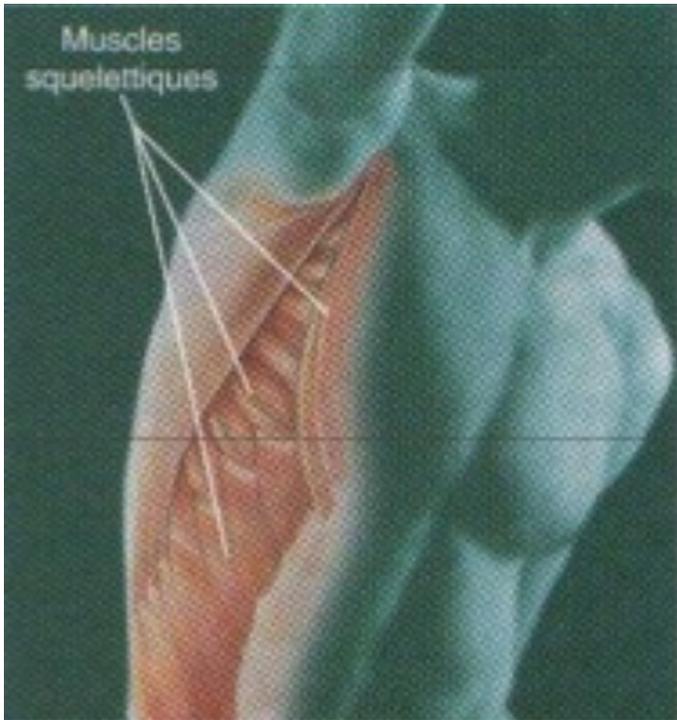


VII. Système musculaire squelettique



1. Fonctions du système musculaire squelettique

- Production de mouvements



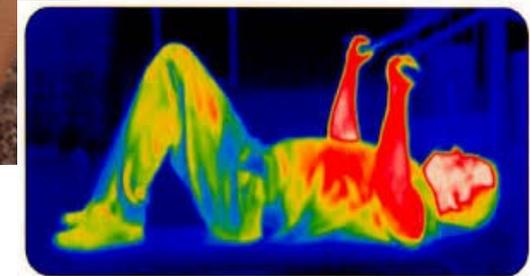
- Maintien de postures



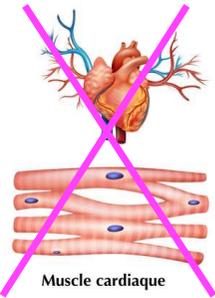
- Stabilisation des articulations



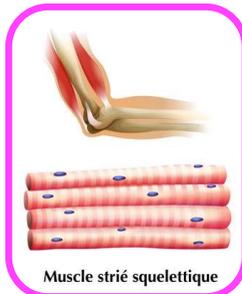
- Production de chaleur



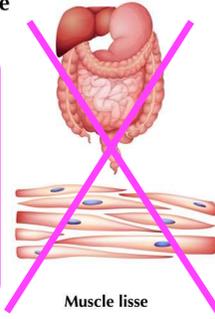
Les différents types de muscle



Muscle cardiaque



Muscle strié squelettique



Muscle lisse

2. Propriétés des muscles

- Excitabilité

Capacité du muscle à apporter une réponse (contraction) suite à un stimulus (potentiel d'action nerveux)

- Contractilité

Capacité du muscle à se raccourcir avec force en présence d'une stimulation appropriée

- Extensibilité

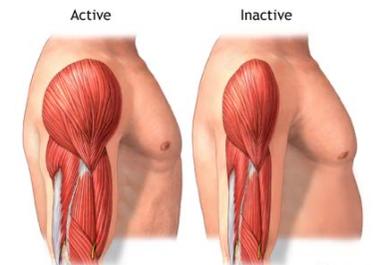
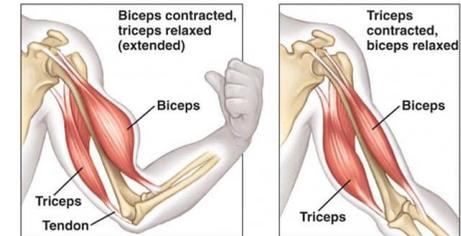
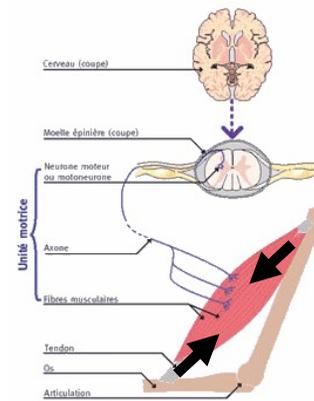
Capacité du muscle à s'étirer au-delà de sa longueur de repos, sans déchirure

- Élasticité

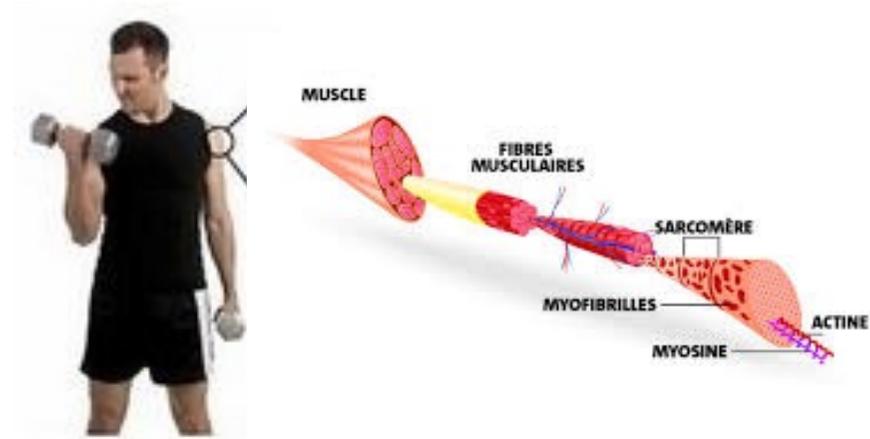
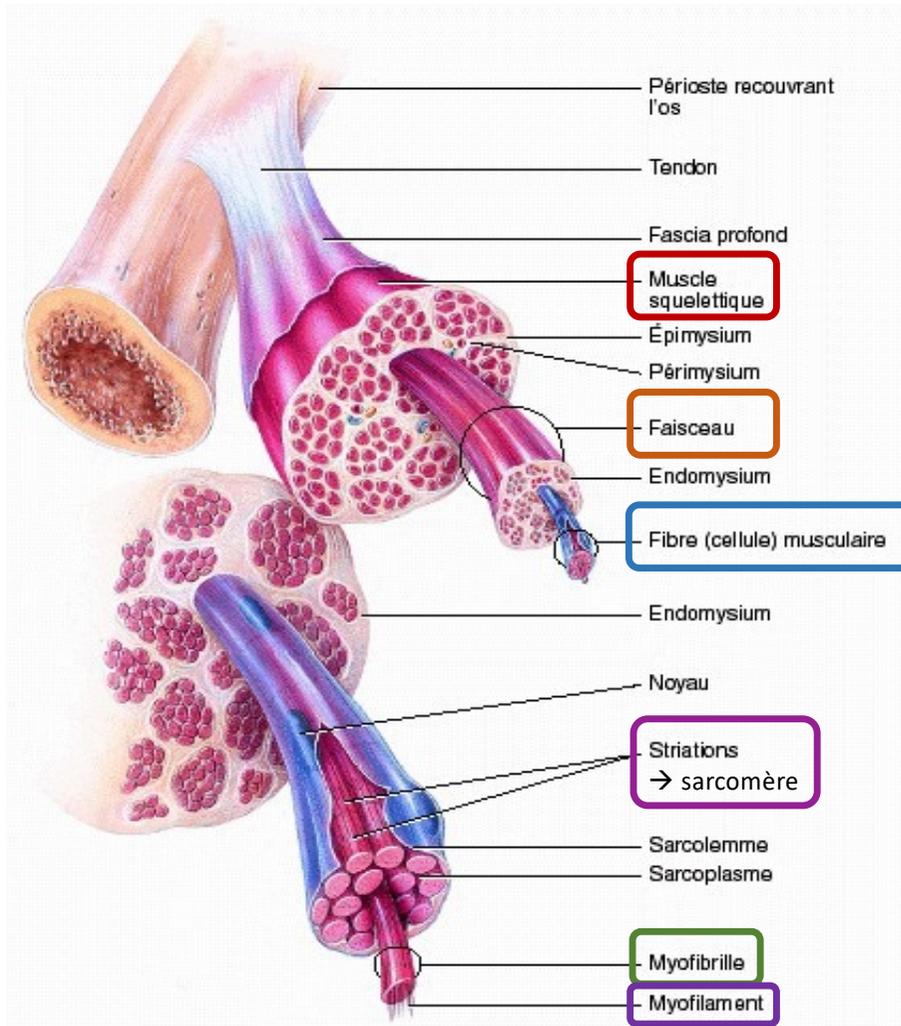
Capacité du muscle à reprendre sa longueur initiale après une contraction ou un étirement

