



Les plongeurs noirs, Fernand Léger, 1944 (Musée national d'art moderne, Paris)

Le mouvement

Les moteurs moléculaires

“ Et je vis encore Sisyphé, qui souffrait de violentes douleurs : il poussait de ses deux bras une énorme pierre. S'arc-boutant des mains et des pieds, il poussait la pierre vers le sommet d'une colline ; mais quand il allait en dépasser le faite, la masse l'entraînait en arrière ; de nouveau l'impudente pierre roulait vers la plaine. La force tendue, il recommençait à la pousser, la sueur ruisselait de ses membres et la poussière s'élevait en nimbe de sa tête. ” (L'Odyssée – Chant xi, Homère)

Un moteur moléculaire est un assemblage de protéines motrices. Celles-ci provoquent le glissement de molécules entre elles, responsable de forces mécaniques microscopiques comme les battements du flagelle d'un spermatozoïde ou macroscopiques comme la contraction musculaire. Ces mouvements liés à l'action d'un nombre élevé de moteurs moléculaires miniatures permettent par exemple à un haltérophile de soulever 260 kg de fonte à 1,5 m du sol. Chacun de ces moteurs est appelé sarcomère et utilise un bras de levier de quelques nanomètres. Pour donner vie et motricité aux cellules, plusieurs milliers de sarcomères unissent leur force. Le fonctionnement conjoint des molécules de myosine et d'actine qui les composent régit la principale caractéristique du monde animal, le mouvement.

Le muscle, organe du mouvement

Les muscles, constituants principaux de la viande, représentent environ 40 à 45 % de la masse du corps ; ils sont indispensables pour assurer le mouvement. Du plus petit, 1,3 mm pour le *stapedius* situé dans l'oreille, au plus long, 65 cm pour le *grand couturier* situé dans la cuisse, leur rôle est identique. Par leur action, les muscles peuvent passer d'un état relâché à un état contracté et ainsi mobiliser les os du squelette par l'intermédiaire des articulations pour créer le mouvement par exemple.

► Du plus grand au plus petit

Le corps humain compte environ six cent quarante variétés de muscles. Leur taille et leur fonction sont très variées. Le visage contient environ soixante muscles différents dont vingt fonctionnent pour esquisser un sourire et, curieusement, quarante sont mis en jeu pour froncer les sourcils. Le plus grand et l'un des plus puissants est le muscle *grand fessier* ; extenseur de la cuisse vers l'arrière, il permet de marcher. Le muscle le plus puissant du corps par la force exercée sur un objet extérieur est le *masséter* qui relève la mâchoire inférieure ; c'est le muscle principal de la mastication. Chez l'homme, il permet aux dents d'exercer une pression d'environ 15 kg/cm², ce qui est faible comparé à la mâchoire du crocodile qui peut atteindre une force de 1 350 kg/cm². Parmi les muscles miniatures du corps, le *stapedius*, logé dans l'oreille interne, relie l'étrier à l'os temporal. Ce muscle lisse diminue la tension exercée sur le tympan lors de la perception d'un son d'intensité très violente.



Il existe trois sortes de muscles. Les *muscles striés*, ou volontaires, enveloppent le squelette et assurent les mouvements ; ils peuvent répondre de façon réflexe à une stimulation. Les *muscles lisses*, ou involontaires, enveloppent la paroi des organes, comme ceux qui assurent les contractions de l'intestin lors de la digestion ; ils sont commandés par le système nerveux autonome. Enfin, le cœur est un muscle strié involontaire qui fonctionne automatiquement ; lui aussi est régulé par le système nerveux autonome. Les muscles ont besoin d'énergie pour produire leurs mouvements. Mais leur rendement mécanique n'étant pas total, une partie de cette énergie est libérée sous forme de chaleur lorsqu'ils se contractent.

