

TISSU MUSCULAIRE

I-Généralités

Le tissu musculaire est constitué par des cellules spécialisées : les cellules musculaires ou myocytes, dont la fonction principale est la contraction. Cette dernière relève de différenciations cytoplasmiques : les myofibrilles, qui désignent un ensemble de myofilaments d'actine et de myosine, orientés et agencés dans un ordre rigoureux.

Les myocytes diffèrent sur les plans :

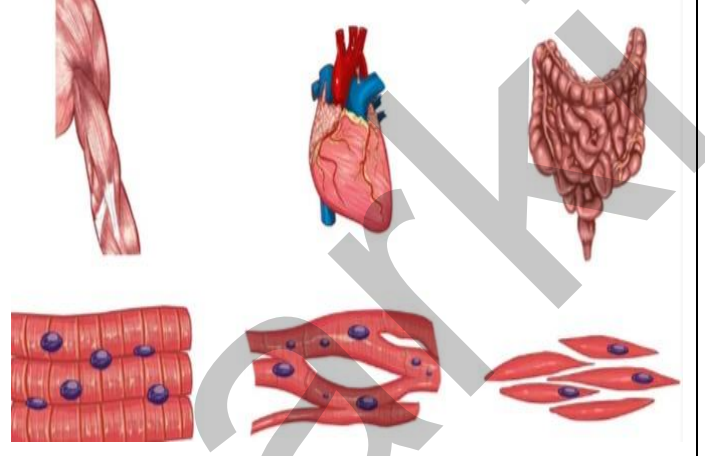
- * structural (présence ou absence d'une striation des myofibrilles);
- * fonctionnel (myocytes volontaires ou involontaires).

Dès lors, les muscles se classent en :

Muscle strié volontaire (muscle squelettique);

Muscle strié involontaire (myocarde);

Muscle lisse involontaire (paroi des organes creux comme l'estomac par exemple).



Souvent des termes particuliers sont utilisés pour la description des cellules musculaires

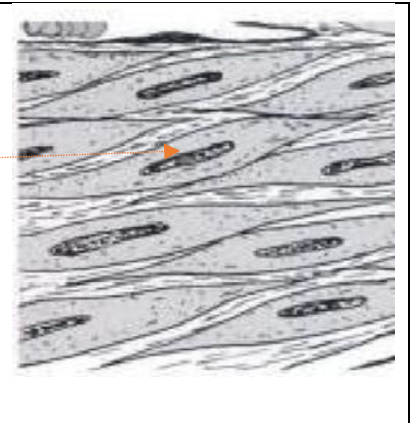
Cellule musculaire = fibre musculaire / Cytoplasme = sarcoplasme/ Mitochondries = sarcosomes/ Réticulum endoplasmique = réticulum sarcoplasmique

II-TISSU MUSCULAIRE LISSE : 1-La cellule musculaire lisse

Embryologie : Les cellules musculaires lisses sont d'origine **mésenchymateuse**. Au cours de la différenciation, les cellules mésenchymateuses s'allongent et s'effilent puis s'enrichissent progressivement en myofilaments.

Aspect en microscopie optique (M.O) :

- La cellule musculaire lisse (Léiomyocyte)** est fusiforme avec un corps cellulaire renflé et deux extrémités effilées.-Sa longueur varie de 15 μm (au niveau des petits vaisseaux sanguins) à 500 μm (au niveau de l'utérus).
- Le noyau allongé, central** (renferme un à deux nucléoles) situé dans un fuseau sarcoplasmique axial dépourvu de myofibrilles et où se trouvent les organites de la cellule notamment de nombreuses mitochondries.
- Chaque cellule est entourée du **sarcoleme** formé de la membrane sarcoplasmique et de la lame basale et contient des myofilaments orientés selon le grand axe de la cellule.



Aspect en microscopie électronique (M.E):

a. Myofibrilles : Elles sont le résultat de l'agrégation de structures beaucoup plus fines : les myofilaments. Ces derniers, dispersés dans toute la cellule, comptent 3 types :

- **filaments fins** (d'actine) : Diamètre (D) = 4 à 8 nm.
- **filaments épais** (de myosine) : D = 13 à 18 nm.
- **filaments intermédiaires** : D = 10 nm. Ils ne contiennent ni actine, ni myosine et entrent dans la constitution du cytosquelette.

b. Membrane plasmique ou sarcolemme :

