

Petit dictionnaire de Bio-Mécanique

Source: Tableau d'Honneur du Développé Couché Français : <http://www.club150kg-dc.fr>

TISSU CONJONCTIF

Ce tissu sépare chacune des fibres musculaires qui composent le muscle, qui sert au soutien des éléments, à l'aide au mouvement, à la protection contre les chocs et les tractions trop sévères.

MYOFIBRE

C'est la fibre musculaire, multipliée par des milliers elle constitue le muscle. Elle est entourée d'une gaine protectrice que l'on nomme le [tissu conjonctif](#). constituée de fibrilles, constituées de filaments faits de molécules protéiques. Leur taille à l'âge adulte est de 10 à 100 angstrom (de diamètre et jusqu'à 20cm de long. A l'origine, lors des stades de développement de l'embryon, les fibres musculaires se forment à partir de cellules encore indifférenciées nommées myoblastes qui fusionnent entre elles. Après la naissance ces fibres croissent en taille mais pas en nombre. Il y a possibilité de les régénérer par la suite après une blessure, à partir d'autres cellules indifférenciées appelées cellules satellites. Généralement, si la perte de fibres est trop importante, c'est par le biais de l'hypertrophie des fibres (augmentation de leur taille) que la compensation a lieu. Dans une [myofibre](#), il y a plusieurs [myofibrilles](#).

RETICULUM ENDOPLASMIQUE

C'est une sous-compartmentation de la cellule. Ses fonctions s'expliquent par sa capacité à délimiter un volume du reste du cytoplasme. La membrane du reticulum endoplasmique sépare la lumière du réticulum du [cytosol](#). Dans certains types cellulaires le reticulum endoplasmique lisse spécialisé pour le stockage du [calcium](#) est appelé "réticulum sarcoplasmique" dans les cellules musculaires. Il se charge du stockage et de la concentration du [calcium](#).

MYOFIBILLE

Elles sont parallèles les une aux autres et allongées dans le même sens. Ce sont des molécules protéiques qui existent en deux sortes : l'[actine](#) (longue) et la [myosine](#) (courte). Une [Myofibrille](#) est constituée de [sarcomères](#) qui sont l'unité minimale de contraction musculaire. Ces [sarcomères](#) sont disposés en chaîne sur toute la longueur de la fibre. Les filaments fins sont constitués de molécule [actine](#), et les filaments épais sont faits de la molécule [myosine](#). L'[actine](#) est une protéine aux propriétés contractiles.

CYTOSOL

Il s'agit d'un espace situé entre les [Myofibrilles](#) et le reticulum endoplasmique dans lequel se "déverse" le [calcium](#) libéré par le [réticulum sarcoplasmique](#) qui entoure les [Myofibrilles](#). Le [cytosol](#) est limité par la membrane plasmique et l'enveloppe nucléaire et ne contient que des substances solubles. L'eau constitue en moyenne 85 % du [cytosol](#). Avec ses macromolécules en suspension dans un milieu aqueux salé le [cytosol](#) présente une viscosité 4 fois supérieure à celle de l'eau et correspond à un gel colloïde.

RETICULUM SARCOPLASMIQUE

Le réticulum sarcoplasmique est le nom donné au réticulum endoplasmique lisse des cellules musculaires striées squelettiques. Ce compartiment est une réserve interne d'ions Ca^{2+} (on l'appelle pour cette raison aussi calciosome) qui se déversent dans le cytoplasme en réponse à l'arrivée d'une [dépolarisation](#) de la membrane plasmique causée par la fixation de l'ACh sur des

récepteurs nicotiques de la cellule musculaire. Cette augmentation de [calcium](#) cytoplasmique provoque la contraction musculaire en permettant l'interaction entre la [myosine](#) et les microfilaments d'[actine](#). Le [calcium](#) est ensuite repompé (grâce à une pompe consommant de l'ADP) dans le réticulum sarcoplasmique. Le réticulum sarcoplasmique déploie son réseau de manière particulière entre la membrane cytoplasmique et le sarcomère de telle sorte qu'un [potentiel d'action](#) se propage le long du réticulum sarcoplasmique, et que le [calcium](#) libéré soit directement en contact avec le sarcomère pour initier la contraction.

