



LES TISSUS MUSCULAIRES



Manuel MARK

Institut d'Embryologie

Faculté de Médecine et Hôpital Universitaire de Strasbourg

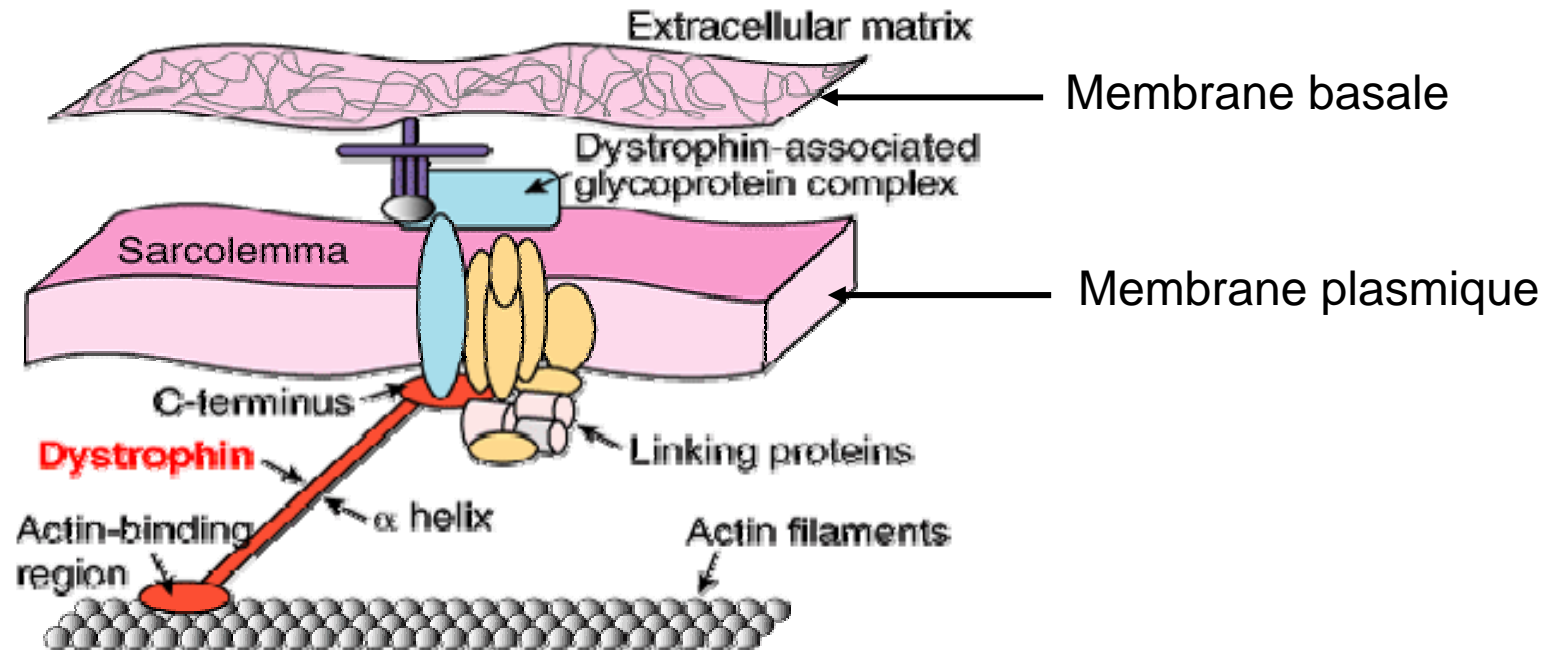
Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire

LES CELLULES MUSCULAIRES (MYOCYTES): CARACTERES COMMUNS



- Cellules spécialisées dans la production d'un travail mécanique, **la contraction musculaire.**
- Leur cytoplasme contient:
 - ✓ un matériel protéique contractile: **microfilaments d'actine** (associés à des filaments de **tropomyosine**) et **microfilaments de myosine**;
 - ✓ des filaments intermédiaires de **desmine** et des microtubules;
 - ✓ un réticulum endoplasmique lisse (REL) abondant;
 - ✓ de nombreuses mitochondries;
 - ✓ de la **myoglobine**, pigment respiratoire fixant de l'oxygène.
- Leur membrane plasmique contient de nombreux transporteurs (notamment de glucose).
- Elles sont entourées d'une membrane basale.

LES CELLULES MUSCULAIRES : CARACTERES COMMUNS



- La **dystrophine** une protéine située sous la membrane plasmique de tous les types de myocytes (squelettiques, cardiaques et lisses) permet l'accrochage des filaments d'actine à la laminine de la membrane basale.

PATHOLOGIE: LA MYOPATHIES DE DUCHENNE

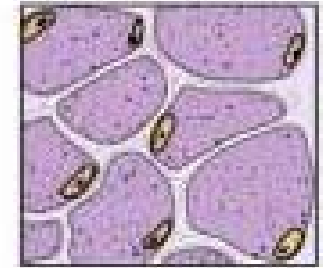
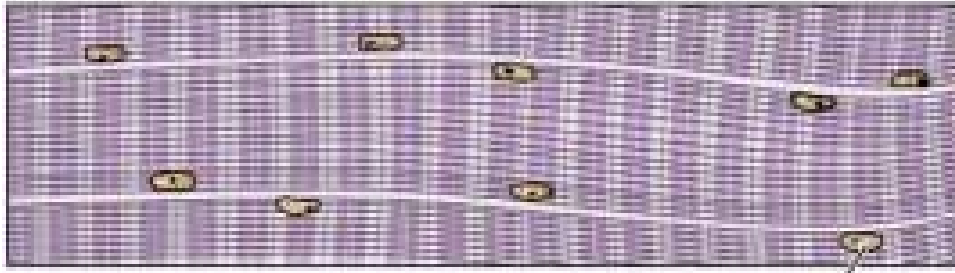


- Transmission récessive liée à l'X (1/3500)
- Dégénérescence lente des fibres musculaires striées
- Marche impossible vers 10 ans; mort vers 20 ans

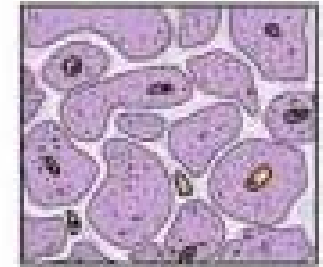
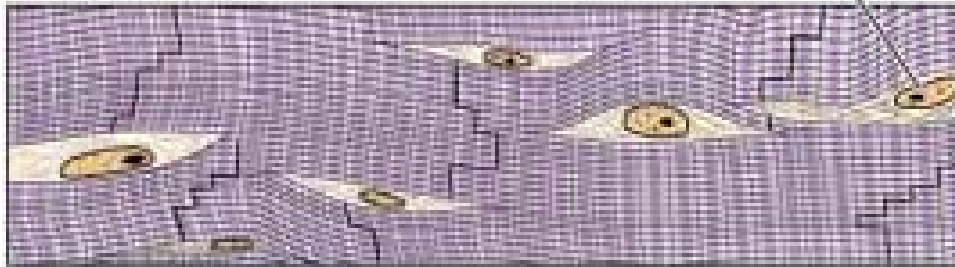
*Mutations du gène
de la dystrophine*

CLASSIFICATION DES TISSUS MUSCULAIRES

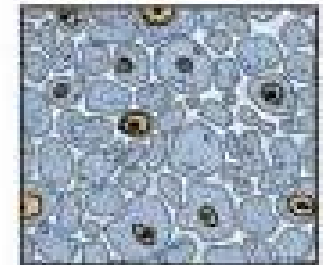
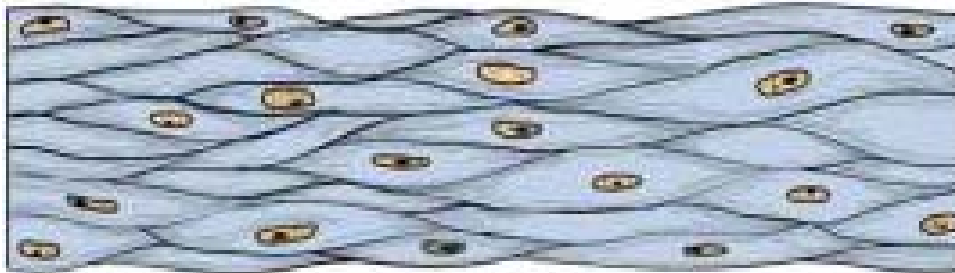
**Cellules musculaires striées
squelettiques.**



**Cellules musculaires striées
cardiaques (cellules
myocardiques)**



Cellules musculaires lisses



On distingue trois types de cellules musculaires

CLASSIFICATION DES TISSUS MUSCULAIRES

Les muscles striés squelettiques sont sous contrôle du système nerveux volontaire.

Les muscles lisses sont sous le contrôle du système nerveux autonome (ou végétatif), de facteurs paracrines et d'hormones (= pas de contrôle volontaire)

Le myocarde (= muscle cardiaque) est un muscle strié (microscopiquement parlant), possédant un système intrinsèque (= myogénique) de contractions; il est difficile de le contrôler consciemment.



*Service de Biologie
de la Reproduction*



LE MUSCLE STRIE SQUELETTIQUE

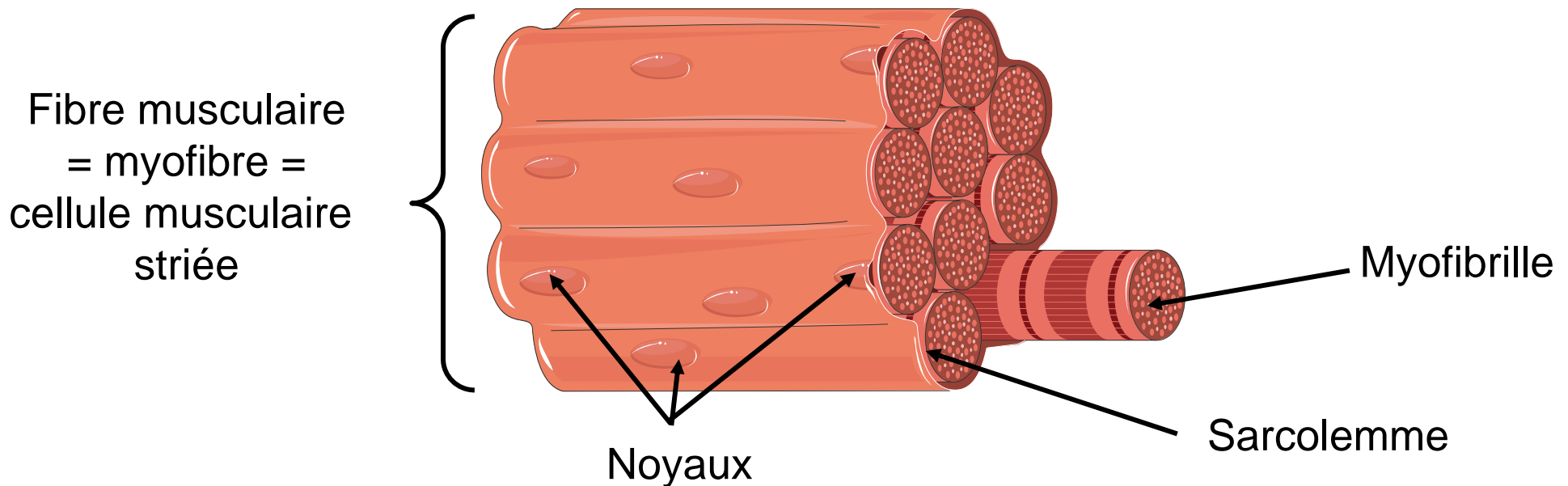
Manuel MARK

Institut d'Embryologie

Faculté de Médecine et Hôpital Universitaire de Strasbourg

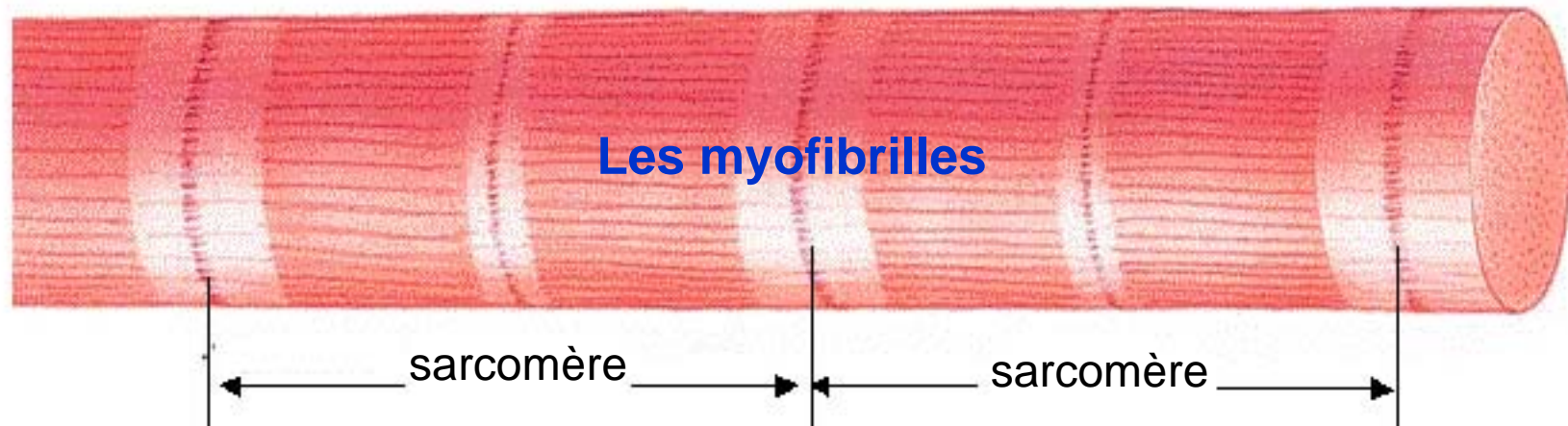
Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire

LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE

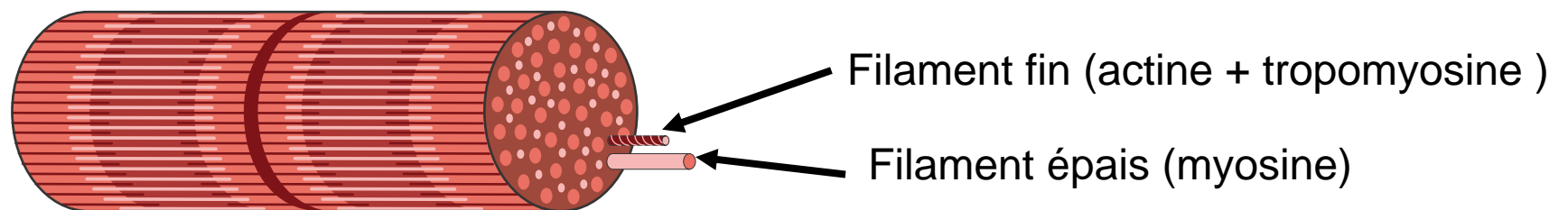


- Diamètre entre 10 à 100 micromètres; longueur jusqu'à 10 cm.
- Entourée d'une membrane plasmique (= **sarcolemme**) et d'une membrane basale (*non représentée*).
- Possède plusieurs centaines de noyaux, situés sous le sarcolemme.
- Son cytoplasme (**sarcoplasme**) contient de très nombreuses **myofibrilles** (80% du sarcoplasme)

LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE

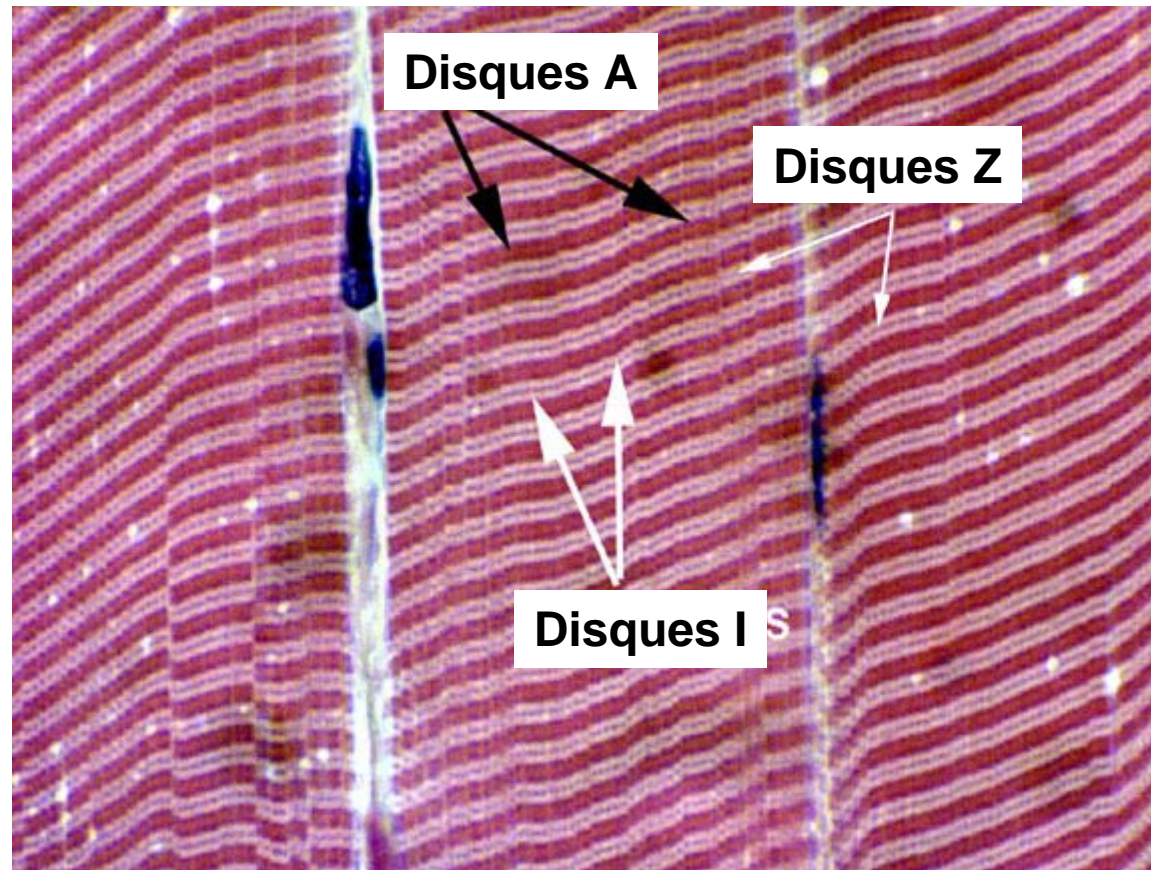


- ✓ Sont de longs cylindres parallèles, allongés dans le sens de la cellule, formés de la succession régulière, bout à bout, de petits cylindres identiques, les **sarcomères**



- ✓ Sont constituées de 2 types de microfilaments formés de **protéines contractiles** :
 - les filaments fins contiennent de l'**actine** (associée à la **tropomyosine**);
 - les filaments épais sont composés de **myosine**.

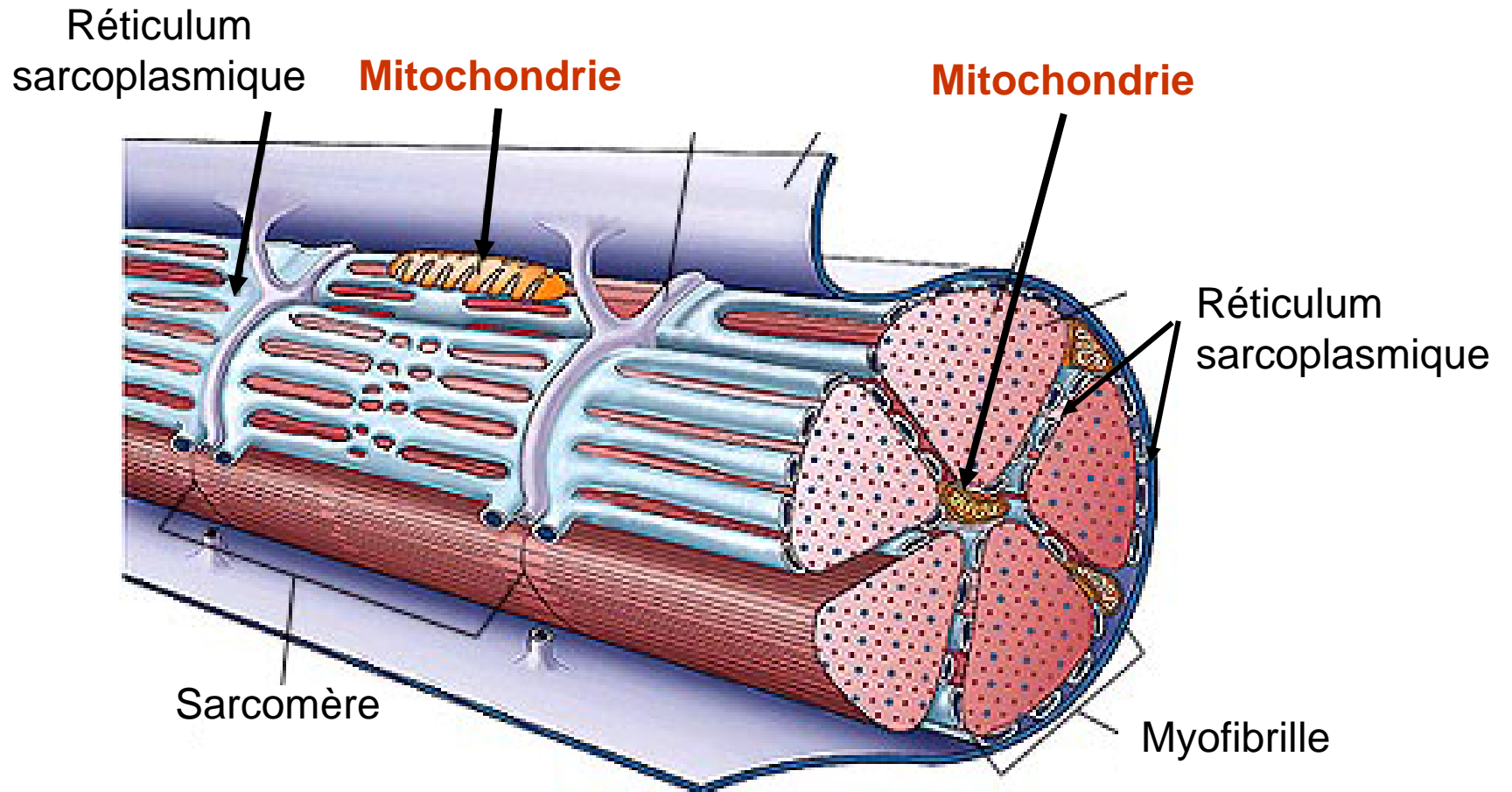
LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE



L'alternance de filaments fins d'actine et de filaments épais de myosine détermine la **striation transversale des** myofibrilles bien visible en MO

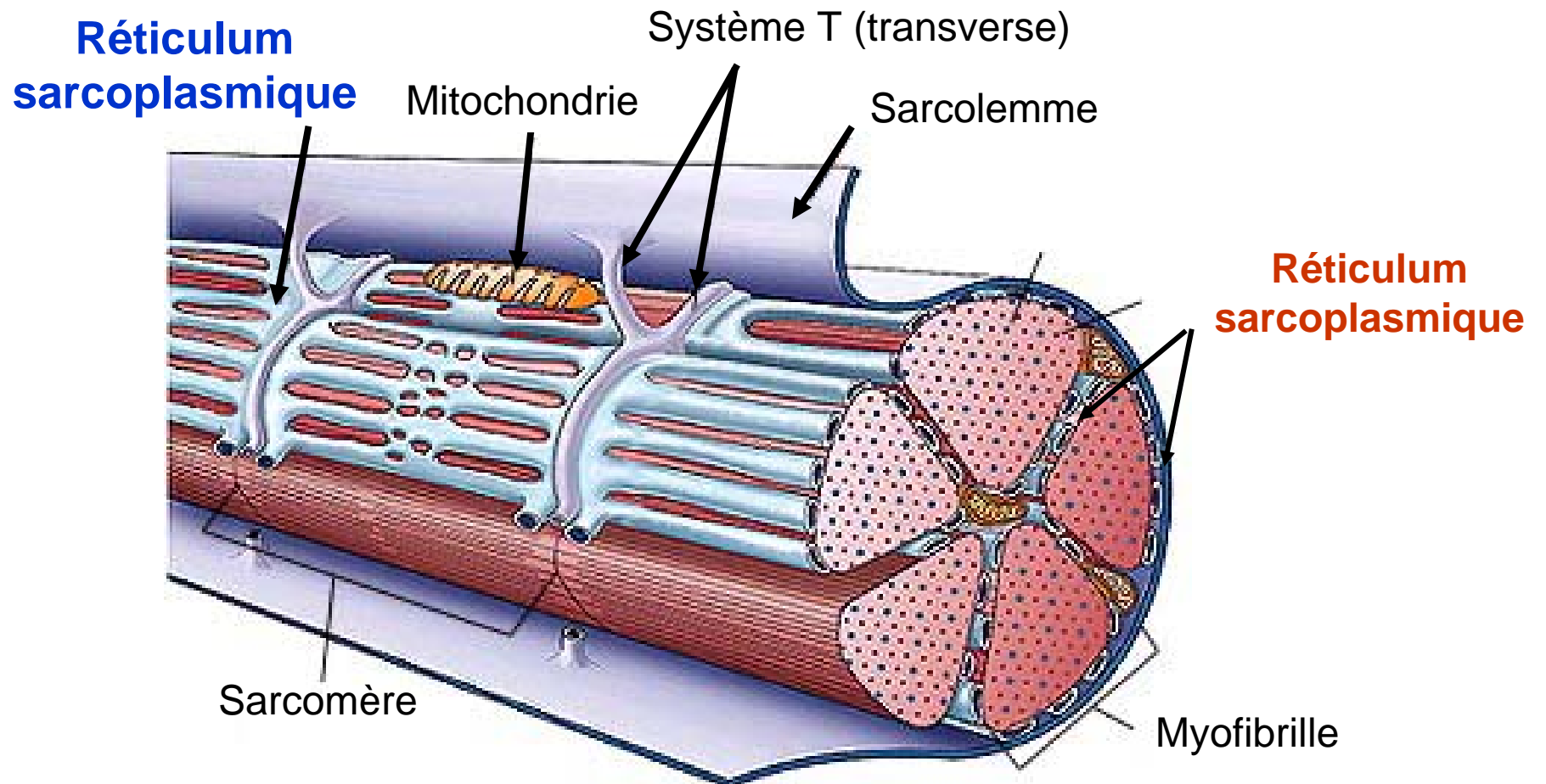
LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE

Les mitochondries



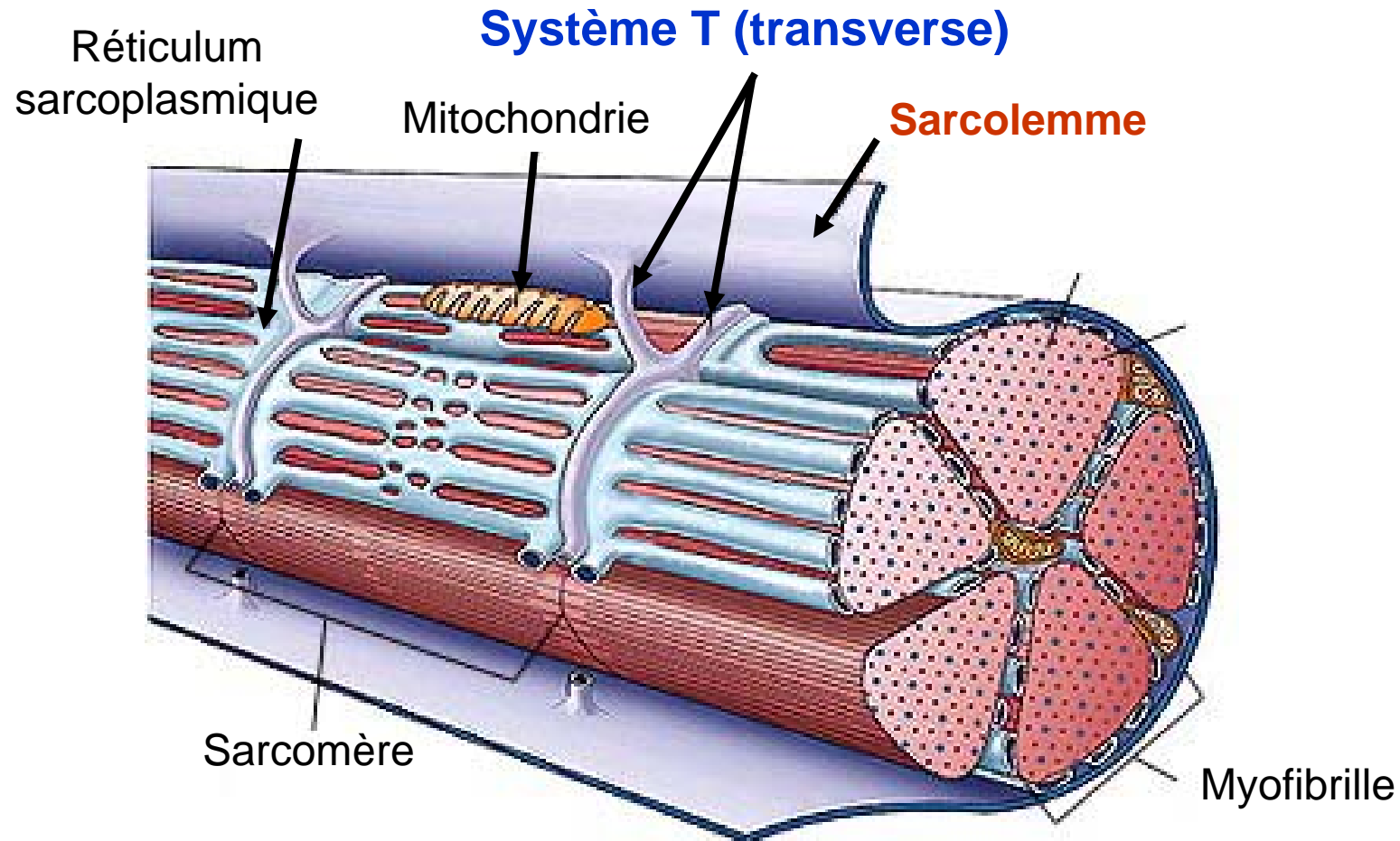
- Nombreuses, disposées entre les myofibrilles
- **Fournissent l'ATP** nécessaire à la contraction musculaire.

LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE



- Forme spécialisée de réticulum endoplasmique lisse;
- Constitue un réseau anastomosé de canalicules longitudinaux, entourant chaque myofibrille;
- **Stocke les ions calcium** nécessaires à la contraction musculaire.

LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE



- Invaginations canaliculaires du sarcolemme dans le cytoplasme;
- Régulièrement espacées, prenant contact avec le réticulum sarcoplasmique;
- Permet **la propagation de l'influx nerveux** à l'intérieur de la cellule musculaire.

LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE

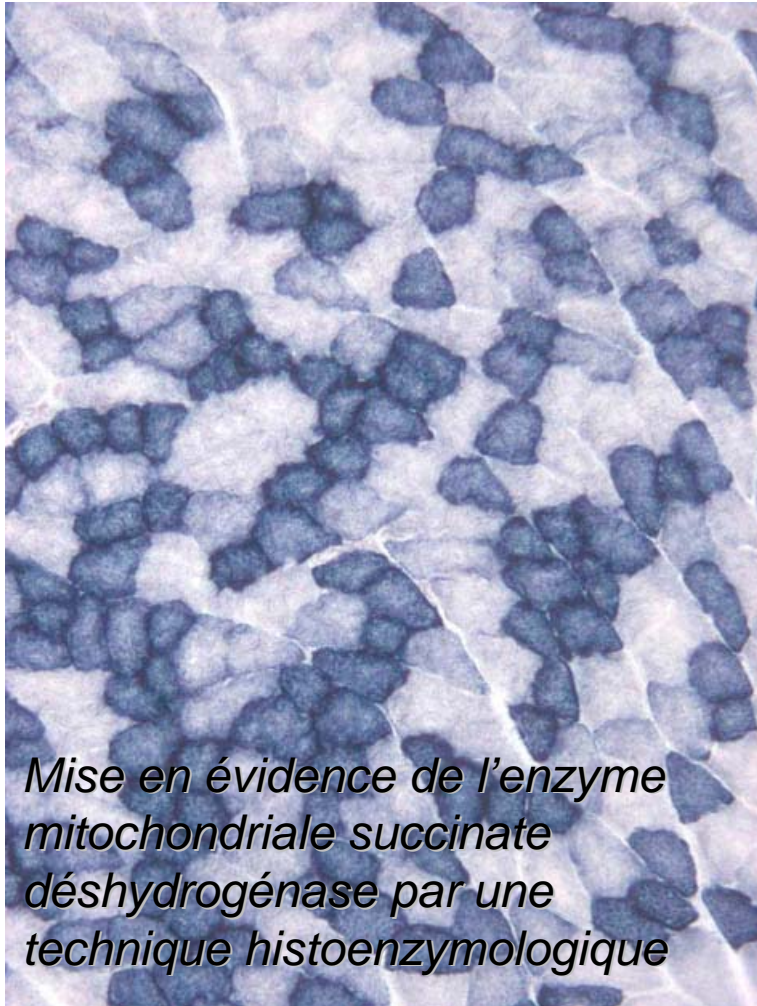
Les réserves énergétiques

ATP. Le muscle requiert **de l'ATP** pour se contracter,. **Comme les réserves d'ATP sont faibles, sa resynthèse permanente est indispensable**

La créatine phosphate. Source d'ATP propre au muscle utilisées dans les 6 premières secondes d'un exercice intense.

Glycogène et lipides. De nombreux grains de glycogène et de nombreuses gouttelettes lipidiques, **bien visibles en ME**, constituent une réserve énergétique à plus long terme

LES 2 TYPES DE FIBRES MUSCULAIRES STIEES

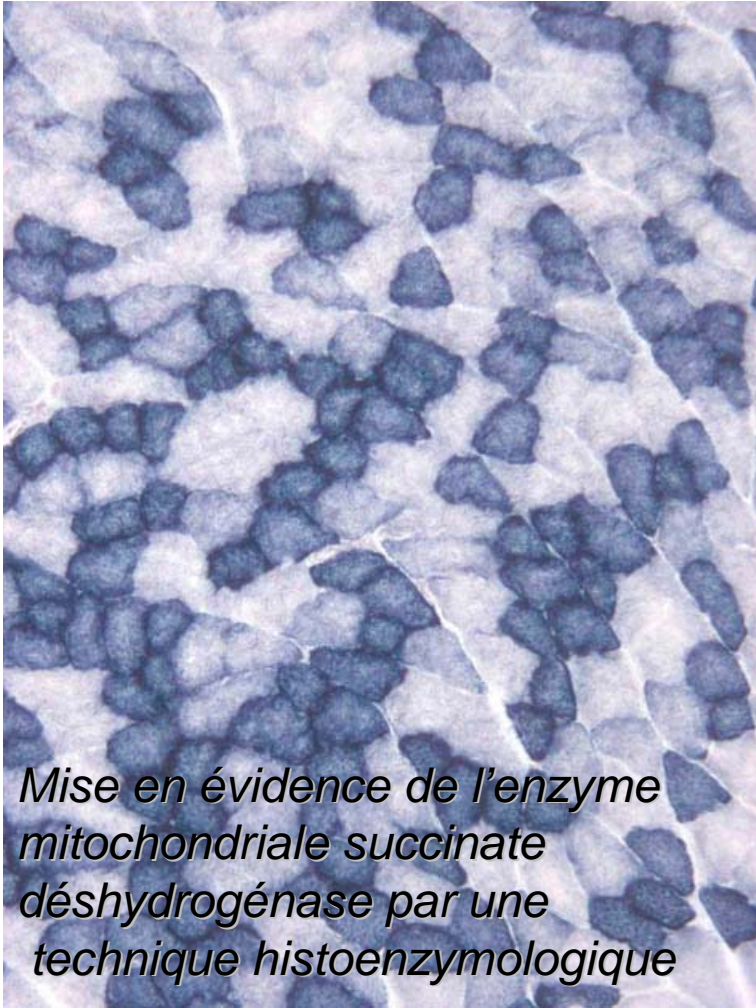


Les muscles striés du squelette sont dotés de cellules (fibres) de deux types, en proportion variable selon le muscle, et **sous contrôle génétique** :

Les fibres oxydatives à contraction lente ou fibres rouges sont fines, riches en myoglobine et en mitochondries et richement vascularisées.

- Plus efficaces en métabolisme aérobie: ce sont les fibres du maintien des postures et de l'endurance;
- Leur richesse en mitochondries, donc leur capacité à utiliser l'O₂ (mais pas leur volume) augmente lors de la pratique du cyclisme ou du marathon.

LES 2 TYPES DE FIBRES MUSCULAIRES STIEES



Mise en évidence de l'enzyme mitochondriale succinate déshydrogénase par une technique histoenzymologique

Les fibres glycolytiques à contraction rapides ou fibres blanches sont plus volumineuses, moins riches en myoglobine et en mitochondries, riches en glycogène

- Plus efficaces en métabolisme anaérobie;
- Générant plus de puissance pendant des temps très courts, elles sont sensibles à la fatigue, car produisant rapidement de **l'acide lactique** .

EFFET DE L'ENTAINEMENT MUSCULAIRE

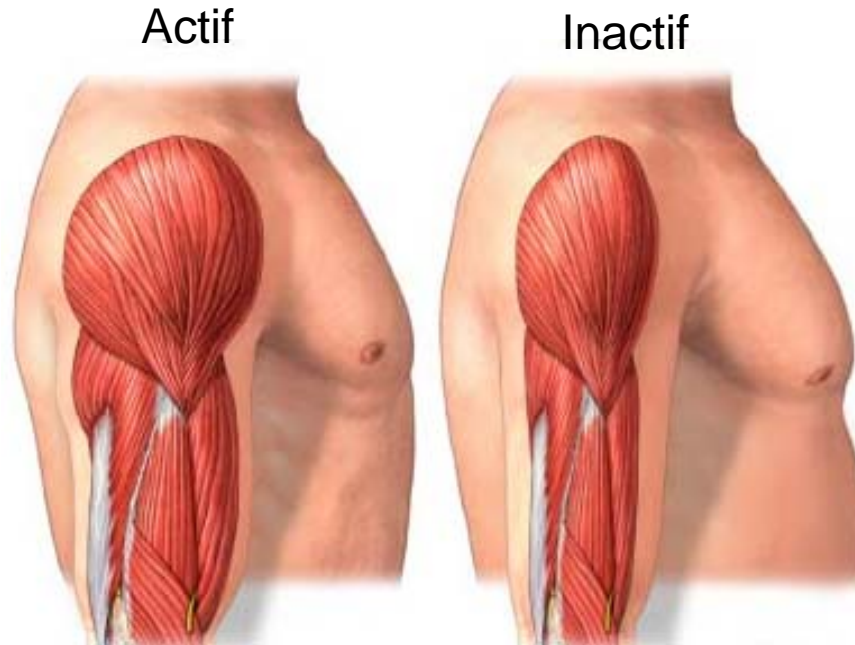


Usain Bolt; Pékin 2008

Le gain de force résultant de l'entraînement provient également du recrutement synchrone d'un plus grand nombre d'unités motrices

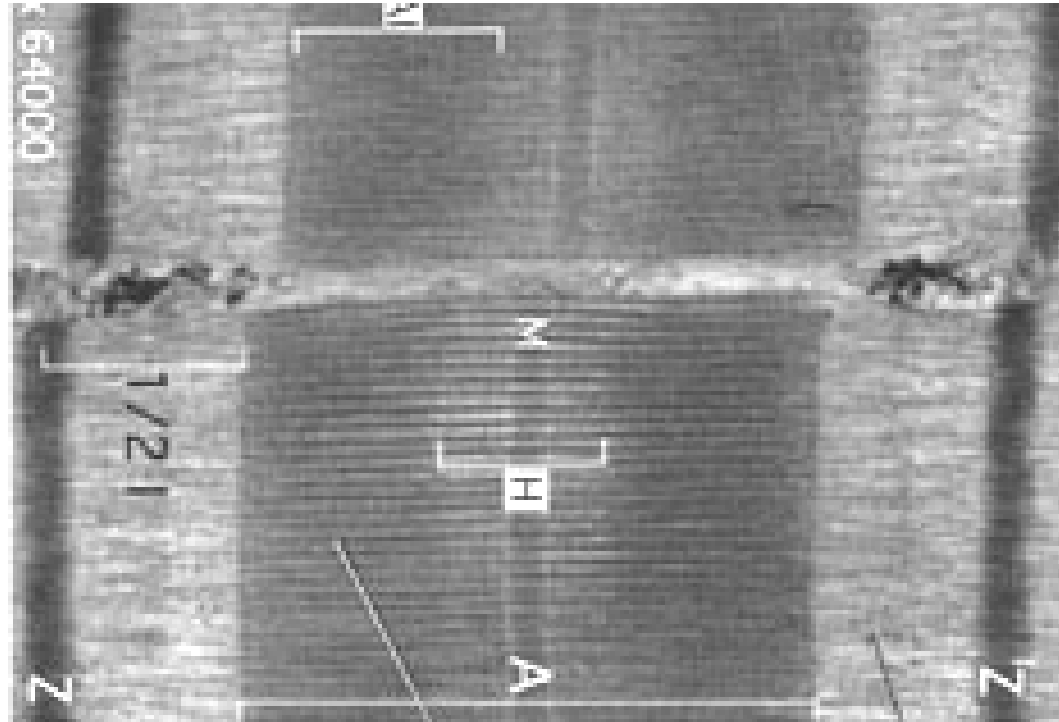
- Augmente la richesse en mitochondries des fibres oxydatives (entraînement en endurance);
- Augmente la synthèse de myofilaments donc le volume musculaire (exercices de force répétés, haltérophilie) par **hypertrophie des cellules musculaires** blanches;
- N'augmente pas le nombre de cellules musculaires
- Ne modifie pas le type de cellules musculaires

PATHOLOGIE: ATROPHIE MUSCULAIRE



- Résultat de l'inactivité (plâtre, section d'un nerf);
- Rapide: se traduit dès les 6 premières heures d'immobilisation par une diminution de la synthèse protéique;
- A pour conséquence une perte de protéines musculaires, donc une diminution du volume des fibres du muscle immobilisé..

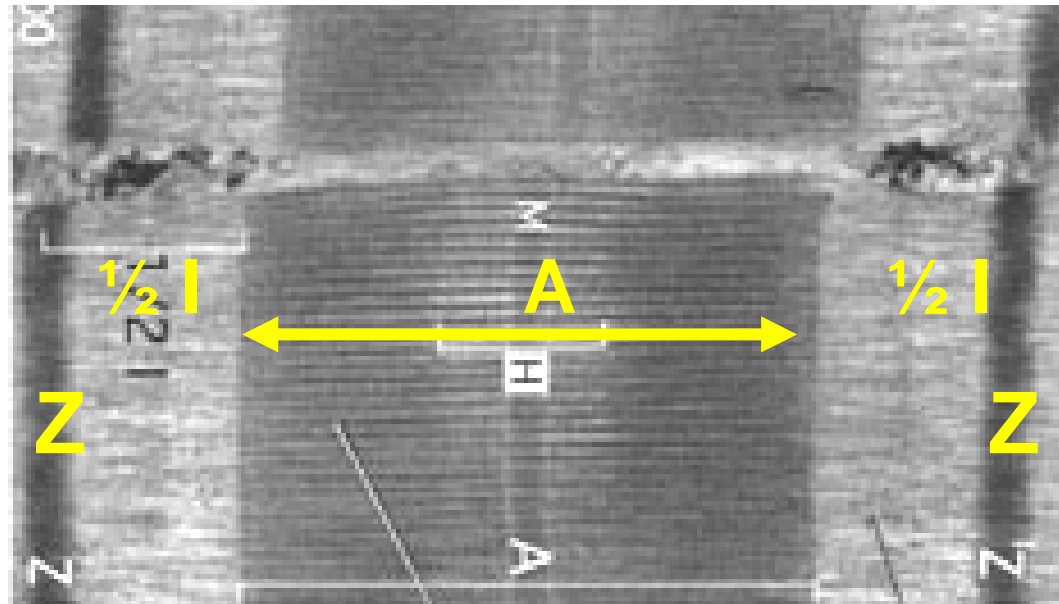
STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission



Le **sarcomère** est **l'unité fonctionnelle élémentaire** des myofibrilles.

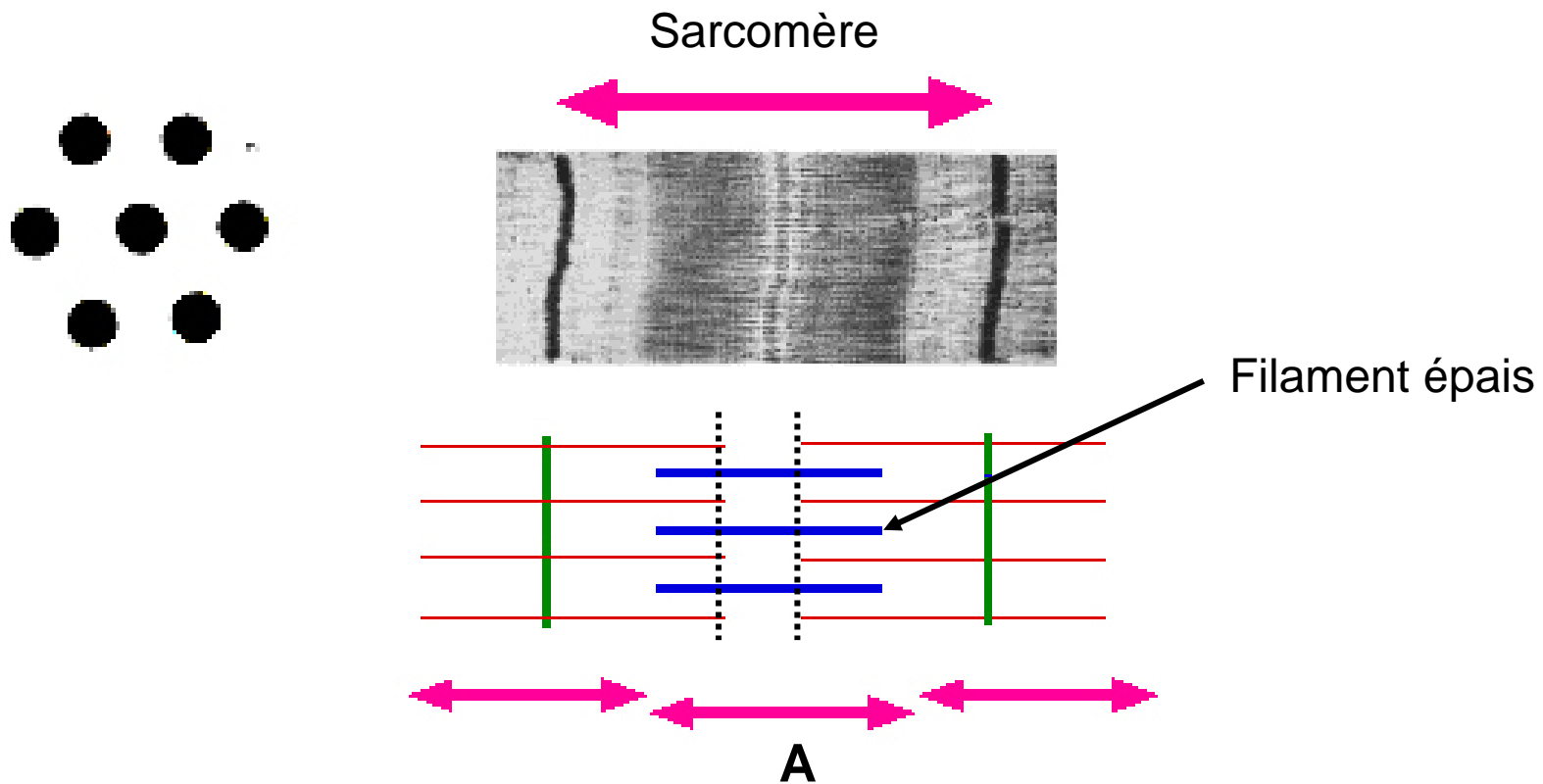
La fibre musculaire d'un biceps peut contenir plus de 100. 000 sarcomères

STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission



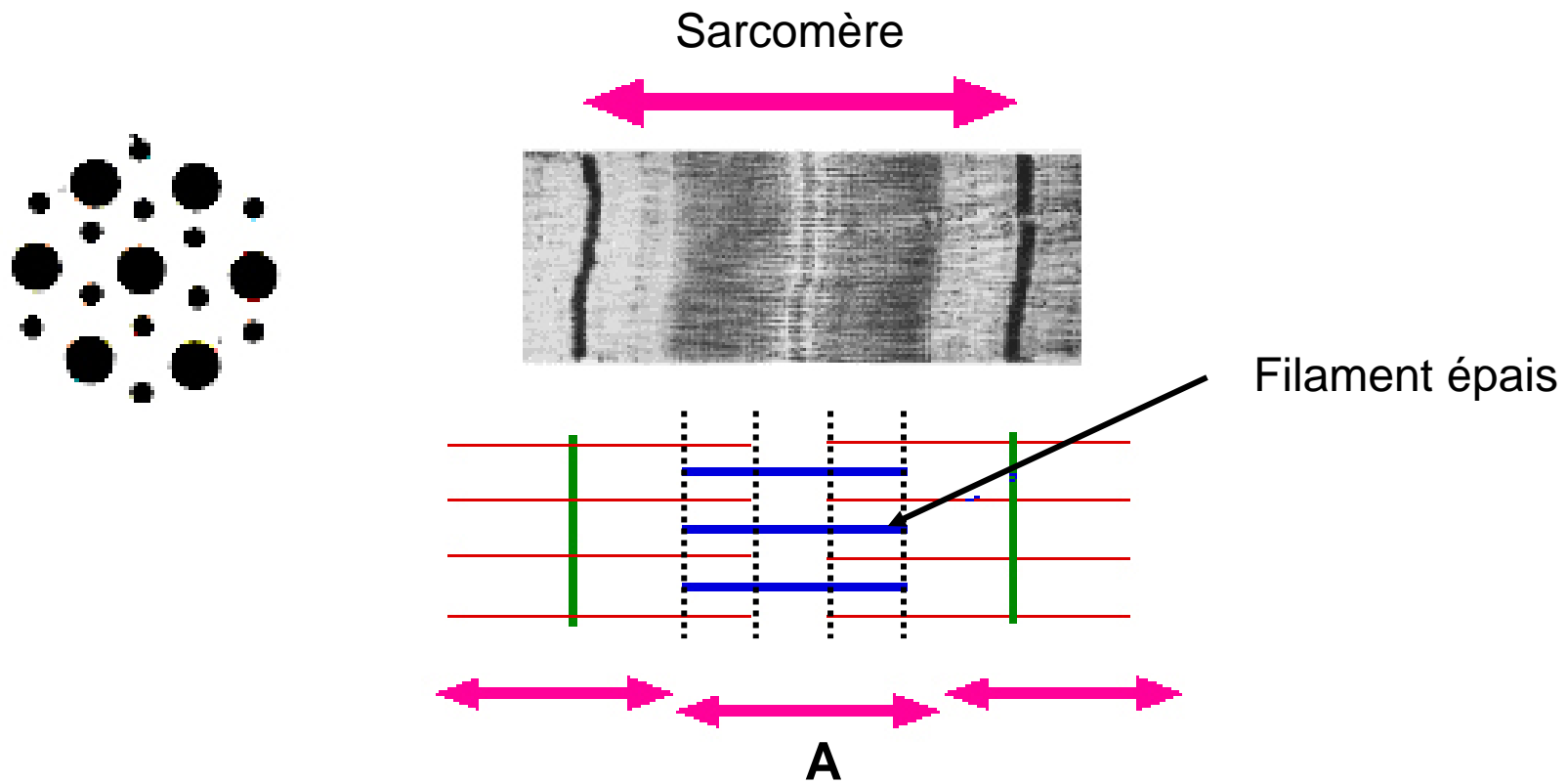
- Segment entre deux **disques Z** (« *zwischen* ») voisins
- Constitué d'un **disque A** (pour *anisotropique*) flanqué de part et d'autre d'une moitié de **disque I** (pour *isotropique*).

STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission: disque A



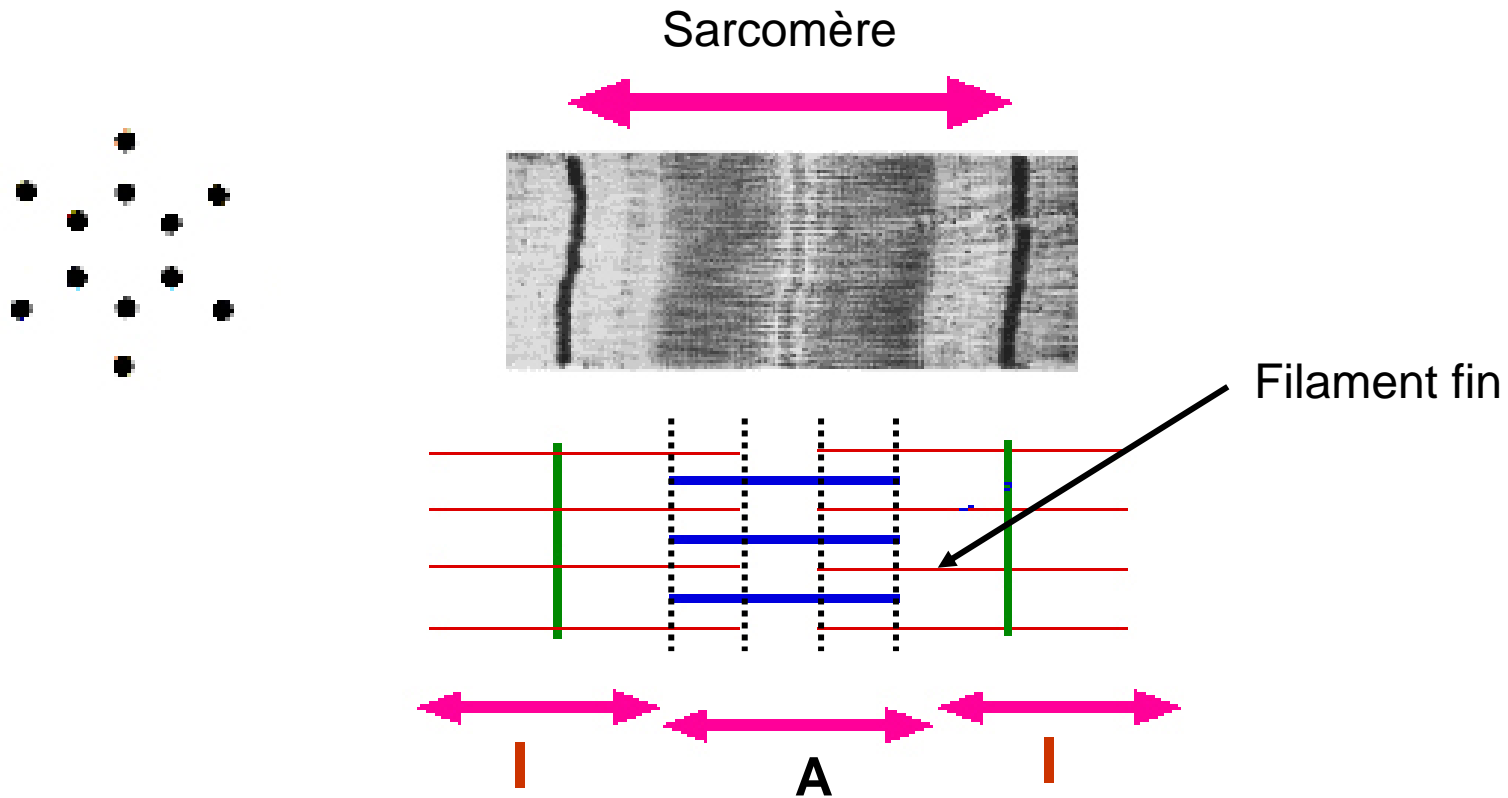
- Le **disque A (=disque sombre)** contient les filaments épais (= myosine)
- Dans sa partie centrale du les filaments épais sont seuls présents

STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission: disque A



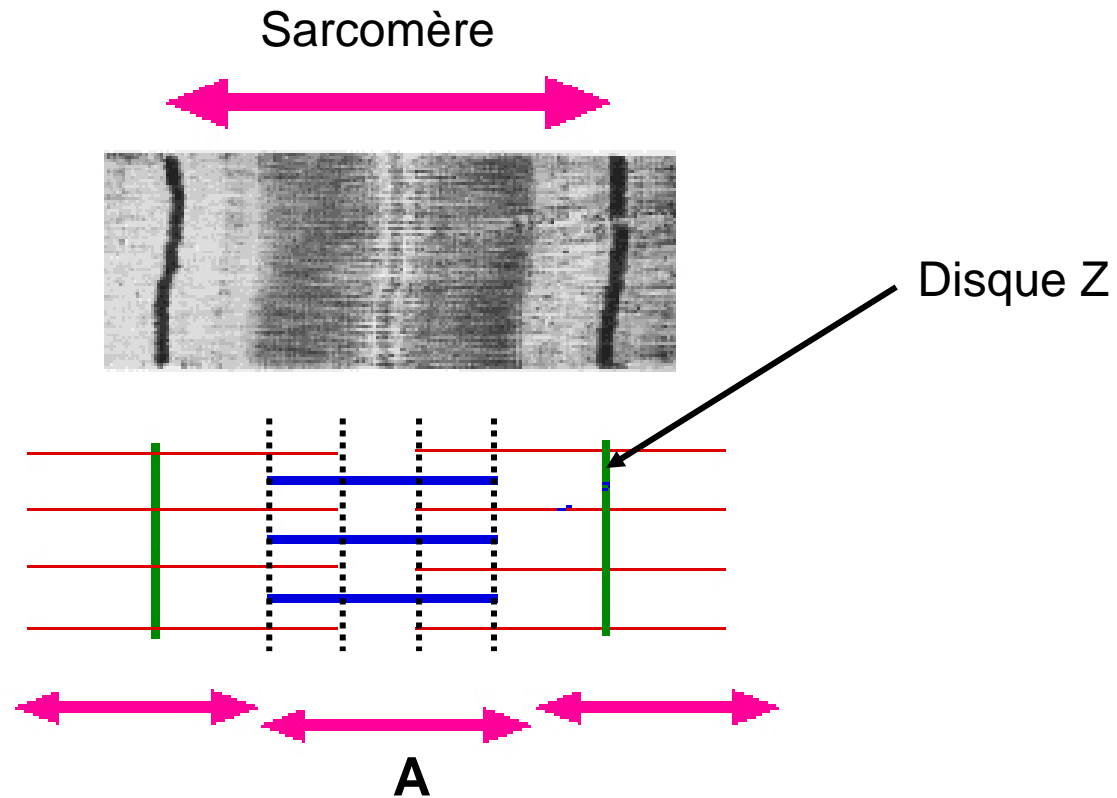
Dans les parties latérales du disque A, filaments fins et épais se chevauchent

STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission: disque I



Au niveau du **disque I** ou **disque clair**, les filaments fins (= actine) sont seuls présents

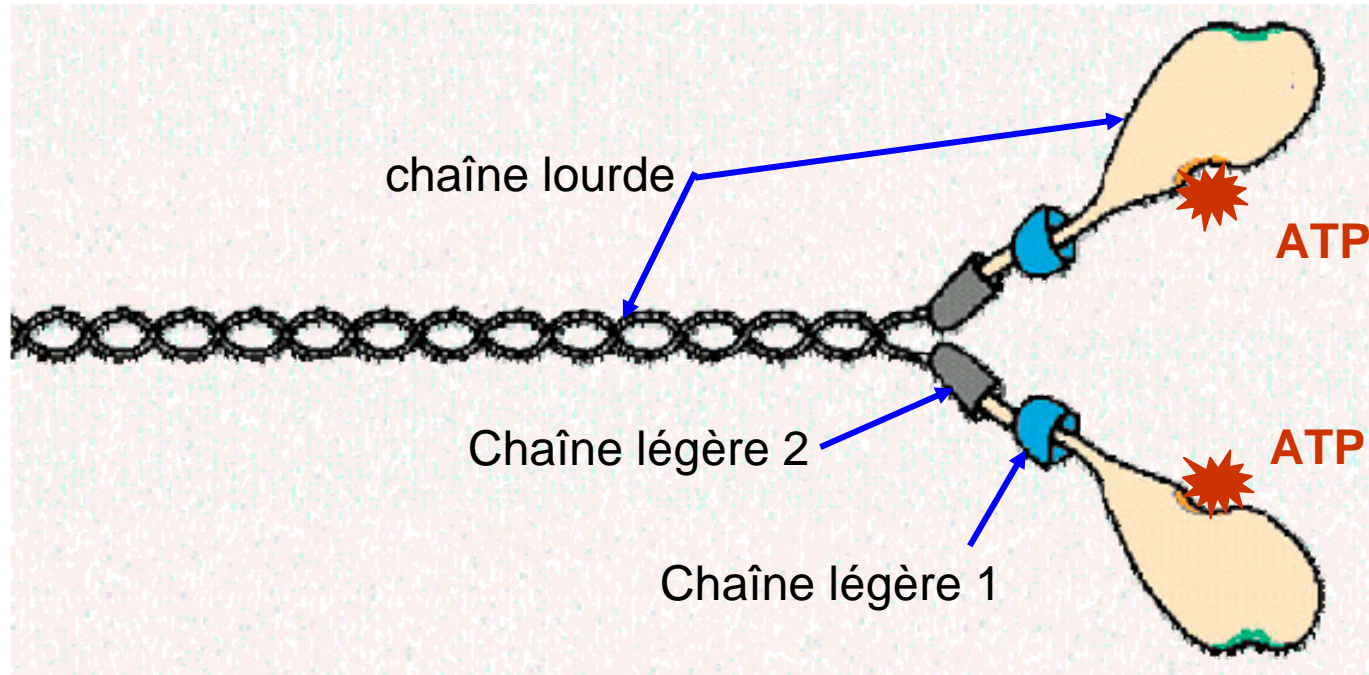
STRUCTURE DU SARCOMERE en ME à transmission: disque Z



