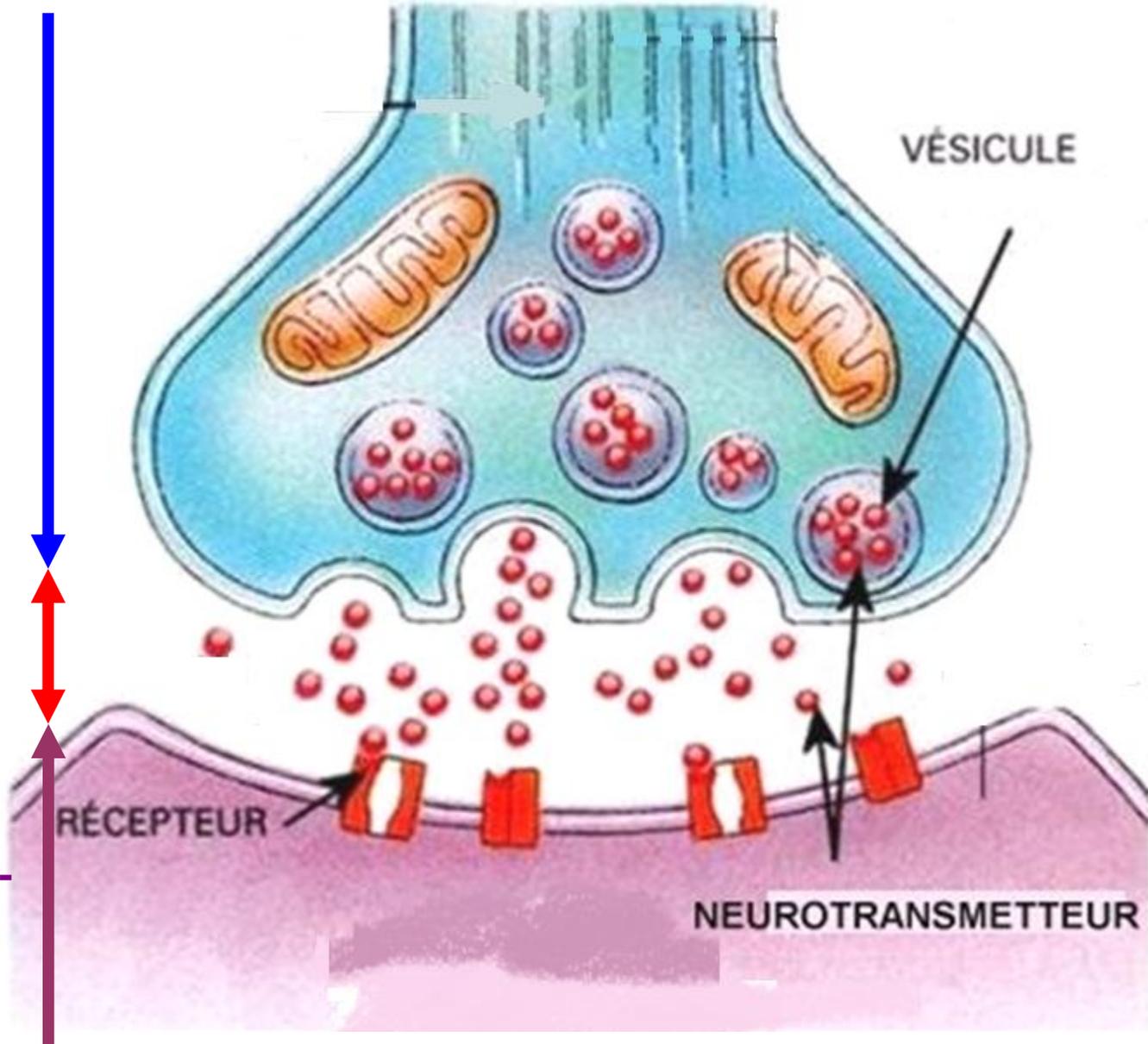


Fonctionnement d'une synapse

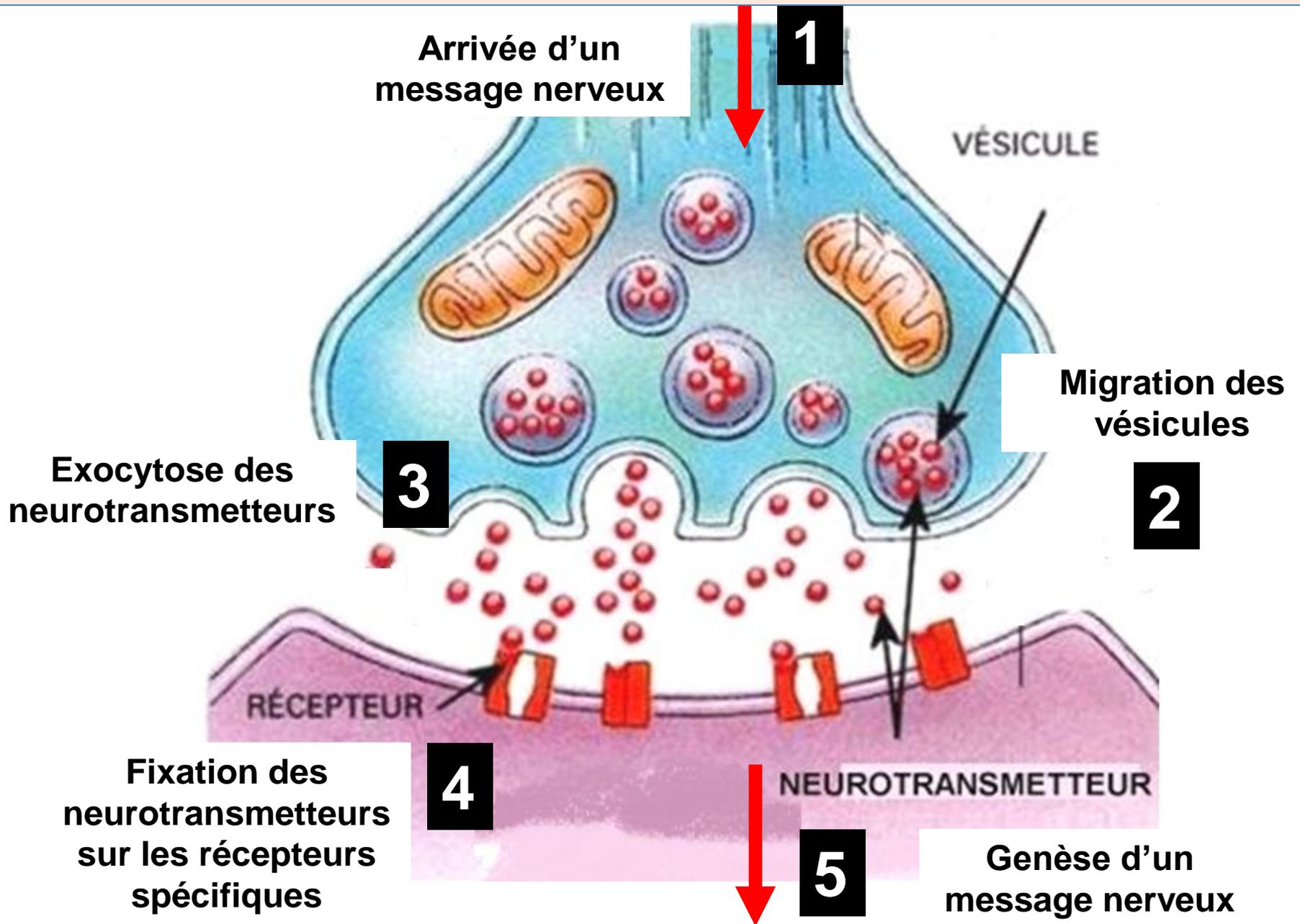
Neurone pré-synaptique

Fente synaptique

Neurone post-synaptique



Fonctionnement d'une synapse

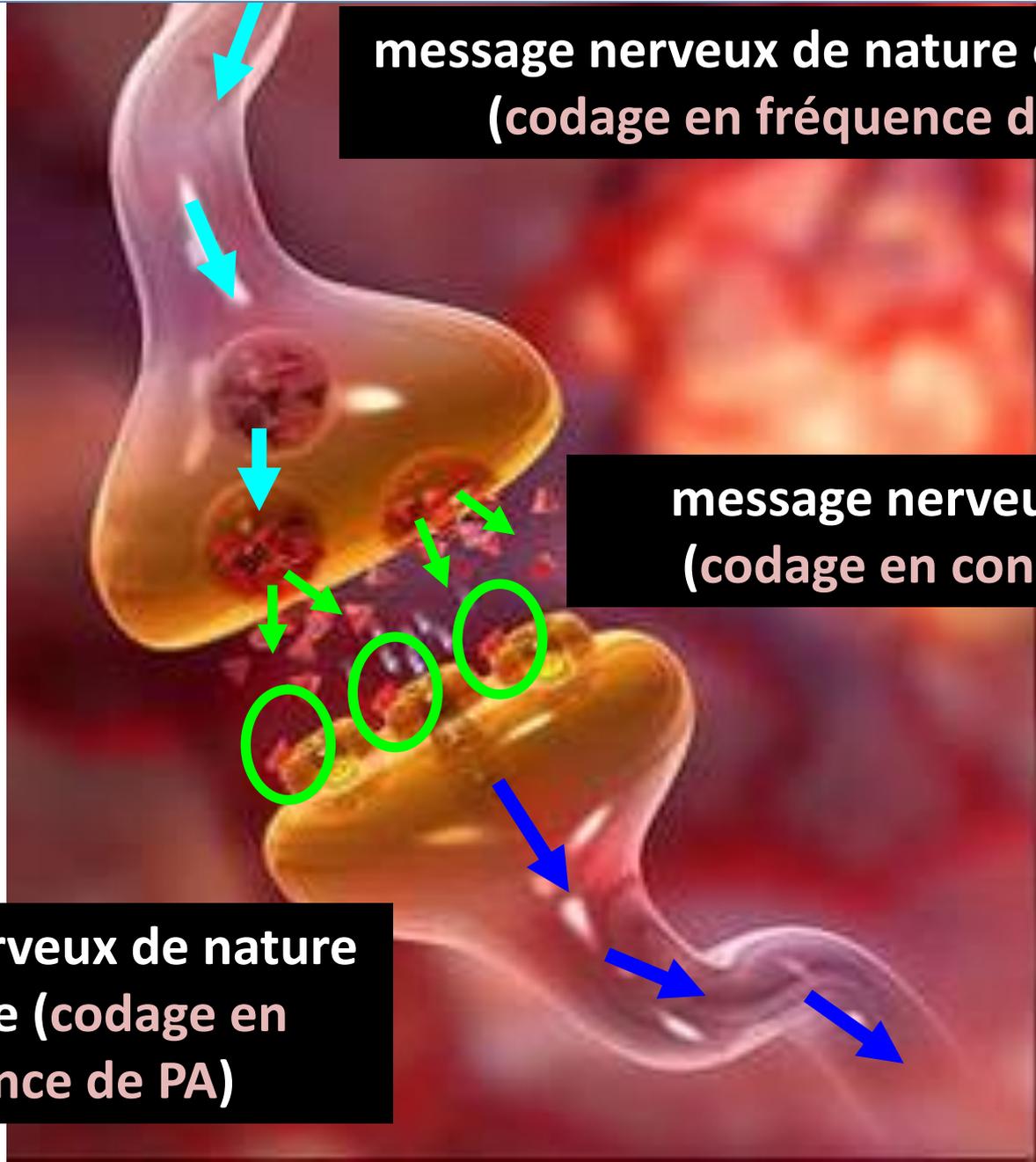


Codage du message nerveux

message nerveux de nature électrique
(codage en fréquence de PA)

message nerveux chimique
(codage en concentration)

message nerveux de nature
électrique (codage en
fréquence de PA)



Chapitre 1:Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

- I. Les caractéristiques du réflexe myotatique.
 - A. Etude expérimentale d'un réflexe myotatique : les réflexe Achilléen.
 - B. Le circuit nerveux du réflexe myotatique.

