M1. La contraction musculaire : de l'articulation à la molécule (sans stratégie)
Les muscles permettent les mouvements involontaires (exemple du réflexe) ou volontaires (voir thème N).
Comment se déroule la contraction musculaire ?

Pour répondre à la problématique, on vous demande :

- *d'**effectuer** les différents protocoles et de **rendre** compte de vos résultats ;*
- *d'**expliquer** comment se déroule la contraction musculaire aux diverses échelles d'observation.*

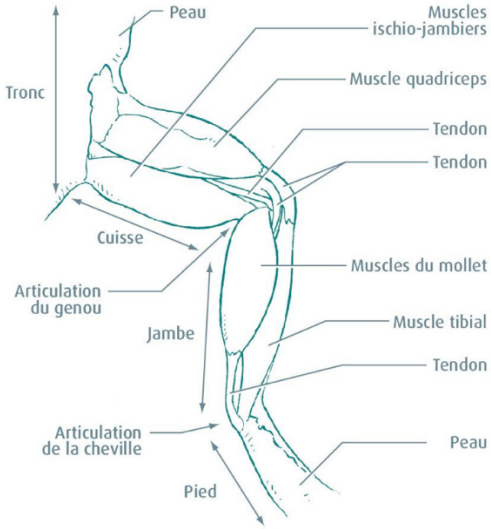
Ressources complémentaires

Document 1. Dissection d'une patte de grenouille.

Matériel : patte postérieure d'une grenouille ;
- loupe binoculaire, cuvette à dissection, 2 pinces fines, ciseaux fins, aiguille montée à dissection, sonde cannelée, épingles.

Protocole :

1. **Repérer** les 3 segments de la patte de grenouille.
2. **Identifier** les différents muscles et les différents os.
3. **Rechercher** un tendon (parties blanc nacré car moins vascularisées que le muscle), lien existant entre un muscle et un os.
4. Sur une des pattes, à l'aide de la loupe binoculaire et des outils de dissection disponibles, **mettre** en évidence les points d'insertion entre un muscle et un tendon.
5. À l'aide des pinces, sur l'autre patte, **tirer** vers le haut sur le muscle du mollet ou sur le muscle tibial afin d'**identifier** les muscles extenseur ou fléchisseur du pied.



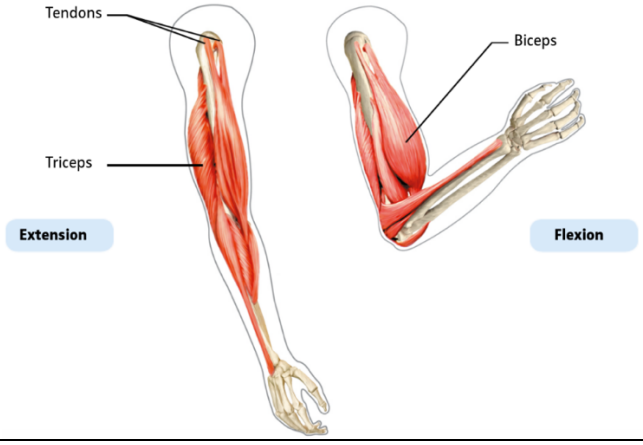
Légende des figures de droite.
Un muscle est emballé dans du tissu conjonctif, de même que les faisceaux musculaires. Les réseaux de tissus conjonctifs s'unissent à chaque extrémité du muscle et forment le tissu conjonctif dense des tendons. Le tendon assure la connexion entre le muscle et l'os. Le tendon possède un réseau de cellules appelées fibroblastes qui fournissent la matrice extracellulaire* en collagène et autres protéines.

Images d'après Spécialité SVT Belin 2020

Matrice extracellulaire : espace situé entre les cellules d'un tissu, comportant des molécules permettant notamment l'adhérence des cellules entre elles (programme de 2nde).*

Document 2. La contraction des muscles du bras. D'après Spécialité SVT Nathan 2020

Lors de la contraction, les muscles se raccourcissent et s'épaississent.
Les tendons permettent la transmission du raccourcissement du muscle à l'origine du mouvement des os (exemple ici au niveau de l'articulation du coude).

