



III

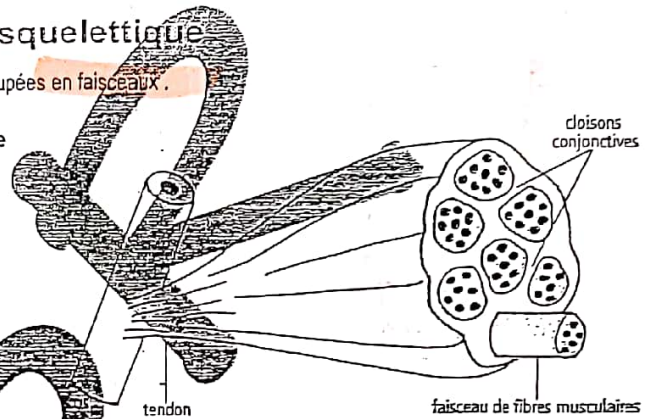
Un exemple d'activité cellulaire consommatrice d'énergie : la contraction des fibres musculaires

Les muscles squelettiques permettent, par leur activité contractile, les déplacements de segments osseux les uns par rapport aux autres, et ainsi la réalisation de mouvements.

1. L'organisation structurale du muscle squelettique

À la dissection, le muscle apparaît constitué de fibres musculaires regroupées en faisceaux.

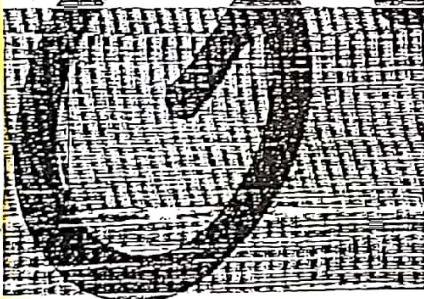
Document 1 Schéma de la structure d'un muscle squelettique



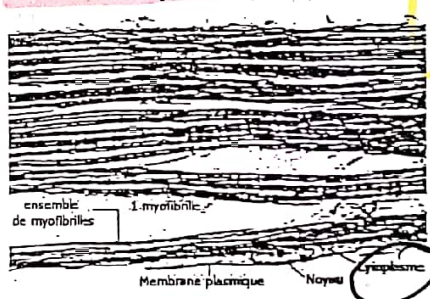
La fibre musculaire est une cellule géante (de quelques cm à plus de 30 cm de longueur sur 10 à 100 mm de largeur) qui possède plusieurs noyaux limitée par une membrane (sarcolemme).

Document 2 Observation microscopique de muscle squelettique

Aspect superficiel du muscle squelettique



Fibre musculaire striée (x 180)



cytoplasme
↓
sarcoplasma
caractéristique:
plusieurs noyaux

Unité: μ
↓
[lumière] Microscope Optique
non ou A Angstrom
↓
Microscope électronique [électrons]

Le cytoplasme de la fibre musculaire (ou sarcoplasme) contient de très nombreuses structures longitudinales parallèles : les myofibrilles. Entre les myofibrilles, de nombreuses mitochondries et des grains de glycogène sont présents.

Document 3 Structure d'une fibre musculaire striée (MET x 48 000)



Chaque myofibrille est formée d'une succession d'unités structurales appelées sarcomères, séparées par des stries Z.

cellule non vivante
[Enceinte vide]
conséquence:
- tissus morts

Anisotrope → ne laisse pas passer la lumière.

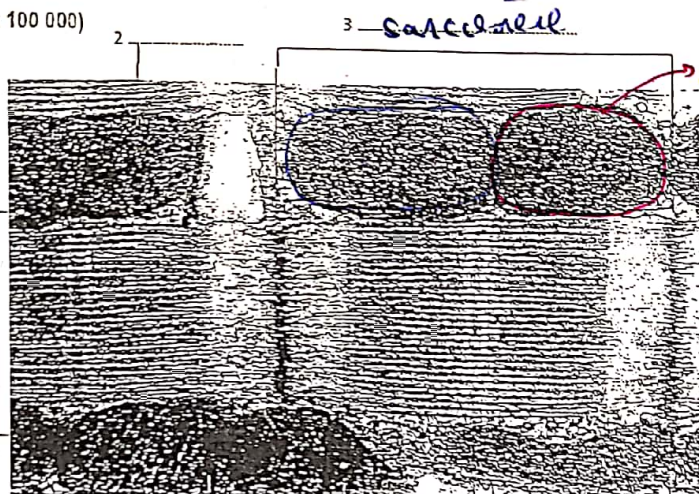
Chaque sarcomère est lui-même constitué d'une bande sombre médiane (bande A) et de deux demi-bandes claires à ses extrémités ; la strie Z traverse la bande claire (bande I).

