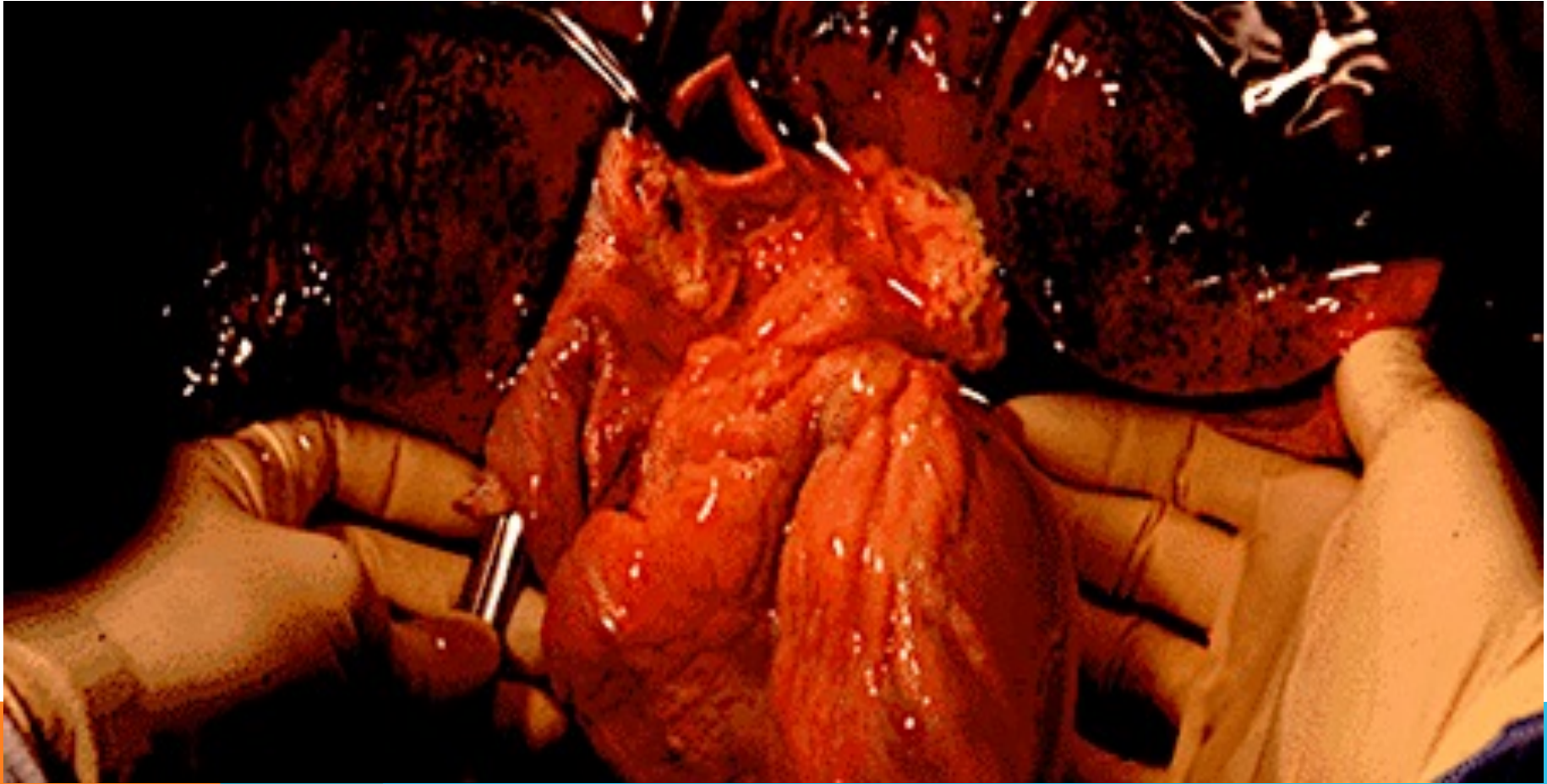


LE TISSU MUSCULAIRE

SÉANCE D'ANTICIPATION

Lucas Andot
Guillaume Jacquemin
Rebecca Petit

LE TISSU MUSCULAIRE



Le tissu musculaire est :

- Composé de fibres musculaires → Ce sont les cellules musculaires.

Les cellules du muscle sont **excitables** et **contractiles**.

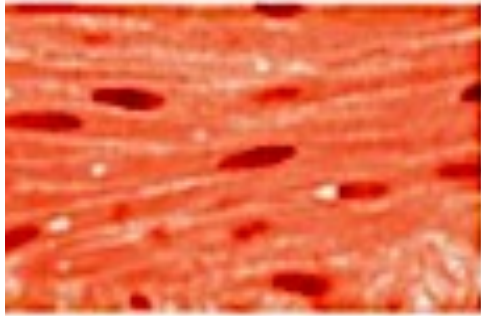
- Essentiellement issu du mésoderme
- Issu de la CSM

TYPES DE TISSU MUSCULAIRE

On décrit 3 types de TM :

Tissu musculaire	Fonction	Contraction
Strié squelettique	Déplacement du squelette	VOLONTAIRE
Strié cardiaque	Automatisme rythmique du coeur	INVOLONTAIRE
Lisse	Fonctions végétatives viscérales	INVOLONTAIRE

Muscle Lisse



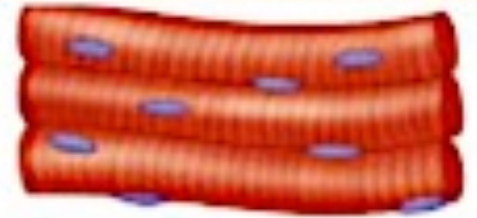
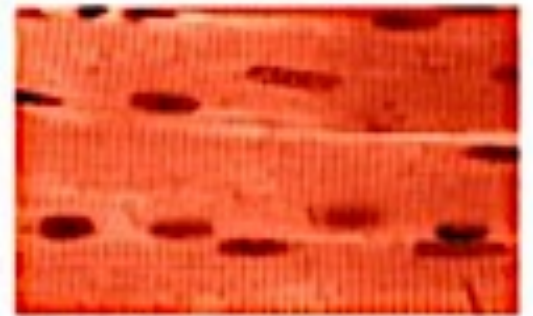
tripes

Muscle Cardiaque



Coeur

Muscle Squelettique



Jambe

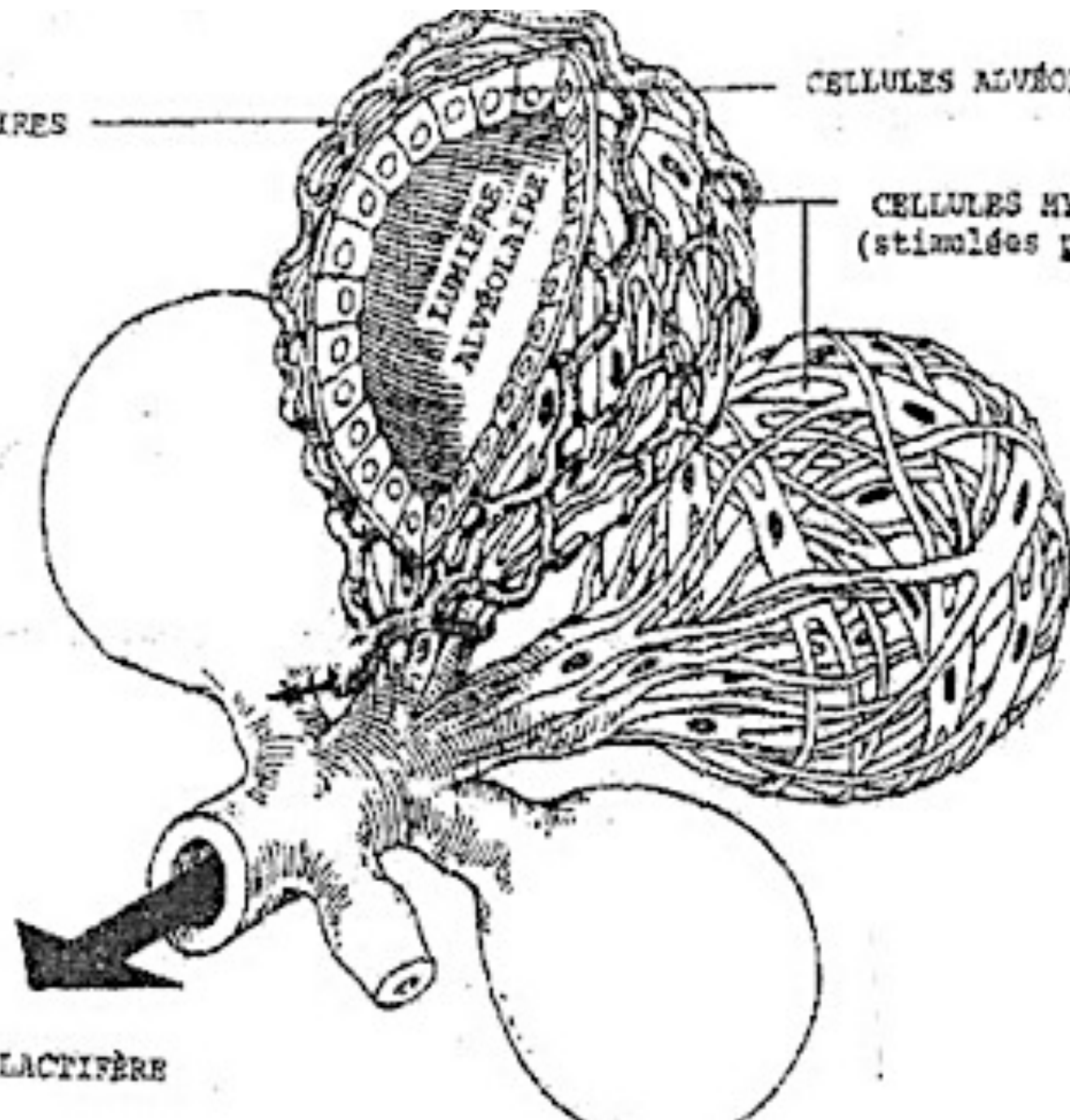
CELLULES MUSCULAIRES D'ORIGINE ECTODERMIQUE

- **Péricytes** : entourent les capillaires, régulent le débit
- **Cellules myoépithéliales** : permettent l'expulsion des produits de sécrétion dans les épithélia glandulaires
- **Myofibroblastes** : jouent un rôle dans la migration de certaines cellules au sein de la matrice extracellulaire, produisent également des contractions localisés après migration.