MYTHOCONDRIES

Organites responsables de la respiration: remplies d'enzymes qui transforment les sucres et les graisses en [ATP](#) avec l'aide d'oxygène. Elles oxydent donc le carbone pour fournir de l'énergie. C'est à ce niveau qu'ont lieu les réactions d'[oxydation](#) du carbone qui produisent de l'[ATP](#). C'est là qu'a lieu l'[oxydation](#) de la molécule de glucose. En fait le glucose est oxydé dans le cytoplasme: il devient de petites molécules carbonnées, nommées « pyruvate ». le pyruvate est transporté dans la matrice mitochondriale, où il est privé progressivement de ses composés carbone et hydrogène pour créer, entre autres, de l'[ATP](#) et du CO₂.

SARCOMERE

Unité minimale de contraction musculaire. C'est le sous-ensemble: les [sarcomères](#) se rétractent chacun leur tour. Il n'y a aucun changement de longueur de [sarcomère](#) lors d'une contraction (et donc aucun changement de longueur du muscle): ce sont des coulissements. Lors d'une contraction, il y a réduction d'environ 20% de la longueur du [sarcomère](#) par effet de coulissage des fibrilles. La vitesse de contraction est de 15 angstrom/seconde. Plus un muscle est divisé en [sarcomères](#) plus il donnera l'impression de retrécir. Les filaments fins ([actine](#)) coulisent le long des filaments plus épais ([myosine](#)). Lors du raccourcissement du [sarcomère](#), il n'y a pas de raccourcissement des filaments fins ou épais, mais un glissement qui fait qu'ils se chevauchent. C'est l'image de l'aviron. la [myosine](#) est dotée de [ponts traversaux](#) qui viennent s'attacher à la molécule d'[actine](#). Au centre du [sarcomère](#) se situe la molécule de [myosine](#), entourée de part et d'autre de six molécules d'[actine](#). La molécule de [myosine](#) va coulisser en s'appuyant sur les molécules d'[actine](#). A l'extrémité du [sarcomère](#) (de chaque côté) se situe une « ligne Z » qui permet aux molécules d'[actine](#) de se connecter, liant ainsi chaque [sarcomère](#) avec le suivant et le précédant. Le chevauchement est un peu plus compliqué en fait: chaque filament épais est entouré de six filaments fins disposés en hexagone. Chaque filament fin est donc entouré à son tour de trois filaments épais en triangles. C'est au niveau de l'espace entre ces filaments qu'a lieu le phénomène de contraction musculaire au niveau des « [ponts traversaux](#) ». Les « [ponts traversaux](#) » des molécules de [myosine](#) viennent s'arrimer aux têtes des molécules d'[actine](#) pour y coulisser. C'est en s'appuyant sur les filaments fins que les filaments épais coulisent. Une [Myofibrille](#) est composée de deux grands types de molécules: la [myosine](#) et l'[actine](#).

MYOSINE

La déformation de la tête de [myosine](#) a une amplitude correspondant au diamètre d'une molécule d'[actine](#). Ce basculement est rendu possible par l'[hydrolyse](#) d'une molécule d'[ATP](#) qui vient se fixer sur la tête de [myosine](#). Chaque molécule de [myosine](#) est dotée d'une « queue » qui court le long de l'axe dotée aux extrémités de deux « têtes » globulaires (ce sont les « [ponts traversaux](#) »). Il y a donc deux globules pour la fixation: un pour la fixation de l'[ATP](#) et l'autre pour la fixation de l'[actine](#). Le [pont transversal](#) est situé de chaque côté de l'extrémité de la molécule de [myosine](#) et « tire » la molécule d'[actine](#) vers l'intérieur, raccourcissant ainsi le [sarcomère](#).

ACTINE

Molécule filamentaire dont le déplacement vers le long de la molécule de [myosine](#) vers son milieu constitue l'élément clé du raccourcissement du [sarcomère](#), initiant ainsi la contraction musculaire.

Une molécule d'[actine](#) accueille la molécule de [tropomyosine](#) qui s'enroule autour d'elle (bloquant les têtes d'[actine](#)), et les molécules de [troponine](#) (de forme globulaire) qui lient l'[actine](#) et la [tropomyosine](#) et peuvent déplacer cette dernière quand elles changent de position après avoir accueilli un ion [calcium](#). Après que l'ion calcium ait modifié son extrémité, elle reçoit la tête de [myosine](#) de la fibrille voisine qui se loge dans la cavité de la tête d'[actine](#). la molécule d'[actine](#) est une protéine globulaire qui s'associe avec d'autres molécules d'[actine](#) pour former des chaînes. Cette chaîne a une forme hélicoïdale, et constitue un « filament fin ». Chaque molécule d'[actine](#) possède une « tête » de fixation pour la [myosine](#). Une filament fin possède donc plusieurs têtes de fixation.

