

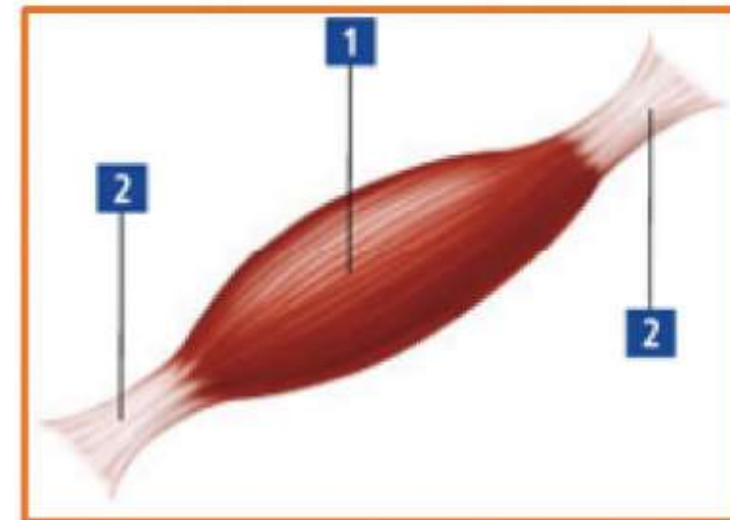


Tissu Musculaire Strié Squelettique

I) Le muscle strié squelettique

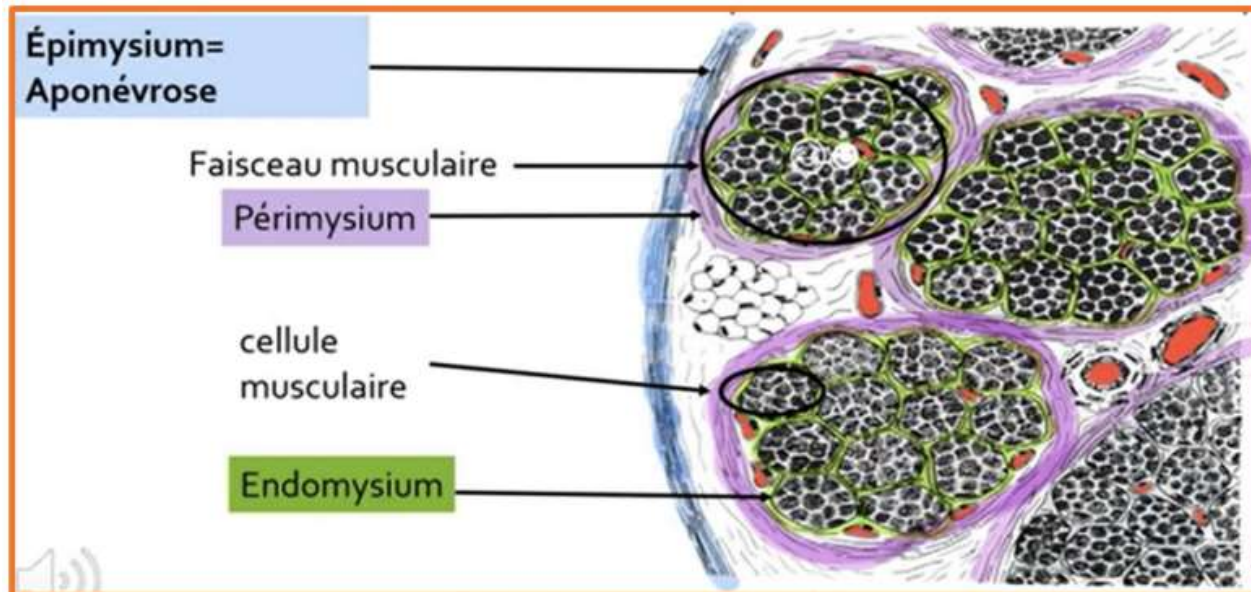


- Le **TMSS** représente **25%** du poids de l'organisme à la naissance et **45%** chez l'adulte
- Composition macroscopique : **corps musculaire** (1) et **tendons** (2)
- Quatre composantes sur une coupe transversale :
 - **Musculaire**
 - **Conjonctive**
 - **Vasculaire**
 - **Nerveuse**



Composante musculaire et conjonctive

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



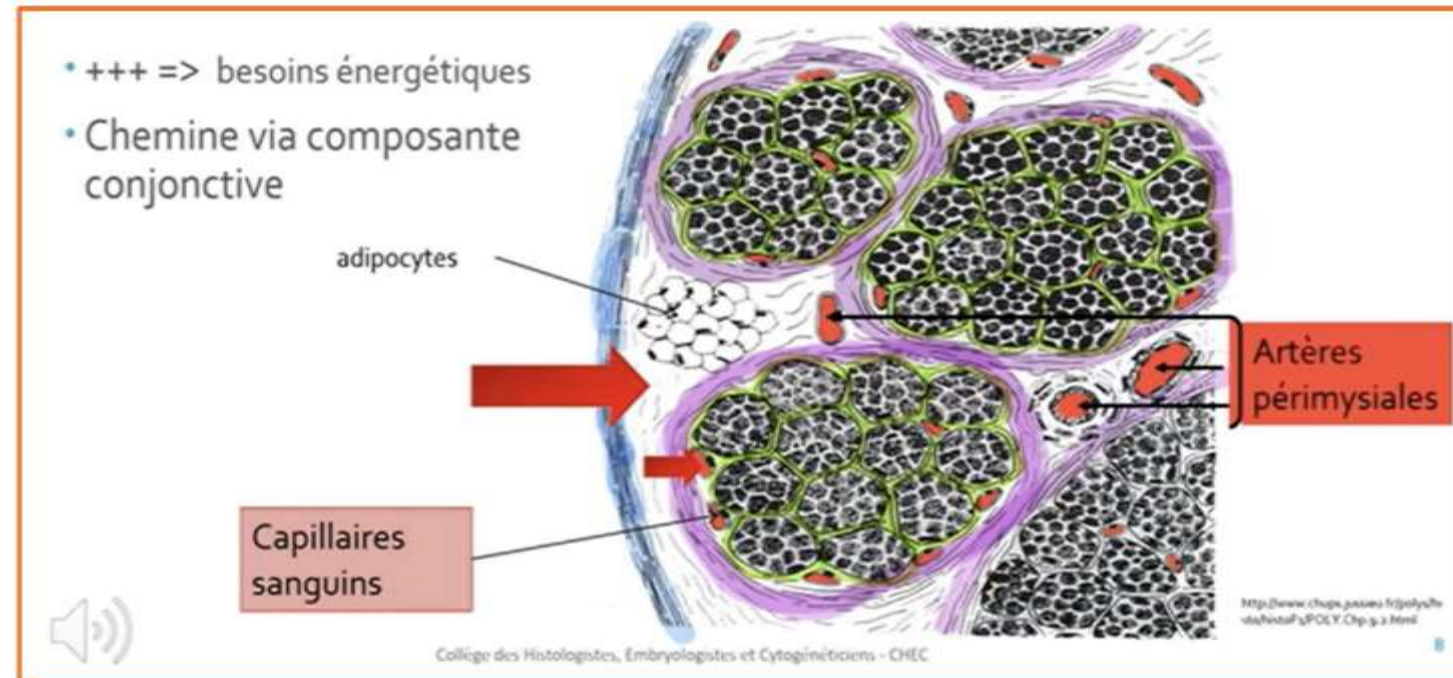


Composante vasculaire

- 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 **périmysium** = **artères périmysiales**

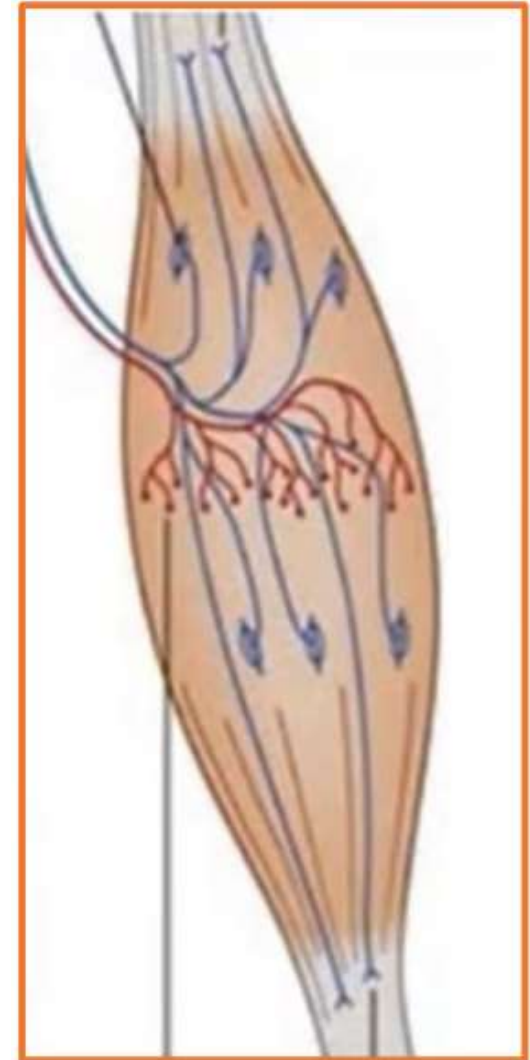
- **Artères périmysiales** : traversent le **périmysium** puis se ramifient dans l'**endomysium** = **capillaires sanguins**

