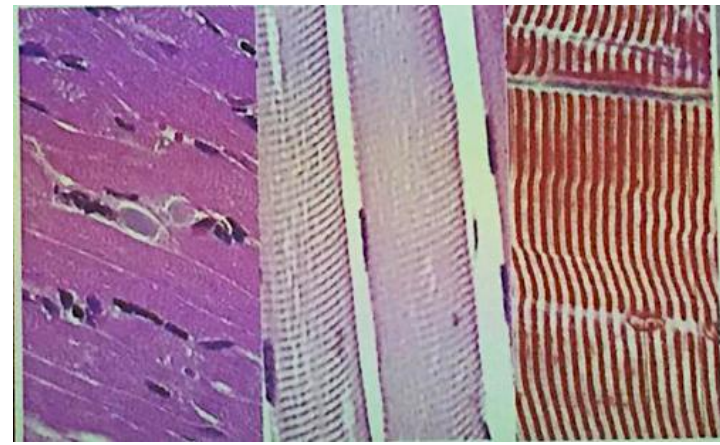


# Tissu Musculaire Squelettique

## **1) Caractéristiques générales**

- Les **muscles squelettiques striés** sont rattachés aux pièces squelettiques osseuses et sont responsables des mouvements des os et de certains organes.
- Ils sont constitués de cellules musculaires squelettiques appelées **rhabdomyocytes**, qui constituent les fibres musculaires striées.
- Les **rhabdomyocytes** sont cylindriques, multinucléés (environ 100 noyaux) avec **une striation transversale caractéristique** : Alternance de bandes sombres et de bandes claires due à l'agencement spécifique de *myofilaments* formant des *myofibrilles*. +++
- La membrane des *rhabdomyocytes* est appelée **sarcolemme**, les noyaux sont situés à la périphérie de la cellule, sont de forme ovoïde et disposés dans le sens de la longueur de la fibre.

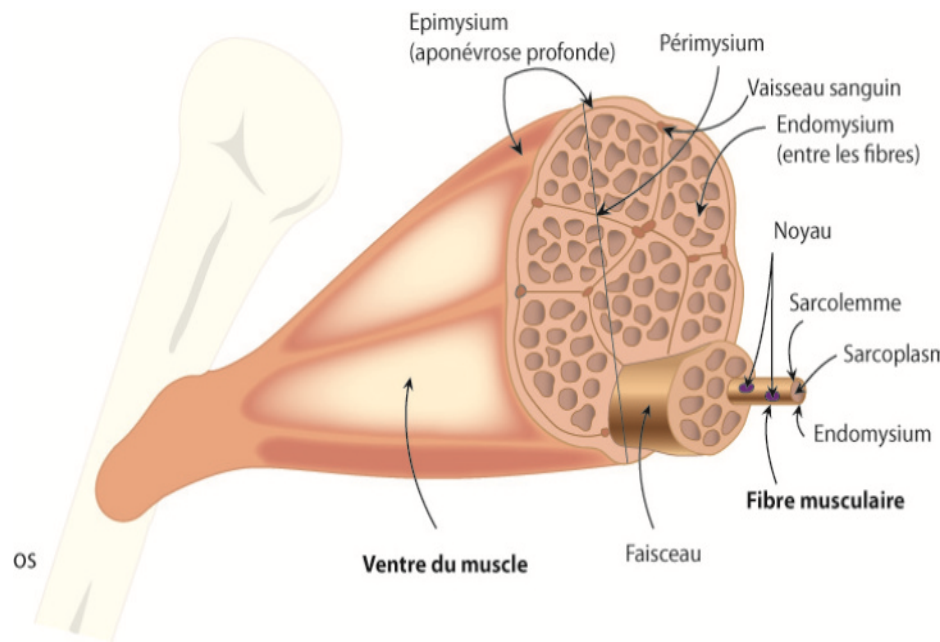


1<sup>ère</sup> photo : Faible grossissement, on observe les rhabdomyocytes (fibres musculaires) accolés parallèlement ainsi que les noyaux refoulés à la périphérie.