► l'alimentation

► le stress

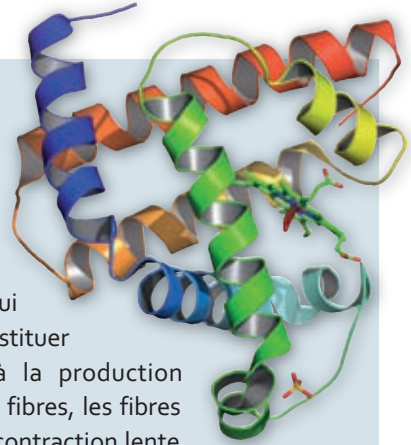


Le mythe d'Héraclès. – Plus connu sous le nom d'Hercule dans la mythologie romaine, Héraclès était le héros grec par excellence, la force personnifiée, auteur de douze travaux qu'il dut s'imposer pour avoir tué quelques-uns de ses nombreux fils. Depuis l'Antiquité grecque, le mythe a perduré. En témoignent nombre d'œuvres qui ont été façonnées à son image au fil des siècles, à l'instar de cette toile peinte par Pierre Paul Rubens en 1611 qui le montre complètement ivre, ou les personnes qui, sur les traces du demi-dieu, ont érigé le bodybuilding en art en imposant à leur corps le régime qui leur permettra d'arborer les plus beaux muscles.

Un muscle est *excitable*, c'est-à-dire sensible à une stimulation, *élastique*, déformable si on l'étire, et *contractile*, capable de se raccourcir. La partie la plus importante de l'appareil musculaire est la musculature squelettique. Les nombreux muscles striés qui la composent sont des morceaux de chair oblongs dont les deux extrémités sont des tendons qui, telles des cordes, les relient aux os du squelette.

► La couleur de la viande

La couleur rouge des muscles striés n'est pas due à la présence de sang mais à la *myoglobine*, une protéine des cellules musculaires proche cousine de l'hémoglobine qui transporte l'oxygène dans le sang. La myoglobine contient un atome de fer, ce qui lui confère sa couleur rouge. Son rôle est de constituer une réserve locale d'oxygène indispensable à la production d'énergie. Les muscles contiennent deux types de fibres, les fibres rouges et les fibres blanches. Les fibres rouges, à contraction lente, consomment beaucoup d'oxygène ; elles sont riches en myoglobine et adaptées à l'effort d'endurance. Les fibres blanches, à contraction rapide, consomment moins d'oxygène ; elles contiennent donc peu de myoglobine d'où leur couleur plus pâle. Les muscles humains contiennent un mélange de ces deux types de fibres. La viande blanche, comme celle des ailes de poulet, doit sa couleur à une faible concentration en myoglobine. Par contre, les ailes de canard sont adaptées à l'effort d'endurance et contiennent des fibres rouges riches en myoglobine ; c'est cette molécule qui donne cette saveur si particulière au magret.