1. La face externe est en rapport avec : Le cell-coat et la lame basale.

2. La face interne: elle est accolée par endroits, aux plaques d'attache des filaments fins d'actine.

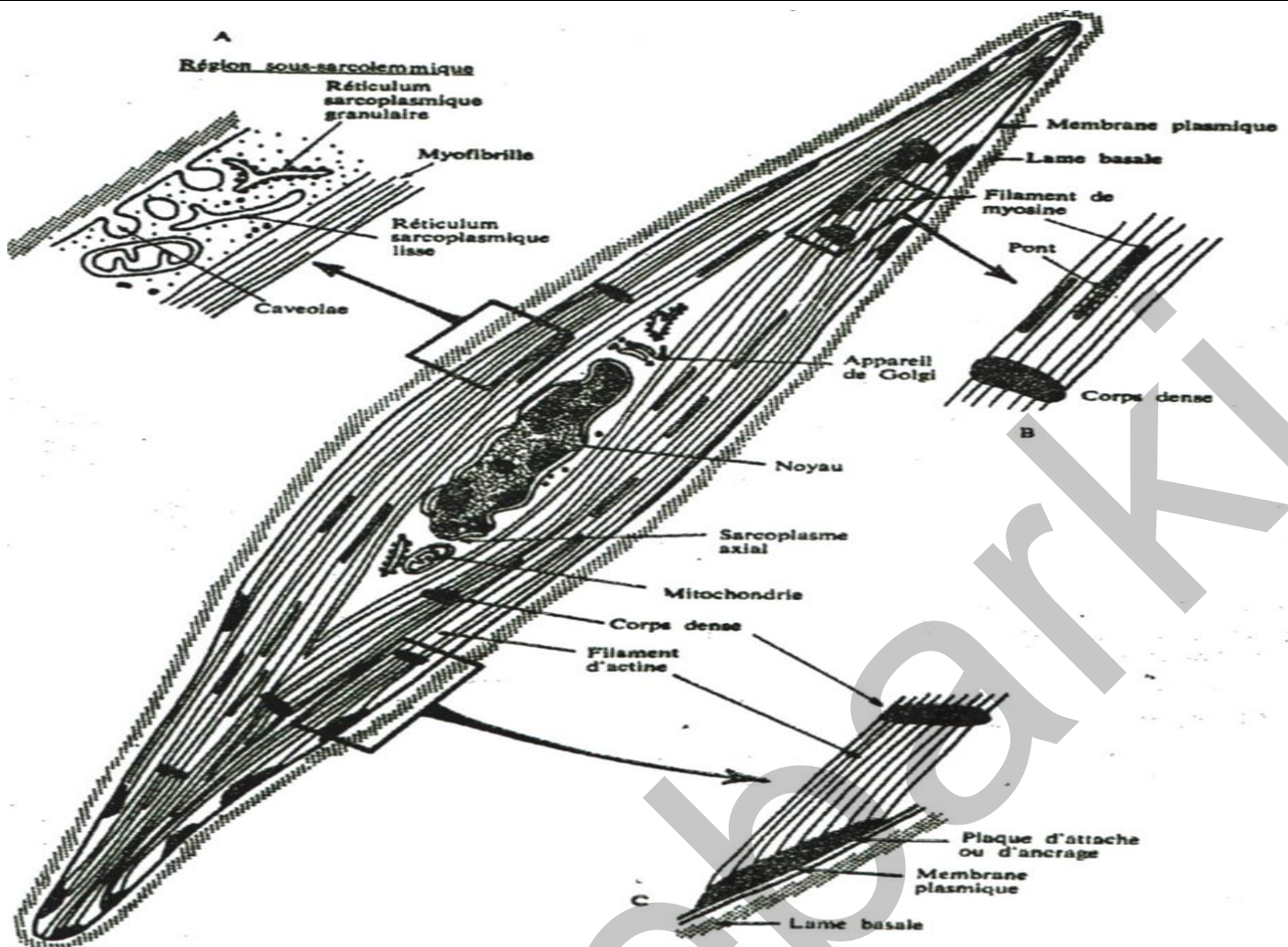


Fig. 2. - Cellule musculaire lisse en microscopie électronique.

c. Réticulum sarcoplasmique : C'est un réseau tridimensionnel de tubules, à prédominance lisse dont le rôle serait d'accumuler le calcium (ce dernier constitue l'élément primordial de la contraction musculaire).

d. mitochondries : Elles se disposent soit à la périphérie de la cellule, soit dans le sarcoplasme axial et fournissent l'énergie nécessaire aux phénomènes de contraction.

Variations de forme des cellules musculaires lisses :

Cellules rameuses : localisation dans média des grosses artères élastiques (aorte) ; Rôle : contractiles et douées de propriétés de synthèse.

Cellules myoépithéliales : D'origine ectoblastique, Localisation: entre la lame basale et les cellules glandulaires des acini (Ex: glandes salivaires); Rôle: la contraction permet l'expulsion du produit de sécrétion.

Cellules myoépithélioïdes : Ces cellules ont subi une différenciation particulière qui les rapproche à la fois des cellules épithéliales et des cellules sécrétrices; Localisation: cellules de Ruyters de l'appareil juxtaglomérulaire (rein). Rôle : contractiles et douées de propriétés de synthèse endocrine.

