

Physiologie Musculaire

Marlène Gonzalez Sances

Propriétés physiques des myocytes

Excitabilité

Génère un potentiel d'action en réponse à un stimulus chimique, électrique ou mécanique

Contractilité

Se raccourcit avec force grâce au glissement des filaments d'actine sur la myosine

Extensibilité

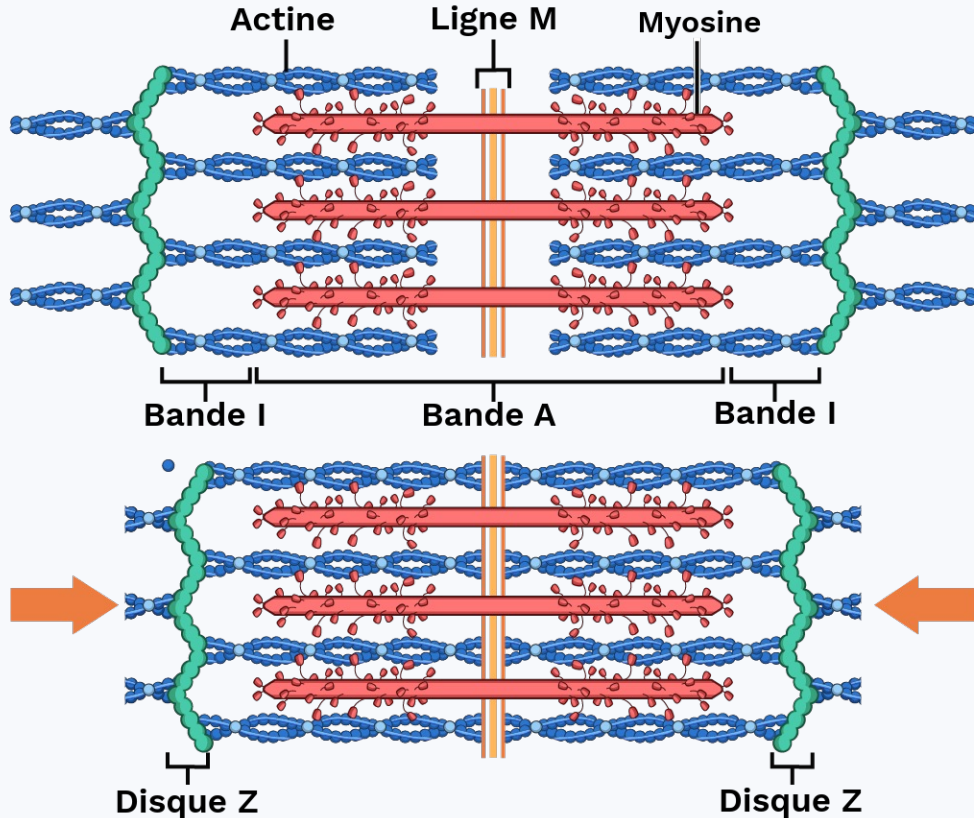
S'étire au-delà de sa longueur de repos sans se déchirer

Élasticité

Retrouve sa longueur initiale : assurée par la titine (ressort moléculaire)

Muscle strié squelettique

Le sarcomère : unité contractile



Bandes I

raccourcissent

Zone H

disparaît

Bande A

longueur constante ✓

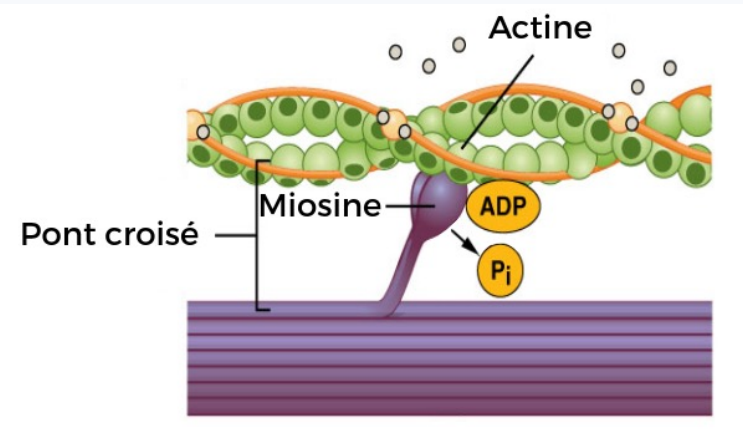
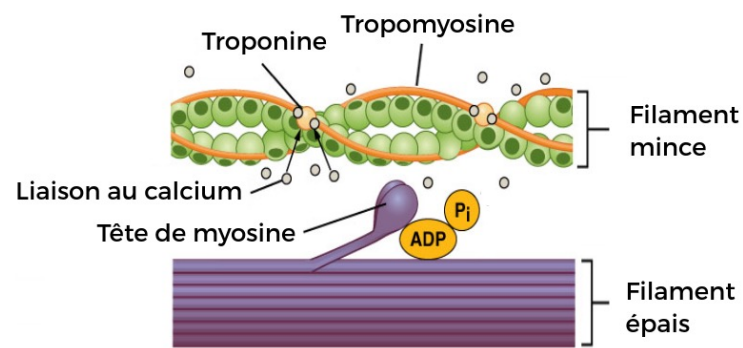
Lignes Z

