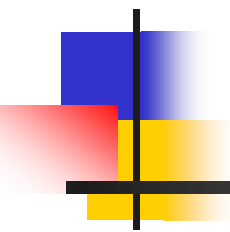




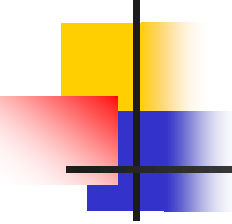
1ère Année FI
Année scolaire 2015-2016
HISTOLOGIE
POLYCOPIE 3

Dr L. BOURRY - 1ère année FI au
COE 2015-2016 - PLATEFORME



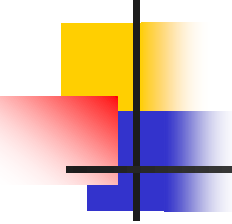
III. Tissu Musculaire

Liliane BOURRY, M.D.,Ph.D.



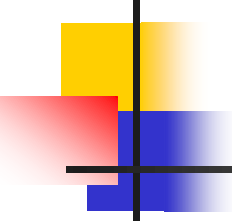
Chez l'humain, 40 à 60% de la masse totale du corps est constituée de muscles

- **Les muscles se divisent en:**
- ***muscles lisses***
- ***muscle cardiaque***
- ***muscles squelettiques (ou striés, ou volontaires).***



Les caractéristiques communes des cellules musculaires (myocytes ou fibres musculaires)

- Elles sont spécialisées dans la production d'un travail mécanique, la **contraction musculaire**.
- Leur cytoplasme, qui s'appelle le **sarcoplasme** contient un **matériel protéique filamentaire contractile**, les myofilaments d'**actine** (associés à des filaments de tropomyosine) et de **myosine**, ainsi que des filaments intermédiaires de **desmine**.
- Elles contiennent une de **myoglobine**, pigment respiratoire fixant de l'oxygène.



Les caractéristiques communes des cellules musculaires (myocytes ou fibres musculaires) cont.

- La membrane plasmique entoure la cellule et est doublée d'une lame basale : l'ensemble forme **le sarcolemme**
- Leur membrane plasmique contient de nombreux **récepteurs** à des molécules variées ainsi que des **transporteurs** (notamment de glucose).

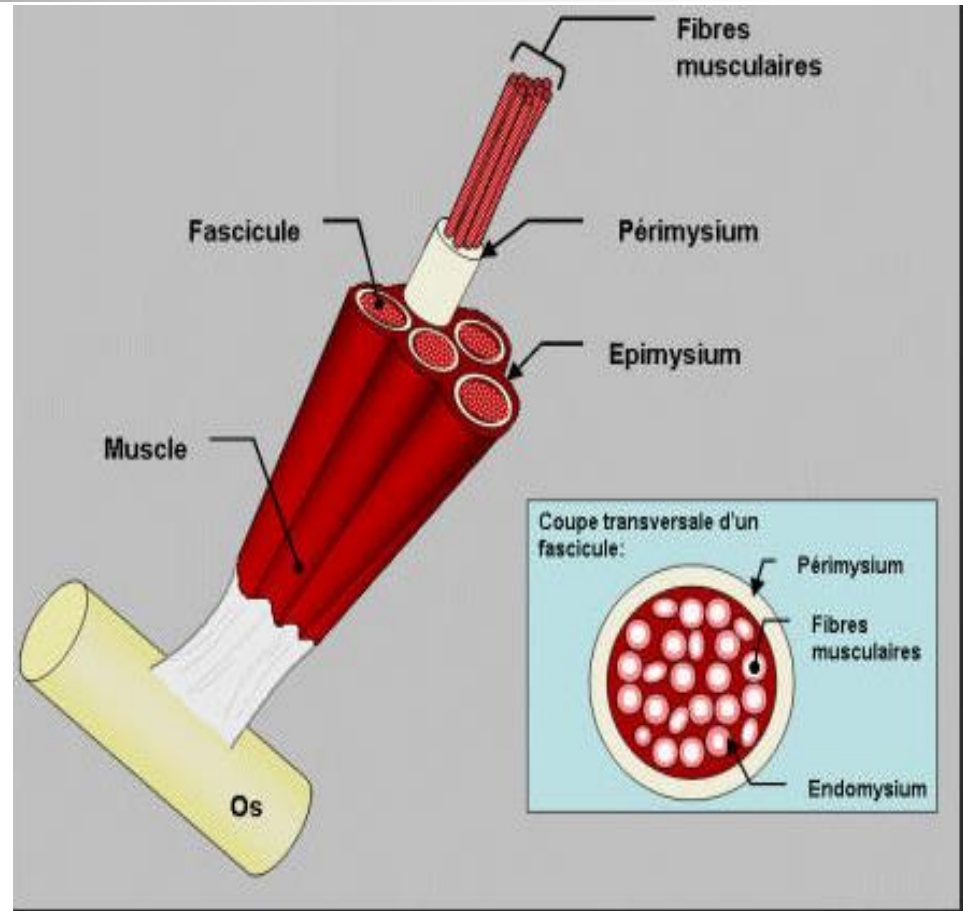
LE TISSU MUSCULAIRE STRIÉ

- Le tissu musculaire strié, qui est généralement associé au squelette, est composé de cellules (myofibres) qui présentent une **striation transversale**.
- Il est à contraction volontaire sous l'influence du système nerveux central.



Structure générale des muscles squelettiques

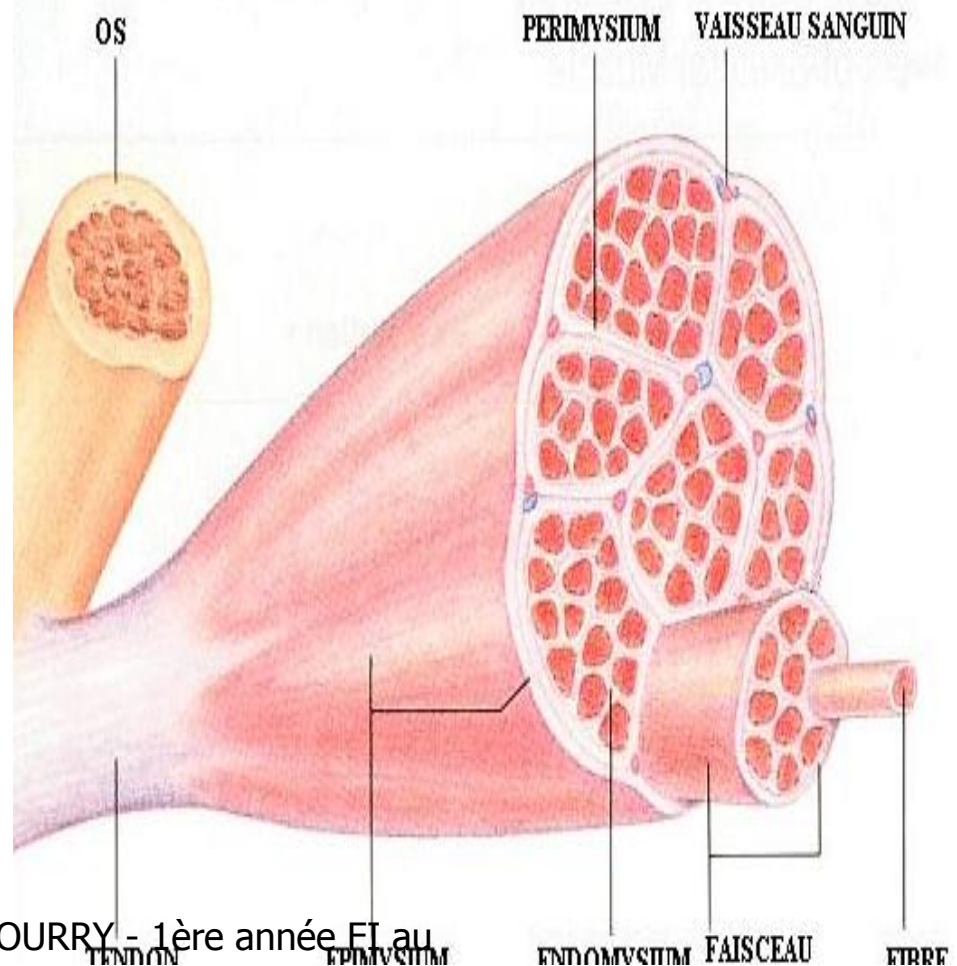
- Chaque fibre musculaire est également entourée de *tissu conjonctif* : **l'endomysium**.
- Les muscles striés sont forms de cellules musculaires (fibres musculaire) juxtaposées parallèlement, organisées en **faisceaux**.



Structure générale des muscles squelettiques (cont.)

