



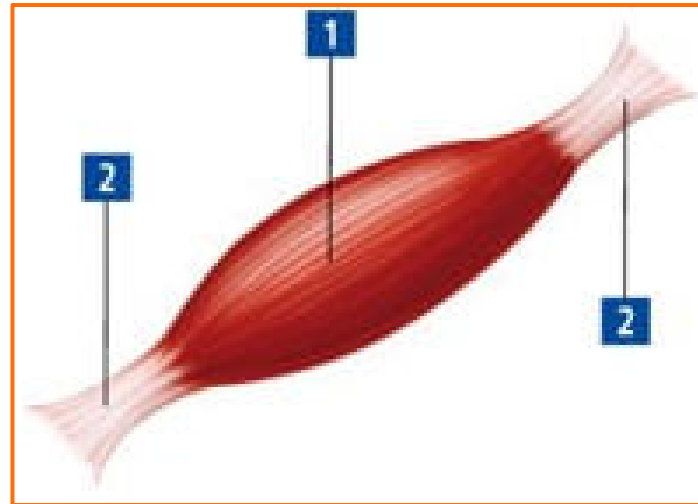
Tissu Musculaire Strié Squelettique



I) Le muscle strié

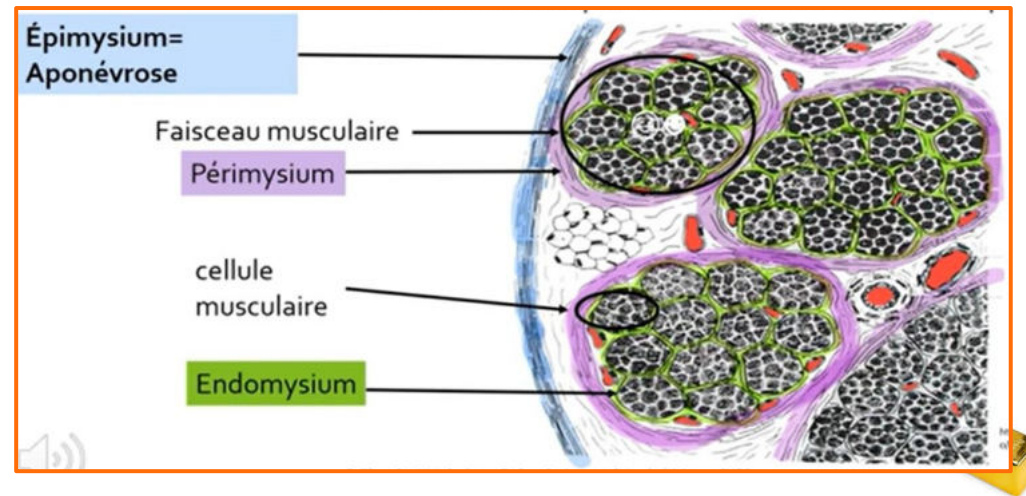


- Le **TMSS** représente **25%** du poids de l'organisme à la naissance et **45%** chez l'adulte
- **Composition macroscopique** : **corps musculaire** (en 1) et **tendons** (en 2)
- **Quatre composantes** sur une coupe transversale :
 - Musculaire
 - Conjonctive
 - Vasculaire
 - Nerveuse



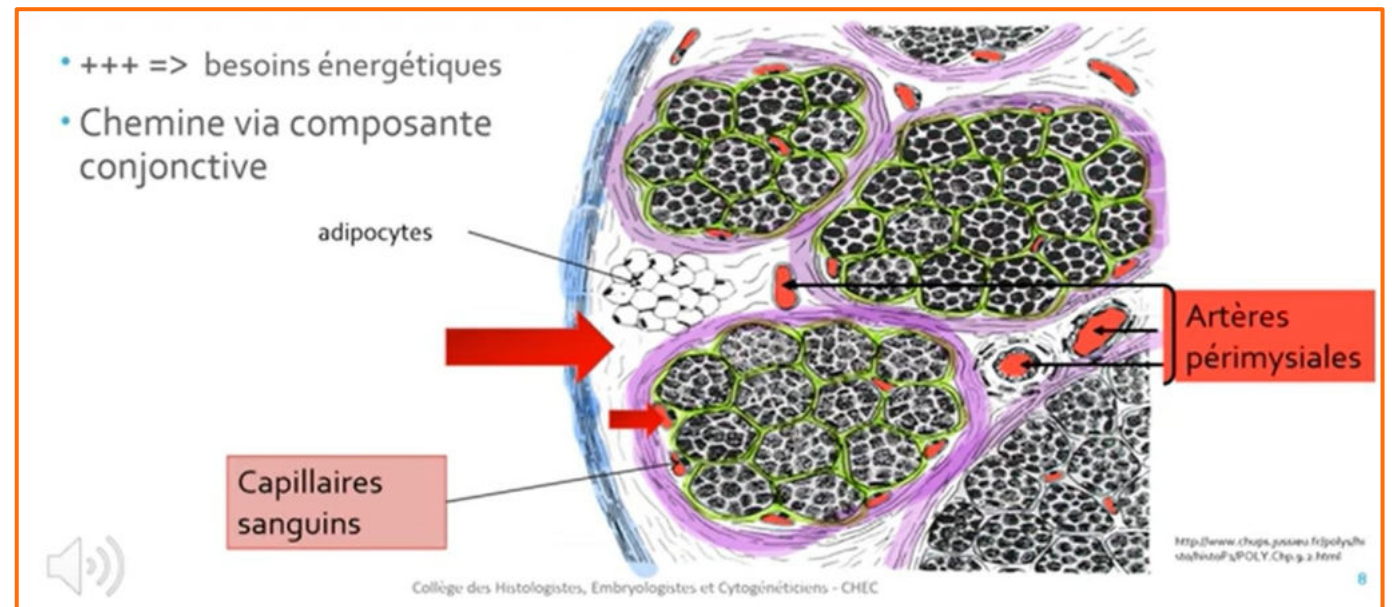
Composante musculaire et conjonctive

- Corps musculaire → enveloppé par l'épimysium (=aponévrose)
- Faisceau musculaire → enveloppé par le périmysium
- Cellule musculaire → enveloppée par l'endomysium



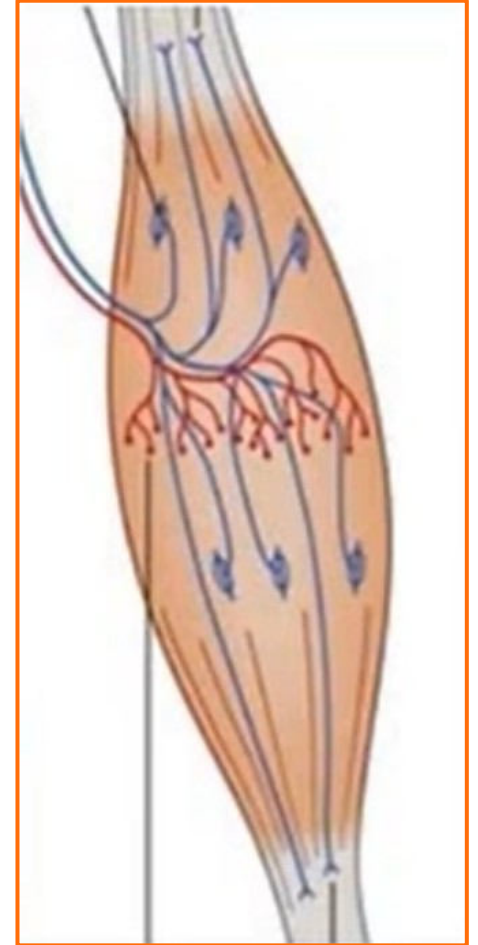
Composante vasculaire

- Composante vasculaire : couvrir les besoins énergétiques du muscle
- La composante vasculaire suit la composante conjonctive
- **Artères** : traversent l'**épimysium** puis se ramifient dans les cloisons du **pérимysium** → **artères pérимysiales**
- **Artères pérимysiales** : traversent le **pérимysium** puis se ramifient dans l'**endomysium** → **capillaires sanguins**
- Il y a un capillaire sanguin pour une cellule musculaire



Composante nerveuse

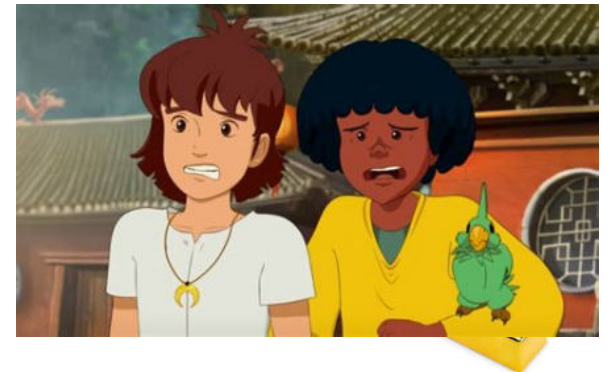
- Composante nerveuse de deux types : **moteur** et **sensitif**
- Composante motrice : contraction musculaire
- Composante sensitive : sensible à l'étirement musculaire
- Trajets des nerfs : pareil que la vascularisation



II) La cellule musculaire striée squelettique

Big annonce de plan :

