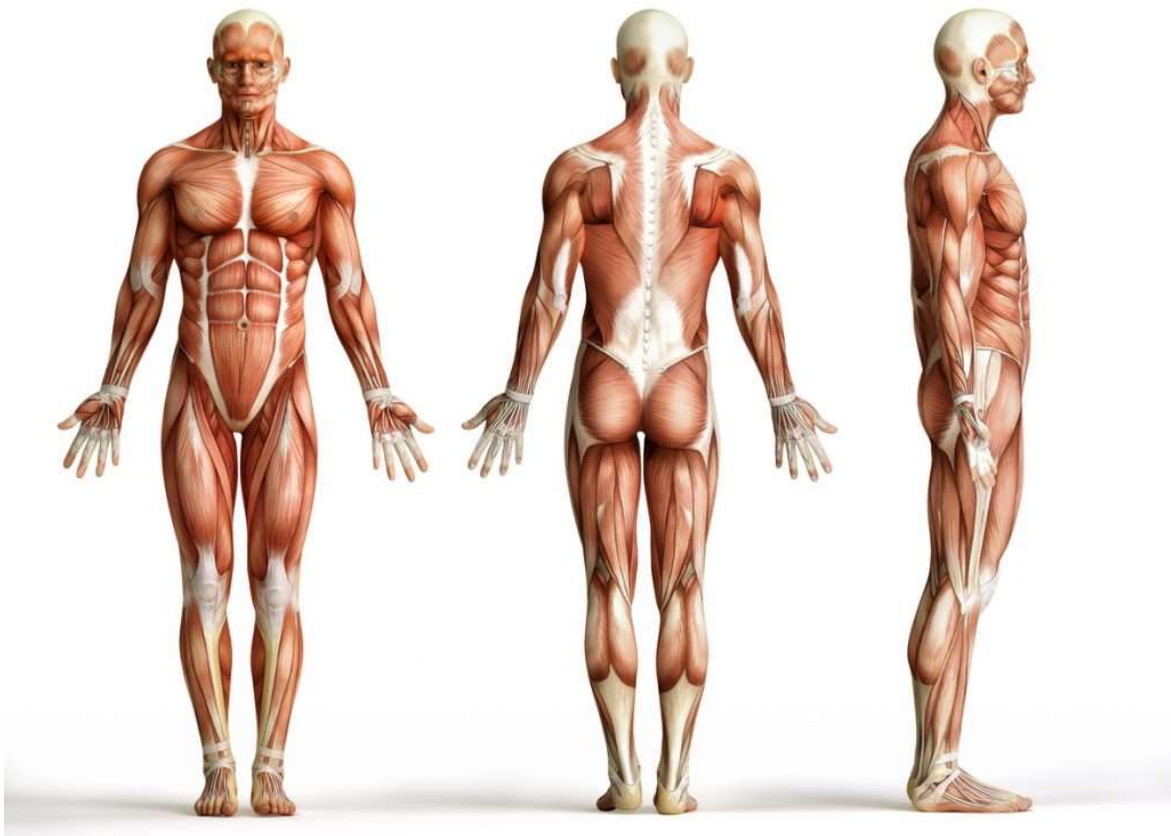


TUT' RENTRÉE 2022-2023

OTIPLOUF

TISSU MUSCULAIRE STRIÉ SQUELETTIQUE



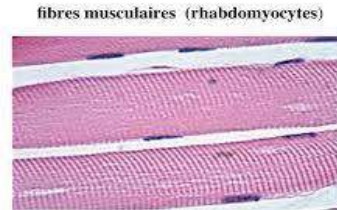
❖ INTRODUCTION



Les muscles striés squelettiques , comme leur nom l'indique , sont **rattachés aux éléments osseux** qui les entourent (le squelette) et ces muscles ont un aspect **strié** dû à une cellule musculaire qui les constituent : **le rhabdomyocyte++**

➤ Ces cellules ont des caractéristiques morphologiques particulières +++ :

- Cylindrique aux **bords parallèles**
- Grandes cellules
- Des centaines de noyaux donc **multinucléés ++**
- Possède des stries transversales caractéristiques perpendiculaires à l'axe de la fibre



Comme toutes les cellules , le **rhabdomyocyte** possède une membrane plasmique appelé le **sarcolemme ++** et un cytoplasme appelé **sarcoplasme++** . C'est dans le sarcoplasme qu'on retrouve les centaines de noyaux, refoulés en **périphéries sous le sarcolemme**. *Bien faire la différence entre sarcolemme et sarcoplasme !!*