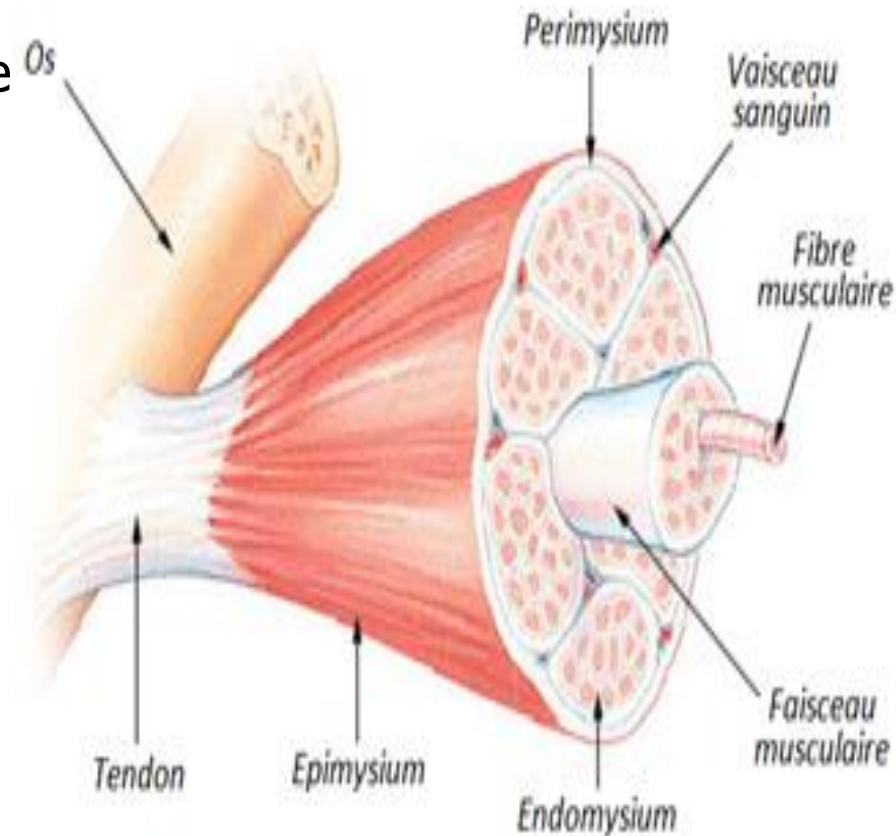
- Le muscle est entouré de tissu conjonctif vasculaire : **l'épimysium**,

d'où partent des travées conjonctives, formant le **périmysium**, qui divisent le muscle en faisceaux.

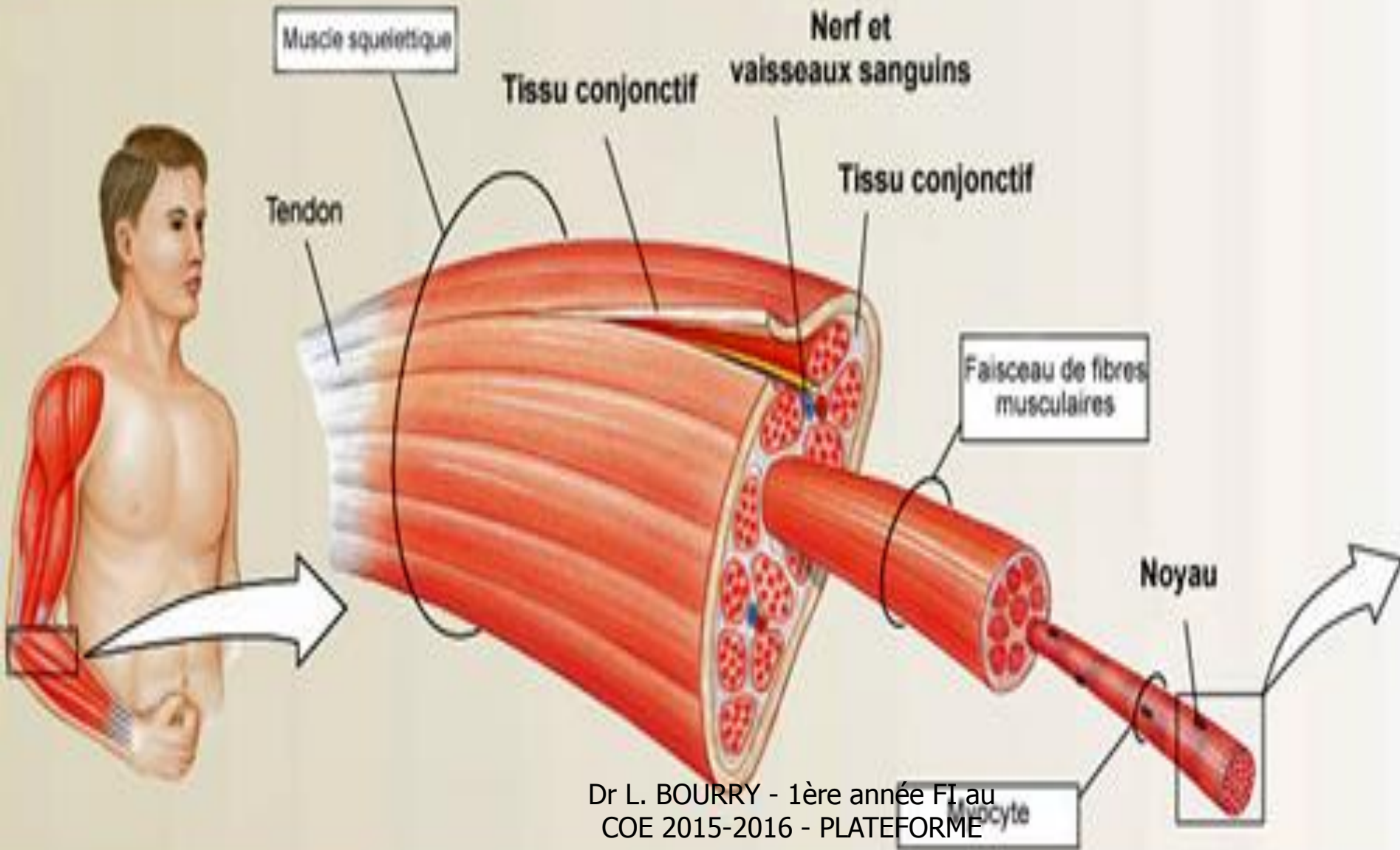


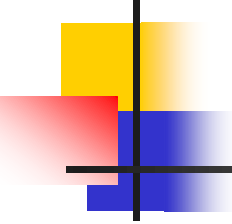
récapitulatif :

- la fibre musculaire est entourée de **l'endomysium**.
- La fascicule musculaire est entourée du **perimysium**
- Le muscle est entouré de **l'épimysium**
- Ce tissu conjonctif est le support du réseau vasculaire et entoure l'ensemble des éléments nerveux



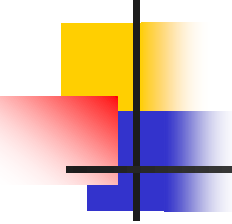
Le muscle squelettique





Réparation du muscle squelettique

- Les cellules musculaires ne se divisent pas. En cas de lésion, elles sont remplacées par division des **cellules satellites**, cellules souches inactives qui ne sont pas visibles en microscopie optique.
- En microscopie électronique, elles apparaissent petites et fusiformes, situées entre la lame basale et la membrane plasmique des myofibres.



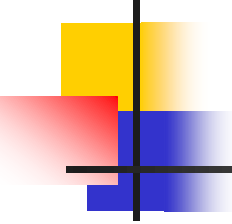
Microscopie Optique

- En microscopie optique, les "fibres" musculaires apparaissent comme des éléments allongés, plurinucléés qui présentent une striation transversale régulière.
- Ces cellules mesurent 10 à 100 μm de diamètre et ont une longueur variable de quelques centaines de μm (muscles oculaires) à plusieurs centimètres pour certains muscles squelettiques.

Les noyaux de muscle squelettique



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

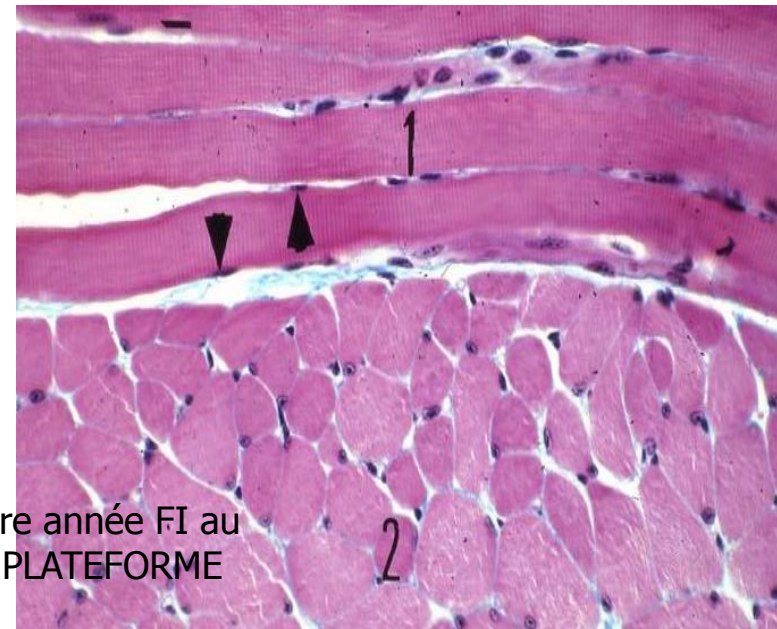
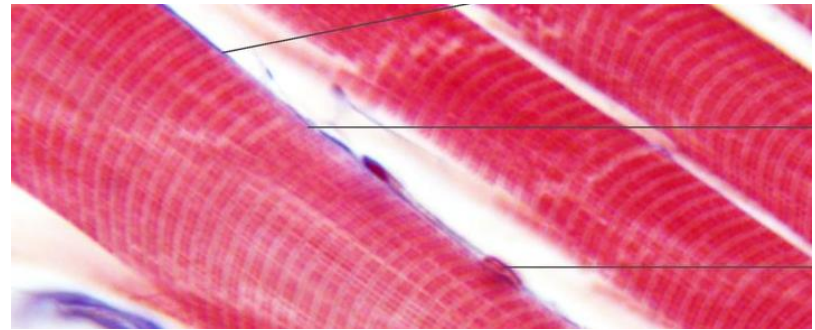


