



UNIVERSITÉ  
BORDEAUX  
SEGALÉN

Licence Biologie

UE physiologie animale

# *Le contrôle de la contraction musculaire : le réflexe myotatique*

Étienne Roux

*Adaptation cardiovasculaire à l'ischémie INSERM U 1034  
UFR des Sciences de la Vie Université Bordeaux Segalen*

*contact: [etienne.roux@u-bordeaux2.fr](mailto:etienne.roux@u-bordeaux2.fr)*

*support de cours :*

*plateforme pédagogique l'UFR des sciences de la Vie  
[e-fisio.net](http://e-fisio.net)*

introduction

le réflexe rotulien

caractéristique du réflexe myotatique

le faisceau neuromusculaire

mécanisme du réflexe myotatique

innervation croisée : modulation coordonnée de muscles opposés

conclusion

## le réflexe myotatique

réflexe médullaire qui permet de contrôler l'activité des muscles squelettiques

### mise en évidence : les réflexe rotulien et achilléen

#### **réflexe rotulien :**

membre inférieur fléchi en repose (assis)

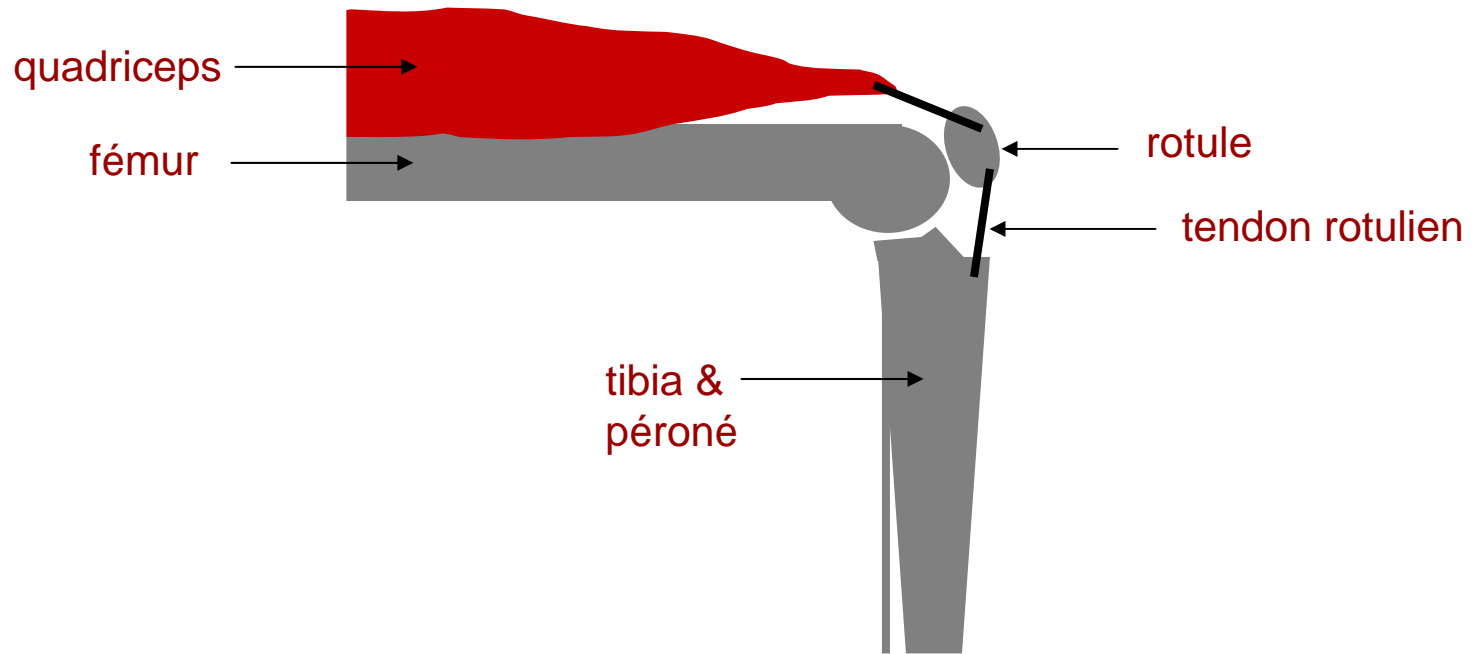
coup sec au-dessous de la rotule → extension de la jambe

#### **réflexe achilléen :**

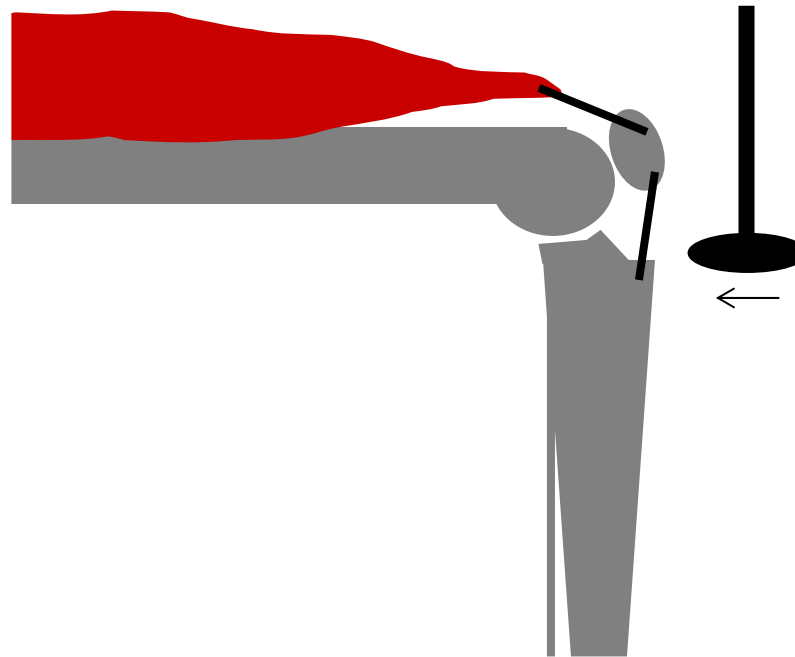
membre inférieur en appui sur le genou, pied dans le vide

coup sec sur le tendon d'Achille → extension du pied

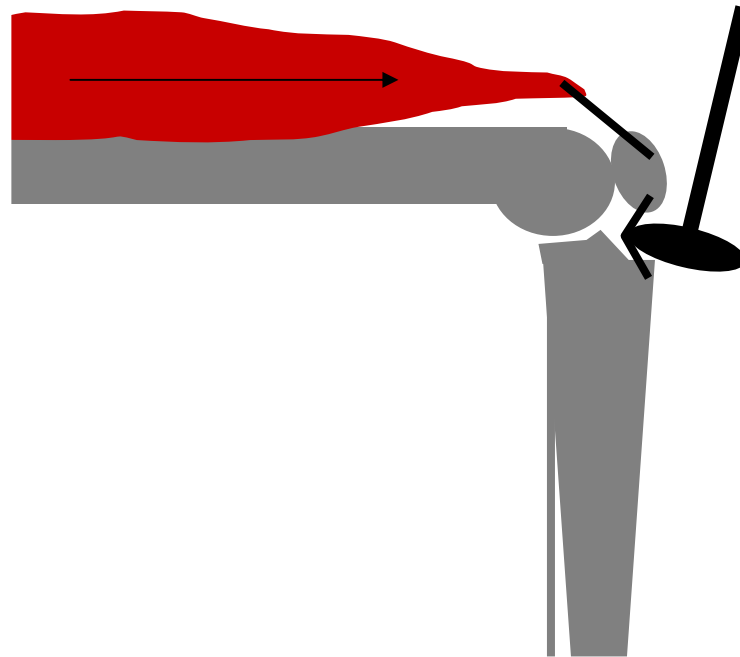
structures anatomiques



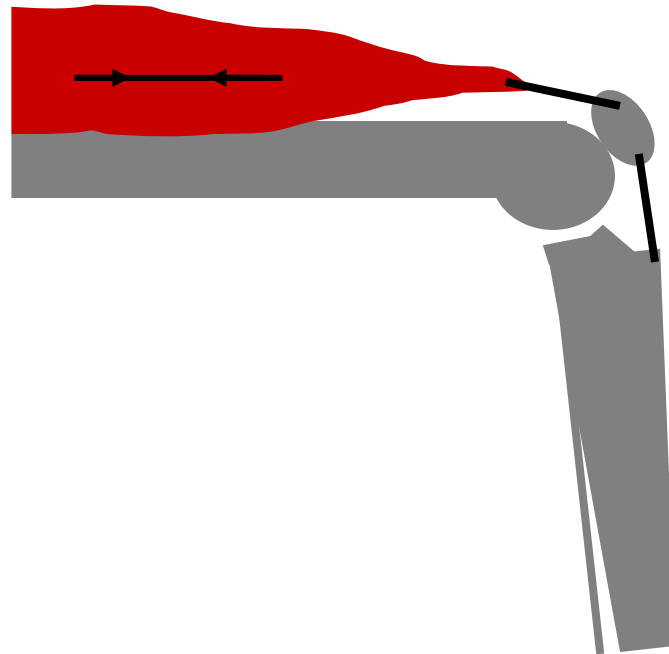
coup sur le tendon rotulien



étirement du quadriceps



étirement du quadriceps → contraction du quadriceps



# le réflexe myotatique \_\_\_\_\_ caractéristiques

- lorsqu'un muscle est étiré, il se contracte
- nécessite une innervation intacte

intervention de la moelle épinière ?

intervention des centres cérébraux supérieurs ?



intervention de la moelle épinière ?

intervention des centres cérébraux supérieurs ?

décérébration : section du tronc principal

→ séparation de la moelle épinière et des centres cérébraux supérieurs

expérience sur le chat décérébré (Sherrington)

flexion des extenseurs

→ augmentation de la contraction des muscles extenseurs

→ relâchement des muscles fléchisseurs

réflexe myotatique = réflexe médullaire

innervation croisée entre muscles fléchisseurs et extenseurs

## **muscles squelettiques : 2 types de fibres**

### **fibres musculaires**

cellules musculaires squelettiques : cellules contractiles  
innervation motrice

### **fibres neuromusculaires**

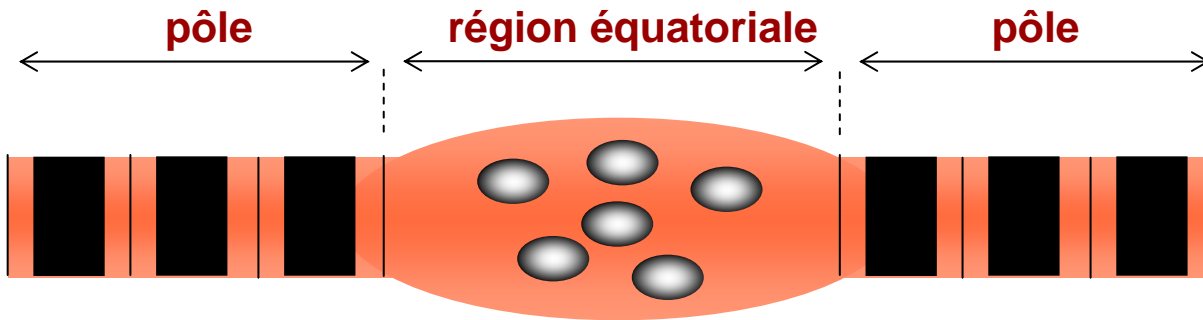
cellules neuromusculaires : cellules contractiles et sensibles  
innervation sensitive  
innervation motrice

organisation en fuseaux au sein du tissu musculaire

fibres neuromusculaires = fibres intrafusales  
fibres musculaires = fibres extrafusales

## fibres intrafusales : organisation générale

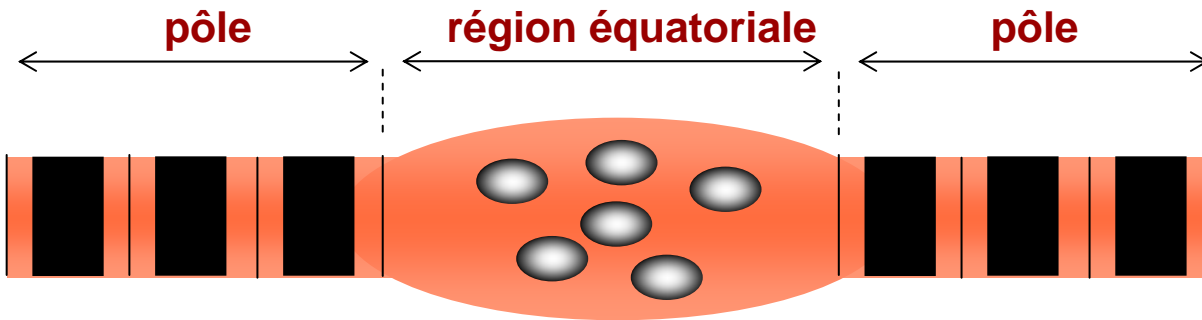
- cellules plurinucléées
- pôles contractiles
- partie équatoriale non contractile + noyaux



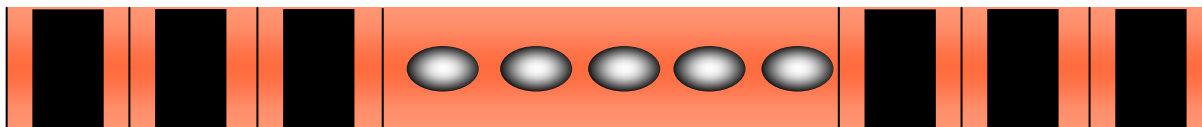
cellules à sac  
nucléaire

## fibres intrafusales : organisation générale

- cellules plurinucléées
- pôles contractiles
- partie équatoriale non contractile + noyaux