2<sup>ème</sup> photo : Grossissement supérieur, on distingue la striation transversale, les noyaux allongés à la périphérie, l'espace intercellulaire.

3<sup>ème</sup> photo : Grossissement supérieur, la striation transversale est bien visible.

## 2) Constitution des muscles striés squelettiques



- **1 fibre musculaire = 1 rhabdomyocyte.** Ils sont entourés de l'**endomysium** (Fin tissu conjonctif).
- **1 faisceau = plusieurs fibres musculaires.** Ils sont entourés du **périmysium** (Tissu conjonctif lâche).
- **1 muscle** = un ensemble de faisceaux entourés de l'**épimysium** (Gaine de tissu conjonctif dense).

- Les composants matriciels des tissus conjonctifs (endomysium, périmysium, épimysium) permettent le rattachement des muscles aux structures osseuses.
- Les fibres de collagène constitutives des tendons (lien entre muscle et os) sont insérées directement aux extrémités des fibres musculaires.

## 3) Sarcoplasme des rhabdomyocytes

### ✓ Les myofibrilles

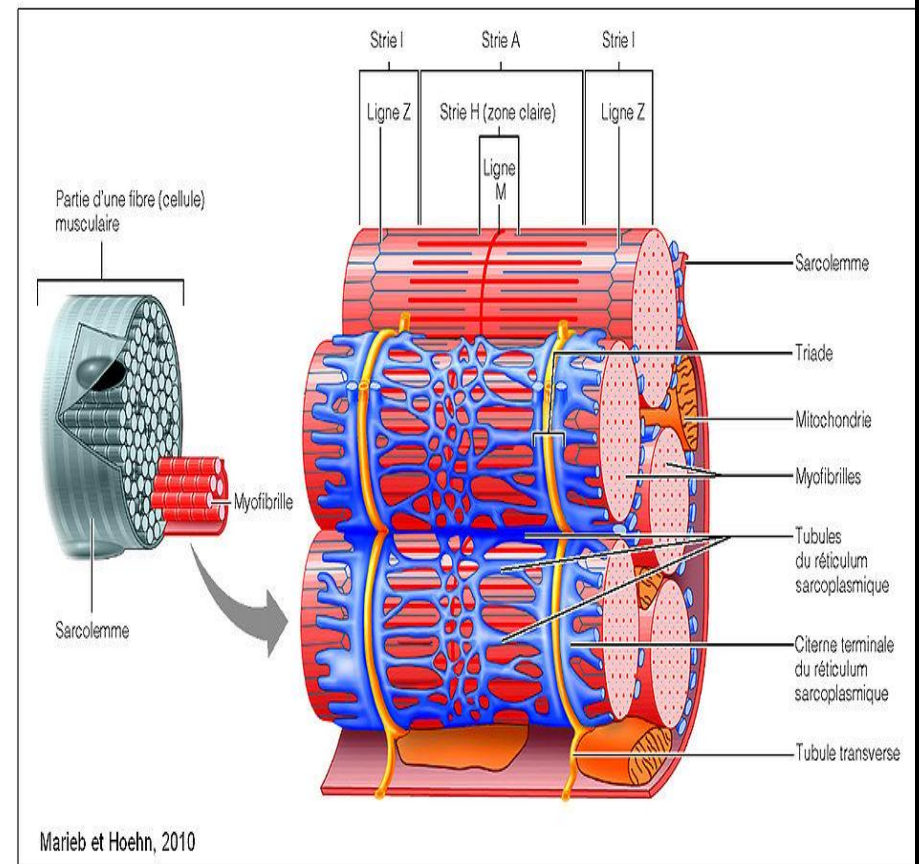
Elles sont à l'origine de l'**aspect strié** de la cellule.