EMBRYOLOGIE

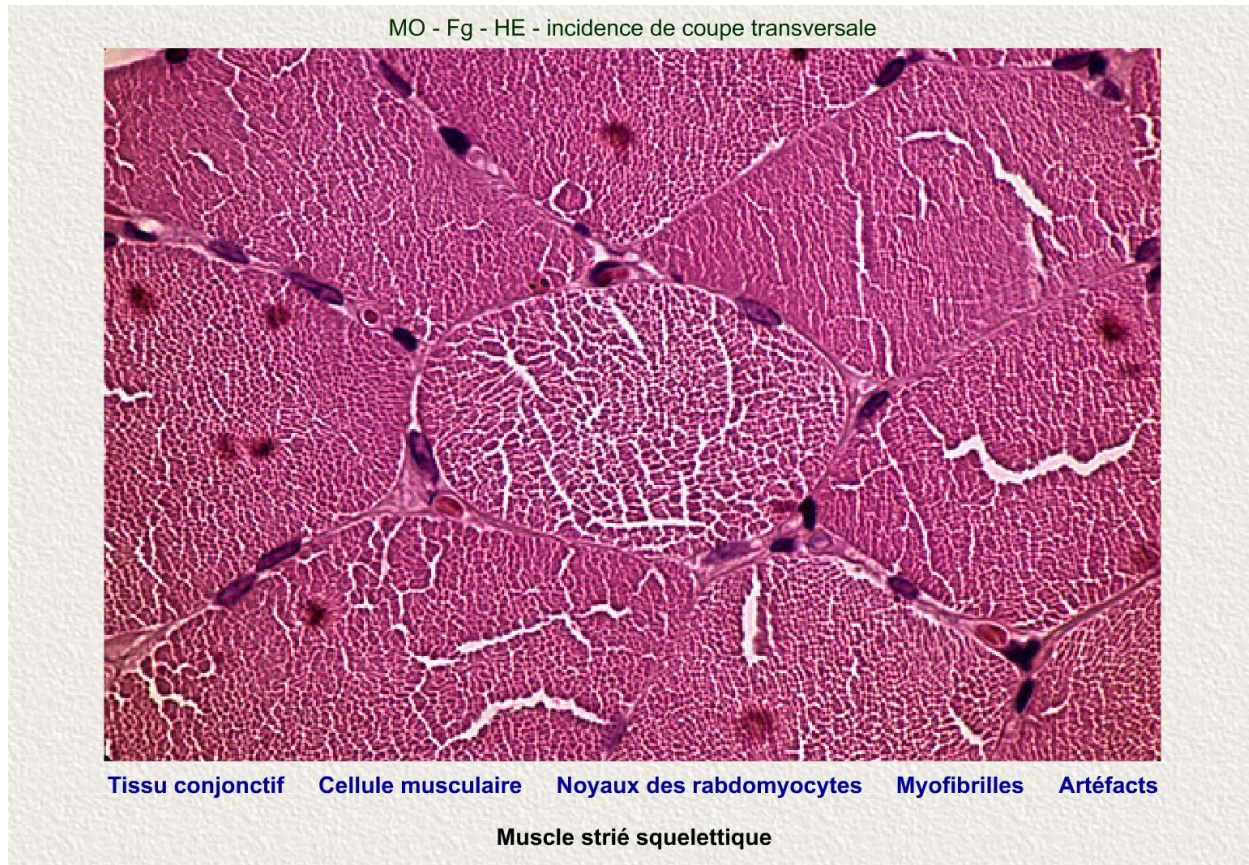
- Au cours de l'embryogenèse, chaque cellule musculaire est formée par la **fusion** de plusieurs centaines de **myoblastes** qui s'allongent formant des faisceaux parallèles multinucléés.
- Les noyaux initialement centraux dans chaque myoblaste se déplacent vers la périphérie.
- Chaque cellule musculaire constitue un syncytium contenant des centaines de noyaux situés immédiatement sous la membrane plasmique

Microscopie Optique (cont.)

- 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**.



Muscle squelettique, coupe transversale

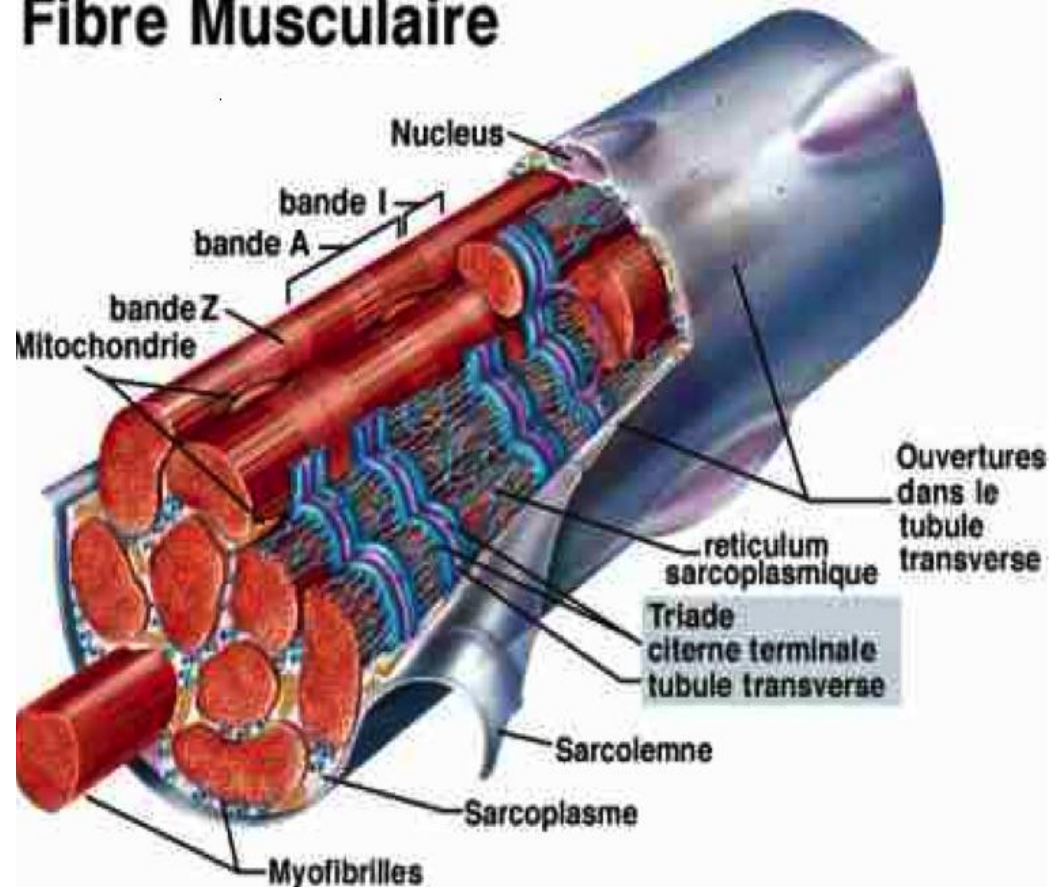


Dr L. BOURRY - 1ère année FI au
COE 2015-2016 - PLATEFORME

Le sarcoplasme

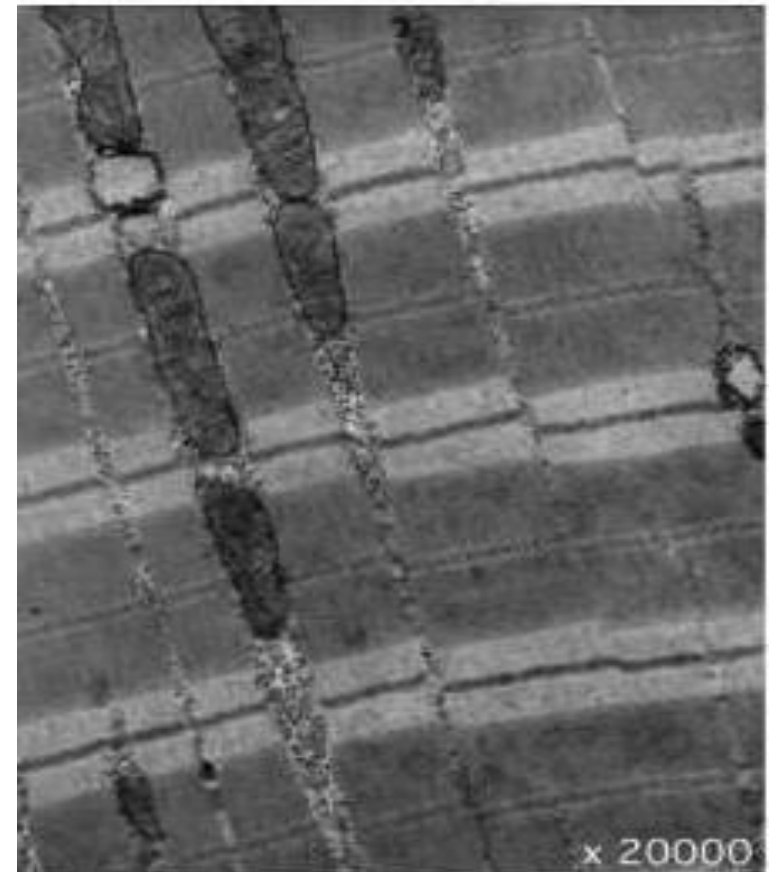
- Il est caractérisé notamment par l'abondance des:
- **myofibrilles**
- **mitochondries,**
- la présence d'un **réticulum sarcoplasmique lisse** organisé de façon spécifique.