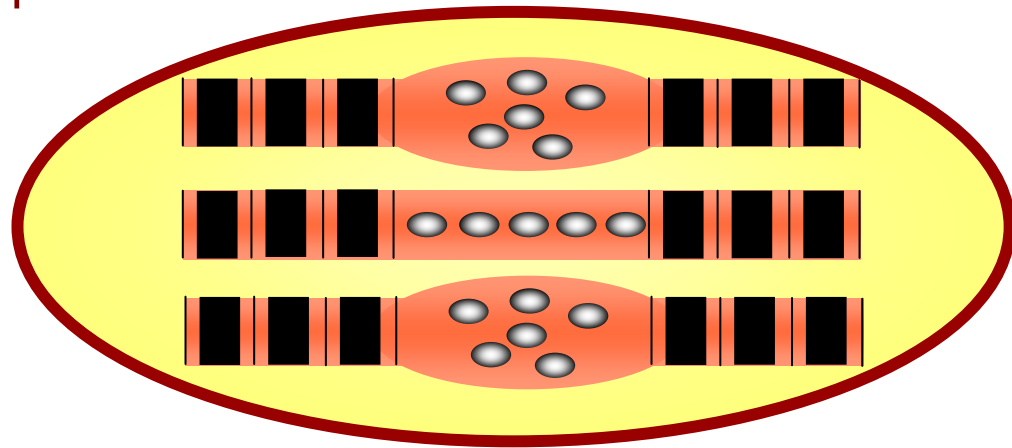
cellules à sac  
nucléaire



cellules à chaîne  
nucléaire

## fuseau neuromusculaire

- 5 à 10 fibres intrafusales
- 1 à 3 fibres à chaîne + 3 à 7 fibres à sac
- enveloppe de tissu conjonctif
- L = 4 à 10 mm  $\varnothing$  = 200  $\mu$ m



- 5 à 80 fuseaux / gramme de muscle
- fuseaux parallèles aux fibres extrafusales

## innervation sensitive : région équatoriale

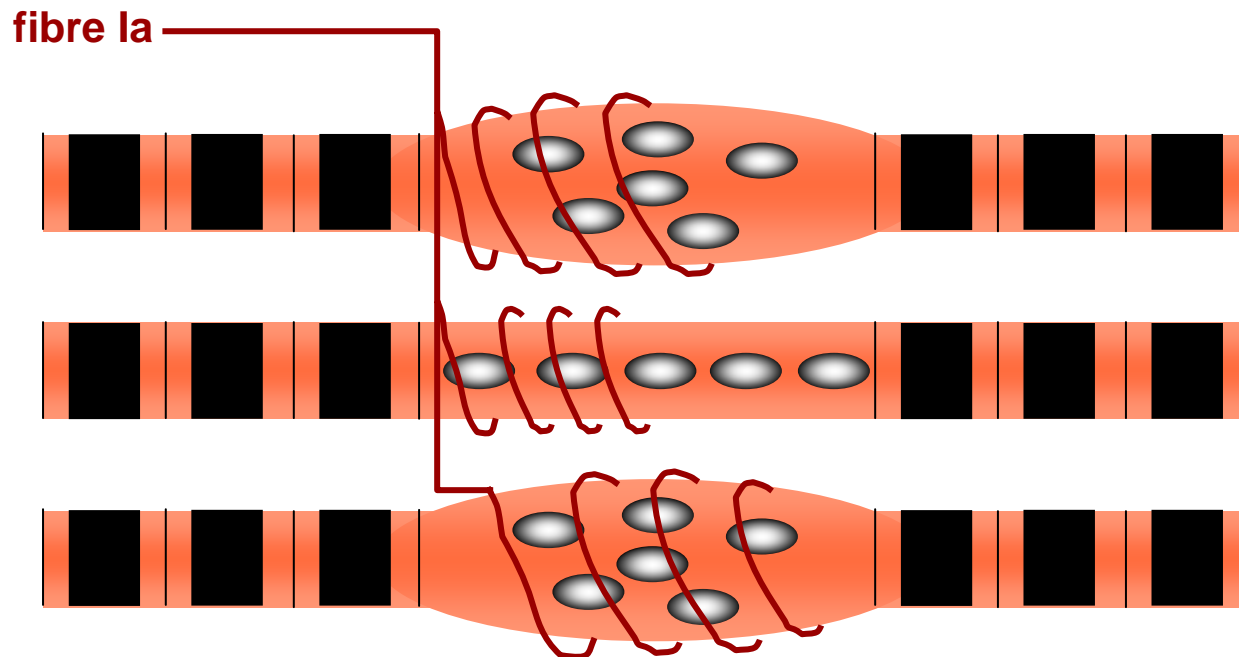
### fibres Ia : innervation primaire

fibres myélinisées

gros diamètre ( $\varnothing = 17 \mu\text{m}$ ) vitesse de conduction élevée ( $100 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ )

terminaison en spirale

autour des fibres à chaînes et des fibres à sacs



## innervation sensitive : région équatoriale

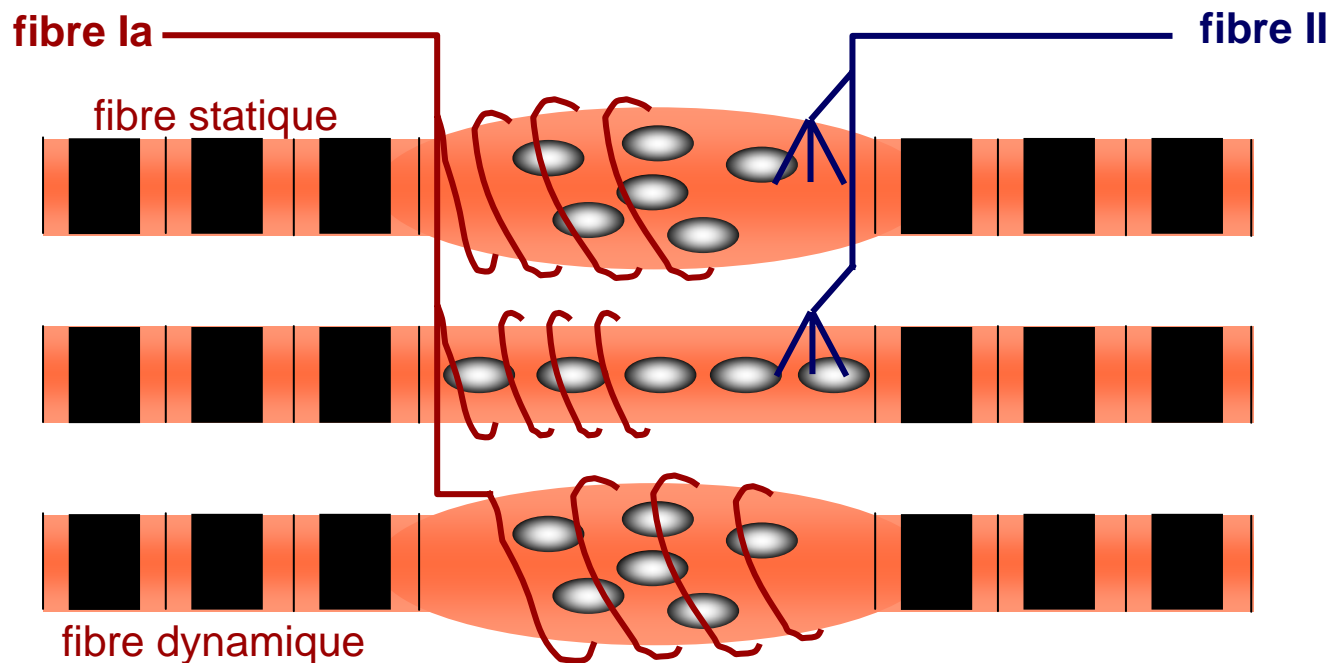
### fibres II : innervation secondaire

fibres myélinisées

faible diamètre ( $\varnothing = 8 \mu\text{m}$ ) vitesse de conduction faible ( $50 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ )

terminaison en bouquet ou en spirale

autour des fibres à chaînes et des fibres à sacs statiques



## innervation motrice : régions polaires contractiles

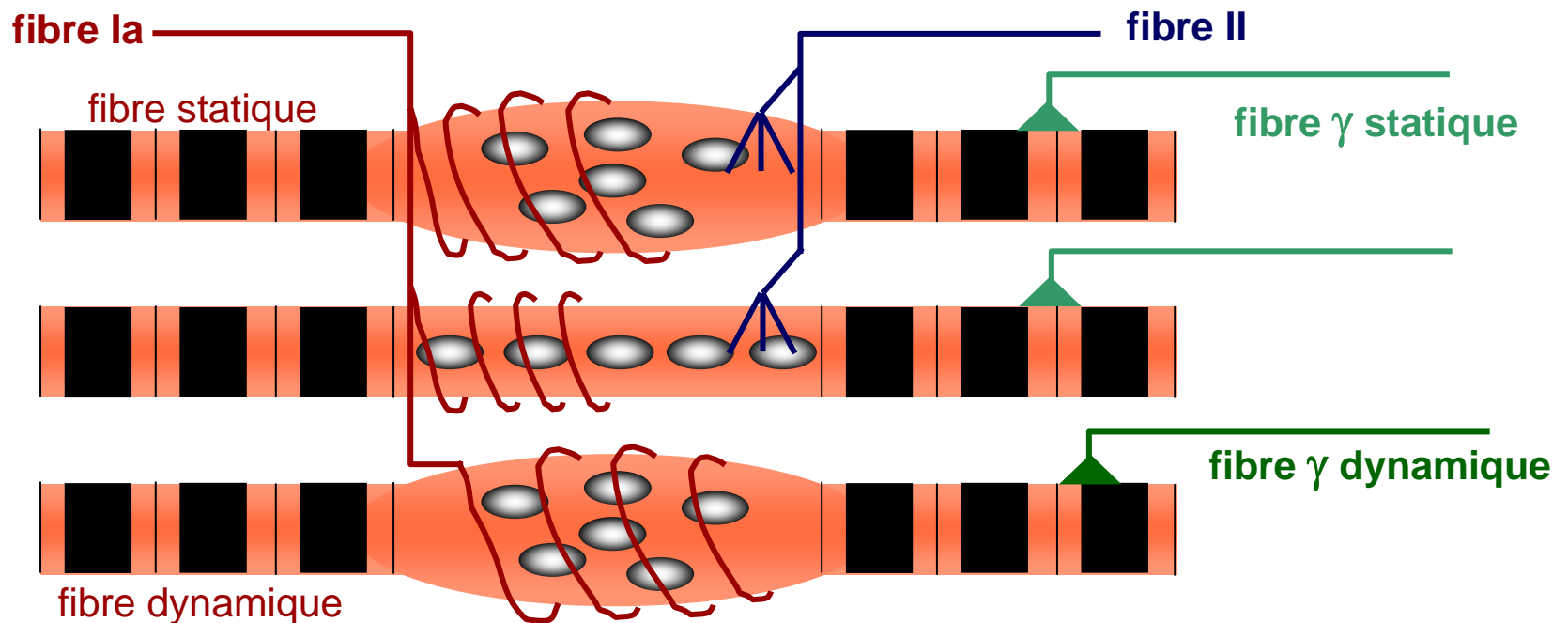
### fibres gamma ( $\gamma$ )

fibres myélinisées

faible diamètre ( $\varnothing = 2$  à  $8 \mu\text{m}$ ) vitesse de conduction faible ( $30 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ )

fibres  $\gamma$  statiques : fibres à chaînes et à sacs statiques

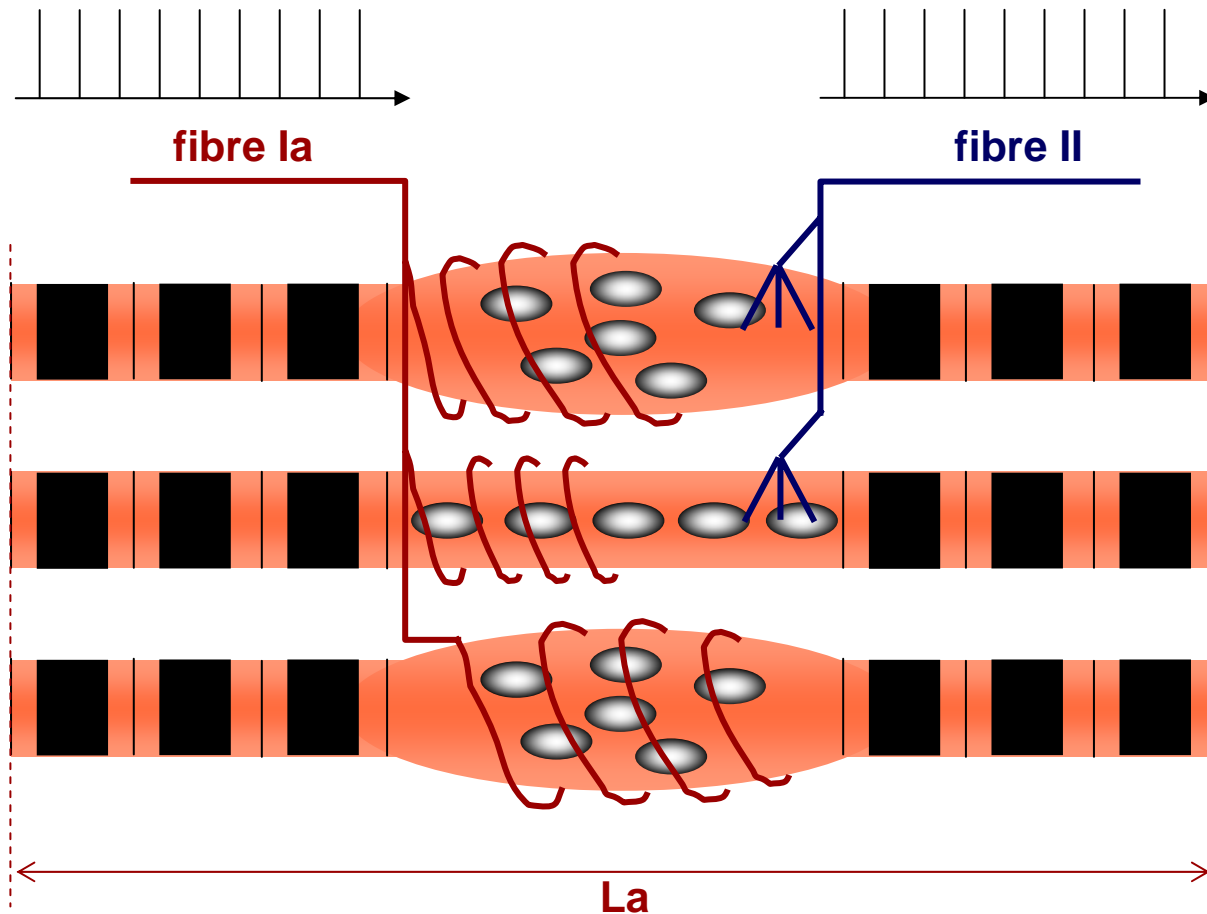
fibres  $\gamma$  dynamiques : fibres à sacs dynamiques





