

# **ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL LOCOMOTEUR**

## **Partie 3: Les Muscles**



# III. Les Muscles

## Les FONCTIONS du Tissu Musculaire

Par le biais de contractions soutenues et de relâchements alternés, le tissu musculaire remplit 4 fonctions clés :

- la **production des mouvements** du corps
- la **stabilisation des articulations** et le maintien de la posture
- le **stockage** (contraction des sphincters) et le **déplacement** de substances dans l'organisme (Muscles Lisses)
- la **production** de chaleur

# III. Les Muscles

## Les PROPRIETES du Tissu Musculaire

- L'excitabilité électrique: Faculté à réagir en se contractant à toute excitation porté sur lui
- La contractilité: Faculté de se raccourcir lors d'une excitation
- L'extensibilité: Faculté à s'allonger , s'étendre
- L'élasticité: Faculté de revenir à son état initial.

# III. Les Muscles

## Les TYPES de Tissu Musculaire

Nous allons étudier dans ce cours deux types de muscles sur 3. Le muscle que nous n'étudierons pas ce jour est le muscle cardiaque.

Les **2 types de muscles étudiés** ce jour sont les **muscles squelettiques et les muscles viscéraux.**

**1 Muscle=**

1 ensemble de cellules musculaires ou fibres musculaires

+

la ramification nerveuse qui ordonne l'action.



# III. Les Muscles

## A. Le muscle squelettique ou strié

- Son nom vient de son anatomie
- Relié au squelette et responsable des mouvements volontaires
- L'organisme en contient 600 ils représentent 40 à 50% du poids corporels.
- D'une façon générale, chaque muscle strié comporte:
  - 2 extrémités grâce auxquelles il s'insère à l'aide de tendons,
  - un corps plus ou moins importants dont la forme varie : le corps charnu ou ventre du muscle.
- Mais différents types existent.

# III. Les Muscles

## A. Le muscle squelettique ou strié

Différents types de muscles striés:

- les muscles longs, ex: Biceps Brachial

leurs corps est fusiforme et les extrémités sont appelées tendons (constitués de tissu conjonctifs très dense). Selon le nombre de tendon le muscle est dit biceps, triceps ou quadriceps.

- Les muscles plats : ex: M. Grand Pectoral

le corps est étalé, le muscle s'insère directement sur une vaste surface osseuse ou cutanée.

- Les muscles courts : Ex: muscle Masséter Muscle de la mastication

corps court et trapu

- Les muscles annulaires : leurs corps est circulaire

Ex: muscle autour de la bouche

si autour d'un viscère il est appelé **sphincter**

Ex au niveau de la vessie

# III. Les Muscles

## A. Le muscle squelettique ou strié: Composants

Chaque muscle squelettique est un organe distinct constitué de Tissu Musculaire, lui même constitué de centaines ou de milliers de **cellules** : les **myocytes ou fibres musculaires**.

A maturité cette cellule contient une centaine de noyaux ou plus.

Pour former un muscle entier, les fibres musculaires se disposent en **faisceaux** maintenus entre eux par du tissu conjonctif fibreux.

Une fibre musculaire ou myocyte est délimitée par une membrane **le sarcolemme**.

# III. Les Muscles

## A. Le muscle squelettique ou strié: Composants

(suite)