Fibre Musculaire



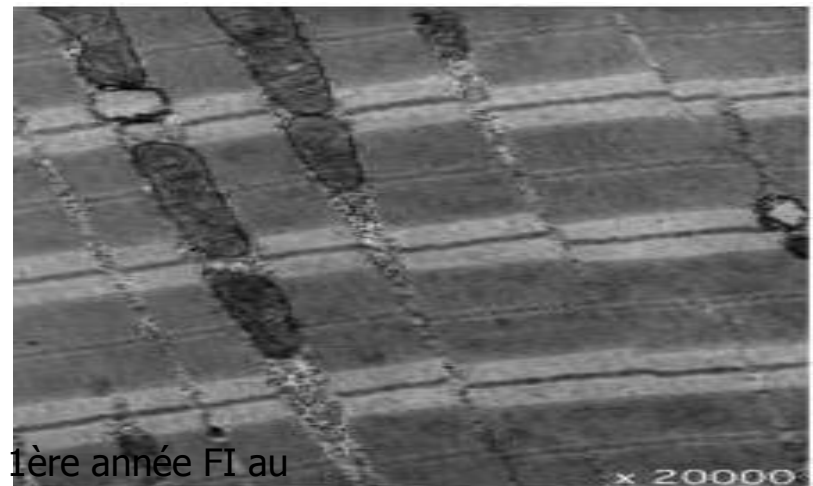
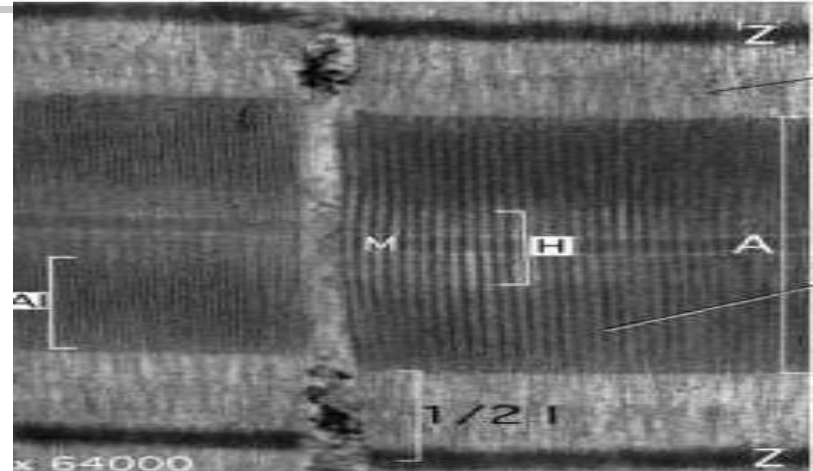
Microscopie Électronique

- 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).



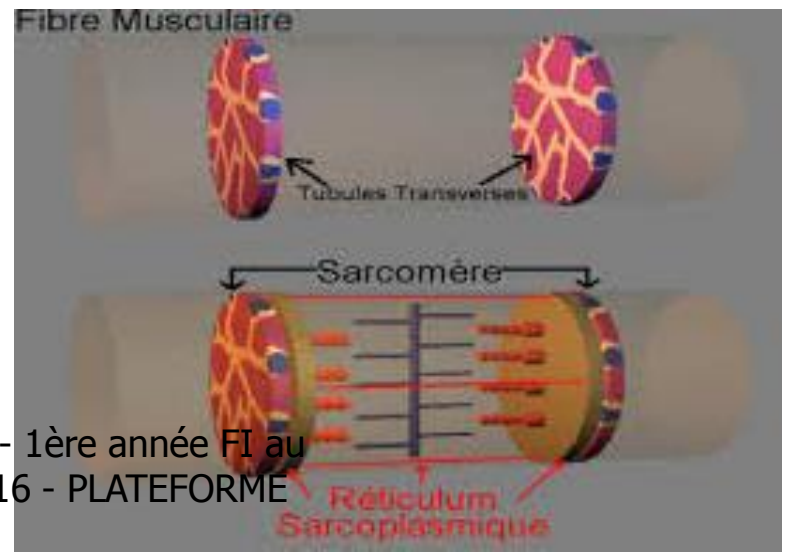
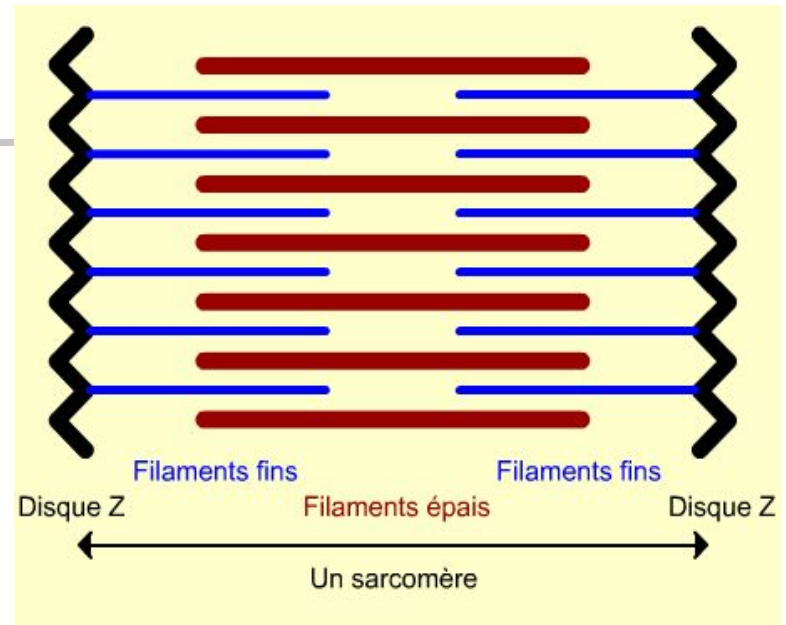
Microscopie Électronique

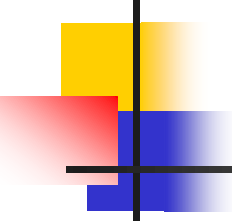
- La partie centrale des disques I est marquée par la strie Z.
- La zone plus claire qui apparaît au milieu du disque A est la strie H elle même centrée par la ligne M.



Le Sarcomère

- Le sarcomère est l'élément répétitif et **fonctionnel** de base.
- Le sarcomère délimité par deux stries Z.