On a 1 capillaire sanguin pour 1 cellule musculaire



Composante nerveuse

- De 2 types : **moteur** et **sensitif**
- **Composante motrice** : contraction musculaire
- **Composante sensitive** : sensible à l'étirement musculaire
- Trajets des nerfs : la même que la vascularisation



II) La cellule musculaire striée squelettique


Plan :

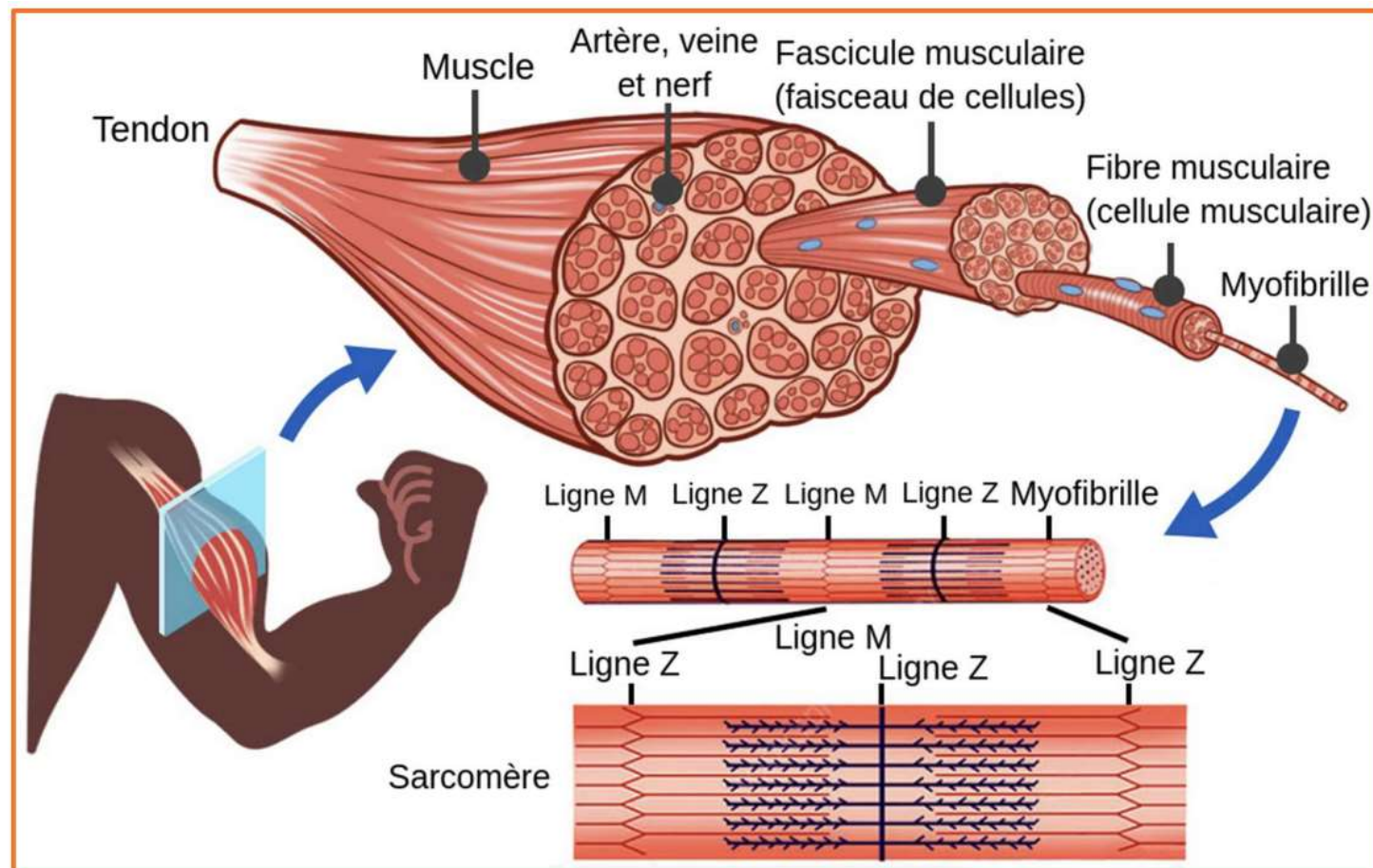


- A. *Du muscle a la myofibrille*
- B. *Morphologie*
- C. *Embryogénèse et organisation des myocytes*
- D. *Contenu cytoplasmique*
- E. *Aspect strié en microscopie optique*
- F. *Unité fonctionnelle : le sarcomère*
- G. *Structure moléculaire du sarcomère*
 - 1) *Le filament épais*
 - 2) *Le filament 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

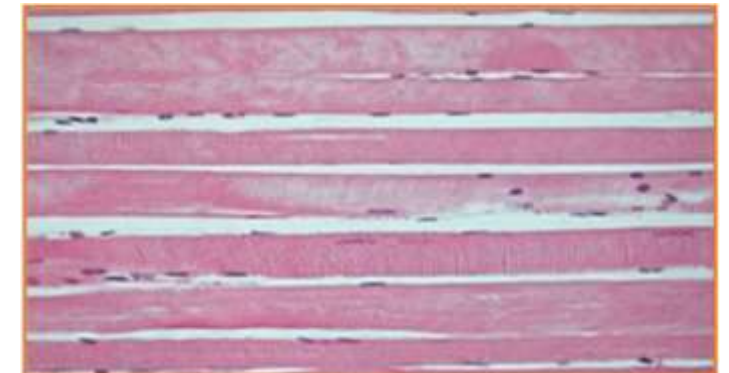
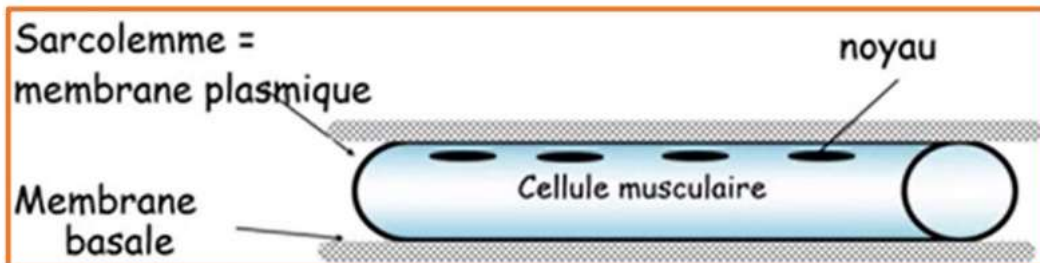
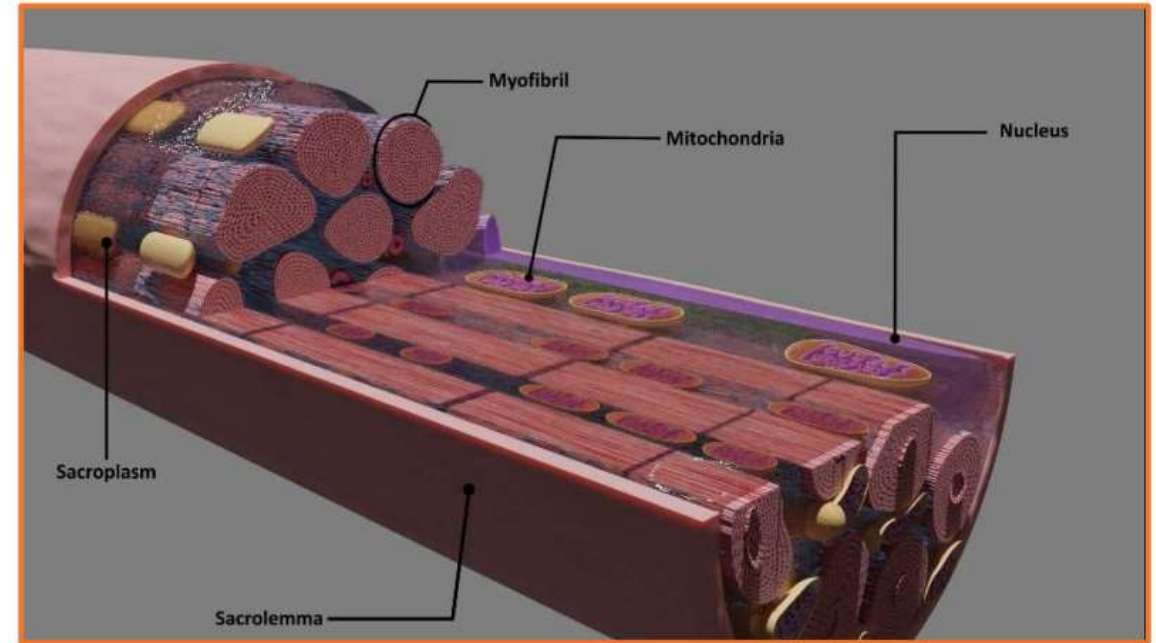
- De la macroscopie a la microscopie :