- **Les bandes claires** : **Bandes I** pour **isotrope** +++ . Chaque bande claire est séparée en 2 par une strie transversale appelée **strie Z** ou **disque Z**.
- **Les bandes sombres** : Appelées **bande A** pour **anisotrope**.
- **Portions myofibrillaires** : Portion située entre 2 stries Z → 2 demi-bandes I séparées par une **Bande A** : Correspond à ce que l'on appelle un **Sarcomère**, l'unité de contraction. +++
- ✓ **Les mitochondries** : Elles sont allongées et situées entre les myofibrilles, abondantes, elles apportent l'énergie nécessaire à la contraction.
- ✓ **Le réticulum sarcoplasmique lisse** : Il constitue un réseau de tubules enserrant les myofibrilles de

manière parallèle. Les tubules du réticulum sarcoplasmique fusionnent latéralement au niveau des jonctions A/I (vu plus tard) pour former des culs de sac dilatés appelés **citernes terminales**. Il est le lieu de stockage du calcium nécessaire à la contraction.

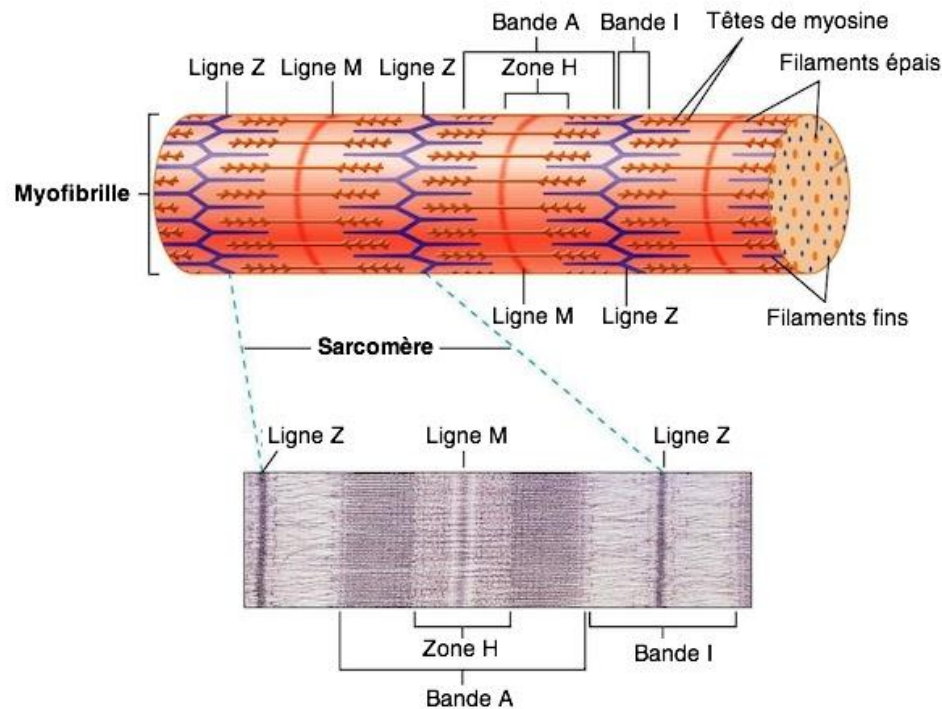
- ✓ **Les tubules T (transverses)** : Ce sont des tubes creux, des invaginations du sarcolemme (mb plasmique) au niveau des jonctions A/I qui s'insèrent entre les citernes terminales de 2 sarcomères successifs.
- ✓ **La triade** : Il s'agit d'un regroupement de 3 structures membranaires : 1 tubule T + 2 citernes terminales du réticulum
- ✓ **Le système T** : C'est l'ensemble des invaginations tubulaires issues du sarcolemme appelées tubules transverses qui arrive à proximité des tubes du réticulum sarcoplasmique lisse. Chaque tubule T se ramifie, entre en contact avec de multiples sarcomères portés par des myofibrilles différentes. Le système T permet la transmission de l'influx nerveux aux sarcomères les plus centraux de la cellule, il permet ainsi leur contraction. Il permet également l'apport en profondeur de nutriments comme glycogène et oxygène, et un apport nutritif équitable entre fibres

Lau  
périphériques et centrales pour permettre une contraction synchronisée.



- ✓ **Les grains de glycogène** : Sont nombreux dans le sarcoplasme et constituent une réserve énergétique.