2-Le muscle lisse : A-Structure : Le muscle lisse est constitué par des faisceaux de cellules musculaires lisses (également dites fibres musculaires lisses). En effet, ces dernières sont rarement isolées et se regroupent plutôt en faisceaux. Le faisceau constitue « l'unité fonctionnelle du muscle lisse ».

Dans un faisceau, les fibres musculaires lisses :

- * sont **orientées parallèlement** à son axe et imbriquées.

- *sont, chacune, entourées par une **lame basale** sur laquelle s'insère des fibres de réticuline et des fibres de collagène (responsables de la cohésion de l'ensemble des fibres).

- *Ce tissu conjonctif **intra-fasciculaire** se nomme **endomysium**.

Les faisceaux sont :

- *Parfois isolés : réalisant alors, à eux seuls, un véritable organe (muscle arrecteur du poil);

- * le plus souvent associés les uns aux autres. Chaque faisceau est entouré par un tissu conjonctif inter-fasciculaire : **périnysium** (ou passe les vaisseaux sanguins et les nerfs), le séparant et l'unissant au faisceau voisin.

B-Vascularisation : * Sanguine : Elle est pauvre en raison des faibles dépenses énergétiques du muscle lisse.

- * Lymphatique : Elle est également pauvre.

C-Innervation : Elle dépend du **système nerveux végétatif**, la contraction du muscle lisse échappant au contrôle de la volonté. Les nerfs moteurs autonomes (une centaine) pénètrent dans le muscle lisse et se divisent en faisceaux de 10 à 20 fibres qui cheminent dans le **périnysium** ; ne libèrent que quelques axones qui pénètrent à l'intérieur du faisceau. Ces derniers sont variqueux et, dans leur partie terminale.

III-TISSU MUSCULAIRE STRIÉ : L'élément fondamental du tissu musculaire strié est la cellule musculaire squelettique, responsable des **mouvements volontaires** et du **maintien de la posture**. Cette cellule est sous l'influence du système nerveux central. **La cellule musculaire est caractérisée par une striation transversale résultant de l'organisation des myofilaments**. Ceux-ci sont composés de **filaments épais** : la myosine et de **filaments fins** : l'actine.

La contraction musculaire est permise grâce à l'interaction entre les deux types de filaments : elle est réalisée par le raccourcissement des "fibres" musculaires. Elle résulte du **glissement actif** des filaments épais de myosine entre les filaments fins d'actine.

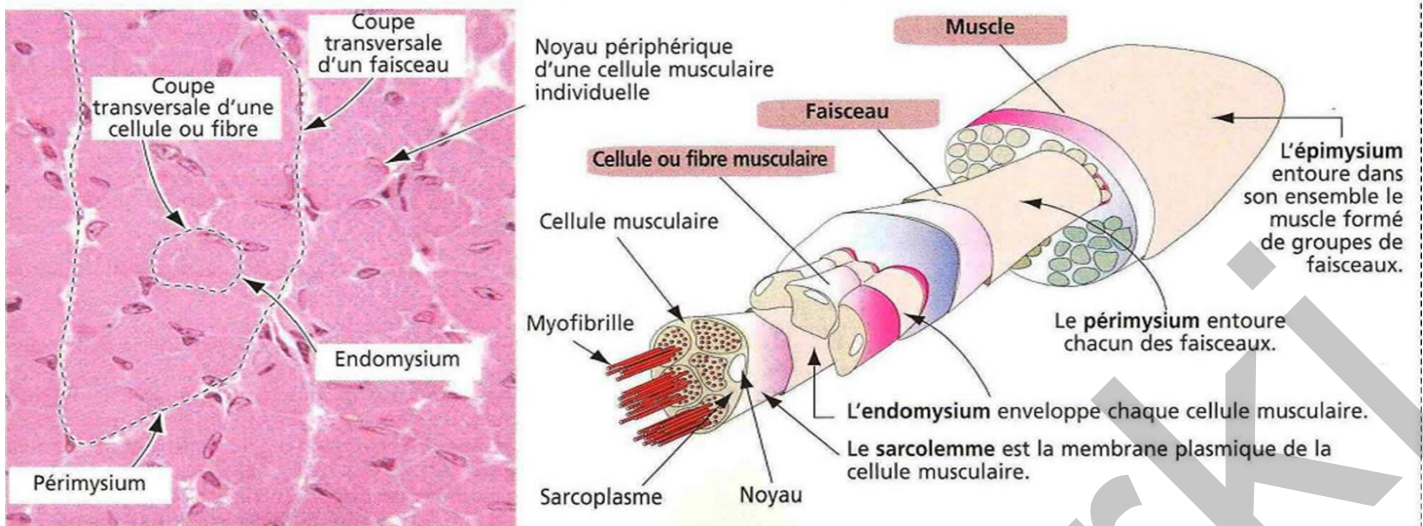
1-EMBRYOLOGIE : Chaque cellule musculaire est formée par la **fusion** de plusieurs **centaines** de myoblastes qui s'allongent formant des faisceaux parallèles **multinucléés**. Les noyaux initialement centraux dans chaque myoblaste se déplacent vers la **périphérie** et les myofibrilles apparaissent dans le cytoplasme de telle sorte que, chez l'adulte, chaque cellule musculaire constitue un syncytium contenant des centaines de **noyaux** situés immédiatement **sous la membrane plasmique**.