CAPILLAIRES

CELLULES ALVÉOLAIRES

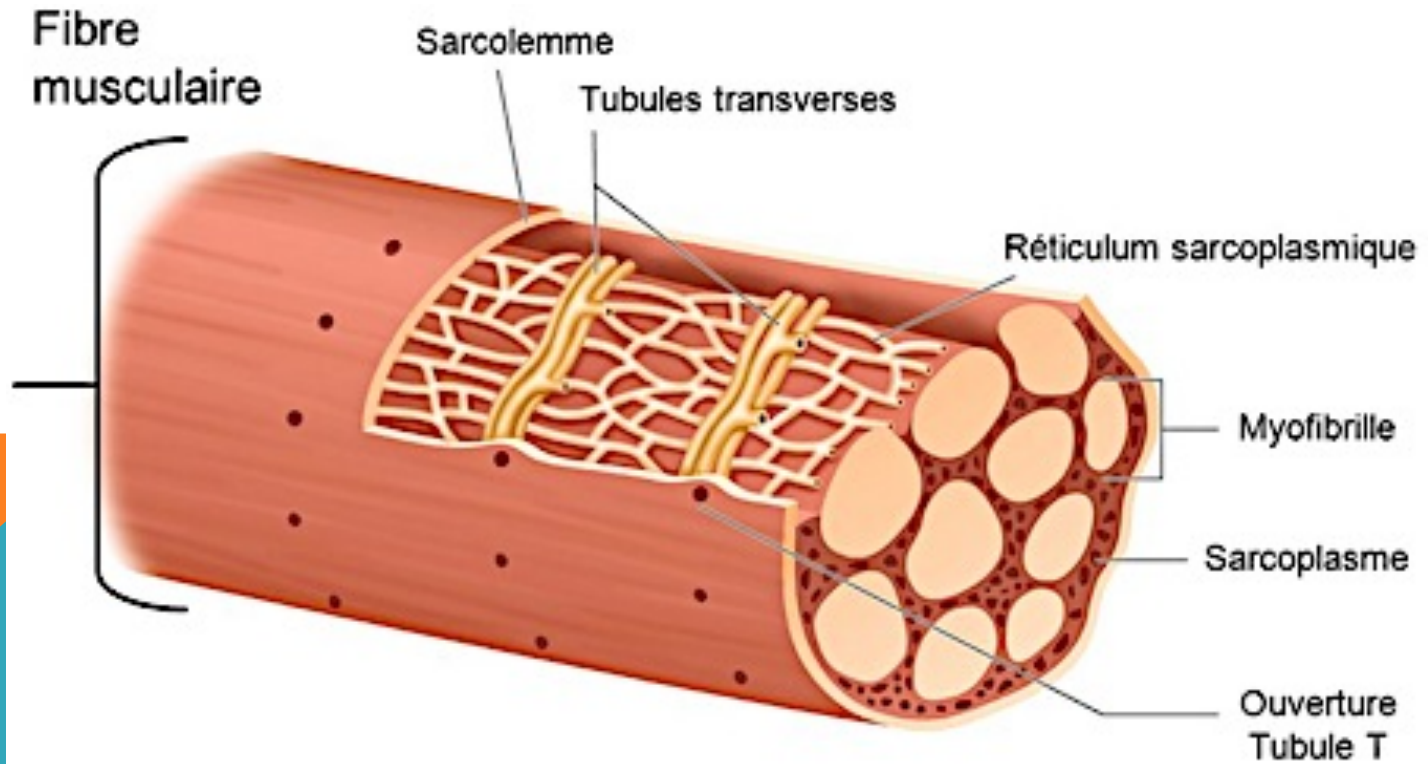
CELLULES MYOÉPITHÉLIALES
(stimulées par l'ocytocine)



CANAL LACTIFÈRE

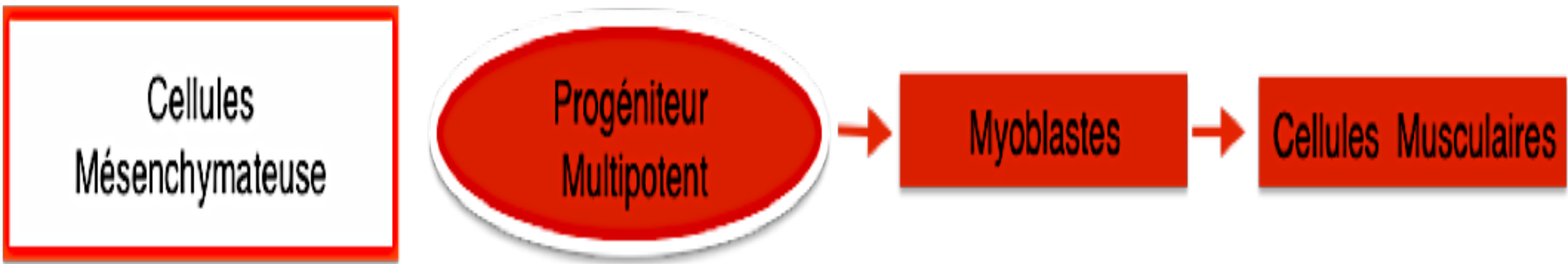
VOCABULAIRE

- Sarcolemme : membrane plasmique.
- Sarcoplasme : cytoplasme.
- Réticulum sarcoplasmique : réticulum endoplasmique lisse



ORIGINE EMBRYOLOGIQUE ET FORMATION DU MUSCLE

La CSM va donner un progéniteur MULTIpotent qui va se différencier en myoblaste (→ donc précurseur) puis en cellules musculaires



LE TISSU MUSCULAIRE STRIÉ SQUELETTIQUE

Formation

La cellule souche mésenchymateuse va donner :

- Des précurseurs → les myoblastes
- Des progéniteurs non déterminés en réserve → les cellules satellites

1/ Les myoblastes se positionnent de manière **linéaire** et les **cellules satellites sont à l'extérieur de la ligne de myoblastes.**

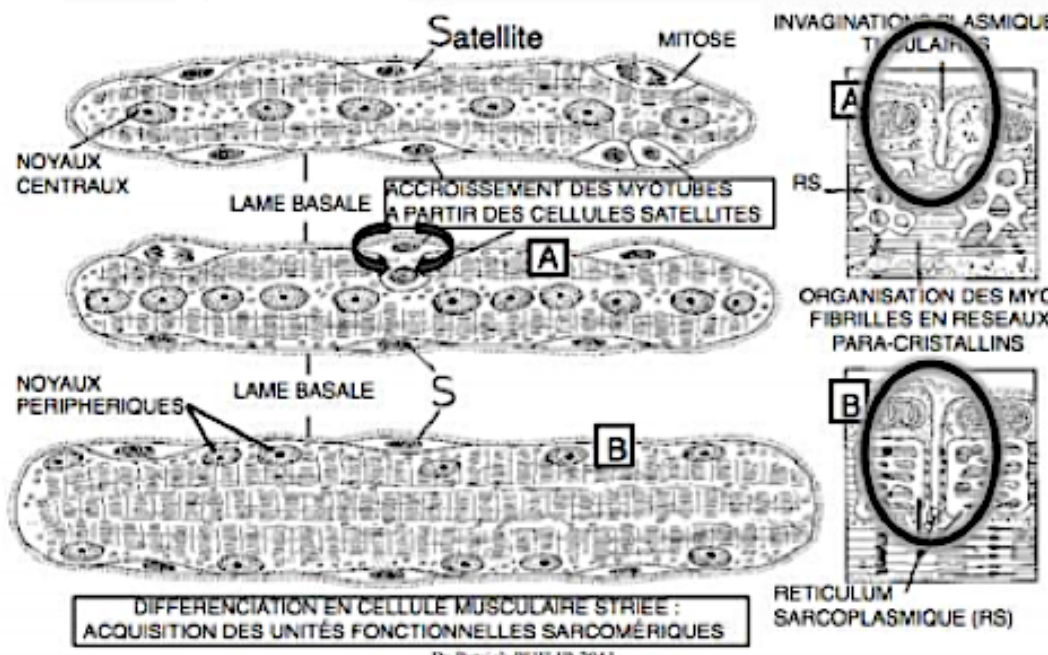
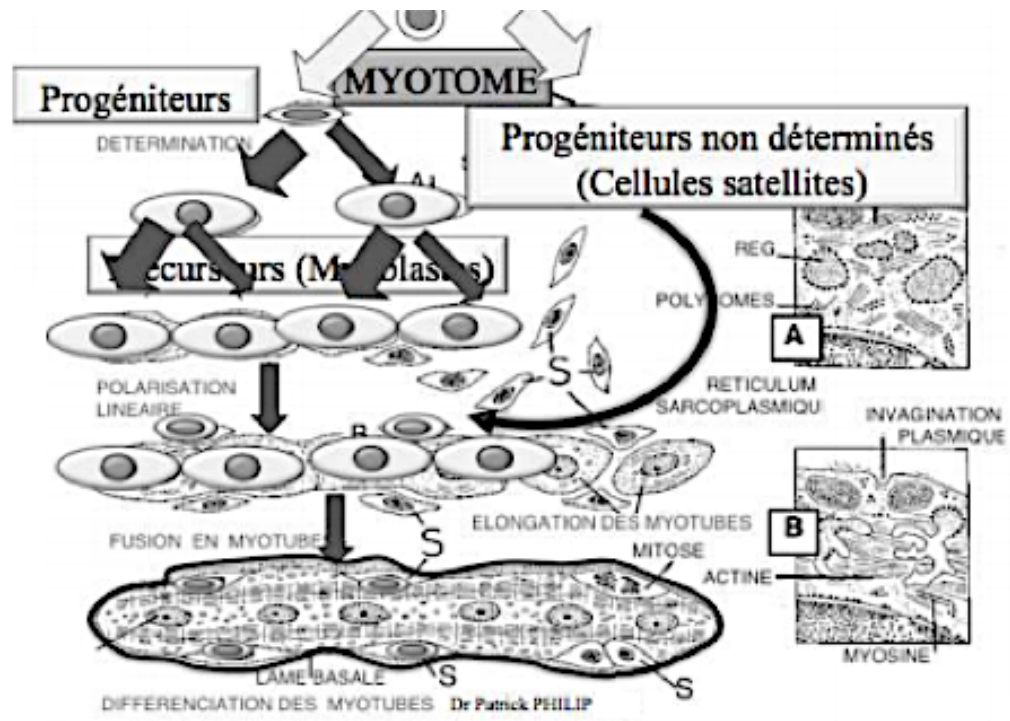
2/ L'ensemble est recouvert par une **LB**

3/ Les myoblastes fusionnent et donnent un **myotube** : ensemble multinucléé entouré de CS.

4/ Les cellules satellites entrent en mitose et une des cellules filles va rejoindre les autres cellules musculaires **pour continuer le myotube.**

5/ Après que la taille définitive soit atteinte, les **noyaux sont chassés en périphérie.**

6/ Les cellules **satellites** servent de **stockage.**



NB : les cellules satellites sont entre le sarcolemme de la fibre musculaire et la LB.

NB :

**Les cellules satellites sont
entre le sarcolemme de la
fibre musculaire et la LB.**

LES TRIADES, C'EST QUOI ?

A l'origine, chaque myoblaste possède 1 réticulum sarcoplasmique

Lors de la fusion de 2 myoblastes, il y a une invagination du sarcolemme qui forme le **tubule T**.

Triade = RS/ TT/ RS

→ La triade permet à l'onde de dépolarisation de pénétrer dans le myotube et de libérer le calcium permettant la contraction.