- 
- Muscle squelettique
 - Faisceau musculaire
 - Cellule musculaire
 - Myofibrille
 - Sarcomère



B) Morphologie

- **Myocyte :**
 - Cellule **cylindrique**
 - Bords **parallèles**
 - 1 à 100µm de diamètre
 - Jusqu'à 30cm de long
 - Membrane plasmique = **sarcolemme**
 - Environ une **centaine de noyaux 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

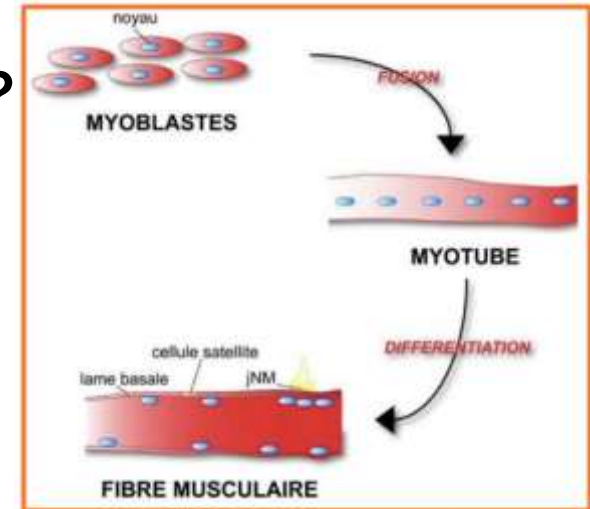
Myoblastes :

- Cellules mononuclées
- Aspect fusiforme

8^{ème} semaine de vie : étape de fusion des myoblastes = myotubes

Myotubes :

- Syncytium
- Centaine de noyaux
- Bords parallèles

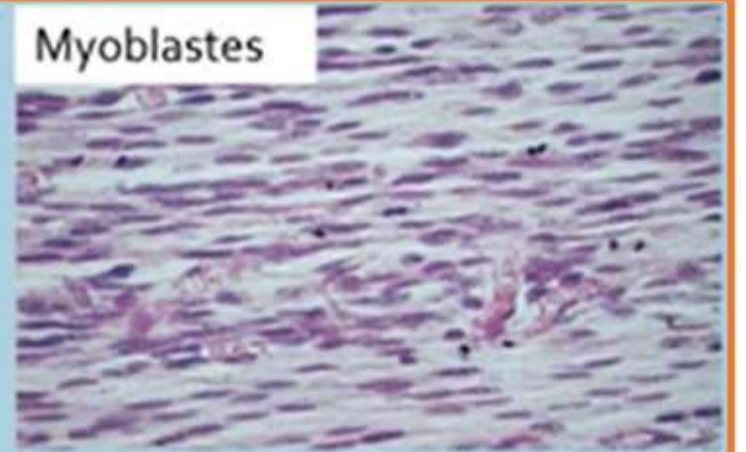


En MO



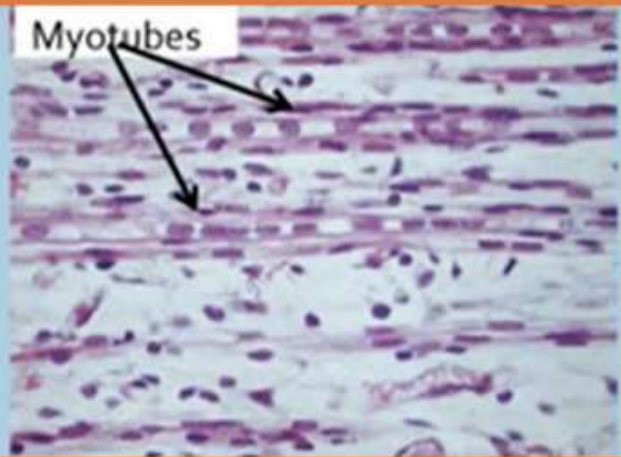
- Embryogenèse
 - 3^{ème} semaine: différenciation

Myoblastes



- 8^{ème} semaine: fusion

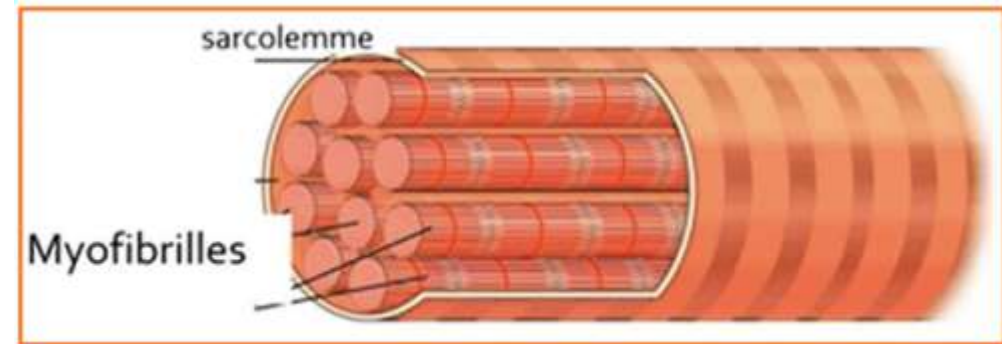
Myotubes



C) Embryogénèse et organisation des myocytes

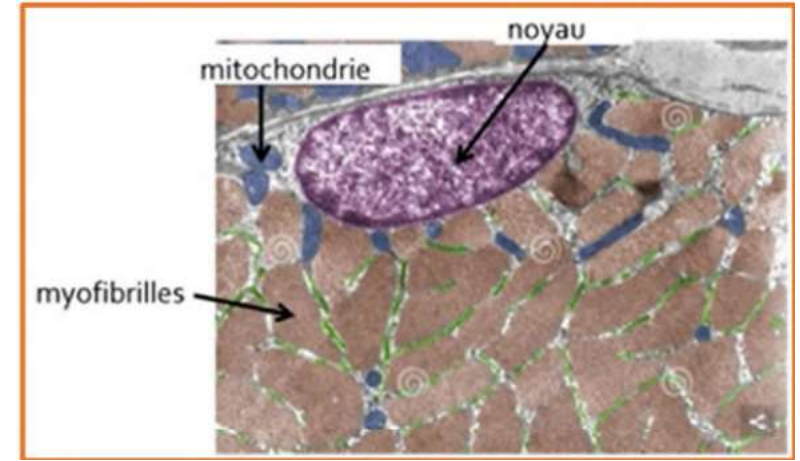
Et pourquoi les noyaux sont refoulés en périphérie ?