2-STRUCTURE GÉNÉRALE : Les muscles striés sont formés de cellules musculaires **juxtaposées parallèlement**, organisées en **faisceaux**. Le muscle est entouré de tissu conjonctif vasculaire fait de fibres de collagène disposées en plans superposés et recouvrant l'ensemble du muscle : **l'épimysium ou aponévrose** d'où partent des travées conjonctives (formant le **périnysium**) qui divisent le muscle en faisceaux.

Ce tissu conjonctif est le support du réseau **vasculaire** et entoure l'ensemble des éléments **nerveux**.

Chaque fibre musculaire est également entourée de tissu conjonctif : **l'endomysium**, provenant du **périnysium**.

Organisation générale du muscle squelettique



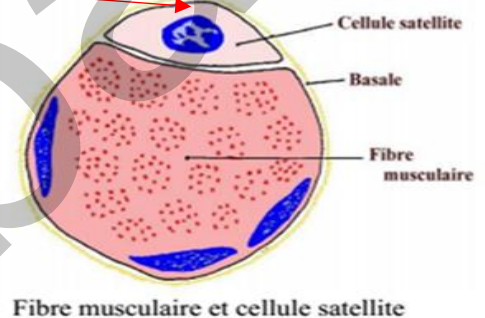
Les cellules musculaires **ne se divisent pas**. En cas de lésion, elles sont remplacées par division des **cellules satellites**.

Cellules satellites:

Cellules souches inactives qui ne sont pas visibles en microscopie optique:

- Possède qu'un seul noyau.
- Sont situées entre la membrane plasmique et la lame basale du Rhabdomyocytes.

En microscopie électronique, elles apparaissent petites et fusiformes, situées entre la lame basale et la membrane plasmique des myocytes.



3-MICROSCOPIE OPTIQUE : Les "fibres" musculaires apparaissent comme des éléments allongés, **plurinucclés** qui présentent une **striation transversale régulière**. Ces cellules (**Rhabdomyocytes**) mesurent 10 à 100 μm de diamètre et ont une longueur variable de quelques centaines de μm à plusieurs centimètres pour certains muscles squelettiques. **Les fibres musculaires striées** peuvent être cylindriques, fusiformes ou coniques.

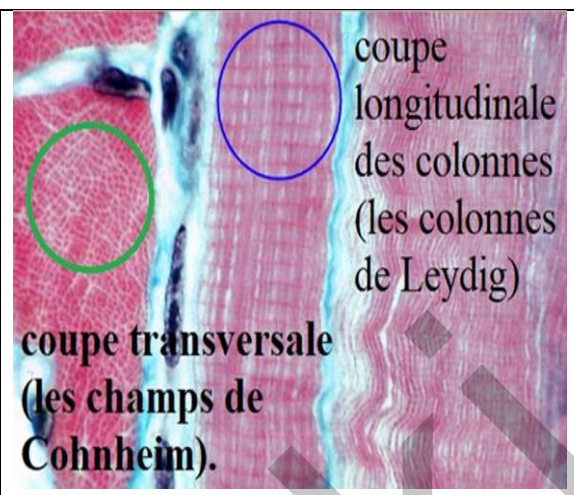
A- La membrane plasmique : La membrane plasmique entoure la cellule et est **doublée** d'une **lame basale** : l'ensemble forme le **sarcolemme**.

B- Les noyaux : **Plusieurs centaines** de noyaux sont en **périphérie** de la cellule contre la membrane plasmique. Ils sont ovoïdes allongés dans le sens de la fibre.

C- Le sarcoplasme il comporte : - un appareil de Golgi au pôle de chaque noyau;

- des enclaves cytoplasmiques (vacuoles lipidiques, glycogène); - des mitochondries (1 à 2 par sarcomère).
- la myoglobine : **pigment rouge**, proche de l'hémoglobine, **fixant l'oxygène** apporté par le sang puis le cédant aux mitochondries. Il donne sa couleur au muscle, les muscles striés sont des muscles rouges par opposition aux muscles lisses qui sont des muscles blancs car pauvres en myoglobine.