## activité électrique des fibres sensibles

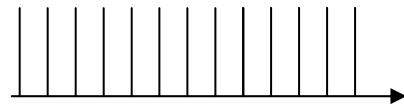
longueur donnée stable  $L_a$  :  
potentiels d'action de fréquence stable



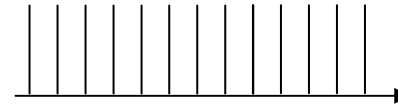
## activité électrique des fibres sensibles

étirement à la longueur  $L_b$

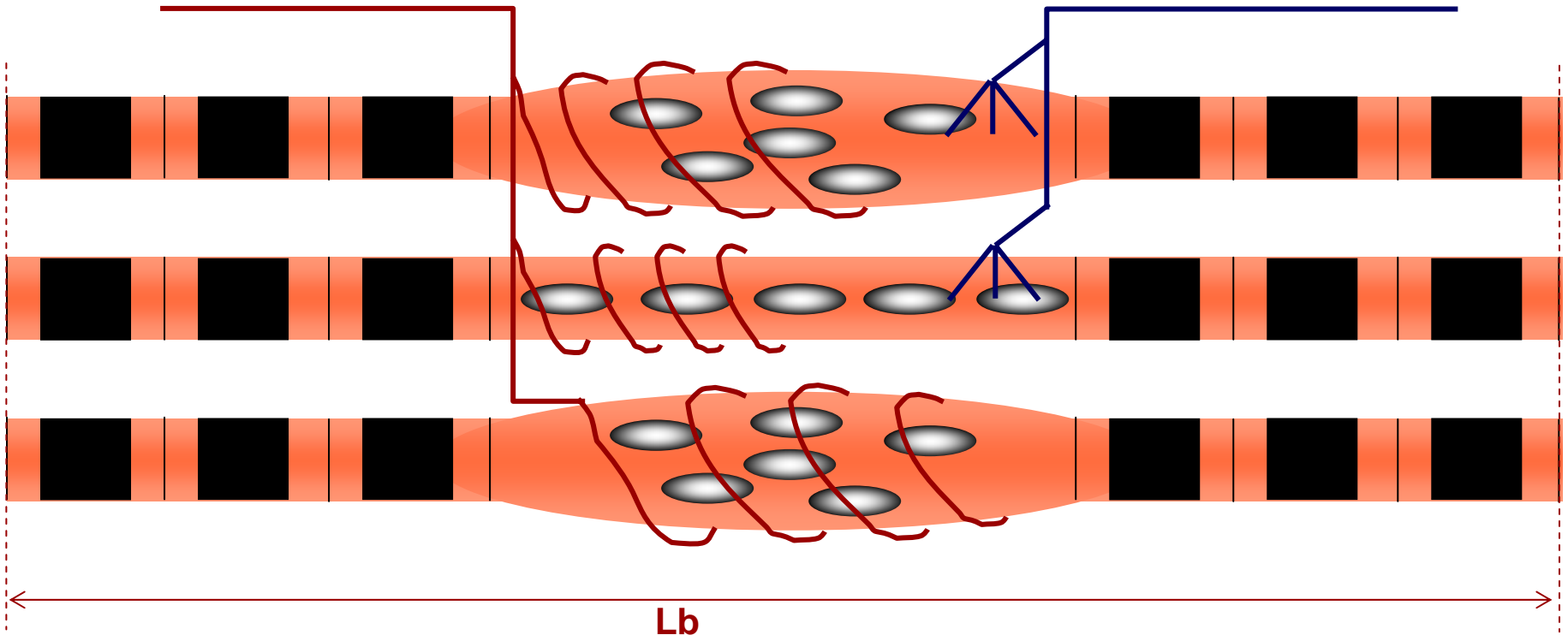
stimulation des fibres → augmentation de la fréquence des PA



fibre Ia



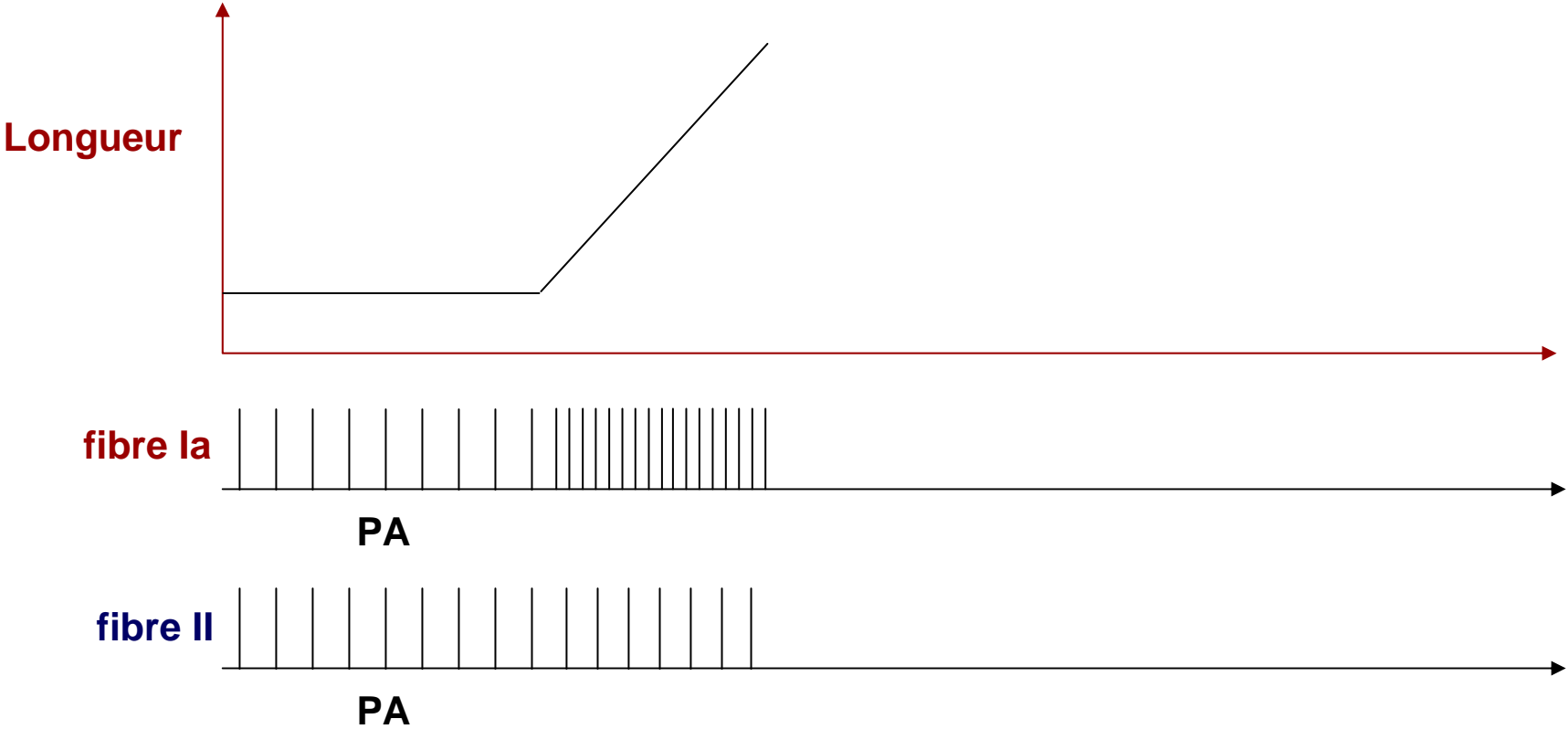
fibre II



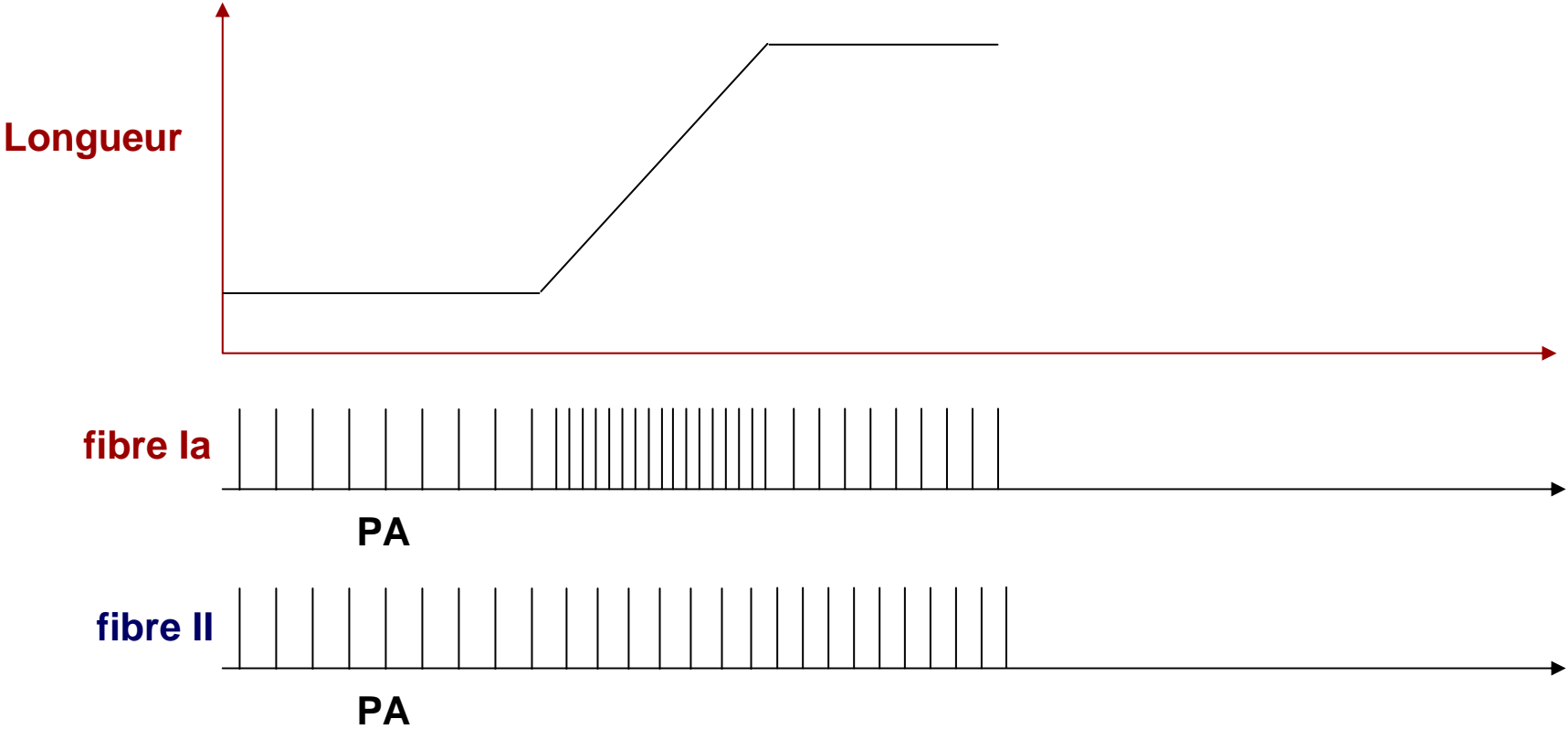
**différence entre fibres Ia et fibres II**



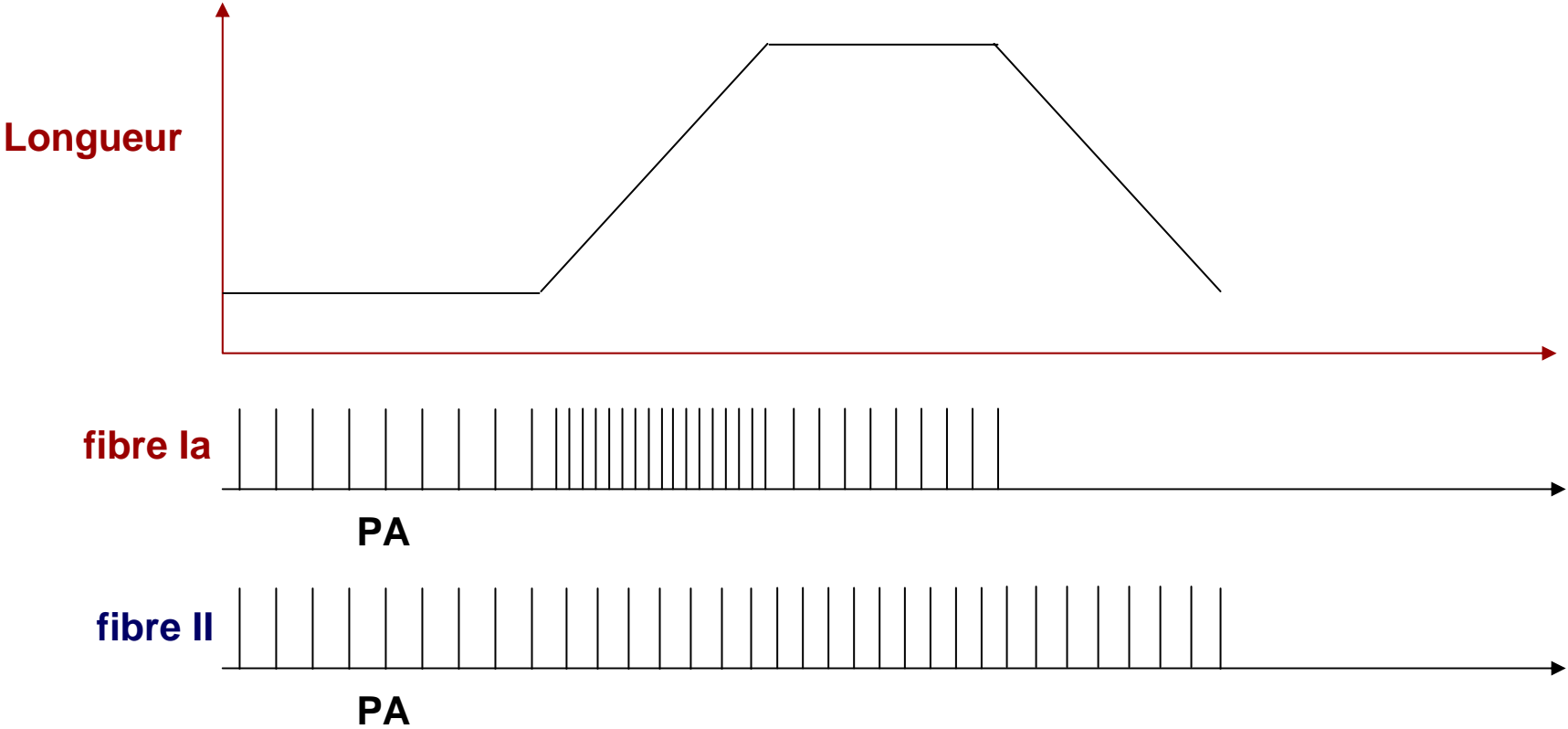
**différence entre fibres Ia et fibres II**