#### 4) Composition des sarcomères



#### → La striation sarcomérique

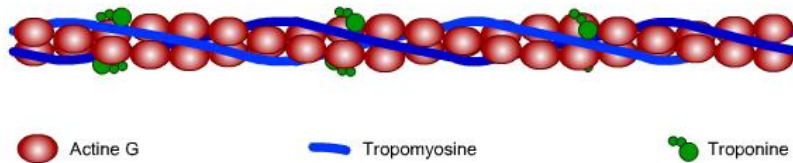
- Au milieu de la **bande A** donc la **bande sombre**, il y a une zone plus claire, **la bande H**
- Au centre de la **bande H** il existe une ligne plus sombre, **la ligne M**.

- 2 types de **myofilaments** constituent les myofibrilles : les myofilaments minces composés essentiellement d'actine et les myofilaments épais formés de myosine.

#### → Myofilaments fins

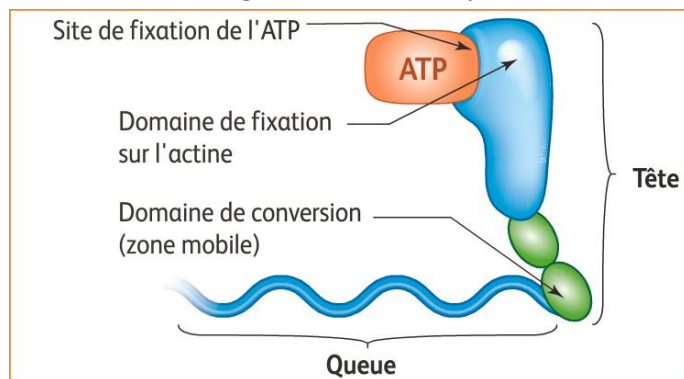
- **Constituant majoritaire de la bande I.**
- Ils s'insèrent sur une longueur variable au sein de la bande A suivant le degré de contraction de la cellule.
- Constitués de **2 molécules d'actine F** (elles-mêmes constituées de monomères globulaires d'actine G), les extrémités sont liées aux disques Z par des molécules d'**alpha actinine**.
- Il y a des molécules de **tropomyosine** mises bout à bout dans le sillon de l'hélice hélicoïdale d'actine.
- Le complexe moléculaire de troponine (3 sous-unités) associé à chaque molécule de tropomyosine :
  - **La troponine I** lie le complexe à la **tropomyosine**.
  - **La troponine C** fixe les ions calcium pour permettre la contraction.
  - **La troponine I** inhibe la liaison entre actine et myosine donc permet le relâchement du muscle.





### → Les myofilaments épais

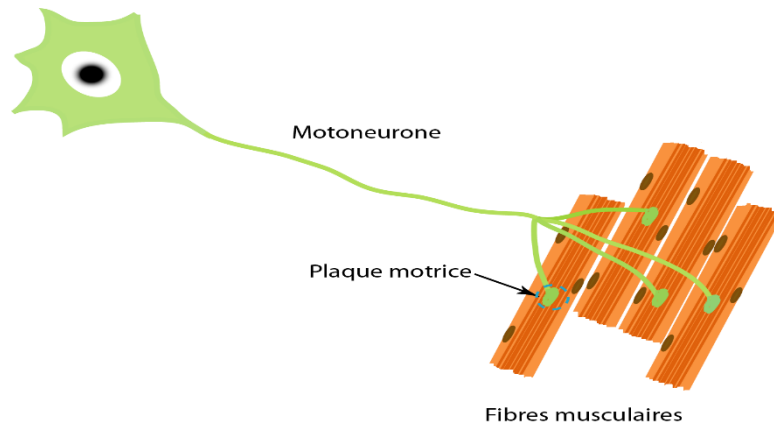
- Molécule de **myosine de type 2** constituée de 2 chaînes lourdes et 4 chaînes légères.
- Les myofilaments fins s'intriquent avec les myofilaments épais, cela forme la **bande A**.
- **Les têtes de myosine** : Ce sont des renflements localisés sur la partie *externe* des bandes A, c'est le **domaine moteur** de la molécule, le site de fixation de l'**ATP** et le site d'interaction avec l'actine.
- **Les queues des myosines** : Constituent le filament épais, constitue une région centrale dépourvue de tête.