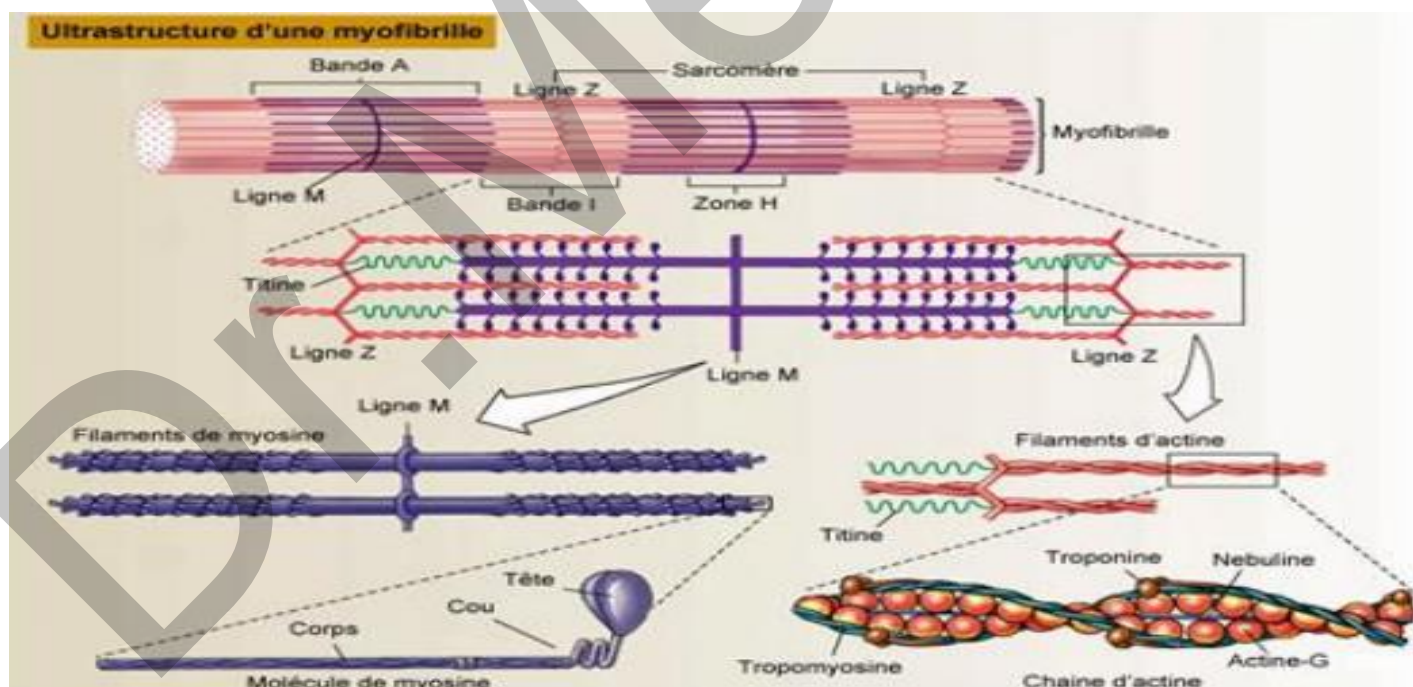
D-Myoplasme : désigne l'ensemble des myofibrilles, Elles occupent la majeure partie du cytoplasme et se groupent en faisceaux qui forment en coupe **longitudinale** des colonnes (les colonnes de Leydig) et des polygones en coupe **transversale** (les champs de Cohnheim). Entre les myofibrilles, des bandes étroites de sarcoplasme contiennent les organites de la cellule. La striation apparaît comme une alternance de bandes claires et de bandes sombres.



4- MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE : Les myofibrilles s'organisent des cylindres disposés parallèlement et présentant une striation périodique caractérisée par l'alternance : de **bandes sombres A** (anisotropes) et de **bandes claires I** (isotropes). La partie **centrale** des disques I est marquée par **la strie Z**. La zone plus claire qui apparaît au **milieu du disque A** est la **strie H** elle-même centrée par **la ligne M**.

L'élément répétitif et fonctionnel de base est **le sarcomère** délimité par deux stries Z.

Sarcomère : est l'unité d'organisation des protéines contractiles des (**cardiomyocytes et Rhabdomyocytes**) il mesure 2 à 3 μm de longueur pour 1 μm de diamètre. Il va d'une strie Z à la strie Z adjacente. Chaque sarcomère est composé d'un faisceau de **myofilaments** (épais et fins) parallèles à son axe. Les filaments **épais** sont situés au **milieu** du sarcomère ; les filaments **fins** sont situés **latéralement** et se disposent entre les filaments épais. **La succession de sarcomères donne une Myofibrille**.