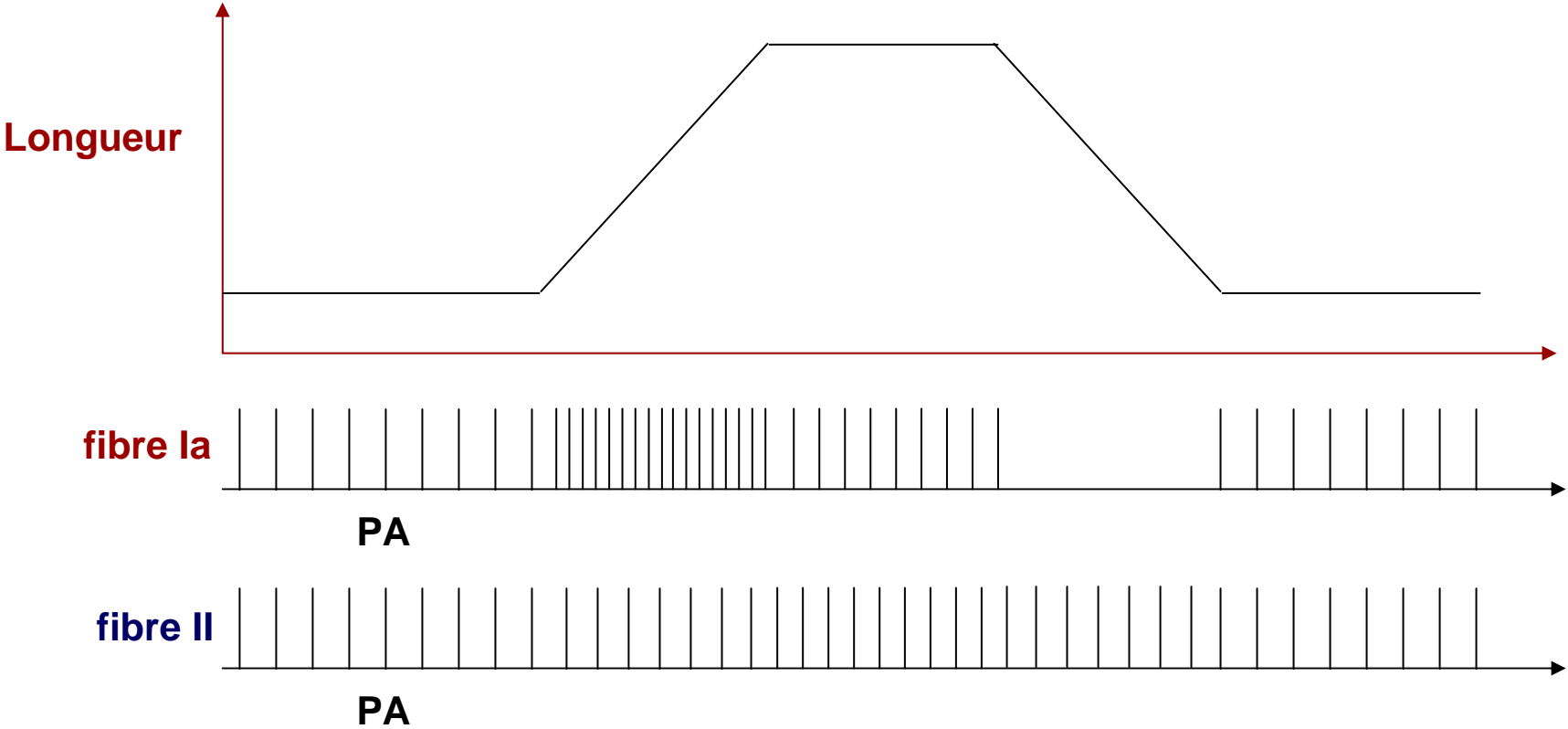
**différence entre fibres Ia et fibres II**



**différence entre fibres Ia et fibres II**



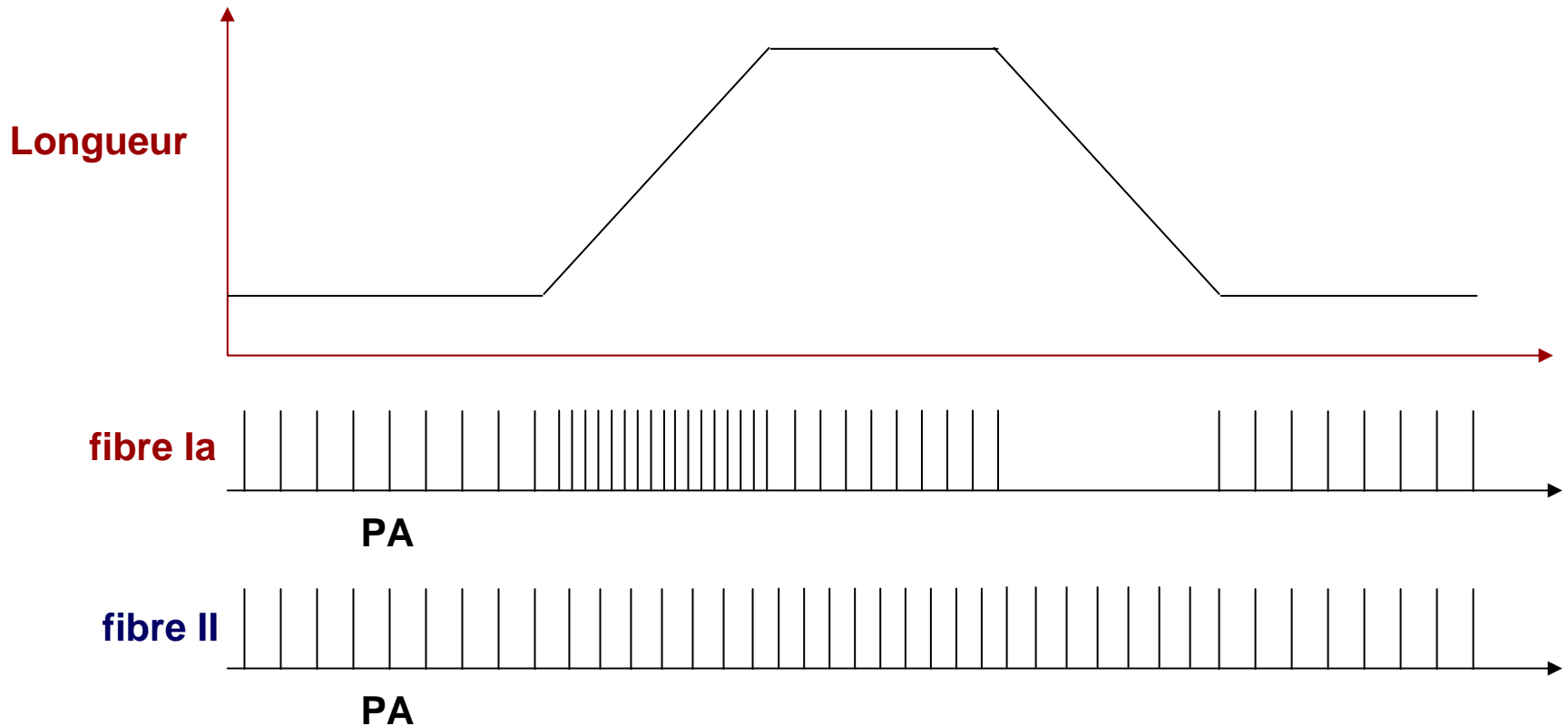
**différence entre fibres Ia et fibres II**



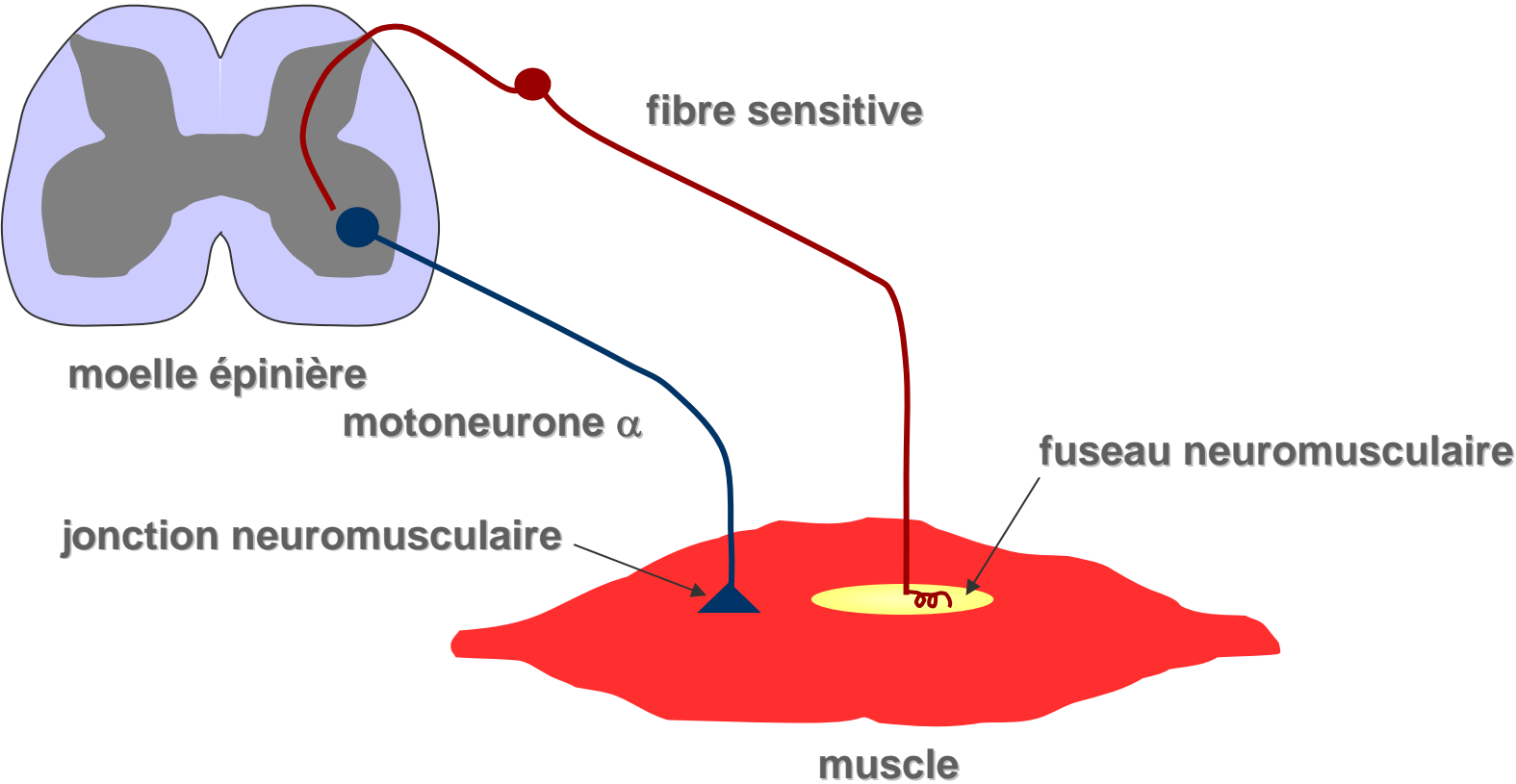
## différence entre fibres Ia et fibres II

fibres II : sensibles à l'amplitude de l'étirement

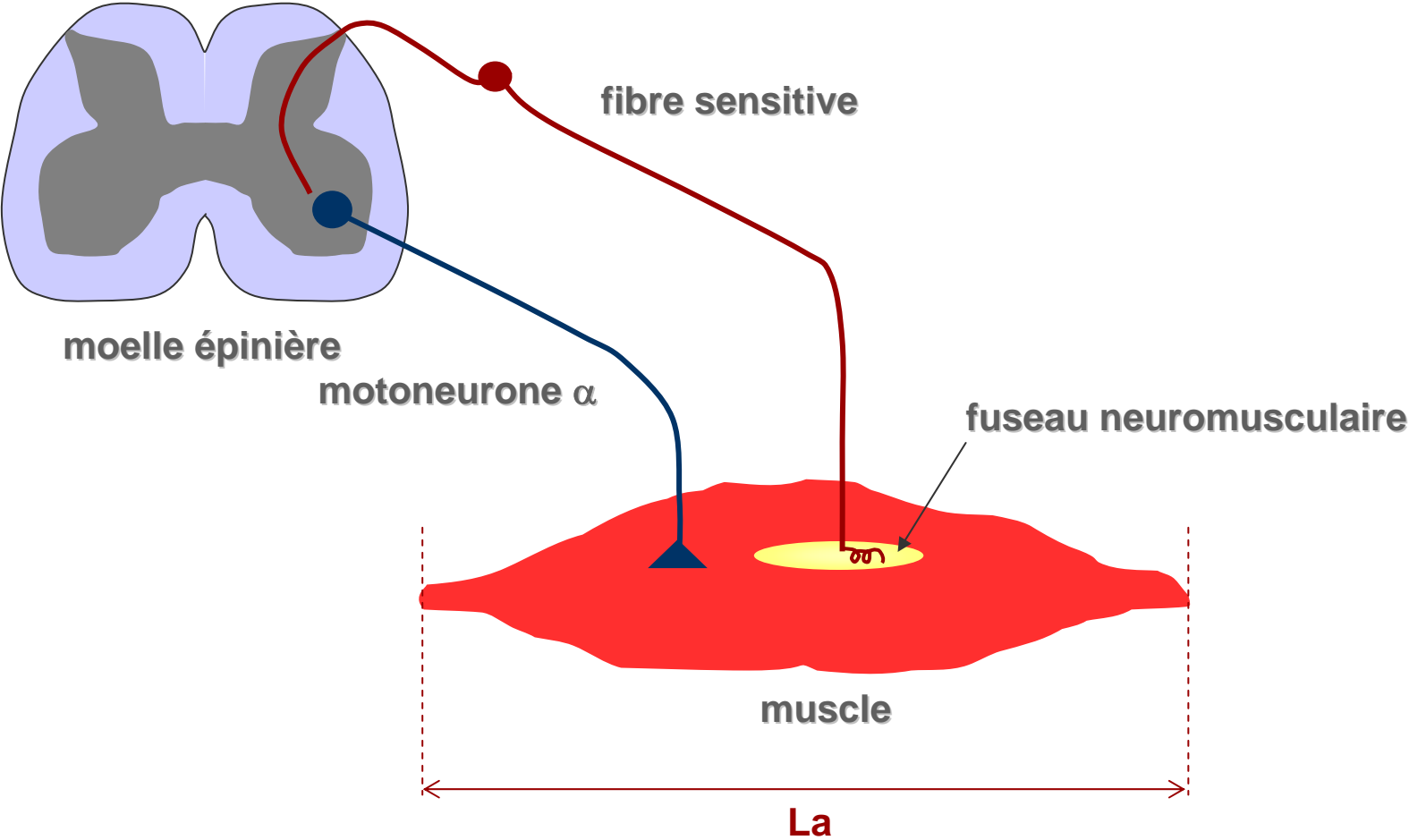
fibres Ia : sensibles à l'amplitude et à la vitesse de l'étirement