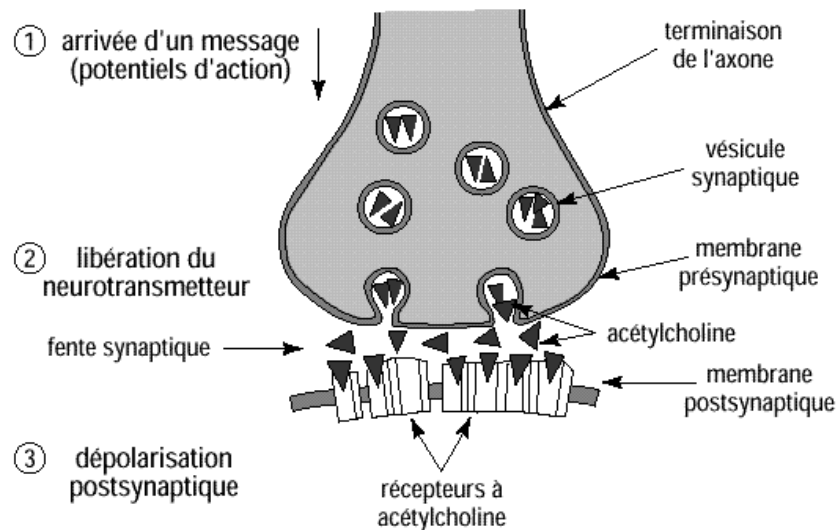
## 5) La contraction squelettique

- La contraction d'un muscle est due au **raccourcissement des fibres musculaires** permit par le glissement des myofilaments de myosine entre les myofilaments d'actine.
- Ce mouvement implique une *interaction entre les têtes des molécules de myosine et les molécules d'actine* en présence d'ATP et d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ .
- La contraction se fait en réponse à un potentiel d'action excitateur qui se propage le long du sarcolemme de la fibre musculaire.
- Ce potentiel d'action entraîne la libération d'ion  $\text{Ca}^{2+}$  libre dans le sarcoplasme ce qui déclenche la contraction.
- L'innervation se fait par l'intermédiaire d'un **nerf moteur** qui pénètre le muscle et se subdivise en plusieurs branches dans le **périnysium** (qui entoure les faisceaux) pour innover plusieurs groupes de rhabdomyocytes.
- **Les axones** se ramifient individuellement dans l'**endomysium**, chacun développant une arborisation terminale. L'axone est issu d'un **motoneurone**, il peut innover jusqu'à 100 fibres musculaires.
- Le site de contact entre l'axone et le rhabdomyocyte se fait au niveau de l'extrémité axonale sans gaine de myéline c'est-à-dire au niveau de la **plaque motrice**.

- Au niveau de cette extrémité, l'axone se ramifie en plusieurs terminaisons renflées appelées **boutons terminaux ou boutons synaptiques**
- **Unité motrice** : Motoneurones et les différents myocytes qu'il innerve par ses ramifications axonales.