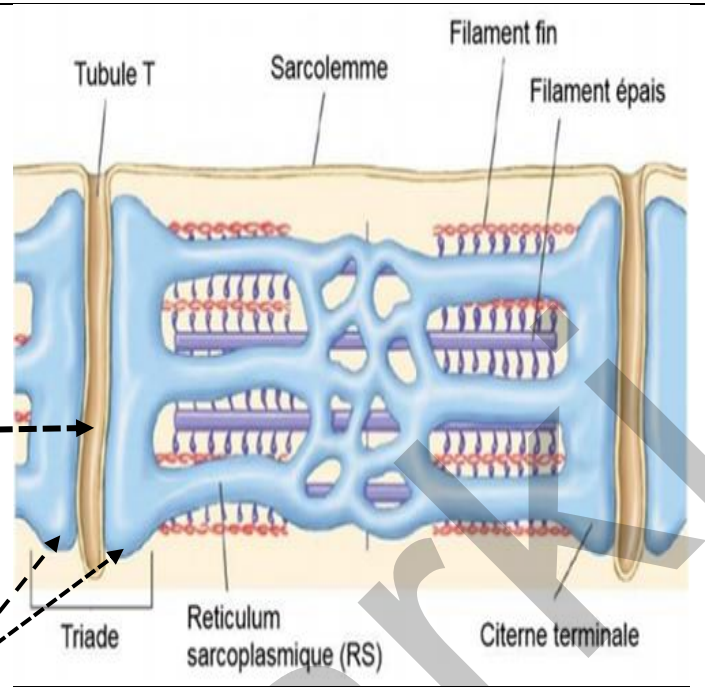


Autres constituants des fibres musculaires : le cytosquelette, **filaments intermédiaires de desmine**, des **filaments de titine et de nébuline**.

Rapports des myofibrilles avec les éléments sarcoplasmiques

Le **réticulum sarcoplasmique** est le nom donné au **réticulum endoplasmique lisse** des **cellules musculaires striées squelettiques, lisses et cardiaques**. Disposé en tubules longitudinaux dont l'extrémité est dilatée en regard de la jonction disque A - disque I. Les tubules sont reliés les uns aux autres par des tubules transversaux en regard des stries Z.

Le **système T** est un ensemble de canalicules transversaux qui sont des invaginations tubulaires de la membrane plasmique entourant les myofibrilles aux jonctions bande A bande I. A ce niveau, le **système T**, associé aux **extrémités dilatées** du réticulum, **forme les triades**.



5- Vascularisation : 1) Sanguine : Elle est assurée par un réseau capillaire, envoyant des ramifications dans le périmysium puis dans l'endomysium.

2) Lymphatique : Elle dépend de capillaires logés uniquement dans le périmysium.

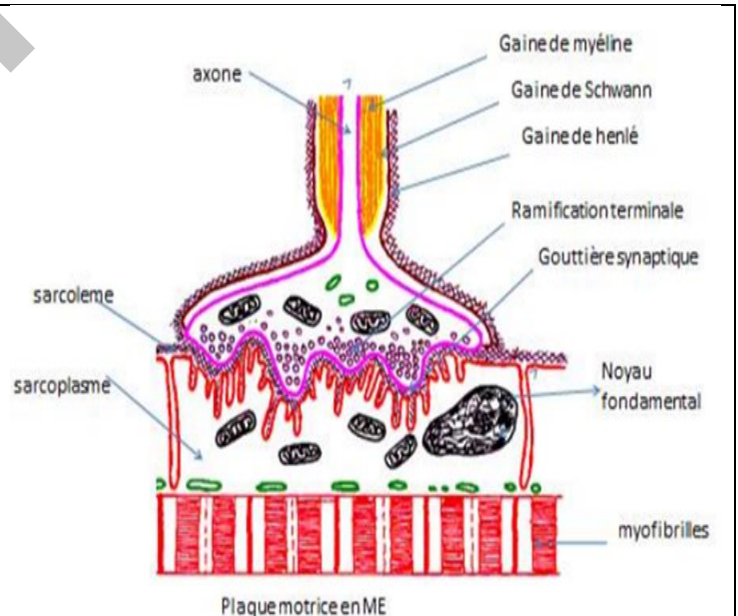
6-Innervation : 1) Innervation motrice des fibres musculaires striées « f.m.s. » (la plaque motrice)

a. Définition : La plaque motrice est une structure composite complexe. Elle réalise une synapse axosomatique responsable de la transmission de l'influx nerveux à la fibre musculaire striée.

b. Structure

Chaque fibre musculaire striée reçoit une **innervation motrice** par l'intermédiaire des ramifications des **axones des neurones moteurs**. Une fibre nerveuse aborde une fibre musculaire striée généralement dans sa partie moyenne : elle possède alors un axone, une **gaine de myéline**, une **gaine de Schwann**, et à la périphérie, une gaine conjonctive, la **gaine de Henlé**.

La gaine de myéline s'interrompt à une certaine distance de la plaque motrice, de telle sorte que l'axone suit un court trajet pendant lequel il n'est entouré que par la gaine de Schwann et la gaine de Henlé. Puis, l'axone se ramifie en une arborisation terminale qui pénètre la fibre musculaire striée.