Les **disques Z** sont formés de filaments d'alpha-actinine

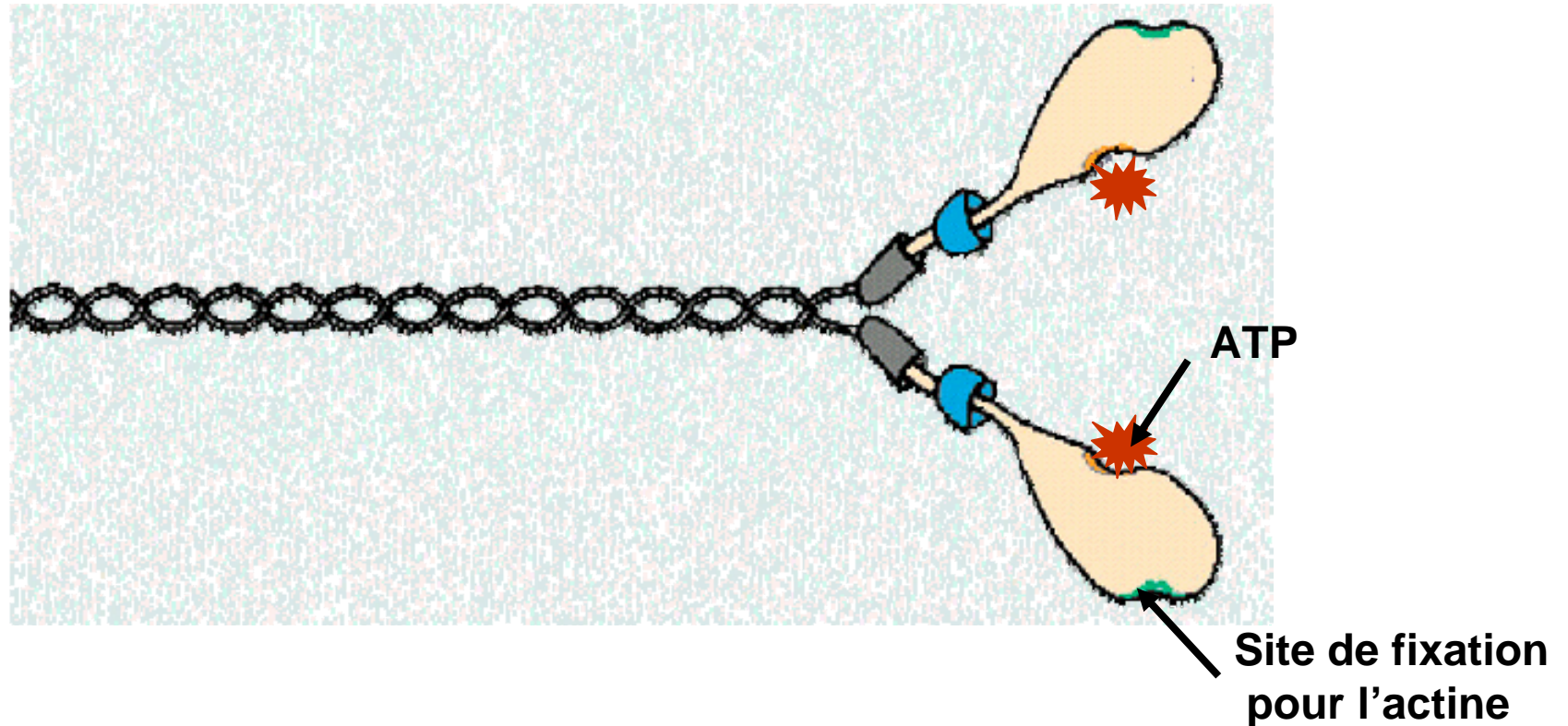
Ils servent à relier l'extrémité des filaments fins de chaque sarcomère avec les extrémités des filaments fins du sarcomère adjacent

STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



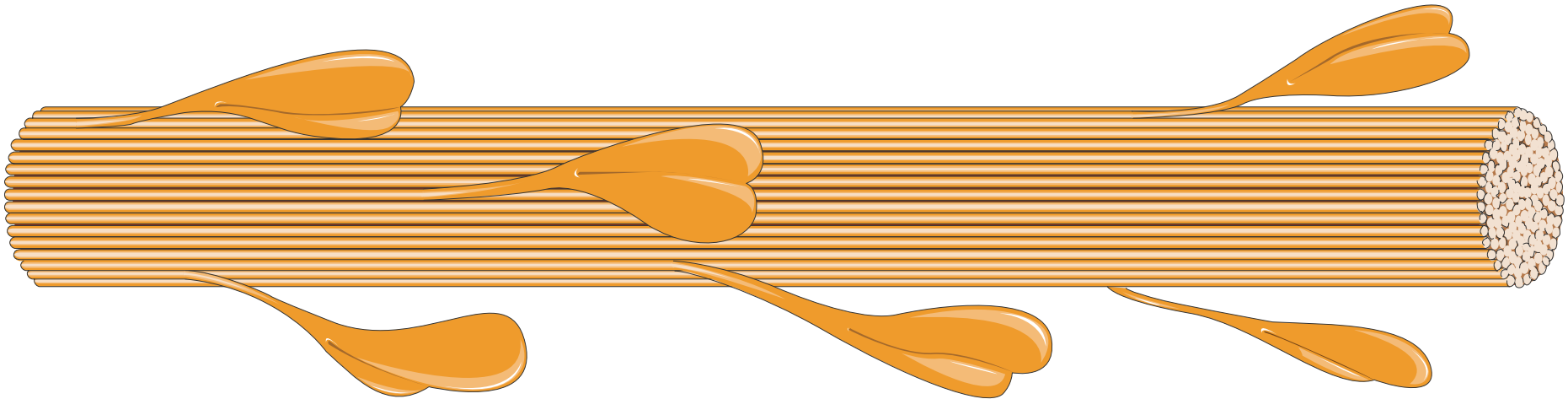
- Chaque molécule de myosine est formée de 2 chaînes lourdes identiques *et de 2 paires de chaînes légères.*
- Les queues des deux chaînes lourdes de la myosine forment un axe torsadé
- Les extrémités des deux chaînes lourdes de la myosine (= têtes) ont une structure globulaire

STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



- La myosine est une **ATPase**
- Les têtes de myosine possèdent deux sites de fixation: l'un pour l'ATP, l'autre pour l'actine.
- Les têtes de myosine présentent une **activité ATPasique activée au contact de l'actine**

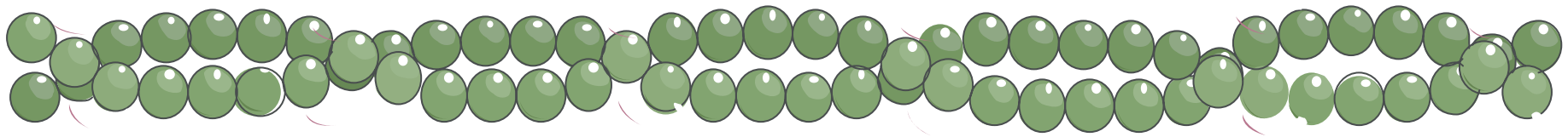
STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



Les têtes (extrémités globulaires) des molécules de myosine émergent à intervalles réguliers du filament épais

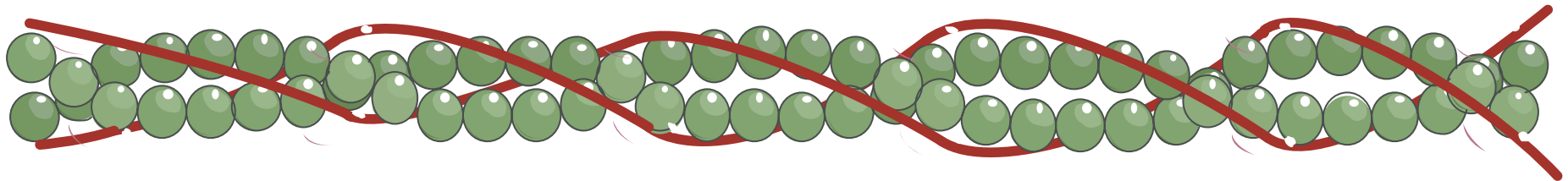
Les queues des chaînes lourdes de la myosine forment un axe intégré dans le filament épais

STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



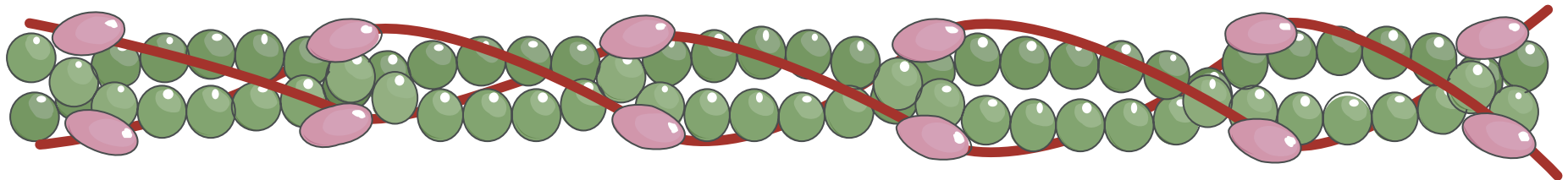
- Le monomère d'actine est un peptide de forme globulaire.
- La polymérisation des monomères d'actine forme un microfilament ayant l'aspect d'une longue hélice double.

STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



Les filaments fins sont formés de l'association de la double hélice d'actine et de deux protéines régulatrices : la **tropomyosine**, protéine de renforcement...

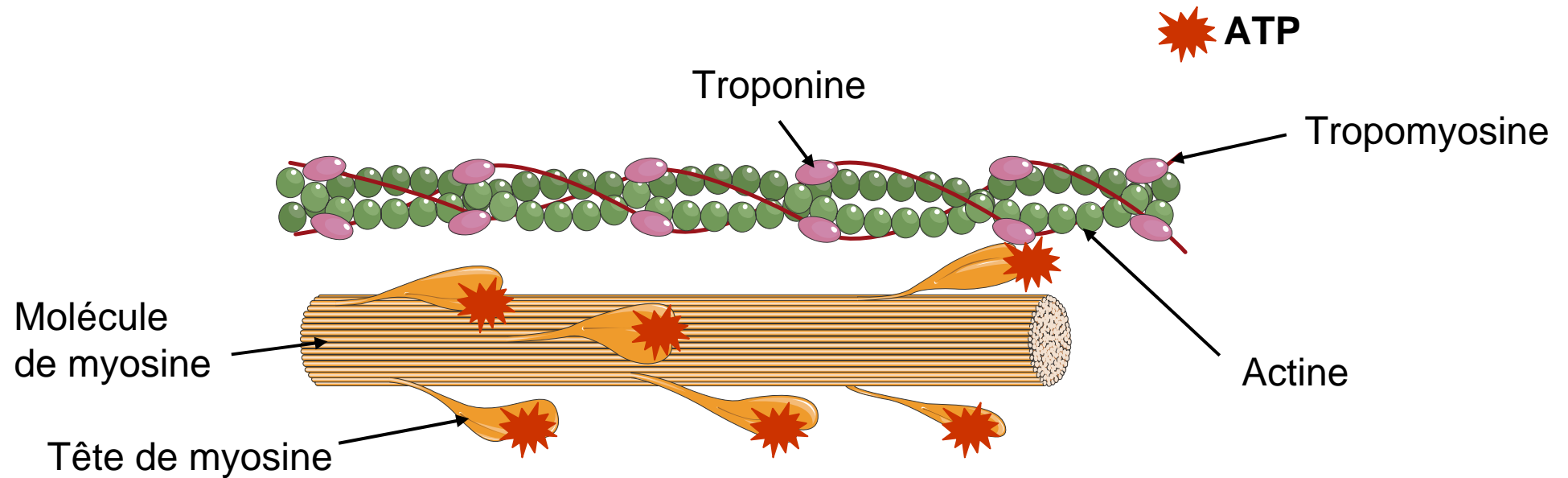
STRUCTURE DES PROTEINES CONTACTILES



...et la **troponine**, complexe de trois sous-unités peptidiques (C, I, T) disposées à intervalles réguliers le long des filaments d'actine, en regard de chaque tête de myosine.

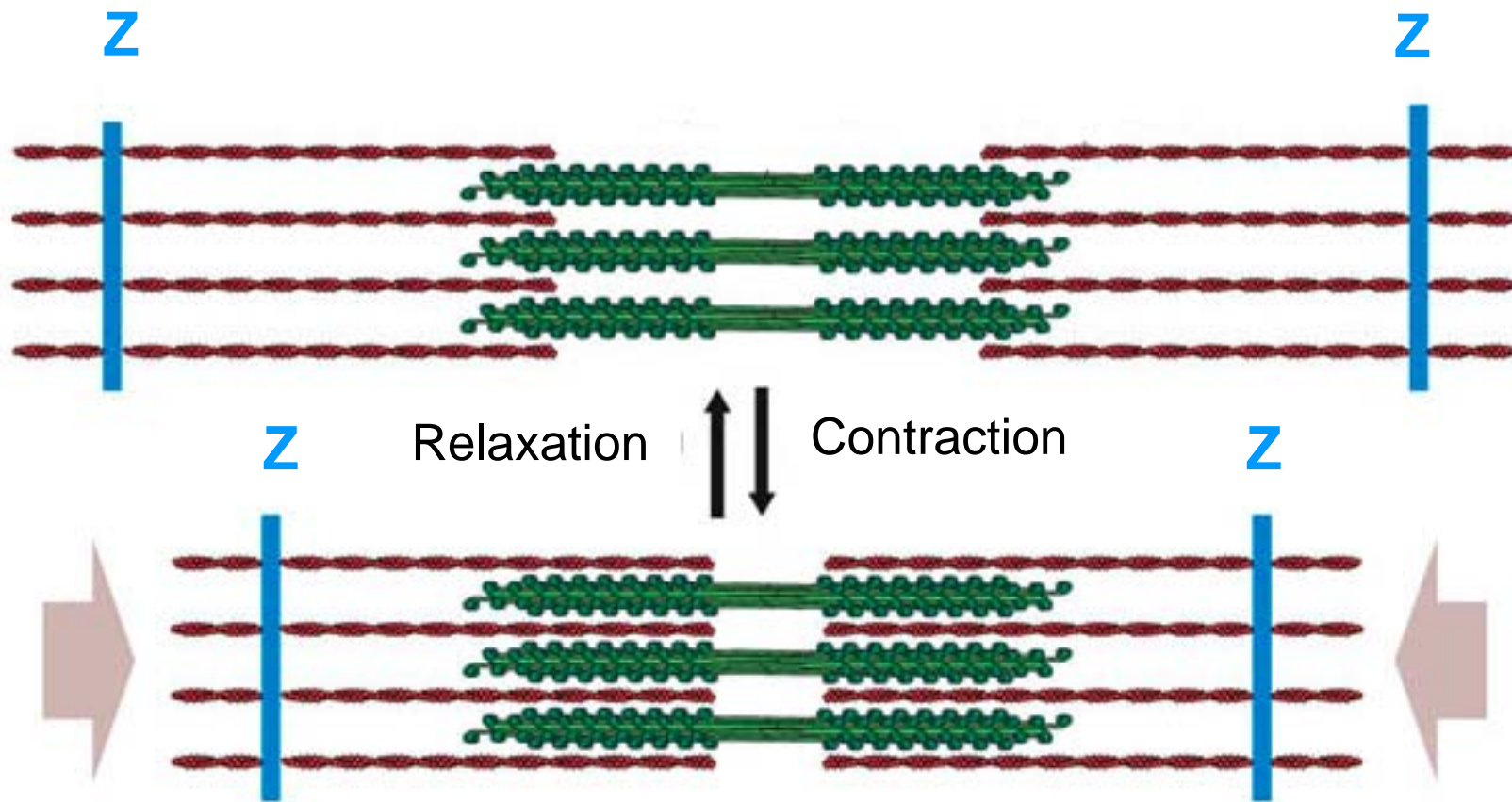
Tropomyosine et troponine sont impliquées dans la régulation de la contraction musculaire par le calcium.

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

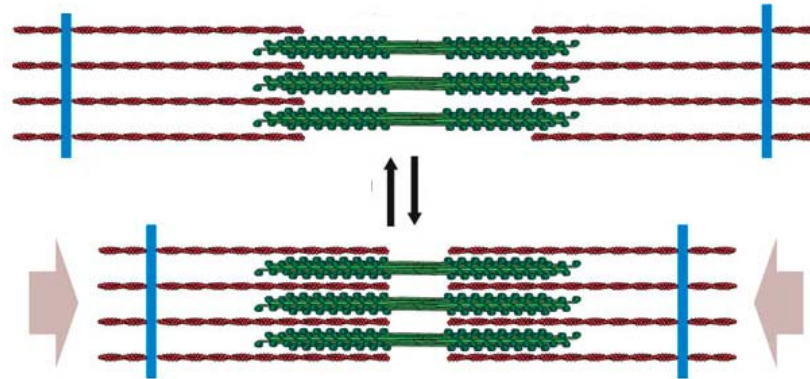


- Au repos, la tropomyosine et la troponine s'intercalent entre l'actine et la myosine: il n'y a pas de contraction.
- Dans cette situation la molécule de myosine contient dans son site actif une molécule d'ATP.

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



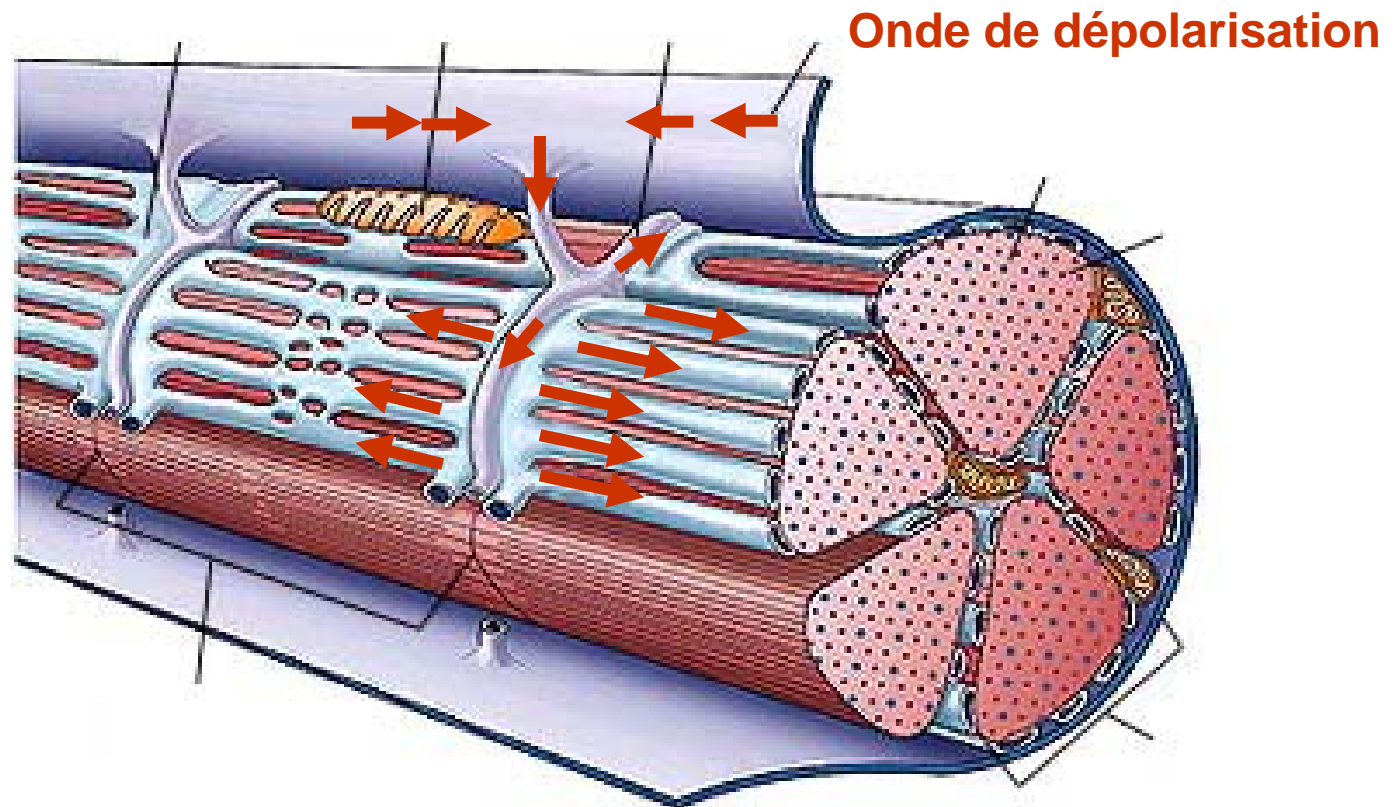
LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



- ✓ Au cours de la contraction musculaire, le muscle se raccourcit d'environ 1/3;
- ✓ La longueur des filaments épais et des filaments fins reste constante.

La contraction est causée par un glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine, entraînant un raccourcissement du sarcomère, donc de la myofibrille, donc de la myofibre, donc du muscle.

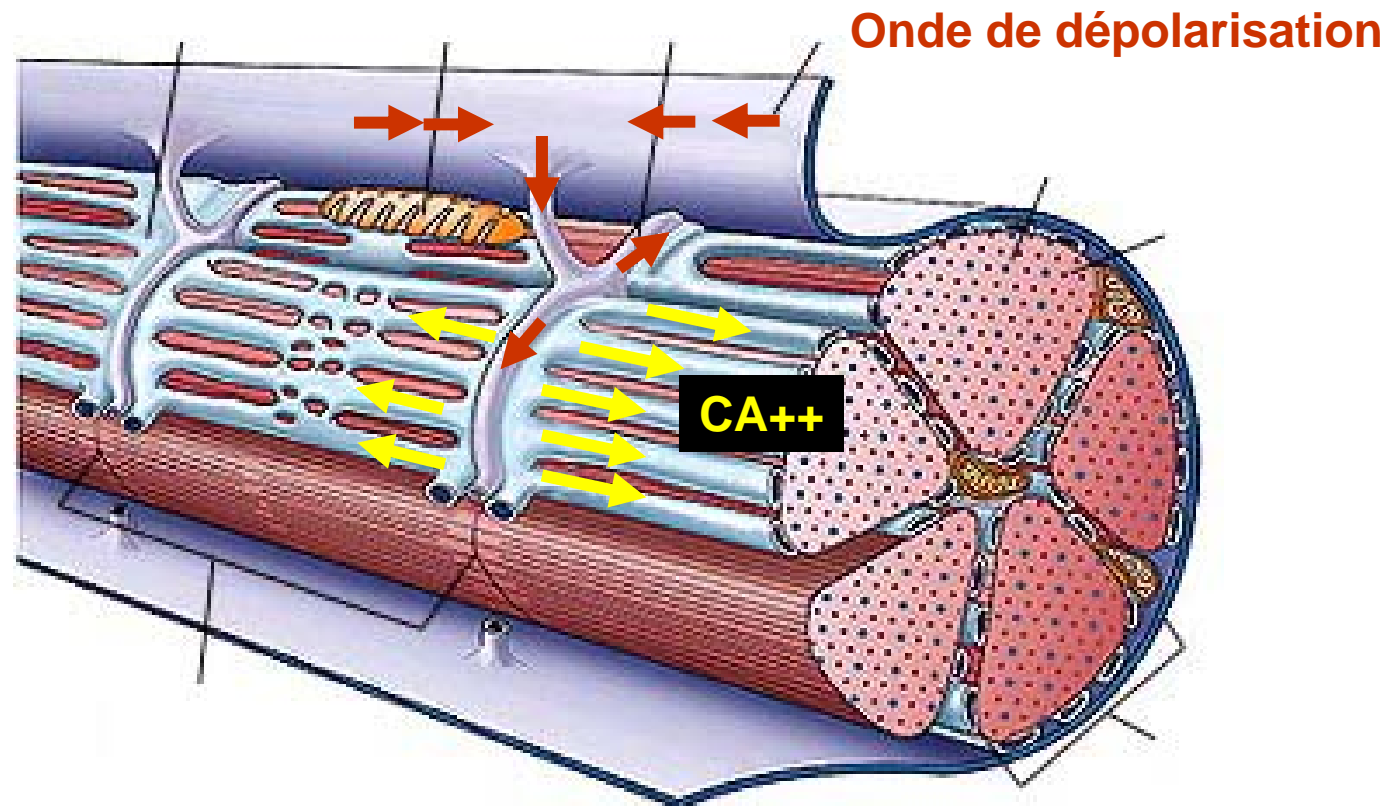
LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



Lorsque la cellule musculaire est stimulée par un motoneurone, une **onde de dépolarisation**:

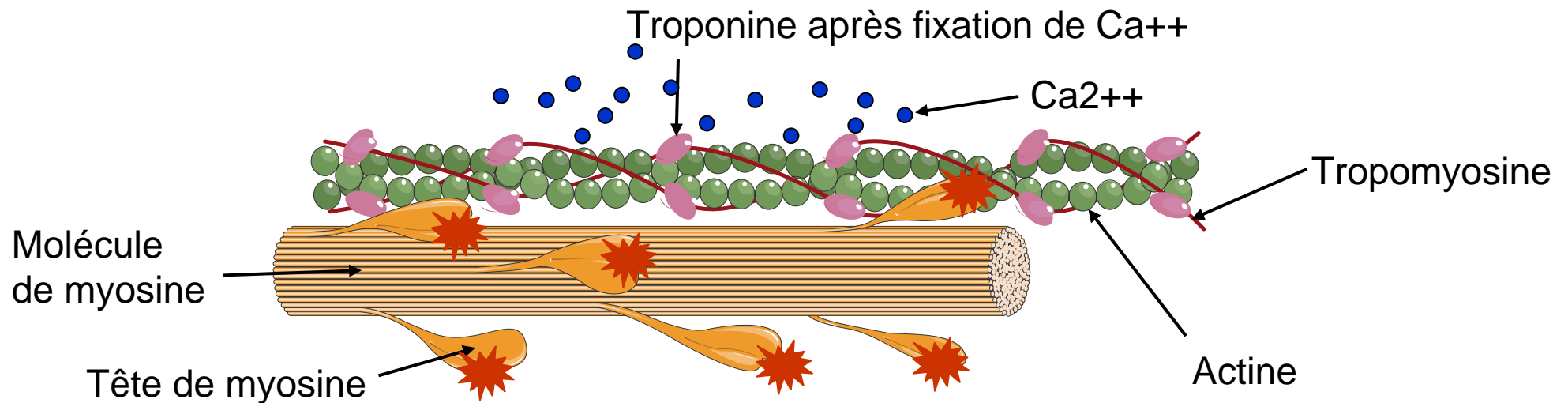
- parcourt le sarcolemme,
- se propage le long des membranes du système T, puis
- est transférée au réticulum sarcoplasmique.

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



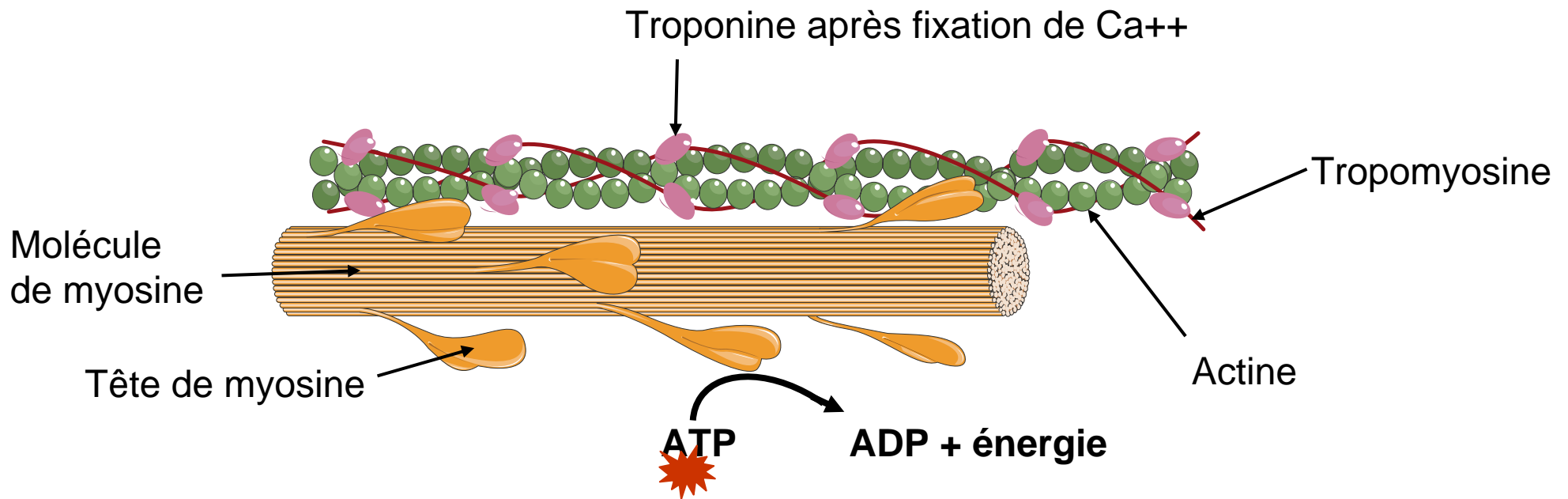
La dépolarisation de la membrane du réticulum sarcoplasmique permet au Ca^{++} qu'il contient à une concentration élevée de passer dans le cytosol

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



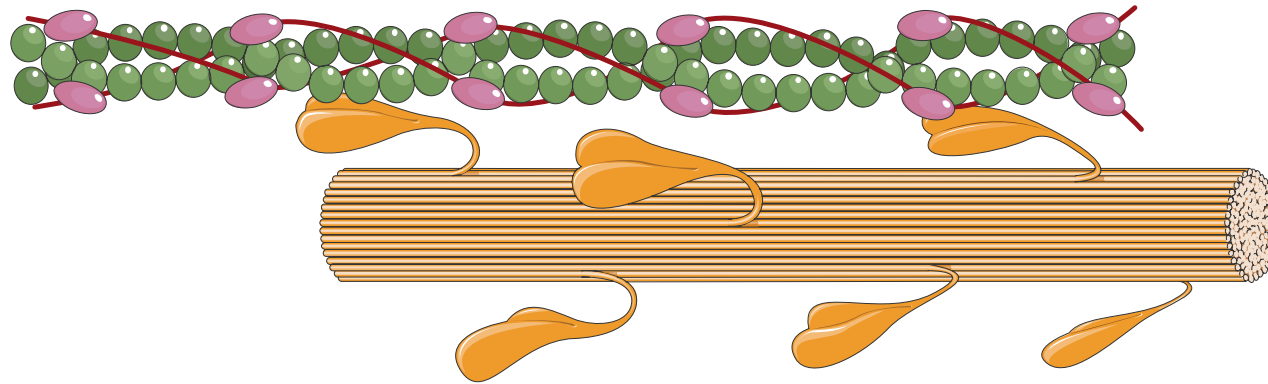
Le Ca^{2+} en se fixant sur la **troponine C**, change sa conformation, ce qui permet un déplacement de la molécule de **tropomyosine** entraînant la prise de contact de l'actine et de la myosine

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



Le contact actine-myosine déclenche l'activation de l'activité ATPase (actine-dépendante) de la myosine qui catalyse l'hydrolyse de l'ATP

LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE



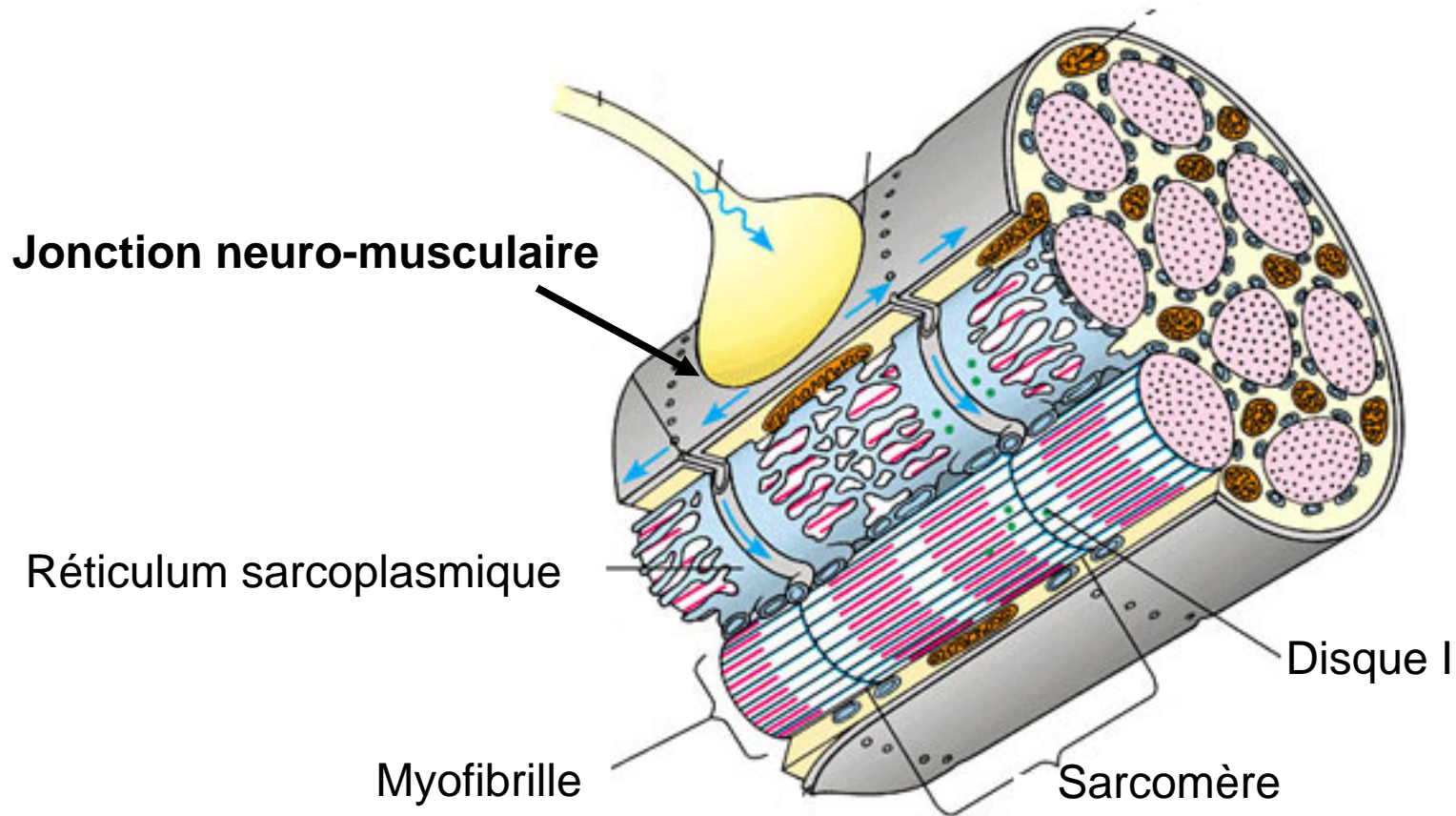
L'hydrolyse de l'ATP induit un changement d'orientation de la tête de myosine qui provoque le glissement du filament d'actine, donc la contraction de la myofibrille

PATHOLOGIE: LA RIGIDITE CADAVERIQUE (RIGOR MORTIS)

- Survient en 3 à 4 heures après la mort, persiste 24 à 36 heures
- Est due à l'arrêt de la production d'ATP : les contacts entre les filaments d'actine et de myosine se maintiennent ce qui entraîne l'enraidissement du muscle.
- Sa disparition est en rapport avec la putréfaction qui détruit la structure des filaments d'actine et de myosine

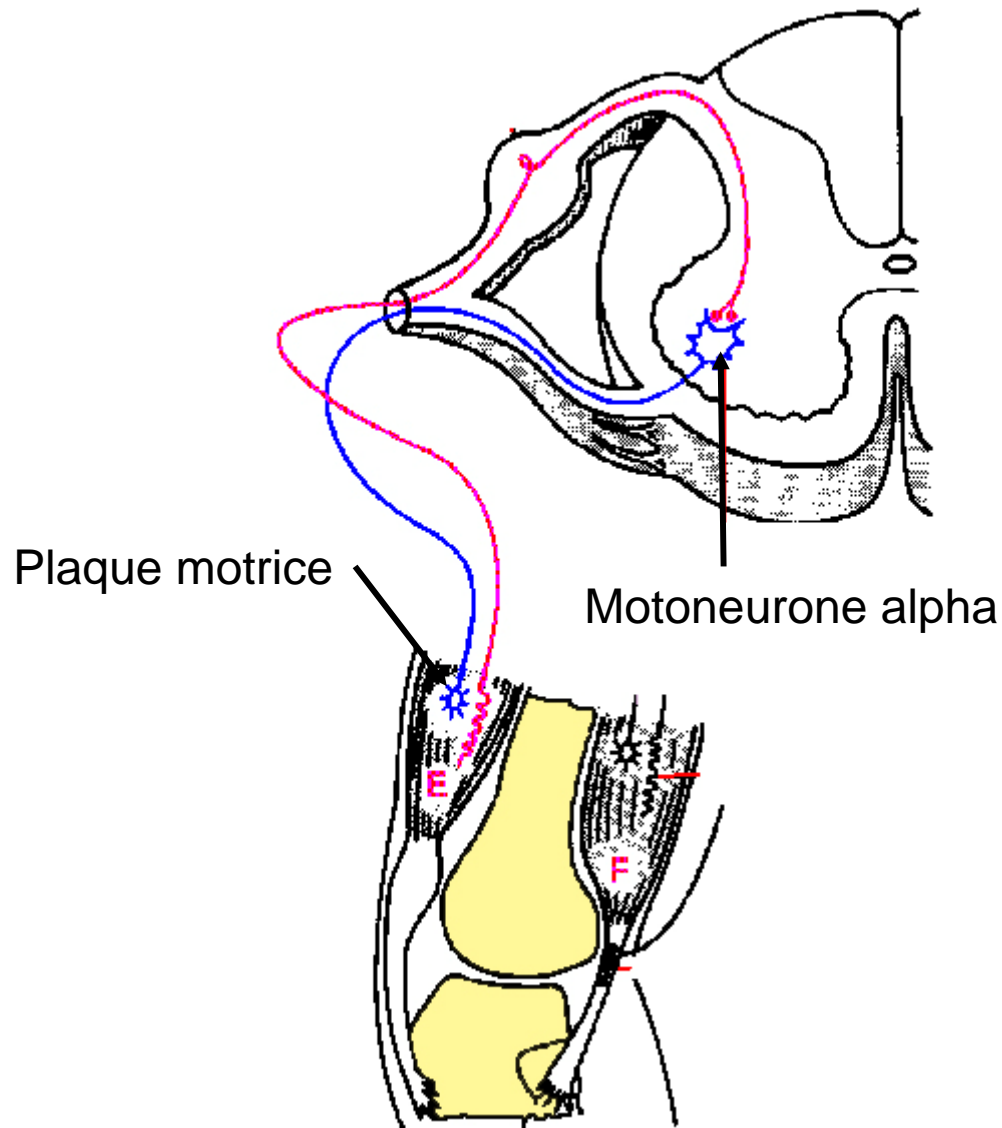
AUTRES CONSTITUANTS DES MUSCLES STRIÉS SQUELETTIQUES

I. LA PLAQUE MOTRICE ou JONCTION NEURO-MUSCULAIRE



La **jonction neuro-musculaire** est la **synapse** entre une terminaison axonale d'un motoneurone alpha et une cellule musculaire striée squelettique.

I. LA PLAQUE MOTRICE



- Les **motoneurones alpha** (diamètres des axones compris entre 10 μm et 17 μm) innervent les fibres musculaires squelettiques
- Les motoneurones alpha sont localisés dans la colonne ventrale de la substance grise de la moelle épinière (=musculature du tronc et des membres) ou dans les noyaux moteurs des nerfs crâniens du tronc cérébral (=musculature du cou et de la tête).
- Leurs axones moteurs myélinisés quittent la moelle épinière par la racine ventrale du nerf spinal.

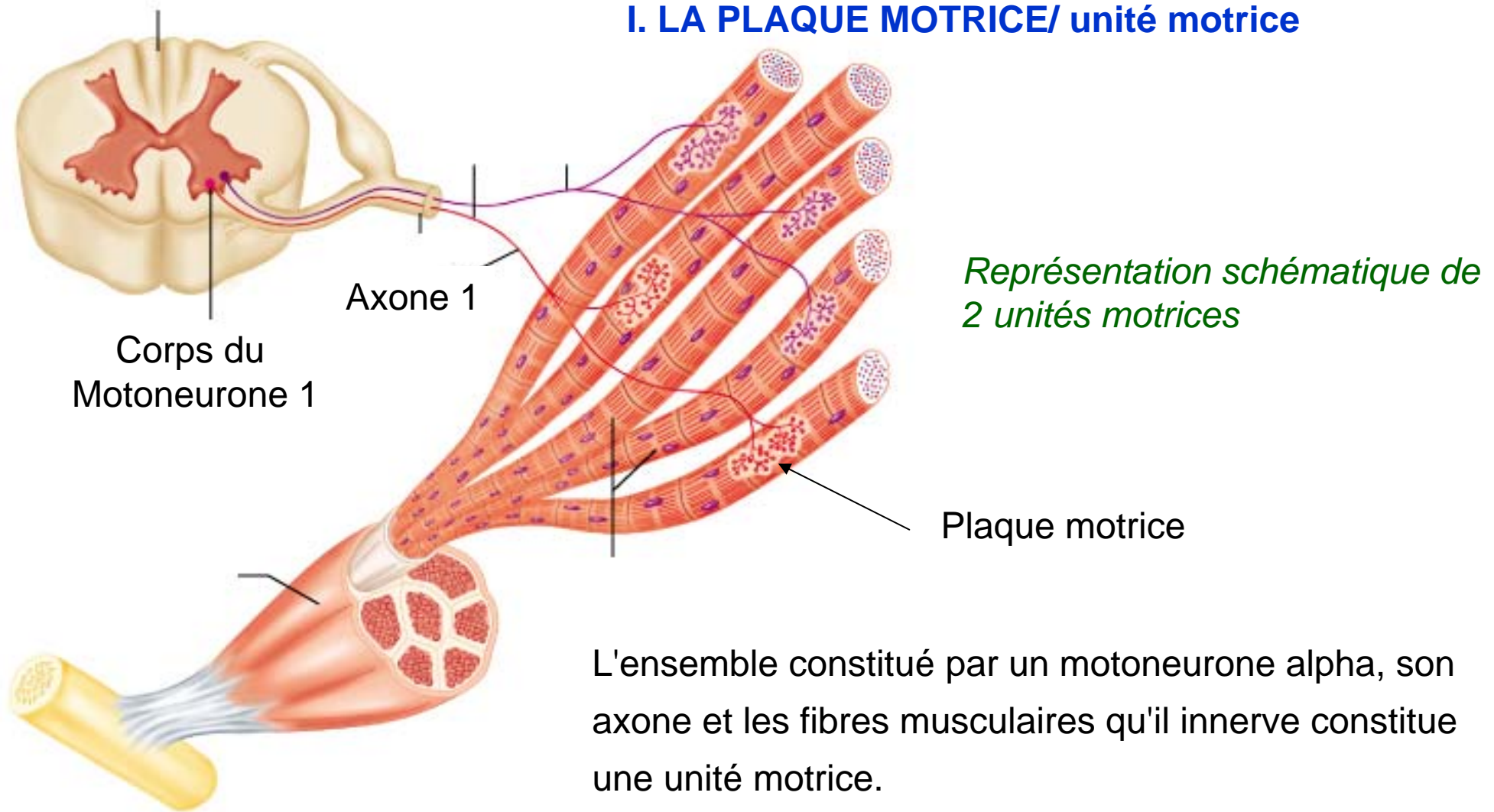
I. LA PLAQUE MOTRICE/ unité motrice



Plaque motrice

- ✓ À leur arrivée dans le muscle, les axones des motoneurones alpha se ramifient pour établir des contacts synaptiques (= **plaques motrices**) avec plusieurs fibres musculaires.
- ✓ En revanche, une fibre musculaire n'est innervée que par un seul motoneurone alpha.

I. LA PLAQUE MOTRICE/ unité motrice



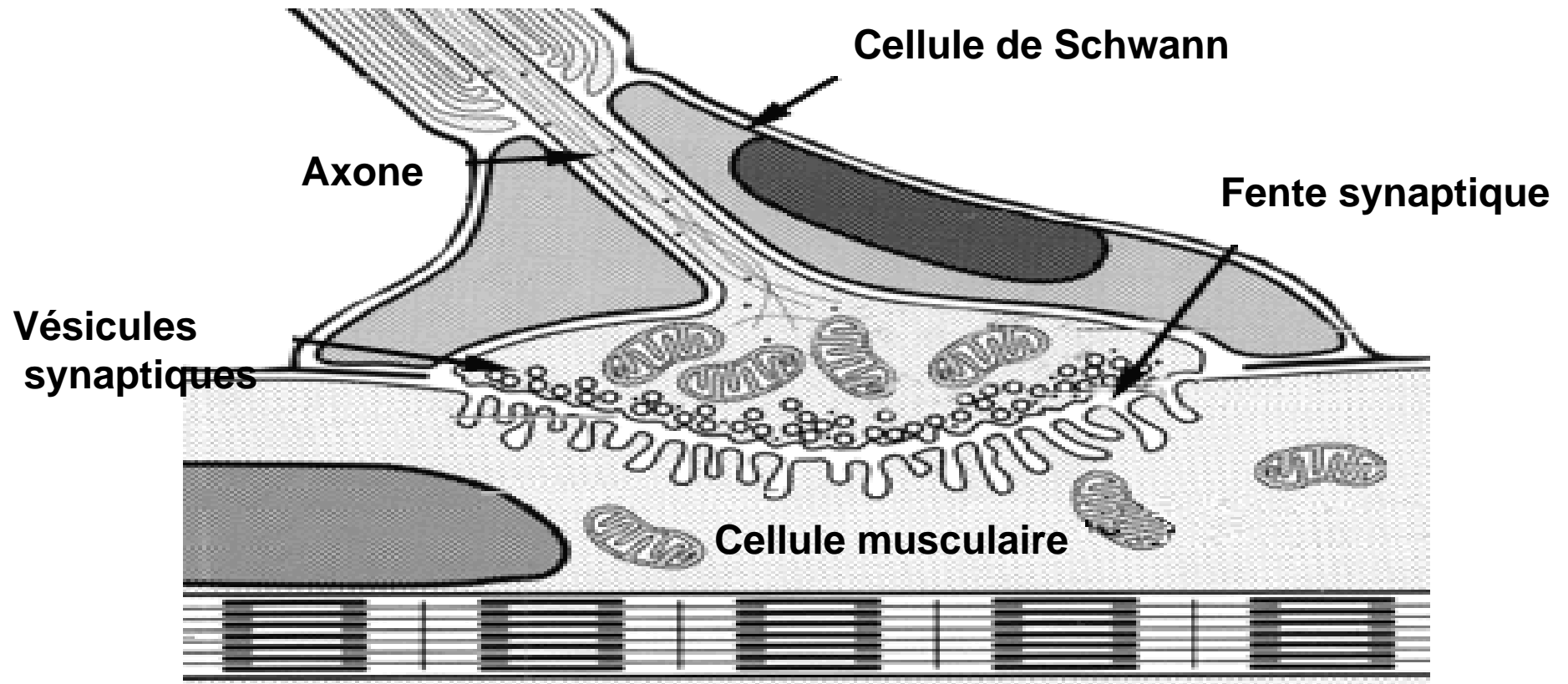
Représentation schématique de 2 unités motrices

Plaquette motrice

L'ensemble constitué par un motoneurone alpha, son axone et les fibres musculaires qu'il innerve constitue une unité motrice.

L'unité motrice est le plus petit élément contractile que le système nerveux peut mettre en jeu.

I. LA PLAQUE MOTRICE ou JONCTION NEURO-MUSCULAIRE



C'est une **synapse chimique utilisant l'acétylcholine** (Ach) comme neurotransmetteur (voir le cours sur le tissu nerveux)

I. LA PLAQUE MOTRICE ou JONCTION NEURO-MUSCULAIRE

APPLICATION CLINIQUE: TROUBLES DE LA TRANSMISSION NEURO-MUSCULAIRE

Le curare (utilisé en anesthésie) se fixe sur le récepteur de l'Ach et empêche sa fixation.

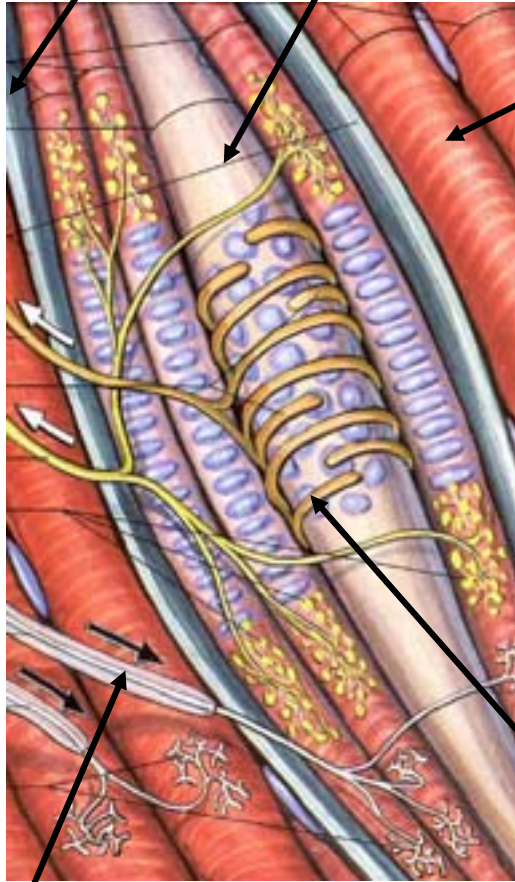
La toxine botulinique (endotoxine de la bactérie anaérobie *clostridium botulinum*).
empêche la libération d'Ach par l'extrémité présynaptique.

La myasthénie: maladie auto-immune avec production d'anticorps contre les récepteurs de l'Ach, se traduit par une faiblesse musculaire.

II. FUSEAU NEUROMUSCULAIRE

Capsule
conjonctive

Cellules musculaire intrafusale



Cellules musculaire striée squelettique (extrafusale)

Les fuseaux neuromusculaires:

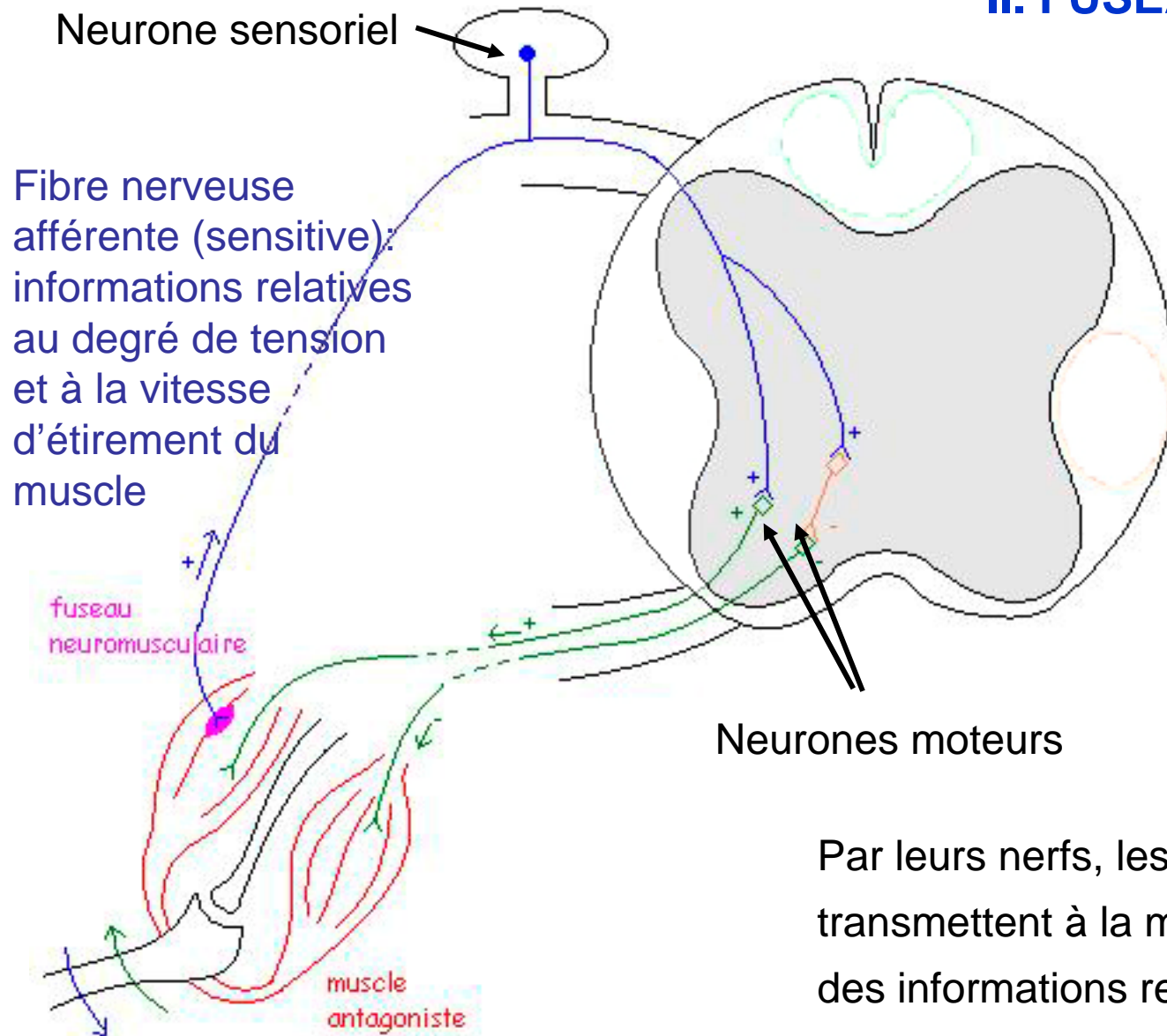
- comprennent trois à dix petites fibres musculaires modifiées, enveloppées dans une capsule de tissu conjonctif (= fibres intrafusales).
- sont disposés parallèlement aux fibres « classiques » du muscle (= fibres extrafusales)

Les fuseaux neuromusculaires sont des mécanorécepteurs

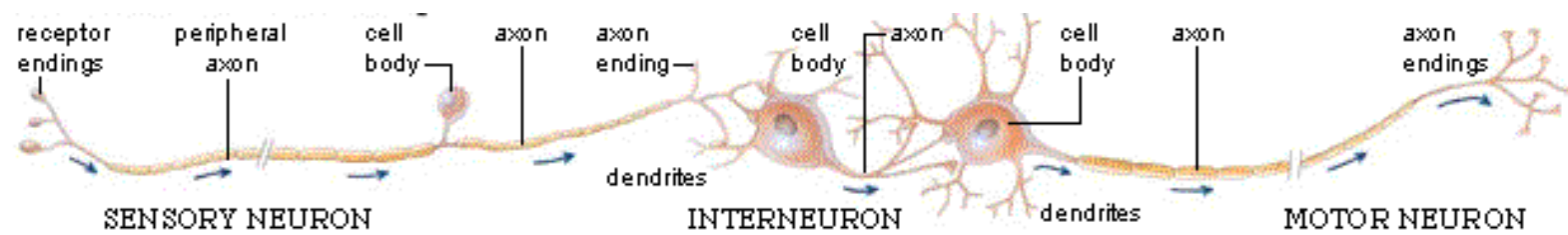
Fibre nerveuse efférente
(axone d'un motoneurone
gamma): ajuste la longueur des
cellules intrafusales

Fibre nerveuse afférente (sensitive):
informations relatives au degré de tension
et à la vitesse d'étirement du muscle

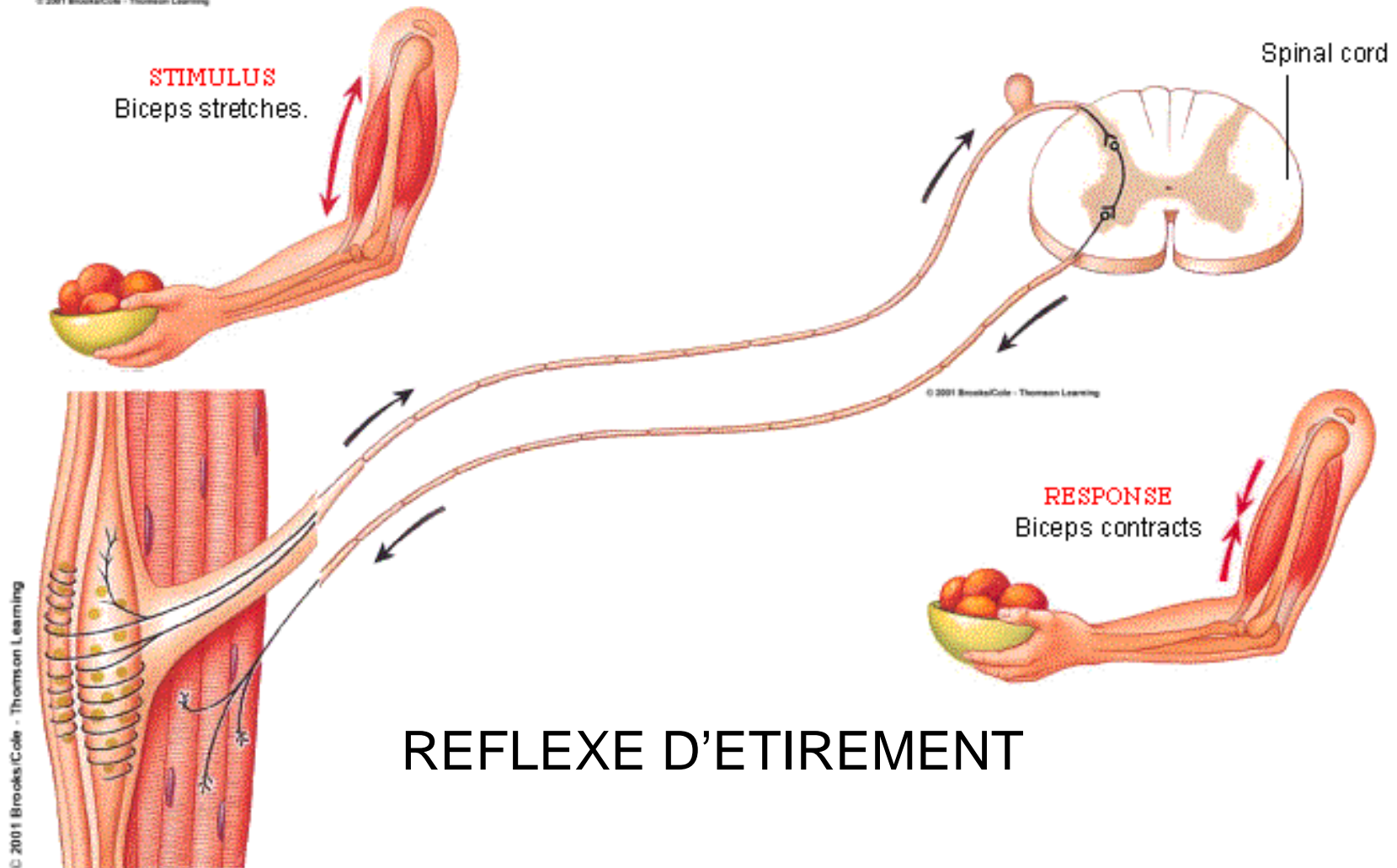
II. FUSEAU NEUROMUSCULAIRE



Par leurs nerfs, les fuseaux neuromusculaires transmettent à la moelle épinière et au cervelet des informations relatives au **degré de tension** et à la **vitesse d'étirement du muscle**

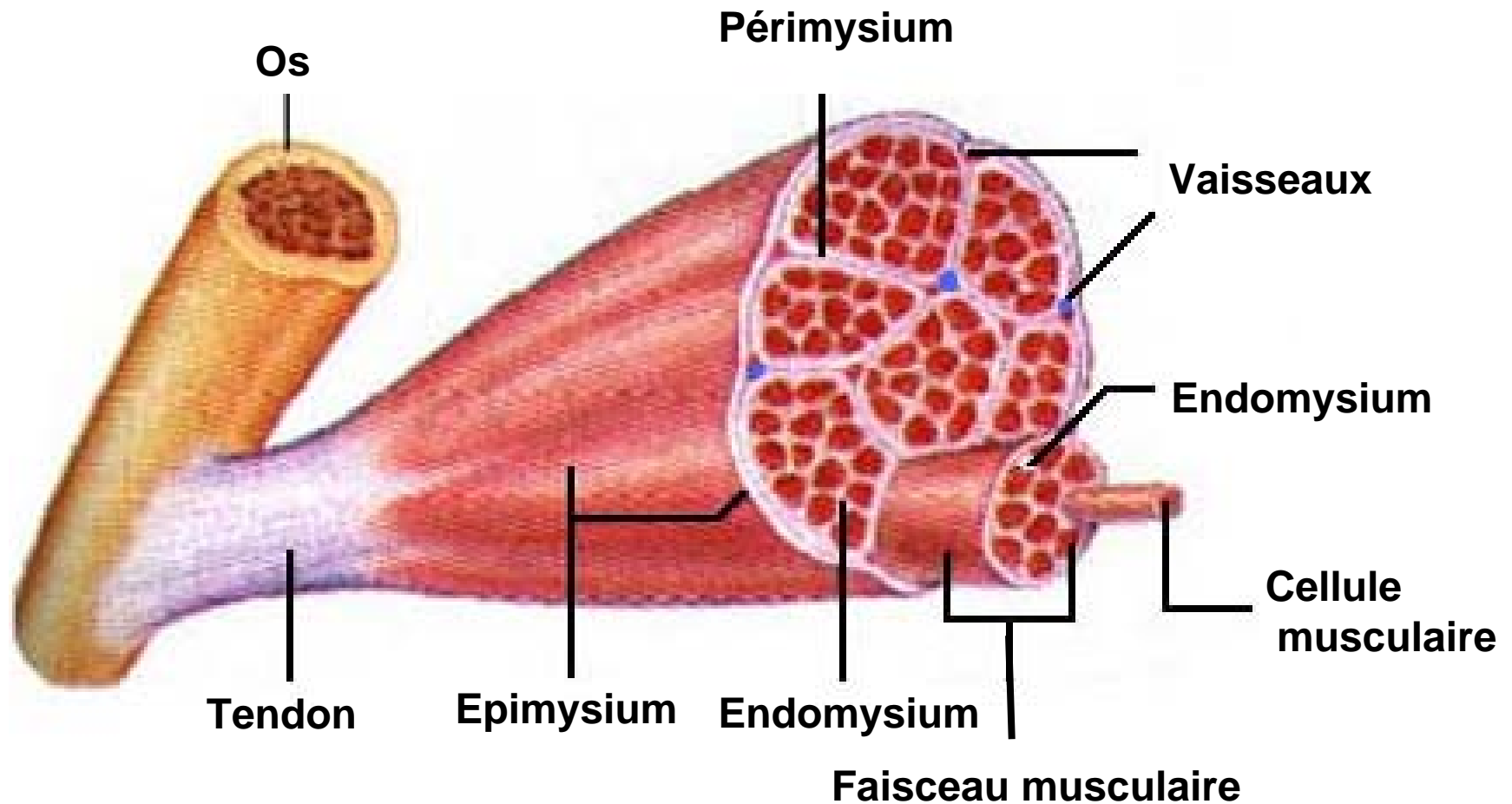


© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



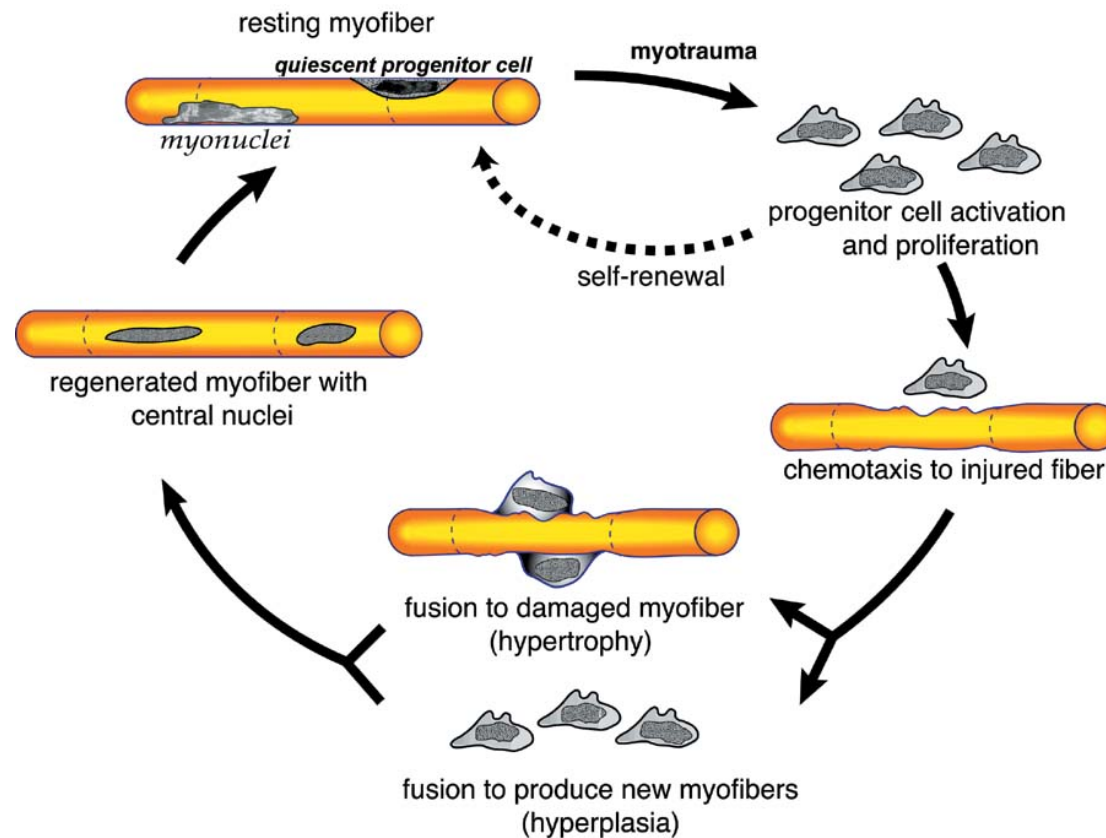
© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning