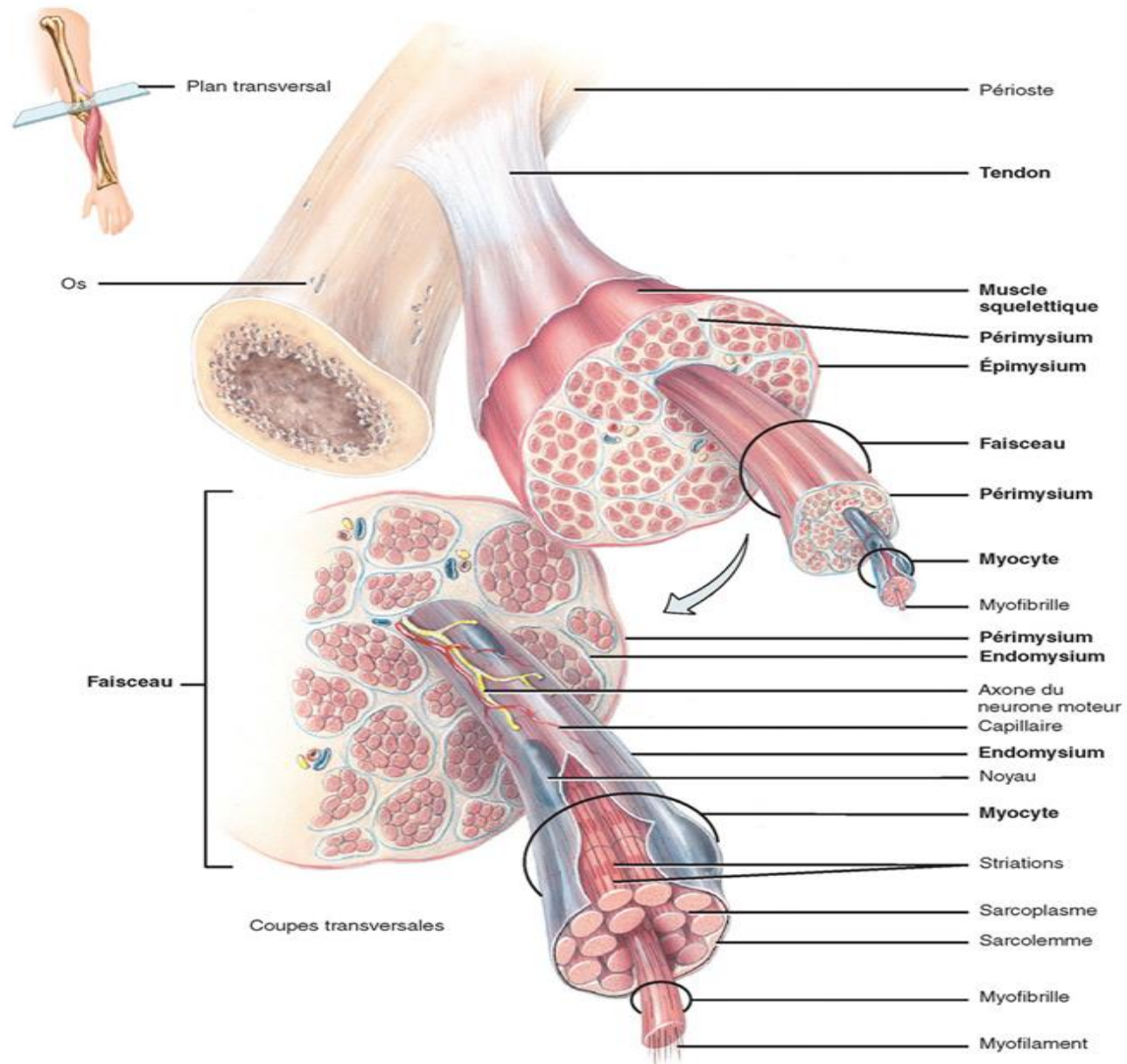
Les composants génériques de ce myocytes, une cellule très spécifique, ont une dénomination particulière.

Ainsi dans un myocyte:

- Mitochondries= Sarcosomes
- Cytoplasme= Sarcoplasme
- Réticulum endoplasmique= Réticulum sarcoplasmique.
- Membrane Plasmique= Sarcolemme

A l'intérieur du Sarcolemme, donc d'un Myocyte, on retrouve un ensemble de fibrilles (petites fibres) appelées **MYOFIBRILLES**. Une fibre musculaire ou myocytes en contient plusieurs centaines.





Agencement d'un Muscle Squelettique et situation d'un Myocyte

# III. Les Muscles

## A. Le muscle squelettique ou strié: Composants

(suite)