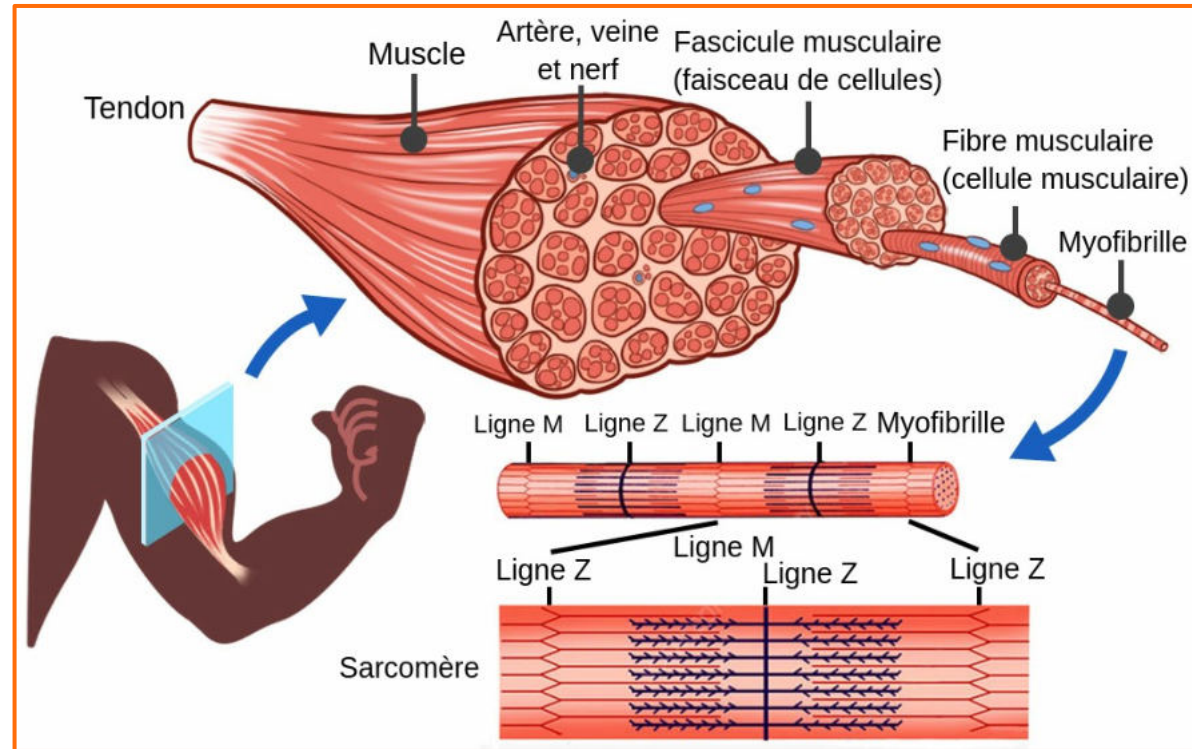
- A. Du muscle à la myofibrille
- B. Morphologie
- C. Embryogénèse et organisation des myocytes
- D. Contenu cytoplasmique
- E. Aspect strié en microscopie optique
- F. Unité fonctionnelle : le sarcomère
- G. Structure moléculaire du sarcomère
 - 1) *Le filament épais*
 - 2) *Le filament fin*
 - 3) *Les autres protéines contractiles*
 - 4) *Attachement des myofilaments*
 - 5) *Attachement des myofibrilles*
 - 6) *Sarcolemme, tubules T et réticulum sarcoplasmique*



A) Du muscle à la myofibrille

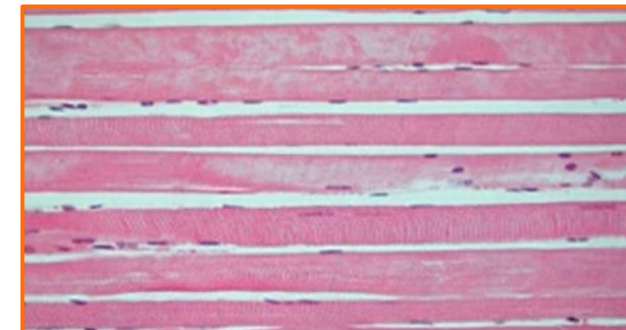
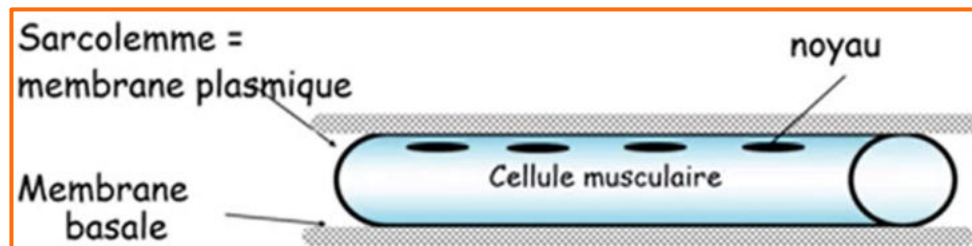
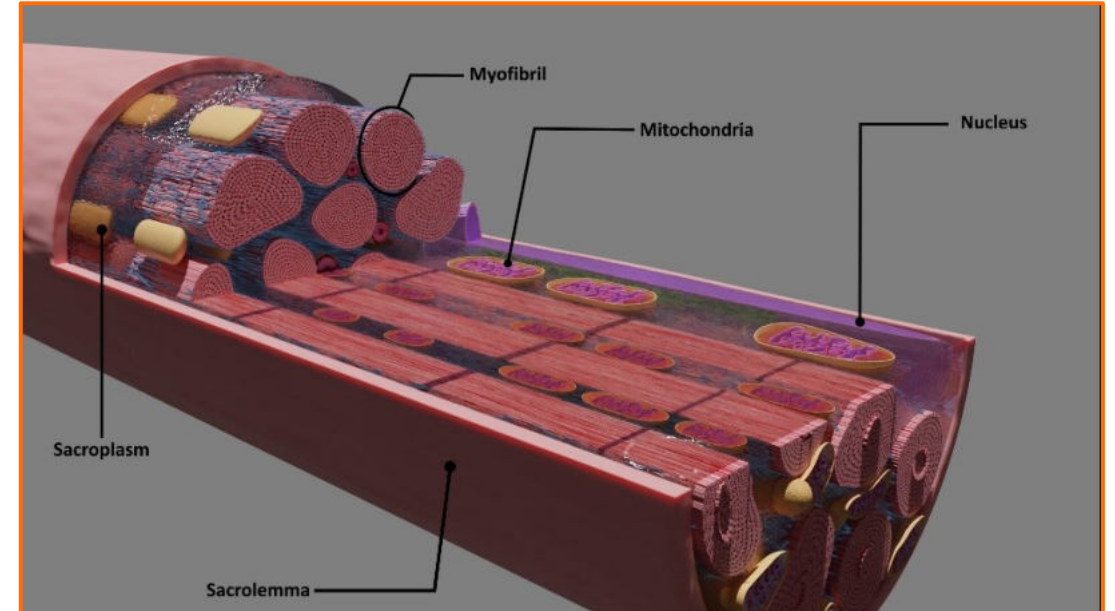
- Depuis la macroscopie vers la microscopie :

- 
- muscle squelettique
 - faisceau musculaire
 - cellule musculaire
 - myofibrille
 - sarcomère



B) Morphologie

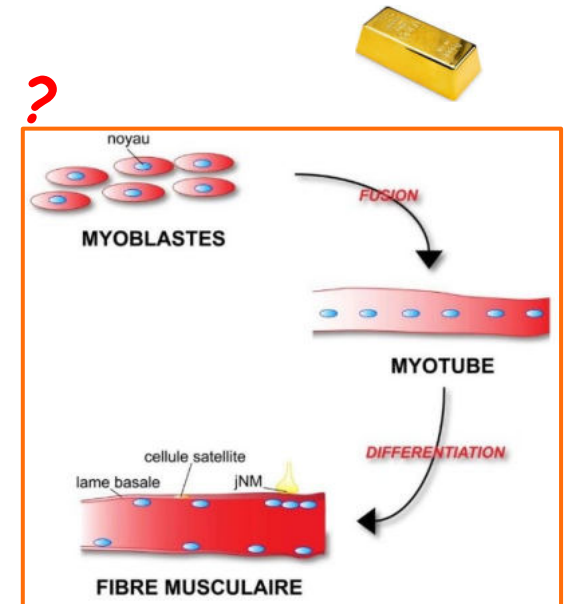
- **Myocyte** :
 - Cellule cylindrique
 - Bords parallèles
 - 10 à 100 μm de diamètre
 - Jusqu'à 30cm de long
 - Membrane plasmique = **sarcolemme**
 - De très nombreux noyaux (environ une centaine) **refoulés en périphérie**



C) Embryogénèse et organisation des myocytes

Pourquoi cet aspect long aux bords parallèles ?

- 3^{ème} semaine de vie : étape de différenciation → myoblastes
- **Myoblastes** :
 - Cellules mononuclées
 - Aspect fusiforme
- 8^{ème} semaine de vie : étape de fusion des myoblastes → myotubes
- **Myotubes** :
 - Syncytium
 - Une centaine de noyaux
 - Bords parallèles

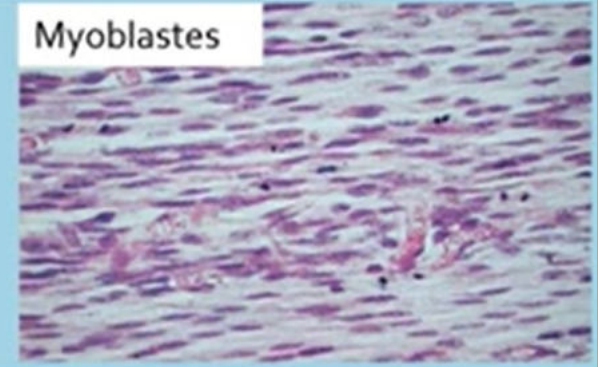




En MO :

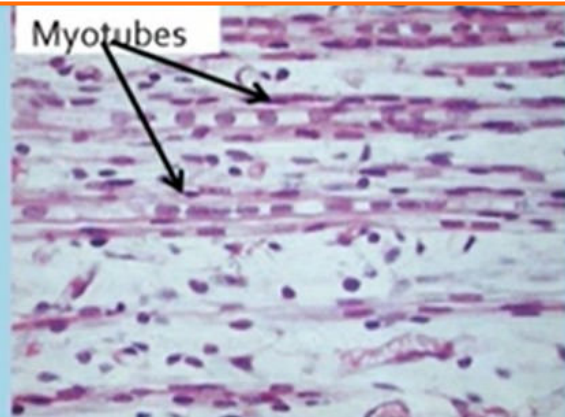
- Embryogenèse
 - 3^{ème} semaine: différenciation