sarcoplasmic reticulum

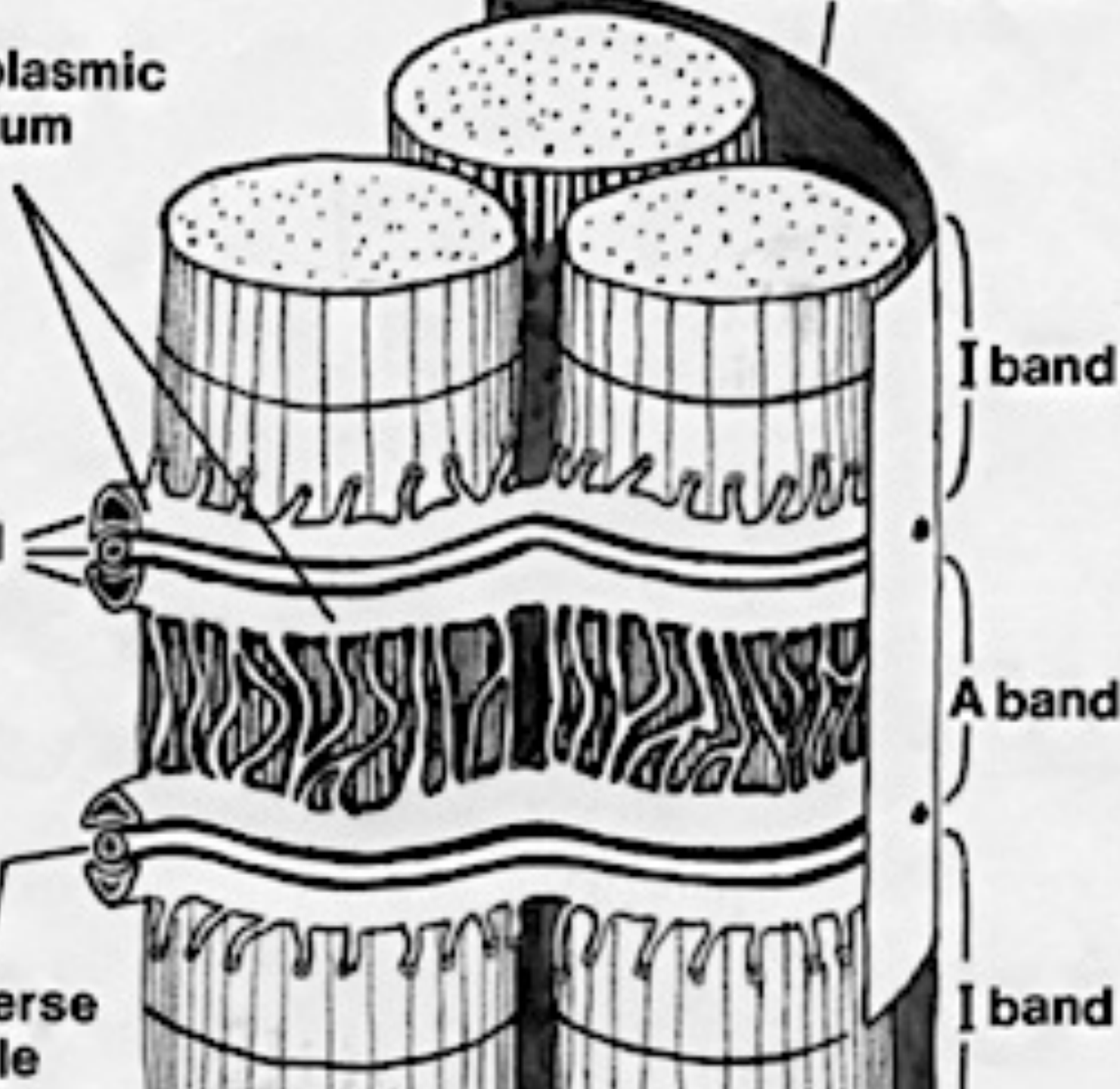
triad

transverse tubule

I band

A band

I band

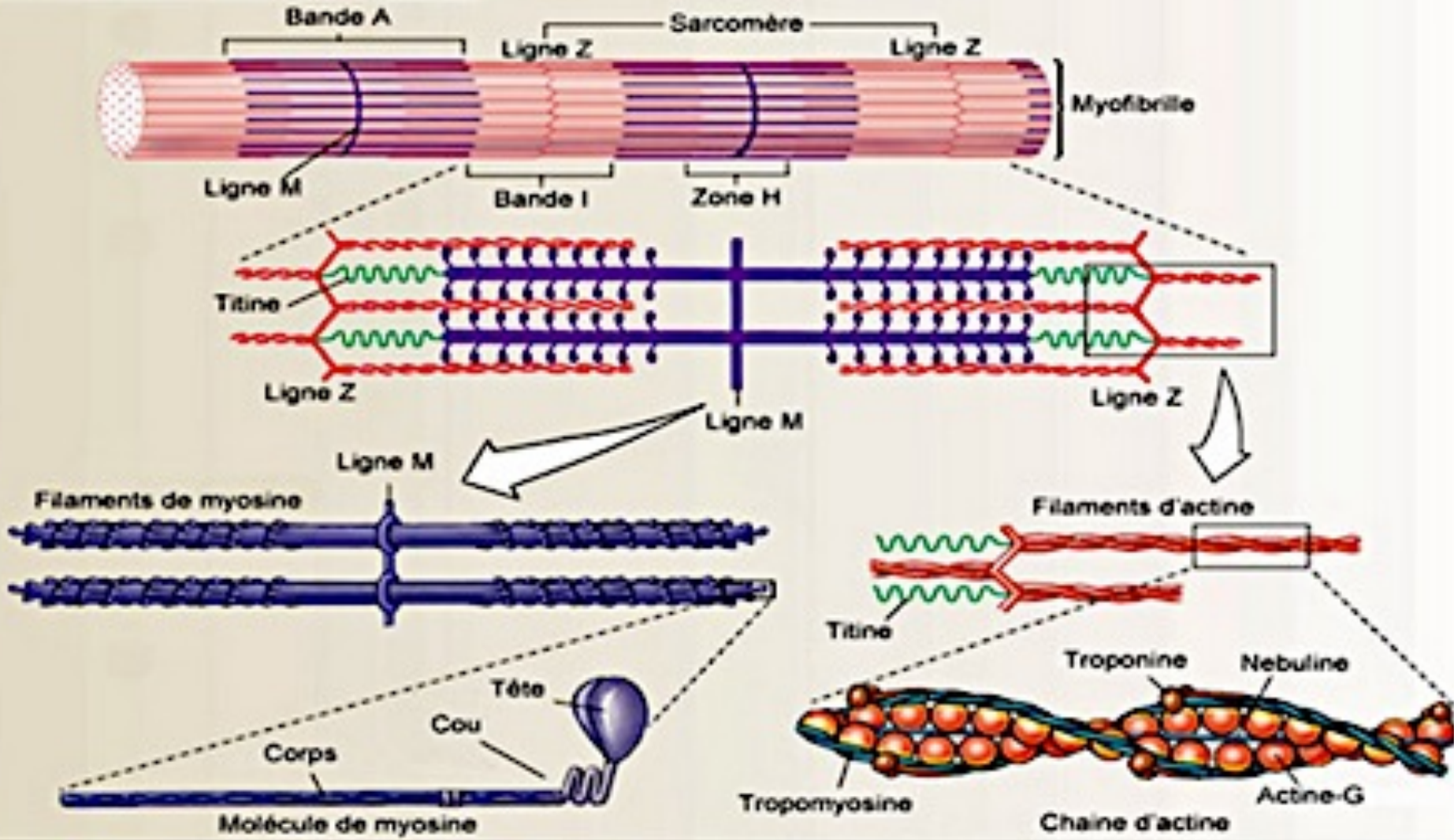


LE TISSU MUSCULAIRE STRIÉE SQUELETTIQUE, C'EST QUOI EXACTEMENT ?



- Tissu **excitable, contractile** et **élastique**
- Les muscles squelettiques s'insèrent en général sur les os par l'intermédiaire de **tendons**.
- Le muscle squelettique est un système mécanique qui possède 2 composantes majeures :
 - une composante **contractile** : myofibrilles d'actine et myosine
 - une composante **élastique** permettant une force de rappel lors de l'étirement sans consommer d'énergie

Ultrastructure d'une myofibrille



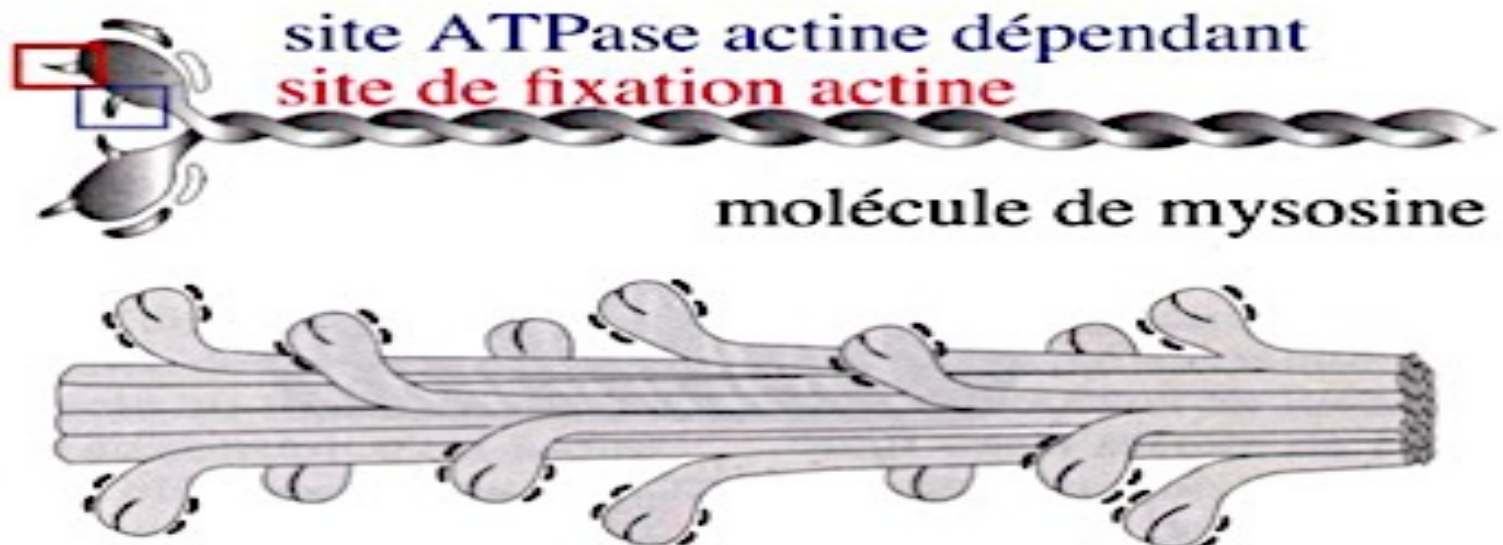
LES PROTÉINES DU MUSCLE

Myosine

Filament épais

→ Forme une zone composée uniquement de méromyosine légère et une zone très concentrée en têtes S1

- méromyosine légère : liées entre elles, forment la queue de la canne.
- méromyosine lourde : forme la tête de la canne, composée
 - S1 : la tête qui fixe l'actine
 - S2 : partie qui relie S1 à la méromyosine légère.



LES PROTEINES DU MUSCLE

Actine

Filaments fins

L'actine G monomérique se polymérise en actine F.

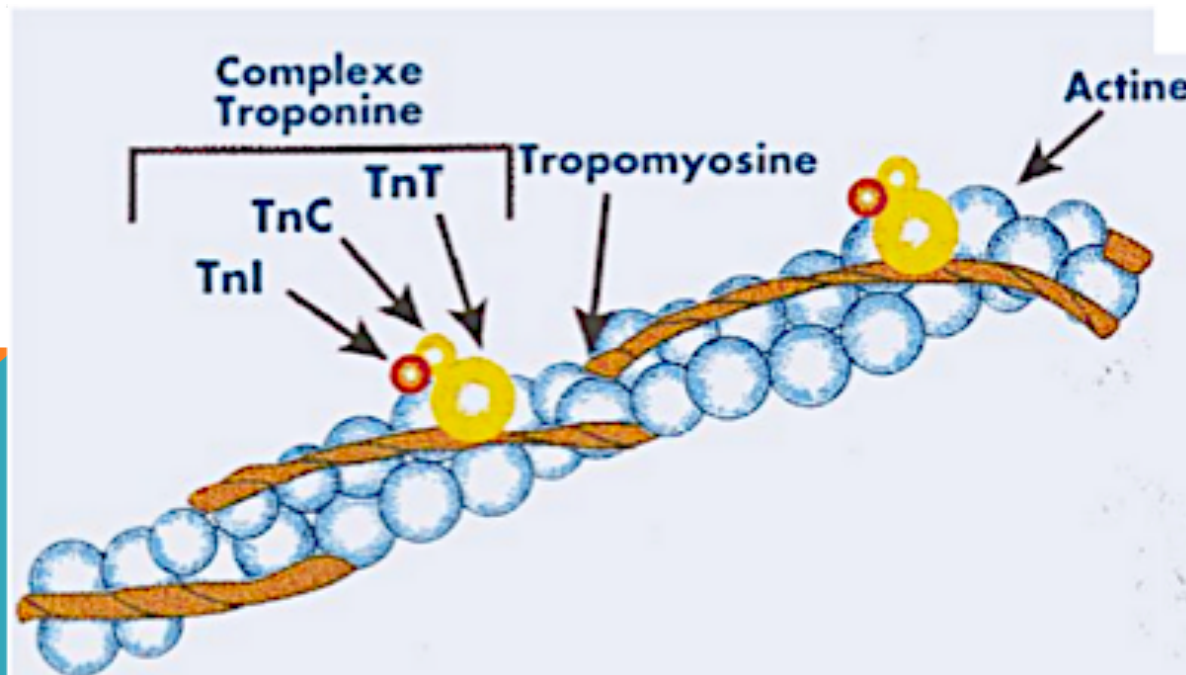
- 2 brins d'actine F sont associés à 2 filaments de tropomyosine de manière hélicoïdale, constituant le filament d'actine.
- la troponine se fixe sur la tropomyosine, elle va masquer les sites de liaison entre l'actine et la tête S1 de la myosine. Elle empêche que la contraction musculaire soit permanente.



