

## TP18 La contraction musculaire à différentes échelles CORRECTION

Qu'ils soient réflexes ou volontaires, nos mouvements résultent de la contraction musculaire, qui fournit l'énergie mécanique nécessaire à la mobilité du squelette.

Les muscles squelettiques représentent entre 28 et 35% de la masse totale du corps humain (environ un nombre de 570).

**Objectif :** On cherche à comprendre comment l'organisation d'un muscle à différentes échelles (de l'organe à l'échelle moléculaire) permet la contraction et le mouvement d'une articulation.

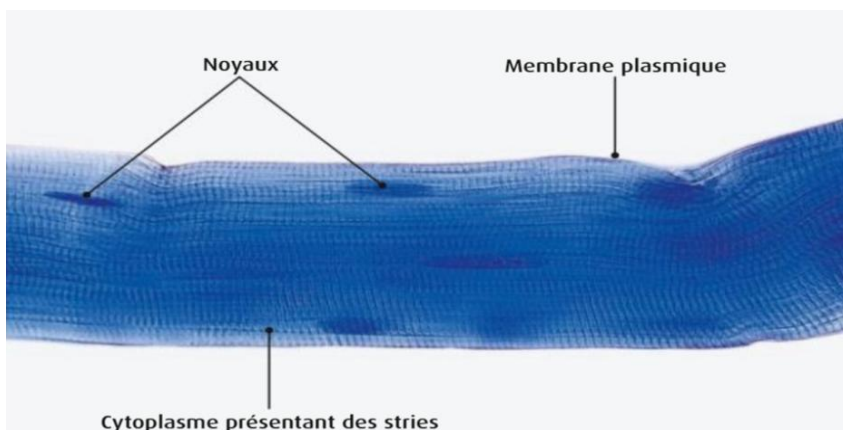
### 1<sup>ère</sup> partie : La mécanique musculo-squelettique.

Lors d'un mouvement de flexion de la jambe, l'ischio-jambier se contracte (il se raccourcit et s'épaissit). Il tire sur les os de la jambe auxquels il est relié par des tendons très peu élastiques ; alors que le quadriceps se relâche (il s'amincit et s'allonge) et inversement lors de l'extension de la jambe. Ces 2 muscles sont donc antagonistes.

### 2<sup>ème</sup> partie : La contraction musculaire à l'échelle cellulaire.

Les muscles squelettiques sont constitués de cellules spécialisées, les fibres musculaires. La contraction implique un raccourcissement du muscle et donc de ses fibres musculaires.

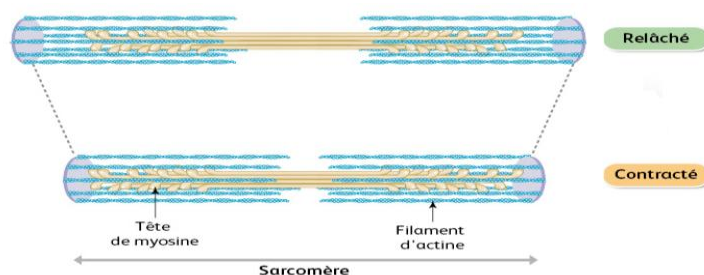
L'élément de base d'un muscle est la fibre musculaire, au microscope elle présente un aspect strié et possède plusieurs noyaux.



Portion de muscle de grenouille, coloré au bleu de méthylène observé au microscope (x600)

Les stries s'expliquent par la présence, dans le cytoplasme, de protéines (filaments fins d'actine et épais de myosine), regroupées en myofibrilles. Chaque myofibrille étant composée de la succession de sarcomères.

Au cours d'une contraction musculaire, la fibre musculaire, de même que le muscle s'épaissit et raccourcit, les sarcomères (leurs bandes claires) raccourcissent : les filaments d'actine couissent par rapport à ceux de myosine (en créant des ponts actine - tête de myosine), ce qui permet le raccourcissement du sarcomère et donc de la fibre musculaire.



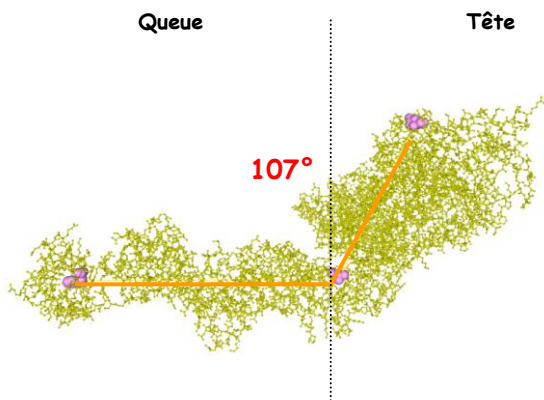
### 3<sup>ème</sup> partie : Les mécanismes moléculaires de la contraction musculaire.