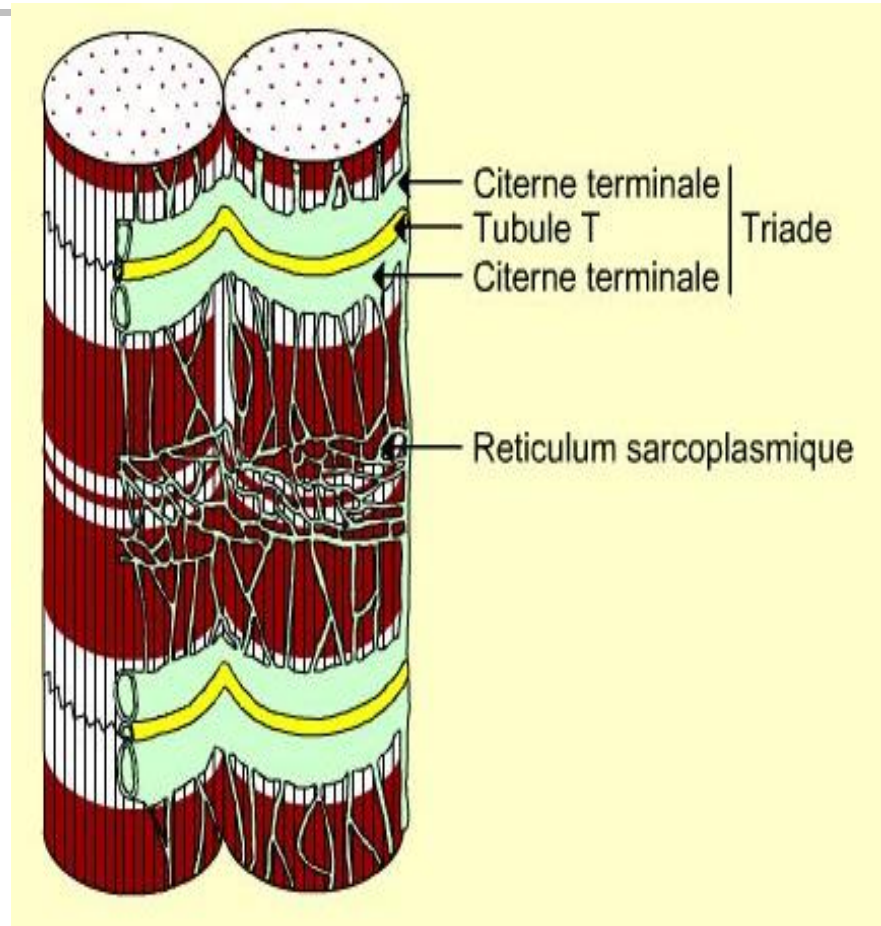


Les myofilaments fins et épais

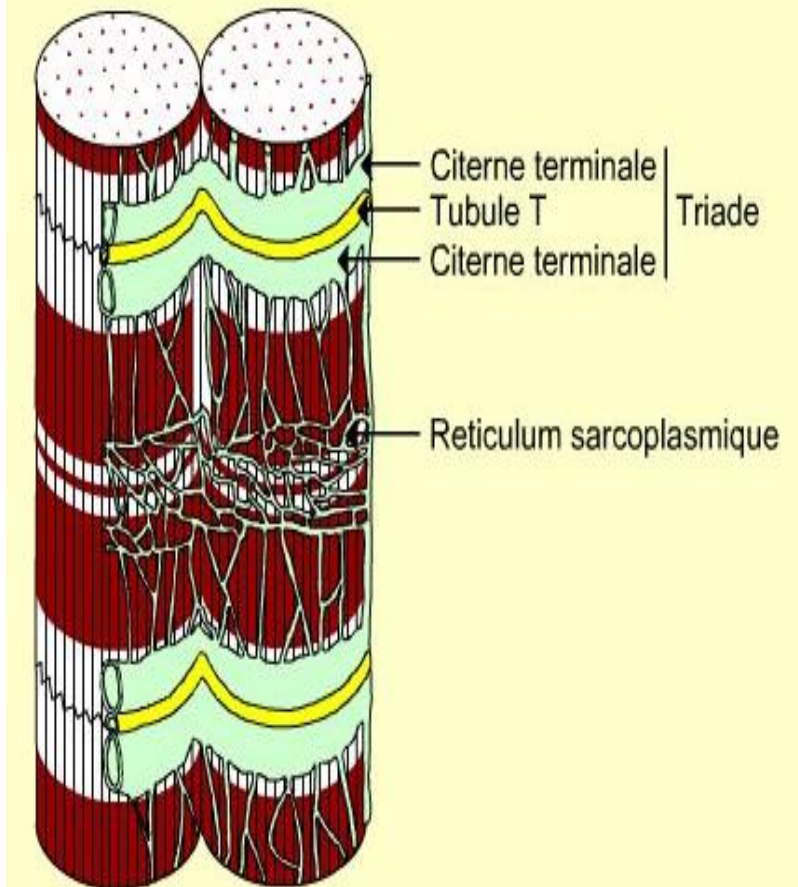
- Les myofilaments fins sont composés principalement d'actine.
- Les filaments épais sont composés de myosine. Chaque molécule est composée de deux chaînes lourdes en forme de club de golf dont les queues s'enroulent l'une autour de l'autre

Le réticulum sarcoplasmique

- Il est un réticulum lisse disposé en tubules longitudinaux dont l'extrémité est dilatée en regard de la jonction disque A - disque I.
- Ca^{++} est initialement contenu dans les citernes du réticulum sarcoplasmique

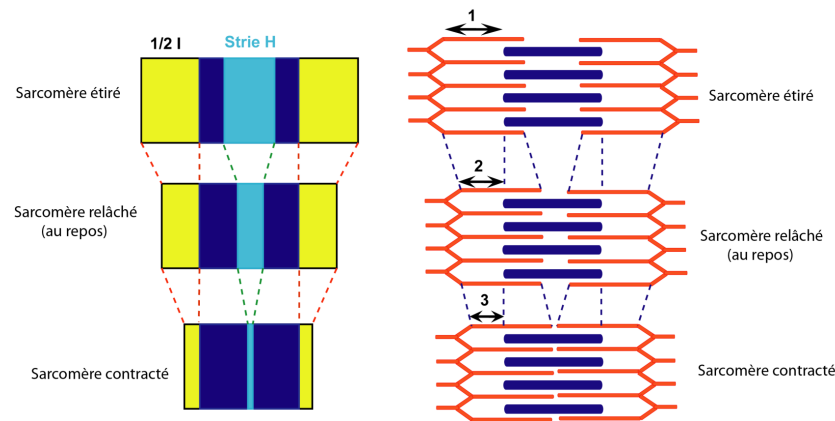


- Les tubules de réticulum sont reliés les uns aux autres par des tubules transversaux (Tubule T) en regard des stries Z.
- Le système T est un ensemble de canalicules transversaux qui sont des invaginations tubulaires de la membrane plasmique entourant les myofibrilles.
- A ce niveau, le système T, associé aux extrémités dilatées du réticulum, forme les triades.



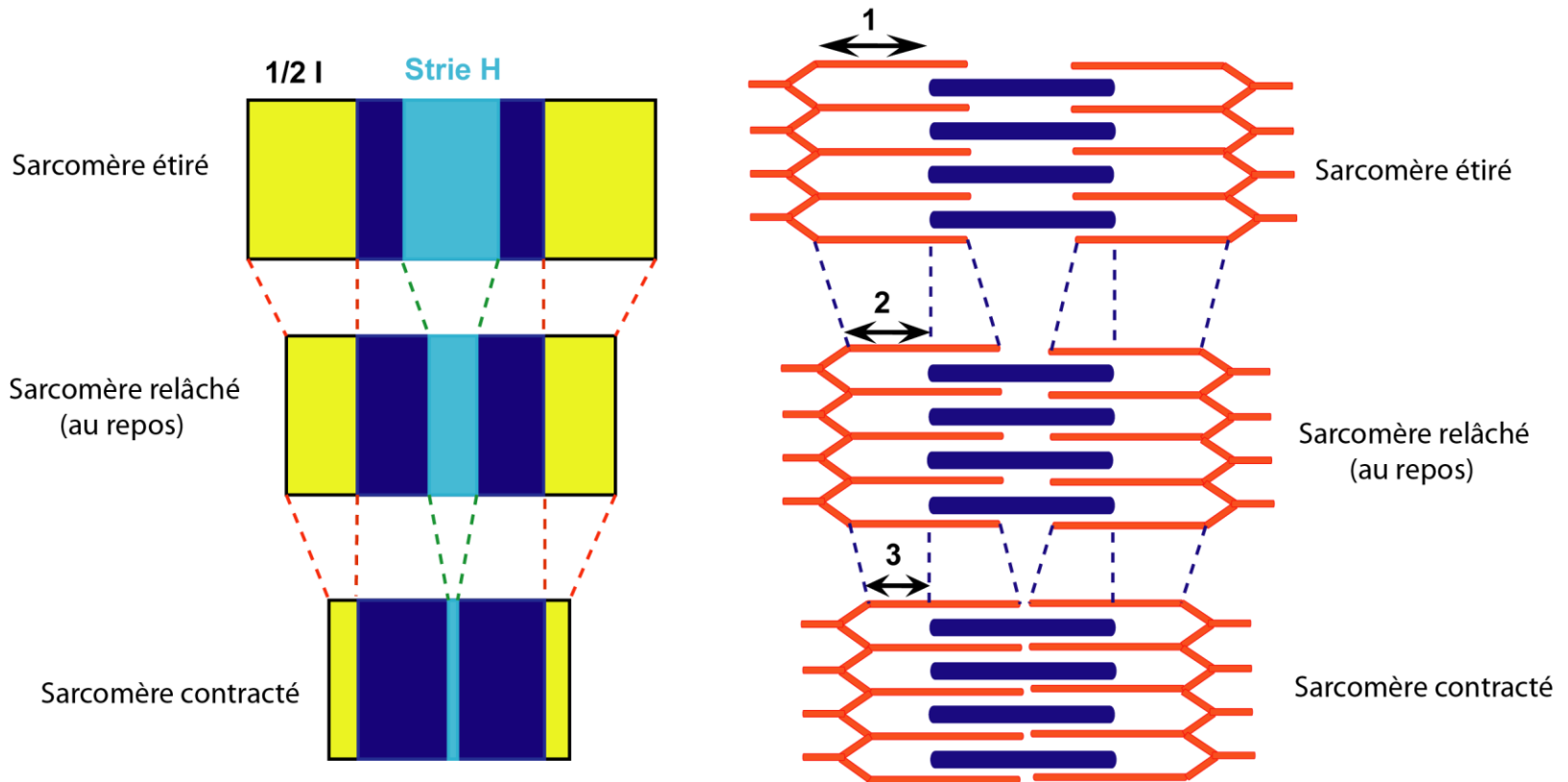
La Contraction Musculaire (cont.)