Sarcolemme = mb plasmique / Sarcoplasme = Cytoplasme

- **Le sarcoplasme contient de nombreux éléments importants :**

- Il contient **de nombreuses mitochondries** qui produisent de l'énergie nécessaire à la contraction musculaire
- Il contient des réserves d'énergie, sous forme de **glycogène**
- Pour finir, le sarcoplasme contient des protéines spécifiques importantes pour le fonctionnement des myocytes : **Myoglobine et la dystrophine++**

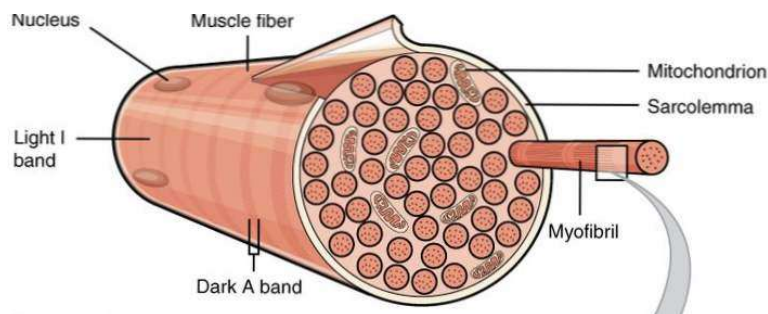
➤ Pourquoi les noyaux se situent-ils en périphérie de la cellule ?

Pour répondre à cette question , on va parler de ce qui se trouve à l'intérieur du cytoplasme et plus en particulier des **organites** . Les rhabdomyocytes possèdent une **organite présente en grande majorité : les myofibrilles++**.

Celles-ci sont présentes dans le cytoplasme par **centaines**, et prennent donc de l'espace, refoulant alors les noyaux à la périphérie.

Toutes ces myofibrilles forment : le myoplasme (≠ cytoplasme ≠ sarcoplasme)

Schéma de myofibrille :



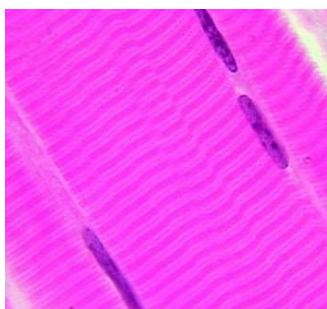
J'adore les myofibrilles miaou <3



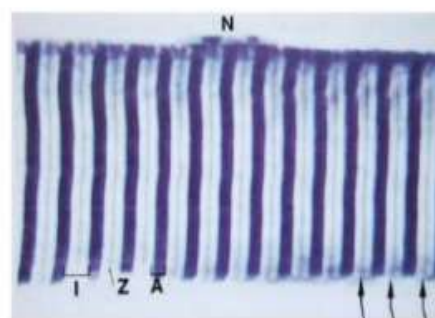
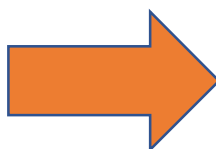
L'unité fonctionnelle et contractile de la myofibrille est **le sarcomère +++** et les myofibrilles sont responsables de l'aspect strié en MO, elles sont composées d'une succession de **sarcomères**.

❖ Aspect strié en microscopie optique

Le muscle strié squelettique a un **aspect strié** (j'espère tu as kompri) **en microscopie optique**. Tout d'abord en coupe longitudinale puis en grossissement supérieur en coupe semi-fine, on visualise cette striation :



Coupe longitudinale



Coupe semi fine

En coupe semi fine, on voit une **alternance de bandes claires et sombres dans la même cellule** :

- **Bandes claires++** = Bandes I (pour Isotrope) qui mesure 0,8 μm de large.
- **Bandes sombres++** = Bandes A (pour Anisotrope) qui mesure 1.5 μm de large.
- **Au centre de la bande claire** : on trouve une fine strie **sombre** appelée **strie Z ++**

Cet aspect strié est dû à la présence des myofibrilles ++. (on va le répéter bcp de fois jusqu'à que tu perfect <3)