III. LES TISSUS CONJONCTIFS DU MUSCLE SQUELETTIQUE



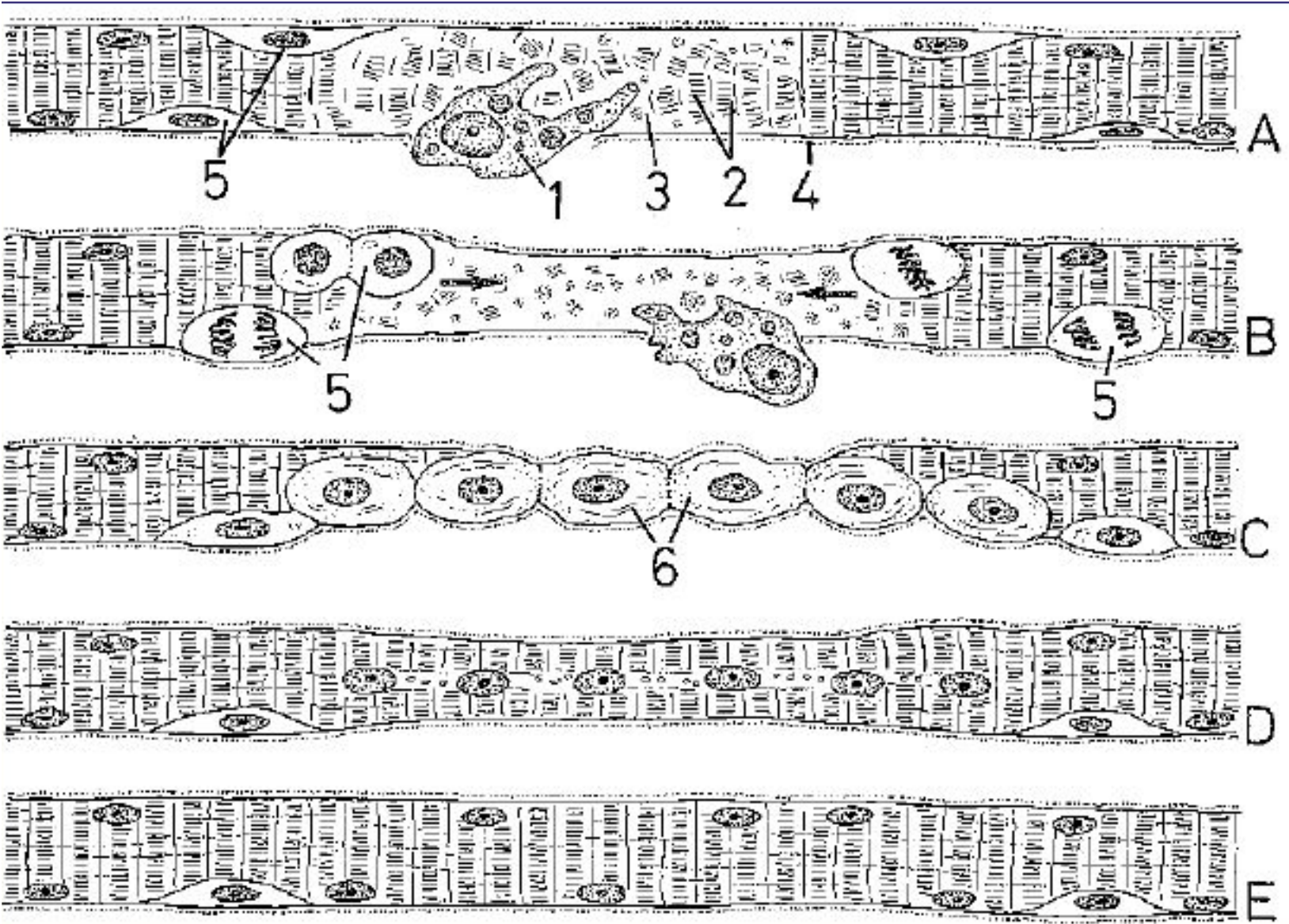
L'**endomysium** entoure chaque cellule musculaire, le **périmysium** entoure chaque faisceau et l'**épimysium** revêt le muscle dans son entier.

III. CELLULES SATELLITES



- Situées entre la membrane plasmique et la membrane basale de la cellule musculaire striée;
- Possèdent un seul noyau;
- Sont capables, en cas de lésion musculaire, de proliférer et de fusionner, contribuant à la réparation des myocytes lésés ou à la formation de nouveaux myocytes (= régénération musculaire).

III. CELLULES SATELLITES ET REGENERATION MUSCULAIRE





*Service de Biologie
de la Reproduction*



LE MUSCLE STRIE CARDIAQUE

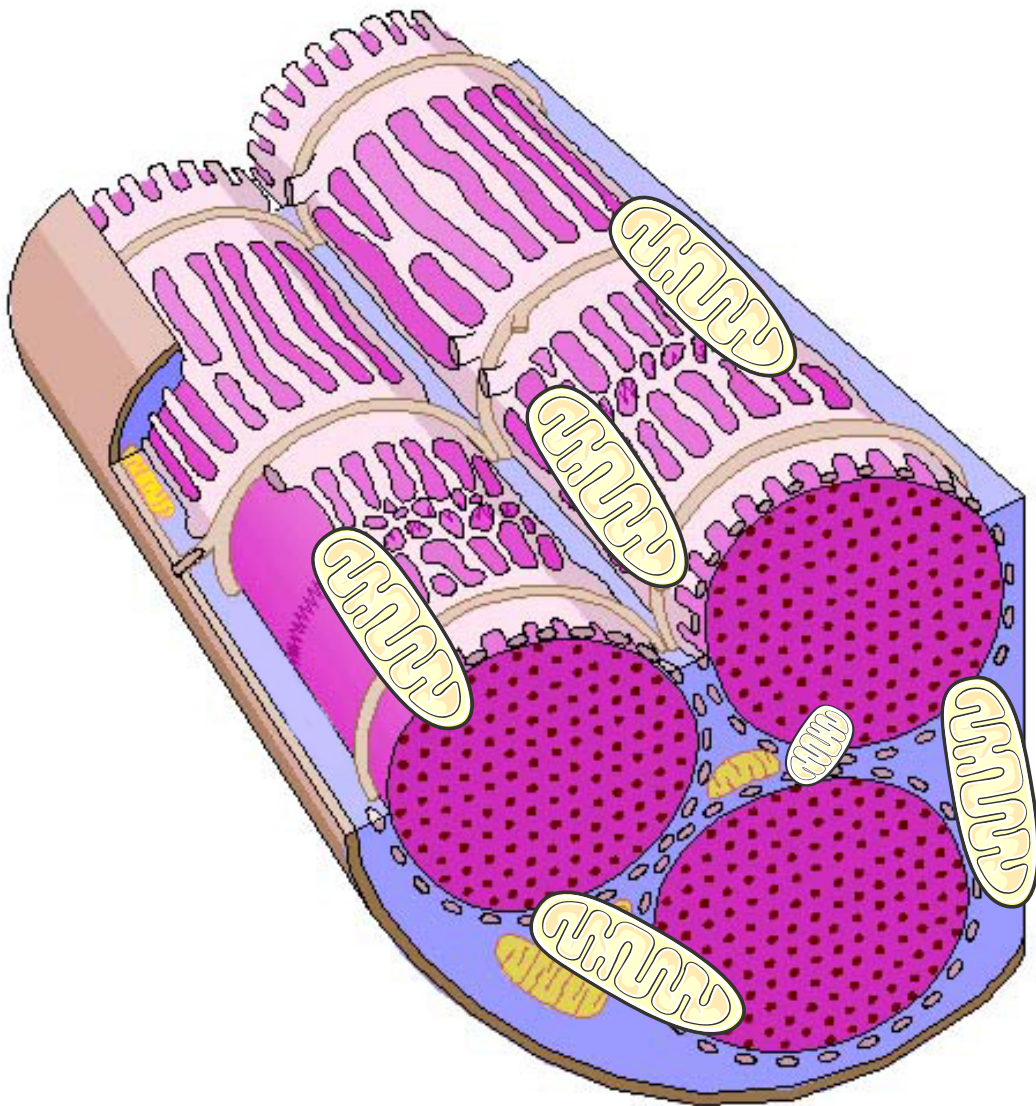
Manuel MARK

Institut d'Embryologie

Faculté de Médecine et Hôpital Universitaire de Strasbourg

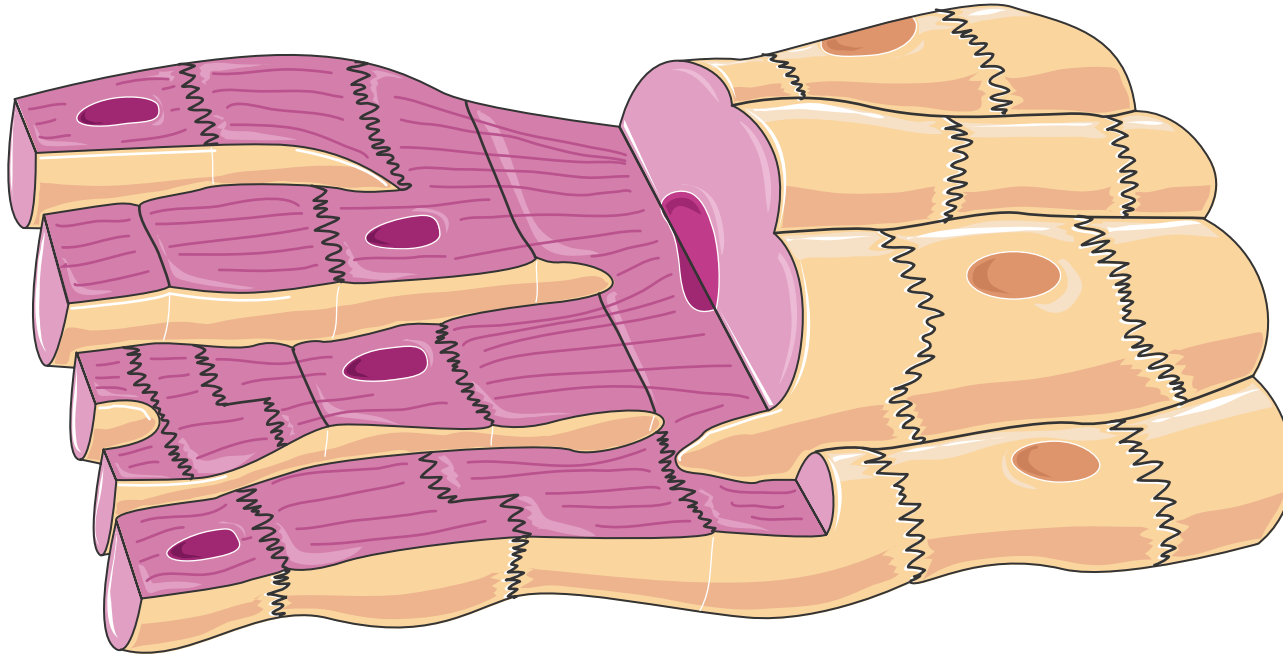
Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire

LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES COMMUNS AVEC LES CELLULES MUSCULAIRES STRIÉES SQUELETTIQUES



- ✓ Myofibrilles, réticulum sarcoplasmique sarcolemme, ont une organisation semblable à celle des cellules musculaires striées squelettiques
- ✓ Par ailleurs:
 - mitochondries nombreuses;
 - grains de glycogène abondants.

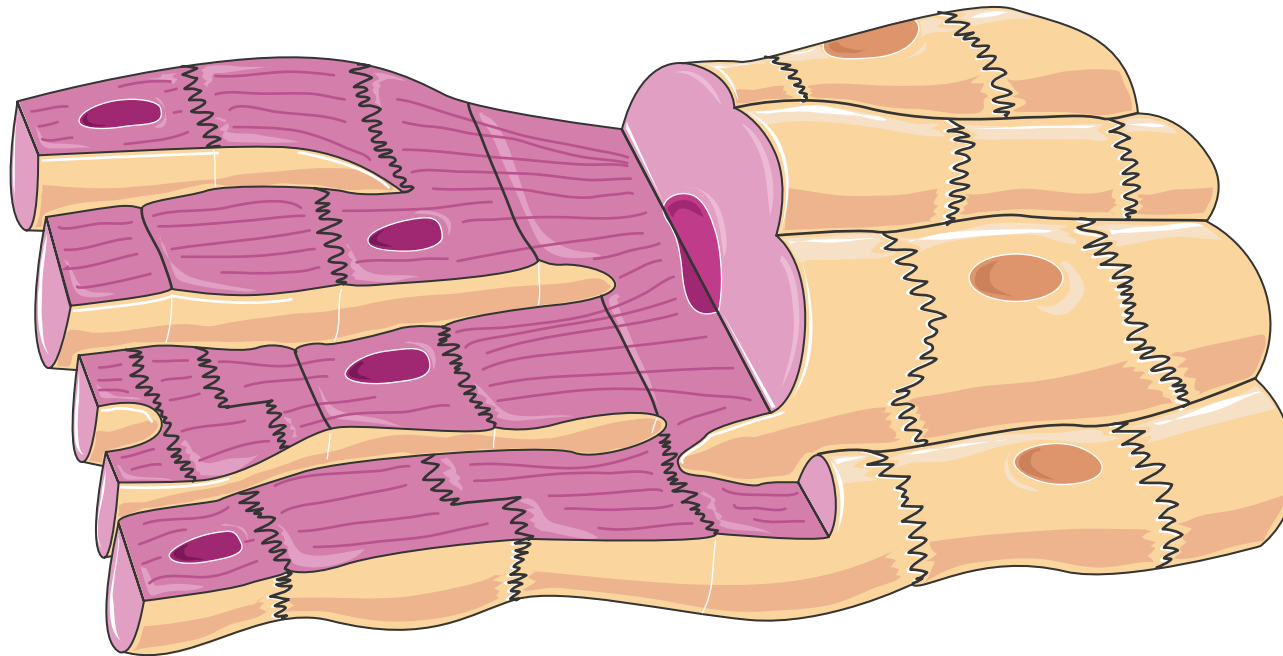
LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS



Forme: cylindre court (100 microns de longueur environ)

- dont les extrémités présentent des **bifurcations**;
- connectés avec les cellules myocardiques adjacentes pour former un **réseau tridimensionnel**.

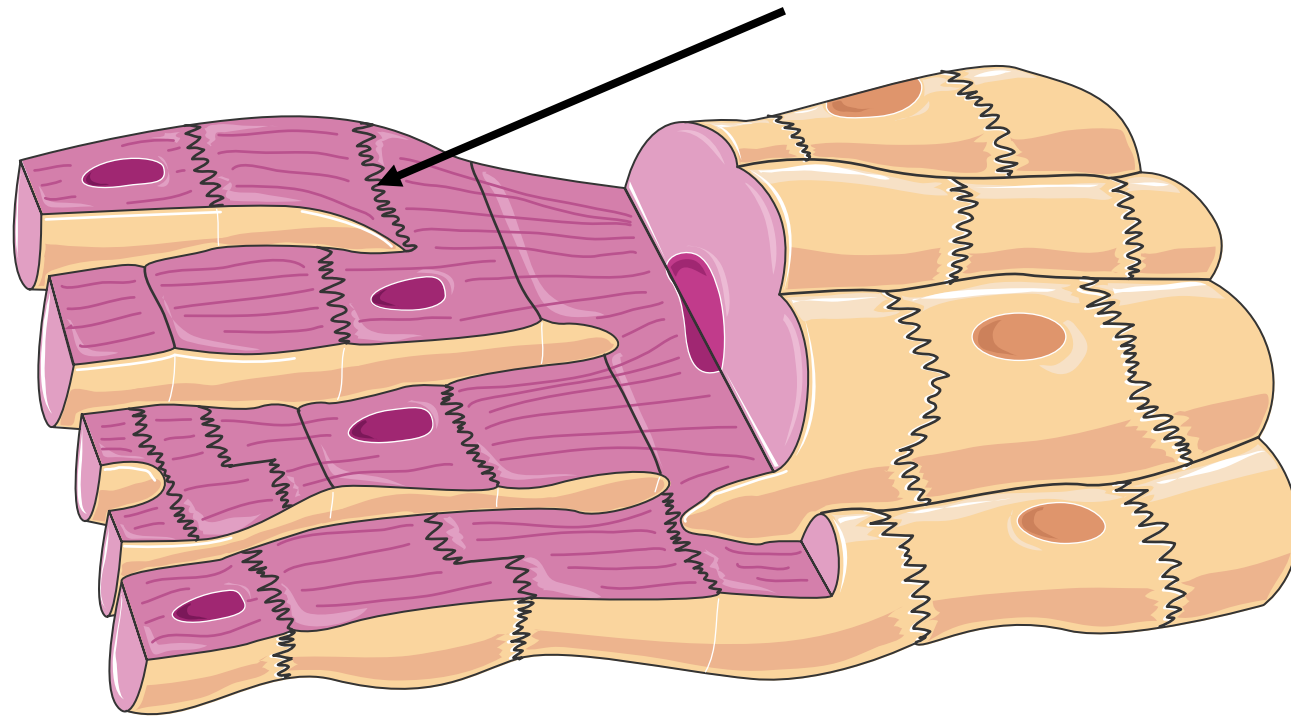
LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS



Noyau: central, unique, allongé dans le sens du grand axe de la cellule.

LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS

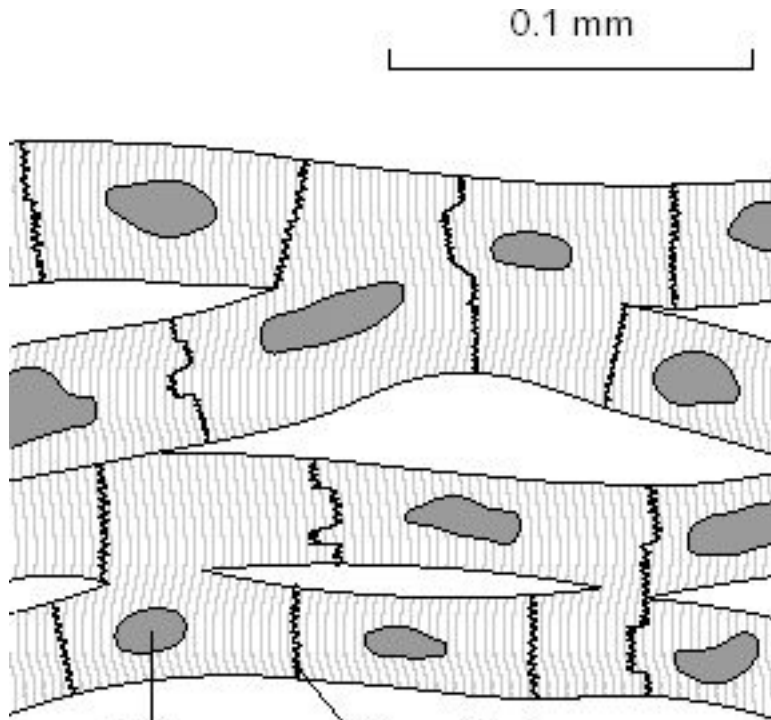
Trait scalariforme = disque intercalaire



Dispositifs de jonction spécifiques assurant:

- la cohésion mécanique de l'ensemble des cellules myocardiques
- leur couplage électrique

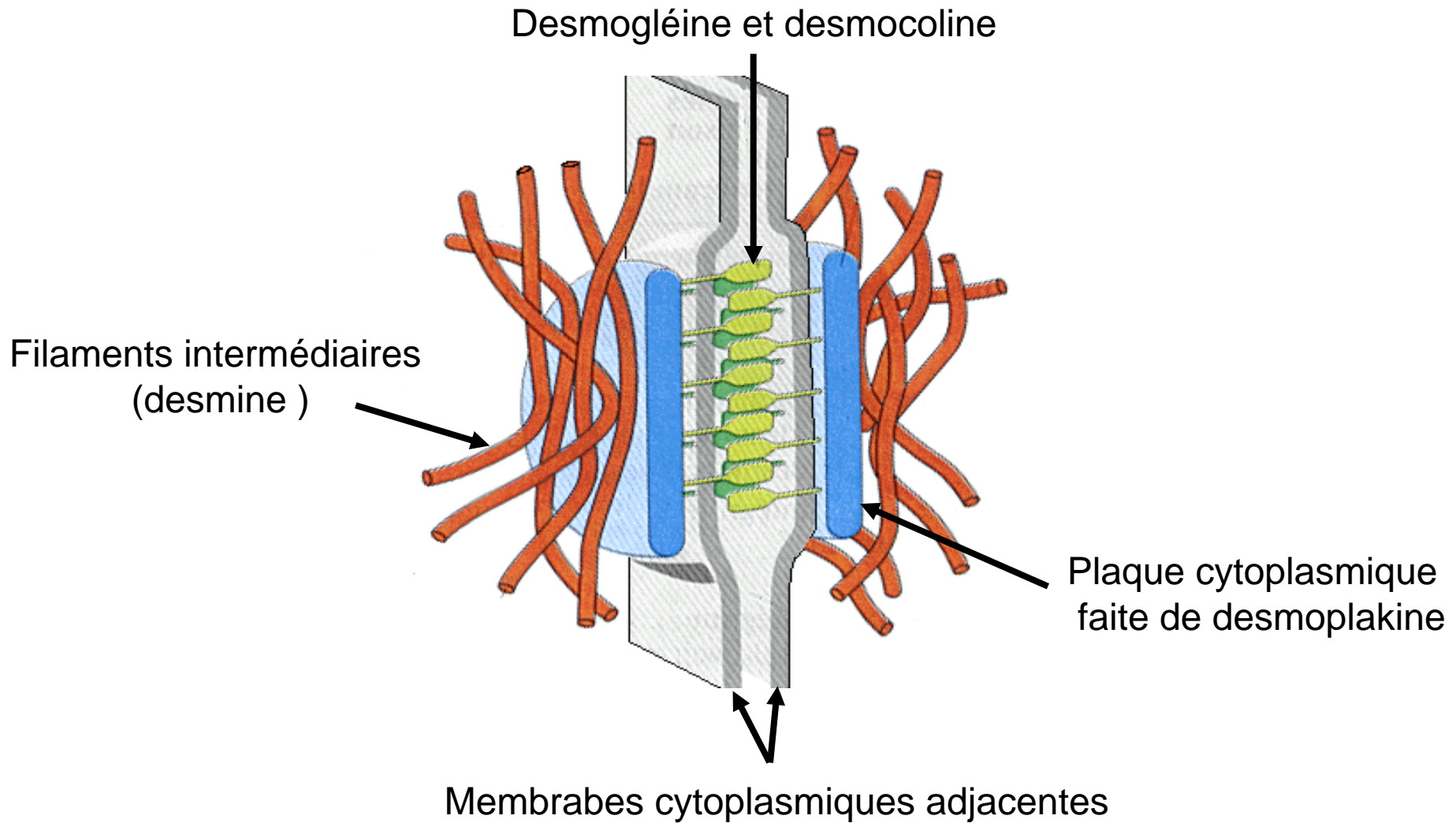
LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS



Traits scalariformes (disques intercalaires)

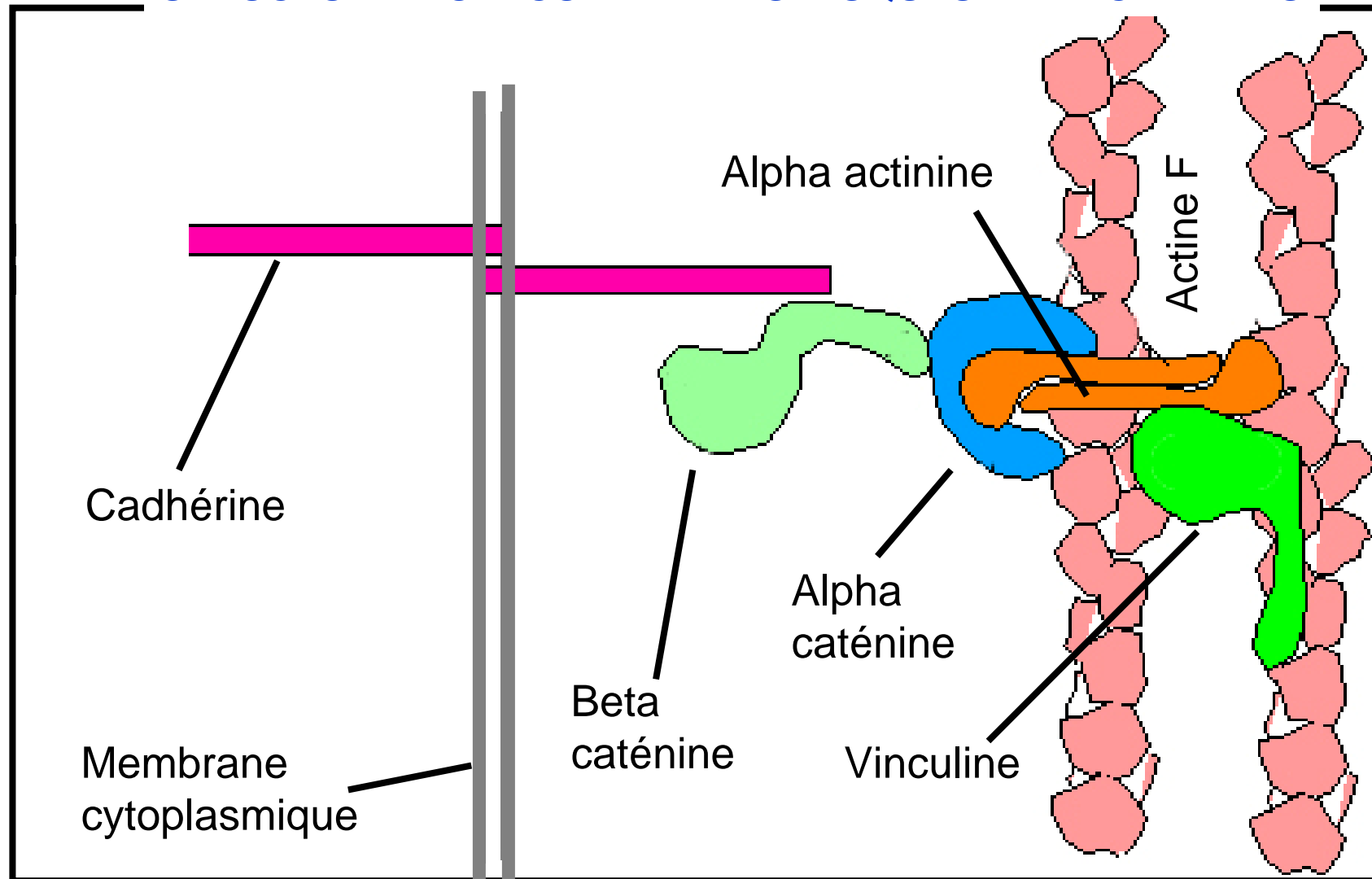
- En MO, visibles sous la forme d'un trait continu globalement transversal aux extrémités de chaque cardiomyocyte
- En ME, constitués de desmosomes, de zonula adhaerens et de jonctions communicantes.