- La contraction musculaire se traduit par un raccourcissement des "fibres" musculaires qui est visible uniquement au niveau des bandes I, alors que les disques sombres gardent une longueur constante



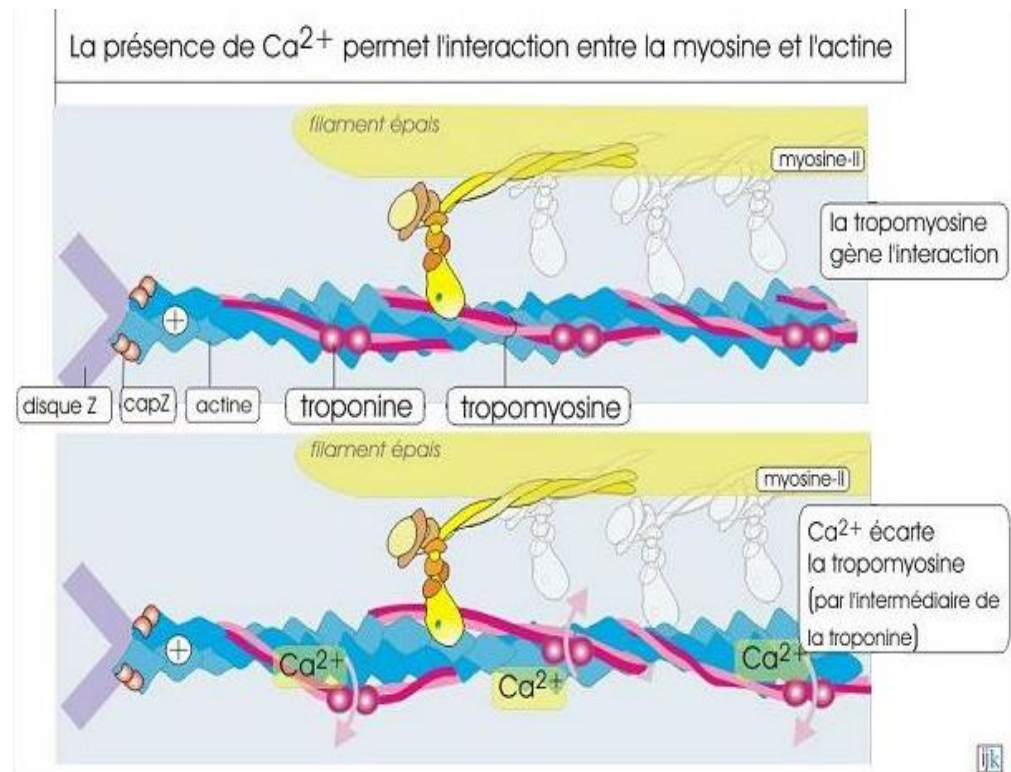
la contraction musculaire :

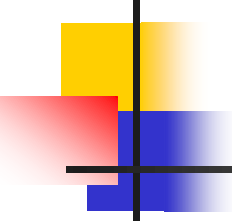
les myofilaments d'actine glissent entre les myofilaments de myosine.



La Contraction Musculaire (cont.)

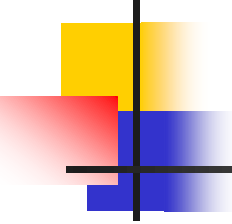
- La régulation de la contraction musculaire est réalisée par les molécules associées à la molécule d'actine : **la tropomyosine**.
- Au repos, la tropomyosine masque le site de la liaison actine - myosine ; *la libération de ce site est sous l'influence des ions Ca^{++} .*





La Contraction Musculaire (cont.)

- Les ions Ca^{++} sont initialement contenus dans les citernes du réticulum sarcoplasmique.
- L'influx nerveux, provoque une dépolarisation de la membrane plasmique qui s'étend le long des membranes du système T puis est transférée au réticulum par l'intermédiaire des triades.
- La dépolarisation du réticulum provoque la libération du Ca^{++} qui active la contraction musculaire.

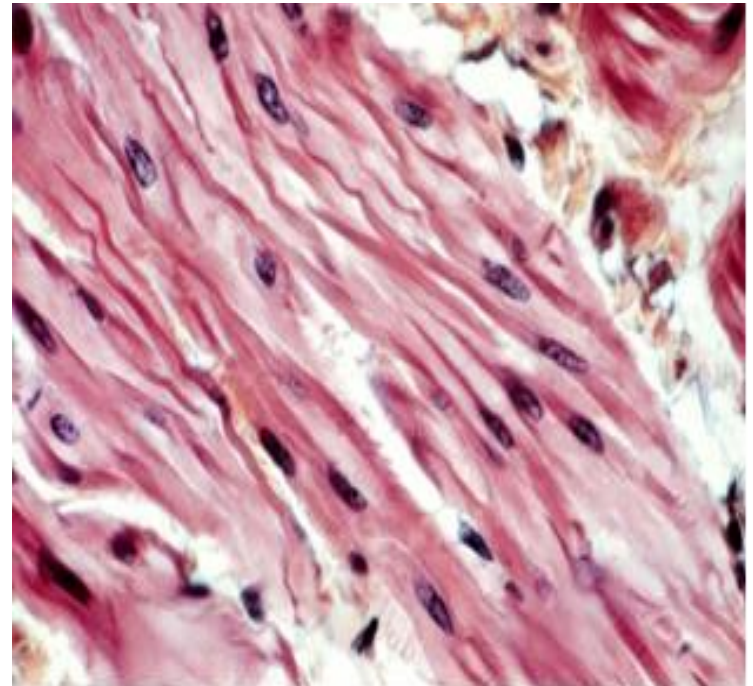


Le tissu musculaire lisse

- Le tissu musculaire lisse est localisé dans la paroi des viscères (dans l'utérus, la vessie, les bronches, etc ...) et des vaisseaux.
- La contraction des muscles lisses , qui est sous la dépendance du système nerveux végétatif (autonome parasympathique) , est involontaire.

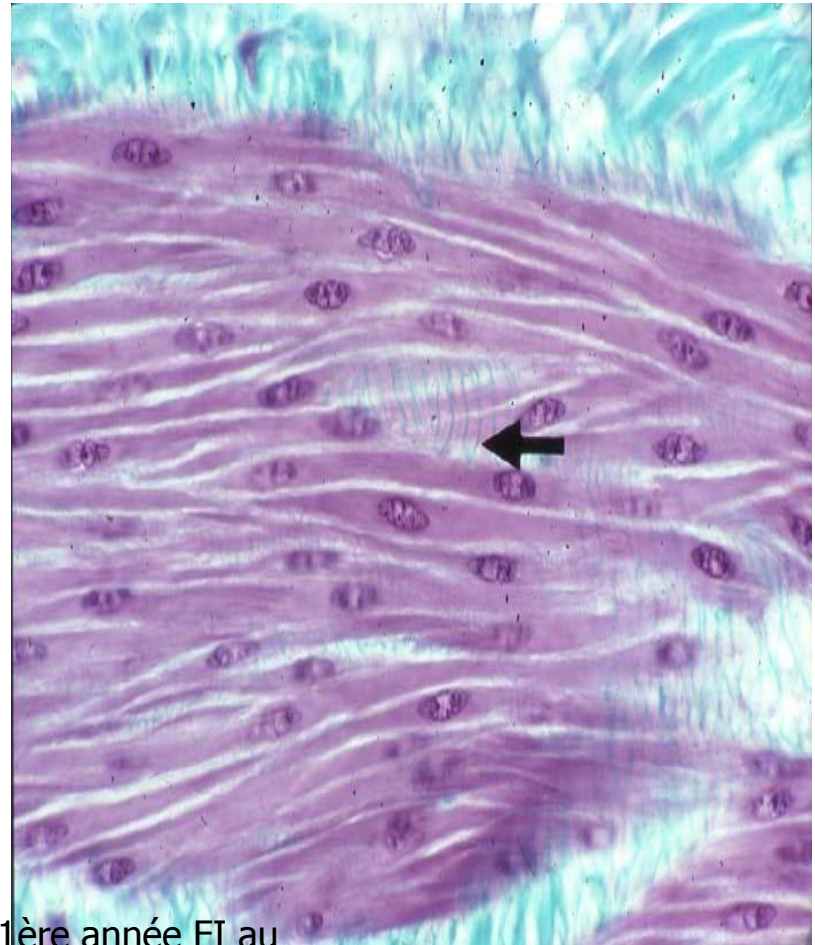
Le tissu musculaire lisse (cont.)

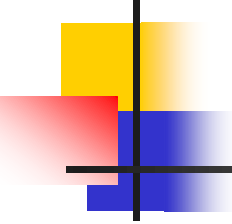
- La cellule musculaire lisse est **fusiforme** avec un corps cellulaire renflé et deux extrémités effilées.
- Sa longueur varie de 15 (au niveau des petits vaisseaux sanguins) à 500 μm (au niveau de l'utérus).
- Chaque cellule possède **un noyau central** de forme elliptique.



Le tissu musculaire lisse (cont.)