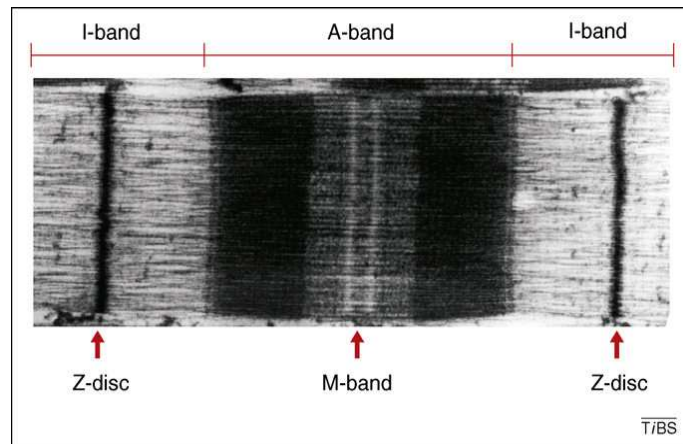
En effet, les myofibrilles possèdent des bandes claires et des bandes sombres.

De plus, les myofibrilles sont parallèles entre elles et alignées. Ce qui donne un aspect strié en microscopie optique comme sur les coupes que l'on vient de voir.

❖ Le sarcomère : l'unité fonctionnelle contractile du myocyte

Maintenant qu'on sait que dans une myofibrille, il y a plusieurs sarcomères, on va voir qu'il y a une délimitation entre les différents sarcomères.

En microscopie électronique, on visualise l'alternance de bandes claires et de bandes sombres qui vont nous aider à la délimitation.



Un sarcomère se situe entre deux stries Z et mesure 2.5 μm de large.

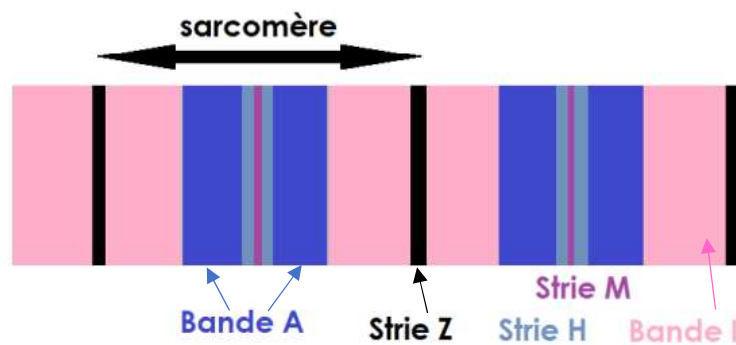
Il est l'unité contractile et fonctionnelle du myocyte.+++++

Instant tut : Visualisez avec l'image ++ et dites-vous que le myocyte est constitué de myofibrilles (organites) et que les myofibrilles sont constituées de plein de sarcomères (c'est comme des poupées russes). C'est pour ça que quand on dit : le sarcomère est l'unité contractile et fonctionnelle du MYOCYTE ++, c'est parce que le myocyte contient des myofibrilles qui contiennent des sarcomères.

Maintenant intéressons-nous plus spécialement sur ce qui compose le sarcomère



(merci clochonou ma vieille pour ce magnifique schéma <33)

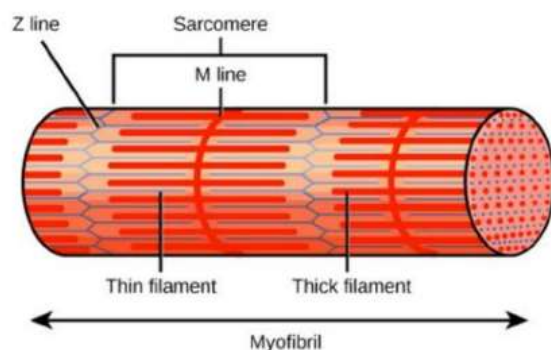


Dans un sarcomère ,on retrouve :

- * Les deux **stries Z** au milieu des **bandes I**, elles délimitent le sarcomère
- * 2 demi bandes I de chaque côté
- * une bande A au centre
- * Une strie H = strie de Hensen, plus claire au centre de la bande A
- * Une strie M, plus sombre au centre de la strie H

❖ Structure moléculaire du sarcomère

Lorsqu'on s'intéresse a la structure moléculaire du sarcomère au microscope électronique, on remarque qu'il est composé de deux types de myofilaments : **Des myofilaments épais et des myofilaments fins ++** . Quand on se place au niveau moléculaire de ces myofilaments , on voit qu'elles sont constituées **de protéines contractiles** qu'on va voir tout de suite !!