Myoblastes



- 8^{ème} semaine: fusion

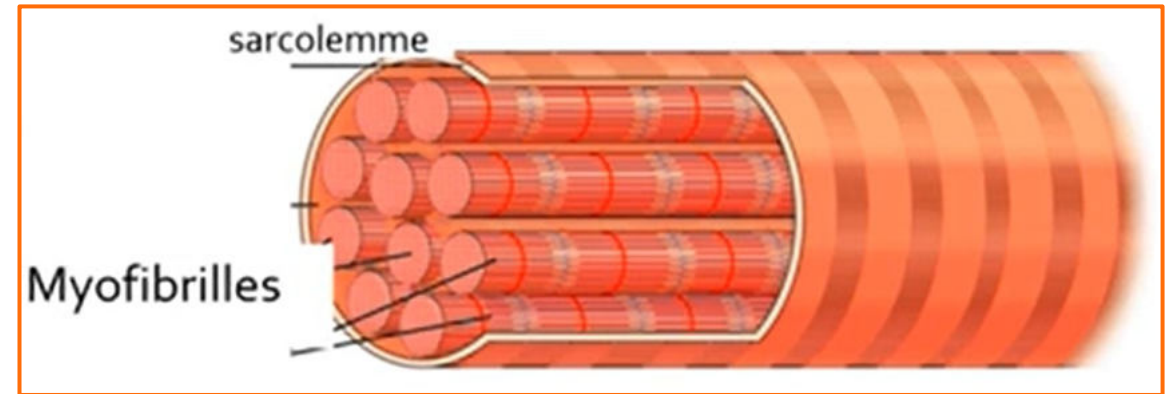
Myotubes



C) Embryogénèse et organisation des myocytes

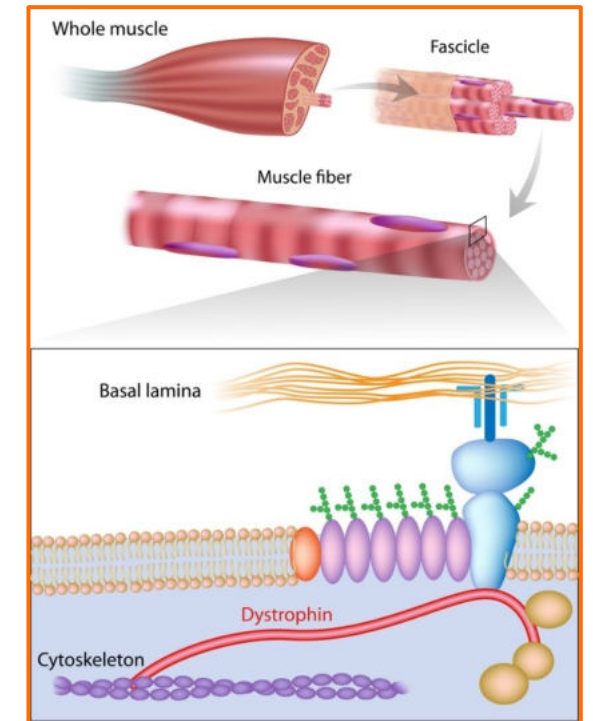
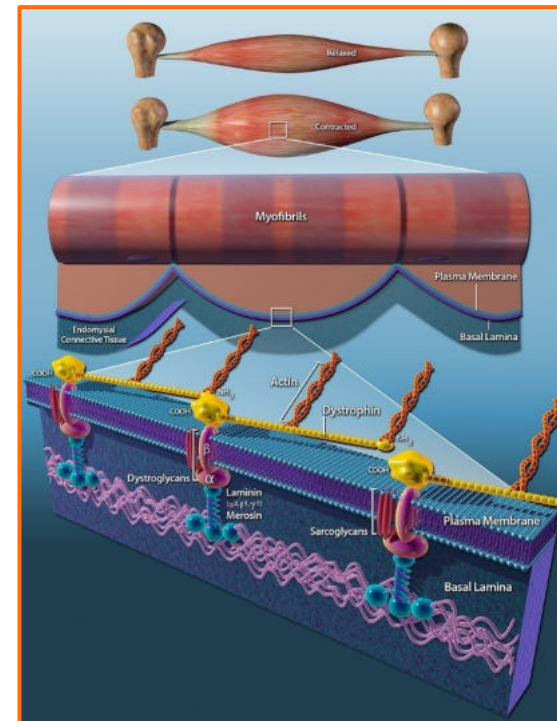
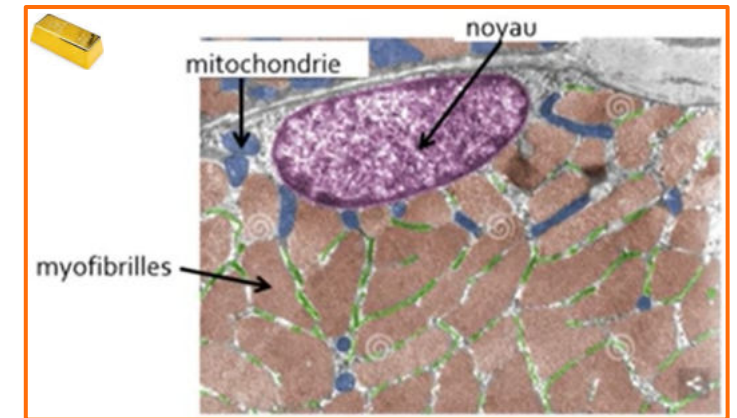
Pourquoi les noyaux sont refoulés en périphérie ?

- Le **cytoplasme** est rempli d'organites
- **Myofibrilles** :
 - Organite majoritaire
 - Centaines d'exemplaires
 - Remplissent le cytoplasme → refoulent les noyaux en périphérie contre le sarcolemme
 - Ensemble des myofibrilles → **myoplasme**
 - 1 à 2 μm de diamètre
 - Unité fonctionnelle de la cellule
 - Anomalie de la myofibrille → **pathologie musculaire**



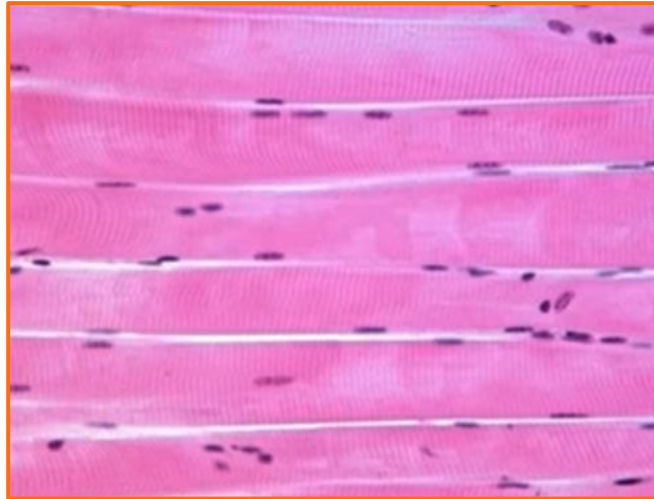
D) Contenu cytoplasmique

- Le reste du cytoplasme s'appelle le **sarcoplasme**
- Le **sarcoplasme** contient :
 - De très nombreuses **mitochondries** :
 - environ 2% du volume cellulaire
 - riches en crêtes
 - disposées en fil entre les myofibrilles
 - toute anomalie des mitochondries pourra provoquer des pathologies musculaires
 - Réserves d'énergie → **glycogène**
 - **Myoglobine** :
 - chromoprotéine
 - proche de l'hémoglobine
 - fixe l'oxygène
 - **Dystrophine** :
 - s'accroche au sarcolemme
 - fonctionnement des myofibrilles