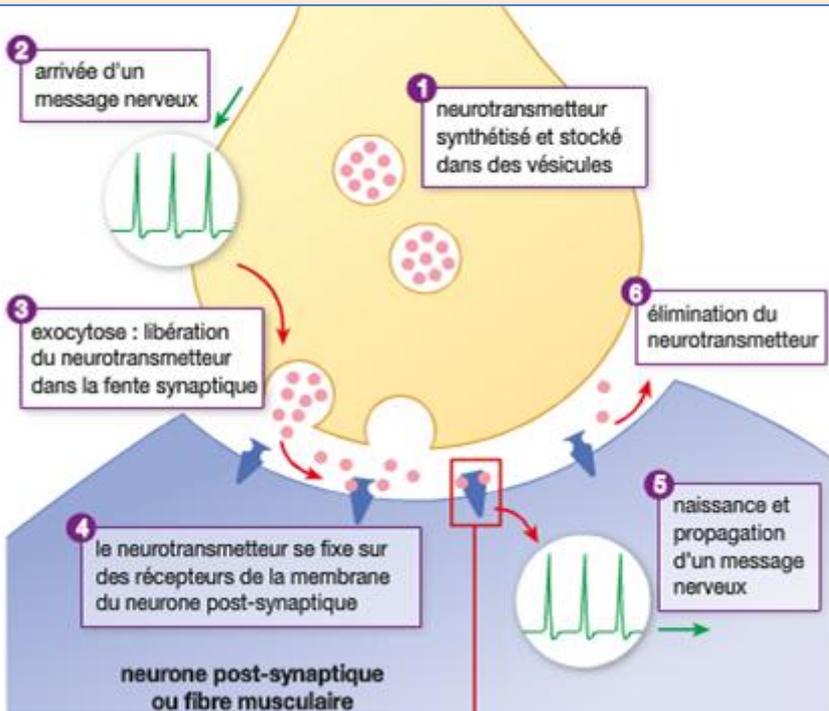
- II. Nature et propagation des messages nerveux véhiculés par les fibres nerveuses.
 - A. Nature du message nerveux le long des fibres nerveuses.
 - 1. Le potentiel de repos.
 - 2. Le message nerveux, une succession de potentiels d'actions.
 - B. Propagation et codage des messages nerveux le long des fibres nerveuses.

- III. La transmission des messages nerveux entre deux cellules
 - A. La transmission chimique du message nerveux
 - B. Effets de substances pharmacologiques sur le fonctionnement synaptique**

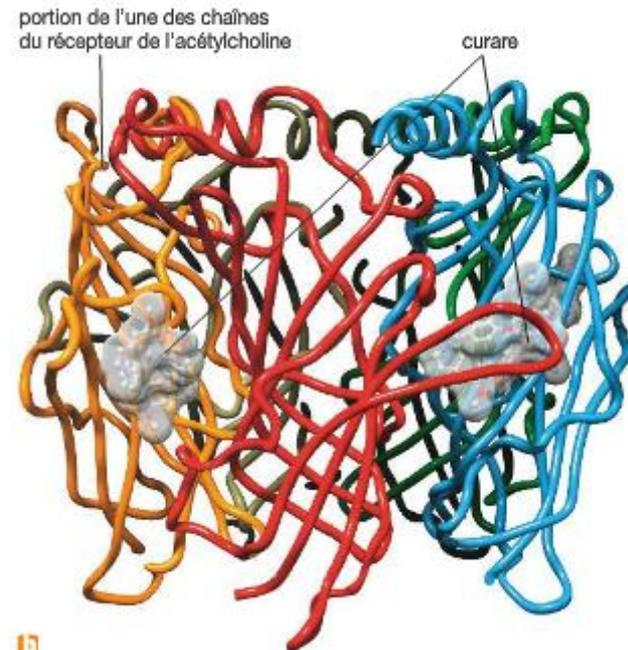
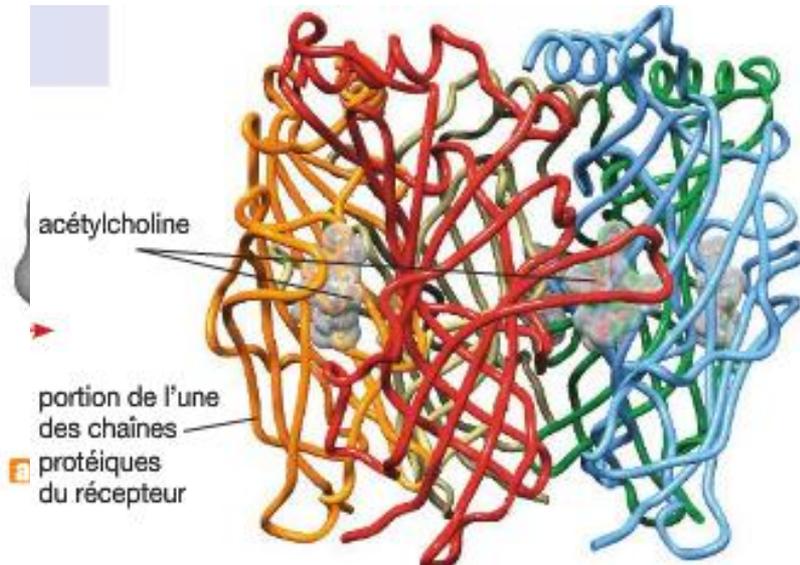
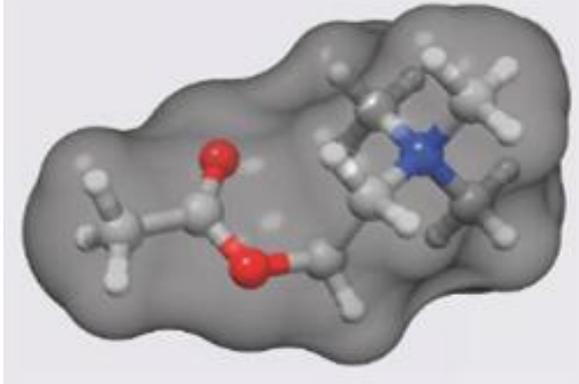
L'action du curare