LE COMPLEXE TROPONINE

Il possède 3 sous-unités :

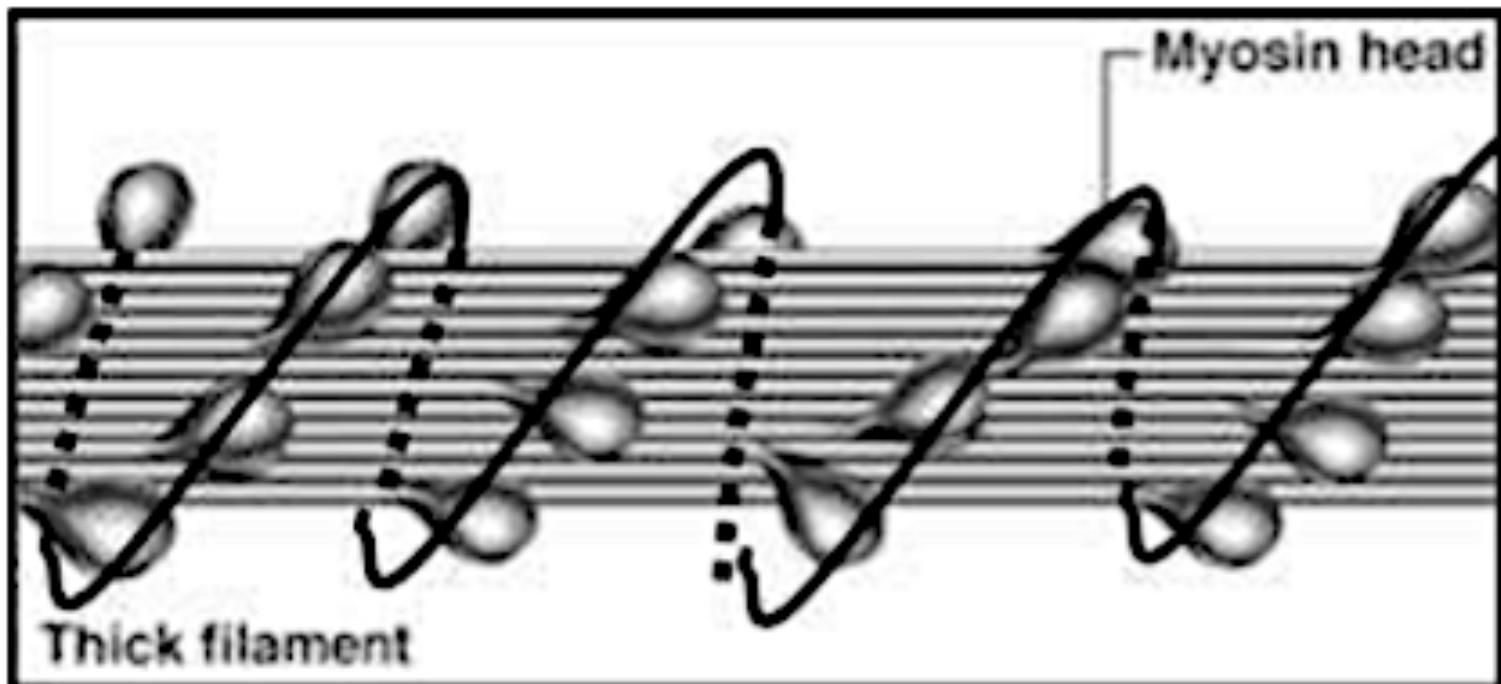
- **Troponine C** : fixe le calcium, permettant d'initier le changement de conformation libérant les sites de liaison S1 / actine.
- **Troponine T** : fixe la tropomyosine.
- **Troponine I** : inhibe l'interaction actine-myosine, inhibition levée lors de la fixation de calcium sur la troponine C.



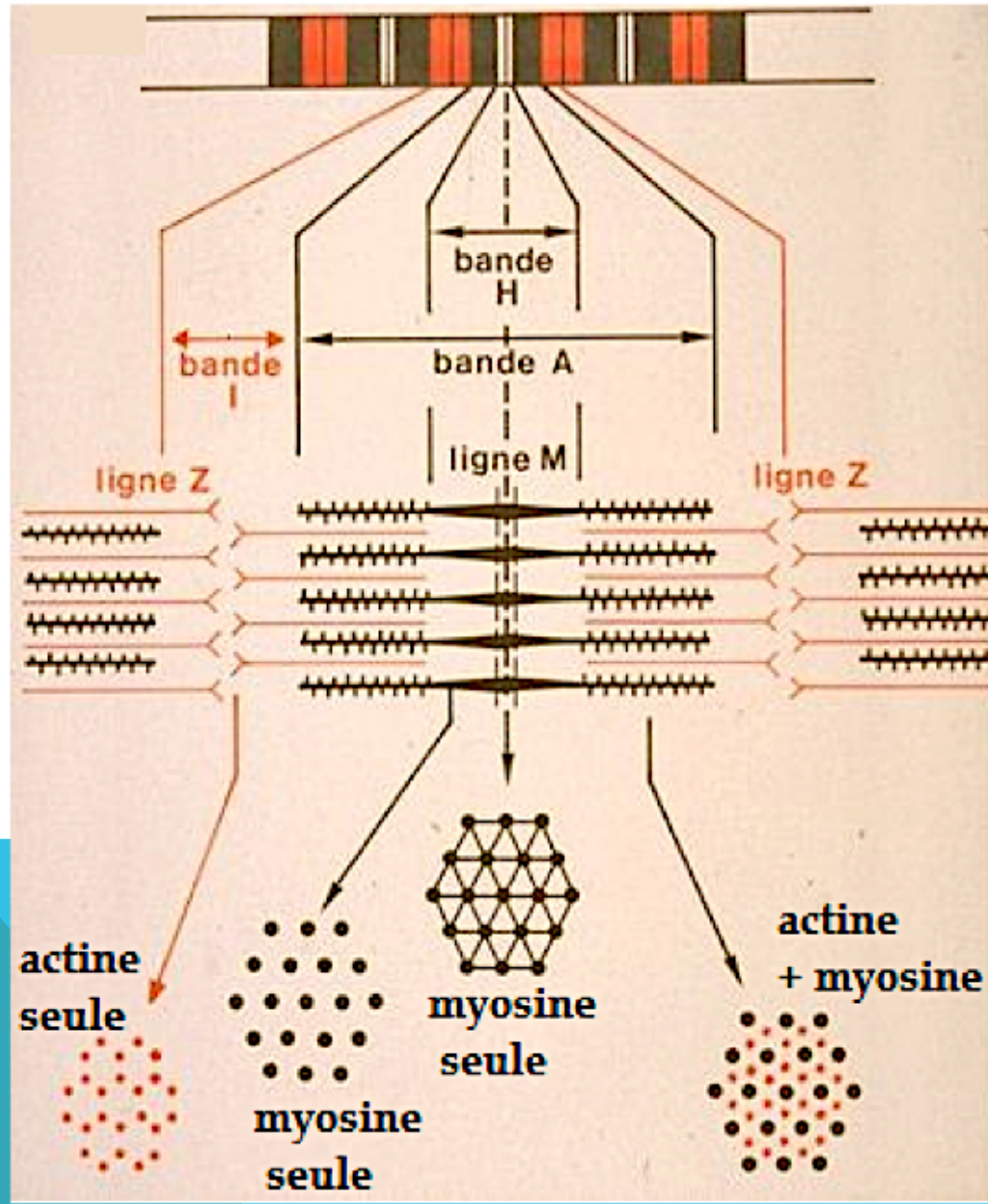
Les têtes de myosine (S1) sont disposées de manière hélicoïdale

→ pas de vis.

- Chaque filament de myosine est entouré de 6 filaments d'actine à 360°
- Tous les filaments sont parallèles entre eux.

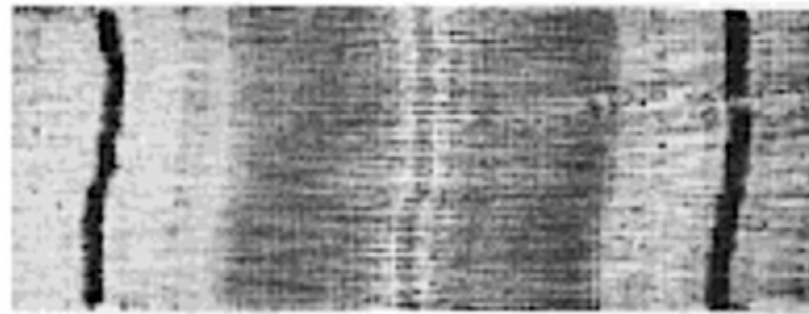


BANDES DU SARCOMÈRE



Bande/ strie	Définition/localisation
Strie Z	Relie les filaments d'actine. Délimite le sarcomère : il est <u>compris entre 2 stries Z</u> .
Bande I	Zone autour de la strie Z où on retrouve <u>exclusivement de l'actine</u> . Chaque sarcomère possède deux demi-bandes I . Rétrécis pendant la contraction. → Chaque filament d'actine est entouré de 3 autres actines .
Bande A	Zone constituée par toute la longueur des filaments de myosine . Ne <u>rétrécis pas pendant la contraction</u> car prend en compte aussi une portion d'actine. → Au niveau de la <u>zone actine + myosine</u> : - chaque myosine est entouré de 6 actines - chaque actine est entouré de 3 myosines
Bande H	Zone au centre de la bande A , constituée <u>uniquement par les méromyosines légères</u> (pas les têtes S2) → Chaque myosine est entourée de 6 myosines .
Bande M	Au centre de la bande H , correspond aux <u>microfibrilles</u> reliant les extrémités des filaments de <u>myosine</u> entre eux.