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



D) Contenu cytoplasmique

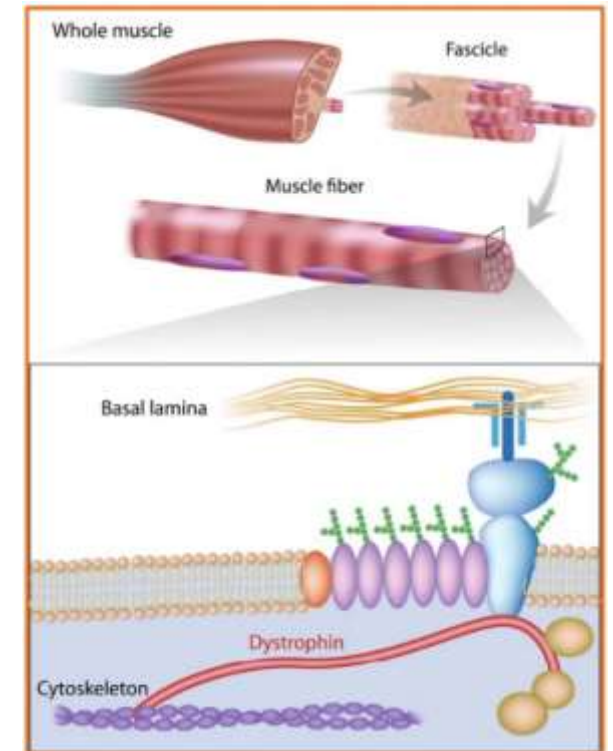
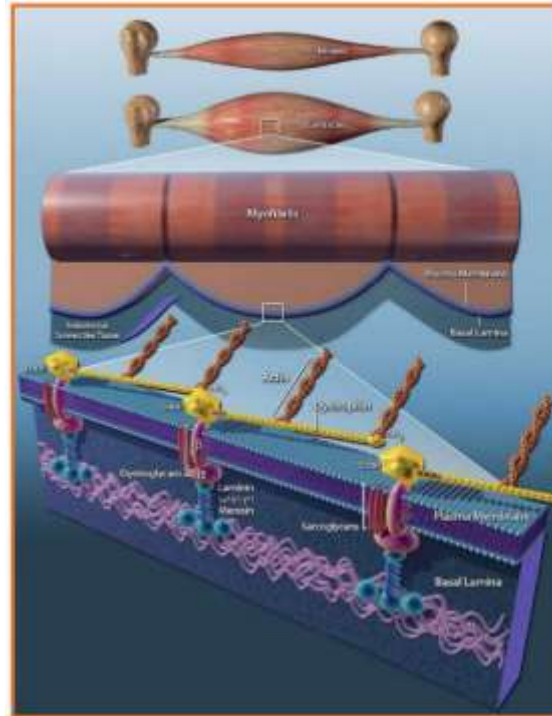
- Le reste du cytoplasme s'appelle le **sarcoplasme**
- Il contient :
 - De très nombreuses **mitochondries** :
 - environ 2% du volume cellulaire
 - riche en crêtes
 - disposées en fil entre les myofibrilles
 - toute anomalie des mitochondries peut provoquer des pathologies musculaires



- Réserves d'énergie → **glycogène**

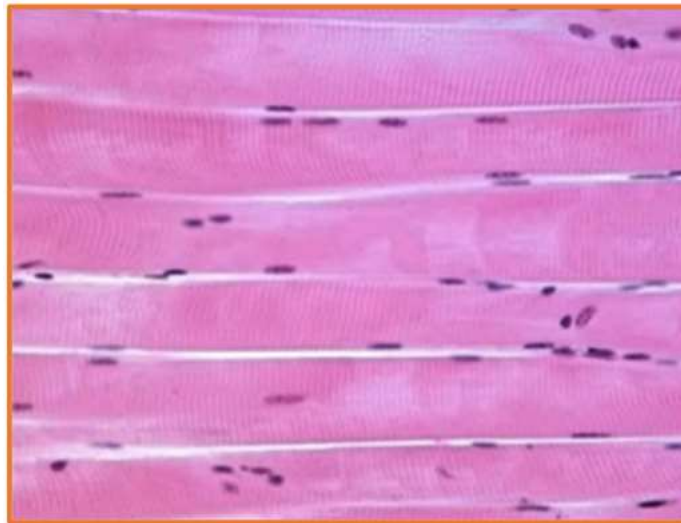
- **Myoglobine** :
 - chromoprotéine
 - proche de l'hémoglobine
 - fixe l'oxygène

- **Dystrophine** :
 - s'accroche au sarcolemme
 - fonctionnement des myofibrilles

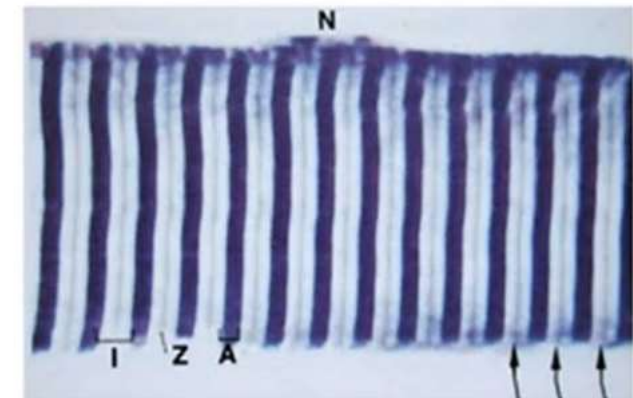


E) Aspect strié en microscopie optique

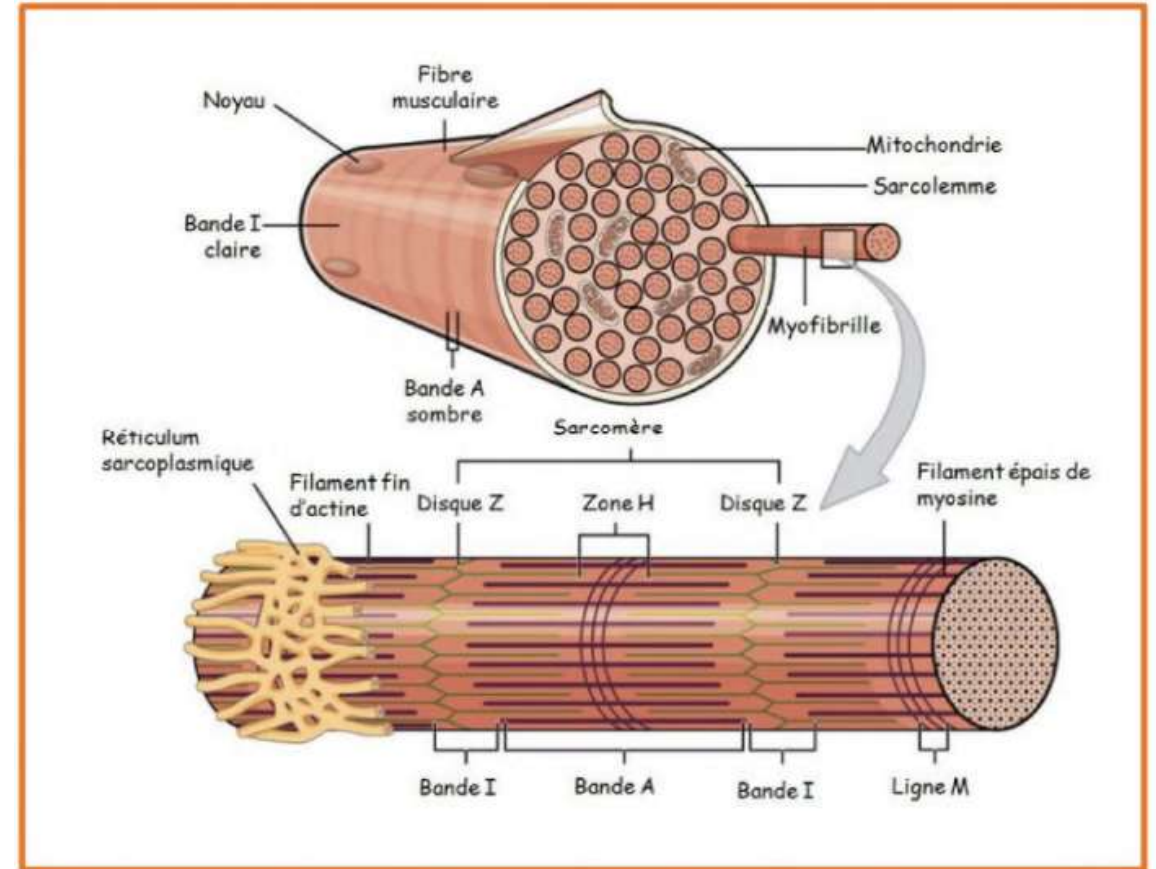
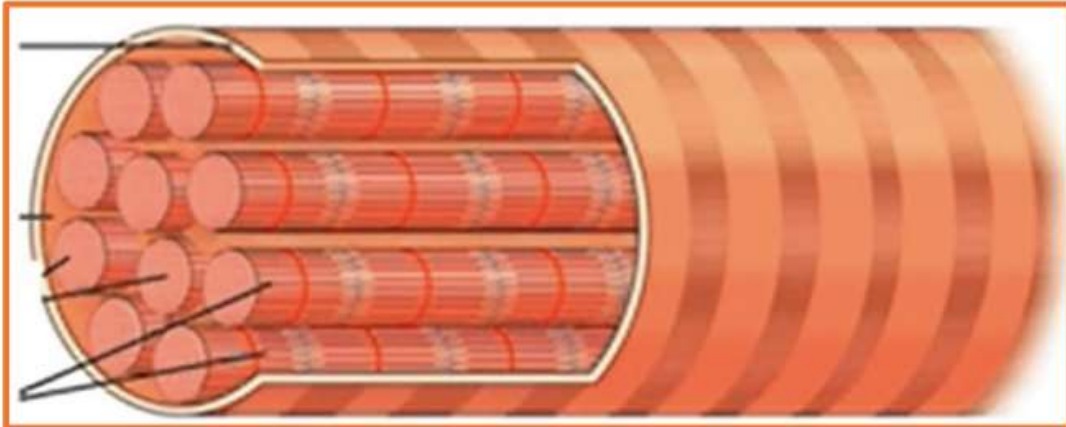
- Le tissu musculaire strié squelettique a un **aspect strié** en MO
- Alternance de bande sombres et claires
- **Bande sombre** :
 - **Bande A** (anisotrope)
 - **1,5 μm** de large
- **Bande claire** :
 - **Bande I** (isotrope)
 - **0,8 μm** de large
- Centre de la bande I \rightarrow strie Z
- Aspect strié \rightarrow porté par les myofibrilles