STRUCTURE MOLÉCULAIRE DES DISQUES INTERCALAIRES



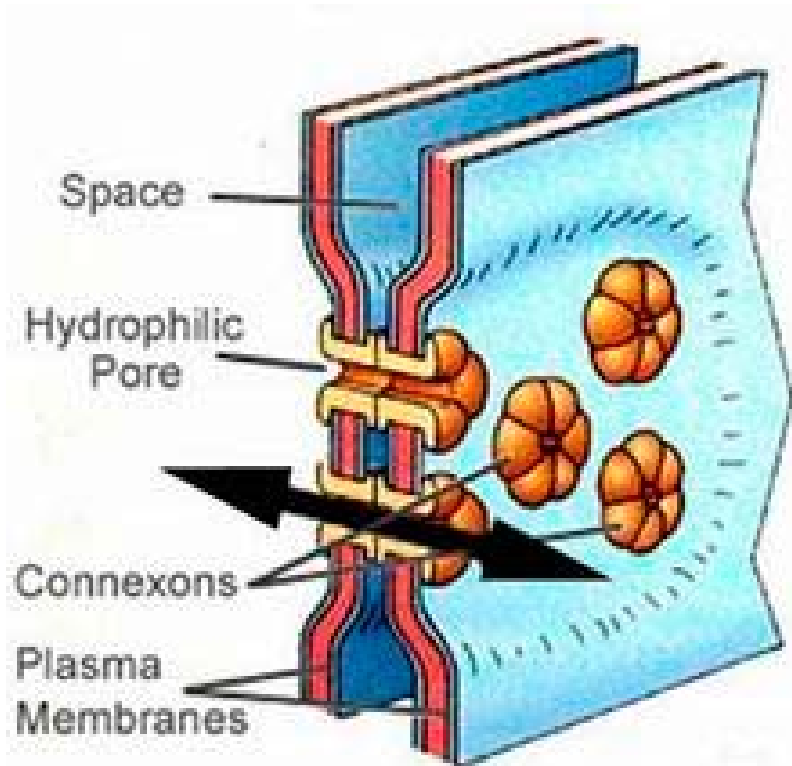
Les desmosomes permettent la cohésion des cellules via leurs filaments intermédiaires

STRUCTURE MOLÉCULAIRE DES DISQUES INTERCALAIRES



Les zonula adhaerens: zone de liaison entre l'extrémité des filaments d'actine des sarcomères des cellules myocardiques voisines . Permet le couplage mécanique entre les cellules

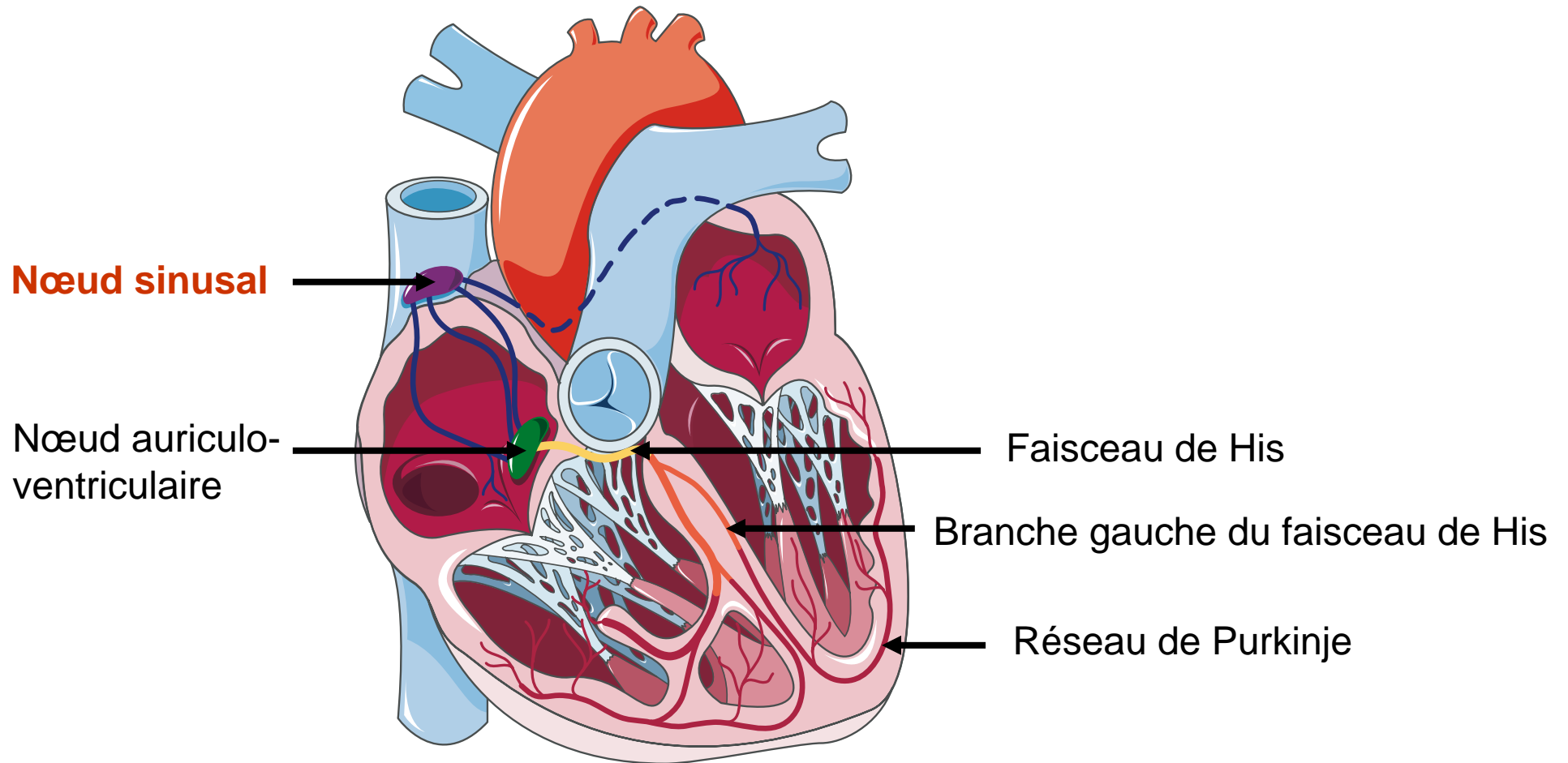
STRUCTURE MOLÉCULAIRE DES DISQUES INTERCALAIRES



Ce type de jonction permet le passage direct d'électrolytes, de petites molécules n'excédant pas 1kDa de masse moléculaire, de seconds messagers (Ca^{2+} , AMP cyclique, ions)

Les jonctions communicantes permettent le couplage électrique des cardiomyocytes
= jouent le rôle de **synapses électriques**

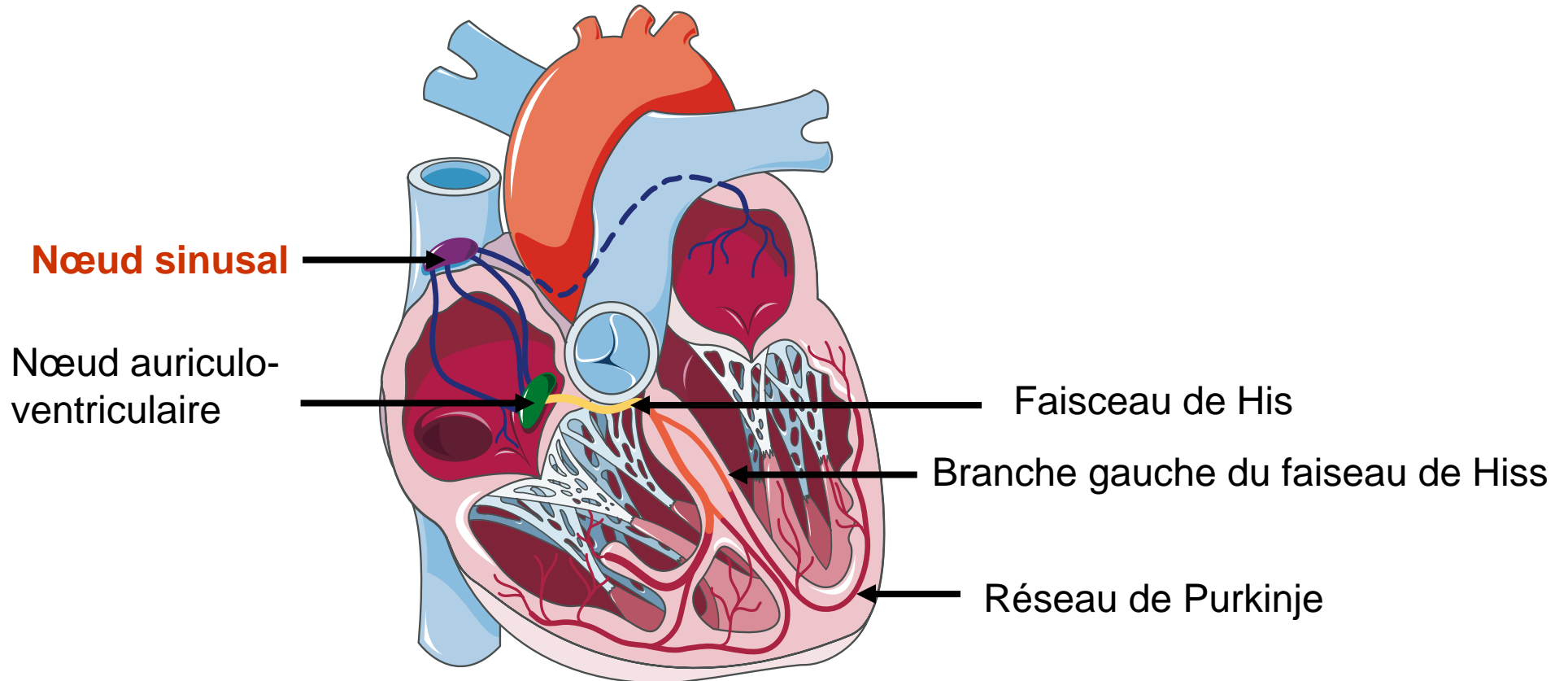
LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS



Absence de plaque motrice: dépolarisation et repolarisation rythmiques des cardiomyocytes sont indépendants du système nerveux

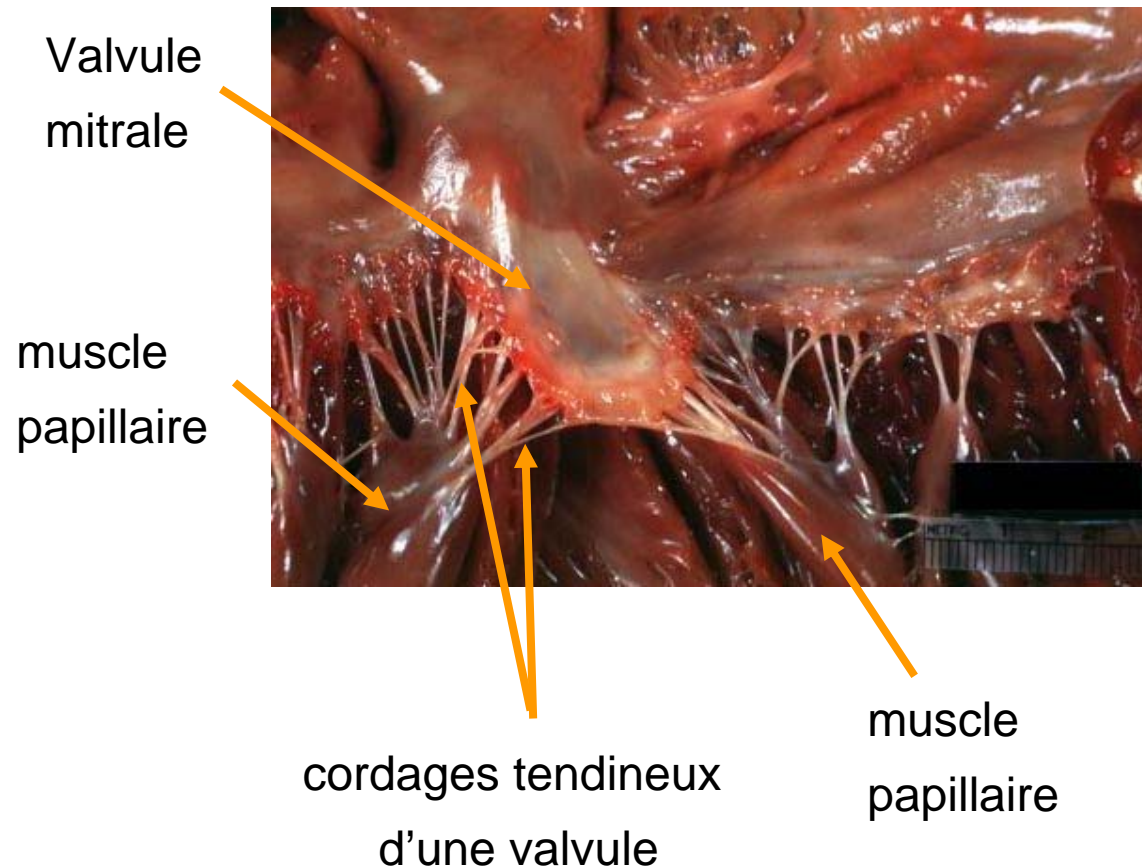
Le rythme des battements est déterminés par l'activité des cellules musculaires du **nœud sinusal**

LES CARDIOMYOCYTES: CARACTÈRES DISTINCTIFS



- Le rythme des battements est déterminés par l'activité électrique **des cellules musculaires du nœud sinusal**
- Le système nerveux autonome ne fait que moduler le rythme des contractions : schématiquement, le système parasympathique (= acétylcholine) ralentit le cœur alors que le sympathique (= noradrénaline) l'accélère.

TYPES DE CARDIOMYOCYTES



1. Les cardiomyocytes contractiles

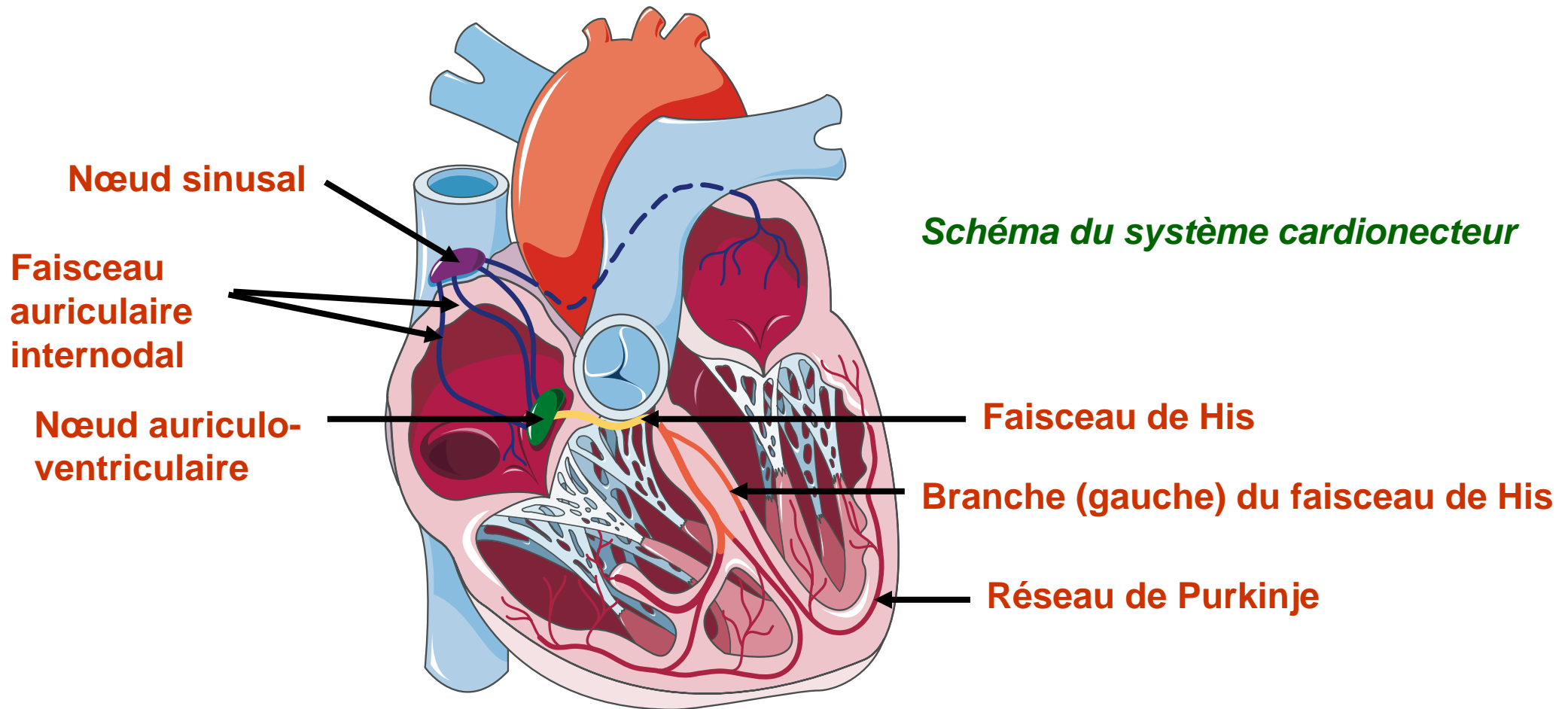
forment:

- la masse des ventricules et des oreillettes
- Le septum inter-auriculaire et inter-ventriculaire
- Les piliers musculaires (= muscles papillaires) sur lesquels s'amarrent les cordages tendineux des valvules

2. Les cellules cardionectrices

3. Les cellules myoendocrines

LES CELLULES CARDIONECTRICES



Les cellules cardionectrices sont des cardiomyocytes modifiés, spécialisés dans l'initiation (pour le nœud sinusal) et dans la conduction d'impulsions électriques.

LES CELLULES CARDIONECTRICES

Nœud sinusal

(dans la partie haute de l'oreillette droite)

Faisceau auriculaire internodal

Nœud auriculo-ventriculaire

(dans la partie basse de l'oreillette droite)

Schéma du système cardionecteur

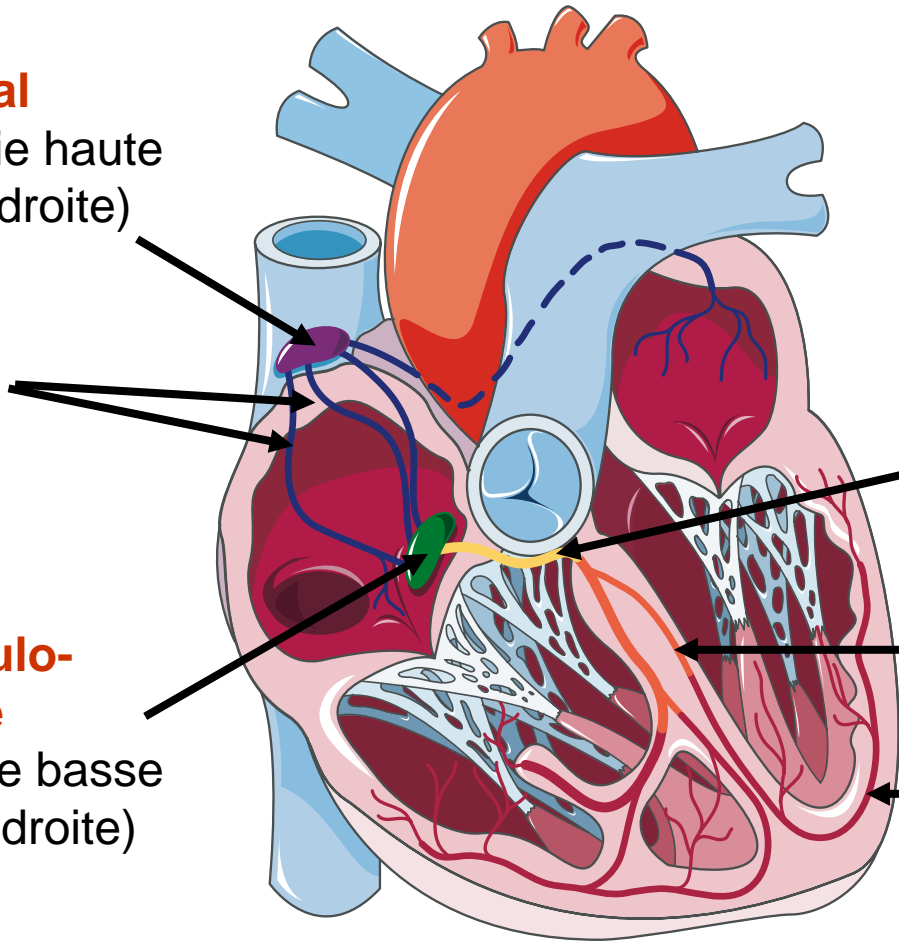
Faisceau de His

(dans le septum interventriculaire)

Branche gauche du faisceau de His

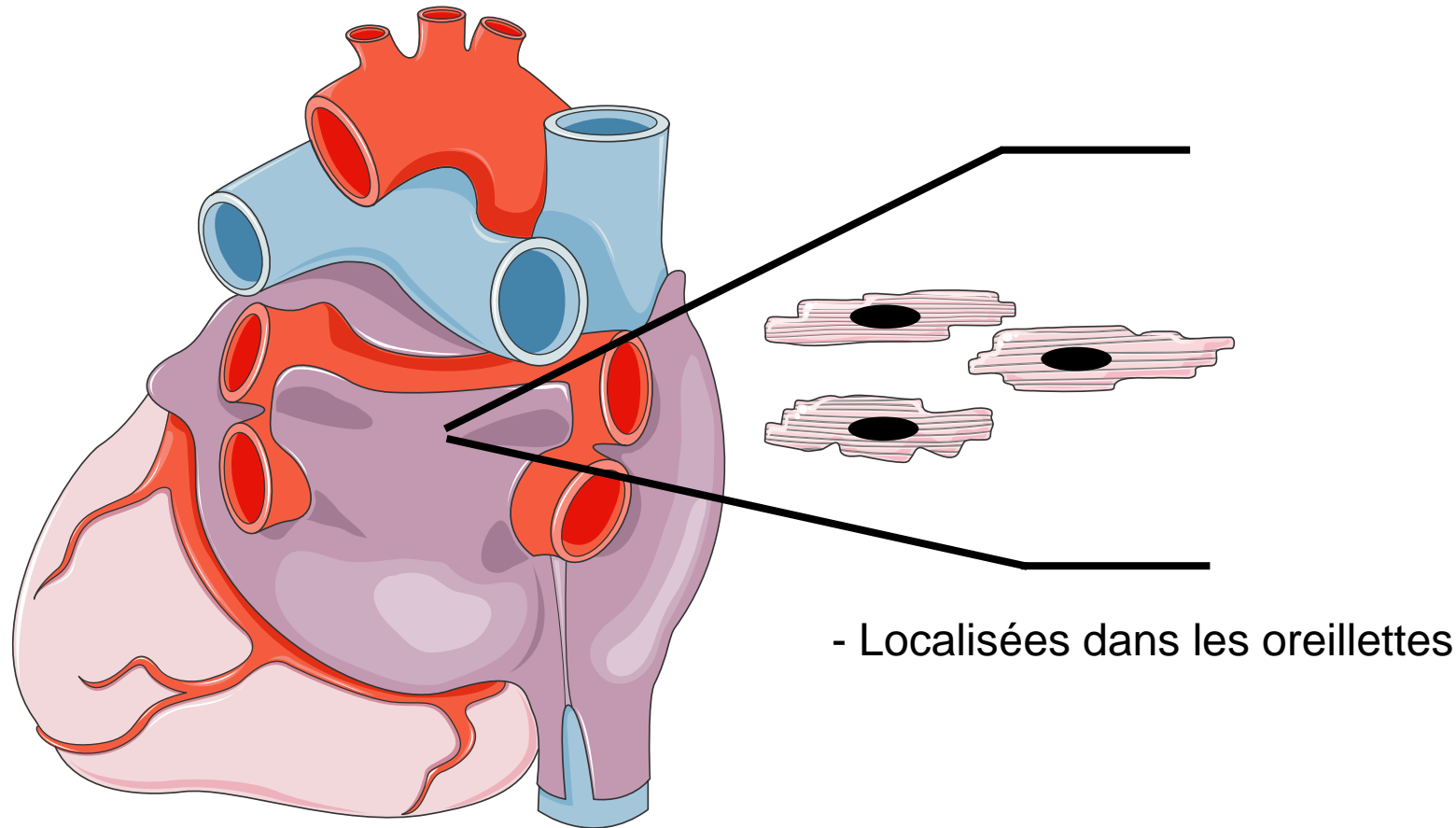
Réseau

(sous endocardique)
de Purkinje



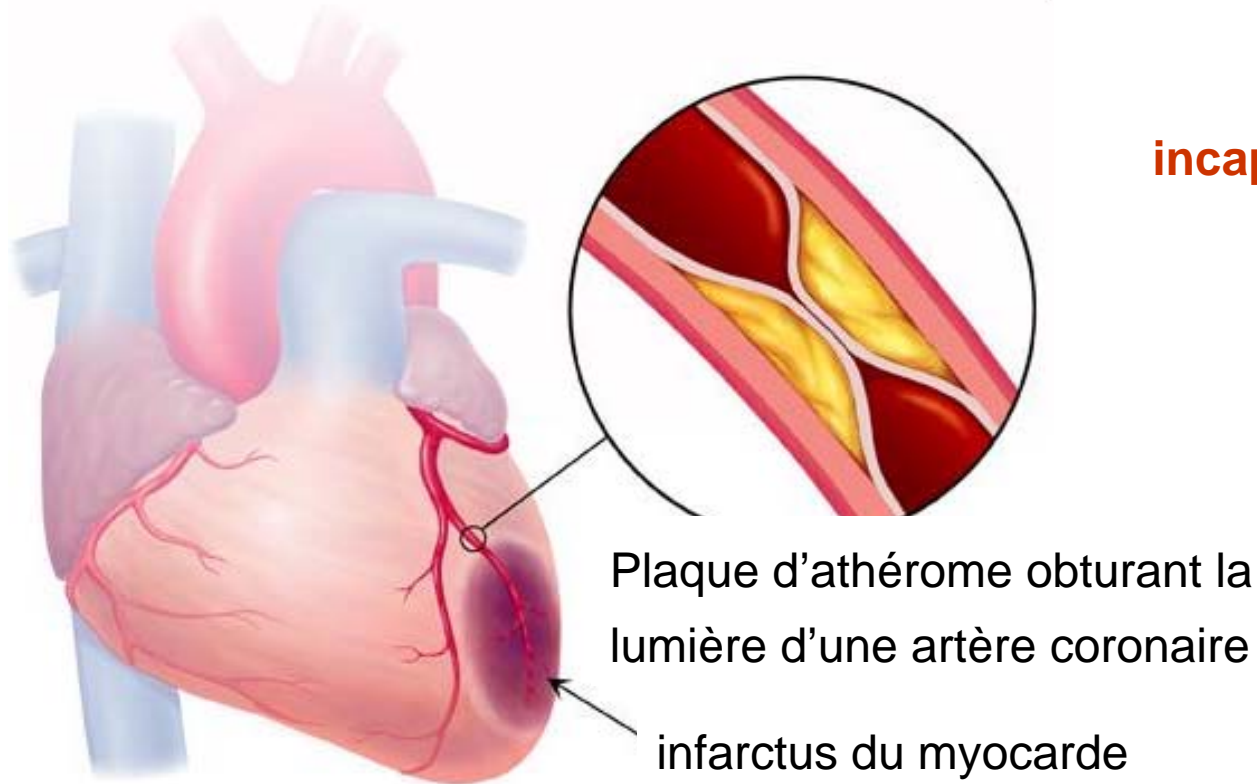
L'impulsion électrique naît du **nœud sinusal** qui agit comme un stimulateur (pace maker), parvient au **nœud auriculo-ventriculaire** qui déclenche la contraction des ventricules via les cellules cardionectrices du **faisceau de His**, de ses branches puis du **réseau de Purkinje**

LES CELLULES MYOENDOCRINES



Renferment de nombreuses vésicules de sécrétion, contenant le précurseur d'une famille de polypeptides collectivement appelée **Facteur Auriculaire Natriurétique** (= ensemble d'hormones impliquées dans la régulation du volume sanguin).

REGENERATION DU MUSCLE CARDIAQUE



Le myocarde est incapable de régénération

La lésion musculaire ischémique (infarctus du myocarde) est irréversible lorsque l'arrêt de la vascularisation sanguine dépasse 20 min.



LES AUTRES COMPOSANTS DU COEUR

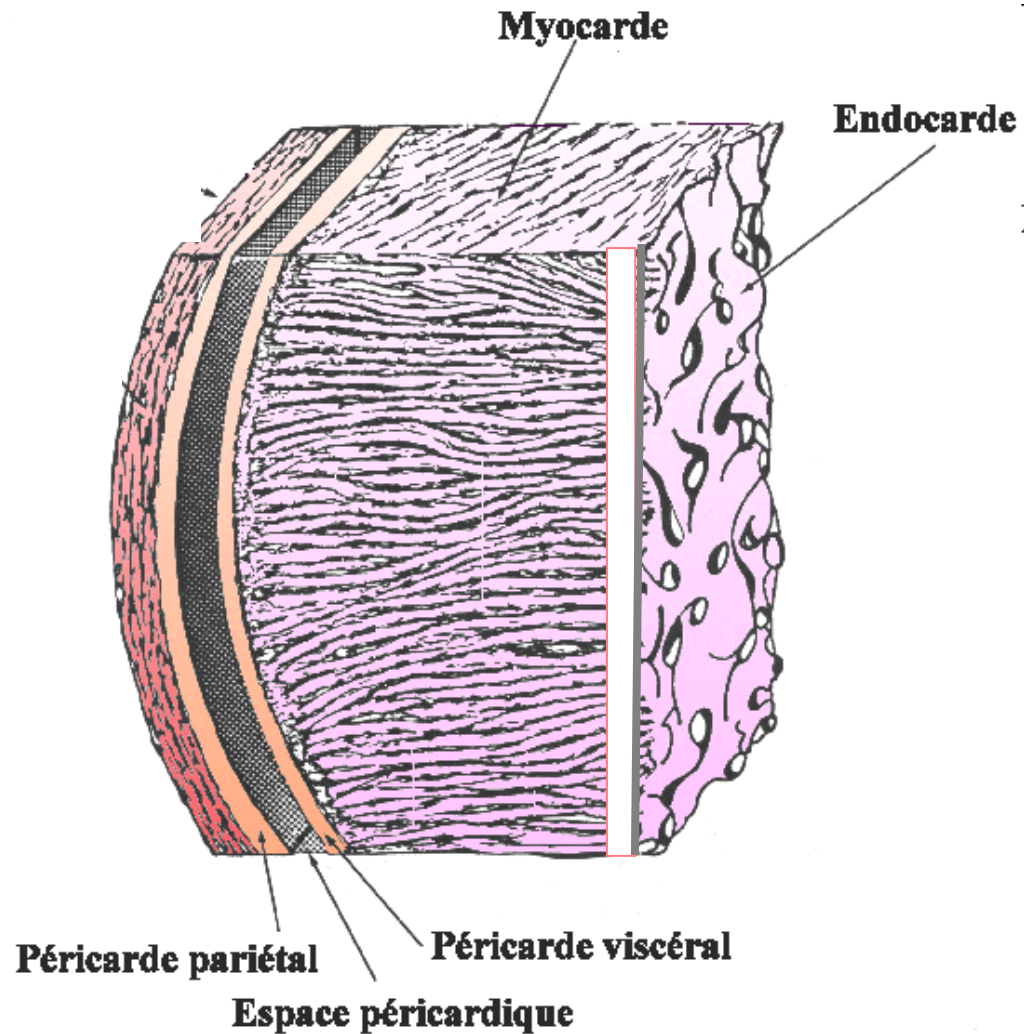
Manuel MARK

Institut d'Embryologie

Faculté de Médecine et Hôpital Universitaire de Strasbourg

Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire

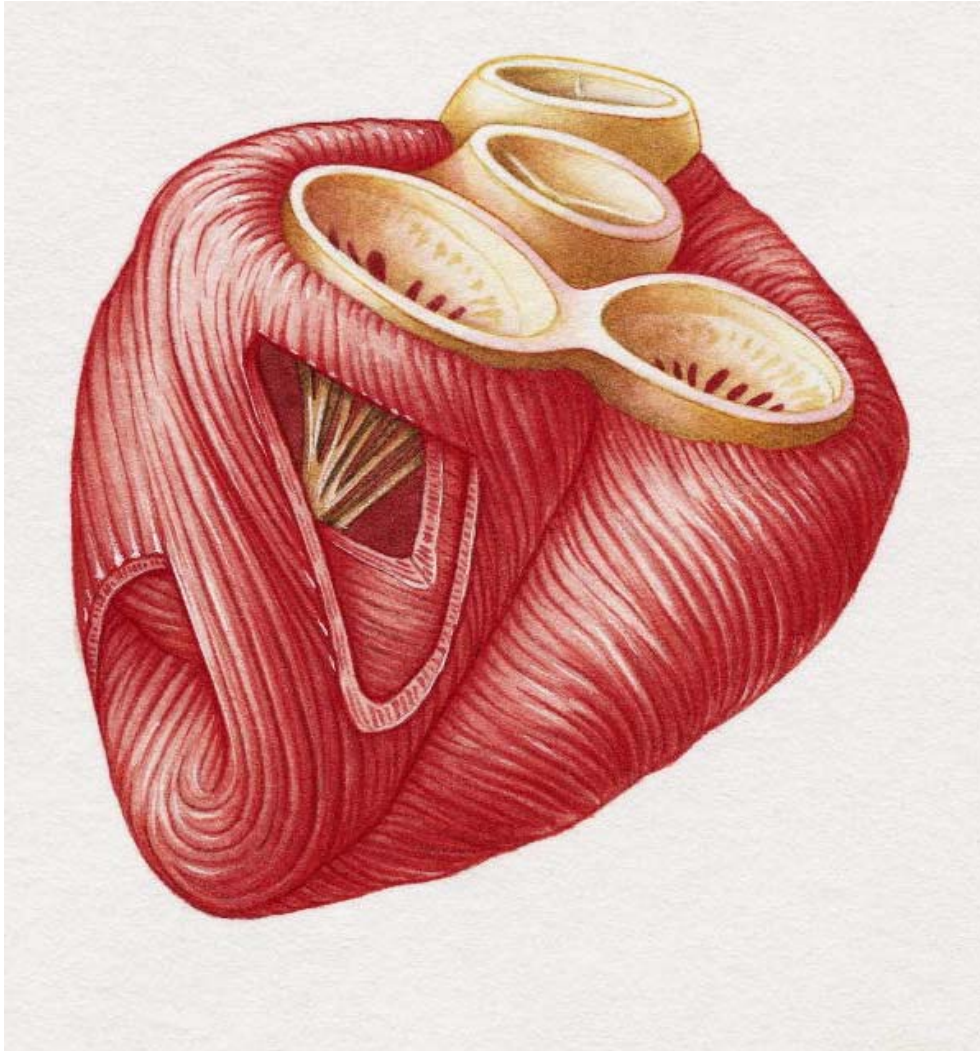
L'ENDOCARDE



Tapisse les cavités cardiaques, les valvules et les cordages tendineux et les muscles papillaires.