Au milieu de la bande sombre A de la myofibrille au repos, on distingue une bande plus claire, la bande H

Document 4 Structure d'une myofibrille (MET x 100 000)

Au microscope électronique, les myofibrilles apparaissent constituées de deux types de filaments :

- des myofilaments épais constitués de myosine (diamètre 16 nm)
- des myofilaments fins constitués d'actine (diamètre 5 nm)



bande sombre 1/2 bande claire 1/2

Mitochondrie

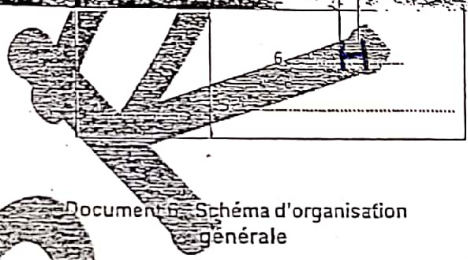
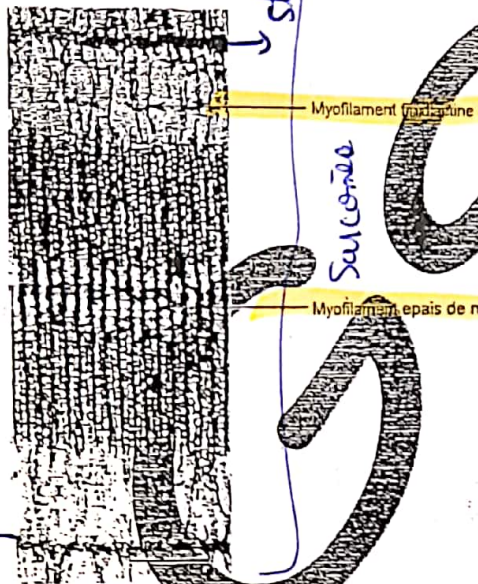
tout ce qui est Myo !! Muscle

A) Bande claire → discontinue

photo

Myofibrilles

Document 5 Coupe longitudinale d'une myofibrille (MET x 90 000)



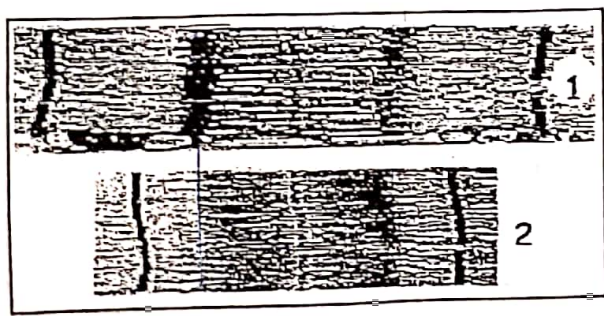
schéma

2. Le mécanisme de la contraction musculaire

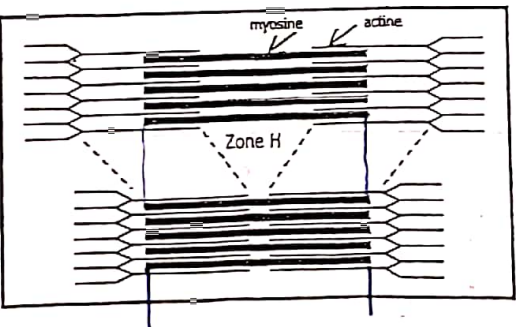
L'étude d'électronographies de fibres musculaires au repos ou en état de contraction permet de comprendre leur fonctionnement

→ photo prise par micro électro

Document 8 Sarcomère relâché et contracté (MET x 50 000)