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

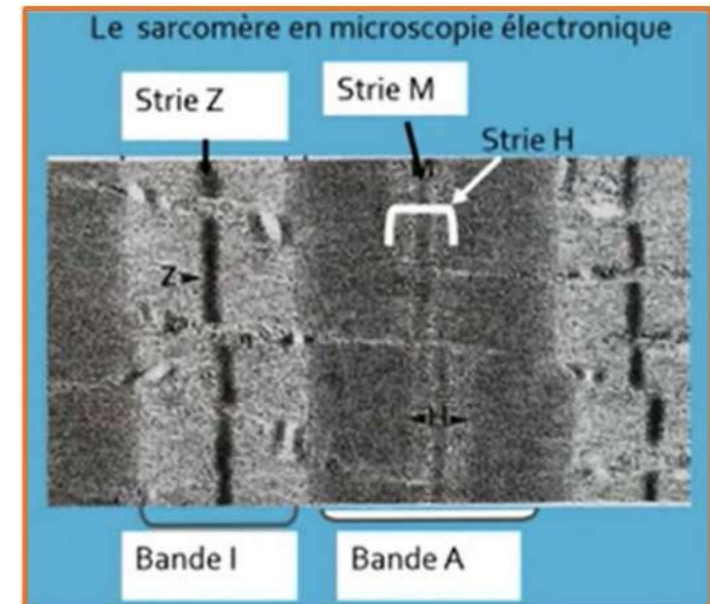
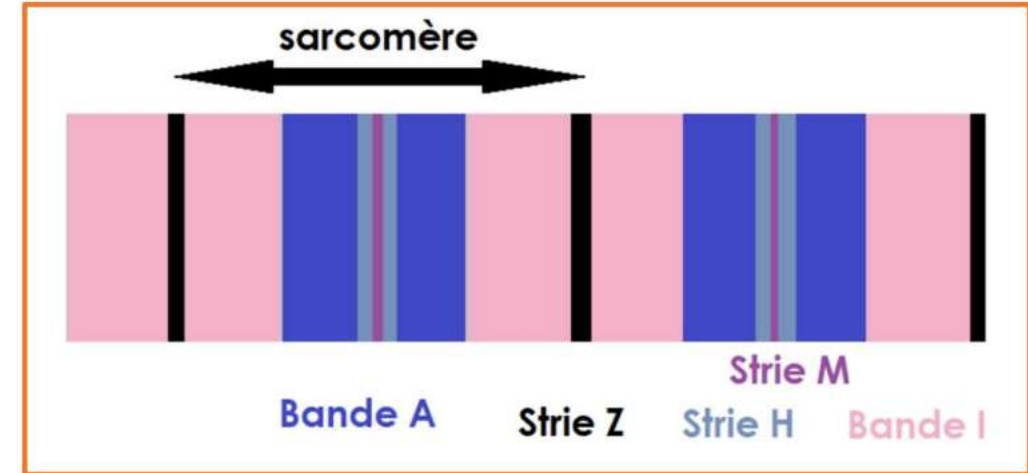


Schémas :



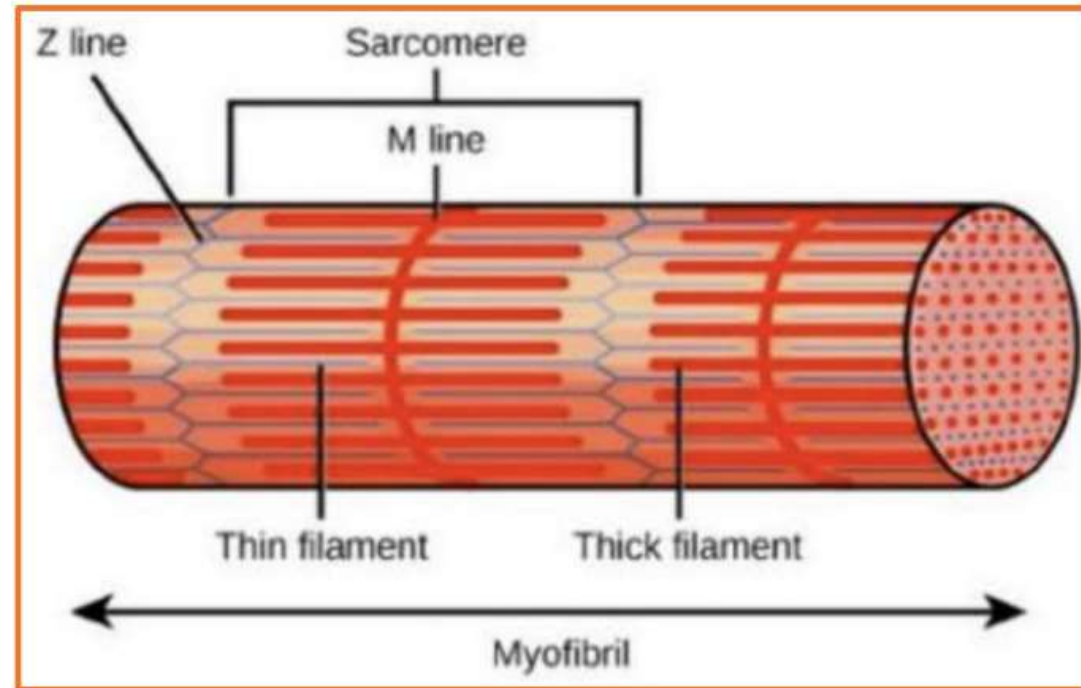
F) Unité fonctionnelle : le sarcomère

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



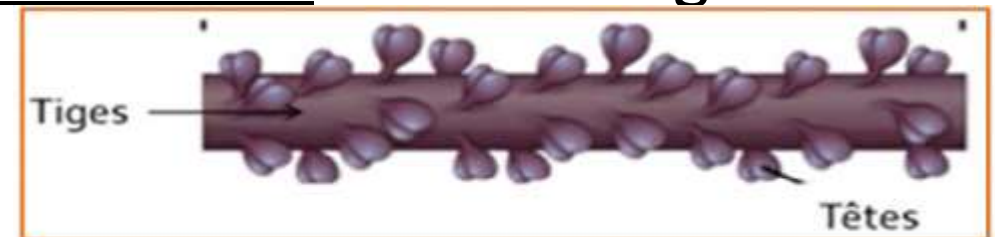
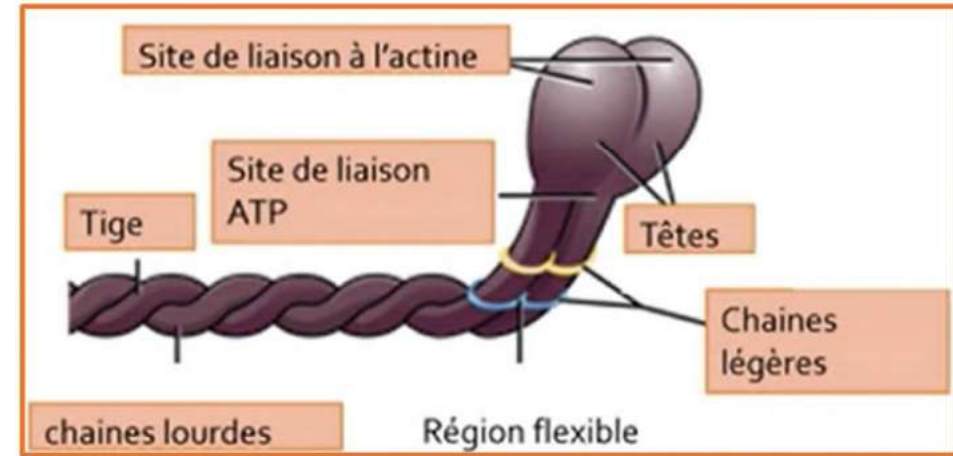
G) Structure moléculaire du sarcomère