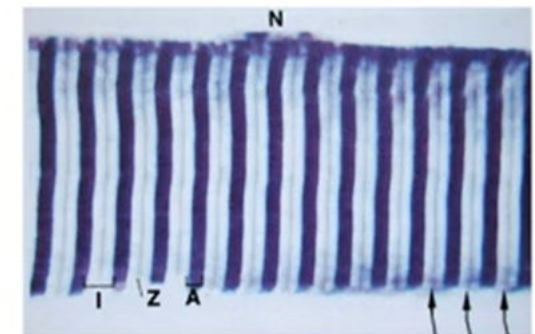


E) Aspect strié en microscopie optique

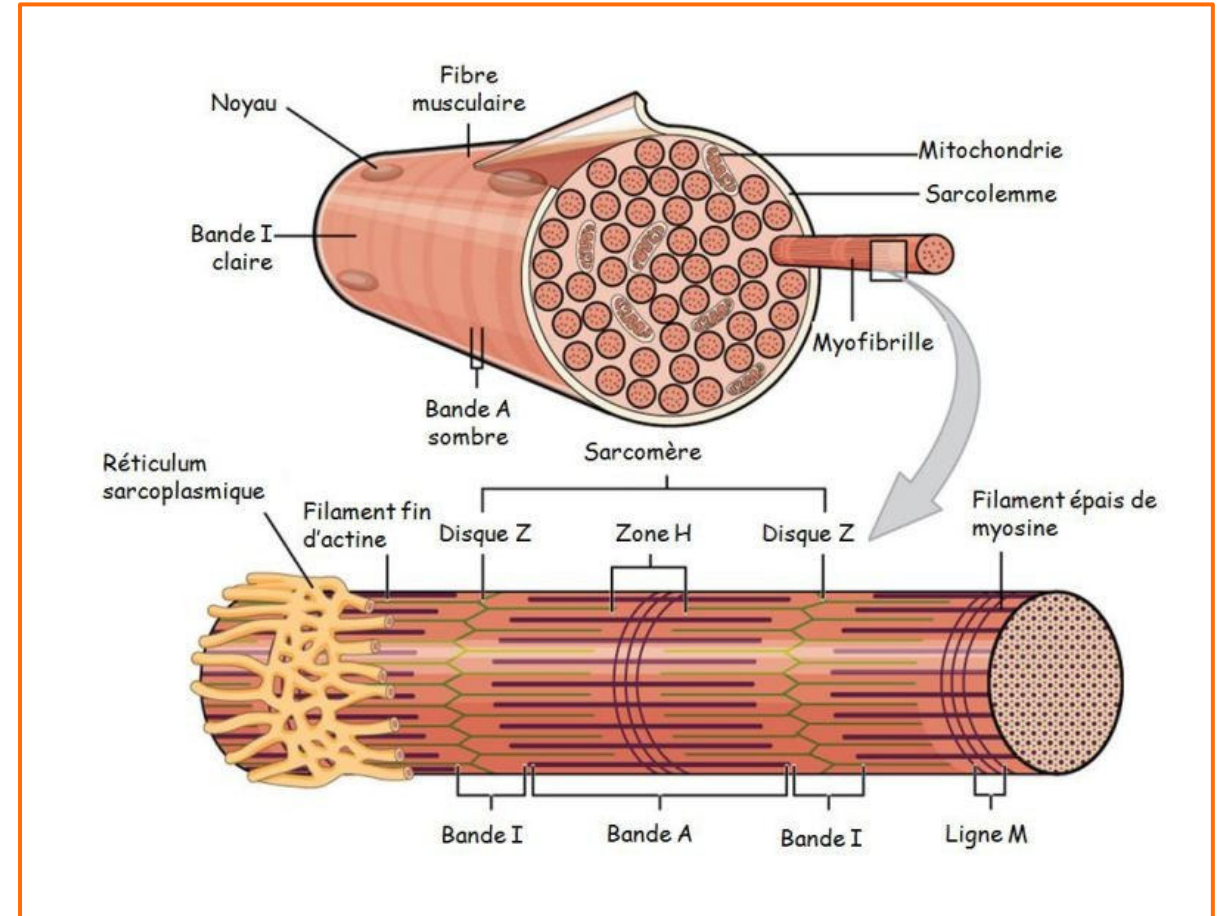
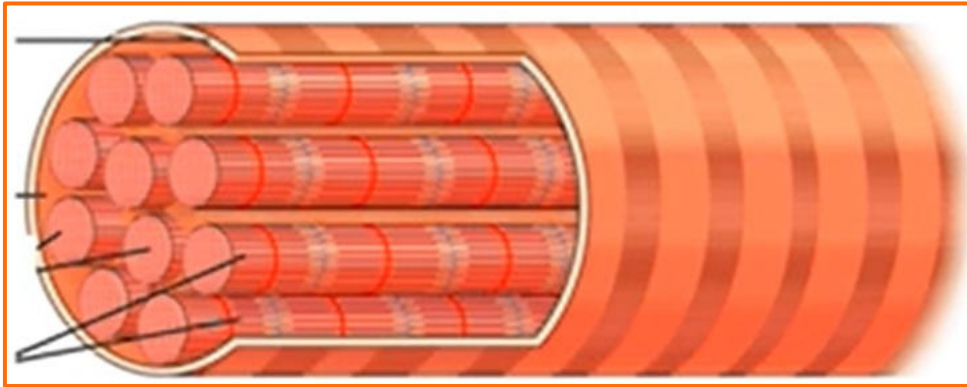
- Le tissu musculaire strié squelettique a un **aspect strié** en MO
- Alternance dans une seule cellule de bandes sombres et de bandes claires
- **Bande sombre** :
 - **Bande A** (anisotrope)
 - **1,5 μ m** de large
- **Bande claire** :
 - **Bande I** (isotrope)
 - **0,8 μ m** de large
- Centre de la bande I → **strie Z**
- Aspect strié → **porté par les myofibrilles**



- Coupe semi-fine
 - Alternance bande sombre
 - Bande A (anisotrope) 1,5 μ m
 - Alternance bande claire
 - Bande I (isotrope) 0,8 μ m
 - Au centre strie sombre fine (strie Z)

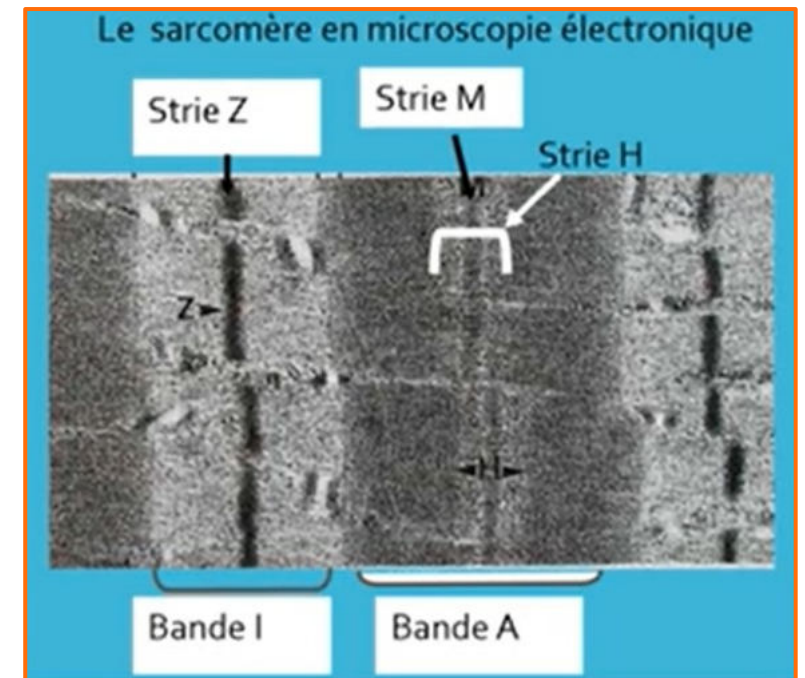
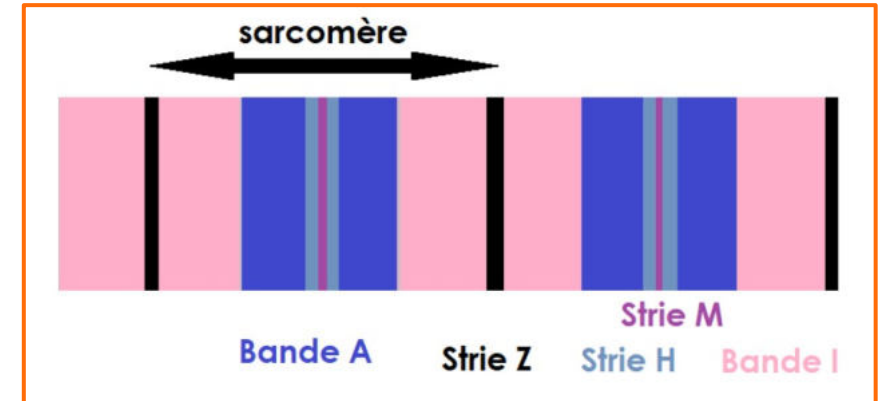


Des schémas :



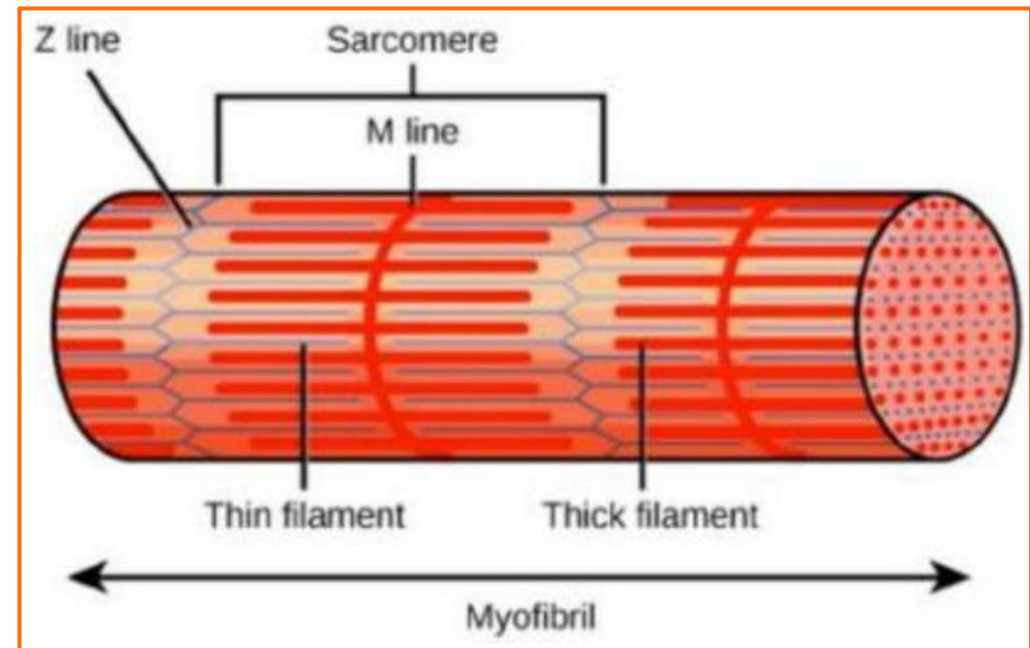
F) Unité fonctionnelle : le sarcomère

- **Sarcomère** → unité fonctionnelle, contractile des myofibrilles
- Situé **entre deux stries Z**
- Si on regarde des extrémités au centre :
 - À chaque extrémité **une strie Z**
 - Deux demi-bandes I
 - Une bande A
- Au centre de la bande A → **strie H** (strie de Hansen)
- Au centre de la strie H → **strie M**
- D'une strie Z à l'autre → **2,5µm (=taille du sarcomère)**