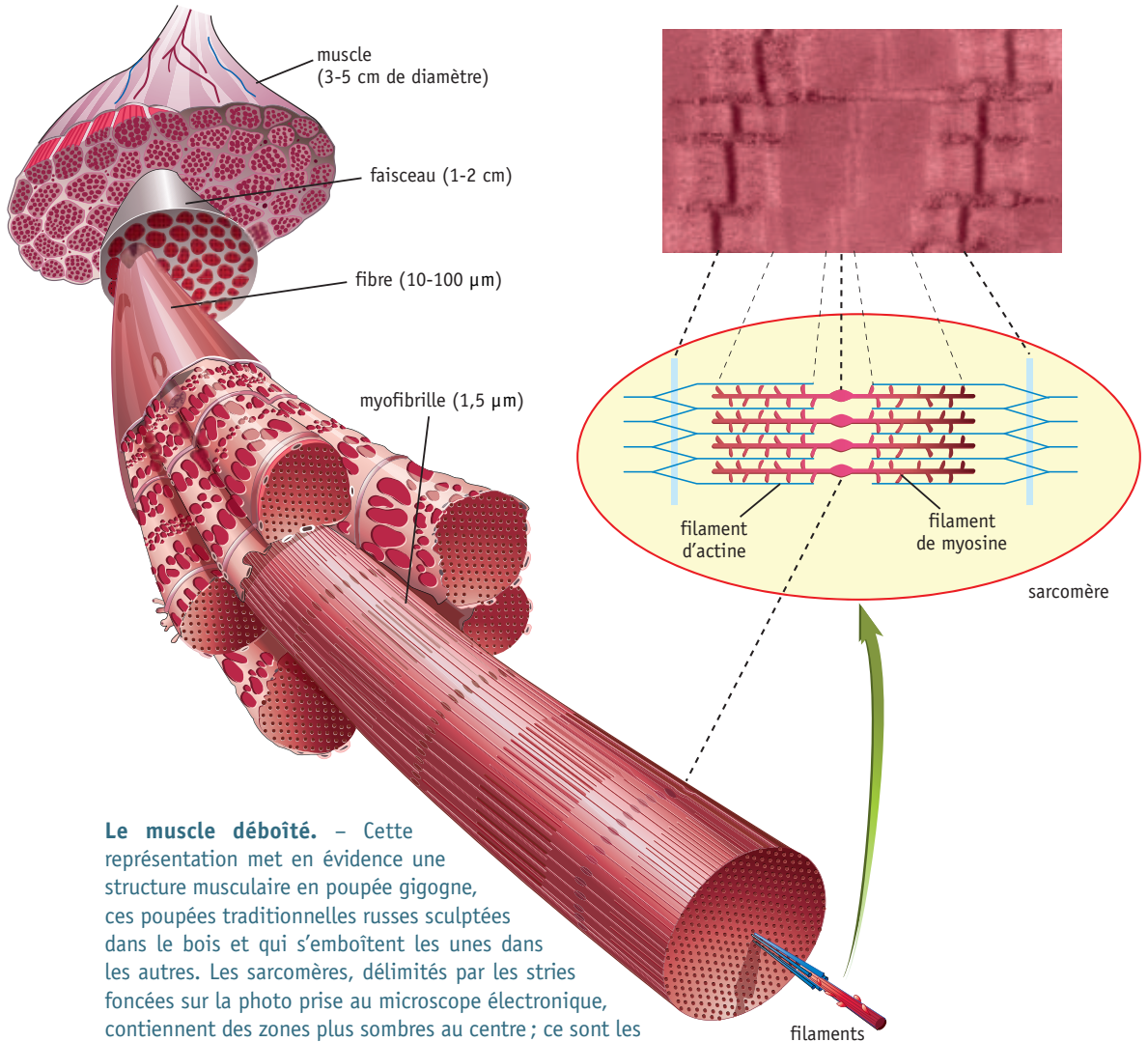


► des molécules étonnantes

Le muscle strié, une poupée gigogne

Le muscle strié est constitué de fibres musculaires juxtaposées parallèlement et organisées en faisceaux ; il est tendu entre deux attaches osseuses. Si l'on prend l'exemple simple d'un muscle long tel que le biceps, on voit qu'il est composé d'un corps musculaire rouge qui s'attache à l'os grâce à un tendon. Quand on veut plier le coude, le cerveau commande au biceps de tirer sur l'avant-bras par un influx nerveux. Il y a donc contraction du biceps et déplacement de l'avant-bras par l'intermédiaire des tendons. L'anatomie du muscle ressemble à une poupée gigogne. Sur une coupe, on voit que le muscle est formé de multiples faisceaux, de 1 à 2 cm de diamètre,

s'étendant en général sur toute sa longueur. Chaque faisceau contient cinquante à cent fibres, cellules géantes de 10 à 100 μm de diamètre et de plusieurs centimètres de long. Chaque fibre contient environ un millier de myofibrilles¹, des filaments très longs constitués d'un assemblage de protéines contractiles qui assurent le raccourcissement du muscle lors de sa contraction.



Le muscle déboîté. – Cette représentation met en évidence une structure musculaire en poupée gigogne, ces poupées traditionnelles russes sculptées dans le bois et qui s'emboîtent les unes dans les autres. Les sarcomères, délimités par les stries foncées sur la photo prise au microscope électronique, contiennent des zones plus sombres au centre ; ce sont les molécules de myosine qui s'emboîtent dans des zones plus claires où se trouvent les molécules d'actine.

1. Le préfixe « myo » est emprunté au grec *mus*, *muos*, « muscle ».