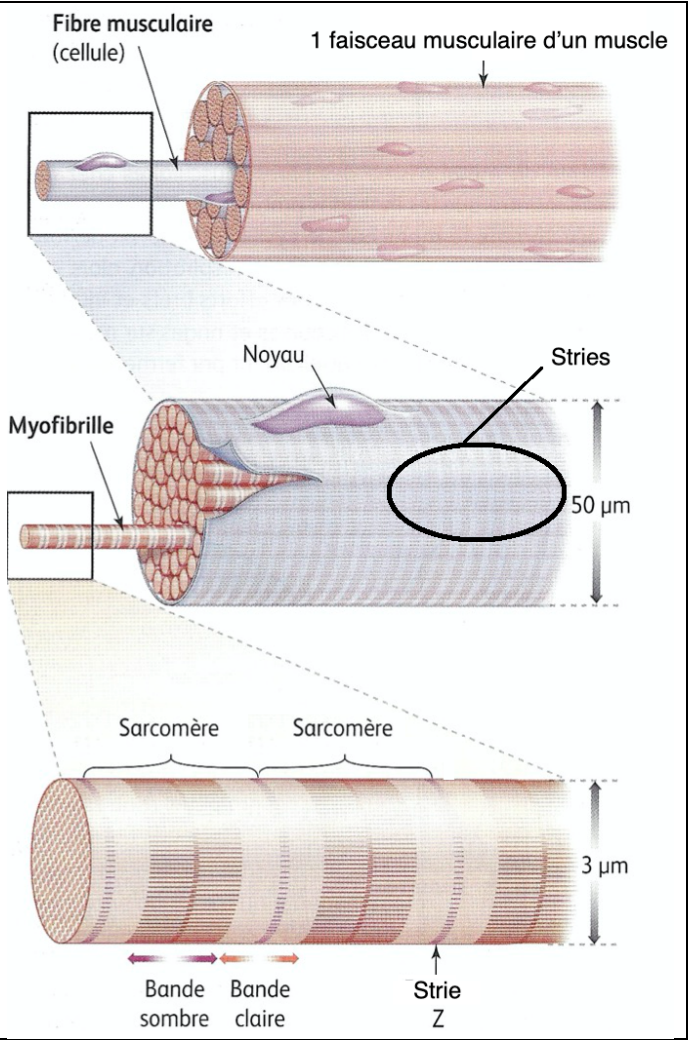


Document 3. Du muscle aux sarcomères. D'après Spécialité SVT Nathan 2012 modifié 2021

- Un muscle est constitué de faisceaux musculaires qui regroupent plusieurs cellules musculaires (appelées fibres musculaires) disposées parallèlement. Un muscle est relié à un os par un tendon.

- Une fibre musculaire est une cellule géante plurinucléée qui possède des protéines organisées en myofibrilles parallèles entre-elles dans son cytoplasme. La fibre musculaire des muscles squelettiques est striée (stries visibles au microscope photonique).

- Chaque myofibrille est constituée d'unités répétitives : les sarcomères.
- Les myofibrilles sont formées de myofilaments fins (actine) et épais (myosine).



Document 4. Observation de la fibre musculaire.

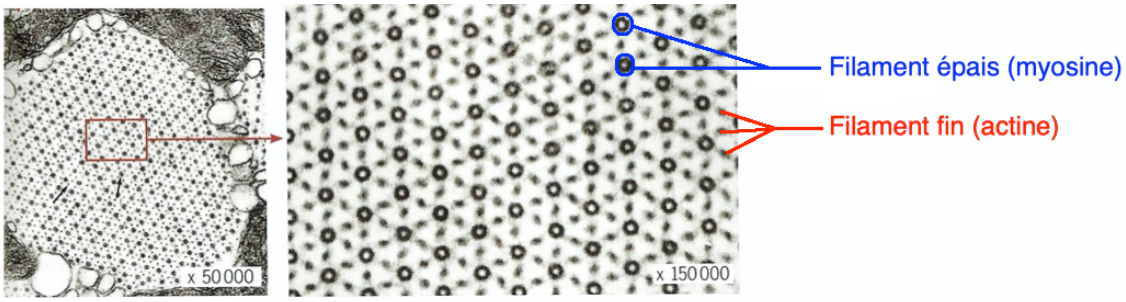
Matériel à votre disposition :