Comporte:

- un endothélium (épithélium pavimenteux simple);
- une lame basale;
- une couche sous-endothéliale de tissu fibro-élastique renfermant dans les ventricules les ramifications du réseau de Purkinje.

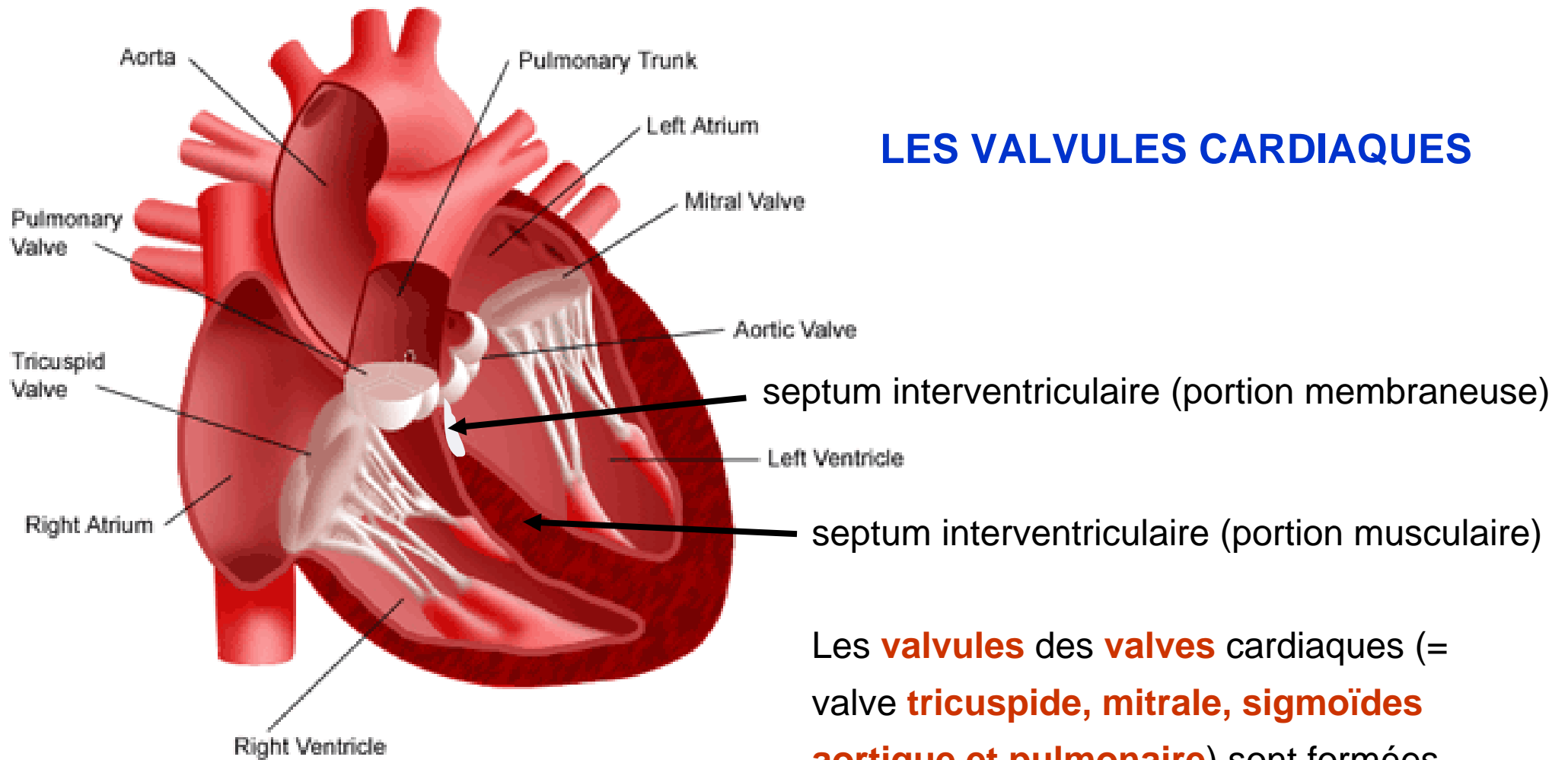


LE CENTRE FIBREUX DU CŒUR

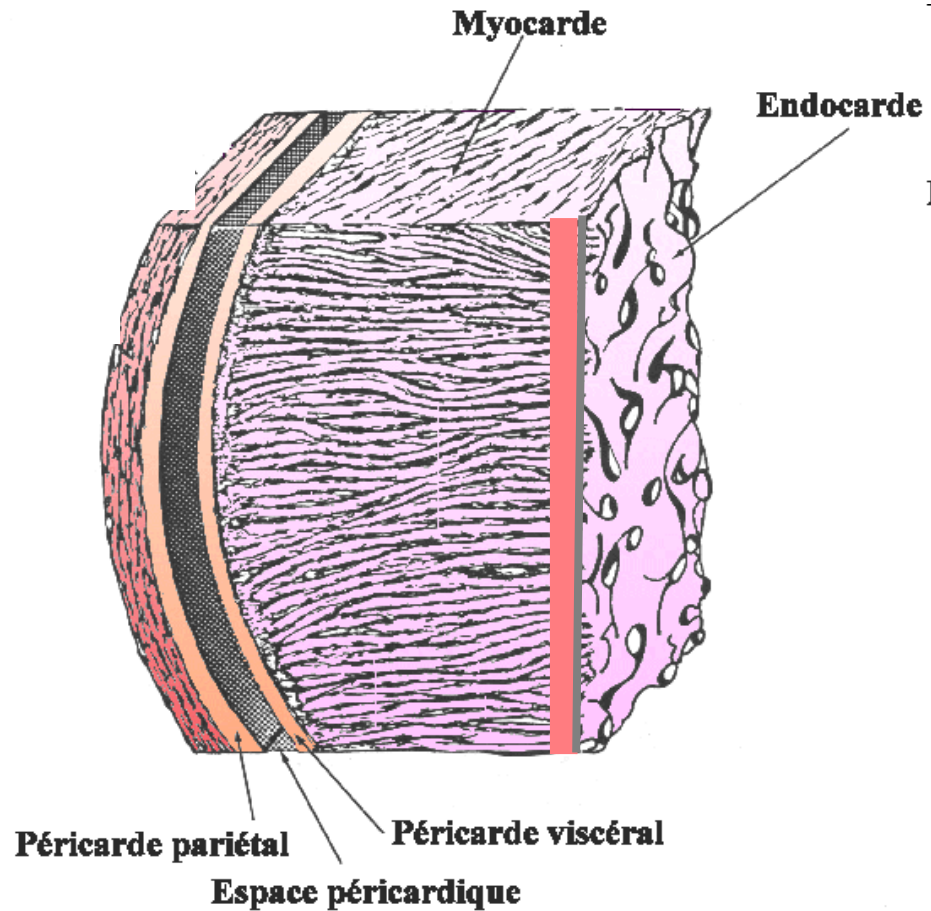
Tissu conjonctif dense formant:

- 4 **anneaux fibreux** qui soutiennent l'insertion des valves cardiaques;
- la partie haute du septum interventriculaire (= **septum interventriculaire membraneux**)

LES VALVULES CARDIAQUES



Les **valvules** des **valves** cardiaques (= valve **tricuspide, mitrale, sigmoïdes aortique et pulmonaire**) sont formées d'un tissu fibro-élastique dense tapissé par de l'endocarde



LE PÉRICARDE

Il est formé de 2 feuillets délimitant une cavité

L'**épicarde** (= feuillet viscéral de la séreuse péricardique)

- tapisse extérieurement myocarde

- est constitué d'un mésothélium (épithélium pavimenteux simple) reposant par l'intermédiaire de sa membrane basale sur un tissu fibro-élastique (= une couche conjonctive comportant des fibres de collagène et élastiques).

HT



AR



Péricarde fibreux

Aorte

sinus transverse

Artère pulmonaire

sinus oblique

atrium gauche

cavité péricardique

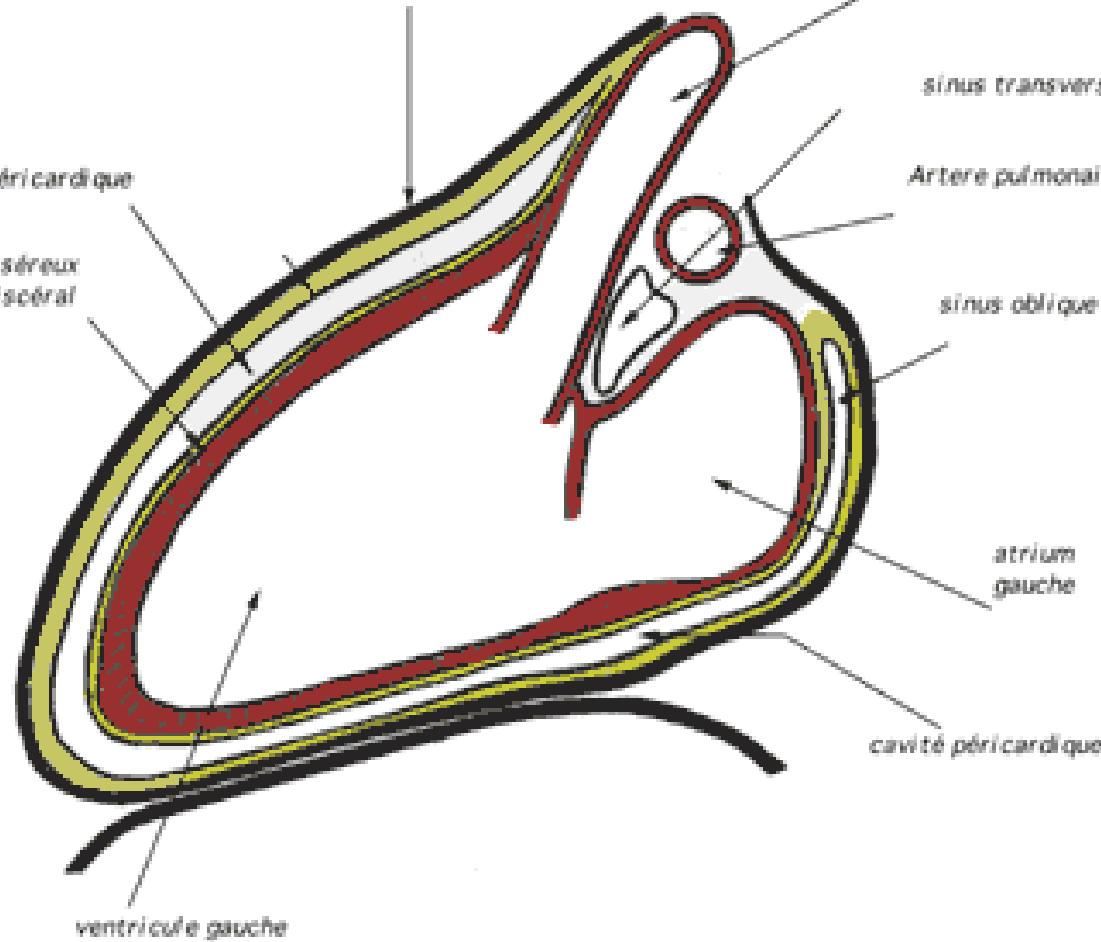
E PÉRICARDE

L'épicarde se réfléchit au niveau des gros troncs artériels pour se continuer par le **feuillet pariétal du péricarde (péricarde fibreux)**.

cavité péricardique

péricarde séreux
feuillet viscéral

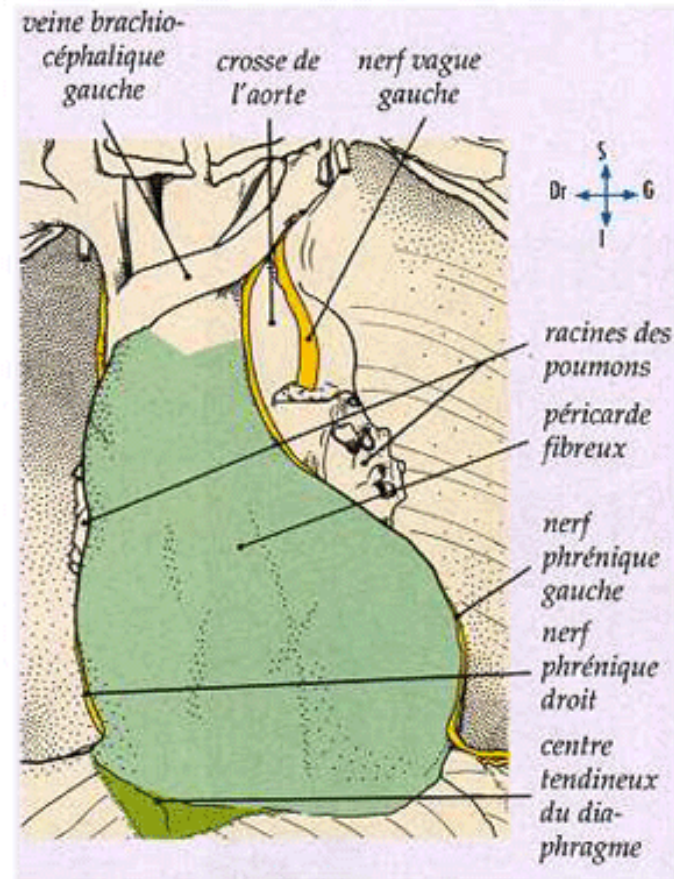
ventricule gauche



LE PÉRICARDE



Le "sac" péricardique



Les 2 feuillets forment un sac qui entoure le cœur et délimite la **cavité péricardique** qui permet les mouvements du cœur sans friction



*Service de Biologie
de la Reproduction*



LE MUSCLE LISSE

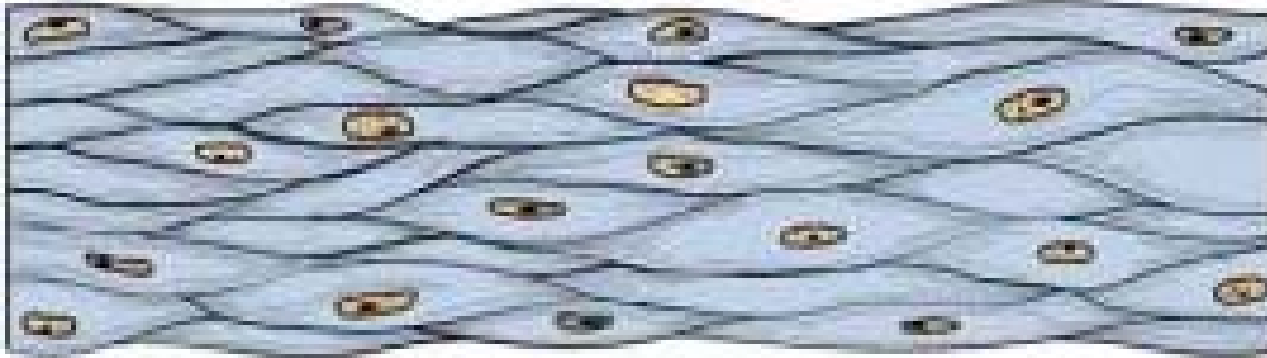
Manuel MARK

Institut d'Embryologie

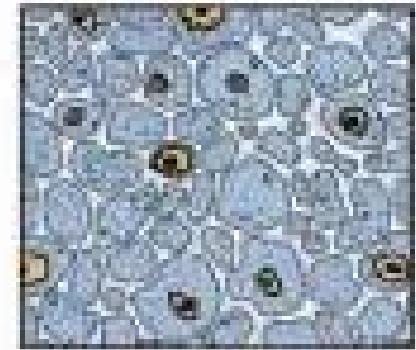
Faculté de Médecine et Hôpital Universitaire de Strasbourg

Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire

TISSU MUSCULAIRE LISSE



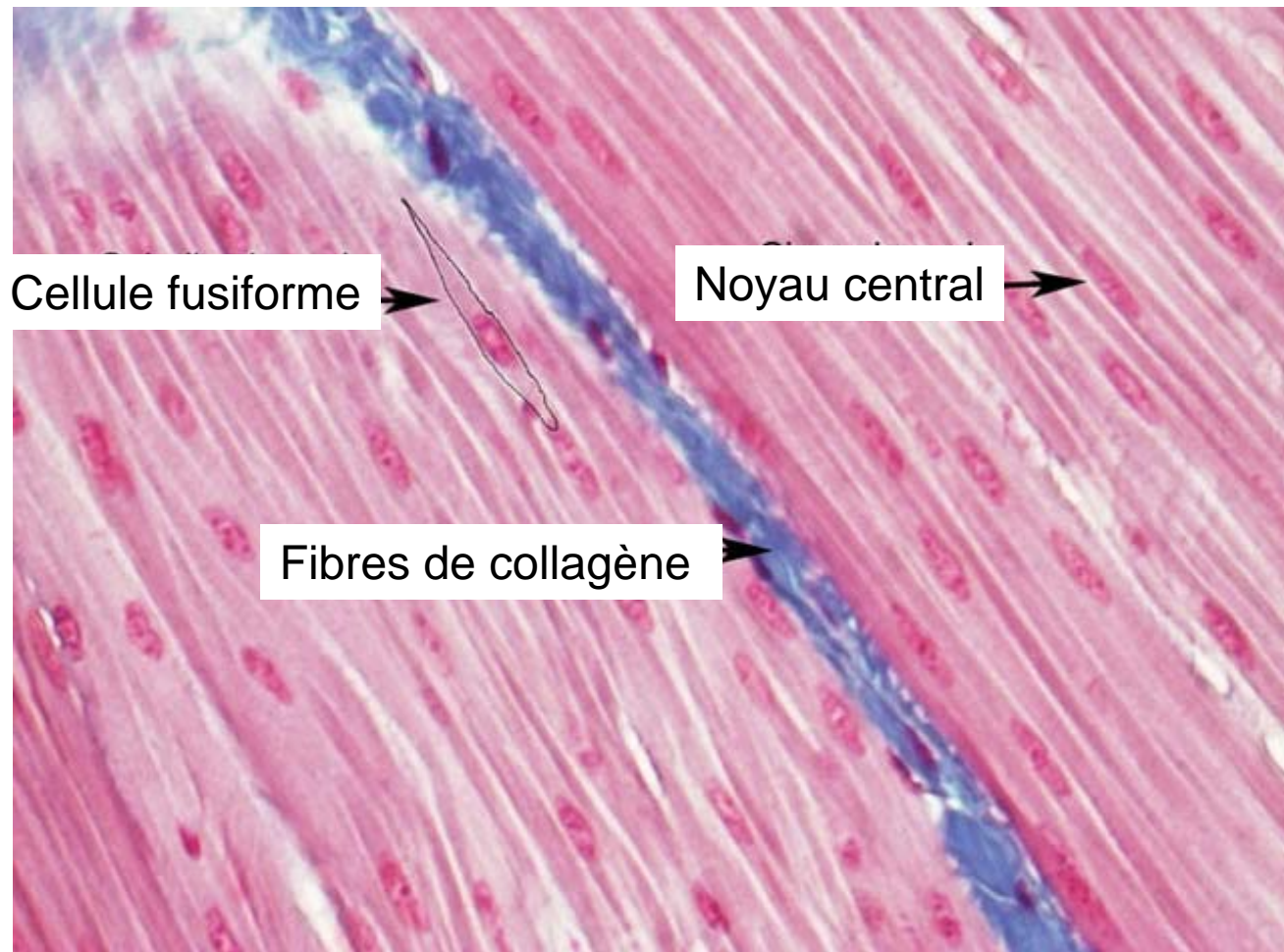
Section longitudinale



Section transversale

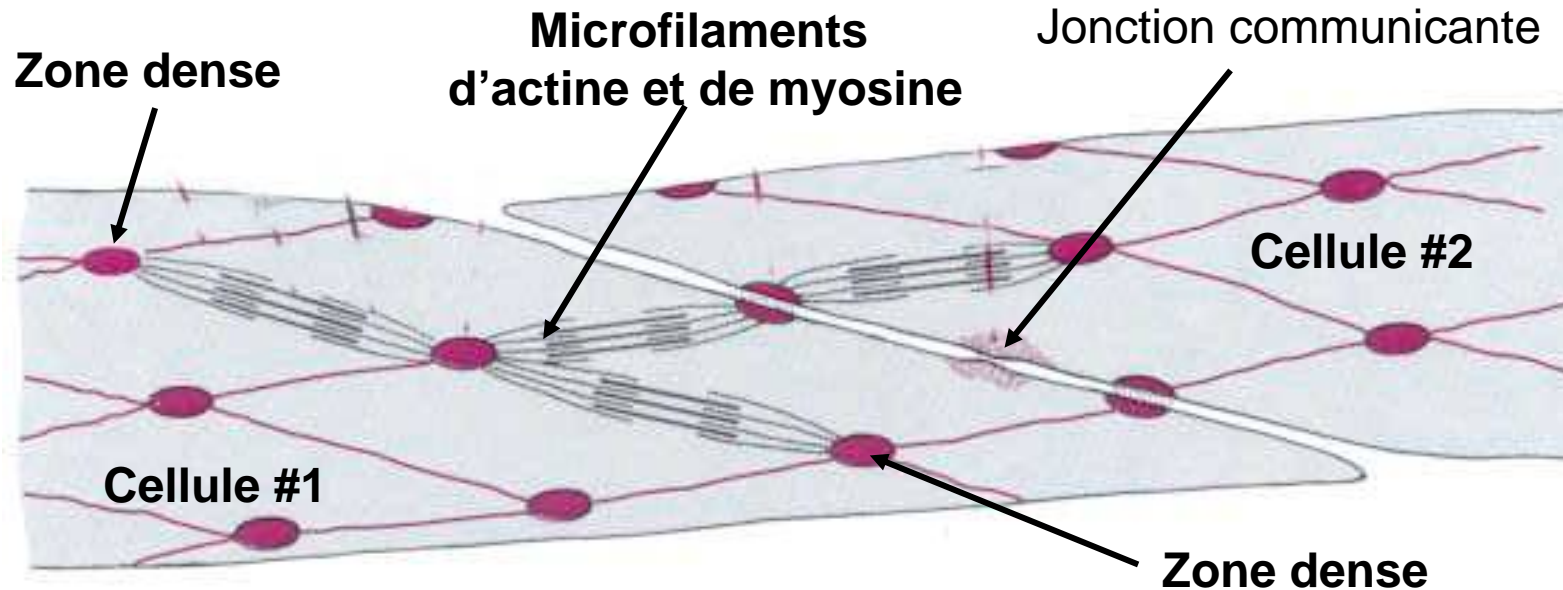
- Les cellules musculaires lisses (CML) jouent un rôle majeur dans la vie végétative (inconsciente).
- Elles sont le siège de **contractions spontanées**, susceptibles d'être régulées par de nombreux stimuli (neurotransmetteurs, hormones, cytokines).

STRUCTURE DE LA CML



- Cellule fusiforme, riche en REL et en mitochondries;
- Comporte un noyau unique central;
- Entourée d'une membrane basale.

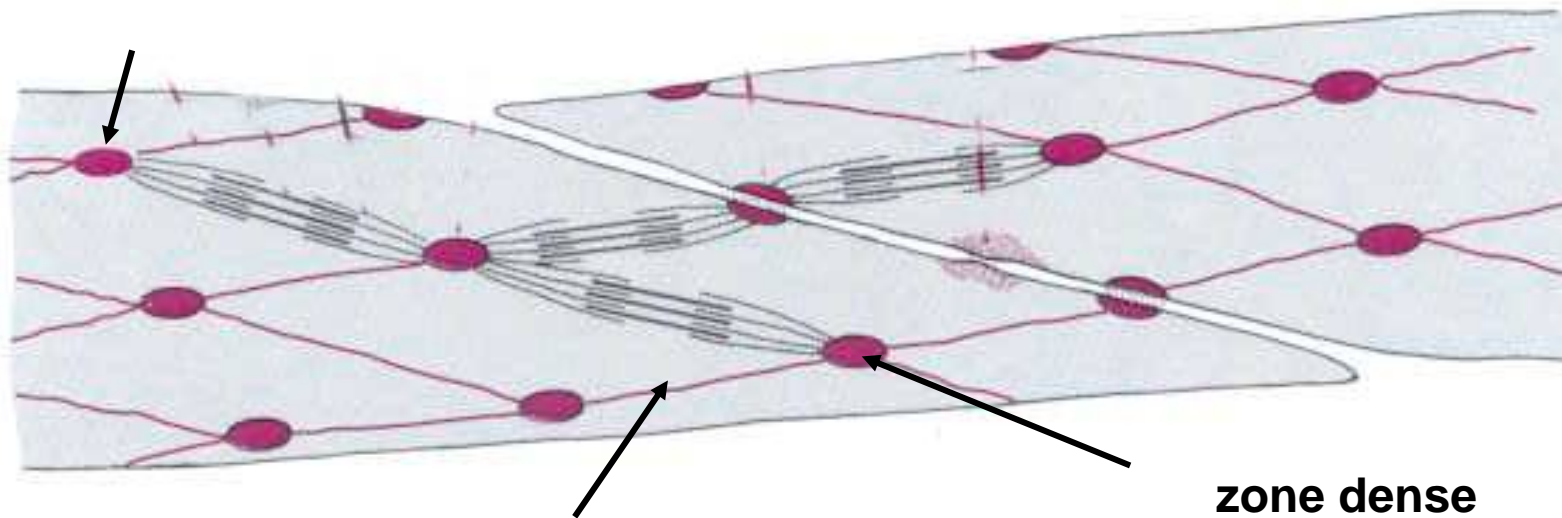
STRUCTURE DE LA CML (ME)



- Le cytoplasme est rempli de **microfilaments d'actine et de myosine** qui ne sont PAS organisés en sarcomères
- Les filaments d'actine s'attachent à des **zones denses** constituées d'alpha-actinine (= analogues à du matériel de strie Z) dispersées dans le cytoplasme et accolées à la face interne de la membrane plasmique.
- *Les filaments d'actine sont associés à de la tropomyosine, mais sont dépourvus de troponine*

STRUCTURE DE LA CML (ME)

zone dense



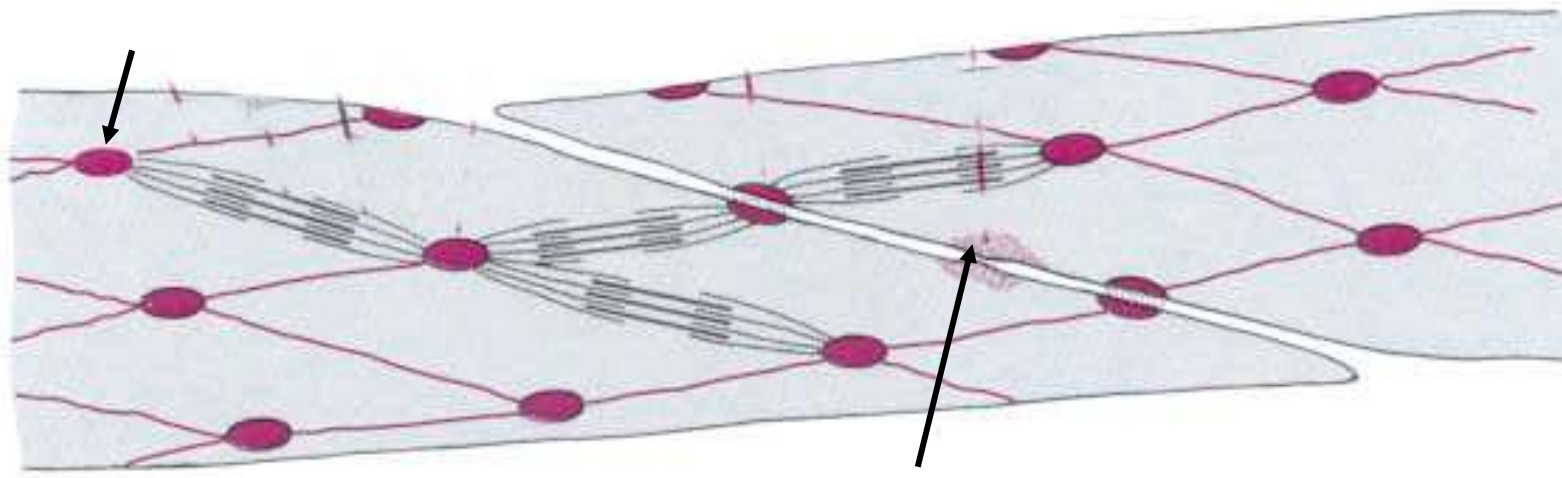
zone dense

**Filaments intermédiaires
de desmine et de vimentine**

Aux zones denses, s'attachent également des filaments intermédiaires de desmine et de vimentine.