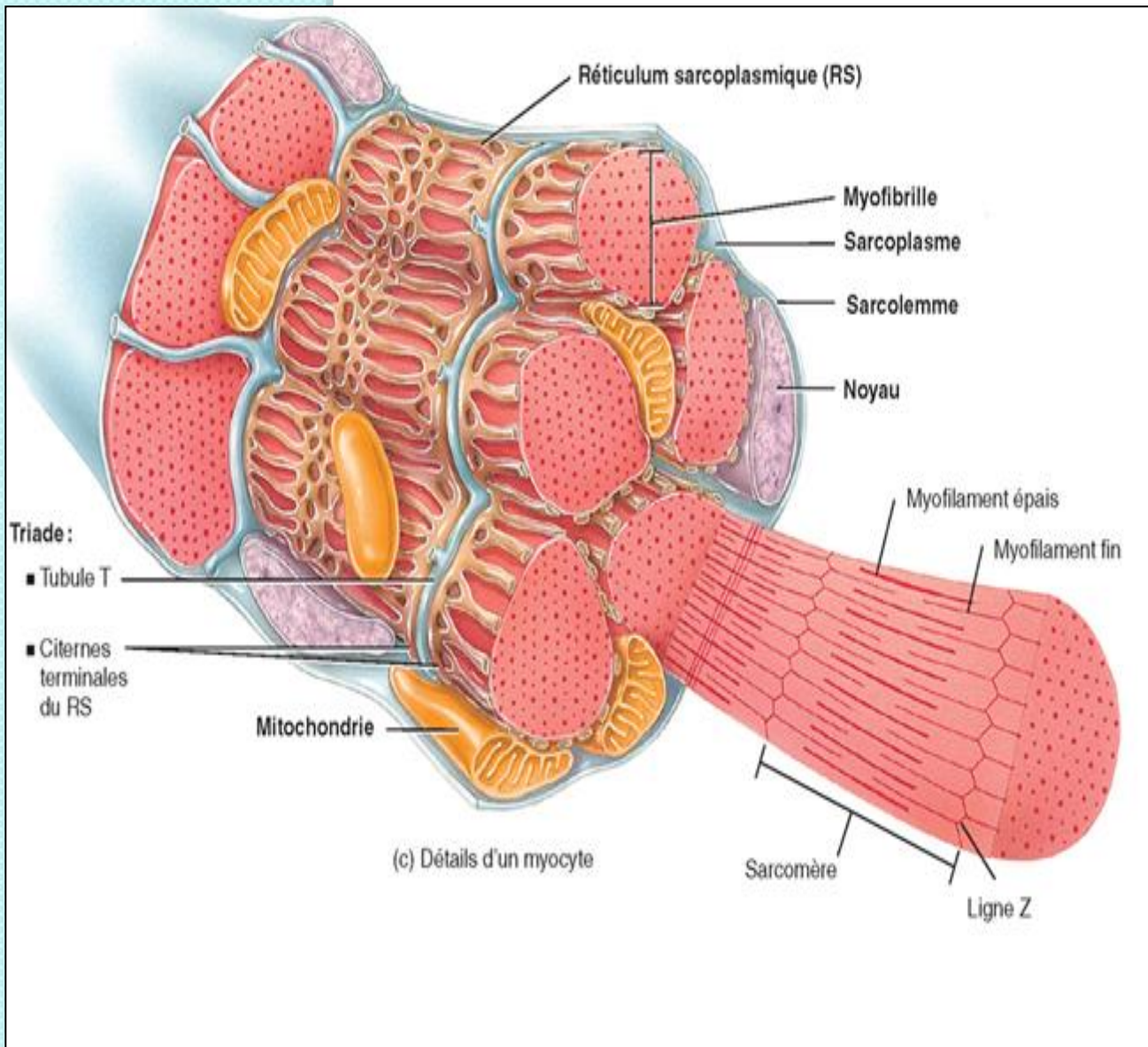
Chaque Myofibrilles est constituée d'une série répétitive:

- de stries claires= Myofilaments fins= **Actine**
- de stries foncées = Myofilaments épais= **Myosine**

organisées selon un modèle de base.

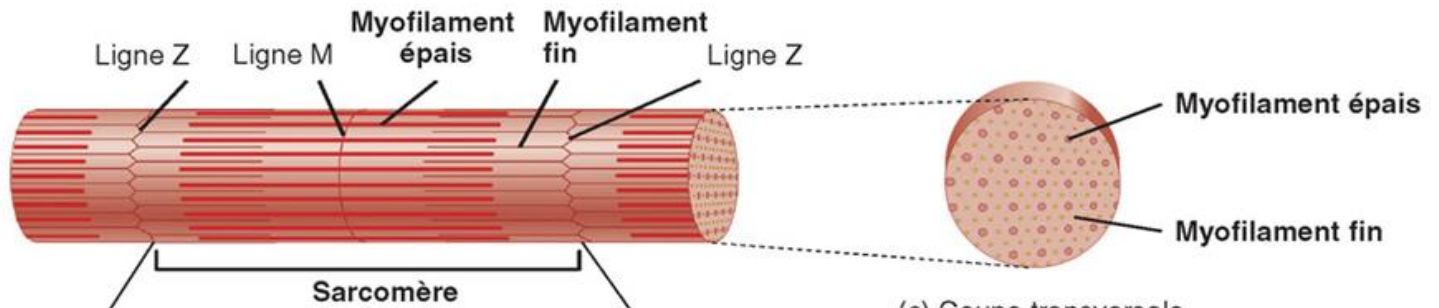
Ce modèle de base qui se répète est appelé **un sarcomère**.

L'actine et la Myosine sont des protéines contractiles, c'est-à-dire des protéines dont les déformations sont responsables des mouvements cellulaires ou musculaires.