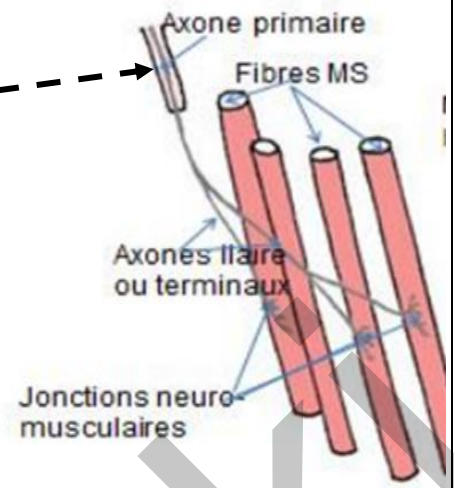
c. Mécanisme d'action : La plaque motrice transmet, à la fibre musculaire striée, l'influx moteur qui arrive par le motoneurone alpha de la corne antérieure de la moelle épinière.

Quand le système nerveux central donne un ordre à un muscle, un signal électrique, l'onde de dépolarisation, crée un potentiel d'action qui se propage le long des membranes excitables des nerfs puis des muscles, entraînant la contraction de ces derniers.

d. Unité motrice

*Définition : **Une unité motrice est l'ensemble des fibres musculaires striées innervées par un motoneurone commun.**

- *Constitution : 1 -Corps cellulaire du motoneurone;
 2- Axone de ce motoneurone (axone primaire) : gagne un nerf moteur en cheminant dans la racine antérieure de la moelle épinière;
 3- Jonction neuromusculaire;
 4- Axones moteurs secondaires ou terminaux : ce sont des ramifications de l'axone primaire;
 5- Fibres musculaires striées : innervées par ce même motoneurone.



On distingue trois types de motoneurones : Alpha (fibres musculaires contractile), Gamma (fuseaux neuromusculaires), Beta (deux types de fibres).

2) Innervation sensitive :

a. Fuseaux neuromusculaires : Ce sont des **mécanorécepteurs** qui répondent spécifiquement aux **variations passives ou actives de la longueur** du muscle.

b. Organes neurotendineux de Golgi : Il s'agit de formations encapsulées **contenant les arborisations terminales de fibres nerveuses afférentes** spécifiques, **sensibles à la tension du tendon**. Les organes neurotendineux de Golgi sont situés sur le trajet des fibres **collagènes du tendon**.

IV-TISSU MYOCARDIQUE : A- Généralités : Le myocarde est formé de :

- ✓ Cellules musculaires qui s'associent bout à bout en fibres cardiaques par des **jonctions scalariformes** (aspect en marches d'escalier).
- ✓ Tissu conjonctif situé entre les fibres cardiaques.
- ✓ Un **riche** réseau capillaire et lymphatique.
- ✓ Fibres nerveuses sympathiques et parasympathiques.

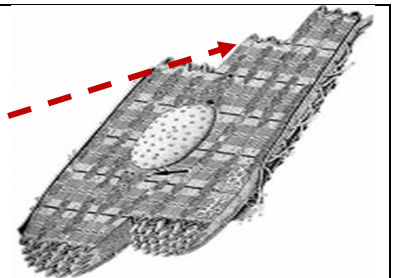
Bien que toutes les cellules musculaires du myocarde puissent se contracter et transmettre l'excitation, on distingue :

- ❖ **Les cellules myocardiques dites de travail.**
- ❖ **Les cellules cardionectrices** (nodales et de conduction) : elles génèrent et conduisent l'onde d'excitation cardiaque à partir du nœud sinusal.
- ❖ **Les cellules myoendocrines** (auriculaires et ventriculaires : qui secrètent le facteur atrial natriurique).

B- La cellule myocardique : 1) Structure en microscopie optique

a. Fibre myocardique

Elle est composée de plusieurs cellules myocardiques alignées, séparées par des **stries**, de 2 μm d'épaisseur, disposées à intervalles réguliers et sur toute la largeur des cellules : **les stries scalariformes** (escalier).



b. Cellule myocardique : Elle est **grossièrement cylindrique** ($D = 5 - 20 \mu\text{m}$) avec des extrémités souvent ramifiées et offre à décrire :

- ❖ Une **striation transversale** : **identique** à celle de la cellule musculaire striée;
- ❖ Seulement **un noyau central**, pauvre en hétéro chromatine et **incapable de se diviser** dans les fibres musculaires adultes.