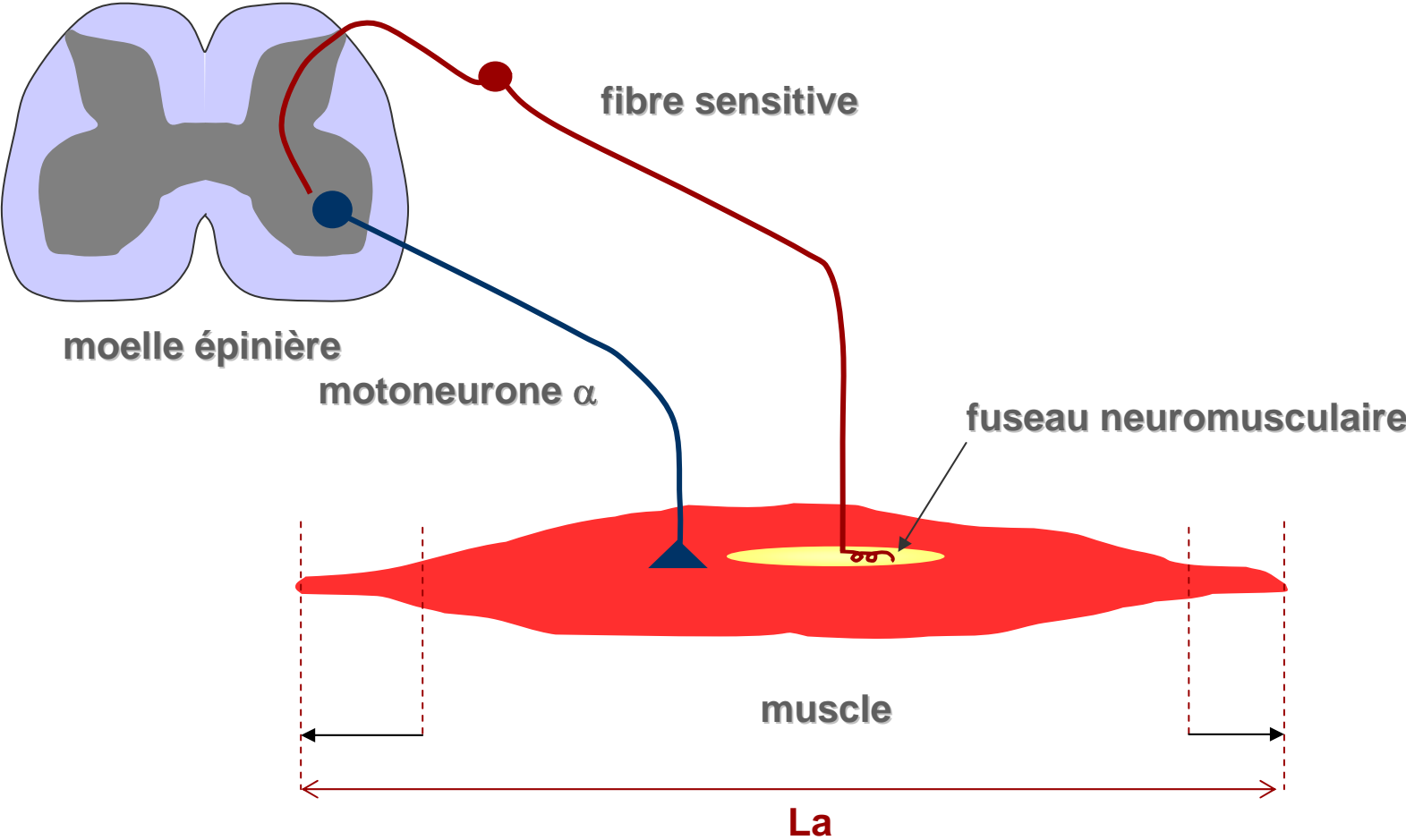


état stable : longueur  $L_a$



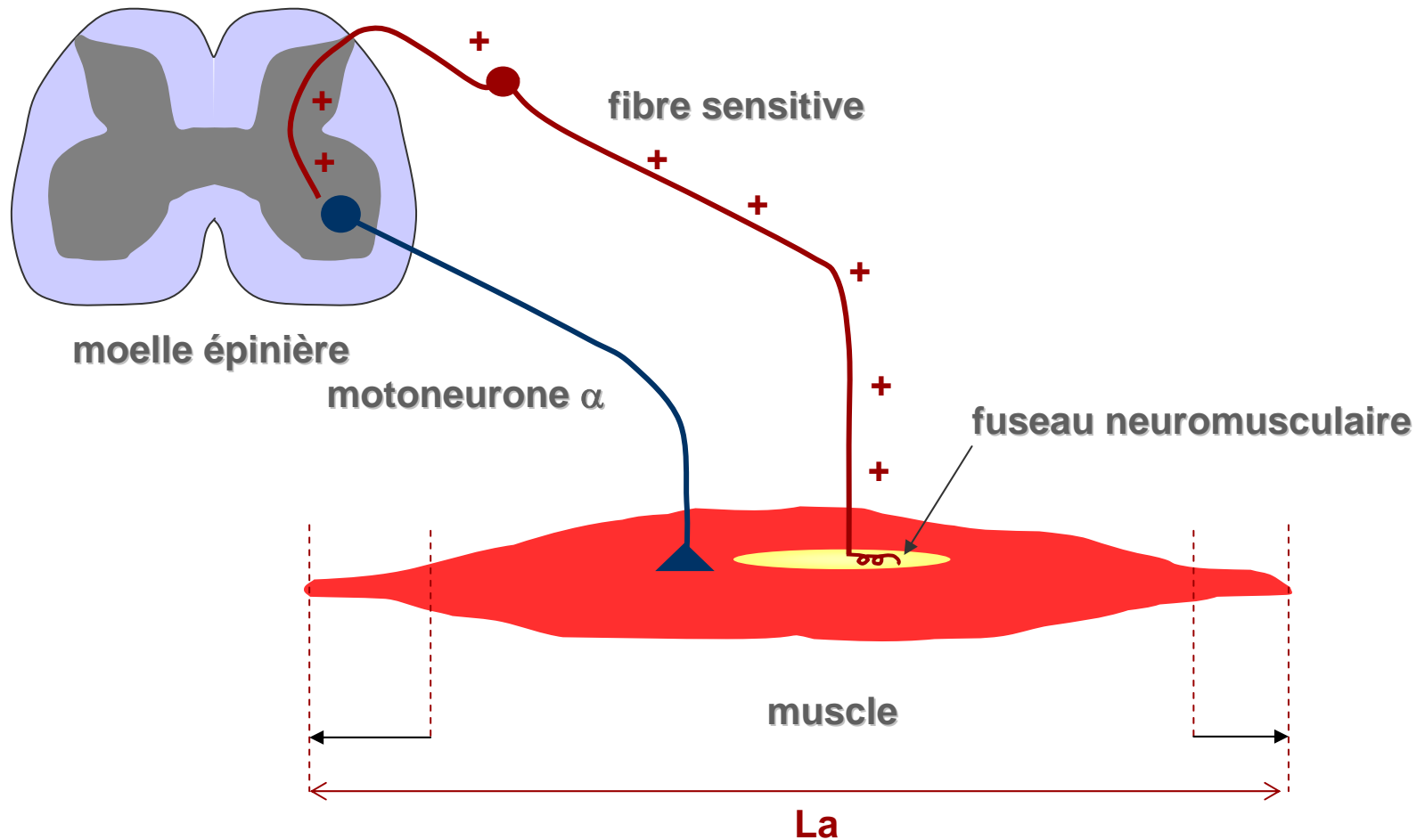
le réflexe myotatique \_\_\_\_\_ mise en jeu de l'arc réflexe

étirement → allongement du muscle et des fuseaux neuromusculaires



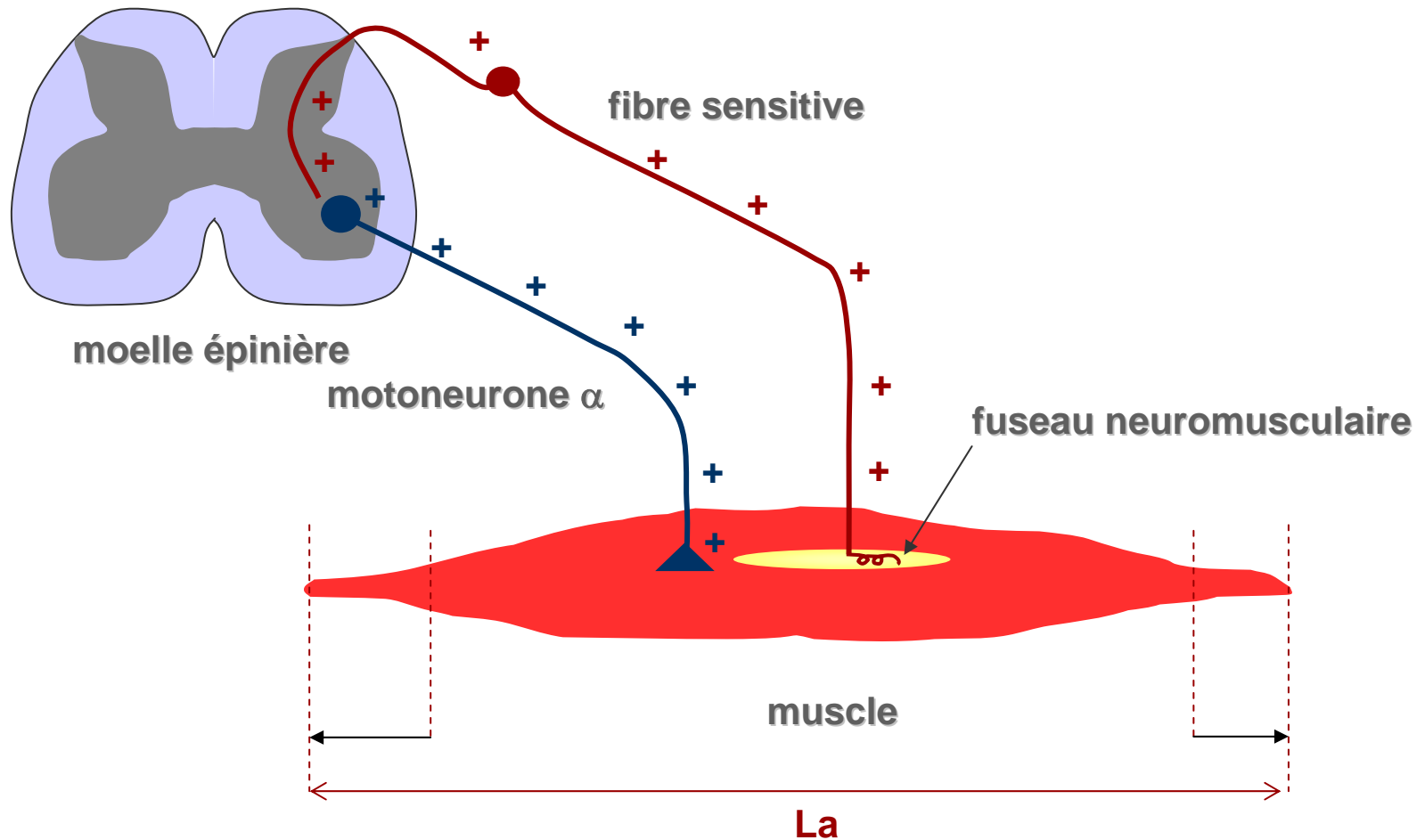
# le réflexe myotatique \_\_\_\_\_ mise en jeu de l'arc réflexe

étirement → allongement du muscle et des fuseaux neuromusculaires  
→ stimulation des fibres Ia et II



# le réflexe myotatique \_\_\_\_\_ mise en jeu de l'arc réflexe

étirement → allongement du muscle et des fuseaux neuromusculaires  
→ stimulation des fibres Ia et II  
→ activation du motoneurone  $\alpha$