Sarcomere



Z line

Z line

Thin filaments

Thick filaments

H zone

I band

A band

I band



LES EMBALLAGES MUSCULAIRES

DE L'INTERIEUR A L'EXTERIEUR

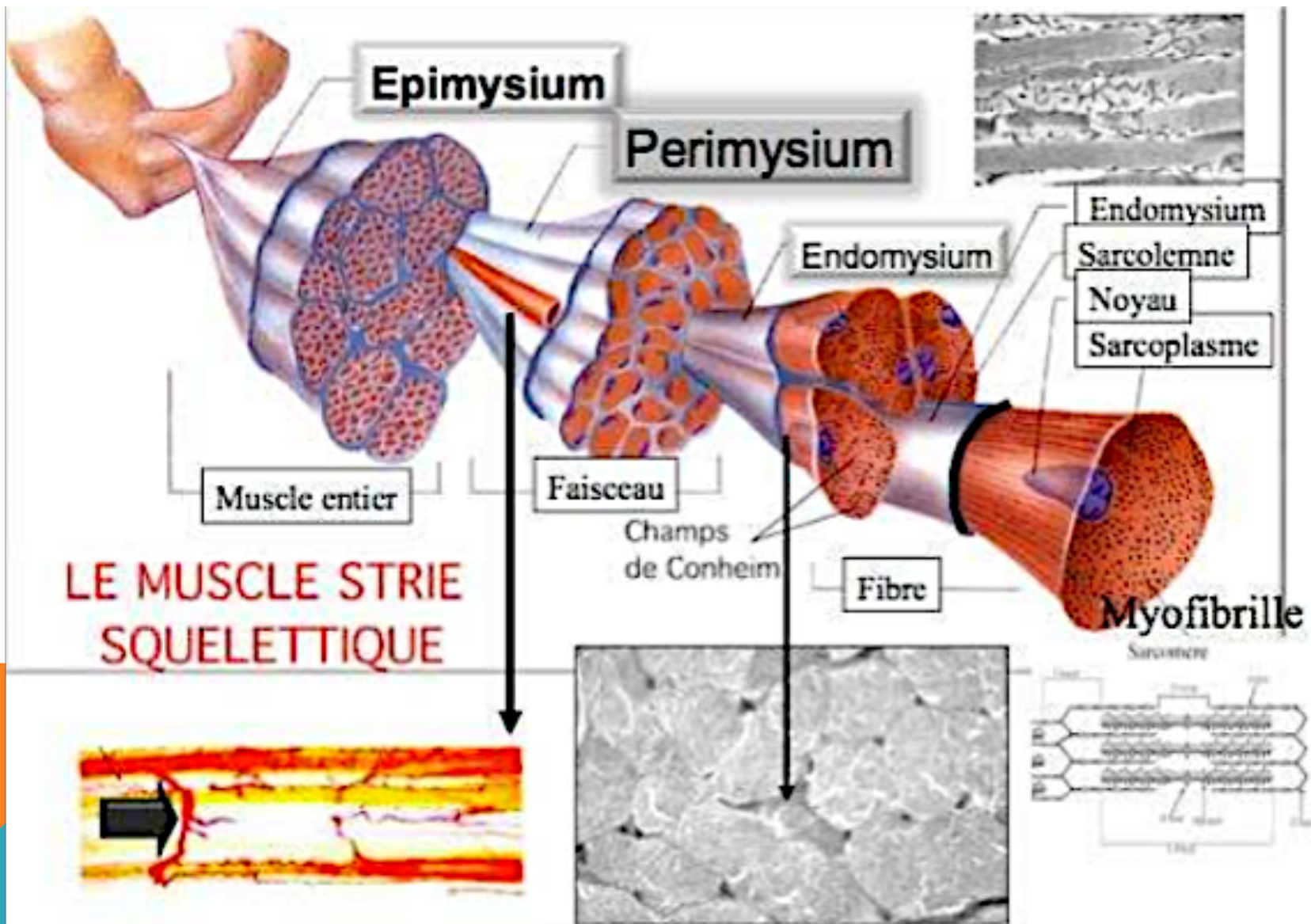
- 1/ **Champ de Conheim** : plusieurs sarcomères mis bout à bout
- 2/ **Endomysium** = membrane basale, entoure les champs de Conheim et les cellules satellites.
NB : Chaque fibre musculaire est recouverte par son endomysium
- 3/ **Périmysium** : gaine conjonctive qui entoure un rassemblement de fibres + les vaisseaux et nerfs !
- 4/ **Epimysium** : un ensemble de faisceaux forment un muscle entier recouvert d'épimysium.

Donc: du dedans au dehors (vocabulaire scientifique, tu peux pas test)

→ **ENDO-PERI-EPI**

EN IMAGE PARCE QUE C'EST BOW LES SCHEMAS

Le TMSS



LA STRIATION DU TMS

Le TMSS

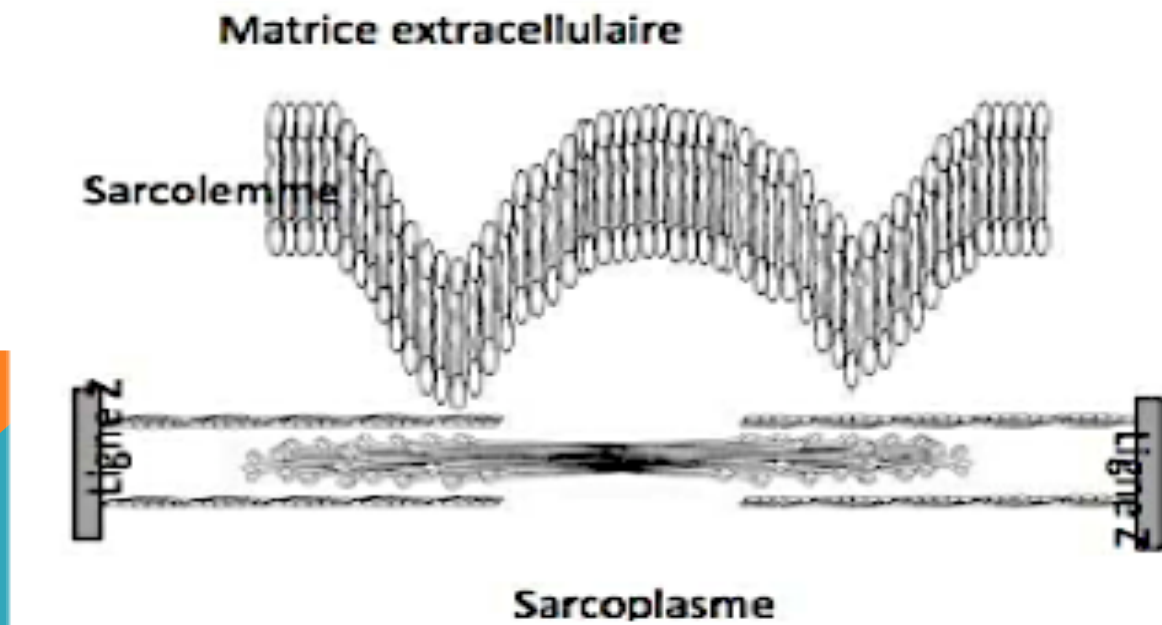
Les fibres musculaires squelettiques et cardiaques sont striées à cause de leur **aspect en microscopie** : elle présente une striation transversale avec une alternance

- de : - régions claires : bandes I
- régions sombres : bandes A



Dans le tissu musculaire strié squelettique, les triades se situent exactement à la jonction entre les bandes A et les bandes I, en effet, ce sont les triades qui permettent la propagation de l'onde de dépolarisation.

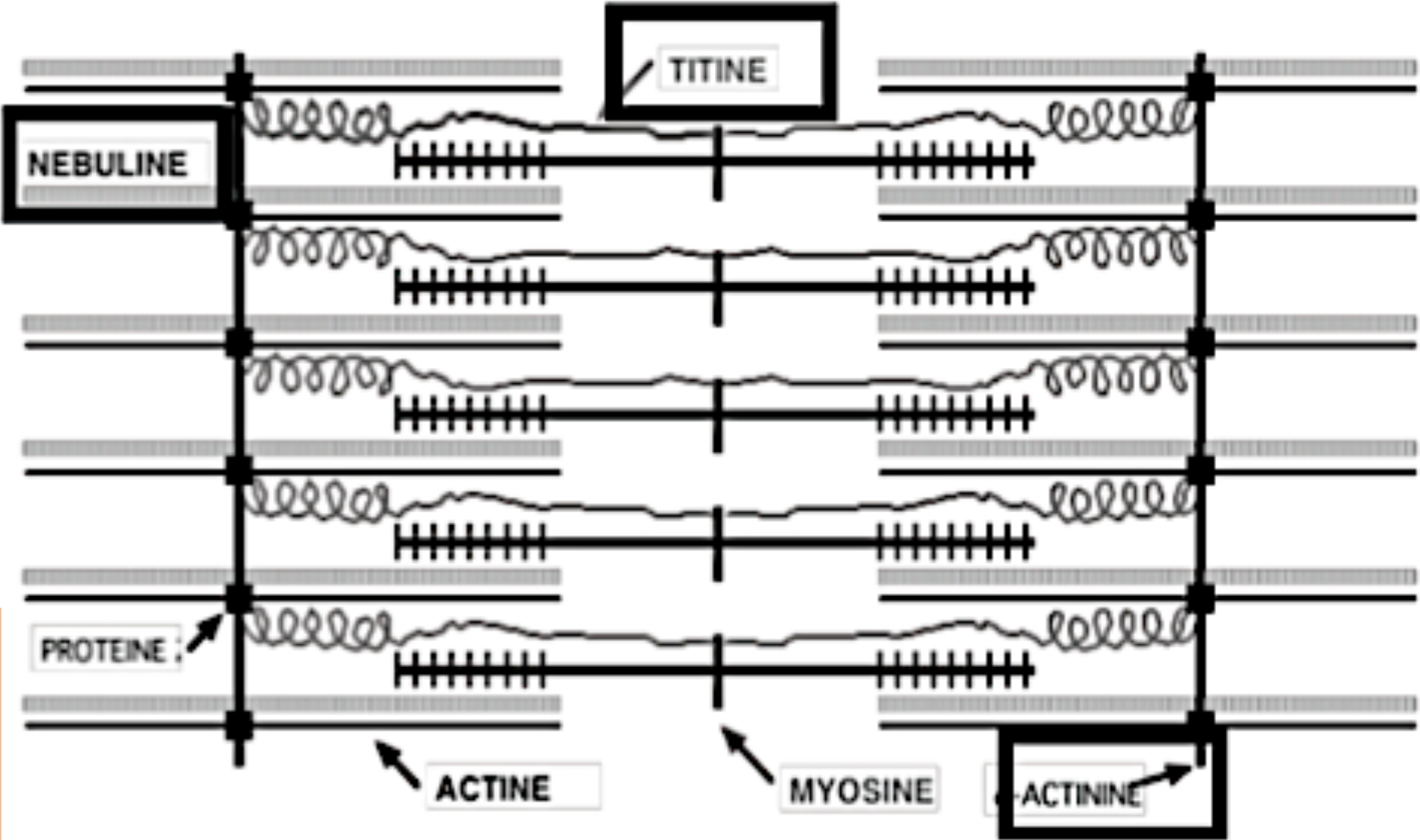
→ Lors de la contraction, les fibres de myosine se rapprochent de la strie Z, la bande H disparaît au maximum de la contraction.



LES (AUTRES) PROTÉINES DU SARCOMÈRE

Titine	Permet le centrage des filaments d'actine et de myosine. Rôle d'élasticité de la fibre comme un ressort de décompression. Elle relie le filament de myosine à la strie Z.
Nébuline	Plaquée contre le filament d'actine. Elle s'insère sur la strie Z et conditionne la longueur de l'assemblage de l'actine F .
Protéine Z	Relie l'actine à la strie Z et empêche la dépolymérisation de l'actine F à son extrémité.
Alpha-actinine	Protéine constitutive de la strie Z .

LES (AUTRES) PROTÉINES DU SARCOMÈRE



LA CONTRACTION MUSCULAIRE

Le TMSS

Les étapes 😊

- 1/ Création de l'onde de dépolarisation venant du système nerveux
- 2/ Propagation de l'onde sur la membrane et le tubule T en contact des réticulum sarcoplasmique.
- 3/ Libération de calcium dans le cytosol à partir du RS
- 4/ Le calcium se fixe sur la troponine C.
- 5/ Rupture de la liaison troponine I/ actine
- 6/ Déplacement de la molécule de tropomyosine.