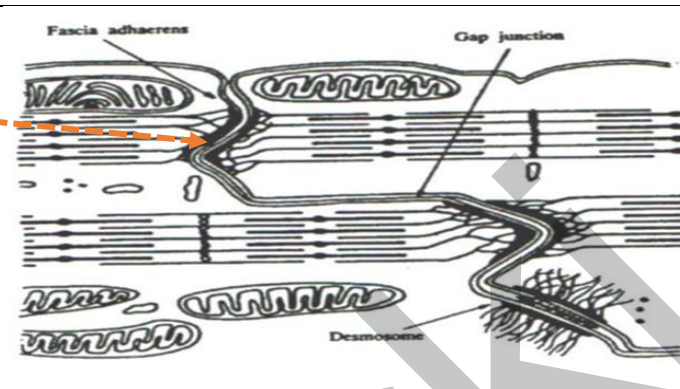
- ❖ Un sarcoplasme axial abondant et renfermant divers organites (appareil de Golgi, mitochondries), du glycogène, de la myoglobine et un pigment jaune ou brunâtre : la lipofuschine.
- ❖ Des myofibrilles : **identiques** à celles du muscle squelettique.

2) Structure en microscopie électronique

a. **Strie scalariforme**: Elle apparaît formée par un ensemble de disques intercalaires contiennent des :

- Desmosomes : permettent de lier les cellules musculaires ensemble.
- Jonctions communicantes (jonctions gap): permettent le transfert des potentiels d'action.

*les stries scalariformes occupent l'emplacement d'une strie Z.



b. **Appareil contractile** : Il est le **même** que celui de la fibre musculaire striée. Les myofilaments occupent la totalité de la cellule myocardique à l'**exception** du sarcoplasme axial.

c. **Tissu nodal**: Initiation de la contraction du myocarde:

Le tissu nodal, ou cardionecteur est responsable de **l'automatisme cardiaque**, représente l'innervation intrinsèque du cœur. Ses cellules contrôlent et régulent la contraction des cellules du myocarde.

Au plan topographique, les cellules nodales se répartissent :

En nœuds :

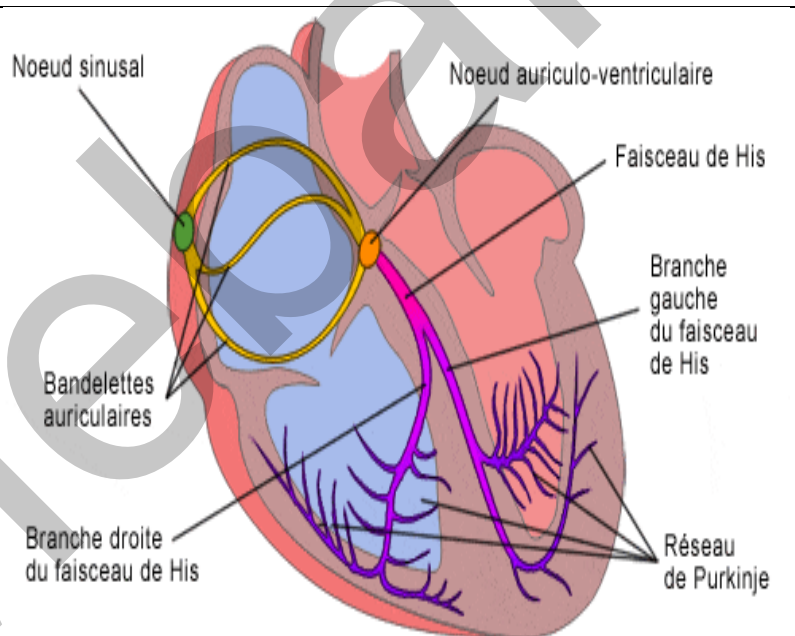
*Sino-auriculaire de Keith et Flack.

*Atrio-ventriculaire d'Aschoff-Tawara.

En faisceaux :

***de His**, faisant suite au nœud auriculo-ventriculaire.

*Réseau sous-endocardique : de **Purkinje**, faisant suite au faisceau de His et parcourant les ventricules

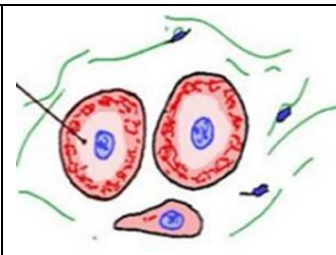


Cellule de Purkinje

Possédant un noyau **central** et un cytoplasme abondant **clair**, riche en glycogène et en mitochondries et relativement **pauvre** en myofibrilles,

Localisé: dans les branches du faisceau de His et réseau de Purkinje.

Rôle: conduction de l'excitation cardiaque dont la vitesse de l'onde de dépolarisation est 4 à 5 fois plus élevée que dans les cardiomyocytes banals.



N.B : L'**innervation extrinsèque** n'intervient que pour **réguler** l'activité du tissu nodal.

Référence bibliographique :

- Abraham L. KIERSZENBAUM ; Histologie et Biologie cellulaire.
- J. Poirier ; Histologie les tissus.
- J-P Dadoune ; Histologie de la biologie à la clinique.
- Marc Maillat ; Histologie des organes.
- Marc Maillat ; Le tissu musculaire.