1) Sarcomère relâché 2) Sarcomère contracté

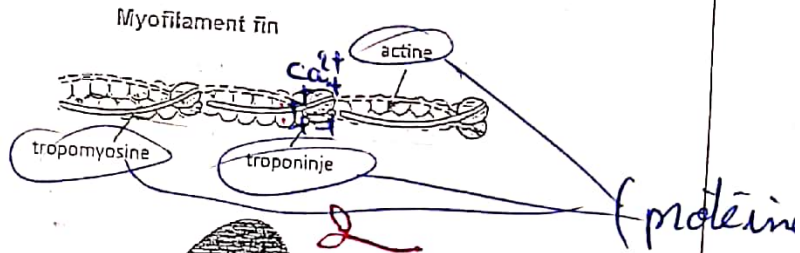
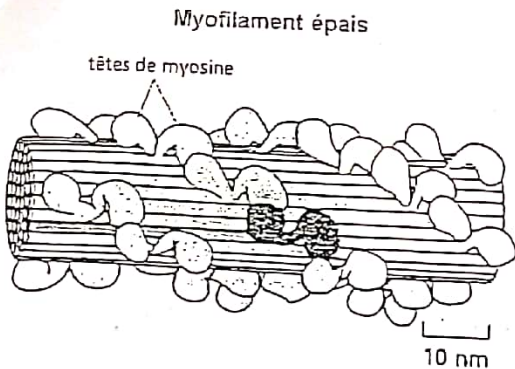


schémas d'interprétation

- La comparaison montre une différence d'aspect entre les deux états ; la contraction se traduit par
- une diminution de la longueur des myofibrilles,
 - un raccourcissement des sarcomères (les stries Z se rapprochent),
 - une diminution de la longueur des bandes claires ; les bandes H disparaissent,
 - une constance de la longueur des bandes sombres.

Le raccourcissement des sarcomères est donc dû à un coulisage des myofilaments les uns par rapport aux autres : les filaments d'actine glissent entre les filaments de myosine

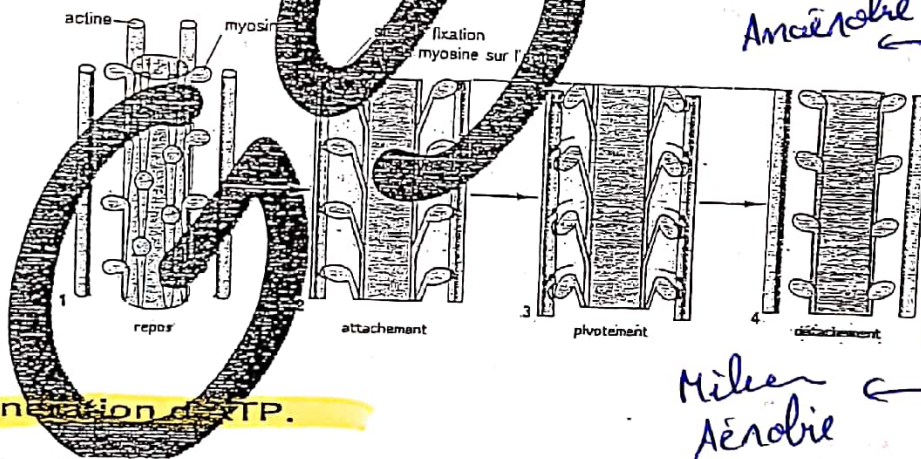
Document 11 Schémas de l'organisation des myofilaments



3. La contraction musculaire : mécanisme consensuel de l'ATP

- Dans un premier temps, les têtes de myosine s'attachent sur une tige d'actine (les sites de fixation des têtes de myosine sur l'actine, normalement masqués au repos, sont libérés grâce à l'arrivée d'ions calcium depuis le REL)
- Le complexe actomyosine ainsi formé a une activité ATPasique : il est capable d'hydrolyser l'ATP en ADP + Pi. l'énergie ainsi libérée permet le pivotement de la tête de myosine vers le centre du sarcomère entraînant un déplacement des filaments d'actine.
- Enfin les têtes de myosine se détachent.