L'action du curare

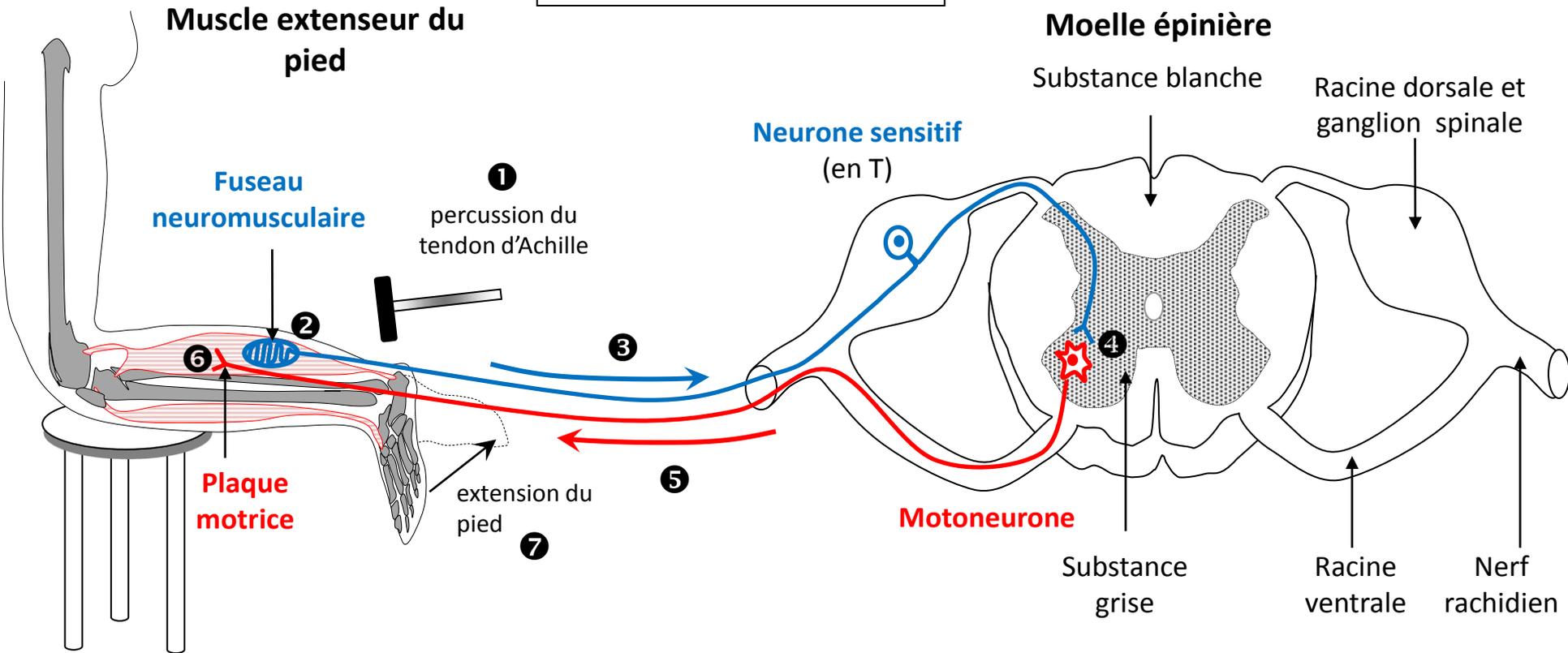


Un neurotransmetteur : l'acétylcholine



Éléments de l'arc réflexe myotatique et transmission du message nerveux :