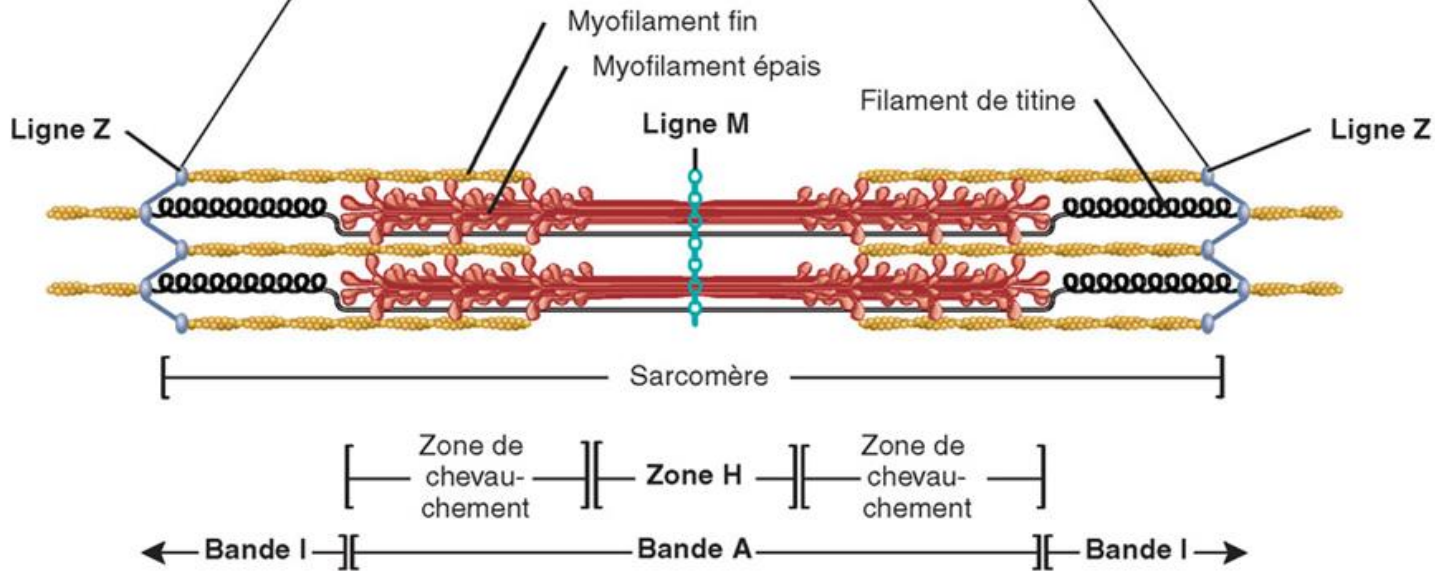
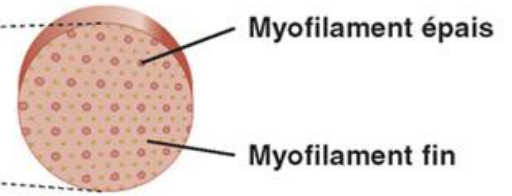
## Le Sarcomère dans le Myocyte





(a) Myofibrille

(c) Coupe transversale d'une myofibrille au niveau de la zone de chevauchement dans la bande A



Détails d'un sarcomère



# III. Les Muscles

## **B. Muscles Striés: De l'influx nerveux à la contraction musculaire**

L'influx nerveux part du Système Nerveux Central(SNC).

Il est transporté jusqu'aux muscles concernés par de **neurones moteurs ou Motoneurones**.

L'axone du motoneurone entre en contact avec le muscle. Cet axone se ramifie et peut innerver de quelques unes à des centaines de cellules.

**Motoneurone + Myocytes Innervés= Unité Motrice**

Le point de contact d'une fibre nerveuse avec une cellule musculaire **est appelé jonction neuro-musculaire**. (Une synapse particulière)

Et plus précisément, la portion de membrane plasmique située en contact direct avec la partie terminale de l'Axone est appelée **Plaque Motrice**

# III. Les Muscles

## B. *Muscles Striés: De l'influx nerveux à la contraction musculaire*

Au niveau de la Jonction Neuro-Musculaire un neurotransmetteur est libéré. C'est **L'Acétylcholine**.

Lorsque L'acétylcholine entre en contact avec les myocytes, il se déclenche à cet instant un potentiel électrique= **Potentiel d'action**.

Ce potentiel d'action se propage dans la cellule excitée mais aussi de cellule en cellule.

Ce potentiel d'action déclenche **la libération des ions  $Ca^{2+}$** . Ils sont en réserve Situés dans des vésicules contenues dans le réticulum sarcoplasmique des myocytes.

Ce calcium va déclencher l'établissement de pont entre les filaments de Myosine et ceux d'actine= **Ponts transversaux**

# III. Les Muscles

## B. *Muscles Striés: De l'influx nerveux à la contraction musculaire*

Au repos musculaires cet établissement de pont est rendu impossible grâce à la présence de deux autres protéines : **la troponine et la tropomyosine** .