7/ Libération des sites de liaison myosine/actine

8/ Fixation de la myosine sur l'actine

9/ Activation de l'ATPase de la myosine

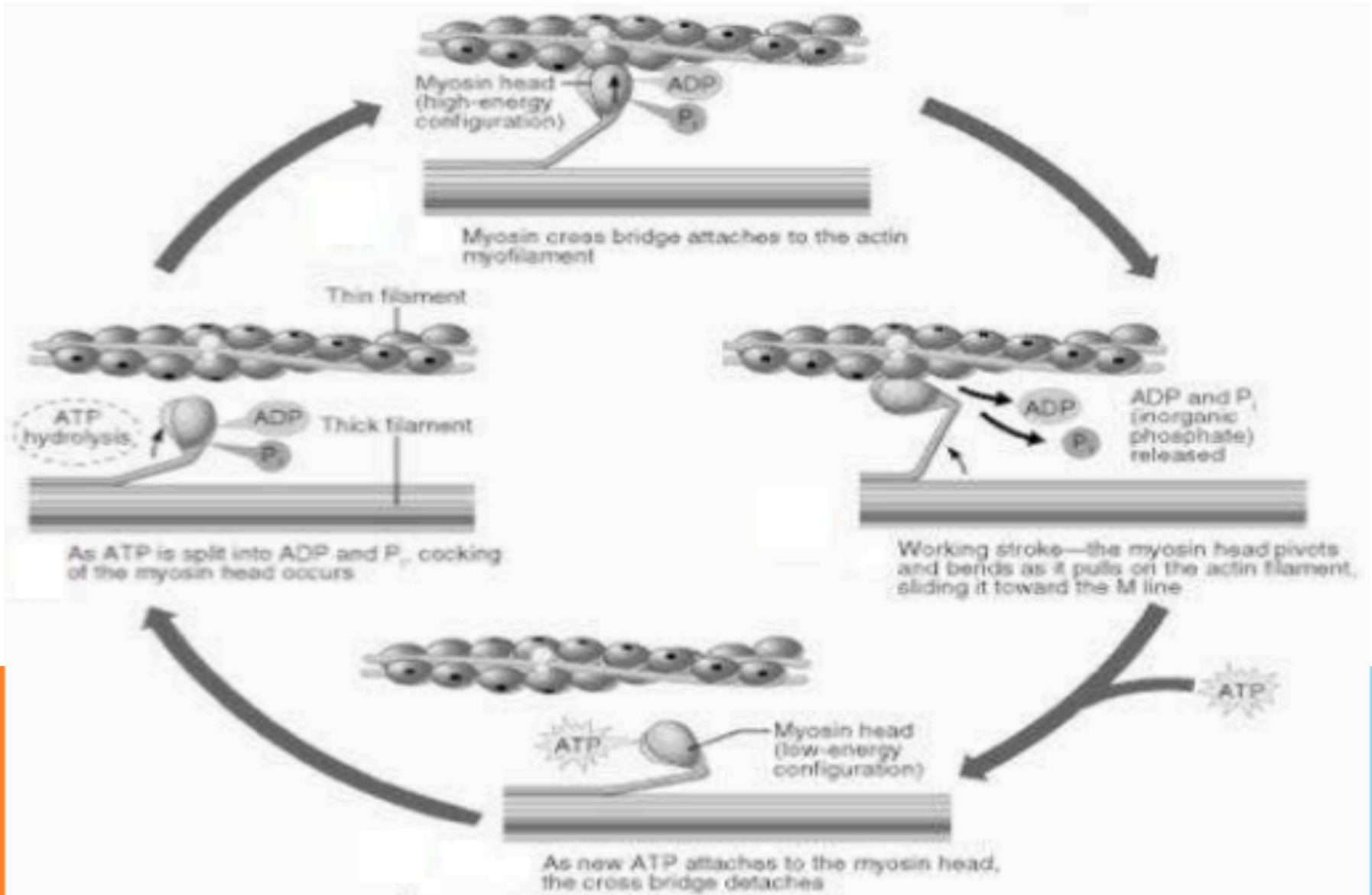
10/ Hydrolyse de l'ATP en ADP+Pi

11/ Changement de conformation de la tête de myosine.

12/ Déplacement du filament de myosine sur le filament d'actine

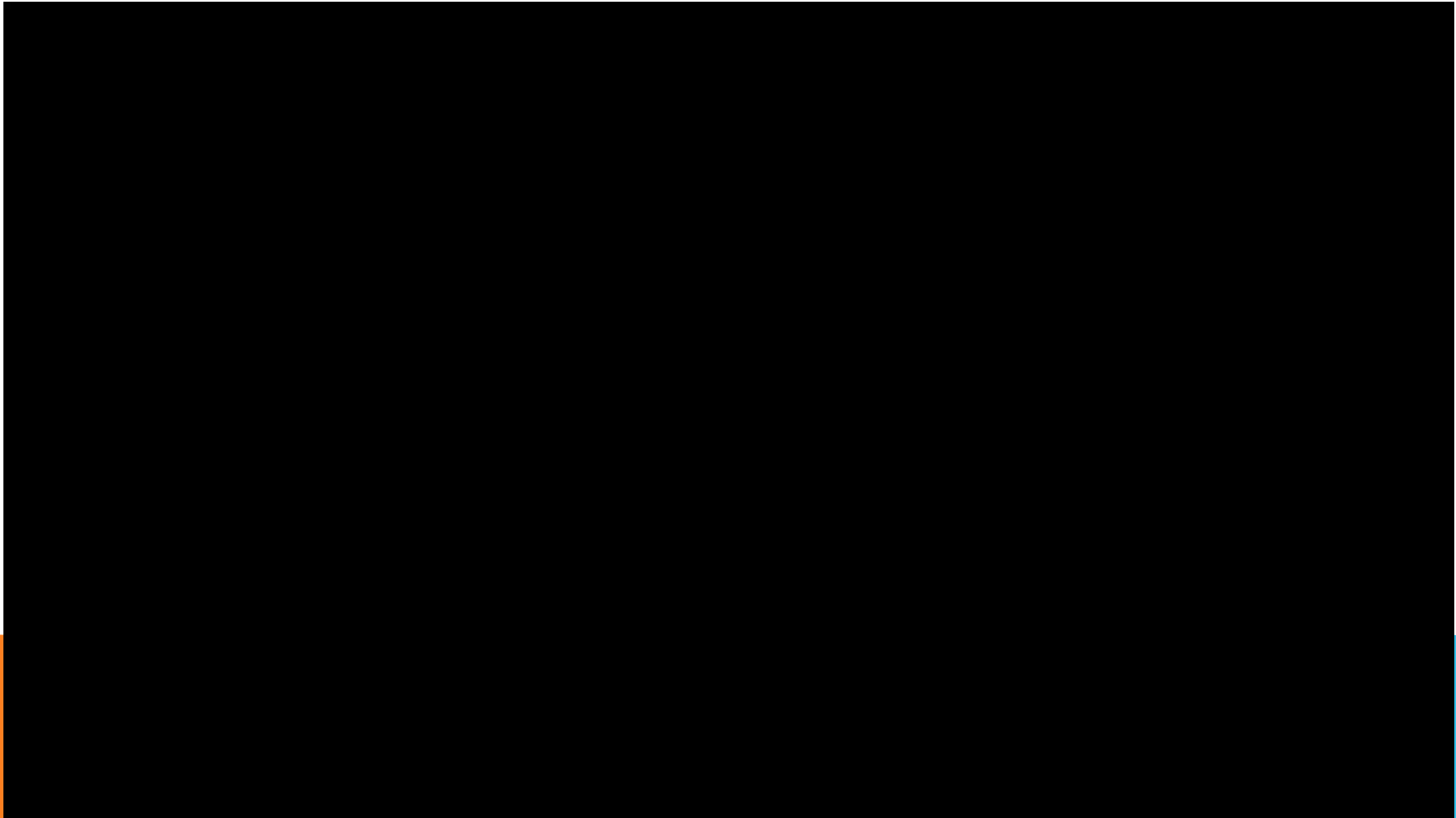
→ **Contraction !**

LE SCHÉMA



ET LEVEL UP → LA VIDÉO :P

<https://www.youtube.com/watch?v=e3Nq-P1ww5E>



TYPES DE FIBRES MUSCULAIRES

Il y en a 2 → Le type 1 et..... Le type 2 !

Elles se différencient par leur manière de production d'ATP

Fibre de type 1 = Fibres Rouges

- Essentiellement **aérobies** : fonctionnent en présence d'oxygène.
- Contraction lente et plus **prolongées**, elles se fatiguent plutôt lentement.

Fibre de type 2 = Fibres blanches

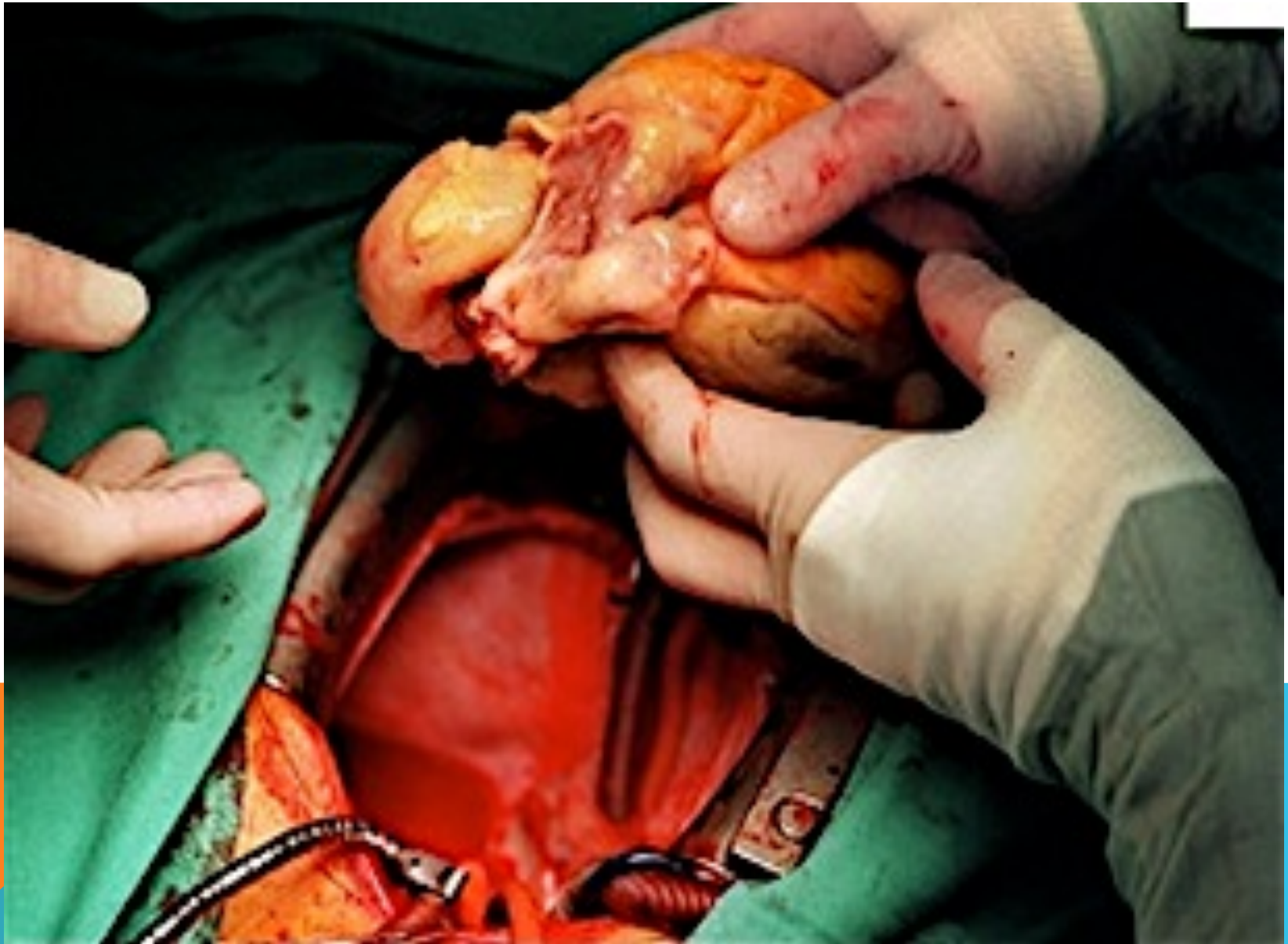
- Essentiellement **anaérobies** : fonctionnent en absence d'oxygène
- Contraction très **rapide** et se **fatiguent** très vite.