+ Plasticité

Capacité du muscle à modifier sa structure en fonction de son degré de sollicitation



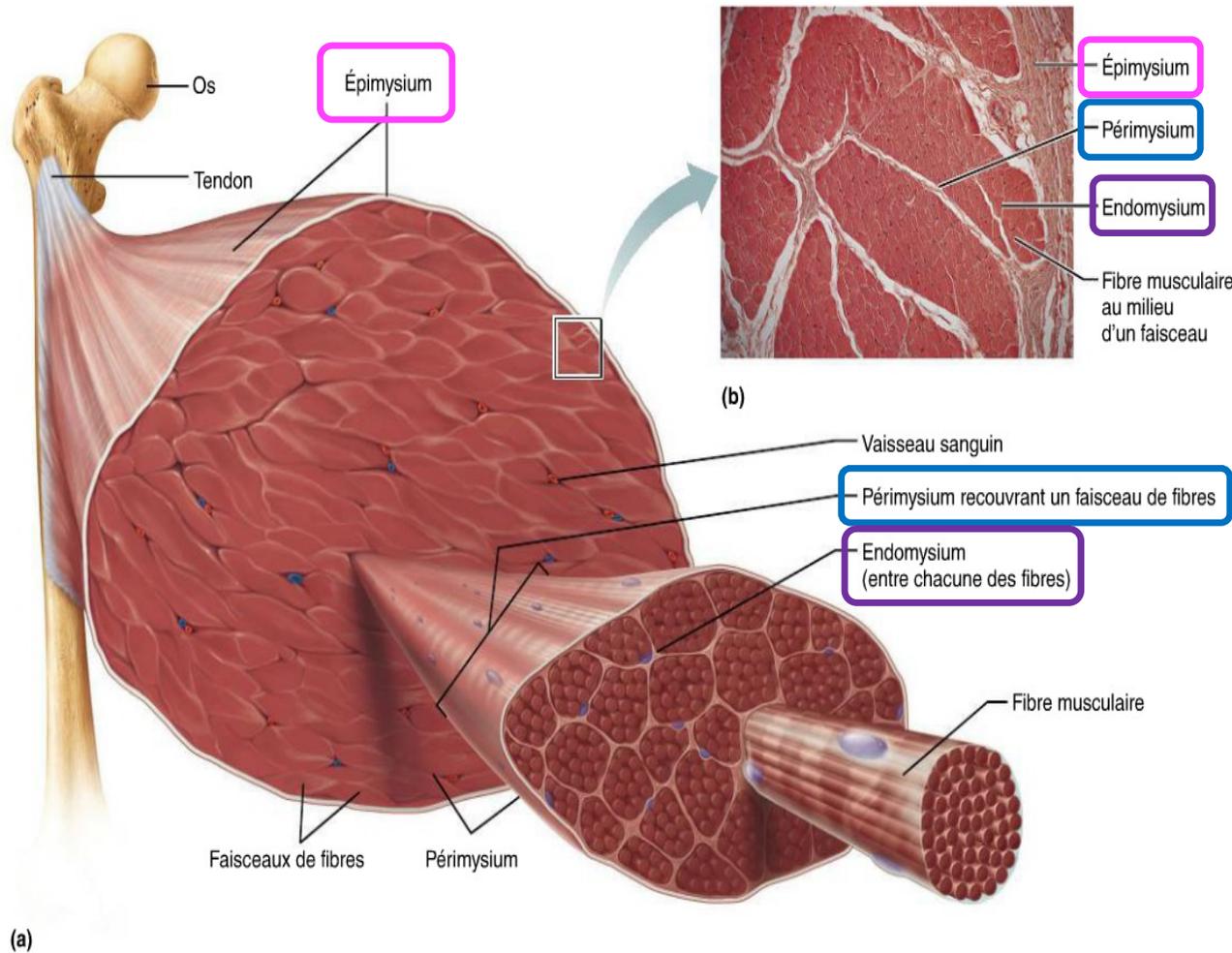
3. Structure du muscle



De la structure générale vers la structure fine :

- Organe = **Muscle**
- Groupe de cellules = **Faisceau**
- Cellule = **Fibre musculaire**
- Organite = **Myofibrille**
- Section d'organite = **Sarcomère**
- Molécule protéique = **Myofilament**

3.1. Tissus conjonctifs musculaires : autour du muscle, du faisceau et de la fibre



Le muscle est ceint par 2 membranes :

- en superficie : le fascia profond
- en profondeur : l'épimysium

Epimysium (*épi = sur*)

Autour de chaque muscle
Evite les frottements et permet de transmettre les forces

Périmysium (*péri = autour*)

Autour des faisceaux musculaires (groupe de fibres musculaires)

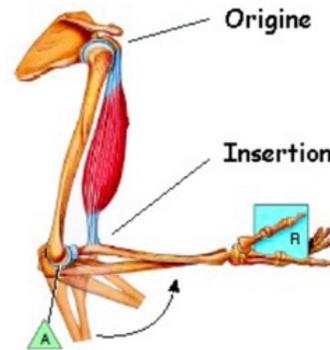
Endomysium (*endo = intérieur*)

Autour d'une fibre musculaire
Délimite une fibre d'une autre

≠ **Sarcolemme** : membrane de la cellule musculaire

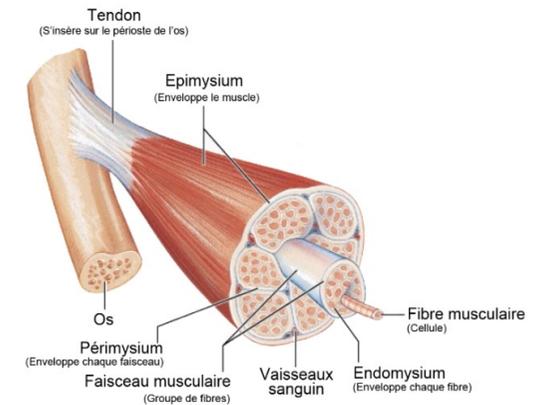
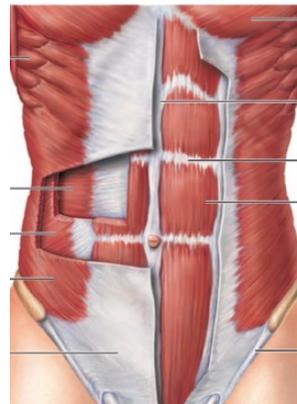
Muscle attaché à 2 os ou autres structures (ex. cartilage) à au moins 2 endroits :

- origine : sur os fixe
- insertion : sur os mobile



2 types d'attaches :

- directes (ou charnues) : épimysium attaché au périoste de l'os ou au périchondre du cartilage
- indirectes (+ répandues) : formées à partir des enveloppes (épi-, péri- et endo-mysiums) :
 - Aponévroses (muscles du pied, paroi abdominale...)
 - Tendons (biceps, quadriceps...)