- Structure en ME → liée à une structure moléculaire particulière
- **Sarcomère** constitué de = **myofilaments fins** + **myofilaments épais**
- **Myofilaments** → constitué de **protéines contractiles**
- **Myofilaments épais** :
 - Fait de myosine
 - Rattachés à la strie M
 - 1,5µm de long
 - 15nm de diamètre
- **Myofilaments fins** :
 - Fait d'actine
 - Rattachés à la strie Z
 - 1µm de long
 - 5 à 6nm de diamètre

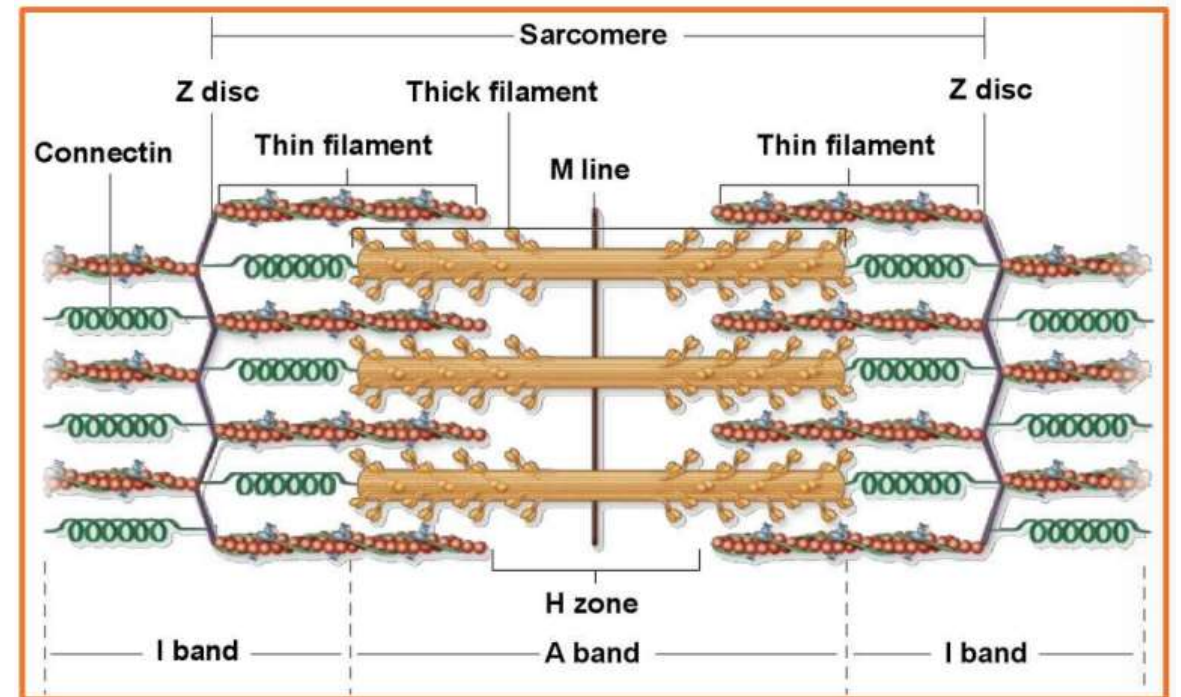


1) Le filament épais

- Constitué de **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 donne la rigidité
 - Un **site de liaison à l'actine**
 - Un **site d'activité ATPase**



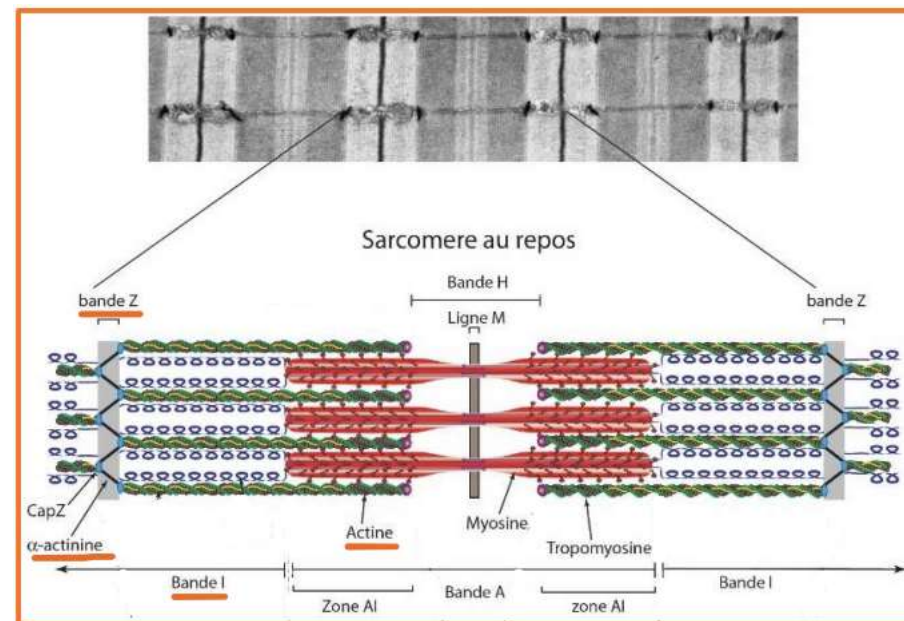
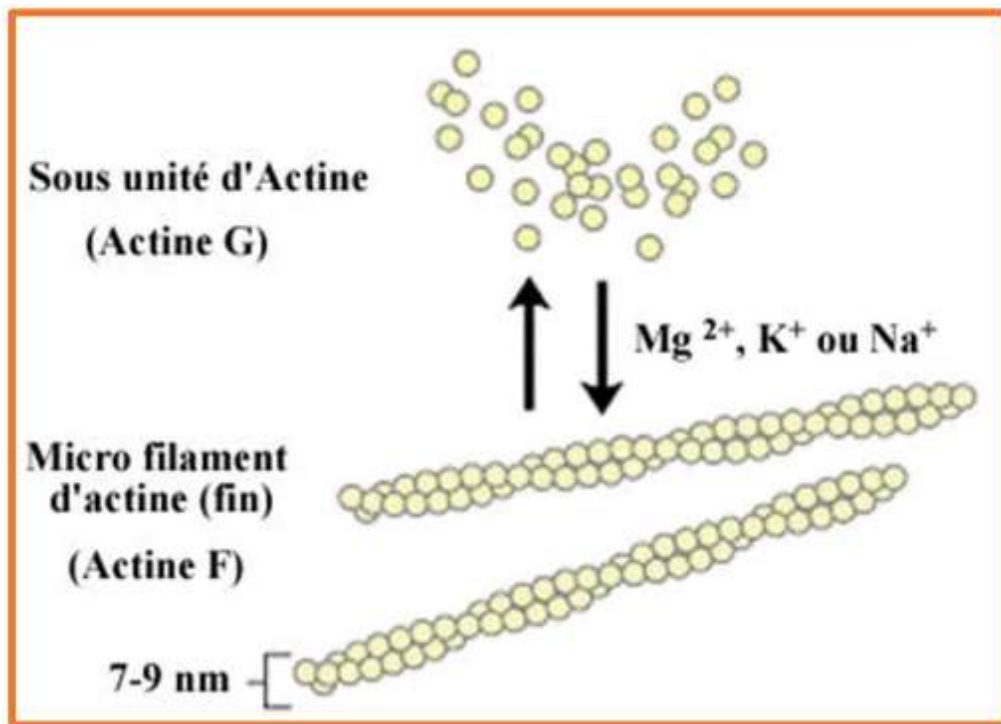
- **Myofilament épais** → formé de 300 à 400 molécules de myosines
- **Tiges** → **parallèles** les unes aux autres
- **Têtes** → **position hélicodale**
- **Le myofilament épais occupe toute la bande A**
- **Pas de tête de myosine dans la bande H**
- **Strie M** → jonction des myofilaments épais