Thick filament = Myofilaments épais

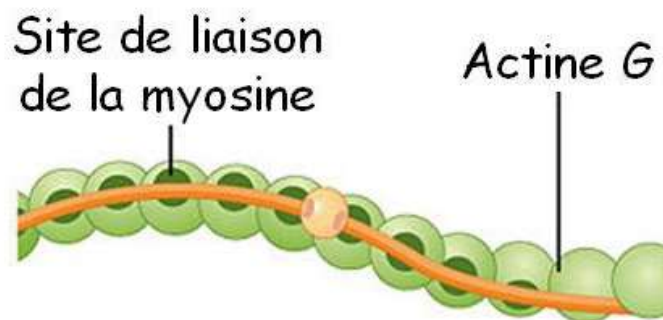
Thin filament = Myofilaments fins

➤ Myofilaments fins

Les myofilaments fins sont plus petits que les myofilaments épais. Ils sont attachés à la strie Z et sont constitués d'une protéine contractile : **l'actine**.

Le myofilament fin est structuré par l'**actine** qui est une protéine de beaucoup plus faible poids moléculaire **puisque'elle fait 42 kDA**. A savoir que l'actine a un poids moléculaire plus faible que la myosine, les valeurs vous les apprendraient plus tard

Elle est **sous forme d'une protéine globulaire qu'on appelle actine G (G comme Globulaire)** et pour former le filament fin, les perles d'actine G se polymérisent les unes à côté des autres pour former une sorte de collier. **Et c'est cette polymérisation en filaments qui donne naissance à l'actine F (F comme filament)++.**



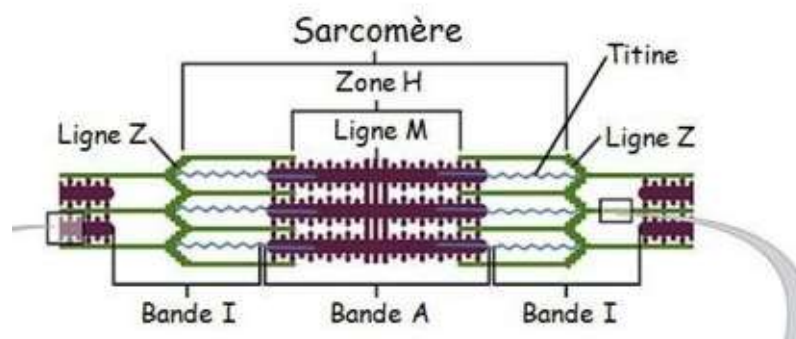
RECAP : Pour arriver à la forme finale du myofilaments fins, il faut que l'actine G se polymérise pour former de l'actine F pour donner un filament.

Pour finir, chaque monomère d'actine G possède un site de fixation pour la myosine (**en vert foncé**). Tes en train de te dire mais ke fou la myosine aussi ? t'en fais pas on vois ce que c'est juste après dans les myofilaments épais !!

Maintenant, on va voir où les myofilaments fins se trouvent dans le sarcomère : **tout d'abord dans la bande I** : Ils ne contiennent que des filaments fins. Les myofilaments fins sont attachés à la strie Z ++

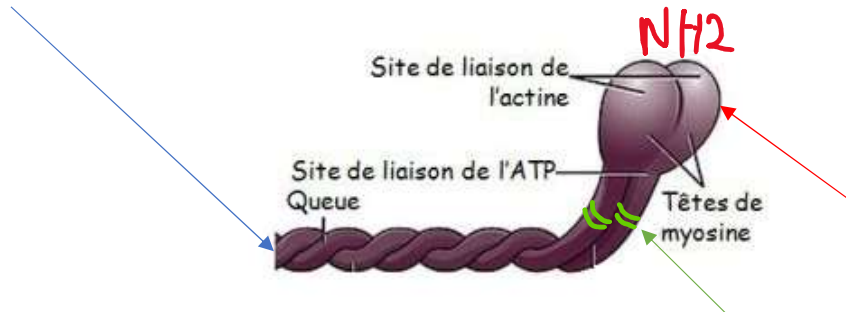
Les myofilaments fins de deux sarcomères successifs sont **reliés au niveau de la strie Z** et s'accrochent entre eux grâce à **l'alpha-actinine**++.