Le réflexe achilléen



1) Stimulus = percussion du tendon

2) Étirement du fuseau neuromusculaire

3) M.N sensitif / afférent

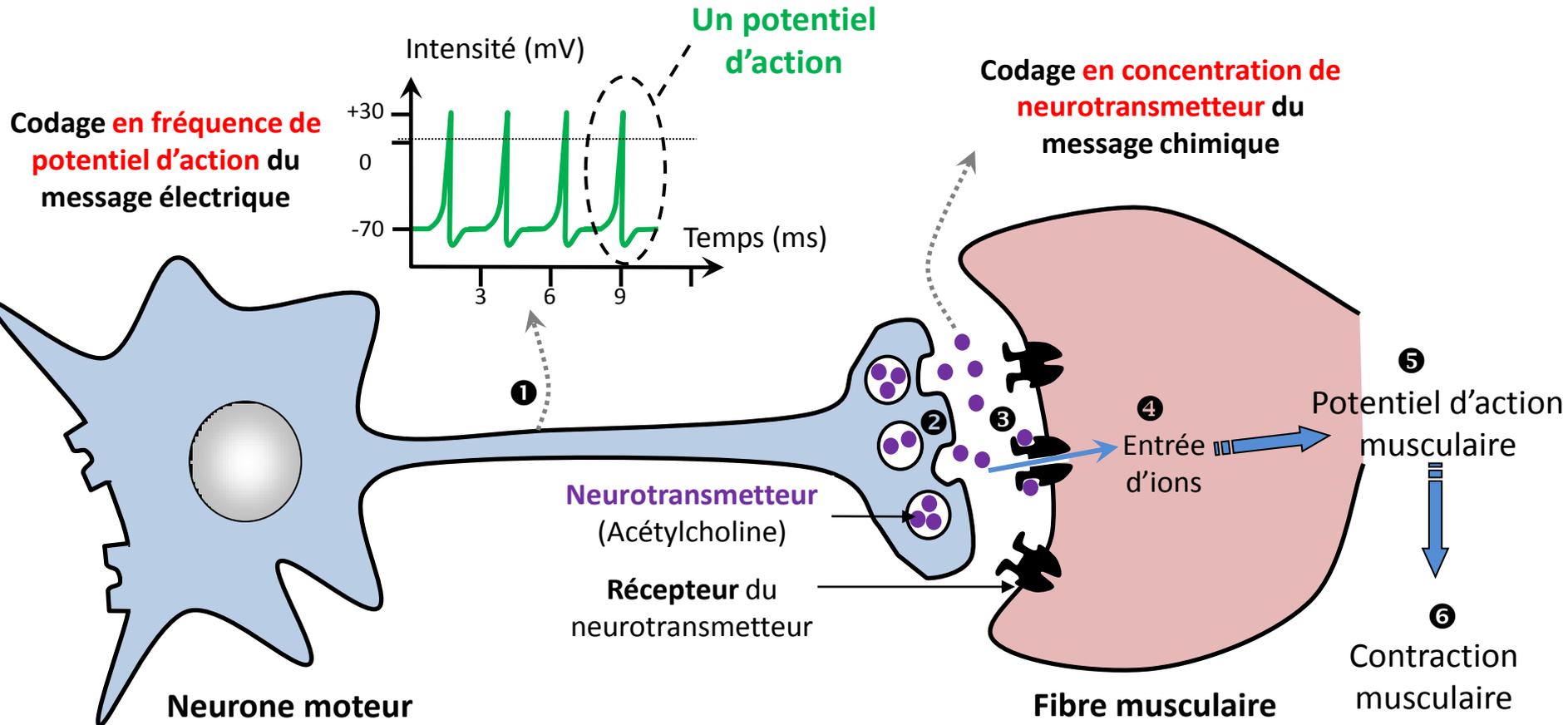
4) Synapse du neurone sensitif au motoneurone

5) M.N moteur / efférent

6) Création d'1 PA musculaire au niveau de la plaque motrice

7) Contraction du muscle entraînant l'extension du pied

La synapse neuromusculaire



1) M.N moteur **électrique**

2) Fusion des vésicules de sécrétion

3) Libération des neurotransmetteurs et fixation sur les récepteurs post-synaptique

4) Echanges ioniques

5) Création d'un PA musculaire

6) Contraction des fibres musculaires