Ancienne théorie



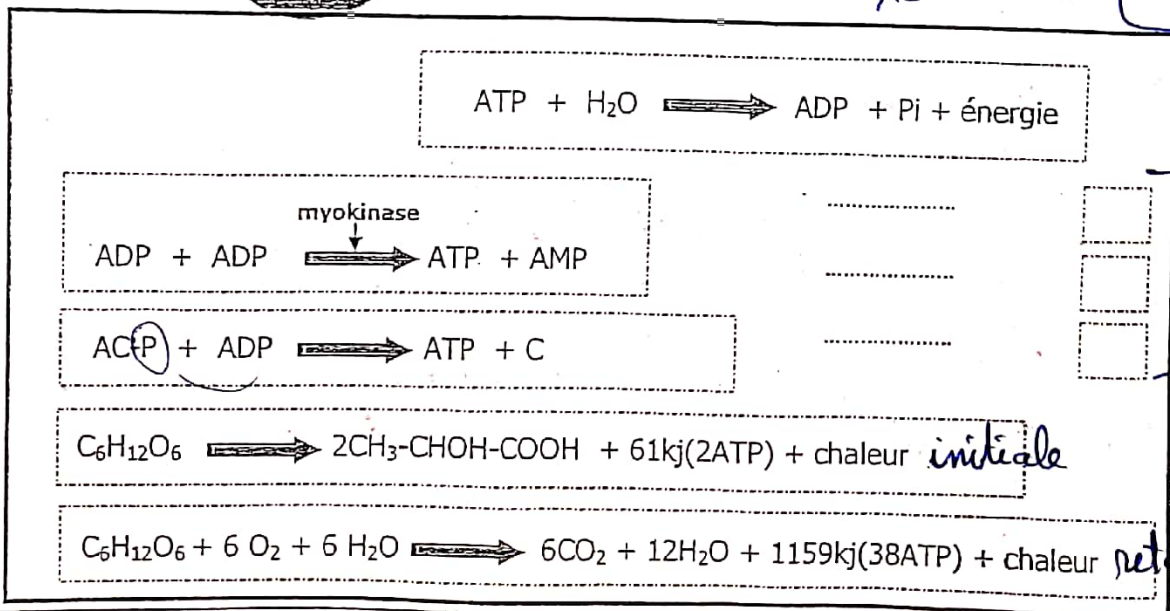
Ancérobie

chaleur initiale de relâchement et de contraction

chaleur retardée

Milieu Aérobie

4. La régénération d'ATP.



Alactique
Au no du sarcoplasma

phospho créatine

1 mole glucose

2356kj

ATP
Chaleur

Rôle du muscle squelettique strié ds la conversion d'énergie

- Activité cellulaire consommatrice d'énergie:

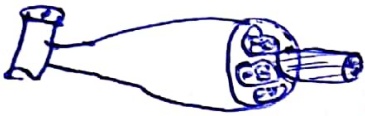
Contraction des fibres musculaire

⇒ Muscles squelettiques: permettent par leur activité contractile

déplacement du segment osseux.
↳ 1% aux autres

Réalisation de mouvements

Structure et ultrastructure du muscle

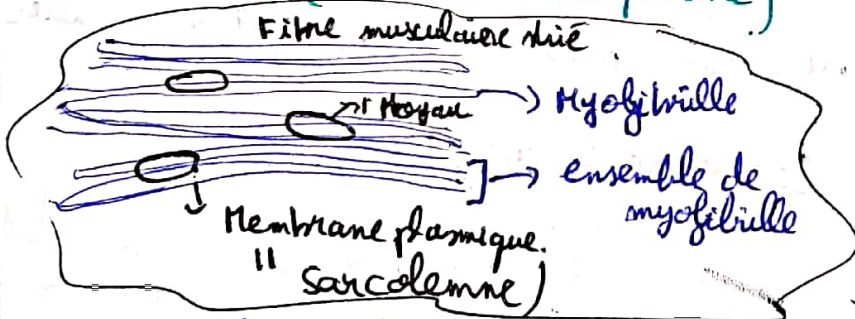


- Muscle strié est constitué de fibres musculaires regroupés en faisceaux

- chaque fibre est une cellule musculaire cylindrique polynucléée [bcp de noyaux]

⇒ Cellule géante (gq cm. a + de 30 cm. de L. ds 10 à 100 mm de l (largeur))

⇒ des noyaux libres délimités par une membrane sarcolemme (dans le sarcoplasme)



- Cytoplasme de la fibre musculaire (sarcoplasme) contient:

Myofibrilles

Entre ces derniers: on trouve des mitochondries et des grains de glycogène.

- chaque myofibrille est constitué d'une succession d'unités structurales (contractiles) appelées sarcomères séparées par des stri Z successives et fonctionnelle