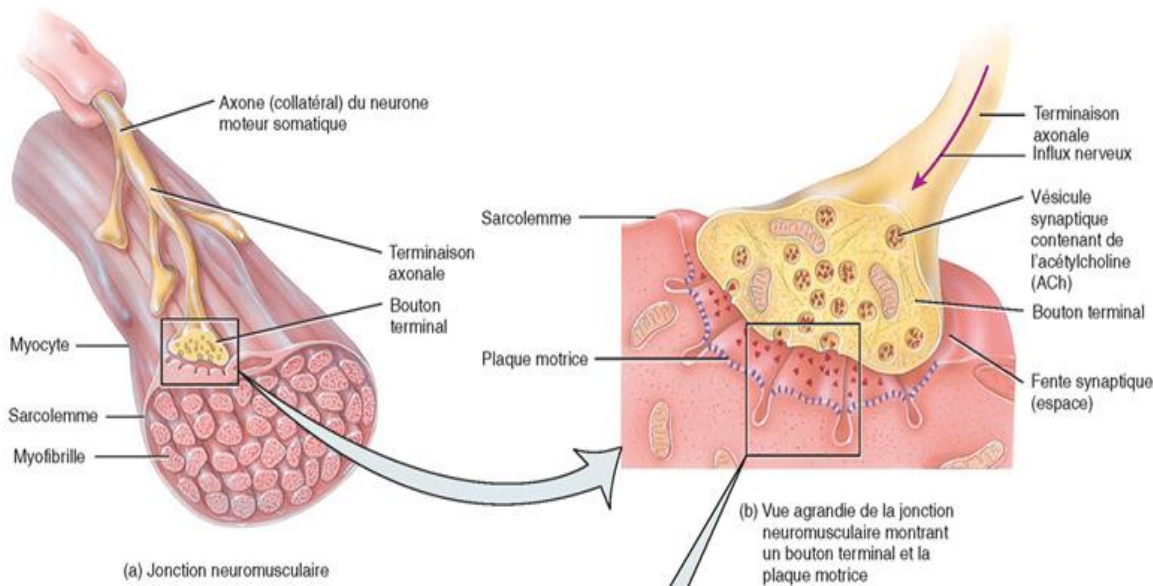
Elles bloquent les sites où les ponts transversaux doivent s'établir.

A l'arrivée des ions  $\text{Ca}^{2+}$ , le calcium délie ces deux protéines et se fixe à la troponine et rend possible la construction de pont transversaux entre molécules d'Actine et de Myosine.

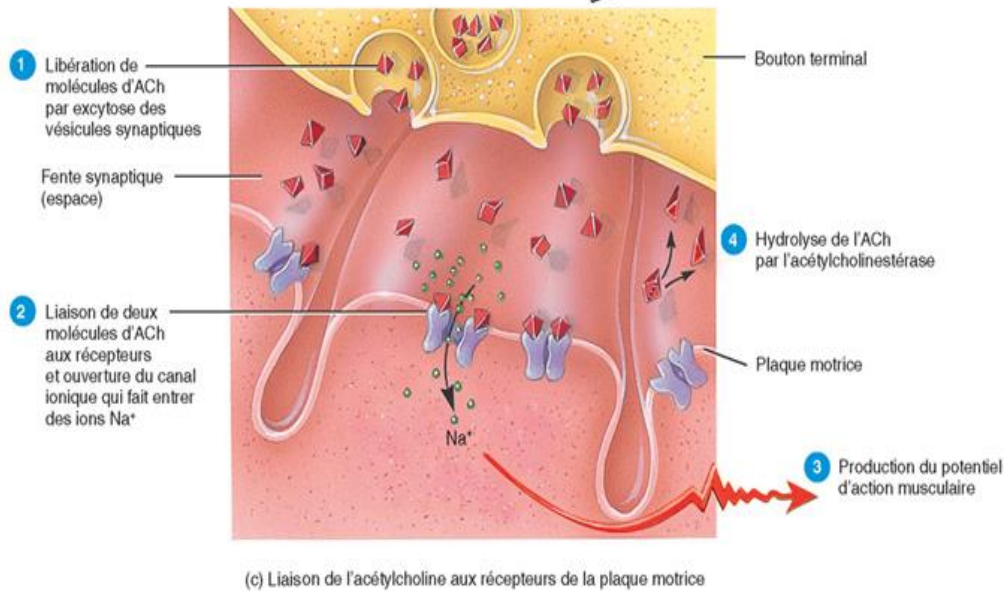
Lors de la formation de ces ponts transversaux (entre actine et myosine), les filaments fins d'actine sont tirés vers le centre du sarcomère par les têtes de myosine des filaments épais.

Ce glissement raccourcit la sarcomère et provoque la contraction

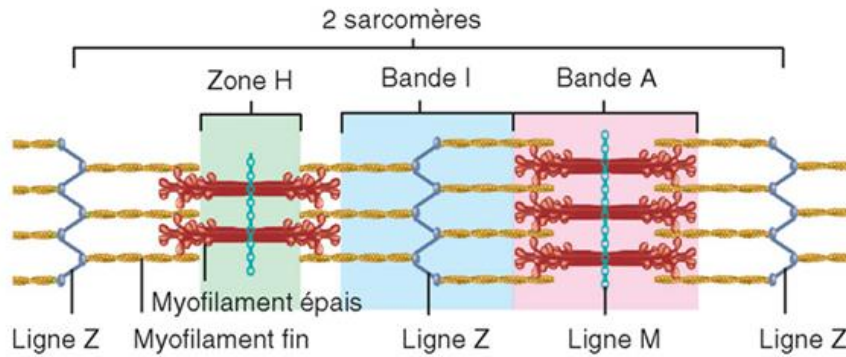
La rupture de tous les ponts transversaux permet la relaxation des myofibrilles.