- Poti schémas pour visualiser encore++



➤ Myofilaments épais

Le filament épais est constitué d'une protéine : **la myosine**. Elle a une masse moléculaire de **120 kDa** et elle est constituée au sein du filament épais de **2 chaînes lourdes** qui s'enroulent l'une autour de l'autre en hélice alpha **pour former la tige de la protéine** (flèche bleue sur le schémas).



L'extrémité NH2 terminale de la chaîne lourde s'enroule en motte pour former une tête globuleuse (flèche rouge voir schémas). À ces **2 chaînes lourdes** s'associent **4 chaînes légères** et ces 4 chaînes légères s'associent au niveau de la tête pour donner de la **rigidité à la structure+++**. (on a 2 chaînes légères par chaîne lourde, dessinés en vert)

Il existe **2 sites** très particulier au niveau de la myosine qui sont situés au niveau de la tête : **un site de liaison à l'actine** et **un site d'activité ATPase dépendant de l'actine**.

De plus , au niveau du sarcomère , les myofilaments épais composés de myosines occupent la **totalité** de la **bande A** et **s'accroche au niveau de la strie M** (voir schémas page 5) ++

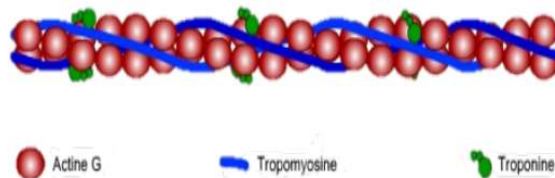
➤ RECAP++ :

Myofilament Fins	Myofilament épais
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protéine contractile = Actine ✓ Attaché a la strie Z grace à l'alpha actinine ✓ Actine = 42kDa ✓ Les myofilaments fins se trouvent sur toutes la bande I 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protéine contractile = Myosine ✓ Attaché à la strie M grâce a la myoméline ✓ Myosine = 120 kDa ✓ Les myofilaments épais se trouvent sur toute la bande A ✓ 2 chaines lourdes et 4 chaines légères assurent la rigidité de la structure ✓ 2 sites très particulier : un site de liaison à l'actine et un site d'activité ATPase dépendant de l'actine

❖ Les autres protéines contractiles

Outre le fait qu'on retrouve de la myosine et de l'actine dans les myofilaments, on retrouve d'autres protéines contractiles qui sont tout aussi importantes. Il existe encore deux autres protéines contractiles au niveau du myofilament fin .

Tropomyosine	Troponine
C'est une molécule longue et fine (~40 nm) constituée de deux chaînes polypeptidiques . Elle se fixe dans la gouttière du myofilament d'actine et le stabilise (voir schéma les loulou).	C'est une protéine globulaire constitué de trois sous unités moléculaire ++++++ : 1) Troponine T :qui se lie à la Tropomyosine 2) Troponine C : elle fixe les ions Calcium 3) La troponine I : elle masque le site de liaison à la myosine <u>situé sur l'actine++</u>



Chaque molécule de tropomyosine est en rapport avec un complexe de troponine++. Ce complexe de troponine se situe en regard de chaque tête de myosine pour empêcher leur fixation. troponine pas gentil

Schémas pour visualiser les troponines et les tropomyosines :



Chaque molécule de tropomyosine est en rapport avec un complexe de troponine. Ce complexe de troponine se situe en regard de chaque tête de myosine pour empêcher leur fixation.