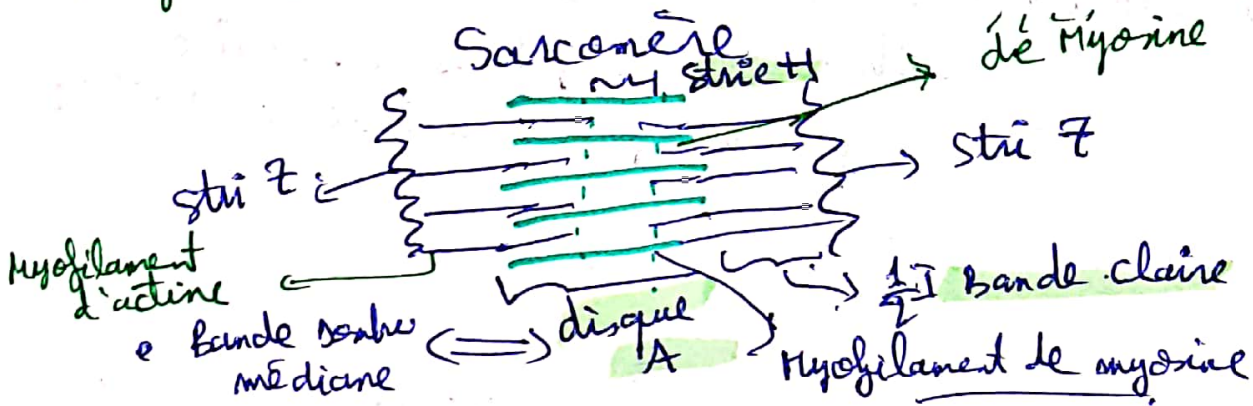
Microscope Optique
Unité: μ
cellule vivante
[lumière]

Microscope Electronique
Unité: nm ou Å
cellule non vivante
[électrons]

Anisotrope => Ne laisse pas passer la lumière.

Sarcomère est constitué de 2 types de myofilaments :

- => Epais constitués de myosine
 - => fins constitués d'actine
- (Micro électronique)

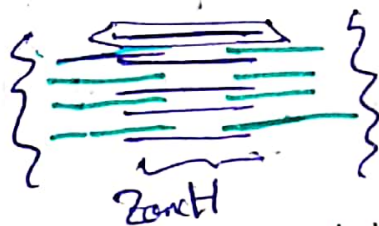


• la bande claire est discontinue

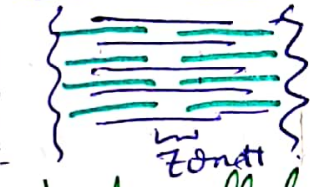
contraction musculaire :

[A savoir : Electrophysie photo prise par ^{micro} Electro]

Repos



contraction



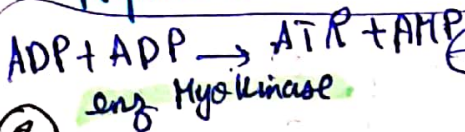
Voies de régénération de l'ATP de la cellule musculaire :

ATP est indispensable à la contraction musculaire et doit se régénérer

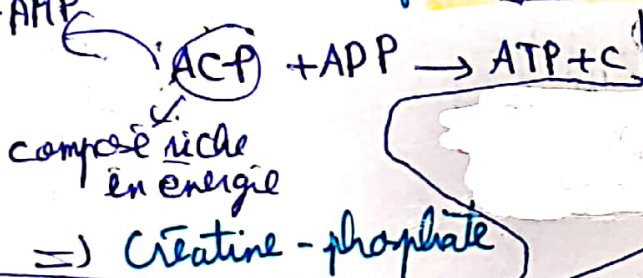
3 Voies

- Voie moyenne anaérobie fermentation (2)
- Voie lente aérobie respiration (1)

(3) Rapide anaérobie



(3) Voie lactique



Voie lente aérobie respiration (1)



(1) Anorex la chaleur retardée
A savoir rapidité + type

Les voies de régénération rapide anaérobie sont des voies alactiques au mus du sarcoplasme.

En réalité, 1 mol de glucose donne 2356 KJ, cette énergie se divise entre 1159 KJ (38 ATP) et de la chaleur.