3.2. Le tendon

Tissu conjonctif dense orienté : beaucoup de collagène

Collagène : assemblage de 3 hélices d'acides aminés (hydroxyproline, glycine, proline)

Molécules de collagène s'assemblent pour former des fibres

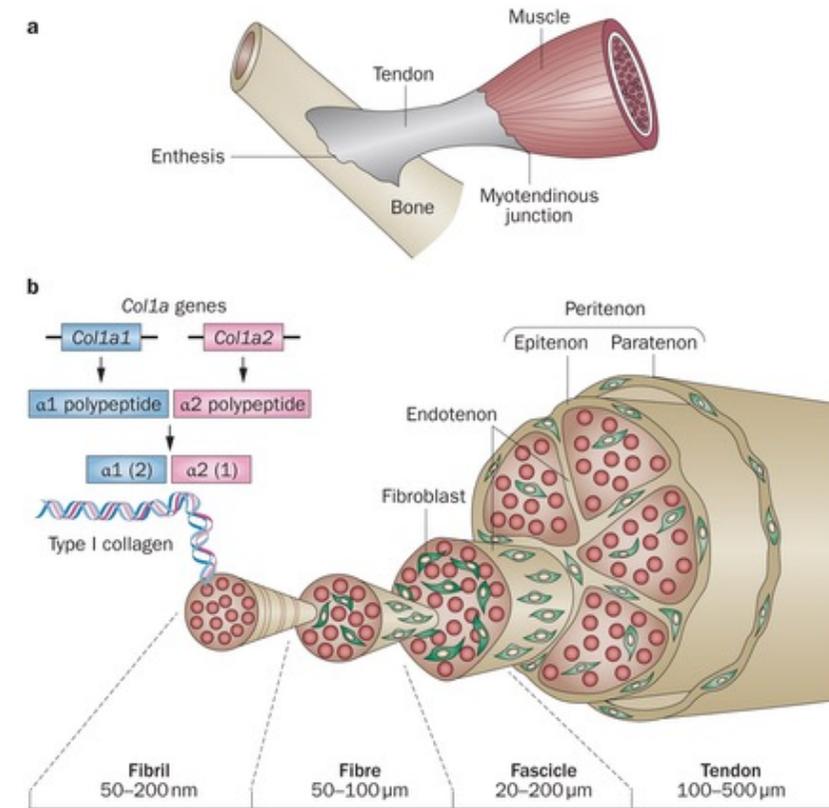
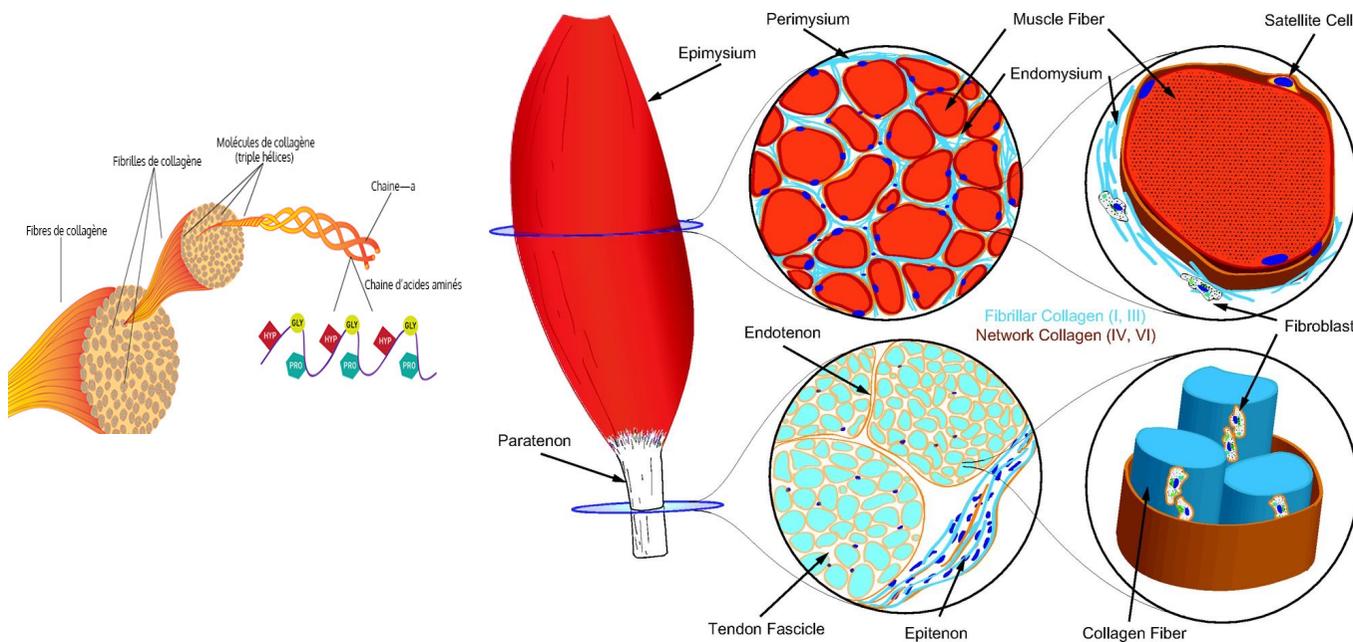
Fibres de collagène s'assemblent en faisceaux

Faisceaux s'assemblent pour former le tendon : réunion de l'épimysium, du péri-mysium et de l'endomysium

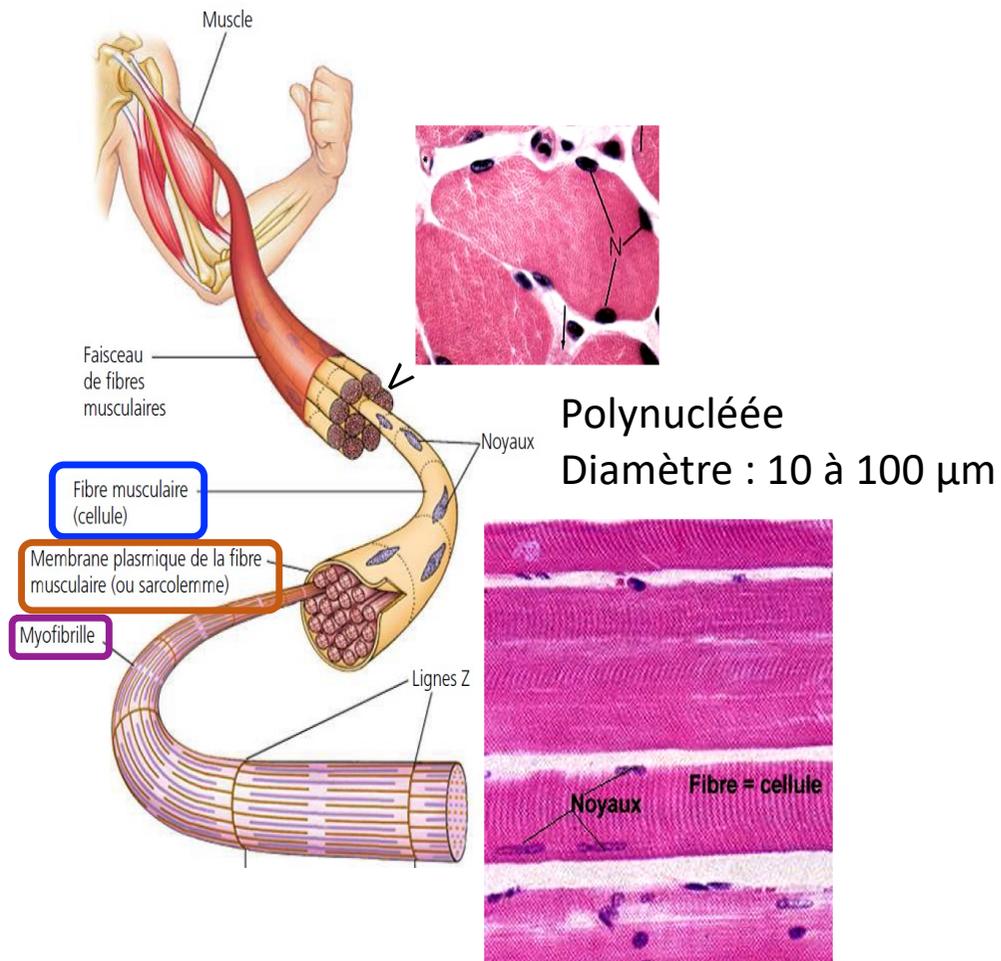
Peu vascularisé (cicatrisation difficile)