Enroulés autour de la molécule d'[actine](#) il y a les molécules de [troponine](#) et de [tropomyosine](#) qui rendent possible ou bloquent la cohésion [actine-myosine](#).

La [tropomyosine](#) est une molécule constituée de deux fins filaments enroulée autour de la molécule d'[actine](#).

La [troponine](#), de forme globulaire, est à la fois fixée à la [tropomyosine](#) et à l'[actine](#).

La [troponine](#) fonctionne comme un roulement qui fait se déplacer le « câble » de [tropomyosine](#) sur l'[actine](#).

La [tropomyosine](#) recouvre une partie des têtes de fixation de l'[actine](#), empêchant ainsi les [ponts transversaux](#) de la [myosine](#) de se fixer à l'[actine](#), et donc la contraction musculaire d'avoir lieu.

Pour que la contraction commence il faut que la [troponine](#) déplace-débloque la [tropomyosine](#) en la faisant bouger latéralement pour qu'elle libère les sites d'ancrage qui accueillent la [myosine](#). Pour que la [troponine](#) se déplace il faut que du [calcium](#) vienne s'y fixer. Quand le [calcium](#) y est fixé, la forme générale de la molécule de [troponine](#) est modifiée et cette dernière se déplace, entraînant ainsi le filament de [tropomyosine](#), qui libère à son tour les têtes de fixation de l'[actine](#), permettant ainsi à la [myosine](#) de venir s'y fixer. Quand le [calcium](#) quitte la [troponine](#) cette dernière reprend sa place naturelle, et « tire » avec elle la [tropomyosine](#) qui vient se placer devant les sites de fixation de la [myosine](#), et empêche de nouveau la contraction d'avoir lieu.

TROPONINE

C'est la molécule qui, en se déplaçant, libère ou occulte les têtes d'[actine](#) en entraînant dans son mouvement la molécule filamentaire de [tropomyosine](#). Le fonctionnement est proche de celui de la serrure. Quand une molécule de [calcium](#) vient s'arrimer à la molécule de [troponine](#) elle colisse (comme un barillet de serrure) et ce mouvement déplace la molécule de [tropomyosine](#) (tel un loquet qui bloquait une porte) et libère le site de fixation des [ponts transversaux](#) de la molécule de [myosine](#).

TROPOMYOSINE

Il s'agit d'une longue molécule qui a pour fonction de servir de verrou à la contraction. Cette molécule enroulée autour du filament fin est déplacée par les mouvements de la molécule de troponine et se positionne soit dessus, soit à côté, de la tête d'[actine](#) qui a pour fonction de permettre à la [myosine](#) de venir s'y fixer. La [tropomyosine](#) est donc l'équivalent biologique du cache-prise ou du loquet, ou plus simplement, du bout de plastique que l'on poserait sur un aimant pour empêcher la connection.

PONT TRANSVERSAL

Il s'agit de la partie de la molécule [myosine](#) qui effectue le travail d'ancrage-tirage-décrochage avec la tête de la molécule d'[actine](#) pour créer le raccourcissement du [sarcomère](#) et ainsi générer une force. Ce [pont transversal](#) a besoin de l'[ATP](#) qu'il dégrade pour pouvoir se déplacer et aller chercher la tête de [myosine](#), puis d'[ATP](#) encore pour se décrocher. Cycle des [ponts transversaux](#) : unité de mouvement musculaire : fixation du [pont transversal](#) sur la tête d'[actine](#), déplacement, détachement du [pont transversal](#), déplacement du pont pour attraper une autre tête d'[actine](#).

TÊTE D'ACTINE

C'est le site où a lieu la connexion entre les [ponts traversaux](#) de la [myosine](#) et l'[actine](#). C'est à ce niveau que s'accroche la [myosine](#) pour ensuite "tirer" vers l'intérieur les molécules d'[actine](#), raccourcissant ainsi le [sarcomère](#) et créant une force de traction. Ces têtes d'[actine](#) sont généralement occultées par une molécule nommée [tropomyosine](#), ce qui empêche la mise en oeuvre de la contraction.

LIGNE "A"

C'est le nom donné à la division de la [myofibre](#) correspondant au [sarcomère](#).