Pendant la contraction

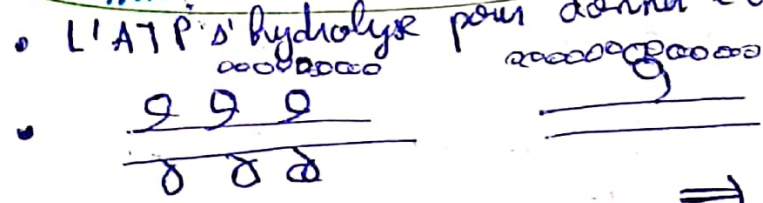
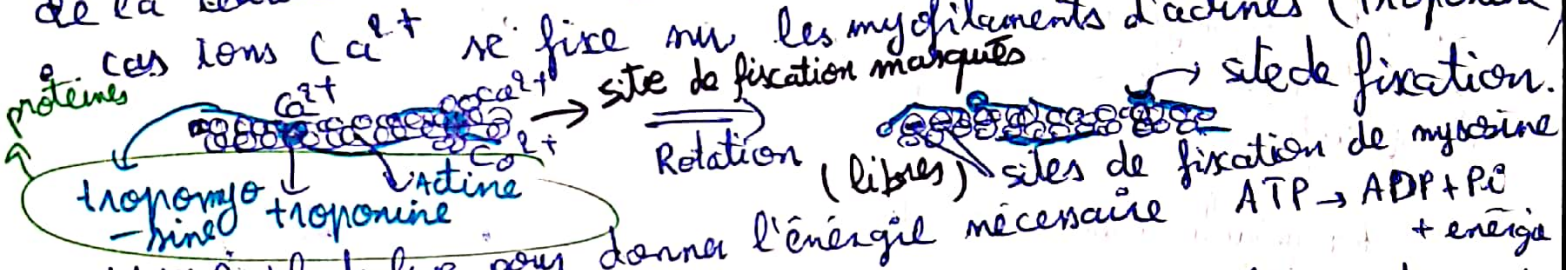
- Longueur de myofibrilles = cte
- Sarcomère \downarrow (les stries Z se rapprochent)
- bandes claires \downarrow , bandes H disparaissent
- Longueur des bandes sombres = cte

Explication
glissement des myo d'actines entre les myo de myosine

Au repos, les filaments d'actine sont détachés des filaments de myosine

ATP se fixe sur la tête de myosine

- le reticulum sarcoplasmique libère des Ca^{2+} à l'intérieur de la cellule. \downarrow (Reticulum endoplasmique lisse de la fibre musculaire)



Formation du complexe actomyosine après rotation de la tête

- \Rightarrow Mot des têtes de myosine vers le centre du sarcomère.
- \Rightarrow glissement des filaments d'actine
- \Rightarrow raccourcissement du sarcomère.

\Rightarrow à l'arrivée d'une nouvelle ATP, la myosine se détache de l'actine les Ca^{2+} se libère et les sites d'attachement actine myosine sont de nouveau masqués

\Rightarrow Relâchement : sarcomère reprend sa longueur initiale.

\Rightarrow Transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique

Les cellules musculaires se comportent comme un convertisseur d'énergie biologique. Aliments en sucre et disséminés des myofibrilles transforment :

l'énergie chimique en énergie mécanique + chaleur.

Repos : • Myofilaments d'actines et de myosine sont détachés

• Sites de fixation sont masqués par la troponine

• la tête de myosine fixe une molécule d'ATP.

Contraction sortie des Ca^{2+} du réticulum sarcoplasmique.

• démasquage des sites de fixations,

• attachement actine et myosine [formation des ponts acto-myosine]

• Hydrolyse d'ATP

• Pivotelement des têtes de myosines.

• glissement d'actine entre myofilaments de myosine ! ^{vers le centre} du sarcomère

Relachement Retour des ions calcium vers le réticulum sarcoplasmique

[REL]

• fixation des nouvelles molécules d'ATP et redressement

des têtes de myosines.

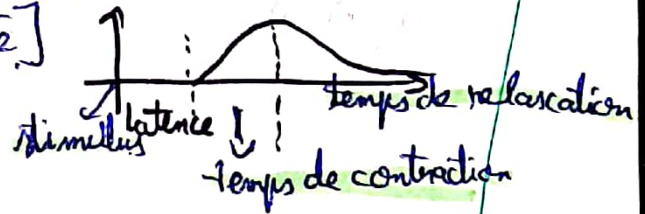
• Retour d'actine à sa position initiale et masquage des sites de fixation.

La réaction normale du muscle à une excitation est une

contraction

• Le muscle est dit contractile. Sa propriété est la contractilité.

se l'excitation : est unique \Rightarrow la contraction est brève et isolée. [secousse musculaire isolée]



Latence : temps entre l'excitation et la réponse.

Période de contraction : longueur décroît

... de relâchement : Muscle reprend ses dimensions

Cas de 2 excitations successives :

[Réponse dépend du moment où intervient la deuxième excitation]

phase de relâchement

Myogramme [tétanos imparfait]

\Rightarrow fusion incomplète

phase de contraction

tétanos parfait \Rightarrow fusion complète [superposition]

phénomène de sommation