Pas contractile et peu extensible (3%)

Fonction : transmettre les forces musculaires aux pièces osseuses

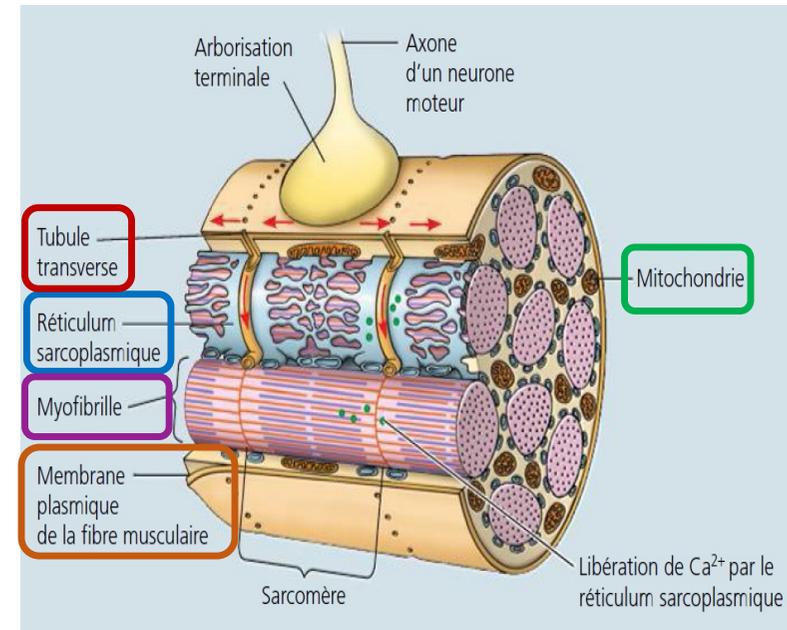


3.3. La fibre musculaire striée squelettique



Très longue : jusqu'à 30 cm

Présence de stries perpendiculaires à la fibre



Membrane cytoplasmique = Sarcolemme

Cytoplasme = Sarcoplasme

Présence des organites cellulaires classiques

Noyaux + Mitochondries

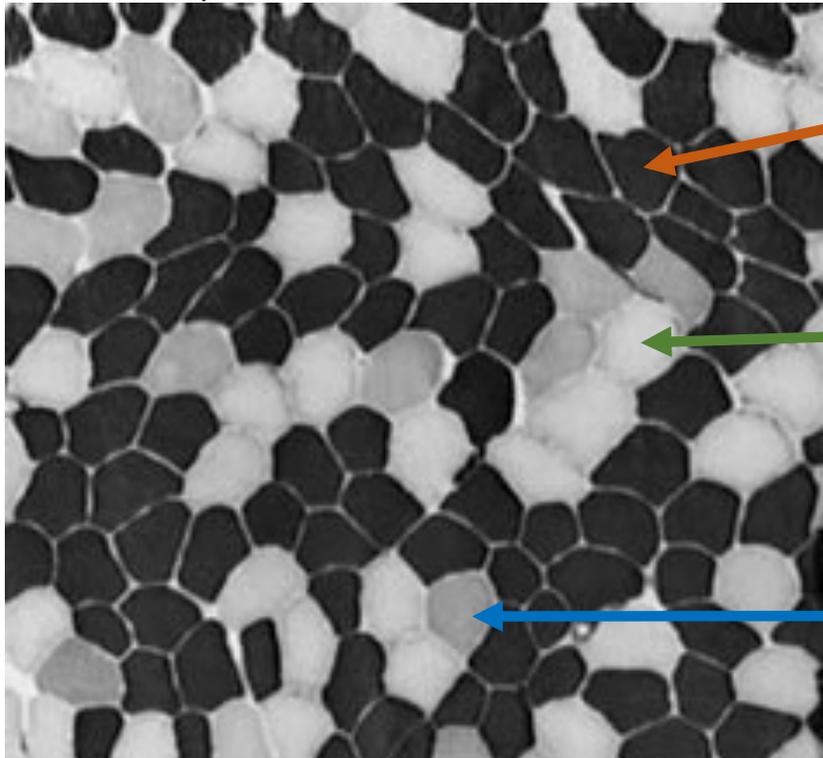
Réticulum endoplasmique = Réticulum sarcoplasmique

+ Tubules transverses

Myofibrilles

Différents types de fibres musculaires striées squelettiques

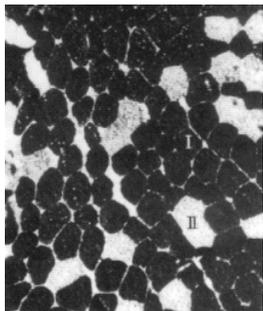
Coupe transversale d'un muscle



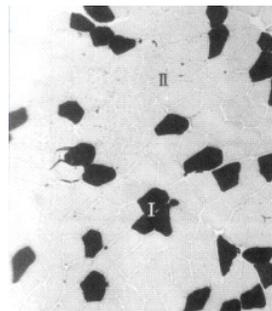
Fibre I
(lentes)

Fibre IIa
(intermédiaires)

Fibre IIx
(rapides)

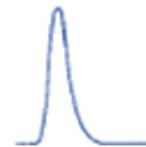


Cycliste
endurant

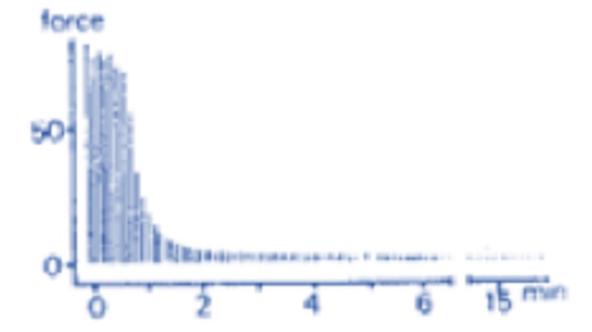
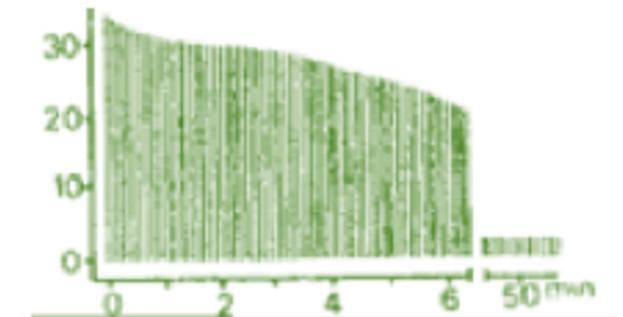