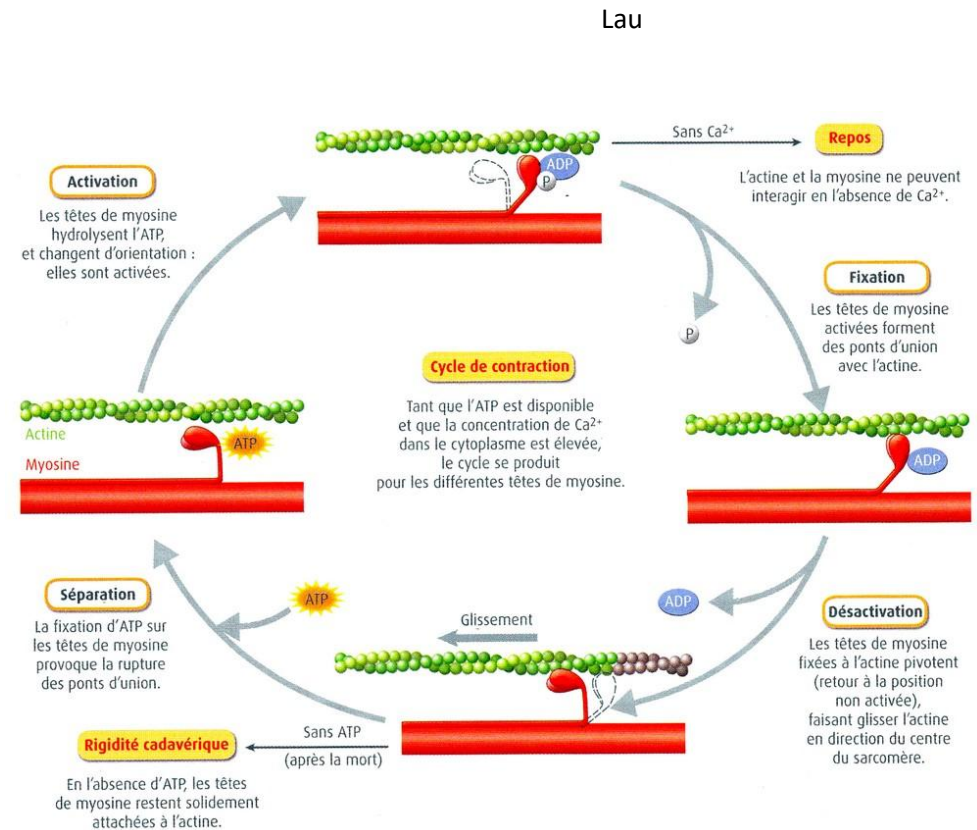


### Déclenchement d'un potentiel d'action



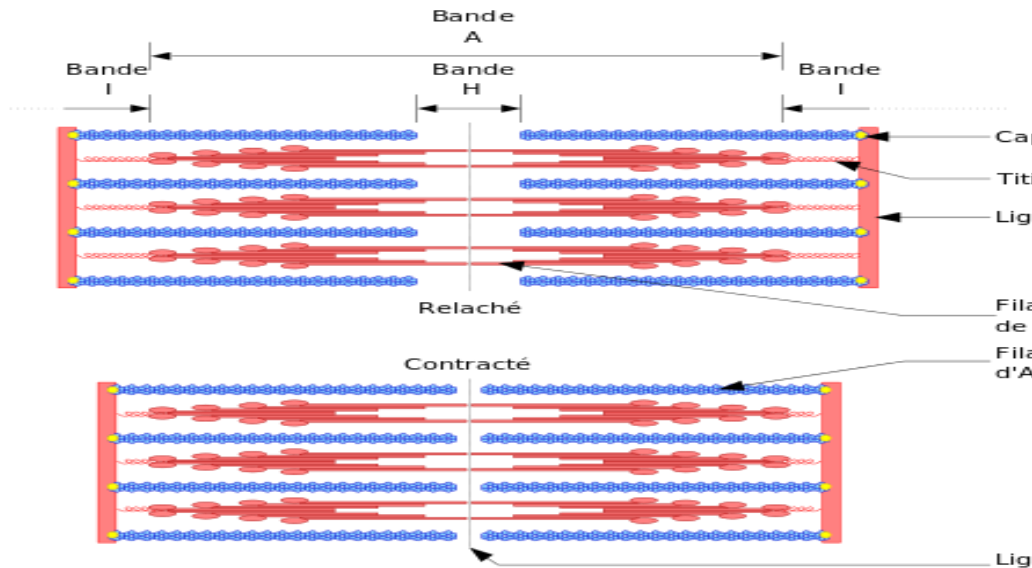
- L'influx nerveux arrive au niveau de l'extrémité des terminaisons axonales appelées **boutons synaptiques ou terminaux**.
- L'arrivée de l'influx induit l'**ouverture des canaux ioniques voltages dépendants** dont des *canaux calciques*.
- Les ions calcium entrent dans le *bouton synaptique* et induisent la fusion des vésicules synaptiques avec l'axolemm (membrane de l'axone) ce qui libère le **neurotransmetteur (acétylcholine)** dans la *fente synaptique*.
- Le neurotransmetteur lie ses récepteurs qui sont des **canaux ioniques ligands dépendants** au niveau des fentes synaptiques secondaires formées par le sarcolemme.
- La liaison entre le neurotransmetteur et son récepteur provoque une entrée de  $Na^+$  dans le sarcoplasme qui entraîne une dépolarisation membranaire locale à l'origine d'un potentiel d'action qui se propage le long du sarcolemme dans les tubules T.
- **L'acétylcholine** est détruite par les acétylcholinestérases au niveau de la lame basale qui recouvre le sarcolemme au niveau de la fente synaptique.
- La dépolarisation membranaire parvenue au niveau des tubules T entraîne l'ouverture des canaux  $Ca^{2+}$  des citernes terminales adjacentes. Les ions calcium sont alors libérés dans le sarcoplasme.
- Le  **$Ca^{2+}$**  libéré à partir des citernes terminales fixent les sous unités de **troponine C** des myofilaments fins d'actine.