La tropomyosine qui croise la troponine #tension

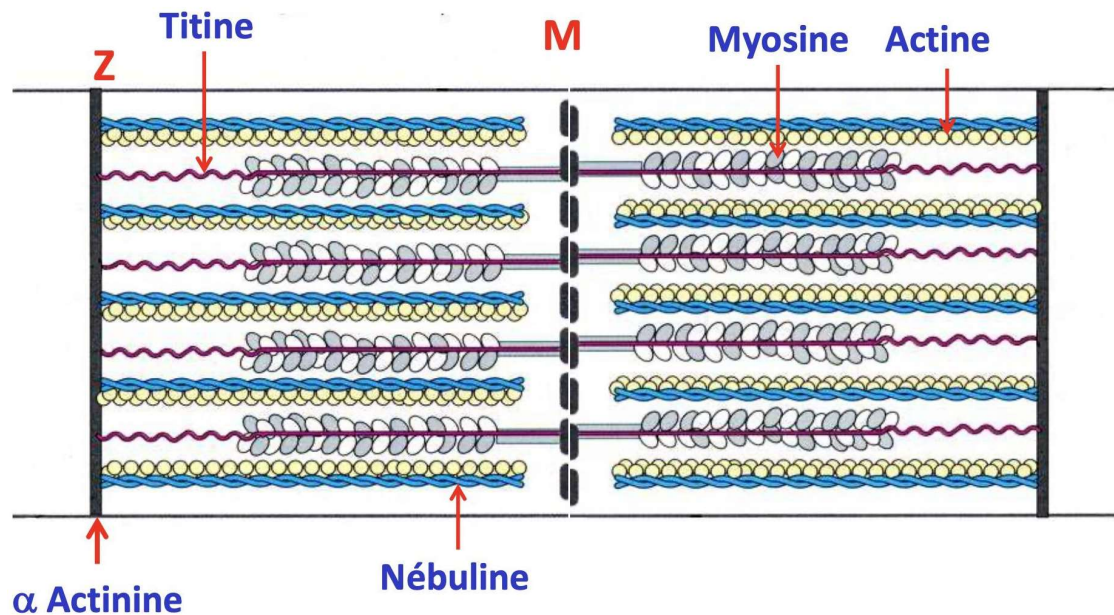


❖ Attachement des myofilaments

Au niveau des sarcomères, il existe d'autres molécules très importantes, faisant partie du **cytosquelette et qui permettent le maintien de l'organisation structurale et spatiale du sarcomère**. Ces protéines permettent l'attachement des myofilaments à la strie Z et permettent l'attachement des myofibrilles au sarcolemme et à la matrice extracellulaire.

Voici les protéines qui sont impliquées :

- **La myoméline / protéine M** : Elle relie les myofilaments entre eux au niveau de la strie M
- **La titine** : Elle ancre les myofilaments épais à la strie Z, maintient leur alignement et s'oppose à l'étirement excessif du sarcomère. Elle s'étire de la strie Z à la strie M.
- **La nébuline** : Elle s'enroule autour du myofilament fin pour guider la polymérisation de l'actine.
- **L'alpha-actinine** : Elle accroche les myofilaments fins d'actine à la strie Z
- **La tropomoduline** : Elle stabilise la longueur du filament d'actine



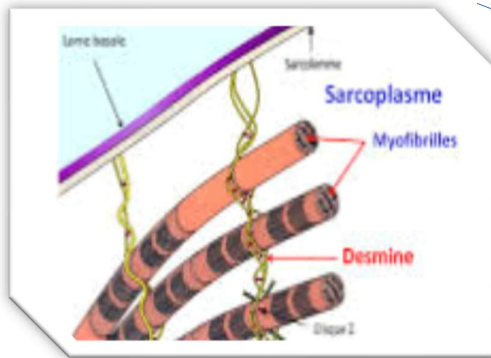
❖ Attachement des myofibrilles au sarcolemme

Le sarcomère est relié au sarcolemme et à la matrice extra cellulaire via 3 protéines :

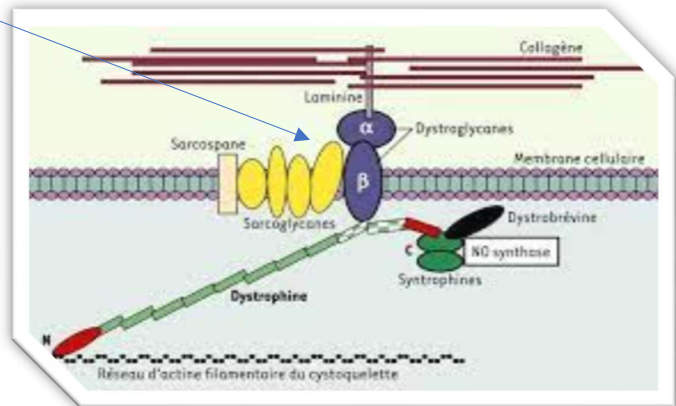
* **La desmine** : elle relie les myofibrilles entre elles, ainsi qu'au sarcolemme et à l'enveloppe nucléaire. Elle se situe au niveau de la strie Z et ressemble à une échelle. (schémas 1)

* **La dystrophine et les protéines associées** : elles forment un complexe sous la membrane plasmique qui permet l'ancrage des myofibrilles au sarcolemme et à la membrane basale. (schémas 2)