Nageur
sprinter

Force développée
fonction du temps



Fatigabilité



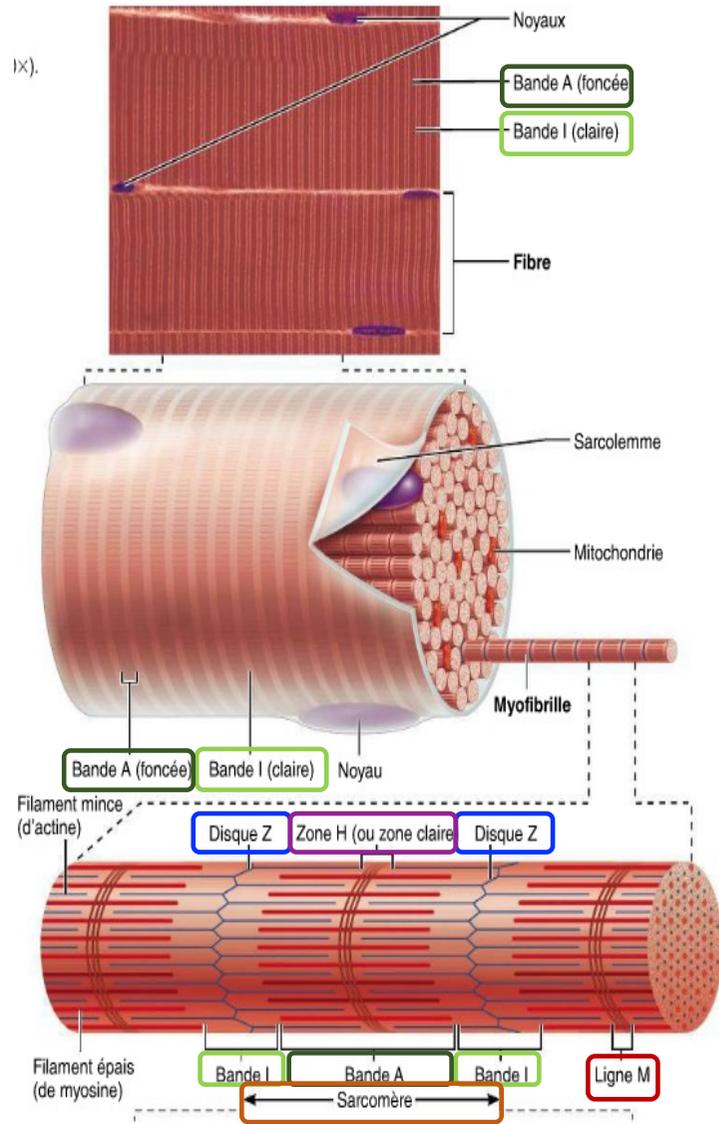


Type de fibres musculaires	I	IIa	IIx
Force développée	faible	élevée	très élevée
Résistance à la fatigue	élevée	modérée	faible
Capacités oxydatives (aérobie)	élevée	modérée	faible
Capacités glycolytiques (anaérobie)	faible	élevée	très élevée
Vitesse de contraction	lente	rapide	rapide
Couleur	rouge	rose	blanche
Diamètre des fibres	petit	moyen	grand
Mitochondries	nombreuses	nombreuses	peu nombreuses
Capillaires	nombreux	nombreux	peu nombreux

Répartition des types de fibres variable selon les fonctions musculaires

- Muscles toniques (de maintien) : + riches en fibres lentes
- Muscles phasiques (de mouvement) : + riches en fibres rapides

3.4. Les myofibrilles



Dans chaque fibre musculaire : de très nombreuses myofibrilles parallèles

Myofibrille = élément contractile et organe prépondérant de la fibre musculaire

→ des centaines ou milliers de myofibrilles par fibre
80% du volume de la fibre musculaire

Pour chaque myofibrille, alternance de :

- bandes claires = bande I
- bandes foncées = bande A

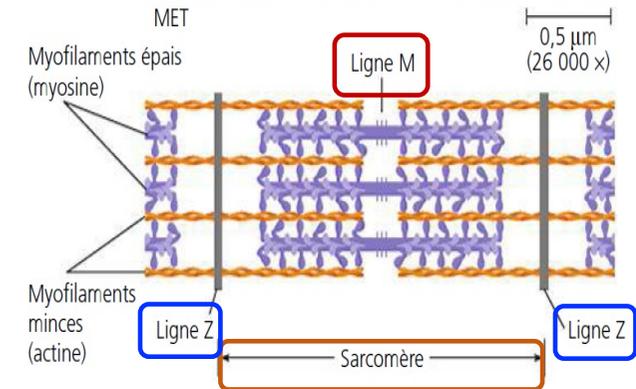
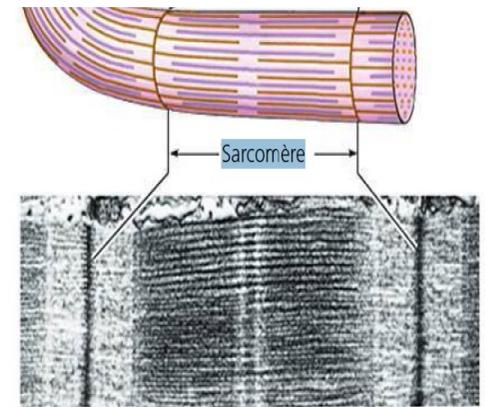
→ Stries

Bande plus claire au centre de la bande A = bande H

Au centre des bandes I : strie Z (= disque Z)

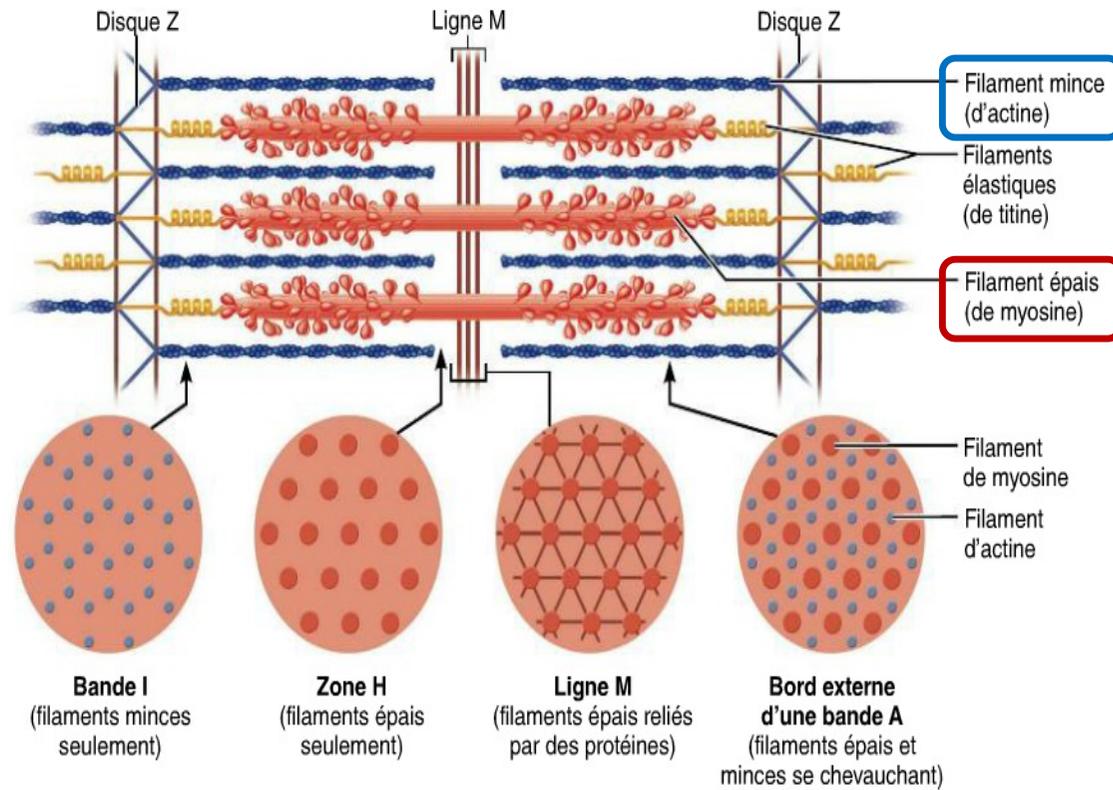
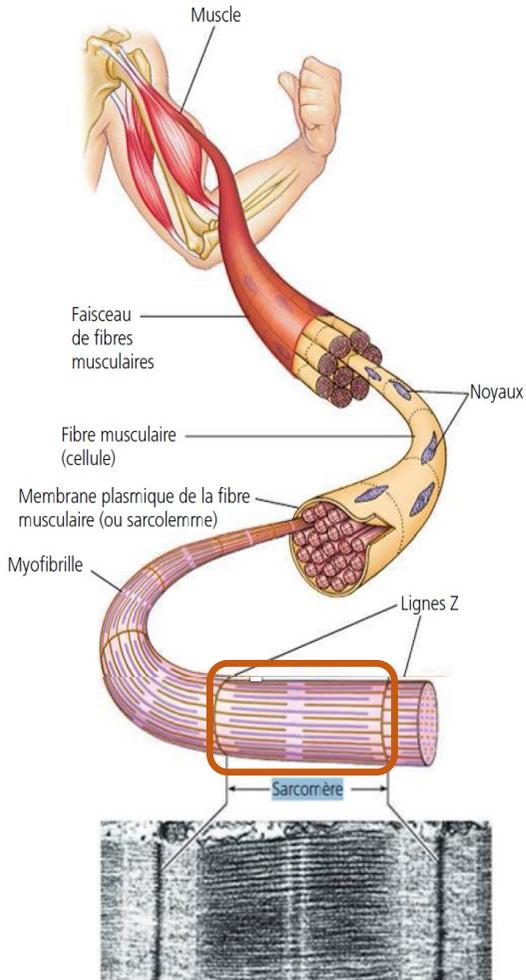
Entre 2 stries Z : un sarcomère