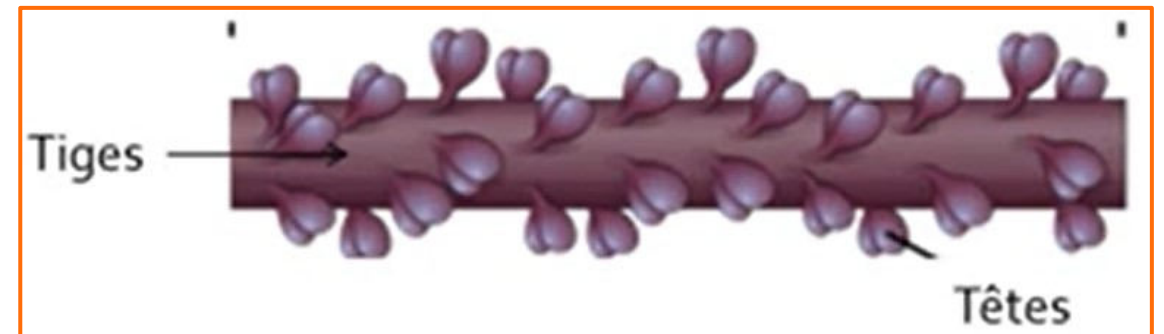
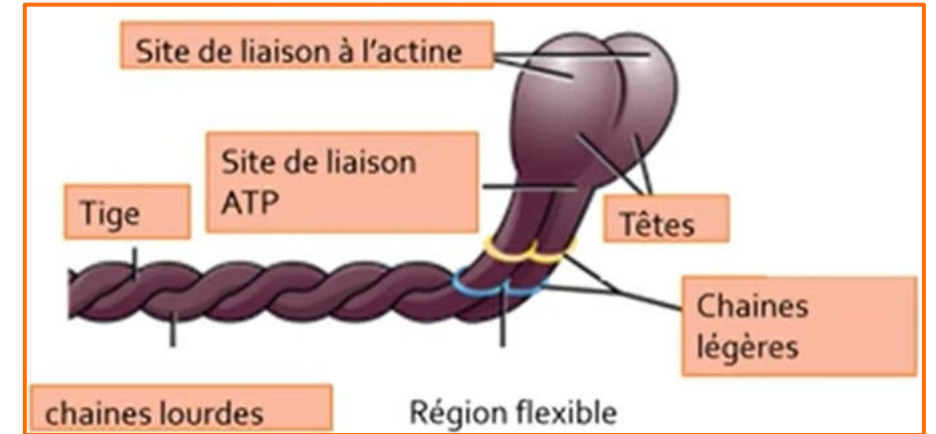
G) Structure moléculaire du sarcomère

- Structure en ME → liée à une **structure moléculaire particulière**
- **Sarcomère** constitué par → **myofilaments fins** et **myofilaments épais**
- **Myofilaments** → constitués de **protéines contractiles**
- **Myofilaments épais** :
 - Constitués de **myosine**
 - Rattachés à la **strie M**
 - Environ **1,5 μ m** de long
 - Environ **15nm** de diamètre
- **Myofilaments fins** :
 - Constitués **d'actine**
 - Rattachés à la **strie Z**
 - Environ **1 μ m** de long
 - Environ **5 à 6nm** de diamètre

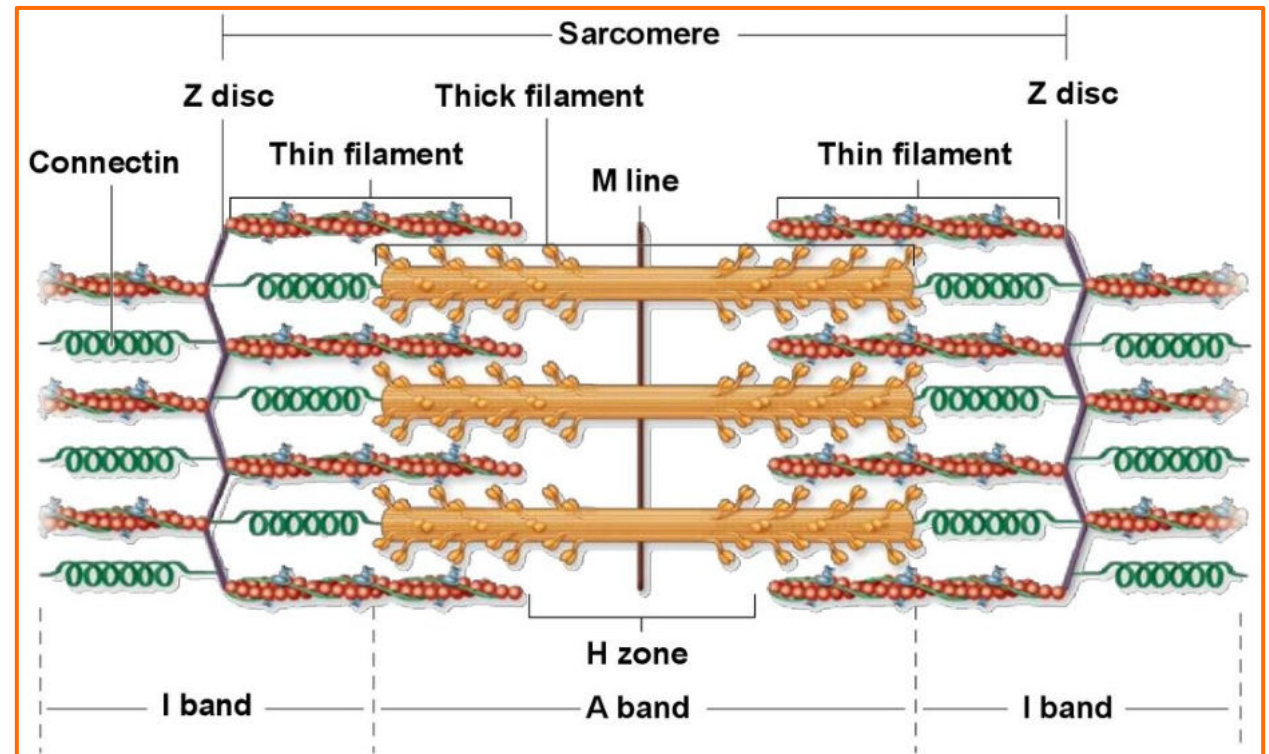


1) Le filament épais

- Le **filament épais** est donc constitué de la **myosine**
- **Myosine** :
 - 200nm de long
 - 2nm de large
 - Masse moléculaire → 120kDa
 - 2 **chaînes lourdes** → s'enroulent en **hélice alpha** et forme la **tige**
 - **Extrémité NH2 terminale** de la chaîne lourde → s'enroule en **motte** et forme la « **tête globuleuse** »
 - 4 **chaînes légères** → s'associent au niveau de la tête et donnent **rigidité**
 - Un **site de liaison à l'actine**
 - Un **site d'activité ATPase**



- Myofilament épais → formé par 300 à 400 molécules de myosines
- Tiges → parallèles les unes aux autres
- Têtes → position hélicoïdale
- Le myofilament épais occupe la totalité de la bande A
- Pas de tête de myosine dans la bande H
- Strie M → jonction des myofilaments épais

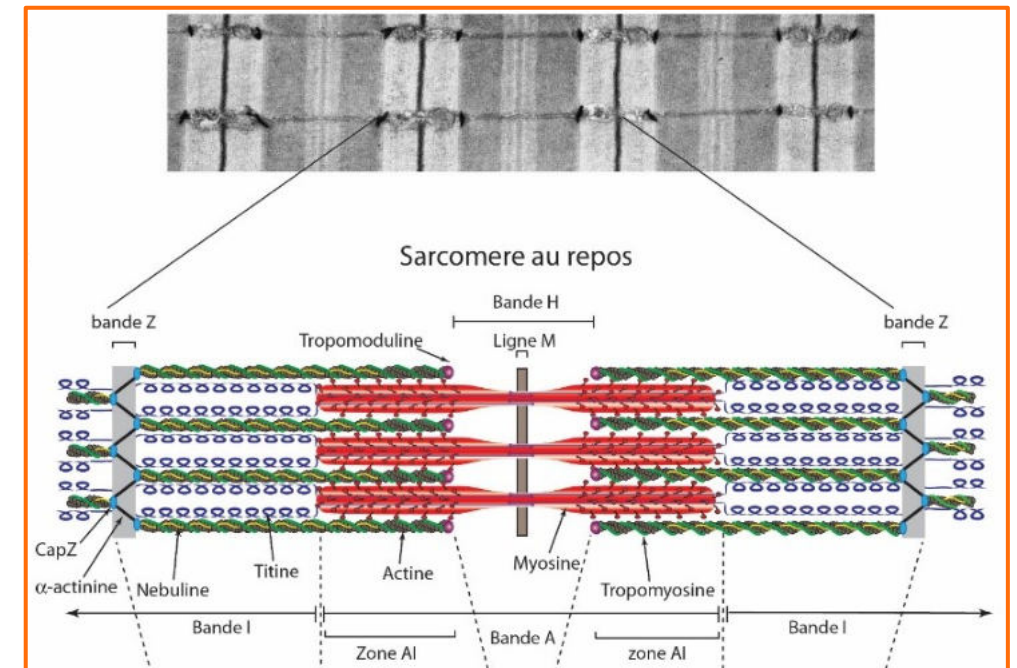
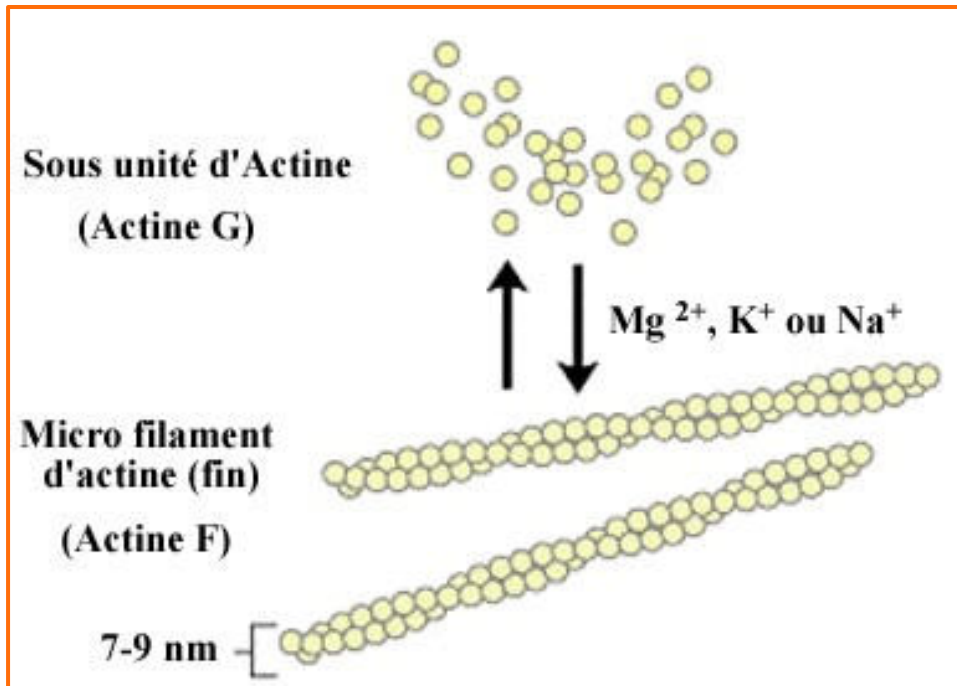