2) Le filament fin

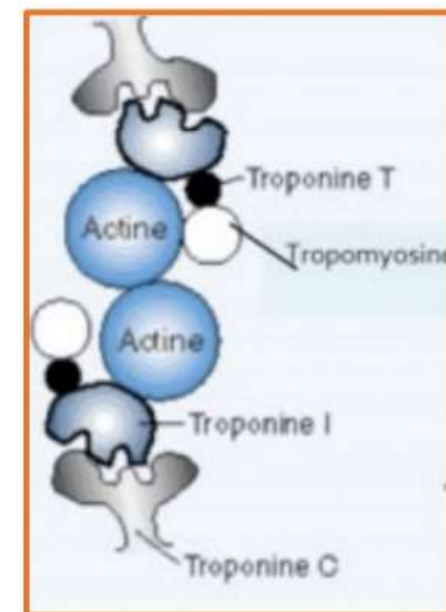
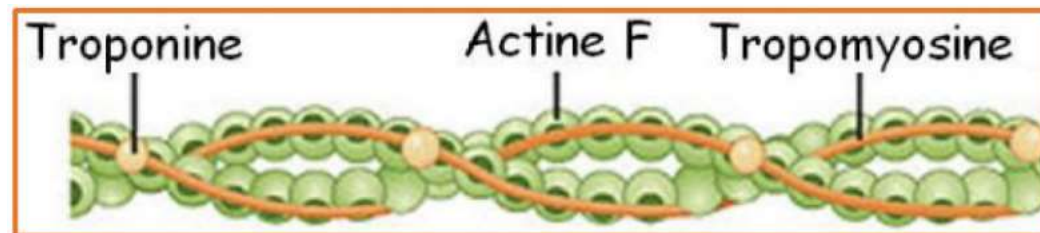
- Le **myofilament fin** est constitué d'actine
- **Actine** :
 - Masse moléculaire = **42kDA**
 - Protéine globulaire → **actine G**
 - Polymérisation en filament → **actine F**
 - Rotation de **166°** de chaque **actine G** = aspect en **double hélice**
 - **Site de fixation à la myosine**
- Filaments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

Schémas



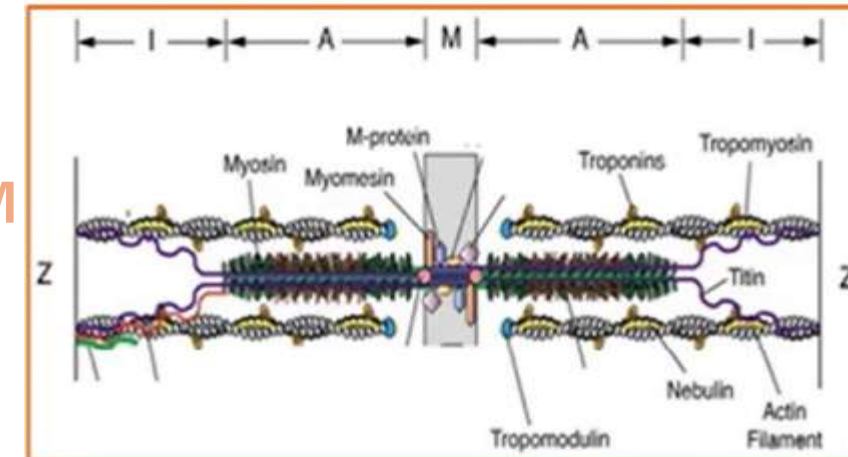
3) Les autres protéines contractiles

- Deux autres protéines contractiles : **troponine** + **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**

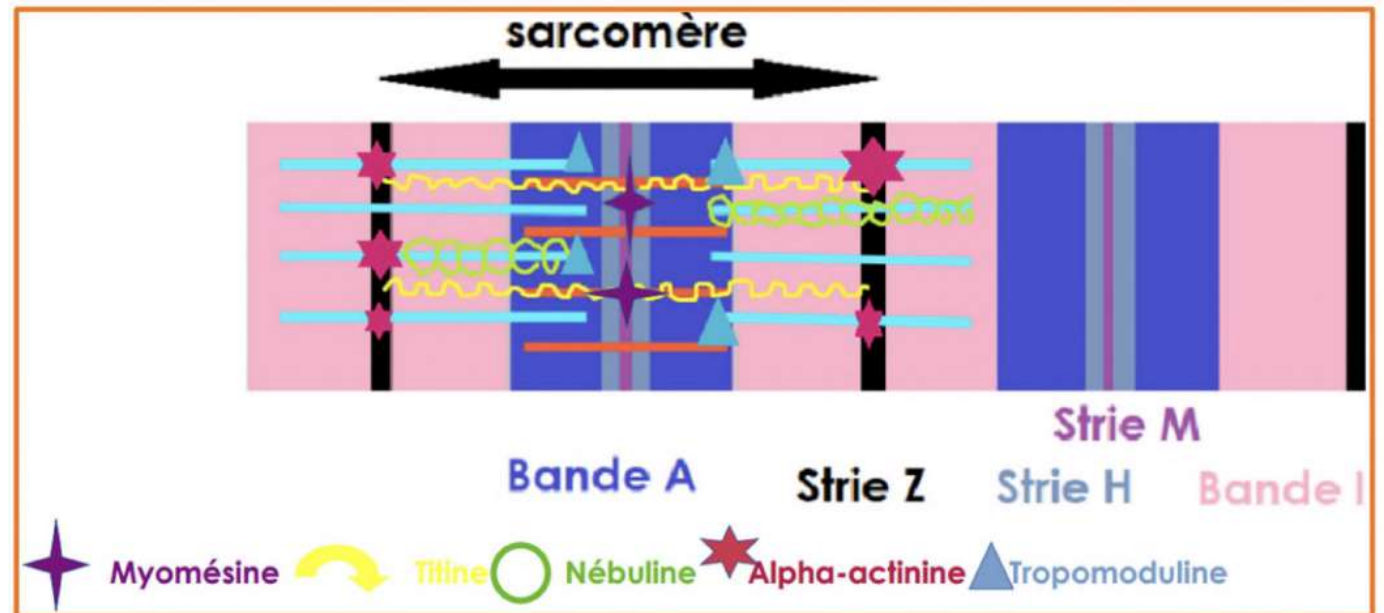


4) Attachement des myofilaments

- 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**



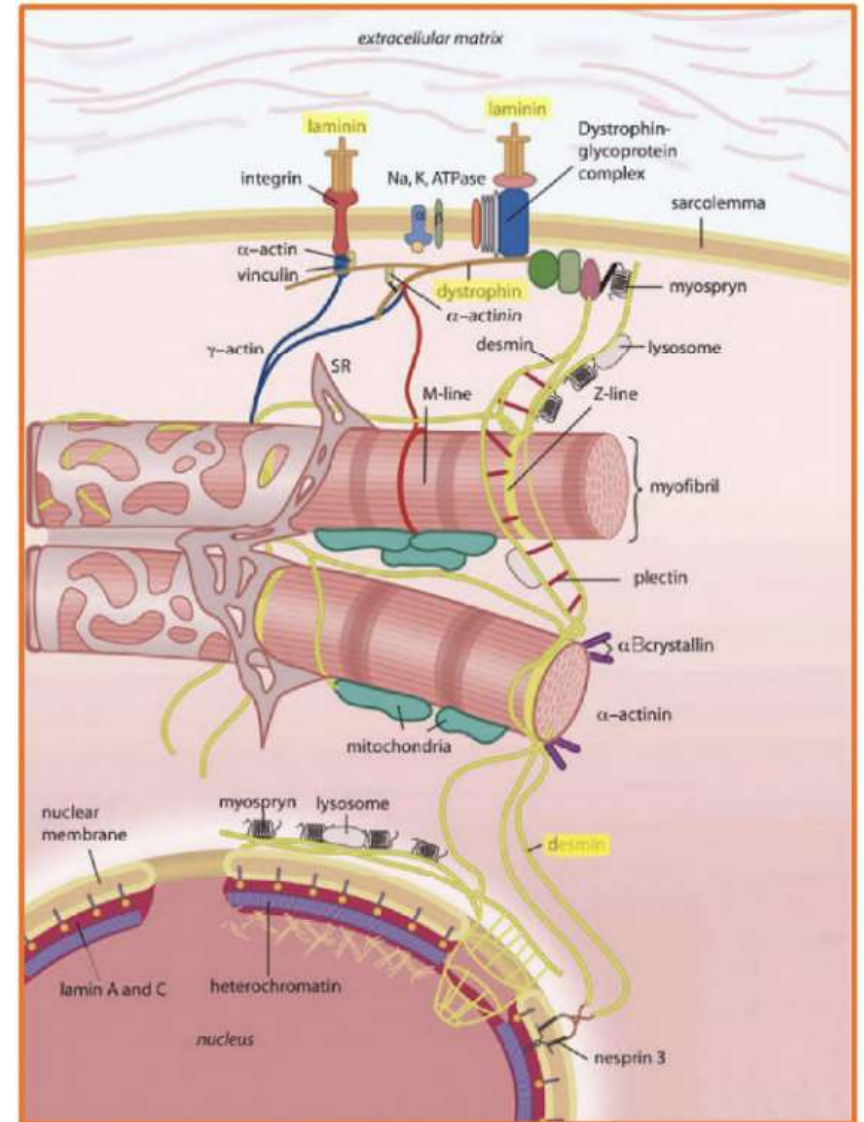
- **Nébuline** :
 - S'entoure autour du **filament fin**
 - Guide la **polymérisation de l'actine**
- **Alpha-actine** :
 - **Liaison** des filaments fins au niveau de la **strie Z**
- **Tropomoduline** :
 - **Stabilise** la **longueur du filament d'actine**