**NB : Avec l'âge, les fibres de type 2 diminuent au profit des fibres de type 1,
→ Les performances rapides diminuent**



(Ce n'est pas une métaplasie +++++++)

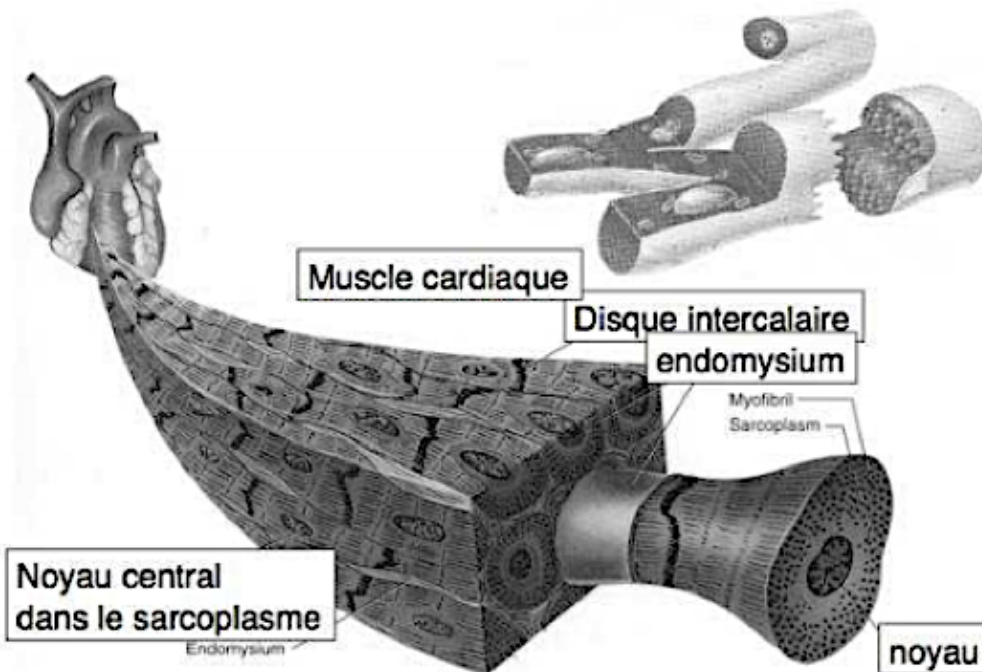
LE TISSU MUSCULAIRE STRIÉ CARDIAQUE



CARACTÉRISTIQUES

Dans le TMSC, on peut voir:

- Un noyau au centre de la cellule et **unique**
- Chaque cellule entourée par une membrane basale : **l'endomysium**
- Cellules musculaires communiquant **par gap-junctions**
- **Jonctions très solides** : desmosomes, tight junctions et strie scalariforme
- Assure le **synchronisme** de la contraction cardiaque
- Permet de résister à **la force très importante de la contraction.**



DIFFÉRENCES PRINCIPALES MUSCLE CARDIAQUE ET MUSCLE SQUELETTIQUE

- **Cellules** du muscle cardiaque beaucoup **plus courtes** car **mononuclées**
- Entre chaque cellules ont retrouvés les **stries scalariformes**
- **Pas de cellules satellites en périphérie** sous l'endomysium : **régénération** du TC difficile voire **impossible**.
- **Tissu nerveux spécialisé : le système cardionecteur** = contraction automatique et rythmique du cœur.
- Les cellules ne possèdent **qu'un seul réticulum sarcoplasmique**, il y a donc des **DIADES** qui sont situées au **niveau des stries Z** (contrairement au TMSS où les triades sont à la jonction A/I).

NB : il peut y avoir plusieurs diades par cellule cardiaque.

LE TISSU MUSCULAIRE LISSE



Les cellules musculaires lisses fournissent des **contractions lentes et soutenues.**

- Pas sous le contrôle de la volonté (→ **involontaire**)
- Essentiellement présentes dans le tube digestif, la vessie, l'utérus, la paroi des vaisseaux sanguins et les canaux excréteurs des glandes

CARACTÉRISTIQUES DES CELLULES

Les cellules du TML sont:

- **Fusifformes**
- Toutes reliées les unes aux autres par **gap-junctions** : assurent un couplage électrique
- Noyau central
- Cellules séparées par une **MB qui saute de cellules en cellules** au niveau des GJ
- Cellules maintenues en faisceaux par de minces couches de **tissu collagénique** contenant des vaisseaux.
- Les myofibrilles ne sont **pas organisées en sarcomères**

ATTENTION !

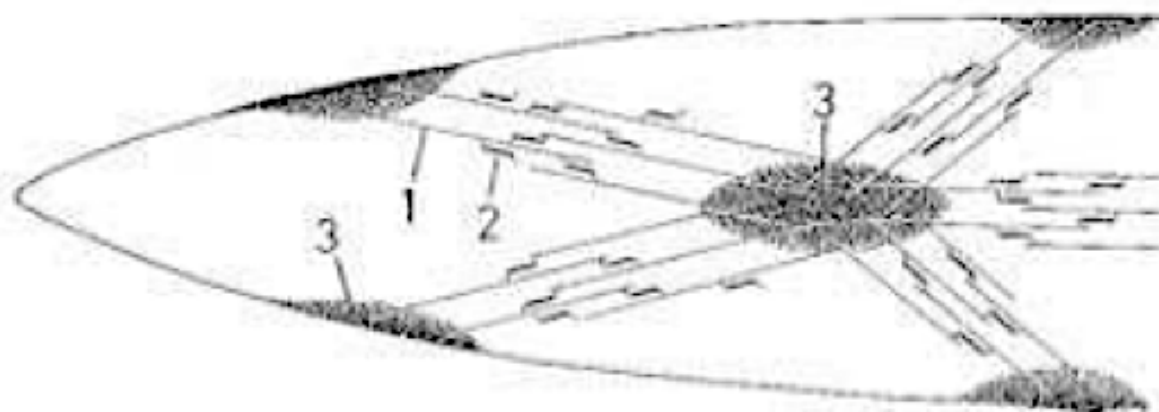
- Une même fibre nerveuse peut innerver plusieurs cellules
- **DIFFERENT** du muscle strié squelettique où une fibre nerveuse innerve une et unique fibre musculaire

Les faisceaux **d'actine et de myosine** se croisent et s'insèrent sur les **corps denses** dispersés partout sur le sarcolemme et dans le sarcoplasme.

- Les filaments sont tendus de corps dense à corps dense et ce mécanisme permet une **déformation de la cellule en 3 dimensions**
- Lors de la contraction, le sarcolemme va être déformé et entraîne une déformation des cellules adjacentes.
- Tous les **organites** cellulaires sont regroupés autour du noyau central, dans une **zone dépourvue de filaments**

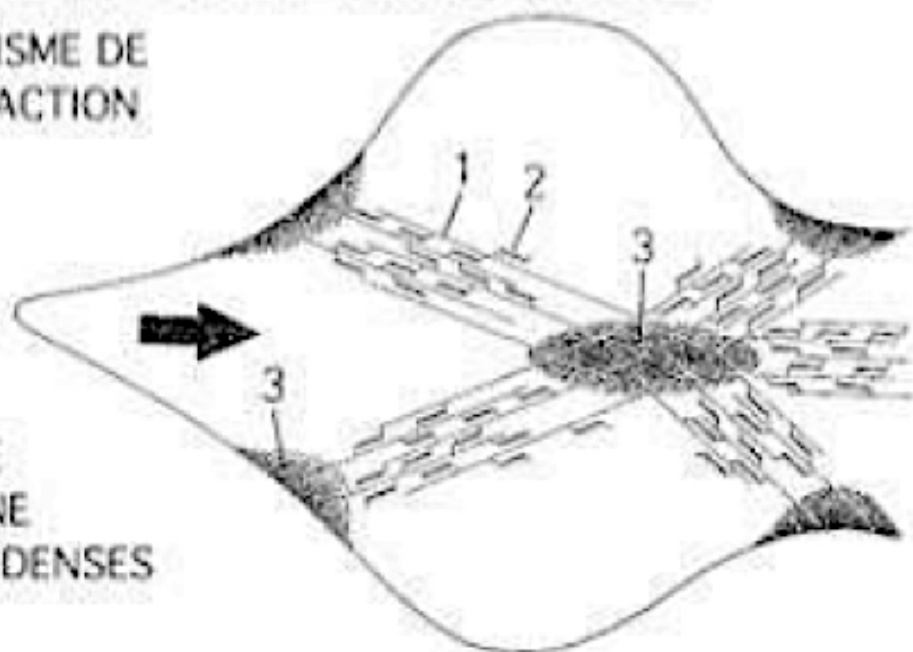
- La cellule musculaire lisse ne possède pas de triade comme la cellule musculaire striée, elle possède de nombreuses petites invaginations de son sarcolemme appelées **caveolae** et qui fonctionnent comme les triades du muscle squelettiques.





CELLULE MUSCULAIRE LISSE

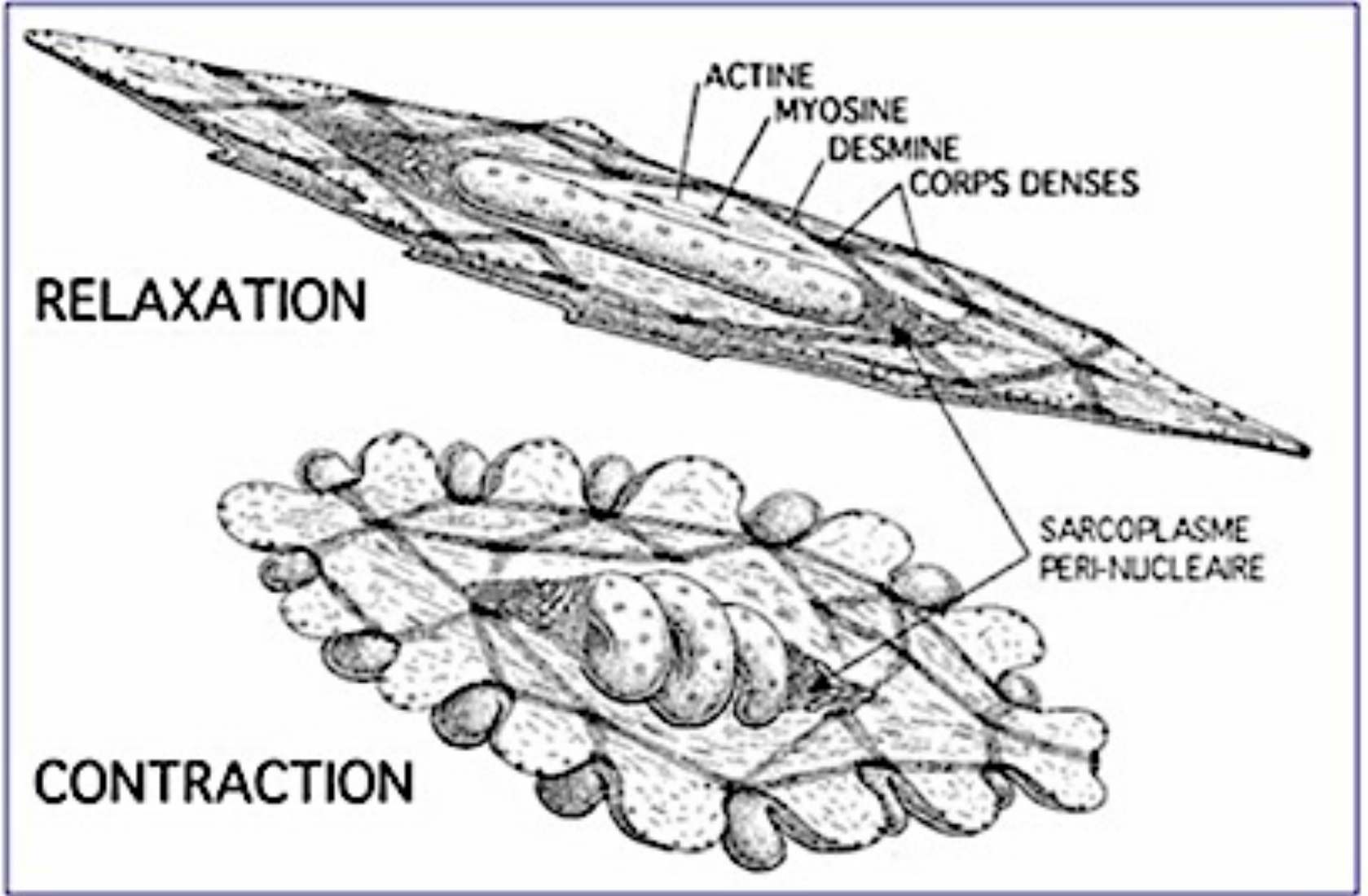
MECANISME DE
CONTRACTION



- 1 : ACTINE
- 2 : MYOSINE
- 3 : CORPS DENSES

CONTRACTION DU TML

- Contraction **en masse** = reliées par gap-junctions
- Raccourcissement **beaucoup plus important** par rapport au muscle strié squelettique
- **Forces moins importantes** que cellules du muscle strié squelettique
- Contraction beaucoup **plus soutenue**.