2) Le filament fin

- Le **myofilament fin** est donc constitué d'**actine**
- **Actine** :
 - Masse moléculaire → 42 kDa
 - Protéine globulaire → **actine G**
 - Polymérisation en filament → **actine F**
 - Rotation de **166°** de chaque **actine G** → aspect en **double hélice**
 - **Site de fixation à la myosine**
- Filaments fins → attachés à la **strie Z**
- Reliés par **l'actine alpha** → ancrage au sarcolemme
- Au niveau de la bande I → uniquement des myofilaments fins



Des schémas :



3) Les autres protéines contractiles

- Deux autres protéines contractiles : la **troponine** et la **tropomyosine**

- **Tropomyosine** :

- Molécule longue et fine → environ 40 nm
- Constituée de 2 chaînes polypeptidiques
- **Se fixe** dans la gouttière du myofilament d'actine
- **Stabilise** le filament d'actine

- **Troponine** :

- Protéine **globulaire** constituée de trois sous-unités

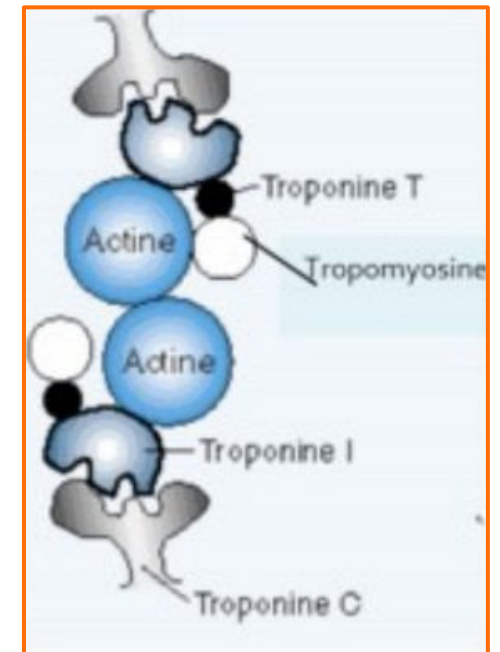
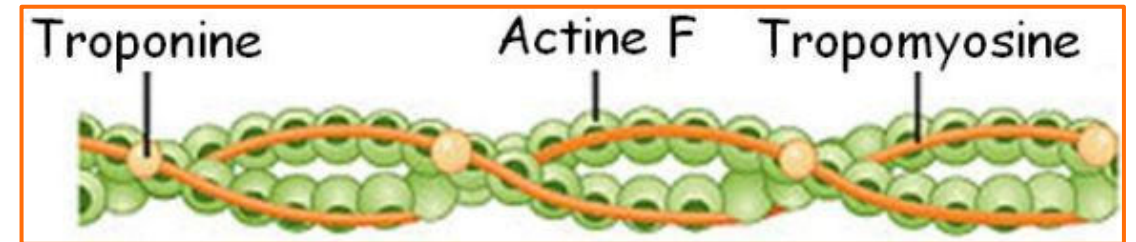
❖ **Troponine T** → se lie à la tropomyosine

❖ **Troponine C** → fixe les ions calciums

❖ **Troponine I** → masque les sites de liaison à la myosine

- **Un complexe de troponine par molécule de tropomyosine**

- Située en regard de chaque tête de myosine → **empêche leur fixation**



4) Attachement des myofilaments



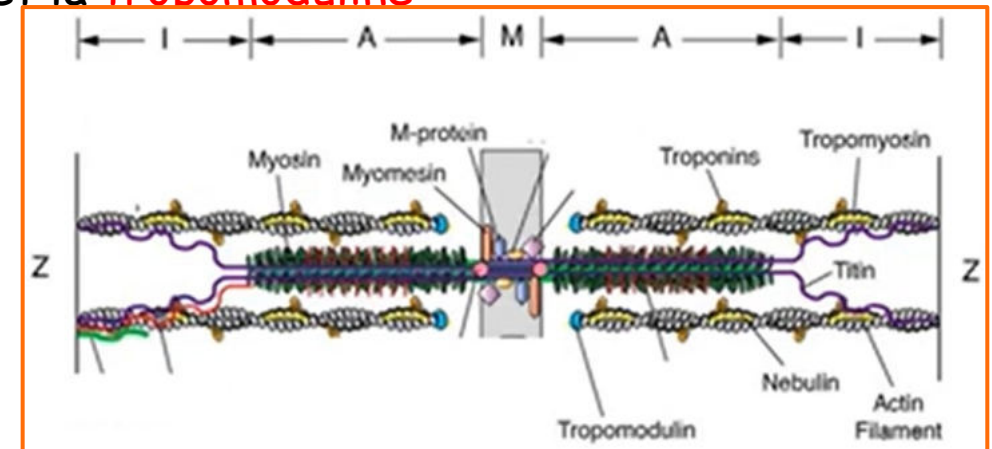
- Le **sarcomère** a une organisation très précise
- Des **protéines** permettent :
 - L'attachement des myofilaments aux stries Z
 - L'attachement des microfibrilles au sarcomère, au sarcolemme et à la MEC
- Il s'agit de la **myoméline**, la **titine**, la **nébuline**, l'**alpha-actine** et la **tropomoduline**

- **Myoméline** :

- **Protéine M**
- **Relie les myofilaments entre eux** au niveau de la **strie M**

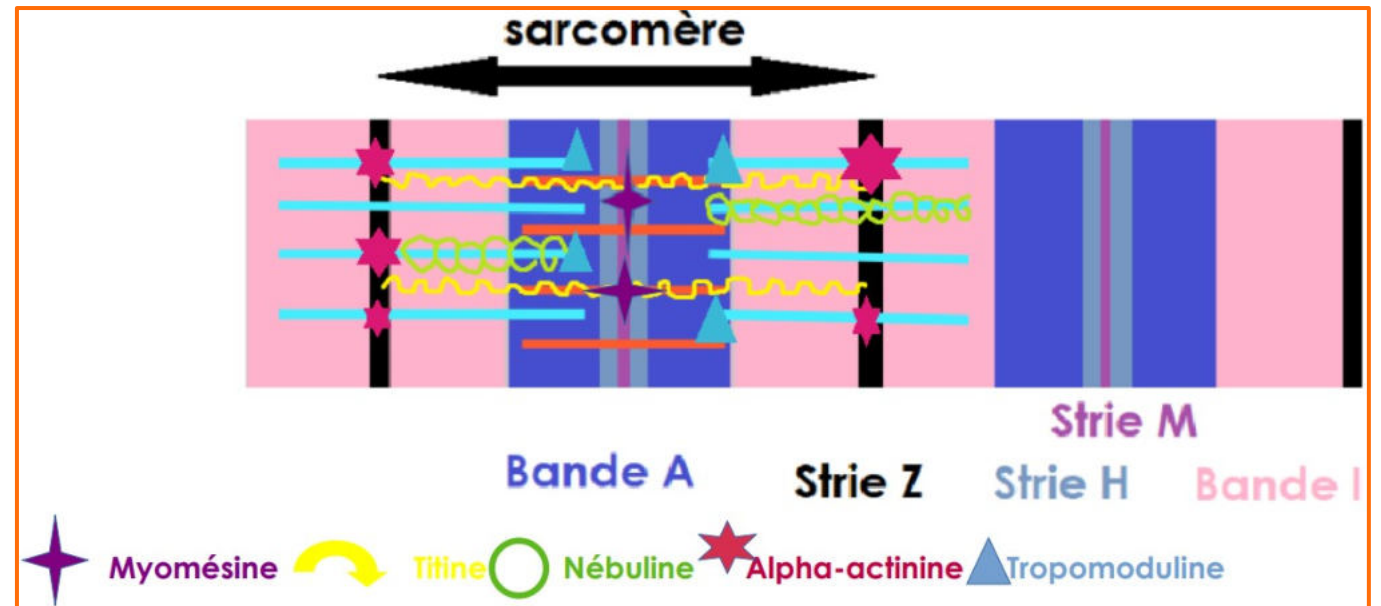
- **Titine** :

- Ancre les **filaments épais** à la **strie Z**
- Maintient l'**alignement** des **filaments épais**
- Oppose une **résistance** à l'**étirement excessif** du sarcomère
- S'étire de la **strie Z** à la **strie M**