- Chaque cellule contient des myofilaments orientés selon le grand axe de la cellule, mais pas organisés comme dans la cellule musculaire striée .
- C'est la raison pour la quelle le tissu musculaire lisse n'est pas strié

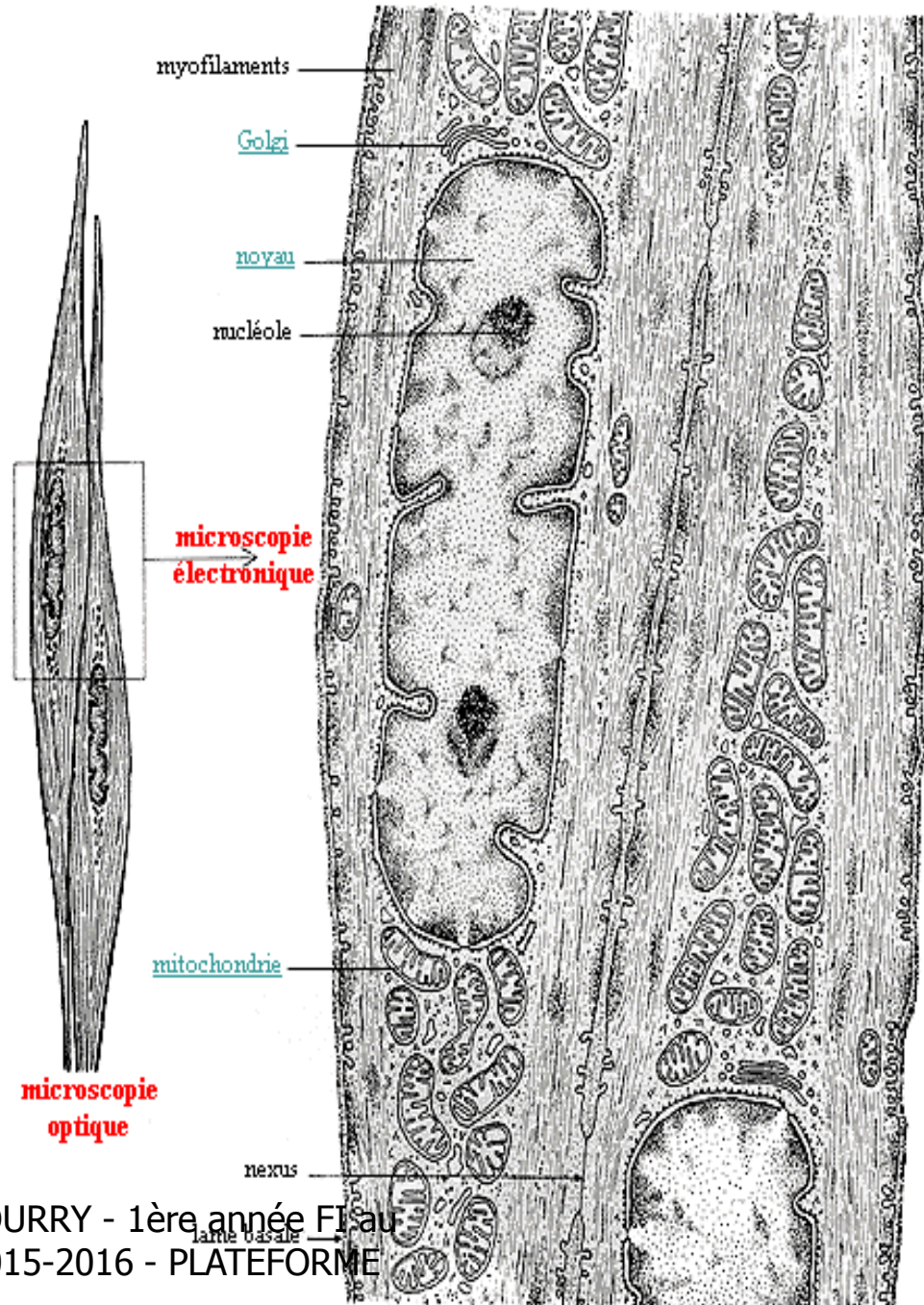


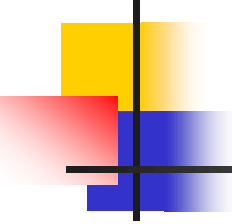


Microscopie électronique

- La cellule musculaire lisse ne présente pas de myofilaments hautement organisés comme dans la cellule musculaire striée, mais elle possède un ensemble de myofilaments fins et épais.
- Les myofilaments fins sont des filaments d'actine (isoforme spécifique du muscle lisse) .
- Les myofilaments épais sont composés de myosine qui est d'un type différent de celui des cellules musculaires striées. Les myofilaments épais sont beaucoup moins nombreux que dans la cellule striée (environ 1 pour 12 myofilaments fins)

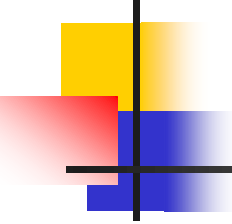
- Les myofilaments s'entrecroisent dans le sarcoplasme et s'insèrent sur des points d'ancrage (**corps denses**) situés soit au niveau de la membrane plasmique, soit au sein du sarcoplasme.
- Les cellules musculaires lisses communiquent entre elles par des **jonctions communicantes** (*appelées aussi nexus*) qui permettent notamment la diffusion de l'excitation entre les cellules.





Le tissu musculaire cardiaque

- Le tissu musculaire strié cardiaque (ou tissu myocardique) se caractérise par son aptitude à se contracter rythmiquement et harmonieusement de façon spontanée.
- Les battements cardiaques sont déterminés par l'activité intrinsèque des cardiomyocytes du nœud sino-auriculaire.
- Le système nerveux végétatif exerce toutefois une influence sur le rythme des contractions.

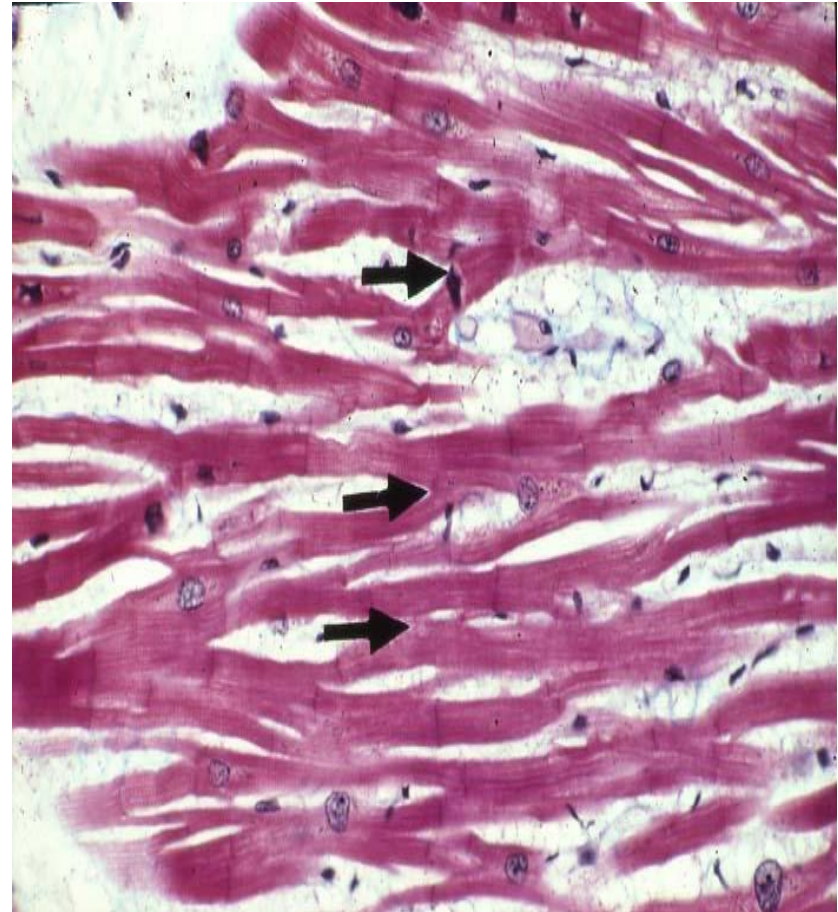


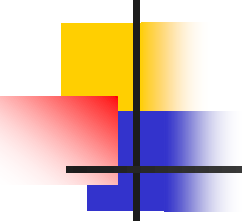
Microscopie Optique (cont.)