LIGNE "H"

Il s'agit de la zone centrale du [sarcomère](#) : c'est un espace où il n'y a que de la [myosine](#) vers laquelle se déplace l'[actine](#). Chaque molécule de [myosine](#) est entourée de molécules d'[actine](#) à ses deux extrémités, quand la [myosine](#) fait coulisser les molécules d'[actine](#) ce mouvement a lieu en direction du centre de la molécule de [myosine](#), dans la zone nommée "Ligne H".

LIGNE "I"

Il s'agit de la zone contraire à la ligne H, c'est à dire celle où il n'y a que des molécules d'[actine](#); c'est à ce niveau qu'ont lieu les déplacements.

LIGNE "Z"

C'est la zone située entre deux [sarcomères](#) : c'est là où a lieu l'élasticité du muscle. Quand un muscle s'étire sous le poids d'une charge qui dépasse la capacité contractile du muscle, ce ne sont pas les [sarcomères](#) qui s'étirent mais la zone située entre eux qui a une capacité élastique; la "Zone Z".

CALCIUM

Le [calcium](#) est un ion fondamental pour le fonctionnement cellulaire. Il permet donc d'« ouvrir » la porte de fixation de la molécule d'[actine](#) pour accueillir la tête de la molécule de [myosine](#), ouverture qui a lieu quand le [calcium](#) modifie la forme de la petite molécule de [troponine](#) et la fait ainsi se déplacer, ce qui engendre le déplacement de la molécule de [tropomyosine](#) qui bloquait l'accès à la tête de fixation de l'[actine](#).

Le [calcium](#) vient se loger dans le cytoplasme pour activer le mouvement des [ponts traversaux](#). Tout ce joue au niveau de l'[actine](#), plus particulièrement au niveau des deux protéines qui constituent le filament d'[actine](#) : la [troponine](#) (boule) et la [tropomyosine](#) (filament). Ce sont des phénomènes électriques qui sont à l'origine de la fixation du [calcium](#) sur la [troponine](#), et de sa libération.

Le [calcium](#) provient d'une « gaine » (ou manchons) entourant les [Myofibrilles](#) (le [réticulum sarcoplasmique](#)). A l'intérieur de ces manchons se trouvent des zones de stockage de [calcium](#). Le [calcium](#) se trouve soit dans le [réticulum sarcoplasmique](#), soit dans le [cytosol](#).

ACIDE LACTIQUE

L'acide lactique est le sous-produit de la consommation par les muscles du glycogène. La glycolyse (consommation de sucre par le muscle pour faire de l'énergie) peut se faire avec un apport suffisant d'oxygène (aérobie) ou insuffisant (anaérobie). En aérobie cette consommation a lieu des mitochondries qui consommeront totalement l'acide lactique indirectement créé. Dans l'effort intense où l'apport en oxygène est insuffisant la consommation du sucre a lieu dans le cytoplasme, et l'acide lactique ne peut être éliminé par la respiration.

ADP

Quand une molécule d'[ATP](#) est [hydrolysée](#) (dissoute par l'eau) elle se "casse" en un élément ADP et un élément phosphate, et libère de l'énergie. Le recouplage de ces deux parties permet de reformer

de l'[ATP](#), mais cela va consommer la même dose d'énergie.

ATP Molécule dont les liaisons entre les atomes sont très énergétiques. C'est un composé phosphaté riche en énergie. C'est la molécule qui sert à produire de l'énergie. Sa dégradation par l'eau (hydrolyse) libère de l'énergie (environ 30kj/mol), et sa synthèse consomme la même quantité d'énergie. L'hydrolyse de l'ATP donne une molécule d'ADP et un composé phosphate..

ACH Neurotransmetteur.

HYDROLYSE Action de l'eau sur la molécule qui coupe la molécule et qui libère de l'énergie chimique dans le cas de l'[ATP](#). On casse pour créer de l'énergie.

PHOSPHORYLATION Quand un composé comme l'ADP devient de l'[ATP](#). C'est le contraire de l'hydrolyse. On utilise de l'énergie pour réassembler.

OXYDATION Perte d'électron de l'[ATP](#) captée par une autre molécule.

POLARISATION Perte d'électrons (devient plus), gain d'électrons (devient moins).