Ligne M : centre du sarcomère



3.5. Le sarcomère

Vue en coupe transversale d'un sarcomère à 4 endroits différents le long de la fibre



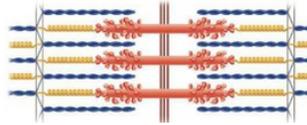
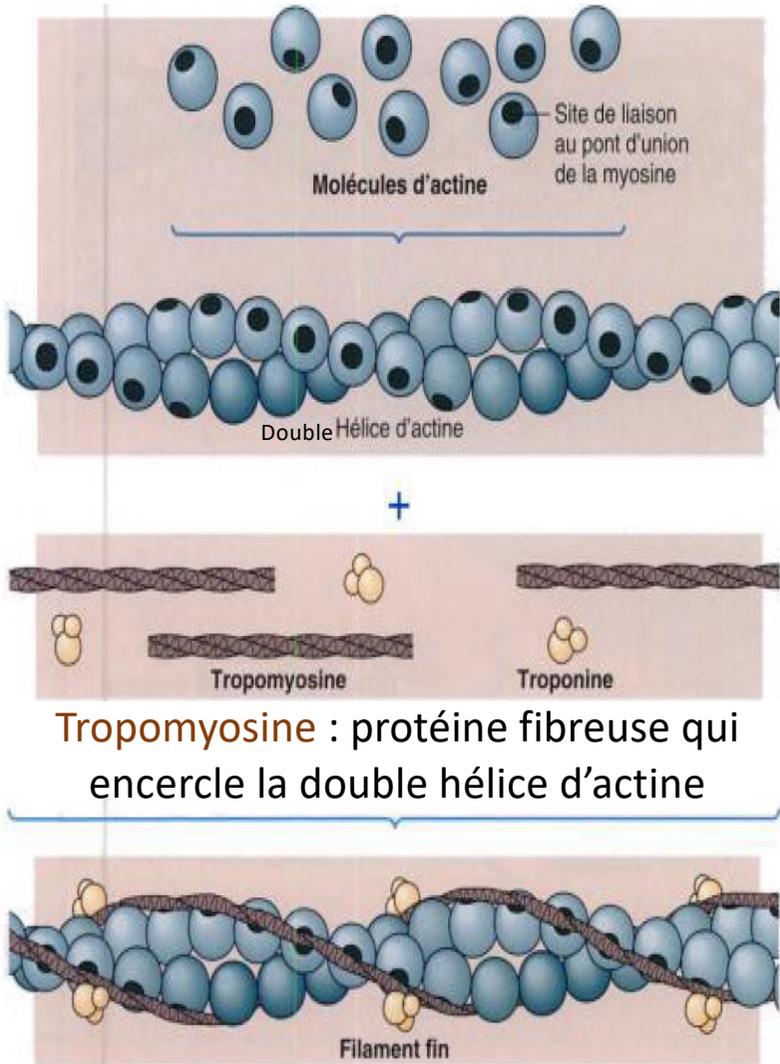
→ 2 types de myofilaments = protéines contractiles

- myofilament mince = **actine**

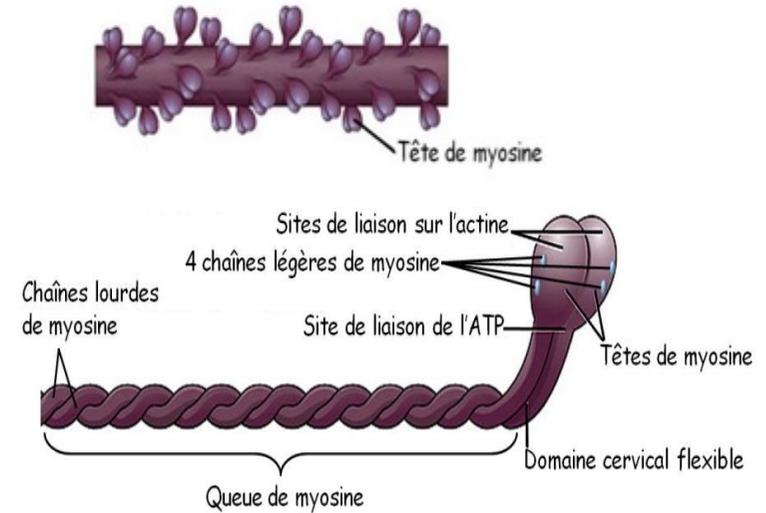
- myofilament épais = **myosine**

3.6. Les myofilaments

Myofilament fin d'actine

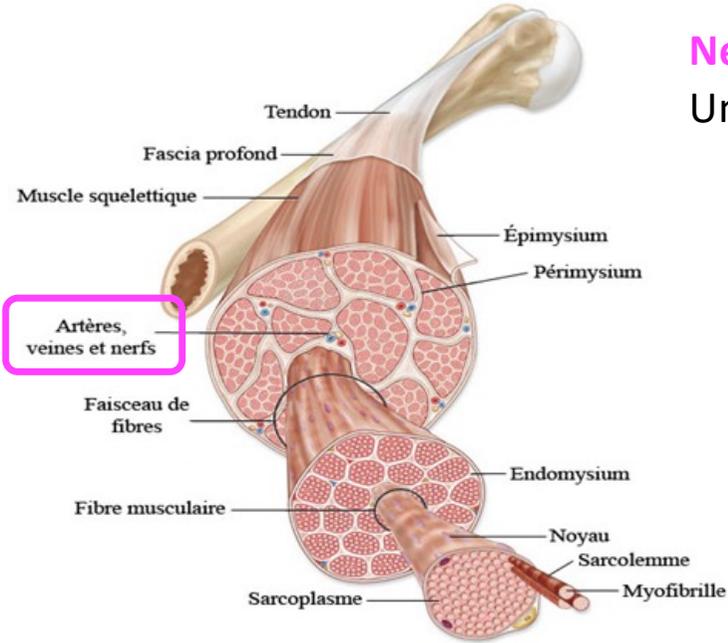


Myofilament épais de **myosine**

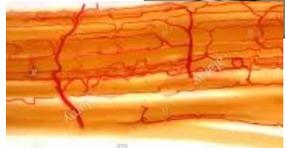


- Myosine constituée d'une queue et de têtes
- Tête de myosine :
 - orientée vers l'extérieur
 - peut pivoter
 - possède des sites de liaison :
 - de l'ATP (fixation et hydrolyse)
 - de l'actine