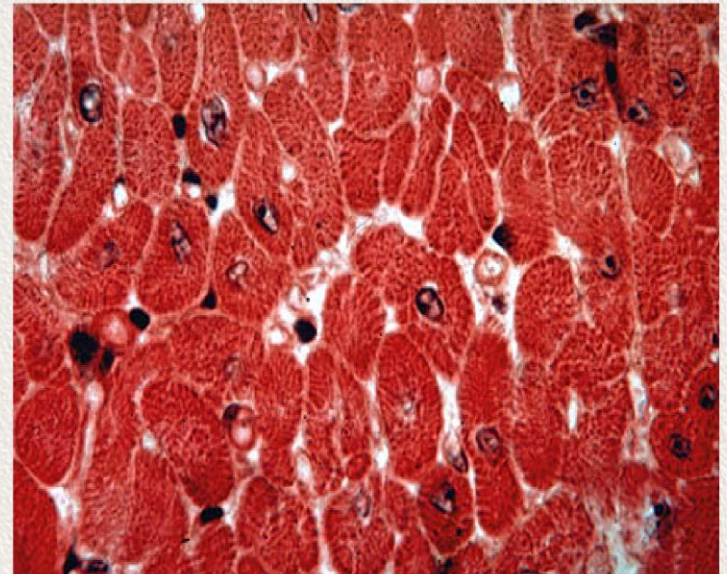
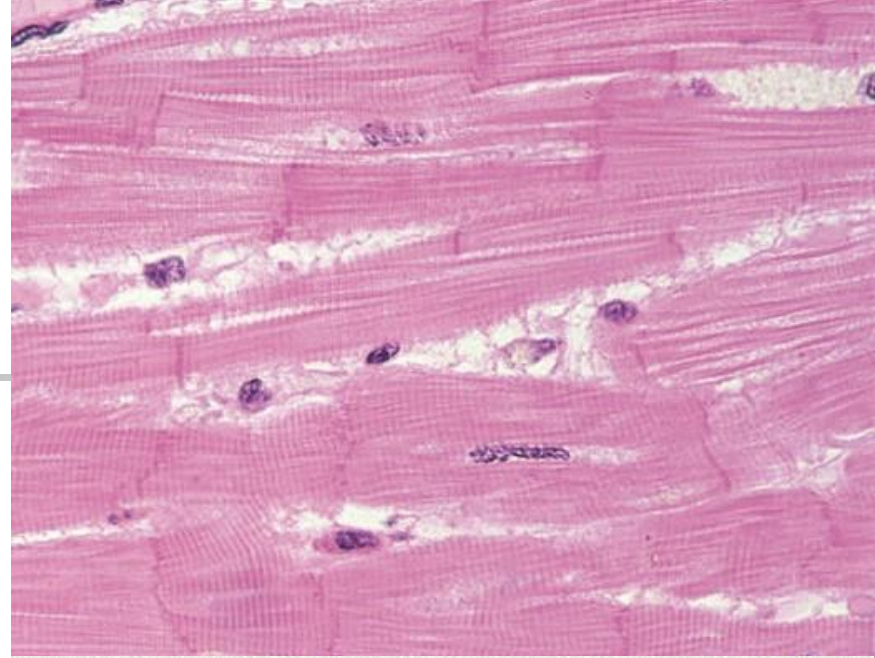
- Les cellules myocardiques (cardiomyocytes) sont allongées et elles forment des **travées anastomosées** séparées les unes des autres par du tissu conjonctif très vascularisé.
- Sur ces travées, on retrouve **une striation** identique à celle du muscle strié liée à la présence des myofibrilles d'actine et de myosine.

Microscopie Optique (cont.)

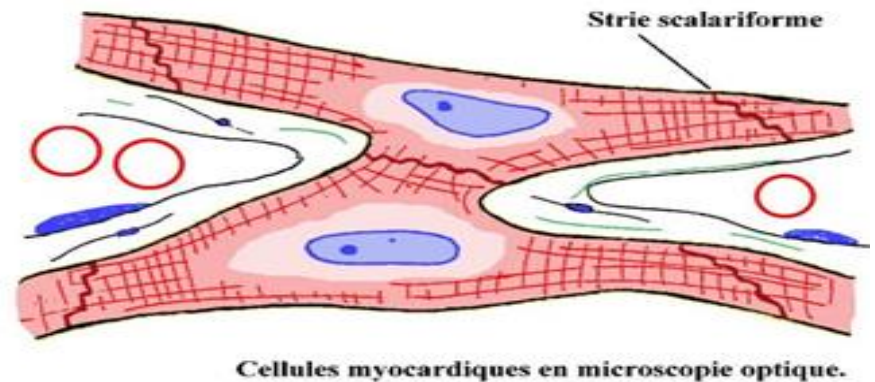
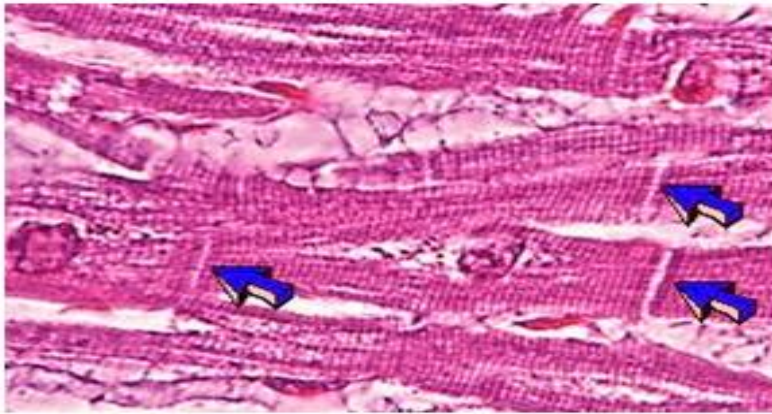
- En coupe longitudinale, les cellules musculaires striées cardiaques ont la forme de **longs cylindres** qui présentent, au niveau des flèches, de nombreuses **ramifications anastomosées** avec les cellules voisines.
- Elles forment ainsi un **vaste réseau tridimensionnel** complexe.
- Toutefois, chaque cellule reste bien individualisée.



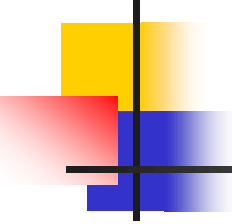
- 
- La cellule musculaire cardiaque mesure 15 à 20 μm de diamètre et possède un noyau central.
 - La majeure partie du sarcoplasme est occupée par les myofibrilles



Microscopie Optique(cont.

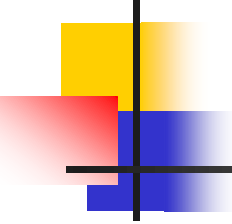


- Il existe également des densifications transversales : les traits scalariformes d'Eberth (**disques intercalaires**) qui correspondent aux systèmes de jonction liant les extrémités des cellules entre elles.



Les jonctions cellule-cellule

- Des dispositifs de jonction très particuliers assurent la cohésion des cellules myocardiques.
- Ils permettent aussi la diffusion rapide de l'excitation d'une cellule à l'autre à travers le cœur.

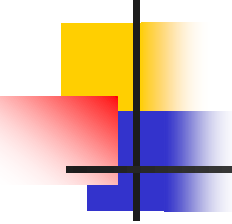


Les jonctions cellule-cellule

Ces dispositifs de jonction (ou « **traits scalariformes** » ou « **disques intercalaires** ») sont visibles en MO aux extrémités de chaque cardiomyocyte

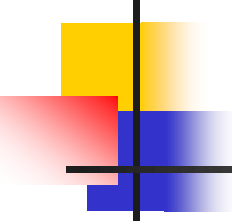
En ME ils apparaissent comme constitués de:

- **desmosomes**
- **zonula adhaerens**
- **jonctions communicantes (Nexus)**



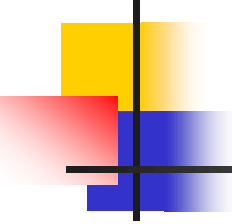
Les jonctions cellule-cellule (cont.)

- **Les desmosomes** permettent une forte adhésion des cellules entre elles et évitent ainsi que les contractions régulièrement répétées ne les détachent les unes des autres.
- **Les zonula adhaerens**, servent également de jonctions d'ancrage cellule-cellule
- **Les jonctions communicantes (Nexus)** forment des voies de faible résistance permettant *la transmission intercellulaire directe des signaux contractiles*.



Il existe trois variétés principales de cardiomyocytes

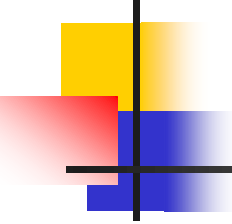
- 1. Les cardiomyocytes contractiles** qu'ils siègent dans les ventricules ou dans les oreillettes.
- 2. Les cellules myoendocrines** ont également une fonction endocrine. Ils contiennent de nombreuses vésicules de sécrétion, contenant le **Facteur Auriculaire Natriurétique**, hormone impliquée dans la régulation du volume sanguin.
- 3. Les cellules cardionectrices**
Ce sont des cardiomyocytes modifiés qui constituent le *système de conduction du myocarde*.
Ces cellules sont spécialisées dans l'initiation de l'excitation et dans la conduction de l'excitation.



Contraction Musculaire

La contraction du muscle cardiaque est contrôlée par la concentration en ions Ca^{++} d'une façon identique à celle de la cellule musculaire striée mais :

- Le système T est formé d'invaginations plus volumineuses
- Le réticulum sarcoplasmique est moins régulier et moins bien organisé
- L'association d'une tubule T et d'une seule citerne de calcium (ou réticulum sarcoplasmique cardiaque) forme des **diades** et non des triades comme dans les muscles squelettiques. Elles sont localisées au niveau des **stries Z** et non au niveau des jonctions entre bandes A et I.



Contraction Musculaire (cont.)

- La propagation de l'onde de contraction dans l'ensemble du myocarde est assurée par les jonctions de type nexus (jonctions communicants ou gap junctions) des traits scalariformes.
- L'activité contractile permanente nécessite un besoin énorme d'énergie et donc une vascularisation importante. Celle-ci est apportée par les artères coronaires



Dr L. BOURRY - 1ère année FI au
COE 2015-2016 - PLATEFORME