* **La laminine** : rattache le complexe des protéines de la dystrophine à la MEC (schémas 2)



Schémas 1



Schémas 2

Maintenant qu'on a vu la structure des rhabdomyocytes avec les myofibrilles et les sarcomères, ainsi que toutes les protéines structurales qui les composent. Ils nous restent à **détailler certaines structures et organites importants pour la contraction musculaire.**

❖ Sarcolemme et tubules T

• Sarcolemme

Le sarcolemme possède plusieurs éléments essentiels au bon fonctionnement du myocyte :

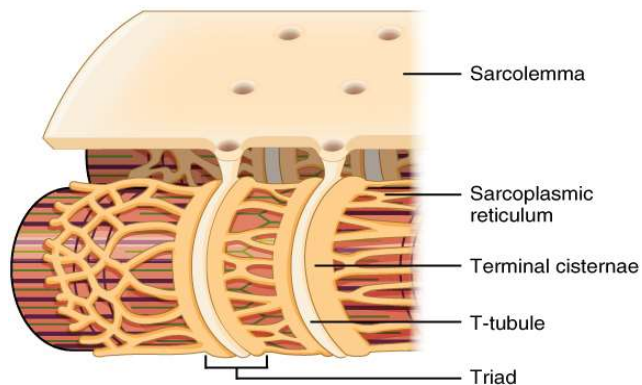
- De **nombreux récepteurs aux neurotransmetteurs et aux hormones** : ils permettent aux myocytes de recevoir le signal de dépolarisation et de le propager
- Des transporteurs de glucose : **GLUT1 et GLUT 4+++**

Ainsi, **l'insuline, l'hypoxie et l'exercice musculaire** stimulent l'entrée de glucose dans le myocyte : **le glucose apportant de l'énergie à la cellule.**

- **Tubules T**

Les tubules T correspondent à des invaginations du sarcolemme+++.

Ces invaginations s'organisent en un réseau de tubules et de canalicules, qui pénètrent à l'intérieur du cytoplasme et cheminent autour des myofibrilles, entre les citernes terminales du réticulum sarcoplasmique. Voir schémas ci-dessous



Les tubules T se situent au niveau de la jonction A/I des sarcomères++.

Mais dis-moi Jamie, à quoi ça sert un tubule T ? Les tubules T possèdent de nombreux **canaux calciques** qui serviront dans la transmission de l'onde de dépolarisation. En effet, vous le verrez en physio mais le Ca^{2+} permet une dépolarisation

- **Le réticulum sarcoplasmique**

Le réticulum sarcoplasmique est constitué de **citernes transversales : les citernes terminales dont on vient de parler**. Celles-ci contiennent du calcium et sont reliées entre elles par un **système de tubes longitudinaux moulés sur les myofibrilles**.

Les tubules T et les citernes terminales forment une structure à retenir : **la triade**

→ Une triade = 2 citernes terminales associées à 1 tubule T.

→ Une triade se situe au niveau de **la jonction entre les bandes A&I**.

→ 1 sarcomère contient **2 triades**.

FIN

Instant dedi #jattend ce moment depuis longtemps :

Dedi a tout mes copains LAS2 je vous aime grâce a vous ce fut une année incroyable <33

Dedi a noep mon gros fumieyyy , dedi a mon bidoli qui va réussir son année , dédi a nath mon miel des montagnes

Dedi a ma fillote Ines qui va tout défoncer , je crois en toi <3, Dedi a charlotte ma co tut d'amour, vous allez l'adorer

Dedi a mes parents , merci de m'avoir soutenu toute cette année même d'aussi loin je vous aime hihi

Dédi a assyl la psychopathe pharmacologue qui cache des armes de categorie A dans son sac , force a l'ECUE 3

Dédi au tutorat je vous aime <3, quelle grande équipe , l'aventure ne fait que commencer !!

Dédi a Faya Leicester , Dédi Macy Village , Dédi a imagine dragons qui m'a sauvé de la dépression

Dedi a Ja le criminel .. , Dedi a idris le chasseur pokemon fou et le futur moniteur de ski et dedi a akemi lpb < 3

Enfin dedi a toi qui lis cette fiche , crois en toi et en tes objectifs , tu es le meilleur , ne lâche rien on est tous passé par la mais la fin du tunnel est toujours agréable !! Courage poti sorcier