5) Attachement des myofibrilles

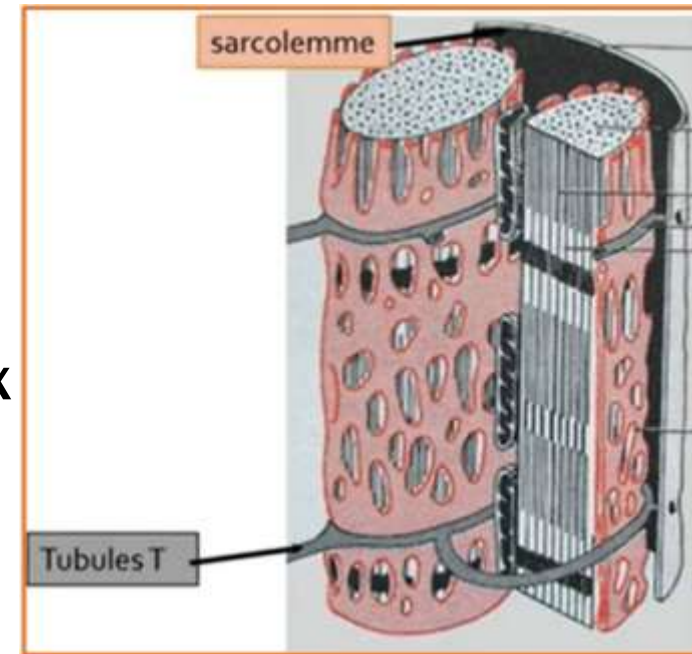
- Le **sarcomère** est aussi attaché à la **membrane plasmique** et à la **MEC**
- 3 protéines en jeu = **desmine** + **dystrophine** + **laminine**
- **Desmine** :
 - Relie les **myofibrilles** entre elles
 - Attache les **myofibrilles** au sarcolemme
 - Attache les **myofibrilles** à l'enveloppe nucléaire
 - 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**

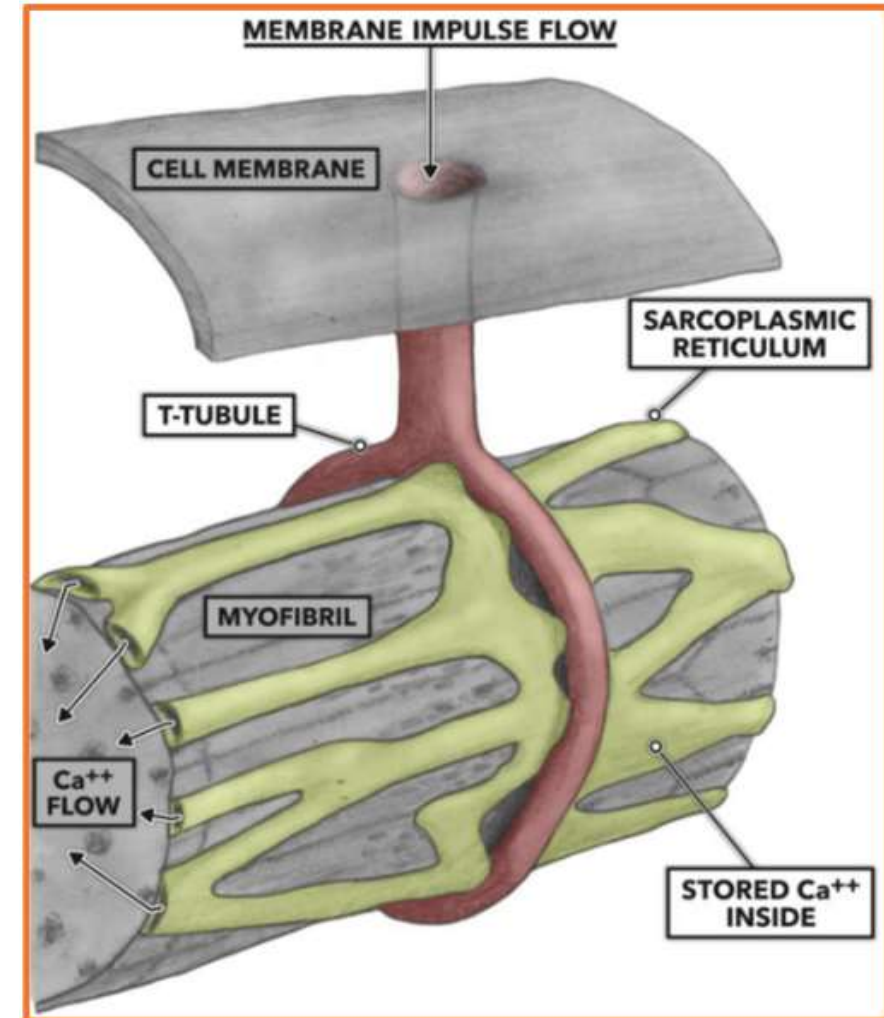


6) Sarcolemme, tubules T et réticulum sarcoplasmique

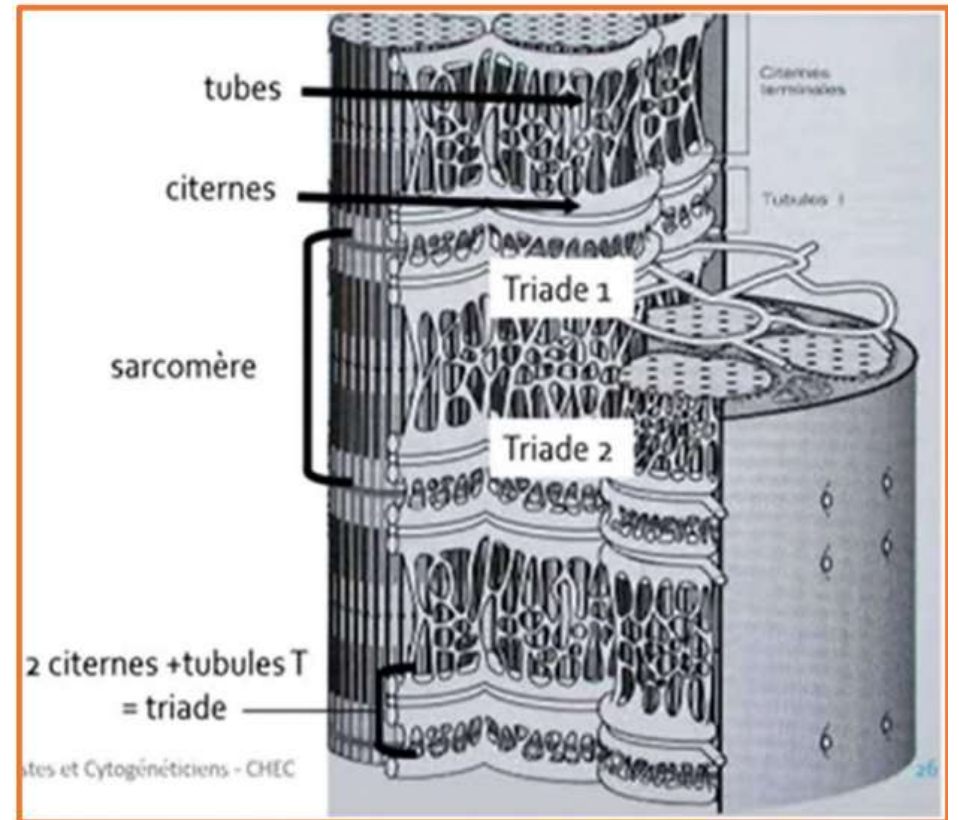
- Le **myocyte** possède d'autres organites aussi importants pour la contraction musculaire → **sarcolemme + tubule T + réticulum sarcoplasmique**
- Le **sarcolemme** :
 - Reçoit le signal de dépolarisation et permet sa propagation
 - Contient de nombreux récepteurs aux neurotransmetteurs et aux hormones
 - Contient des transporteurs GLUT1 et GLUT4
 - 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**
 - **Permettent la 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



Schémas