La contraction des cellules musculaires traduit un raccourcissement des sarcomères réalisés par le déplacement des myofilaments d'actine et de myosine les uns par rapport aux autres. Ces déplacements protéiques coordonnés ne sont pas spontanés.

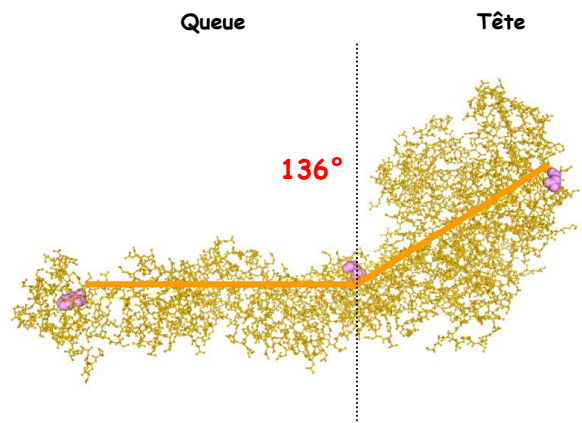
La contraction musculaire nécessite de l'énergie (libérée par l'hydrolyse de la molécule d'ATP en ADP + Pi) et des ions calcium.

Nous avons vu que des ponts actine-tête de myosine existent lorsque le muscle est contracté. De plus, les têtes de myosine peuvent pivoter (modification de l'angle entre la tête et la queue de la molécule).

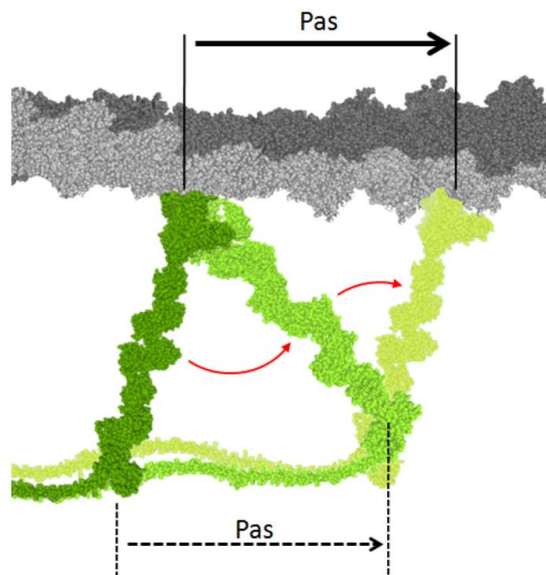
Grâce à l'ATP et aux ions  $Ca^{2+}$ , les têtes de myosine peuvent se fixer aux filaments d'actine et pivoter avant de se détacher. C'est le pivotement des têtes de myosine qui est responsable du glissement des filaments d'actine par rapport à ceux de myosine, donc du raccourcissement des sarcomères et donc de la contraction musculaire. La myosine est donc bien le moteur moléculaire de la contraction musculaire utilisant l'ATP comme source d'énergie.



Molécule de myosine liée à l'actine



Molécule de myosine non liée à l'actine



Vidéo bilan :

<https://www.youtube.com/watch?v=zqCAJRbUXRs>

**Conclusion :** <https://www.youtube.com/watch?v=HPcoot65Q64>

## Bilan :

\* Les mouvements des articulations sont permis par des muscles striés squelettiques. Ces muscles sont dits **squelettiques** car ils sont attachés aux os du squelette.

\* Les muscles striés squelettiques sont constitués de 2 parties distinctes :

- une **partie charnue élastique**, composée d'un ensemble de **cellules musculaires** et qui est la partie contractile

- les **tendons**, à chaque extrémité de la partie charnue, qui sont **attachés aux os**.

\* Lorsqu'il se contracte, le **muscle strié se raccourcit et donc s'épaissit**. Cela provoque une traction sur les tendons, ce qui engendre un **déplacement relatif de 2 os au niveau de l'articulation**.

\* Pour qu'un mouvement soit réversible, il est nécessaire de faire intervenir **2 muscles antagonistes** qui se contractent obligatoirement en opposition.

\* Le **muscle strié** est composé de **plusieurs faisceaux de fibres musculaires (=cellules musculaires)** et chaque faisceau est composé de **nombreuses cellules musculaires**.