- muscle frais ;
- microscope photonique, lames et lamelles, verre de montre, pinces fines, ciseaux, aiguille lancéolée, papier absorbant ;
- eau du robinet, bleu de méthylène.

Observation réalisable :

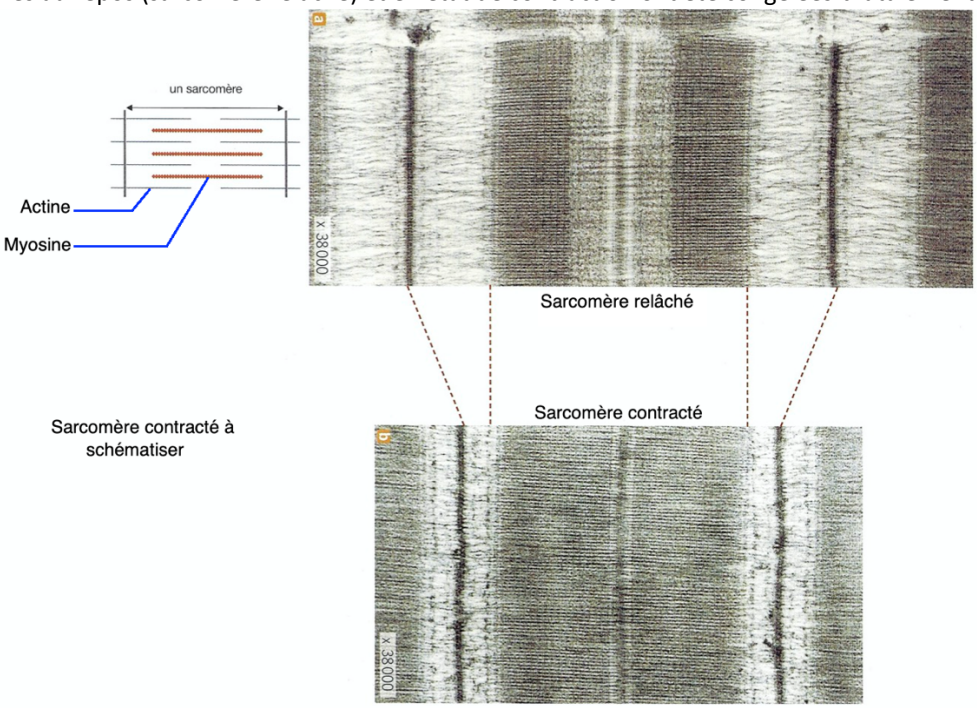
- **Placer** un petit morceau de muscle dans une goutte d'eau préalablement déposée sur une lame de verre.
- **Dilacérer** le morceau en le « peignant » à l'aide d'une aiguille lancéolée dans le sens des fibres (de manière à obtenir des filaments minces comme des cheveux). Le morceau est maintenu à l'aide d'une aiguille.
- **Écraser** délicatement à l'aide du pouce le résultat de la dilacération entre deux lames.
- **Enlever** l'eau à l'aide du papier absorbant.
- **Colorer** la préparation avec du bleu de méthylène et laisser agir quelques minutes avant de la recouvrir d'une lamelle.
- **Observer** la préparation ainsi réalisée au microscope photonique.