STRUCTURE DE LA CML (ME)

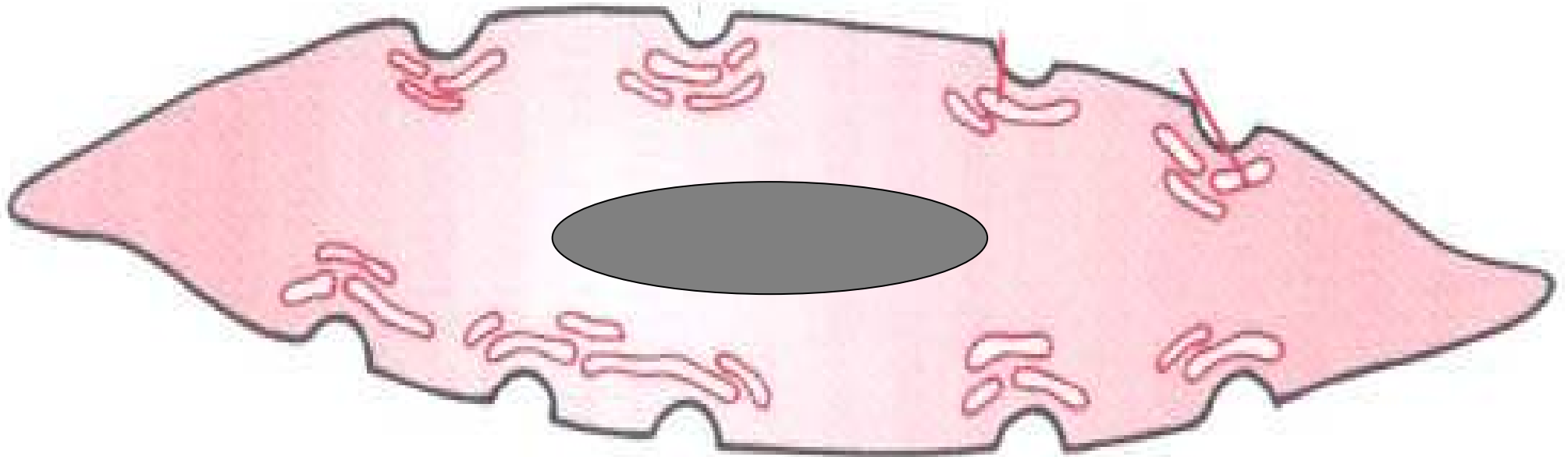
zone dense



Jonction communicante

Des **jonctions communicantes** assurent le **couplage électrique** des CML, mais il n'y a pas de disque intercalaire

STRUCTURE DE LA CML (ME)

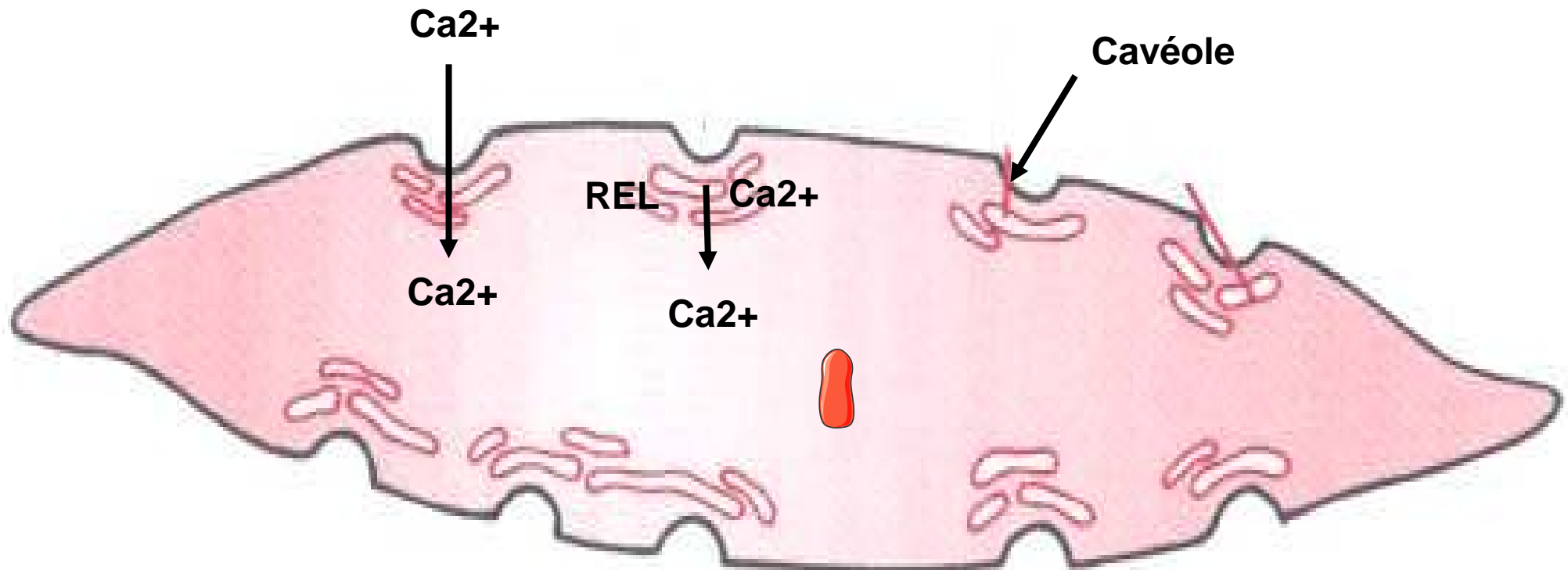


La membrane plasmique présente invaginations (=cavéoles), équivalentes au système T

L'immunohistochimie permet d'y localiser:

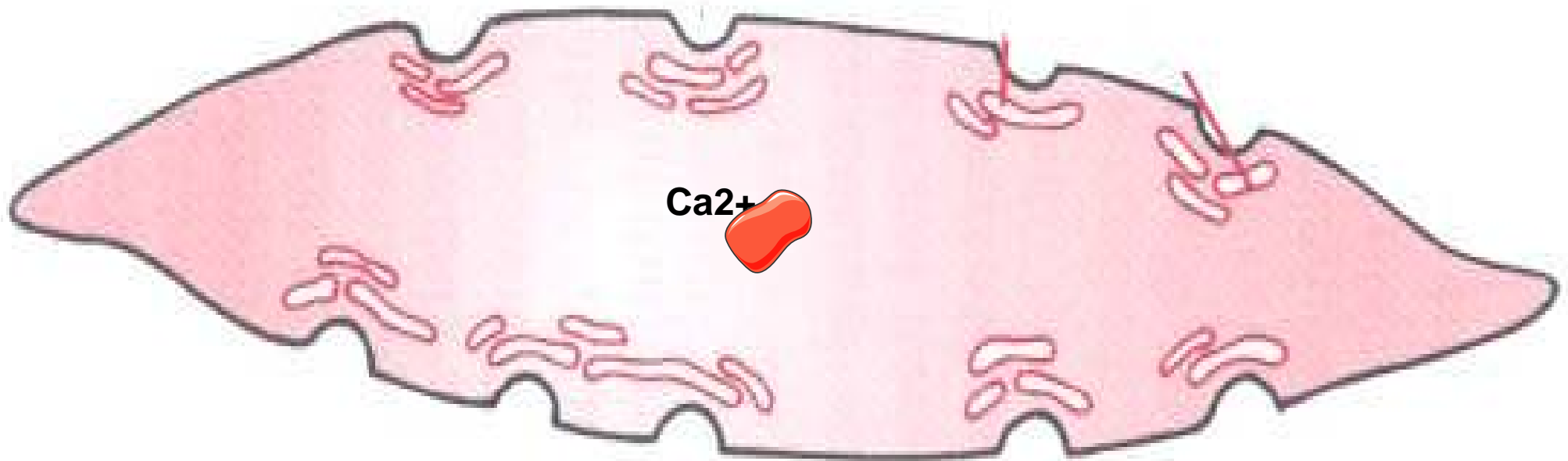
1. de très nombreux récepteurs membranaires à l'acétylcholine, à l'adrénaline-noradrénaline à l'ocytocine, aux œstrogènes, à la progestérone, à l'histamine, aux prostaglandines
2. des canaux calcium

PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION DE LA CML



Le premier événement est l'**afflux de calcium** dans le cytoplasme ; Ca⁺⁺ provient soit du réticulum endoplasmique lisse (REL), soit du milieu extra-cellulaire.

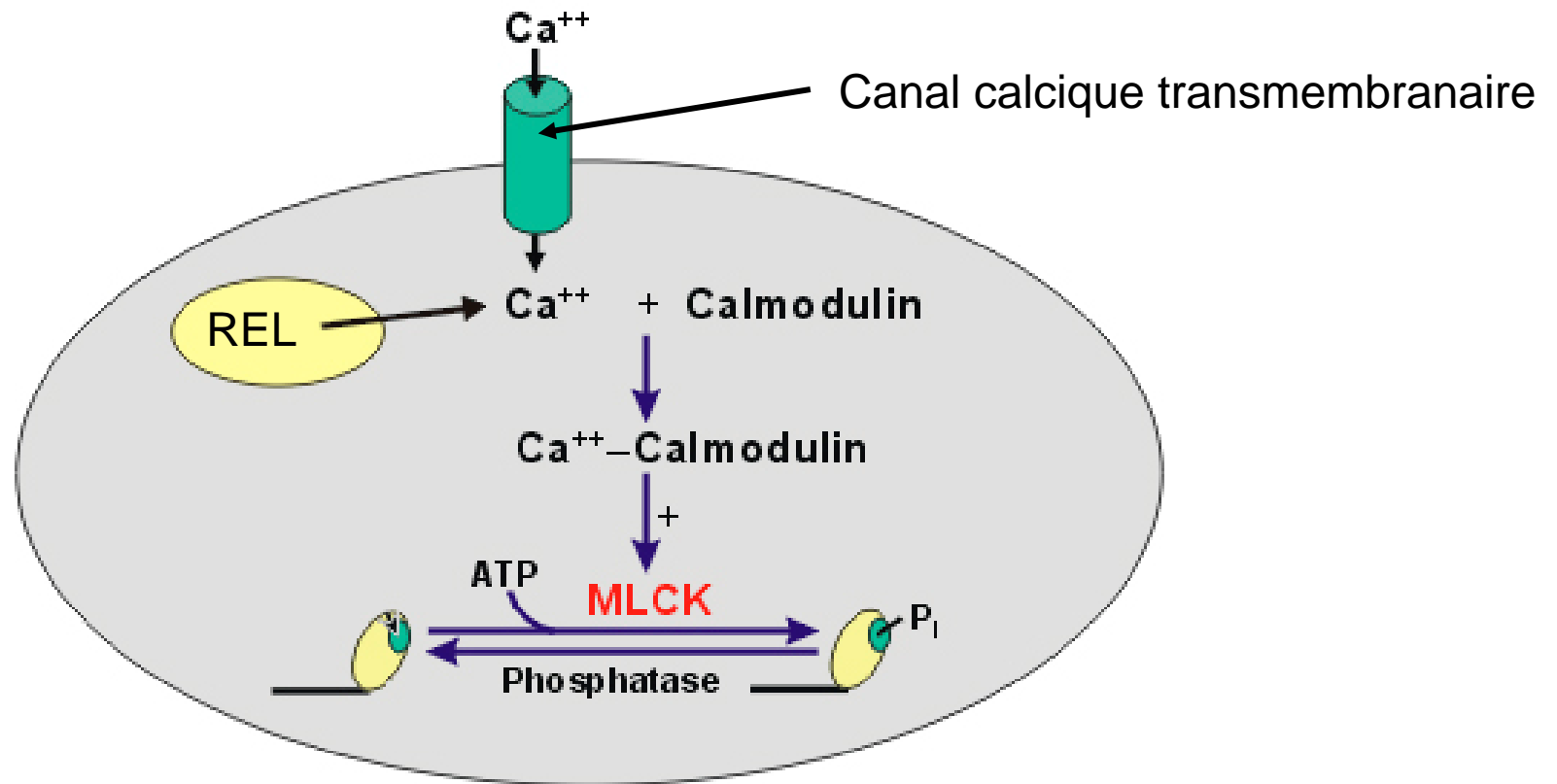
PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION DE LA CML



Dans le cytoplasme le Ca^{++} se lie à la **calmoduline**

Le complexe Ca^{++} /Calmoduline active une kinase, la kinase des chaînes légères de myosine (Myosin Light Chain Kinase; MLCK).

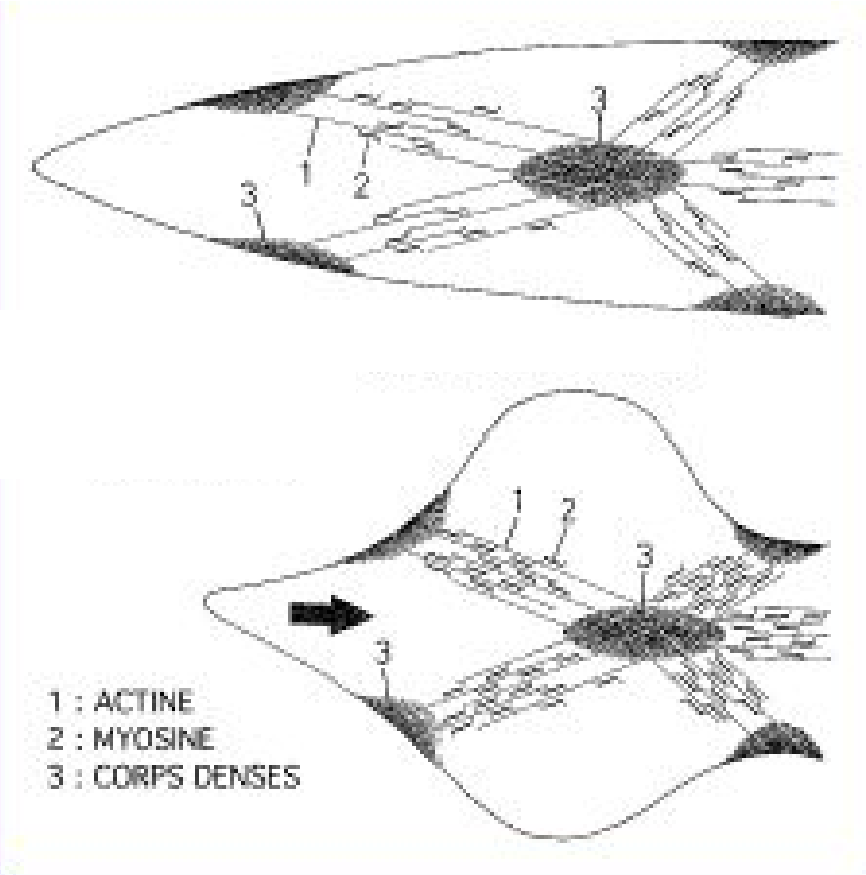
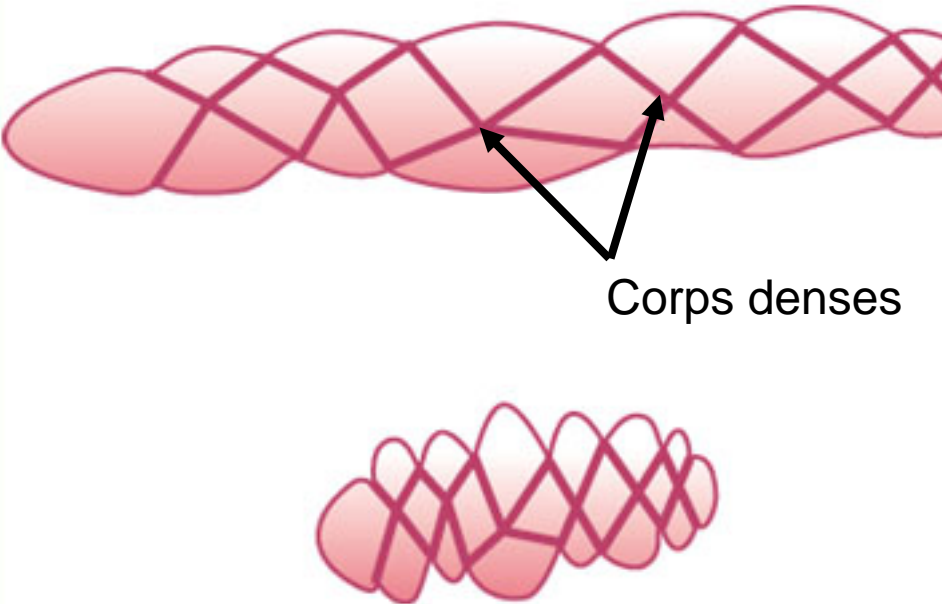
PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION DE LA CML



La kinase MLCK permet la phosphorylation de la tête de myosine, l'énergie étant fournie par un ATP qui devient ADP.

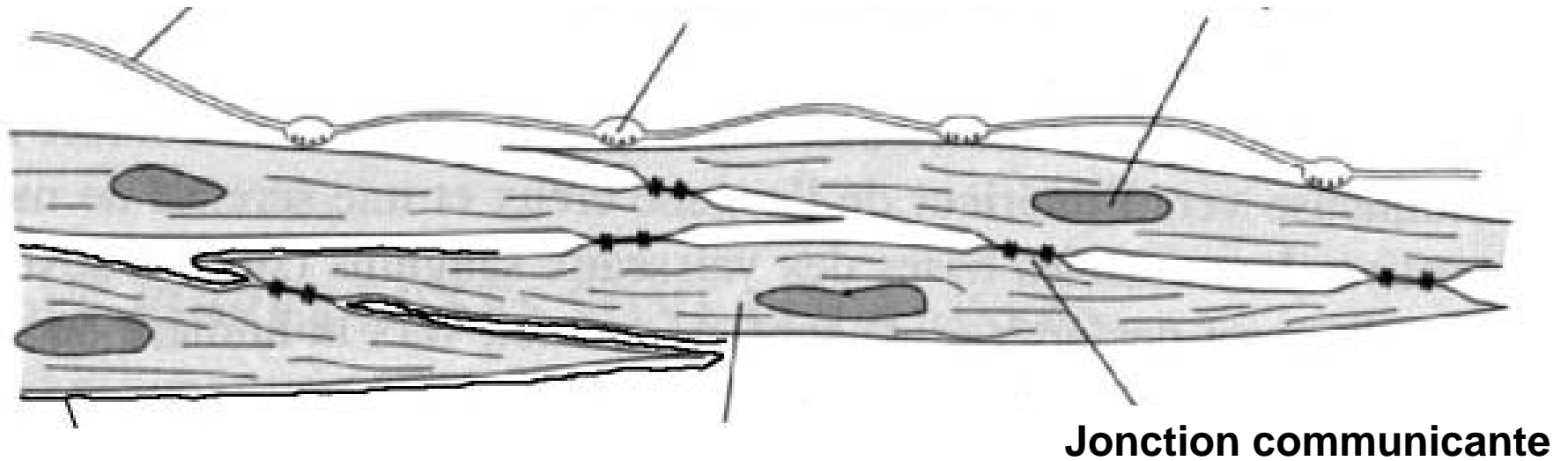
Cette phosphorylation entraîne la **liaison actine-myosine**....

PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES DE LA CONTRACTION DE LA CML



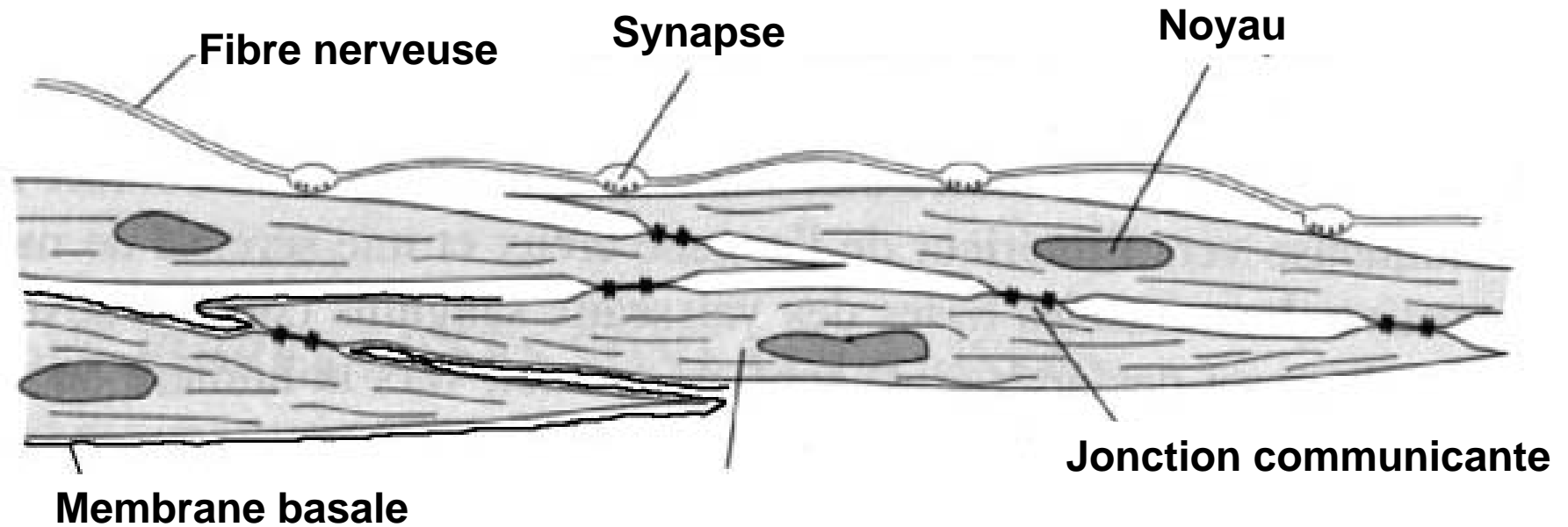
...et la contraction de la CML.

DIFFUSION DE L'EXCITATION ENTRE LES CML



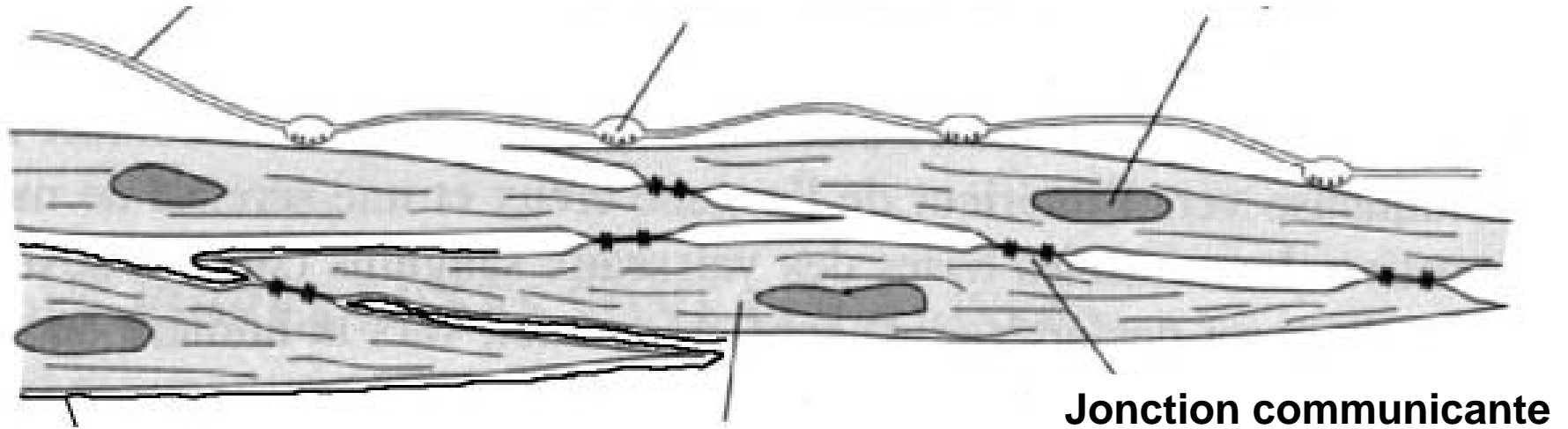
Elle met en jeu les jonctions communicantes entre les CML.

CONTRÔLE DE LA CONTRACTION DES CML



- ne s'exerce pas sous le contrôle de la volonté
- peut être spontanée ou dépendre du système nerveux végétatif, d'une stimulation hormonale ou paracrine

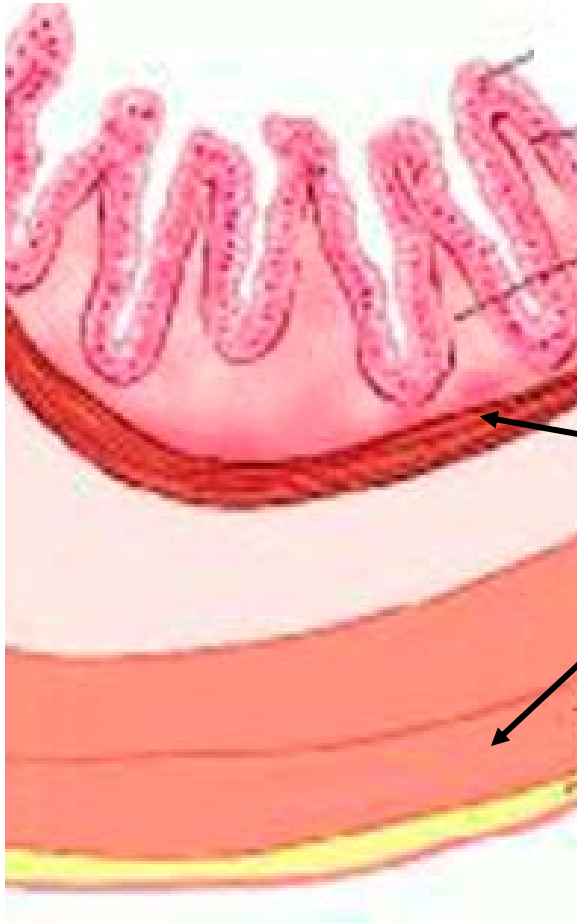
CONTRÔLE DE LA CONTRACTION DES CML: EXEMPLE



Au cours de la grossesse, la **progestérone** (d'origine placentaire) maintient le myomètre au repos

L'ocytocine (d'origine hypothalamique) déclenche les contractions utérines de l'accouchement

ORGANISATION DES CML

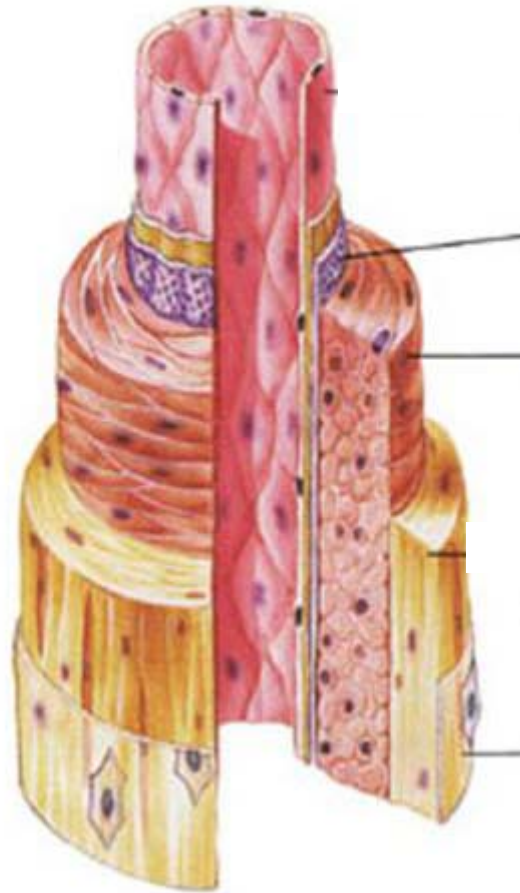


Tunique musculaires lisses
dans les parois du tube digestif

Les CML viscérales:

- forment la musculature lisse des organes creux (tube digestif et canaux excréteurs des glandes digestives, arbre trachéo-bronchique, voies uro-génitales, vessie, utérus).
- sont groupées en couches (tuniques) superposées

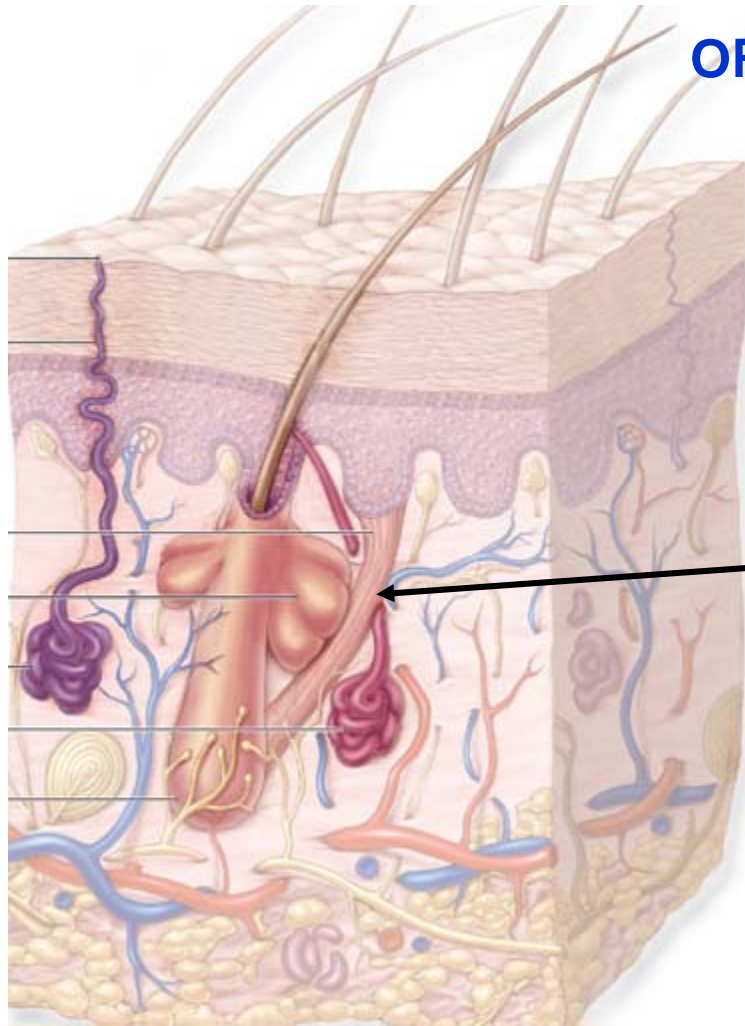
ORGANISATION DES CML



Tunique musculaire lisse (média) d'une artère

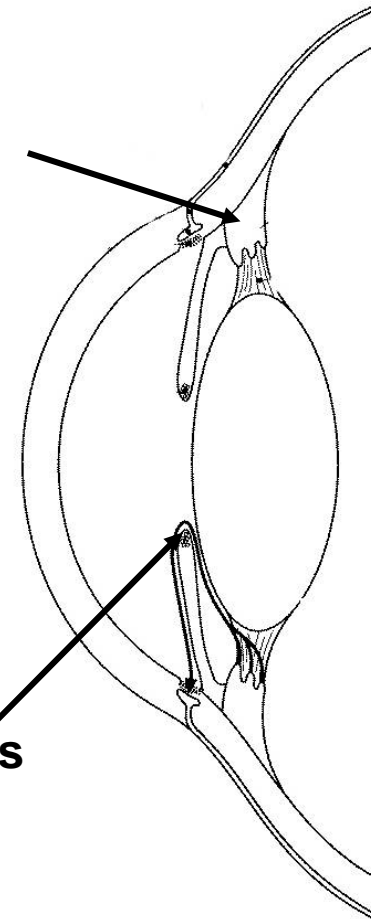
Les CML vasculaires forment la musculature lisse des vaisseaux sanguins et lymphatiques

ORGANISATION DES CML



Muscle arrecteur du poil

Muscle ciliaire



Muscle constricteur de l'iris

Les CML peuvent se grouper pour former des **petits muscles individualisés**

- **muscles arrecteurs des poils**
- **muscles constricteur et dilatateur de l'iris** (règlent le diamètre de la pupille),
- **muscle ciliaire** (permet l'accommodation dans la vision de près)



Abraham-L Kierszenbaum (2006) **Histologie et biologie cellulaire : Une introduction à l'anatomie pathologique**, de boeck.

Alan Stevens, James Steven Lowe (2006) **Histologie humaine** (3e Ed), Elsevier.

Jean-Pierre Dadoune et coll. (2007) **Histologie** (2e Ed), Médecine Sciences Flammarion.

Jacques Poirier, Martin Catala, et coll. (2006) **Histologie: Les tissus** (3e Ed), masson

Jacques Poirier et coll. (1999) **Histologie moléculaire: Texte et atlas**, Masson.