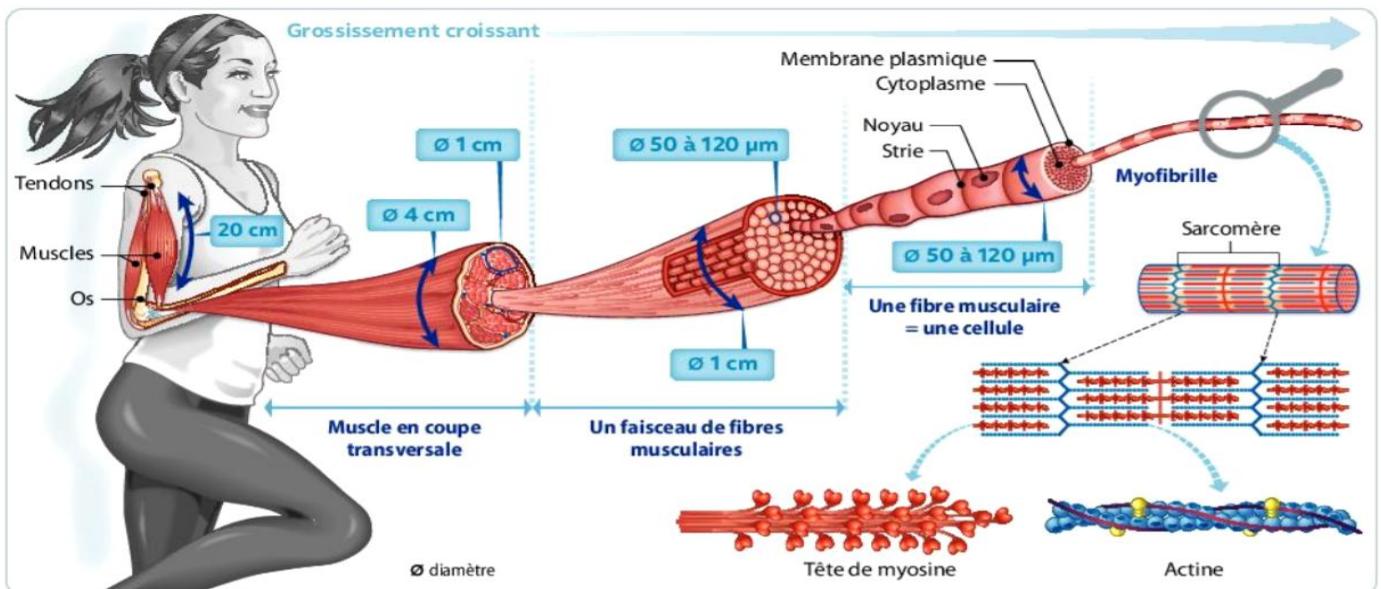
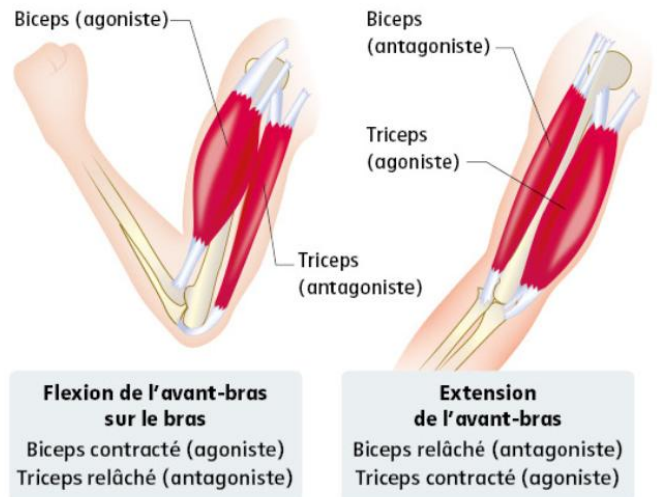
\* Très longues, les **cellules musculaires striées (= fibres musculaires)**, possèdent une **striation visible au microscope optique** (d'où leur nom !).

\* Leur **striation** est due à l'organisation particulière de leur **cytosquelette** (= réseau complexe de filaments de protéines s'étendant dans le cytoplasme) en nombreuses « **myofibrilles** ». Chaque myofibrille est constituée d'une longue file d'unités contractiles mises bout à bout : les **sarcomères**.

\* Chaque **sarcomère** est un assemblage de molécules d'**actine** et de **myosine** agencées de telle sorte que, lors du raccourcissement de la myofibrille, les **filaments fins d'actine coulissent** par rapport aux **filaments épais de myosine**.

Ce phénomène se produit simultanément dans l'**ensemble** des myofibrilles de plusieurs cellules musculaires, ce qui conduit au raccourcissement du muscle.

\* Un **muscle** est donc un **organe** constitué de **nombreuses cellules spécialisées** dans le mouvement car capables de se contracter grâce à l'**organisation particulière de leur cytosquelette en unités contractiles : les sarcomères**.



Organisation du muscle