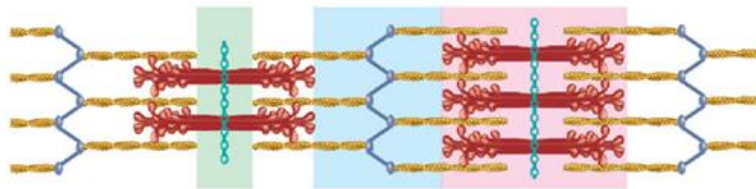
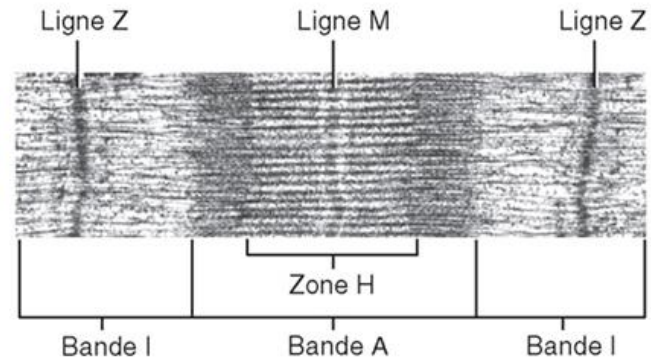
## Jonction Neuro-musculaire et focus sur la plaque motrice



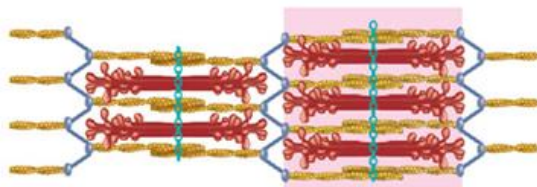
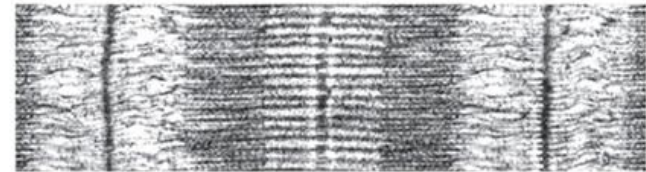