RELAXATION

CONTRACTION

LA RÉGÉNÉRATION DU MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

Les fibres musculaires peuvent se régénérer à condition:

- Que la membrane basale soit intacte
- Que **l'écart** entre les 2 parties intactes de la fibre ne soit **pas trop grand**.

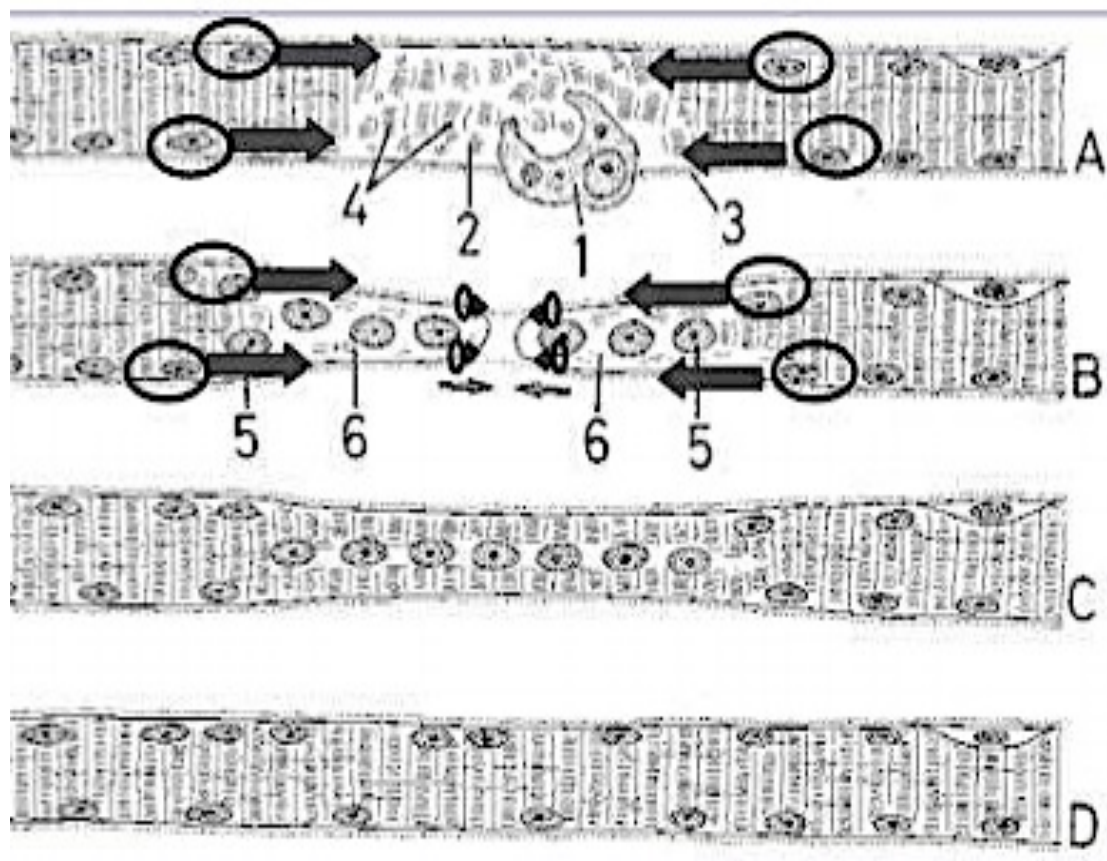
RÉGÉNÉRATION CONTINUE

En cas de dégâts légers

- 1/ Les macrophages pénètrent dans la zone lésée pour la débarrasser des débris.
- 2/ Les noyaux des parties intactes se positionnent en ligne au milieu de la fibre.
- 3/ Les noyaux produisent des fibres d'actine et de myosine puis se replace en périphérie.

NB : Cette régénération se passe en permanence.

Régénération continue



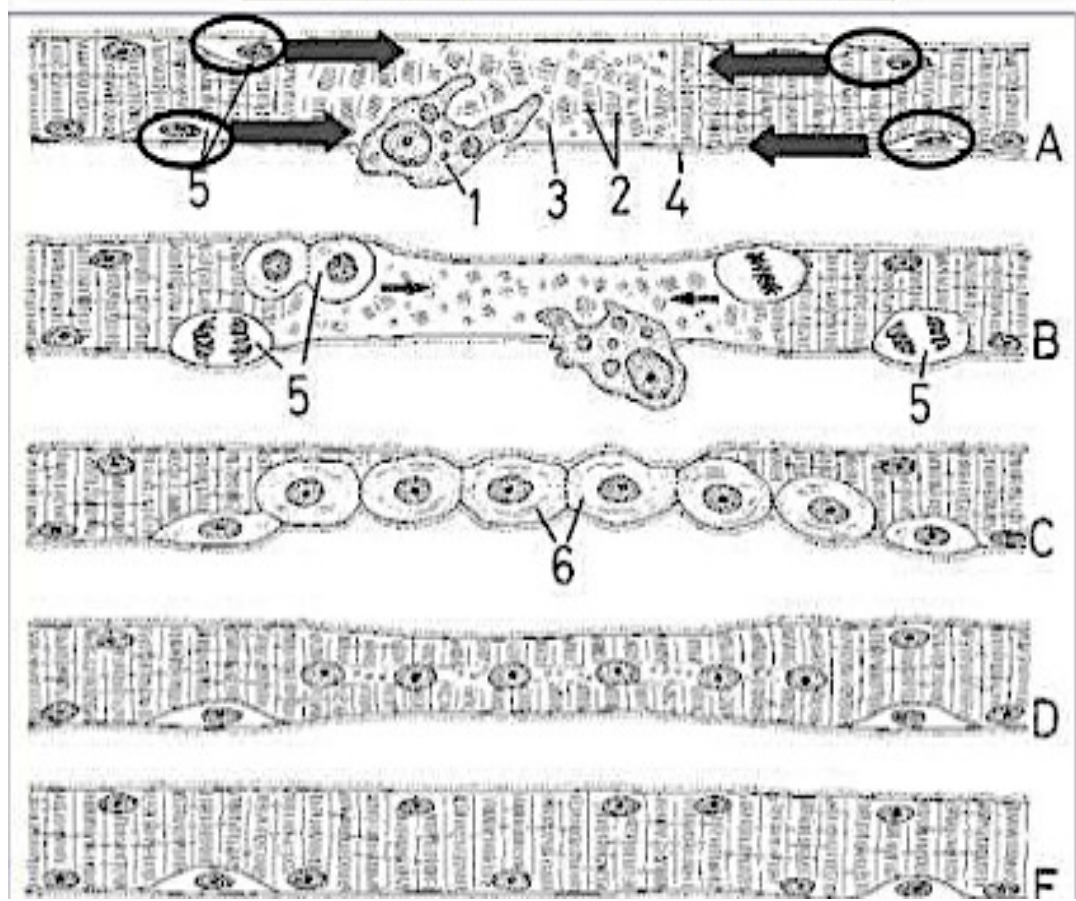
RÉGÉNÉRATION DISCONTINUE

En cas de dégâts importantes

- 1/ Nettoyage des macrophages
- 2/ Les cellules satellites commence à se diviser et à progresser vers la zone lésée
- 3/ Les cellules satellites se disposent en ligne, fusionnent et synthétise les myofibrilles donnant des sarcomères.
- 4/ Les noyaux sont repoussés en périphérie.

NB : Ce type de régénération retrace toutes les étapes de l'histogenèse.


Régénération discontinue



QCM



QCM 1 : À propos du tissu musculaire, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) Les péricytes permettent d'expulser le contenu des glandes
 - B) Les myofibroblastes jouent un rôle dans la migration de certaines cellules
 - C) Le réticulum sarcoplasmique est l'équivalent du réticulum endoplasmique rugueux dans le tissu musculaire
 - D) Le sarcoplasme correspond au cytoplasme des cellules musculaires
 - E) Toutes les propositions sont fausses
- 

QCM 1 : BD

A) Faux : Les péricytes régulent le débit sanguin

B) Vrai

C) Faux : C'est le REL 😊

D) Vrai

E) Faux

QCM 2 : À propos du tissu musculaire strié squelettique, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La bande A est une bande de longueur constante quelque soit l'état du muscle
- B) La bande H peut disparaître en cas de contraction maximale du muscle
- C) La contraction se fait par une interaction entre la tête S1 et l'actine une fois la troponine I déplacé
- D) Un filament d'actine peut être entouré par 3 filaments d'actine et/ou 3 filaments de myosine
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 2 : ABCD



QCM 3 : Concernant le muscle strié squelettique, Donnez les propositions correctes

- A) Les champs de Conheim sont plusieurs sarcomères mis bout à bout. L'endomysium va recouvrir les champs de Conheim et les cellules satellites.
- B) Les vaisseaux et les nerfs passent dans l'endomysium.
- C) L'épimysium entoure le muscle entier, lui-même constitué d'un ensemble de faisceaux.
- D) En microscopie, on va observer une striation transversale sur les fibres musculaires squelettiques : des régions claires correspondant aux bandes I et des régions sombres correspondant aux bandes A.
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 3 : ACD

A) Vrai.

B) Faux : les vaisseaux vasculaires et nerveux passent sous le périnysium.

C) Vrai.

D) Vrai.

E) Faux.

QCM 4 : Concernant le muscle lisse, donnez les propositions correctes.

- A) Les sarcomères de la cellule musculaire lisse lui permettent une contraction en torsion (3D).
- B) Les cellules sont maintenues en faisceaux par de minces couches de tissu collagénique contenant des vaisseaux et des nerfs.
- C) Les myofibrilles sont insérées sur des corps denses dispersés partout dans le sarcoplasme sauf autour du noyau central.
- D) La cellule musculaire lisse ne possède pas de triade mais présentera de petites invaginations ou caveolae fonctionnant comme des triades.
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 4 : BCD

A) Faux : le muscle lisse ne présente pas une organisation en sarcomère

B) Vrai.

C) Vrai.

D) Vrai.

E) Faux.

QCM 5 : Concernant le muscle cardiaque, donnez les propositions correctes.

- A) Les cellules des tissus musculaires lisses et striés cardiaques sont reliées entre elles par des gap-junctions
- B) Chaque cellule cardiaque a un unique noyau
- C) Les diades des fibres musculaires cardiaques dérivent de la fusion initiale de deux myoblastes cardiaques
- D) La contraction automatique et rythmique du cœur est assuré par le système cardionecteur
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 5 : ABD

A) Vrai


B) Vrai

C) Faux. ATTENTION, item du CC d'il y a quelques années 😊

D) Vrai

E) Faux

QCM 6 : Concernant la régénération musculaire, donnez les propositions correctes.

- A) La régénération discontinue est mise en place quand la membrane basale a subi des dégats importants
 - B) Les fibres musculaires peuvent se régénérer si la membrane basale est intacte et que l'écart entre les 2 parties intactes de la fibre n'est pas trop grand.
 - C) La régénération du muscle cardiaque est théoriquement impossible
 - D) La régénération discontinue du muscle strié squelettique retrace toutes les étapes de l'histogenèse.
 - E) Toutes les réponses sont fausses
- 

QCM 6 : BCD

A) Faux, si la membrane basale est lésée, il ne peut pas y avoir de régénération

B) Vrai

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux



GARE AU



GARY-LLE

KIKOO

JE SUIS ANDOTARIE

MERCI DE VOTRE ATTENTION



**SELFIE
REBECHAT**