3.7. Les muscles : des territoires vascularisés et innervés

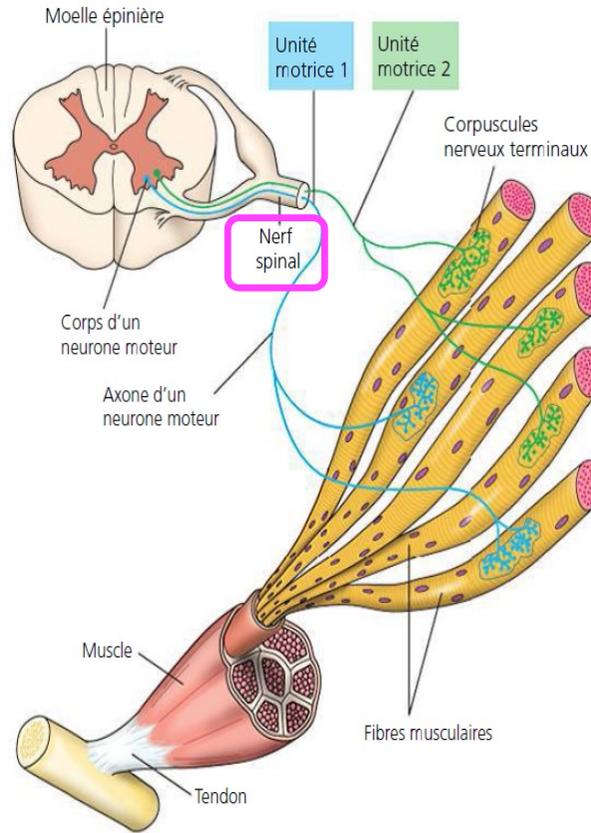


Vaisseaux sanguins : artères et veines

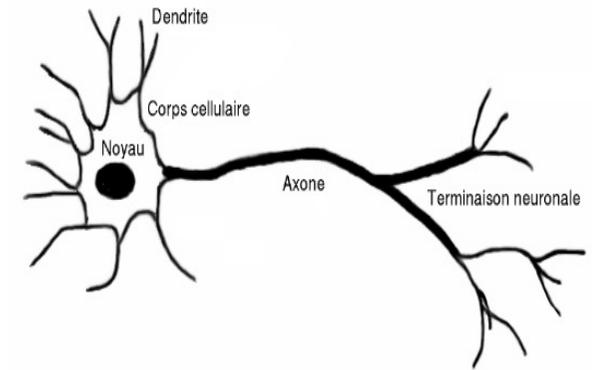


→ Forts liens avec les systèmes cardio-vasculaire et nerveux

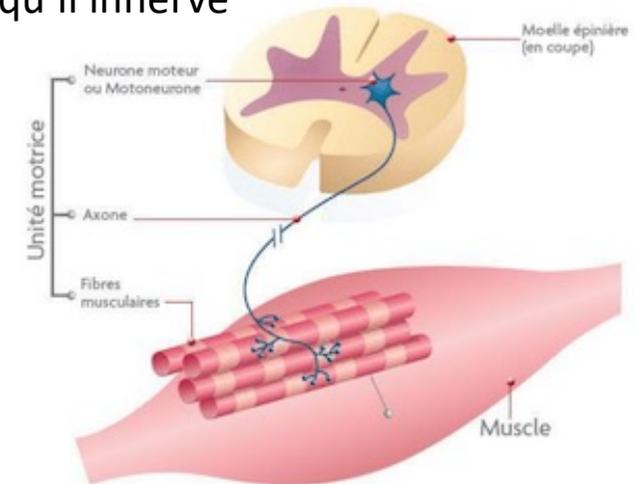
Nerf : ensemble d'axones de neurones
Un nerf innerve plusieurs fibres musculaires



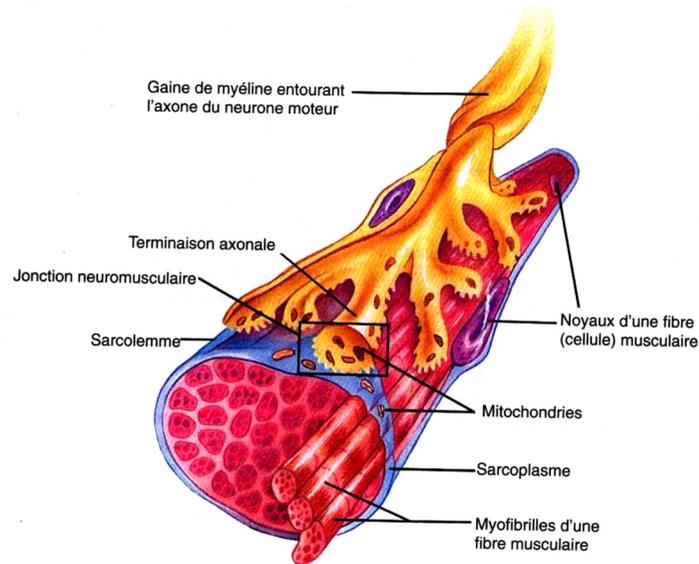
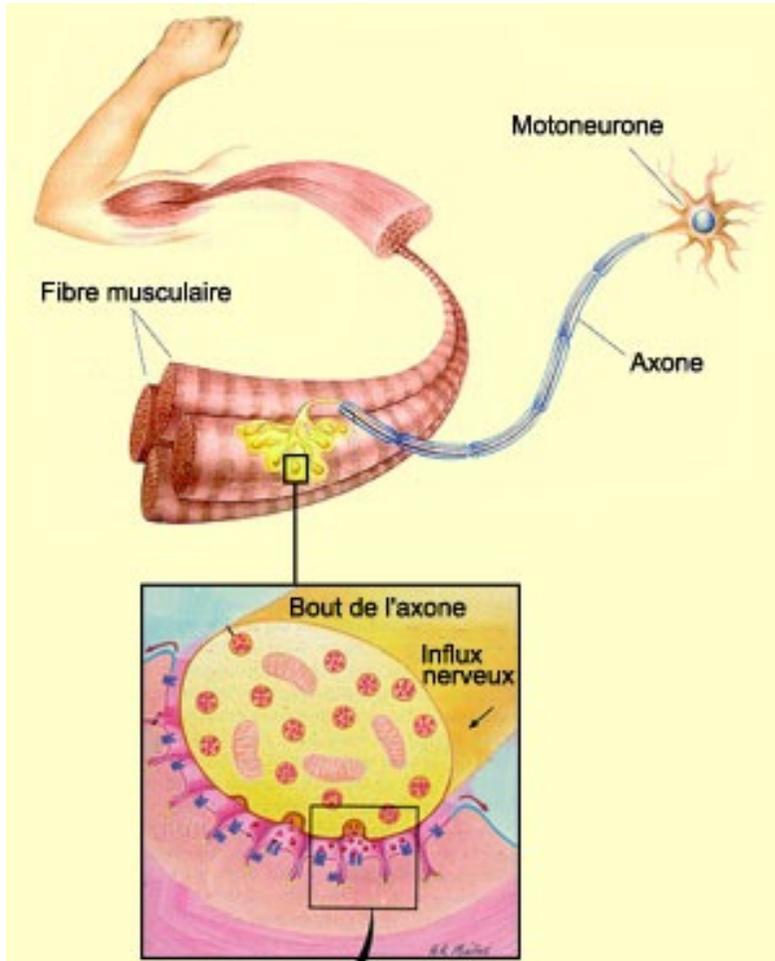
Neurone : cellule nerveuse