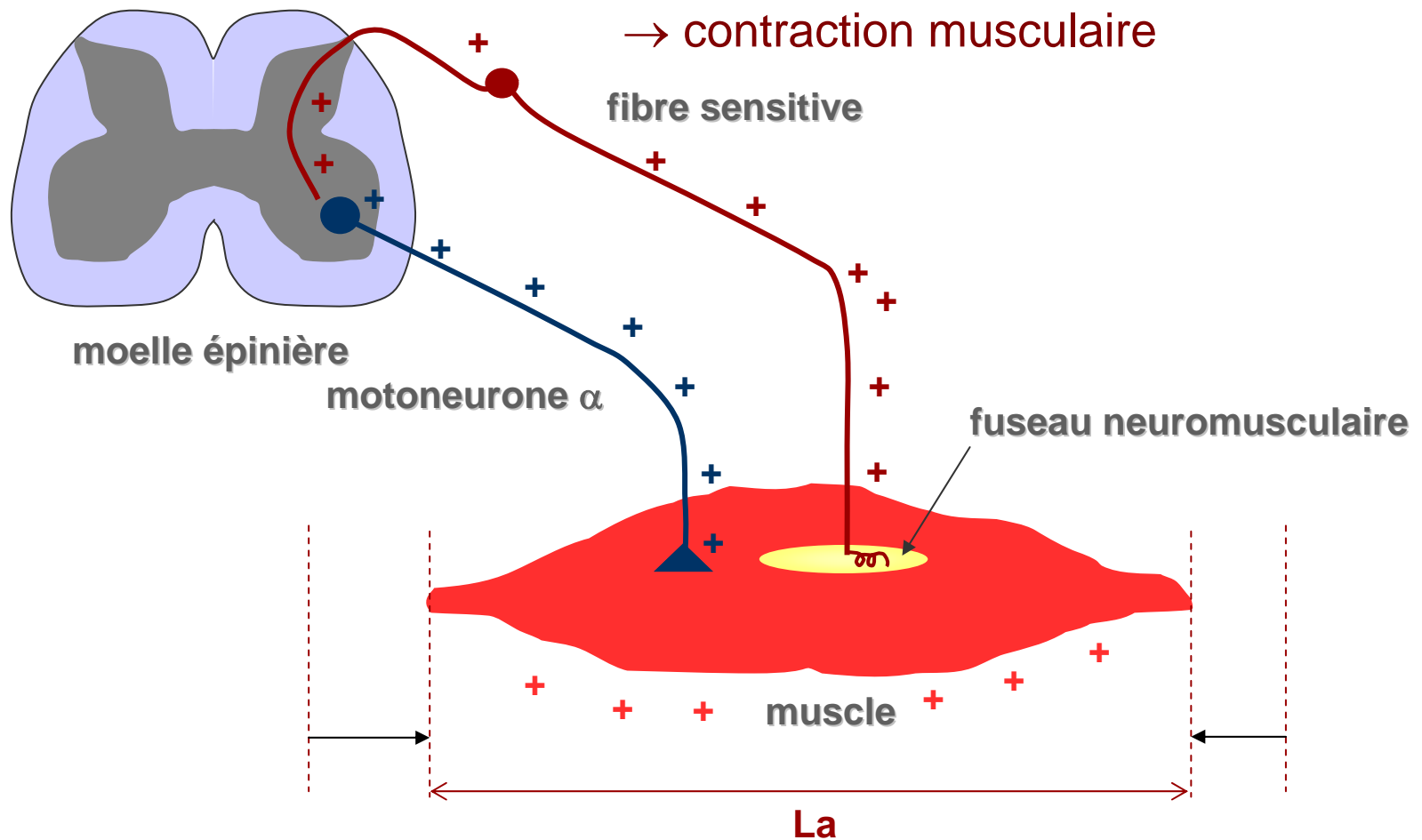


étirement → allongement du muscle et des fuseaux neuromusculaires

→ stimulation des fibres Ia et II

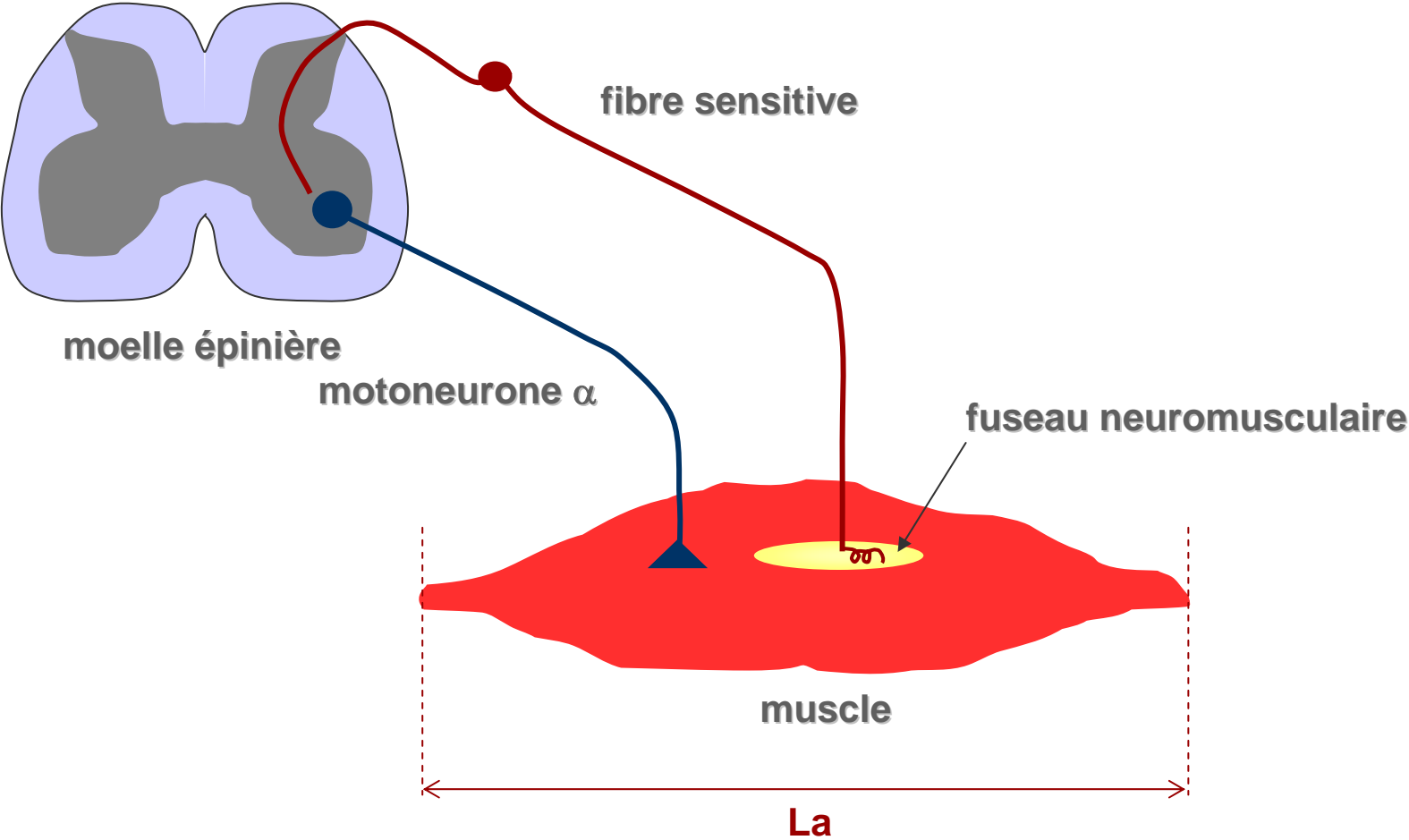
→ activation du motoneurone  $\alpha$

→ contraction musculaire



le réflexe myotatique \_\_\_\_\_ mise en jeu de l'arc réflexe

retour à la longueur initiale : arrêt de la stimulation réflexe



## rôle des fibres Ia et fibres II

### **fibre Ia : réponse phasique à l'étirement**

réponse rapide

dépassement : raccourcissement plus important que l'étirement initial

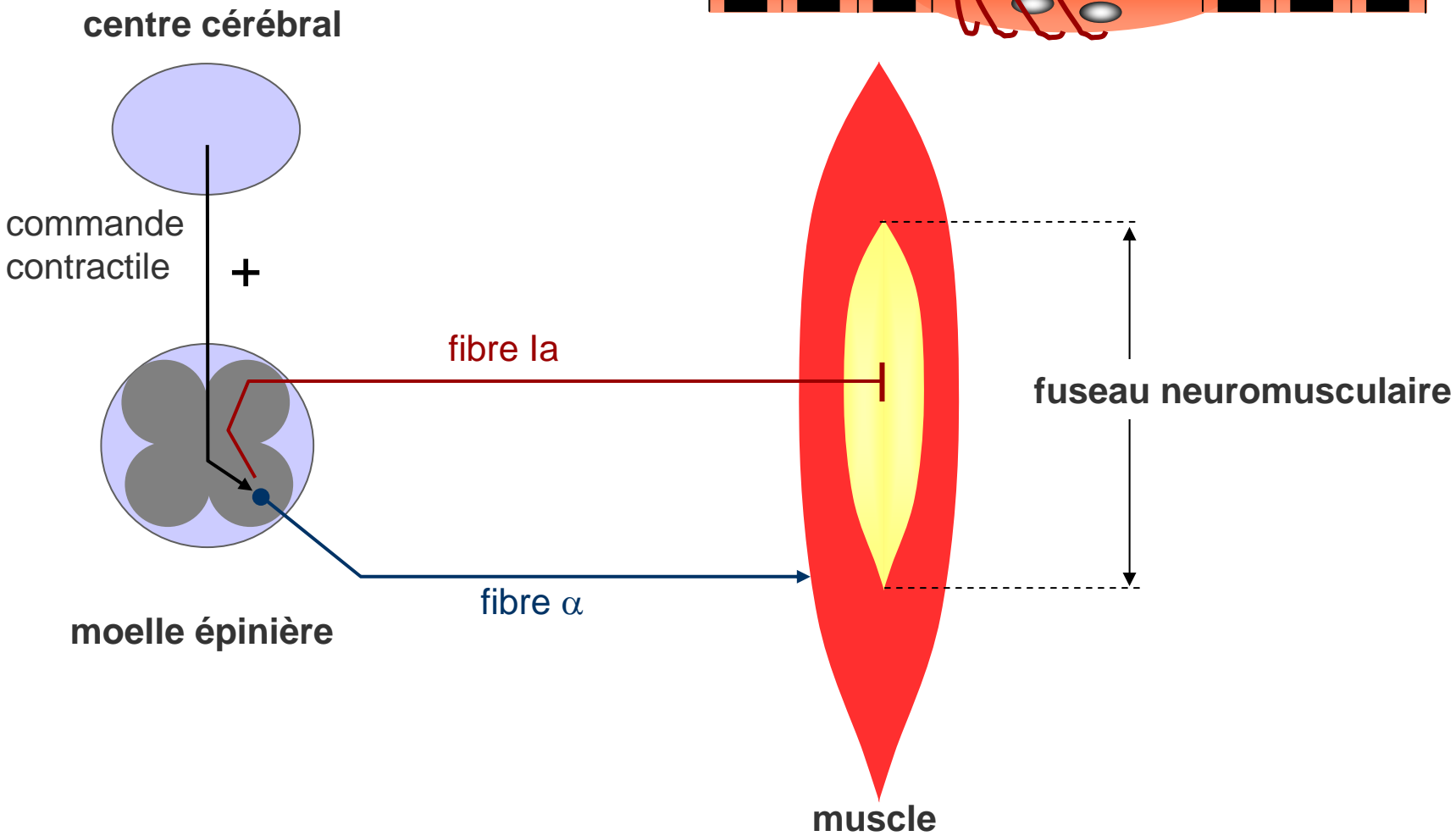
*stimulation excessive des fibres Ia : spasticité (spasmes contractiles)*

### **fibre II : réponse tonique à l'étirement**

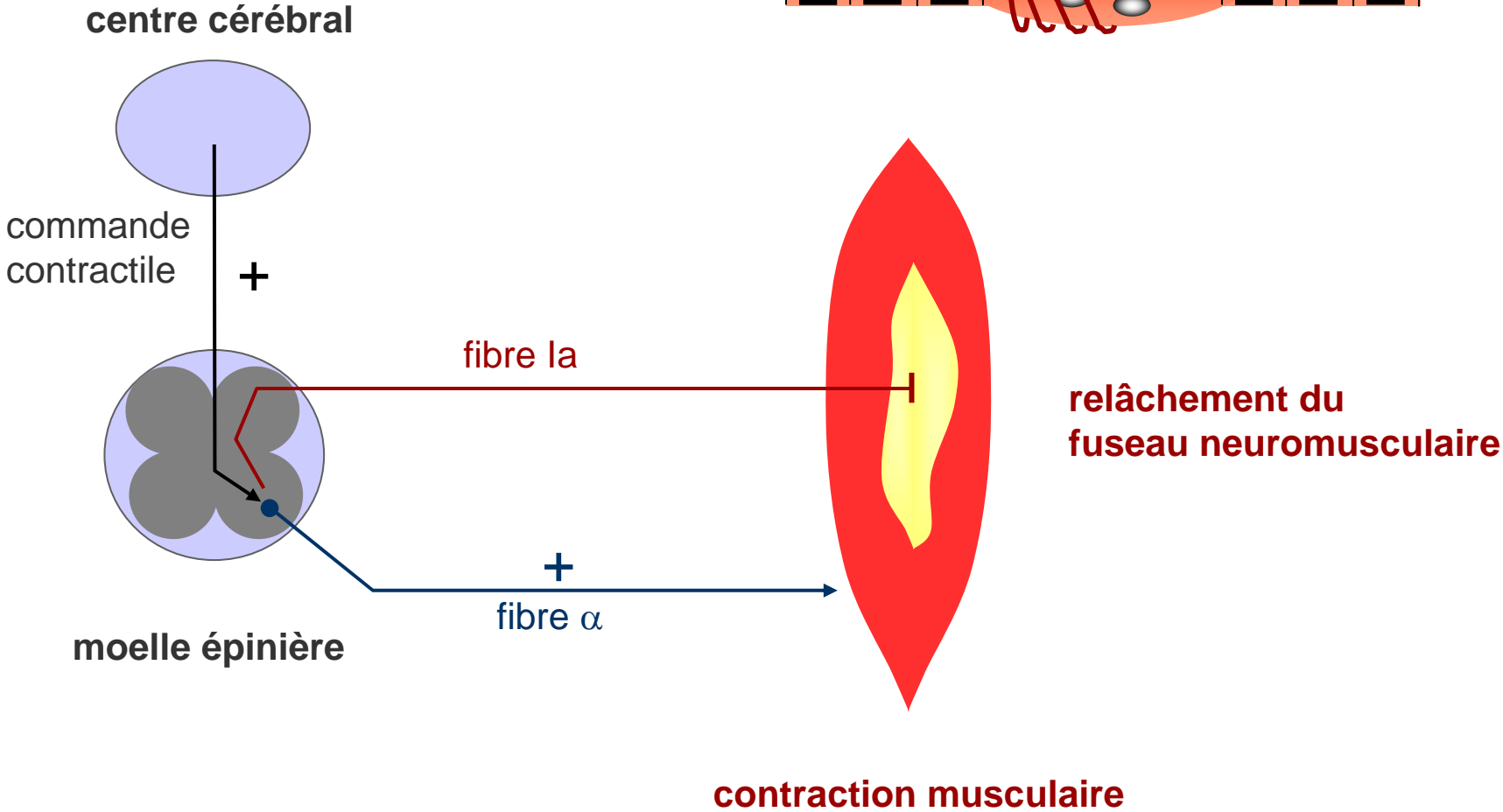
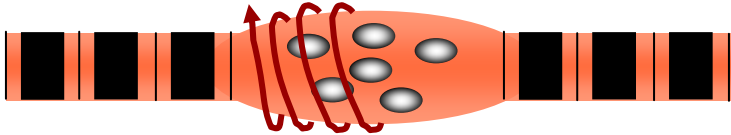
*stimulation excessive des fibres Ia : hypertonicité*