- **Nébuline** :
 - S'entoure autour du filament fin
 - Guide la polymérisation de l'actine
- **Alpha-actine** :
 - Liaison des filaments fins au niveau de la strie Z
- **Tropomoduline** :
 - Stabilise la longueur du filament d'actine



5) Attachement des myofibrilles

- Le **sarcomère** est aussi attaché à la **membrane plasmique** et à la **MEC**
- 3 protéines en jeu → la **desmine**, la **dystrophine** et la **laminine**
- **Desmine** :
 - Relie les **myofibrilles** entre elles
 - Attache les **myofibrilles** au sarcolemme
 - Attache les **myofibrilles** à l'enveloppe nucléaire
 - Forme des « **échelles** » au niveau de la **strie Z**
- **Dystrophine** :
 - Complexe protéique sous le sarcolemme
 - Permet **l'ancrage** des **myofibrilles** au sarcolemme
 - Permet **l'ancrage** des **myofibrilles** à la membrane basale

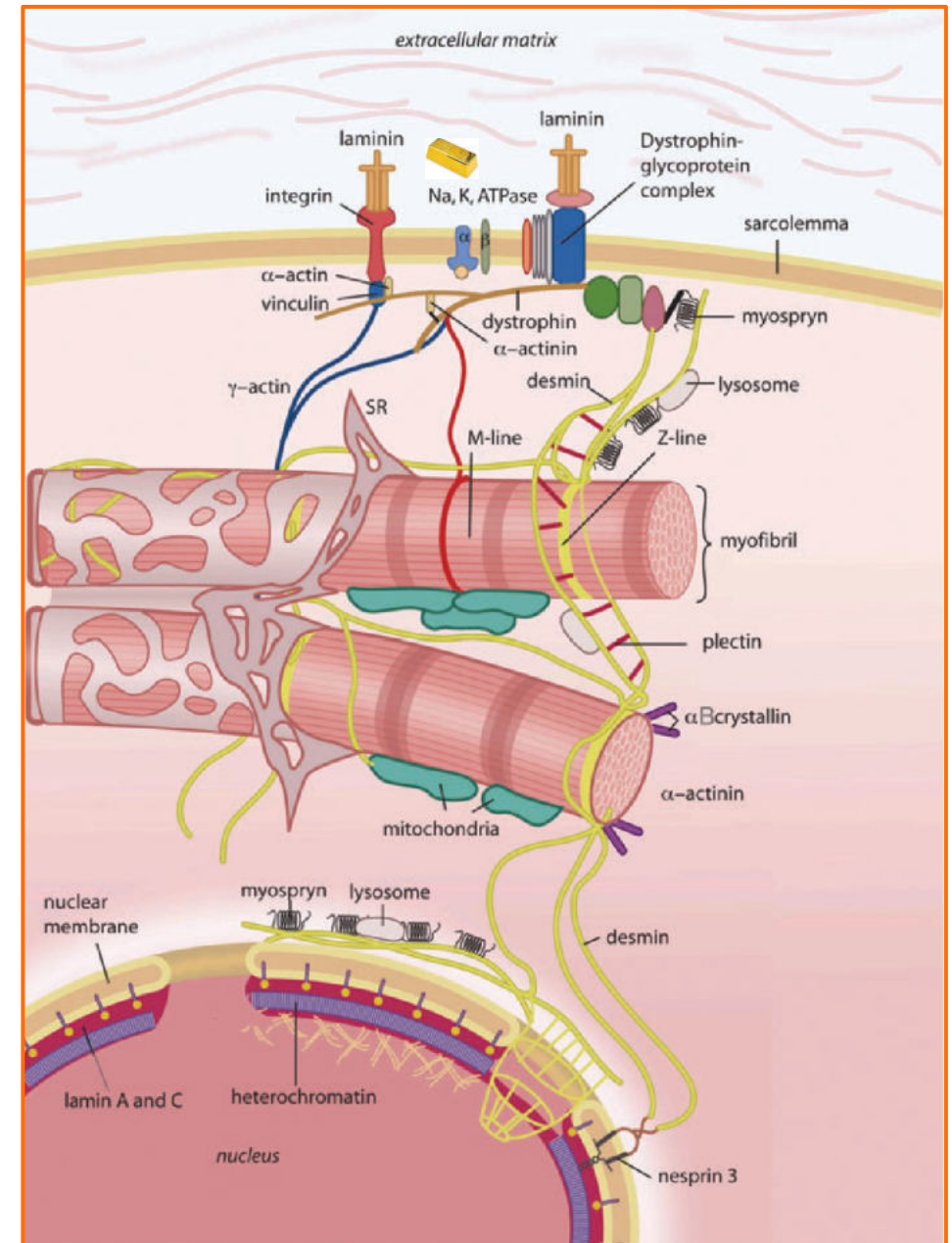


- **Laminine :**

- Rattache le complexe des protéines dystrophiques à la MEC

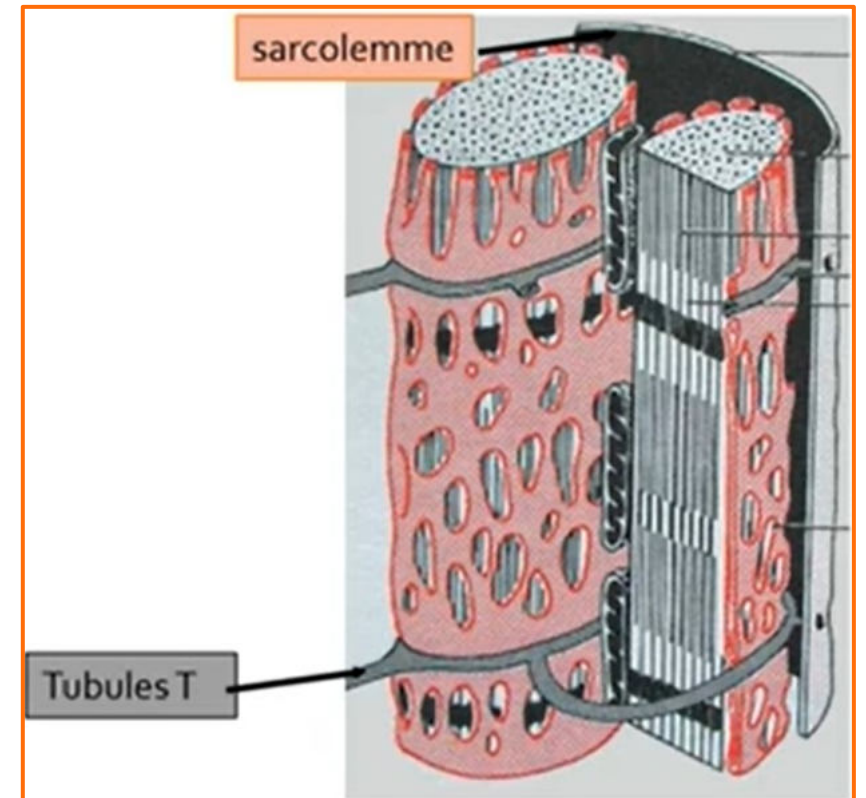
- Aparté patho :

- Le gène de la dystrophine (kX) peut être **muté**
 - modification de l'activité de ses protéines
 - altération de l'attachement des myofibrilles au sarcolemme
 - altération de la contraction musculaire
- Mutations → **myopathie de Duchêne**



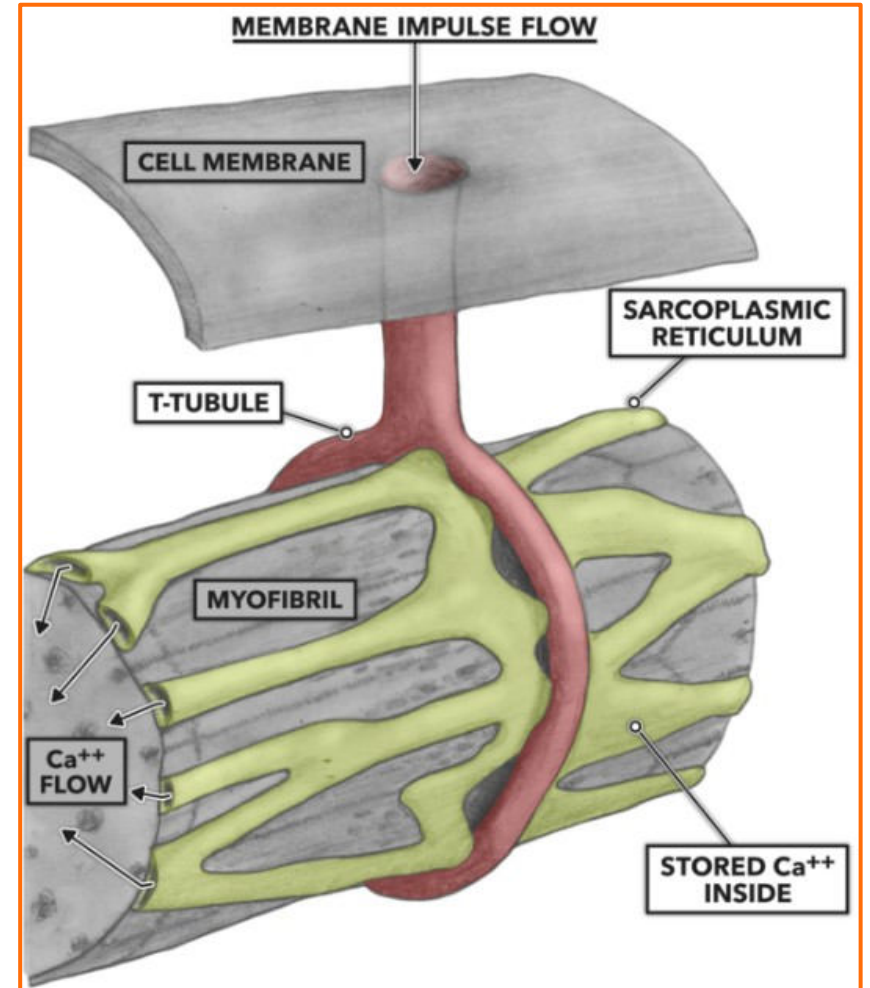
6) Sarcolemme, tubules T et réticulum sarcoplasmique