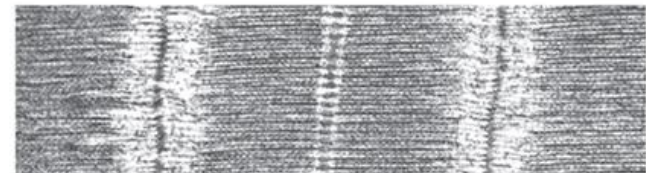
(a) Muscle au repos



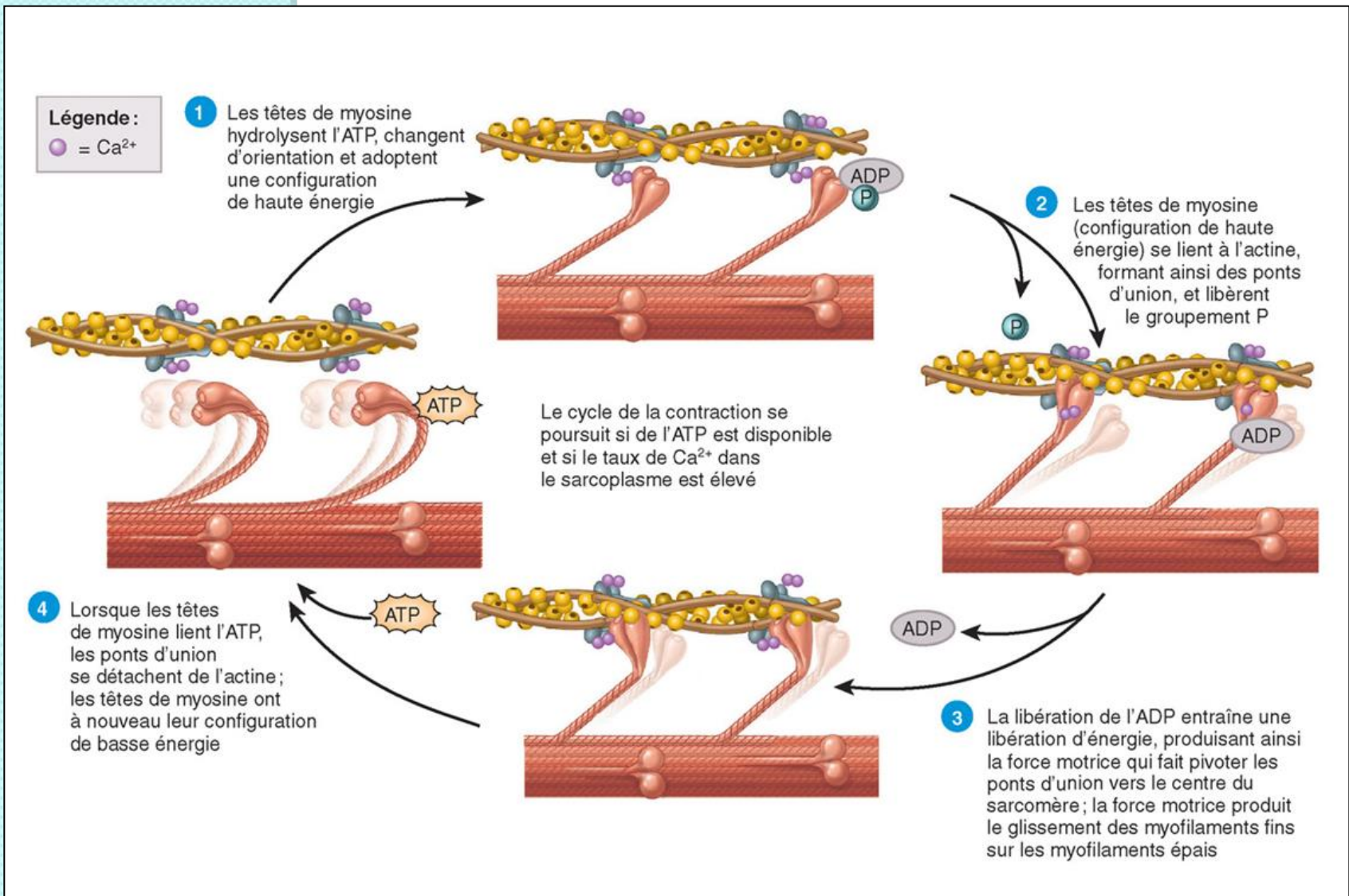
(b) Contraction partielle du muscle



(c) Contraction maximale du muscle

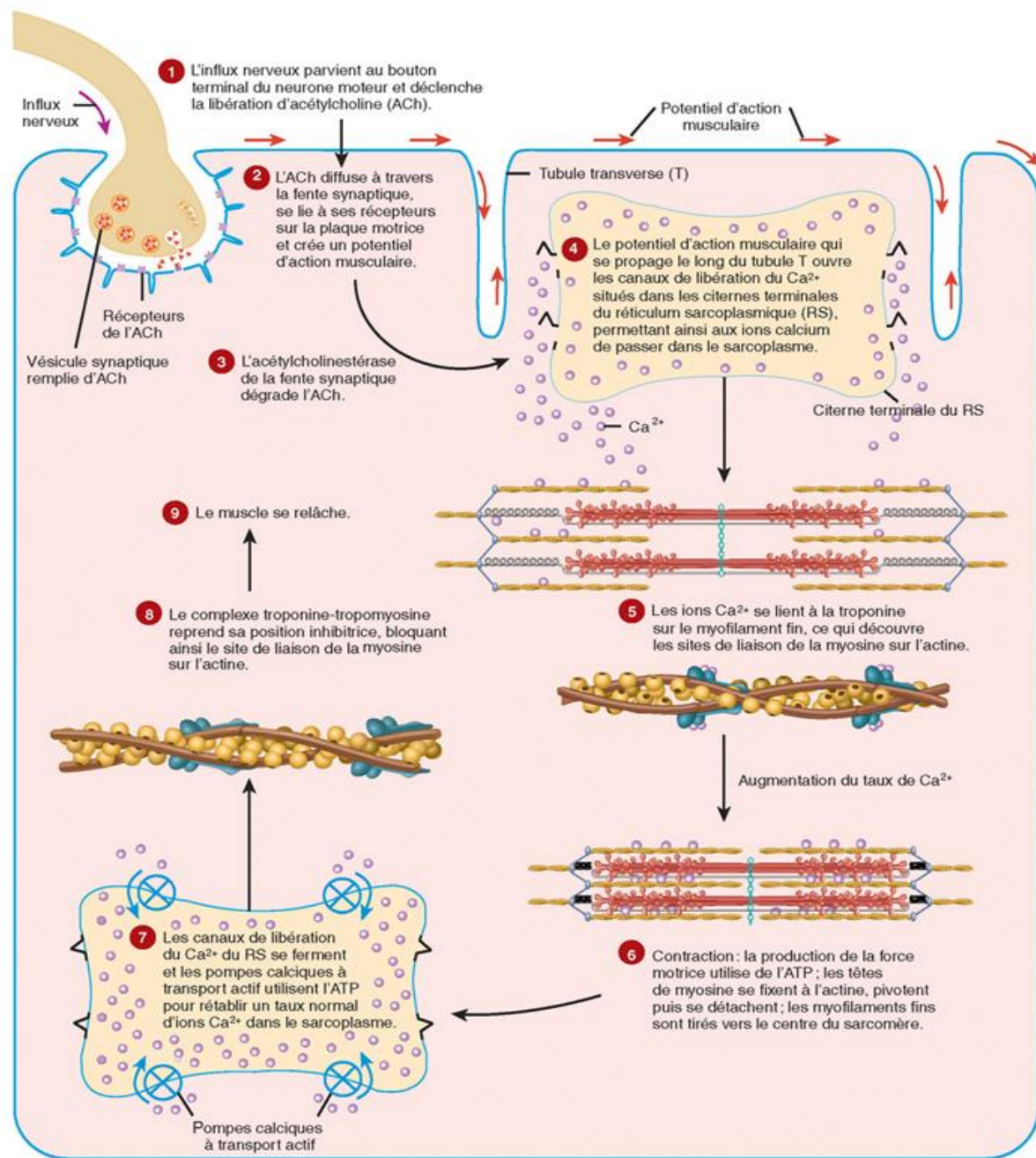


## Mécanismes de glissement des Myofilaments d'un muscle strié



## Le Cycle de la contraction Musculaire





# III. Les Muscles

## C. Les sources d'énergie pour réaliser la contraction musculaire

Toute contraction requiert de l'énergie sous forme **d'ATP**.

Pour synthétiser de l'ATP les cellules musculaires doivent disposer d'un apport suffisant d'O<sub>2</sub> et de glucose apporté en permanence par le sang circulant.

De plus les cellules musculaires peuvent constituer une petite réserve de substance grâce à la **Myoglobine**: (stock l'oxygène, le glycogène, la créatine phosphate)



# III. Les Muscles

## C. Les sources d'énergie pour réaliser la contraction musculaire (suite)

Dans la plupart des activités de la vie quotidienne, les tissus reçoivent des quantités suffisantes d'O<sub>2</sub> et le muscle peut fonctionner dans des **conditions aérobies.**

Mais **au cours d'activité intense**, une personne peut ne pas parvenir à aspirer l'O<sub>2</sub> suffisamment rapidement pour couvrir les besoins du muscle, l'organisme utilise donc d'autres procédés pour synthétiser de l'ATP:

- **Utilisation du Stock** constitué grâce à la myoglobine.
- Puis si cela ne suffit pas, si l'effort continue: **Transformation du glycogène en ATP sans utilisé d'oxygène.** (Anaérobie).
  - Mais lors de ce procédé, un acide organique = l'acide lactique s'accumule dans les cellules. Le métabolisme anaérobie peut continuer jusqu'à ce que l'accumulation d'acide lactique engendre une fatigue musculaire, crampes

# III. Les Muscles

## D. Biomécanique

La plupart des muscles ont **2 points d'ancrage** au squelette:

- une extrémité d'un muscle s'attache à une partie du squelette assez mobile : **insertion**
- l'autre extrémité à une partie relativement stable: **origine**