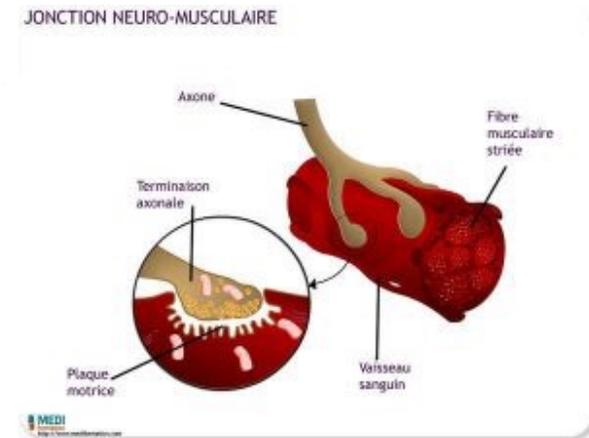
Unité motrice : neurone moteur + ensemble des fibres musculaires qu'il innerve



Le neurone moteur (= **motoneurone**) fait jonction avec la fibre musculaire au niveau de la **plaque motrice**
= **jonction neuromusculaire**
= **synapse neuromusculaire**



b) Diagramme réalisé à partir d'une photomicrographie



Synapse :

Permet le passage d'une information

- d'un neurone à un autre

OU

- d'un neurone à une cellule effectrice (ex. fibre musculaire)

2 grands types d'innervation musculaire :

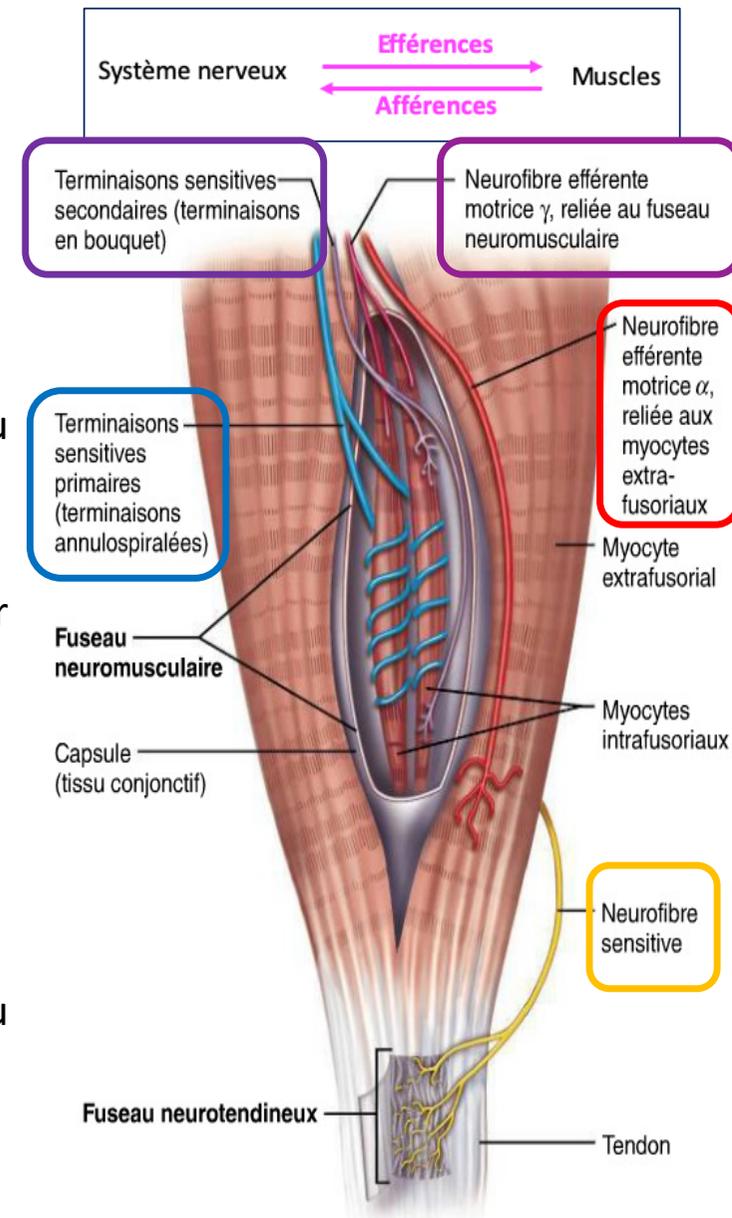
- **Efférence** : Message allant du système nerveux au muscle
 - Message moteur, *via* neurone moteur (motoneurone) qui induit la contraction de la fibre musculaire
 - Neurofibres efférentes reliées aux fibres musculaires (extra-fusoriales)
 - **Motoneurone alpha (α)**
 - Neurofibres efférentes reliées aux fibres musculaires intra-fusoriales du fuseau neuromusculaire
 - **Motoneurone gamma (γ)**

Fuseau neuromusculaire : Fibres musculaires renseignant sur l'étirement du muscle

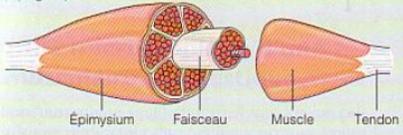
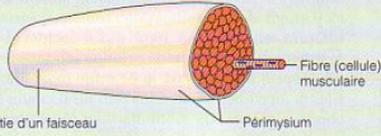
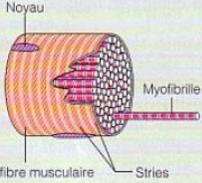
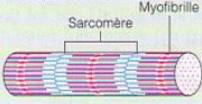
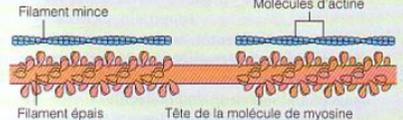
- **Afférence** : Message allant du muscle au système nerveux
 - Message sensoriel, *via* neurone sensitif qui renseigne sur l'état d'étirement/tension du muscle
 - Neurofibres sensitives du fuseau neuromusculaire (**type Ia** et **type II**)
 - Neurofibres sensitives de l'organe tendineux de Golgi (= fuseau neurotendineux) (**type Ib**)

Organe tendineux de Golgi : capteur de tension dans le tendon

Fuseau neuromusculaire et Organe tendineux de Golgi = Propriorecepteurs



Synthèse

TABLEAU 9.1	Structure et niveaux d'organisation d'un muscle squelettique	
Structure et niveau d'organisation	Description	Enveloppes de tissu conjonctif
<p>Muscle (organe)</p> 	<p>Constitué de centaines ou de milliers de cellules musculaires, ainsi que de gaines de tissu conjonctif, de vaisseaux sanguins et de neurofibres</p>	<p>Recouvert par l'épimysium</p>
<p>Faisceau (partie du muscle)</p> 	<p>Assemblage de cellules musculaires, séparées du reste du muscle par une gaine de tissu conjonctif</p>	<p>Recouvert par le périmysium</p>
<p>Fibre (cellule) musculaire</p> 	<p>Cellule multinucléée allongée; apparence striée</p>	<p>Recouverte par l'endomysium</p>
<p>Myofibrille ou fibrille (organe complexe constitué de groupes de filaments)</p> 	<p>Élément contractile cylindrique; les myofibrilles occupent la plus grande partie du volume de la cellule musculaire; portent des stries, et les stries des myofibrilles voisines sont alignées; constituée de sarcomères placés bout à bout</p>	
<p>Sarcomère (segment d'une myofibrille)</p> 	<p>Unité contractile, constituée de myofilaments de protéines contractiles</p>	
<p>Myofilament ou filament (structure macromoléculaire)</p> 	<p>Les myofilaments sont de deux types (minces et épais), et constitués de protéines contractiles; les filaments épais renferment un assemblage parallèle de molécules de myosine; les filaments minces renferment des molécules d'actine (ainsi que d'autres protéines); le raccourcissement du muscle est assuré par le glissement des filaments minces le long des filaments épais</p>	