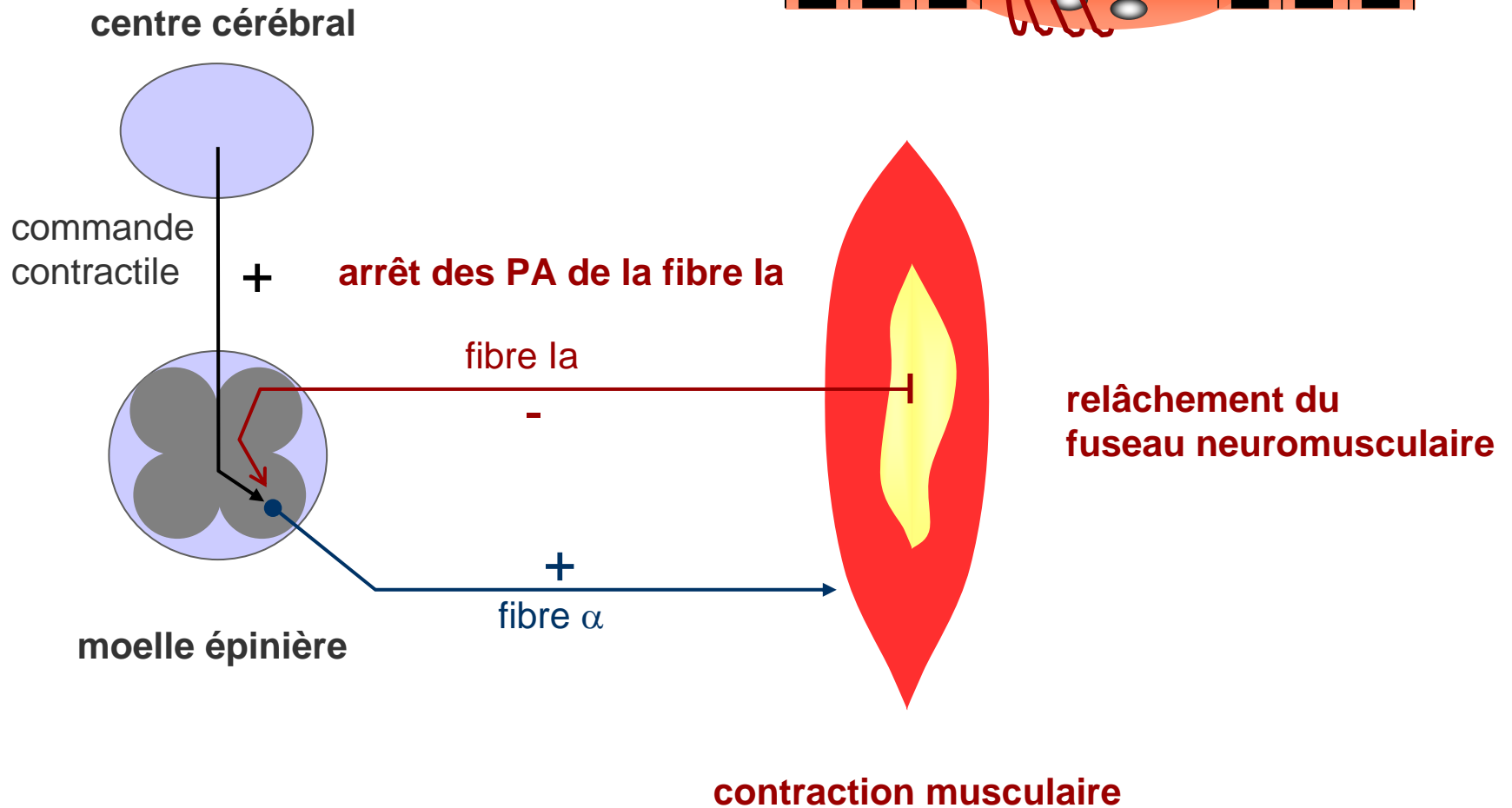
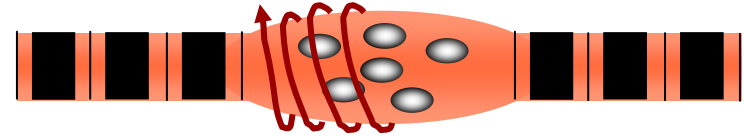
activation du réflexe myotatique en absence de stimulation  $\gamma$



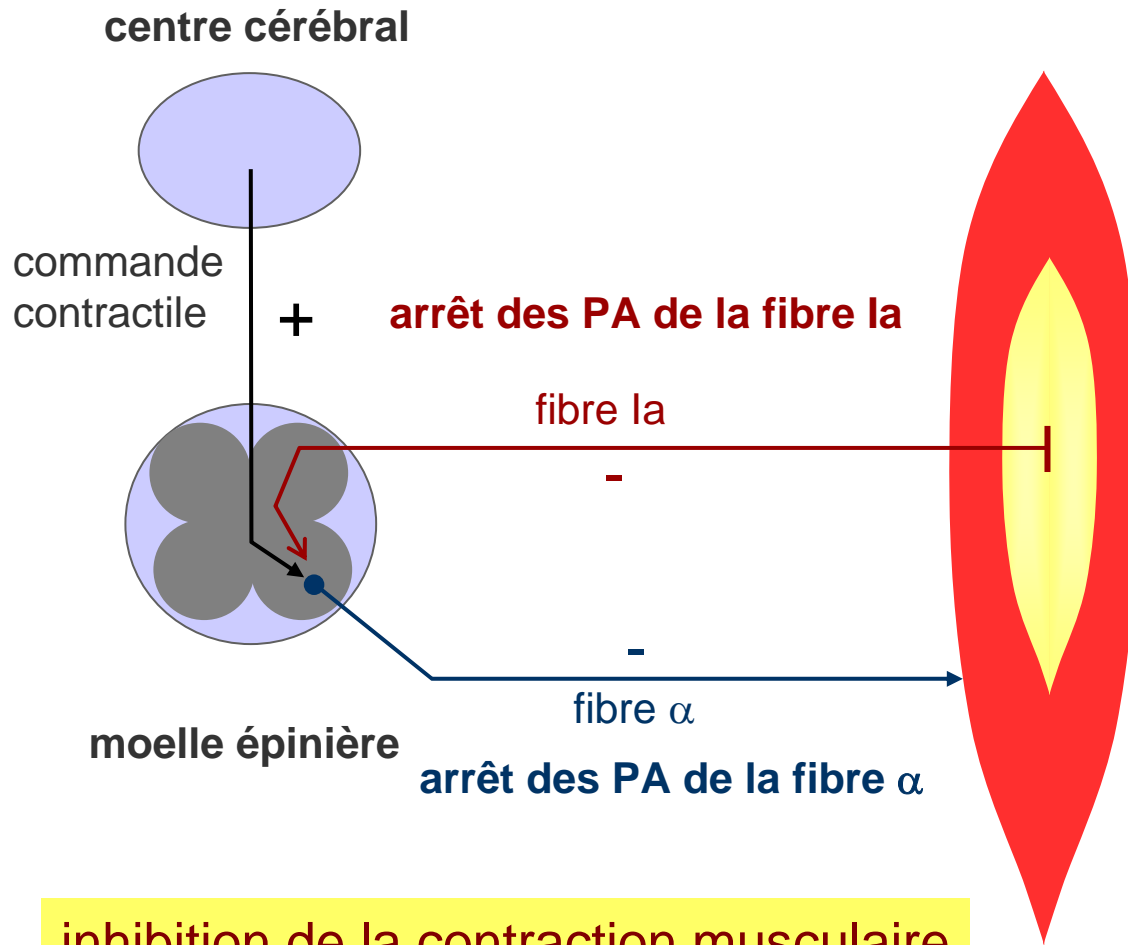
activation du réflexe myotatique en absence de stimulation  $\gamma$



activation du réflexe myotatique en absence de stimulation  $\gamma$

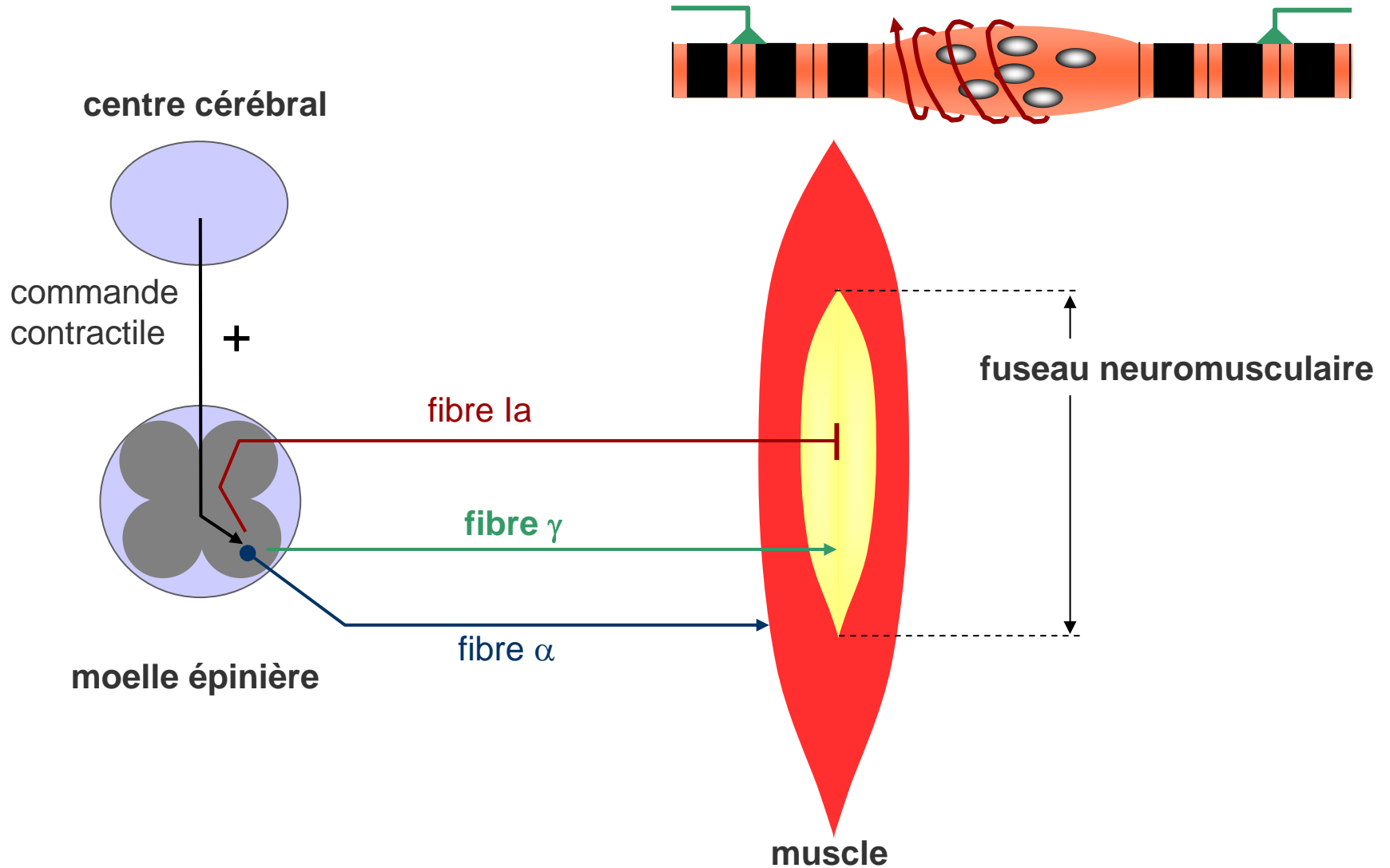


activation du réflexe myotatique en absence de stimulation  $\gamma$

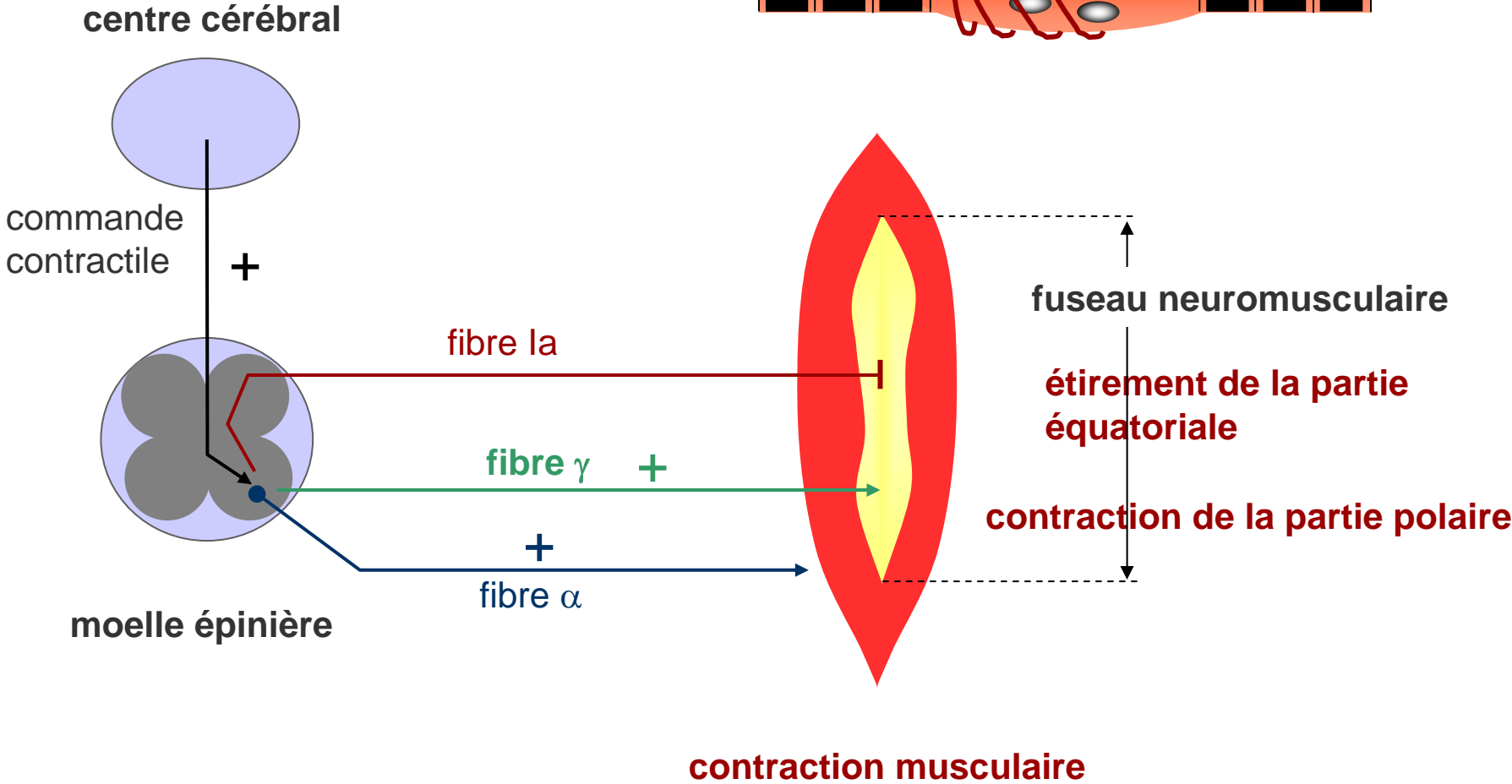
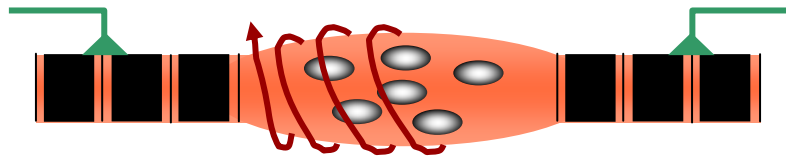