- Le **myocyte** possède d'autres organites aussi importants pour la contraction musculaire → le **sarcolemme**, les **tubules T** et le **réticulum sarcoplasmique**
- Le **sarcolemme** :
 - Reçoit le signal de dépolarisation et permet sa propagation
 - Contient de nombreux récepteurs aux neurotransmetteurs et aux hormones
 - Contient des transporteurs **GLUT 1** et **GLUT 4**
 - Insuline, exercice musculaire et hypoxie → entrée du glucose dans les myocytes

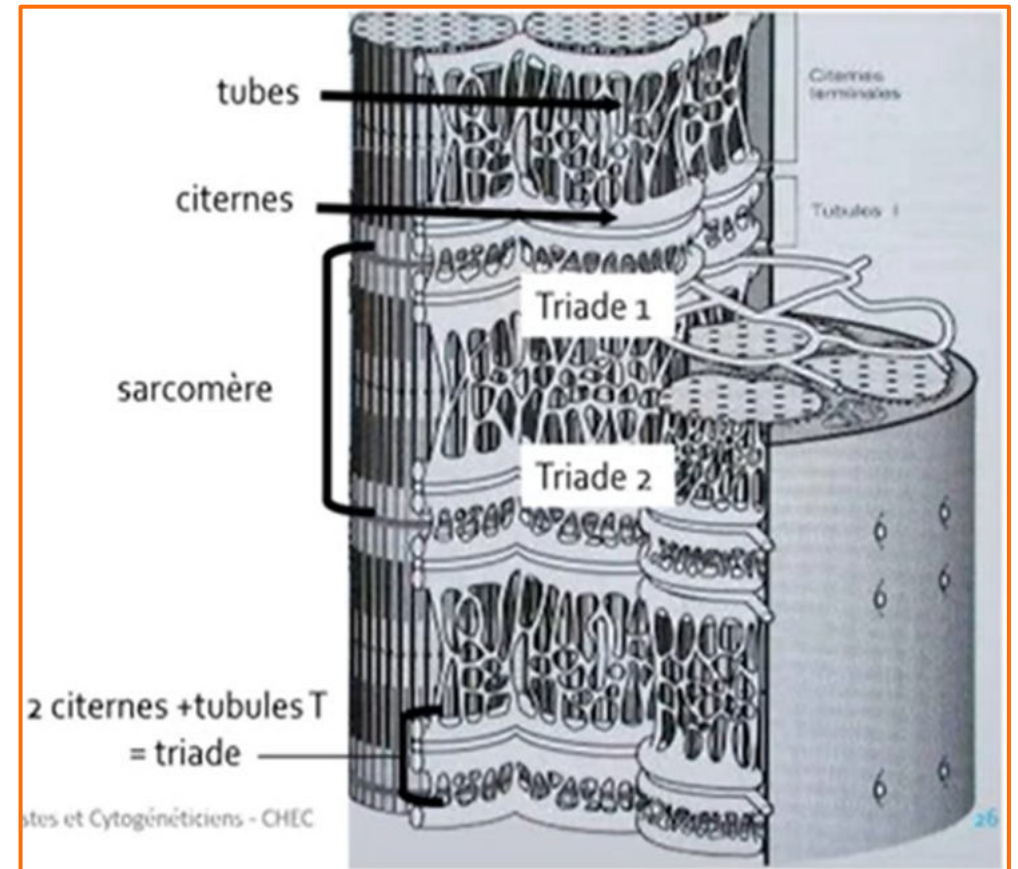


- **Tubules T :**

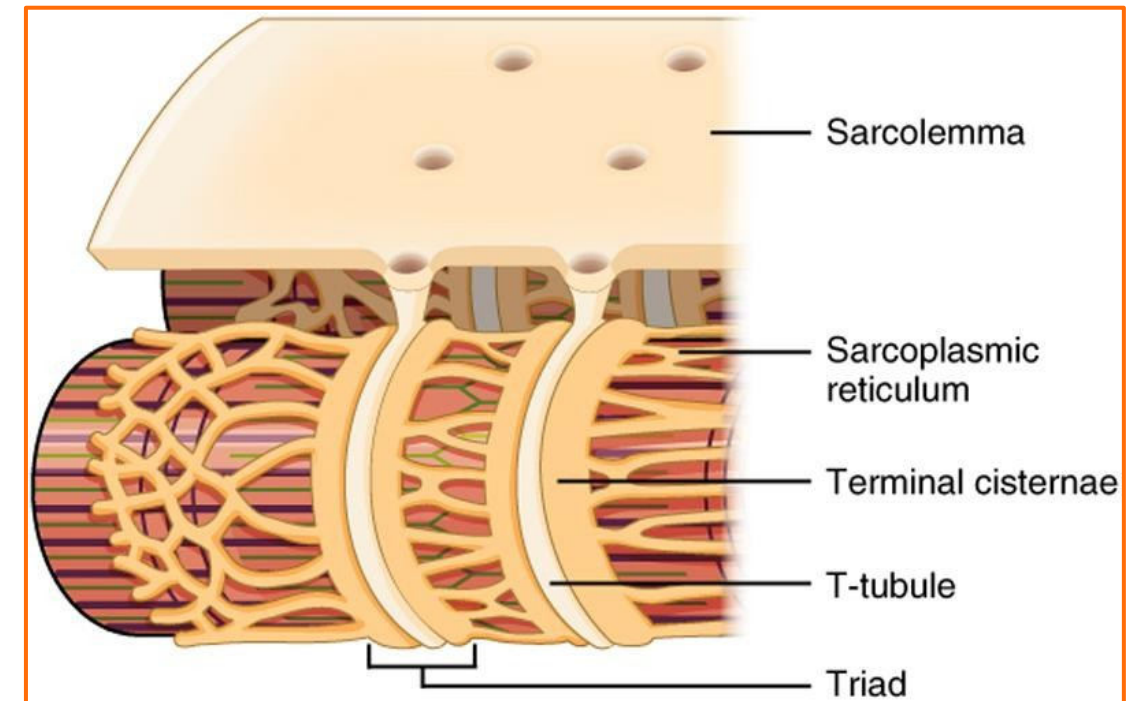
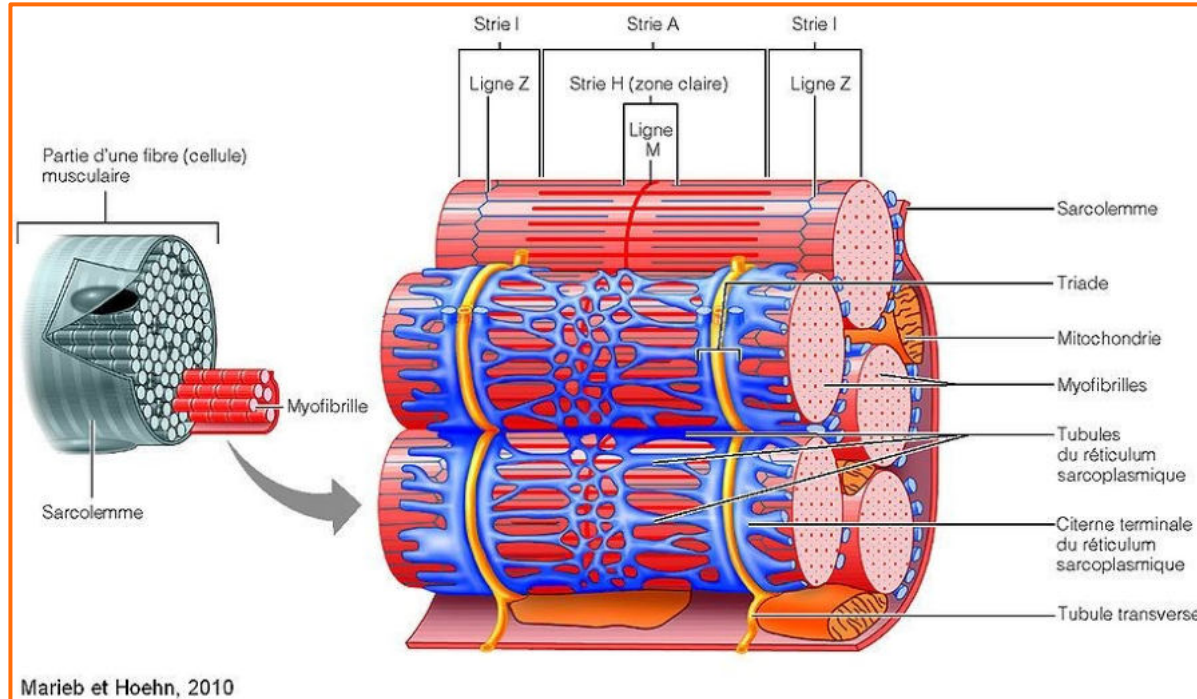
- Invaginations du sarcolemme → réseau de tubules
- Pénètrent dans le cytoplasme
- **Cheminent** entre les citernes terminales
- Présents → jonction **bandes A et I**
- Nombreux **canaux calciques**
- **Transmission de l'onde de dépolarisation**



- **Rétinaculum sarcoplasmique** :
 - Constitué de **citernes terminales**
 - **Tubules longitudinaux** → relient les citernes
 - Citernes contiennent du **calcium**
 - **2 citernes + 1 tubule T = 1 Triade**
 - Triade → entre bande A et I
 - **Deux triades** par sarcomère



Des schémas :



Des bisouuuuuuus