Document 5a. Coupe transversale réalisée au niveau d'une bande sombre (MET). D'après Spécialité SVT Bordas 2012



Document 5b. L'organisation du sarcomère : observation au MET. D'après Spécialité SVT Bordas 2012 modifié 2021

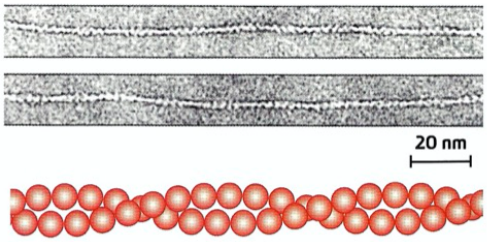
Des fibres musculaires au repos (sarcomère relâché) et en état de contraction ont été congelées brutalement.



Tous les sarcomères d'une myofibrille se contractant de façon comparable, on peut calculer que, si la longueur d'un sarcomère passe de 2,5 à 2 µm, une myofibrille formée de 20 000 sarcomères se raccourcira de 1 cm (20 % de sa longueur initiale).

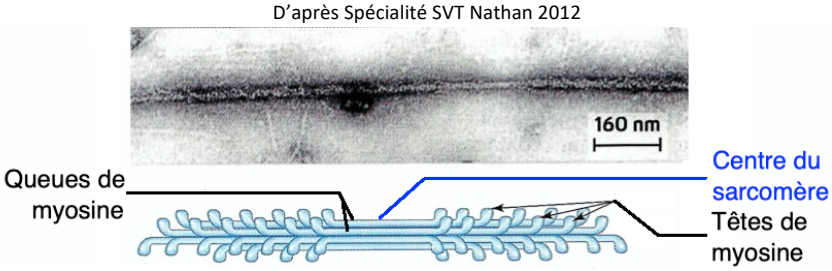
6a. Structure des filaments fins d'actine (MET).

D'après Spécialité SVT Nathan 2012



6b. Organisation filaments épais de myosine (MET).

D'après Spécialité SVT Nathan 2012



Document 7. La contraction à l'échelle moléculaire.

Matériel nécessaire : logiciel Libmol (et fiche technique dans le répertoire TG). Mot-clé de recherche « myosine ».

Protocole :

A/ Fichier « myosines et filaments d'actines en complexe » (1M8Q). Fenêtre 1 du navigateur.

Ce modèle, présente un filament d'actine (15 molécules polymérisées) sur lequel sont liés plusieurs molécules de myosine (4).

- *Chaînes V, W, X, Y, Z, 0-9 : molécules d'actine (15). A représenter en sphères avec éventuellement 1 couleur par actine.*
- *Chaînes A, D, G, P : têtes de myosine et début de la queue. A mettre en sphère, choisir une autre couleur.*
- *Chaînes B, C, E, F, H, I, Q, R : chaîne légère de régulation. A supprimer.*

- **Montrer** la relation entre le filament d'actine et les têtes de myosine.

B/ Fichier « myosine 1 » (1QVI). Fenêtre 2 du navigateur.
La myosine est réduite à sa tête et au début de sa queue. Elle est présentée dans un état de liaison à l'actine.

C/ Fichier « myosine 2 » (1L2O). Fenêtre 3 du navigateur. Protocole commun aux fichiers myosine 1 et myosine 2.
La myosine est réduite à sa tête et au début de sa queue. Elle est présentée dans un état détaché de l'actine).
- **Mettre** la molécule en rubans.
- **Supprimer** les chaînes de régulation Y et Z (ou B et C suivant le fichier).
- **Mettre** en évidence la molécule d'ADP* en sphères
- **Mesurer** l'angle entre la tête et la queue de la myosine.

Liens d'accompagnement (cliquables sur le pdf) :
http://svt.enseigne.ac-lyon.fr/spip/local/cache-vignettes/L500xH173/myosine_sur_actine-7e865.gif?1610531347
http://svt.enseigne.ac-lyon.fr/spip/local/cache-vignettes/L464xH427/myosine_sur_actine_2-eb335.gif?1610531433

* L'hydrolyse de l'ATP en ADP fournit l'énergie nécessaire au mouvement de la tête de myosine