inhibition de la contraction musculaire

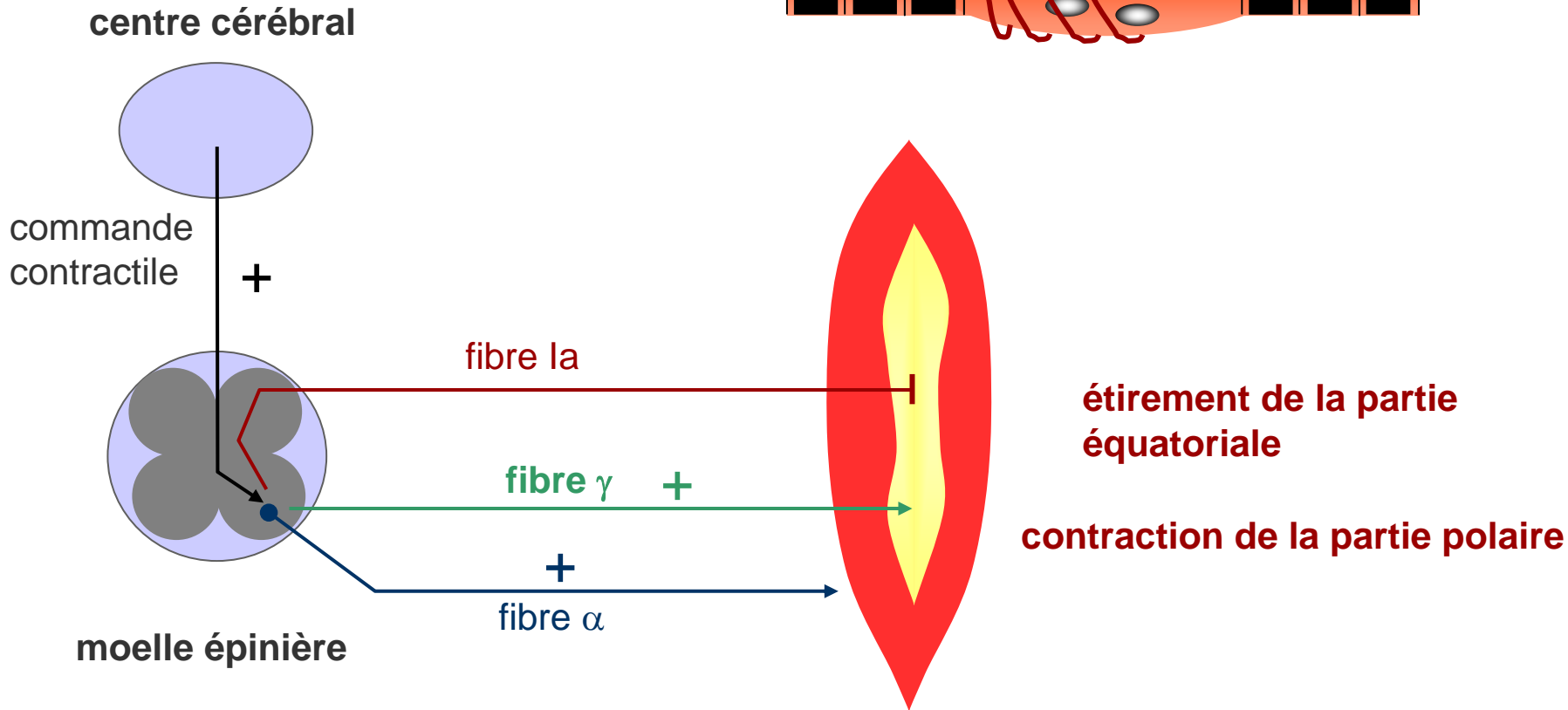
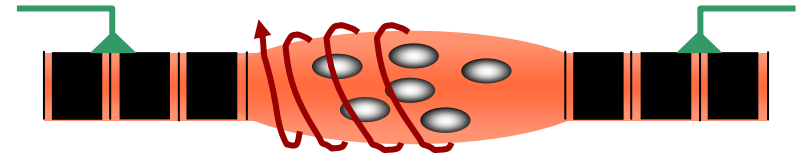
activation du réflexe myotatique avec les motoneurones  $\gamma$



activation du réflexe myotatique avec les motoneurones  $\gamma$

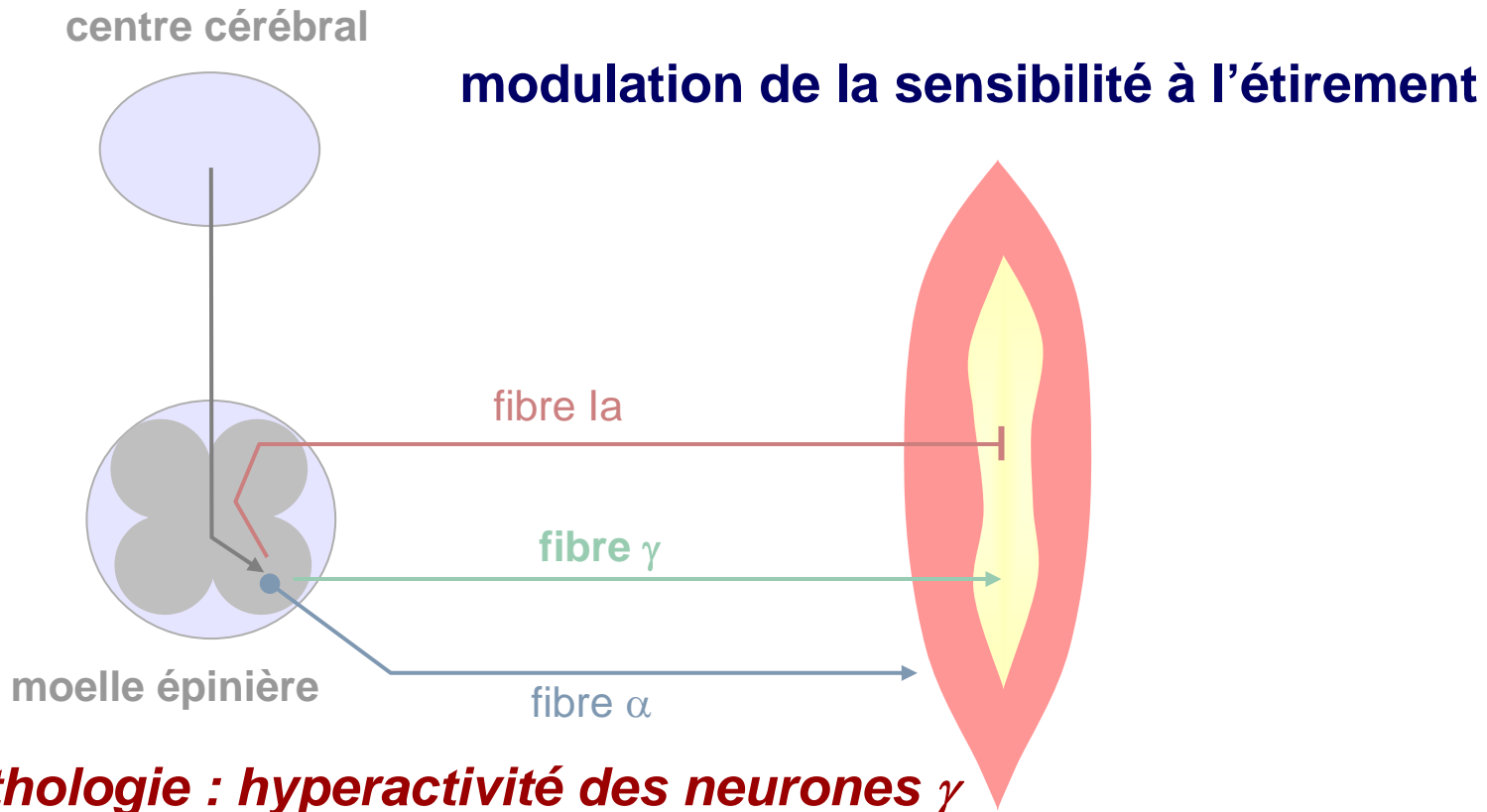


activation du réflexe myotatique avec les motoneurones  $\gamma$



pas d'inhibition de la contraction musculaire

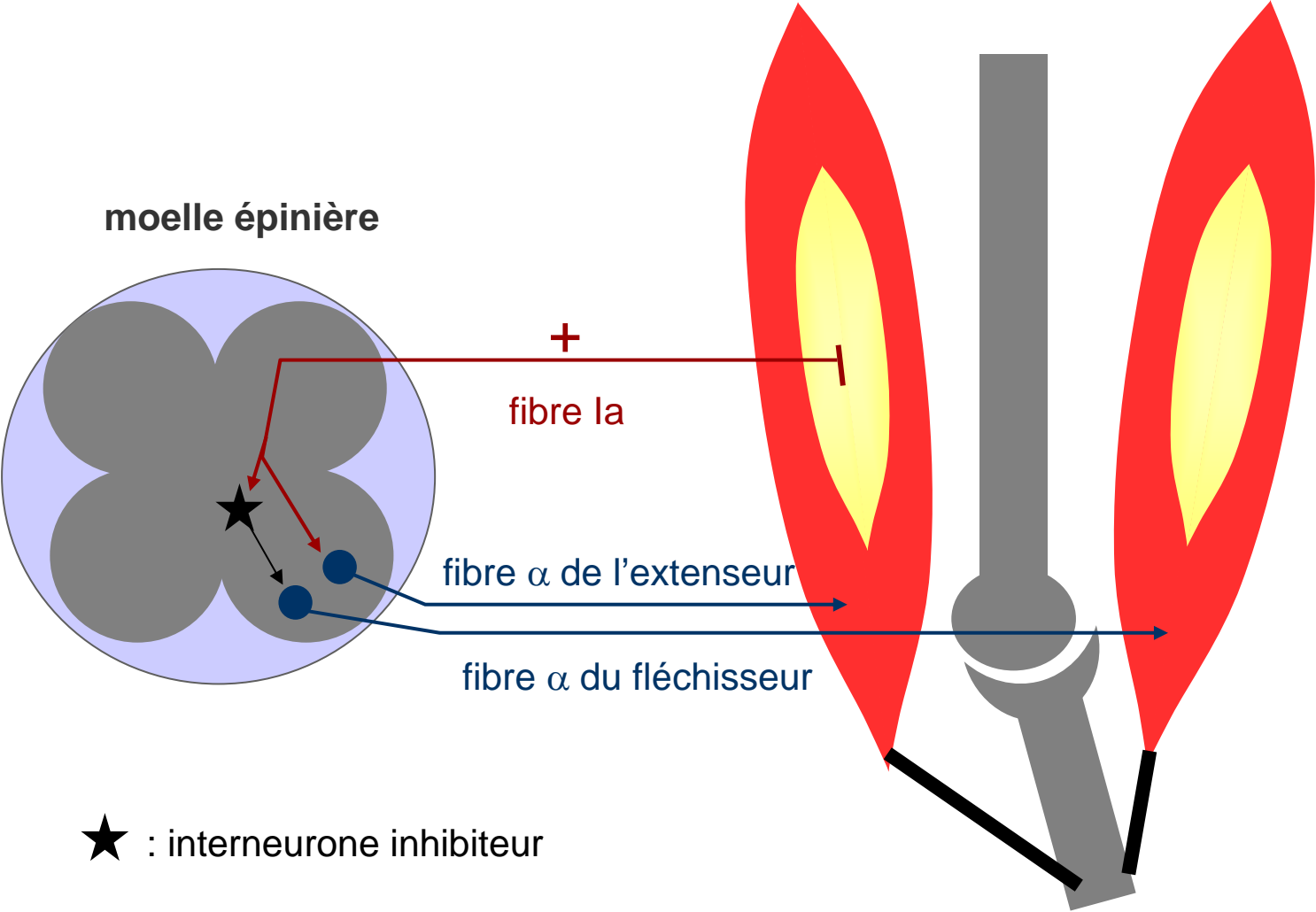
rôle des motoneurones  $\gamma$



**pathologie : hyperactivité des neurones  $\gamma$**   
→ hyperactivité des fibres sensibles Ia et II  
→ spasticité et/ou hypertonicité



modulation simultanée des muscles extenseurs et fléchisseurs





## **muscle**

système(s) complexe(s)

système hiérarchisé : différents niveaux de complexité

système intégré

système régulé : réflexe myotatique

**Physiologie animale : mécanismes et adaptation.** R. Eckert.  
disponible BU côte QT4.

**Physiologie animale : adaptations et milieux de vie.** K. Schmidt-Nielsen.  
disponible BU côte QL47

**La notion de régulation en physiologie.** P. Chevalet et al.  
disponible BU côte QT104

**Physiologie humaine.** Pocock & Richards.  
disponible BU côte QT104