MOTONEURONE Ce sont elles qui sont responsables du « message » de libération du [Calcium](#). Les [motoneurones](#) sont des cellules nerveuses dont les [axones](#) se divisent en branches au contact du muscle et se connectent à un maximum de [Myofibrilles](#). 1 neurone ennerve plusieurs fibres. L'ensemble Motoneurone+[myofibre](#) se nomme « [unité motrice](#) ». Il est intéressant de remarquer que les [myofibres](#) connectées à un motoneurone ne sont pas forcément côte-à-côte. Plus il y a d'[axones](#), plus il y aura de [myofibres](#) qui recevront le message de libération de [calcium](#), et plus il y aura de contractions de [sarcomères](#), et donc plus puissante sera la contraction. C'est pourquoi certaines personnes d'apparence mince sont très puissantes, car ils sont capables de mobiliser plus de fibrilles que d'autres. Rien ne sert d'avoir des muscles hypertrophiés si nos connexions nerveuses ne sont pas capables de les stimuler. Au niveau de la [myofibre](#), dans les sillons à la surface de la membrane plasmique (qui protège les [Myofibrilles](#)) se situe une « [plaque motrice](#) » où vient se loger l'axone moteur (la terminaison du neurone). Cette jonction est nommée « Jonction neuromusculaire ». Quand le « potentiel d'action » entre en contact avec la membrane plasmique, et se propage le long de la surface de la fibre musculaire. Au niveau des terminaisons des [axones](#) se trouvent des vésicules qui libèrent un neurotransmetteur ([Ach](#)). Quand un potentiel d'action entre en contact avec la [plaque motrice](#) il [dépoliarise](#) la membrane plasmique ouvrant ainsi des canaux qui vont libérer le [calcium](#). Ces canaux sont dits « potentiel-dépendants » car leur ouverture est liée à l'impulsion d'un potentiel d'action. Ce [calcium](#) libéré permet la libération du neurotransmetteur. L'[Ach](#) se fixe sur la [plaque motrice](#) et transmet le potentiel d'action. La [plaque motrice](#) porte une enzyme (la choline) qui va profiter de la connexion pour remonter vers la terminaison axonique et être utilisée pour créer une nouvelle [Ach](#). L'activité électrique de la membrane plasmique agit indirectement sur les protéines contractiles en libérant du [calcium](#) qui se répand dans le [cytosol](#). Ce [calcium](#) est stocké dans le réticulum sarcoplasmique au niveau des « citernes terminales ».

AXONE

C'est la partie terminale nue (non protégée par une gaine) du [neurone moteur](#), celle qui transmet les informations par le biais d'un neurotransmetteur. A l'instar d'un câble électrique, il s'agirait de la partie terminale où le fil est dénudé.

PLAQUE MOTRICE

C'est la zone sur laquelle se fait la connection entre le système nerveux et le système musculaire. Cette zone est située au niveau de la [myofibre](#), dans les sillons de sa surface irrégulière (membrane plasmique). C'est à cet endroit que se place la terminaison du motoneurone (l'axone moteur). C'est à ce niveau qu'ont lieu les échanges de neurotransmetteurs qui créent le [potentiel d'action](#) menant à la libération du [calcium](#) à l'intérieur du cytosol et au début de la contraction. A l'instar d'une connection électrique domestique, il s'agirait du "contact".

UNITE MOTRICE

C'est le nom donné à l'ensemble Motoneurone-[myofibre](#): puisque chaque [neurone moteur](#) est connecté à une fibre musculaire, la contraction globale du muscle est le fruit de l'action simultanée de ces réseaux indépendants: plusieurs [motoneurons](#) vont stimuler simultanément la [myofibre](#) à laquelle ils sont rattachés et la somme des stimulations-contractions de chacune de ces unités motrices donne la force. Comparé à un moteur à explosion, l'[unité motrice](#) correspondrait dans l'esprit à l'assemblage bougie-chambre de combustion; la bougie est le motoneurone apportant l'information, et la [myofibre](#) la chambre de combustion où ont lieu les réactions chimiques menant au développement d'une force. Le travail simultané de chaque système bougie-chambre ([unité motrice](#)) donne le mouvement.

POTENTIEL D'ACTION

Ce que l'on nomme généralement "l'influx nerveux" est en fait constitué de potentiels d'action. Cela correspond à un changement de polarité de la cellule. Ce sont les ions (potassium, sodium) qui sont à l'origine de la différence de potentiel électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Le [potentiel d'action](#) est constitué d'une succession d'événements : une [dépolarisation](#) transitoire et locale de cet état de repos, d'une amplitude (augmentation du potentiel de la membrane interne). une repolarisation de la membrane interne. Le [potentiel d'action](#) dure entre 2 et 3 millisecondes.