- La fixation du calcium sur la troponine C entraîne un *changement de conformation de la troponine* de manière à déplacer la tropomyosine et à démasquer *les sites de liaison actine myosine* sur l'actine.
- Le contact entre actine et myosine va se faire par un positionnement à angle droit des têtes de myosine par rapport au grand axe des filaments d'actine.
- La *liaison d'actine/myosine* déclenche l'activité ATPasique qui est active dépendante au niveau de la tête de myosine.
- L'activité ATPasique induit une libération d'ADP et de phosphate inorganique.  $ATP \leftrightarrow ADP + P_i$   
 ATP : Adénosine triphosphate  
 ADP : Adénosine diphosphate
- L'Énergie dégagée par l'hydrolyse d'ATP provoque un renforcement de la liaison d'actine-myosine qui a pour conséquence un changement d'orientation de la tête de myosine qui se courbe.
- Cette courbure entraîne un glissement des filaments fins vers le centre du sarcomère.
- La fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur le site de liaison des têtes de myosine provoque le détachement de l'actine.



### La contraction

- C'est le raccourcissement des sarcomères, la longueur des myofilaments fins et épais reste constante.
- La taille de la bande A reste inchangée.
- La taille des demi-bandes I diminue.
- Les stries Z se rapprochent.



### Les différents types de rhabdomyocytes

- Les rhabdomyocytes ne sont pas tous identiques en termes de vitesse de contraction et de résistance à la fatigue.

1) **Fibre rouge de type 1** : Contraction lente, rôle dans le maintien postural, petit diamètre et couleur rouge foncé. Possède de nombreuses mitochondries qui permettent l'importante aptitude à régénérer l'ATP et permettent à la fibre d'être peu fatigable.

2) **Fibres blanches à contraction rapide** : Contraction forte et rapide, activité musculaire brève et intense, grande taille, peu de mitochondries, fatigables.

3) **fibres blanches contraction intermédiaire** : Résistance à la fatigue plus faible par rapport aux fibres rouges de type 1 mais force de contraction plus élevée.

### **\*\*RÉCAP ET DÉFINITION\*\***

- ❖ Muscle → Faisceaux → Rhabdomyocyte → Myofibrille → Sarcomère → Myofilament épais et fin.
- ❖ **Bande A** (sombre) = myosine + actine // **Bande I** (claire) = actine.
- ❖ **Le sarcomère est délimité par 2 stries Z +++**
- ❖ **Canaux voltage dépendant** : Canaux spécifiques d'un ou plusieurs ions dont l'ouverture dépend du potentiel membranaire.
- ❖ **Canaux ligands dépendants** : Canaux spécifiques d'un ou plusieurs ions dont l'ouverture dépend de la présence du ligand.