Quand un muscle se contracte, il tire sur les 2 points d'ancrage qui rapproche l'insertion de l'origine.

### Exemple du Biceps Brachial:

- Origine: une région de la scapula (ou omoplate) différente pour chacun des 2 tendons de ce muscle
- Insertion: au niveau du radius( tubérosité bicipitale )

# III. Les Muscles

## D. Biomécanique

Les muscles travaillent conjointement:

- Un mouvement est effectué par un muscle appelé **prime over** (moteur principal).
- Le mouvement opposé sera effectué par un muscle **antagoniste** qui se relaxera lors du mouvement du prime over

# III. Les Muscles

## **E. Vascularisation et Innervation**

Les tissus musculaires squelettiques sont parcourus par un riche réseau de nerfs et de vaisseaux sanguins.

Une artère et une ou 2 veines accompagnent chaque nerf qui pénètre à l'intérieur d'un muscle squelettique



# III. Les Muscles

## **E. Tissu Musculaire Lisse.**

Ce tissu ne possède pas de striation, c'est pourquoi on le nomme muscle lisse.

Nous le retrouvons notamment au niveau de l'intestin il permet le° péristaltisme intestinal( l'ensemble des contractions musculaires permettant la progression d'un contenu à l'intérieur de l'intestin.)

**Il existe deux types de Tissu Musculaire Lisse**

- le T.M.L viscéral ou unitaire
- le T.M.L multi unitaire

# III. Les Muscles

## E. Tissu Musculaire Lisse.

La contraction d'un myocyte d'un muscle lisse commence lentement et **dure beaucoup plus longtemps** que la contraction d'un myocyte d'un muscle strié.

Comme dans le muscle squelettique, c'est **l'augmentation du taux de calcium** qui déclenche la contraction

Une protéine régulatrice : **la calmoduline**, se lie aux ions calcium.

La calmoduline active une enzyme, qui va modifier la tête de myosine, qui peut alors se fixer à l'actine et la contraction peut avoir lieu

La plupart des **myocytes lisses se contractent et se relâchent en réponse à un potentiel d'action du Système nerveux autonome (contraction non volontaire)**

Mais nombre d'entre eux le font également en réponse à l'étirement, à des hormones ou à des facteurs locaux (ph, oxygène...)