se rapprochent

Cycle des ponts d'union

1 Liaison (accrochage)

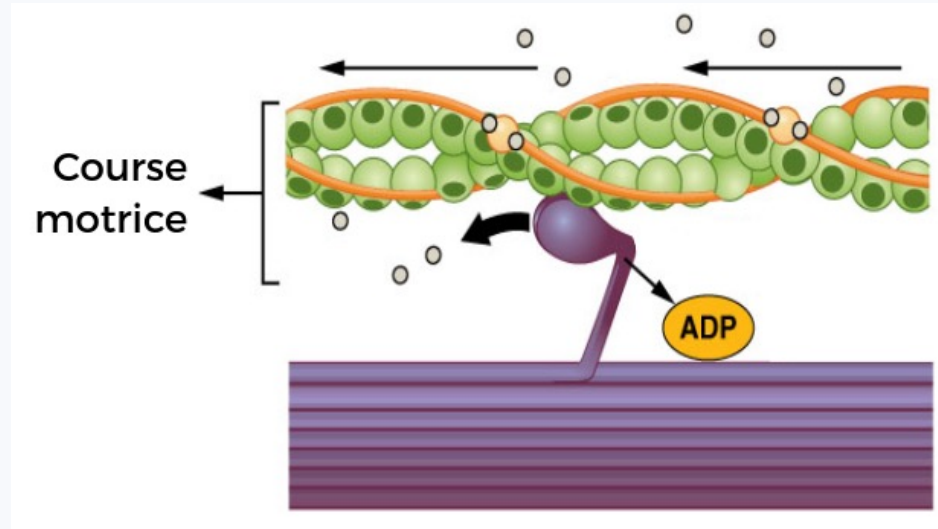
$\text{Ca}^{2+} \rightarrow$ troponine C
tropomyosine déplacée
sites actine exposés



Cycle des ponts d'union

2 Pivotement (coup de rame)

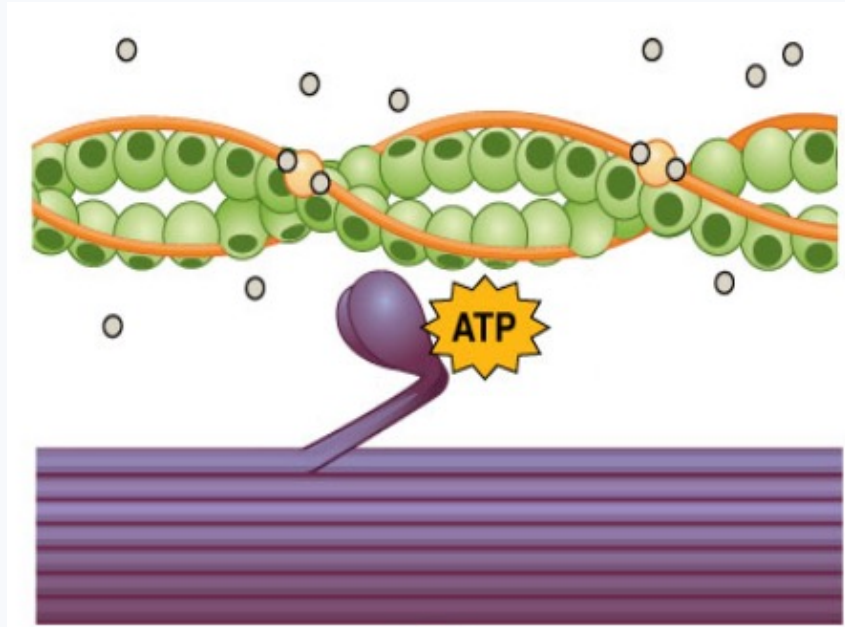
Tête bascule : haute $\rightarrow$ basse énergie
Actine tirée vers ligne M
Libération ADP + Pi



Cycle des ponts d'union

3 Décrochage

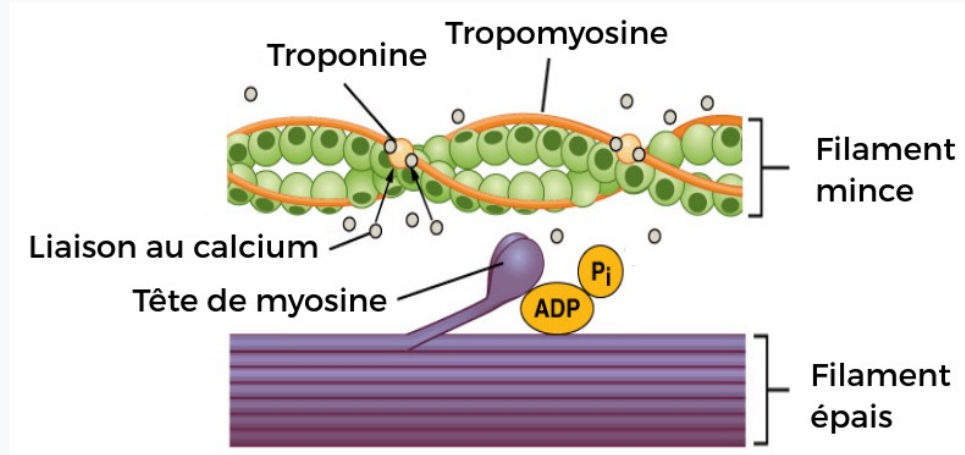
Fixation d'un nouvel ATP
→ détachement de la tête
de myosine



Cycle des ponts d'union

4 Réarmement

Hydrolyse $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$
Tête reprend position
haute énergie



Tant que Ca^{2+} présent et ATP disponible $\rightarrow$ le cycle se répète

Rôle du calcium et de l'ATP

Calcium (Ca^{2+})

Se lie à la **troponine C**

→ déplace la tropomyosine

→ expose les sites de liaison de l'actine

Stocké dans le réticulum sarcoplasmique (RS)

ATP

Deux rôles essentiels :

1. Décrochage de la tête de myosine après pivot
2. Réarmement (hydrolyse → haute énergie)

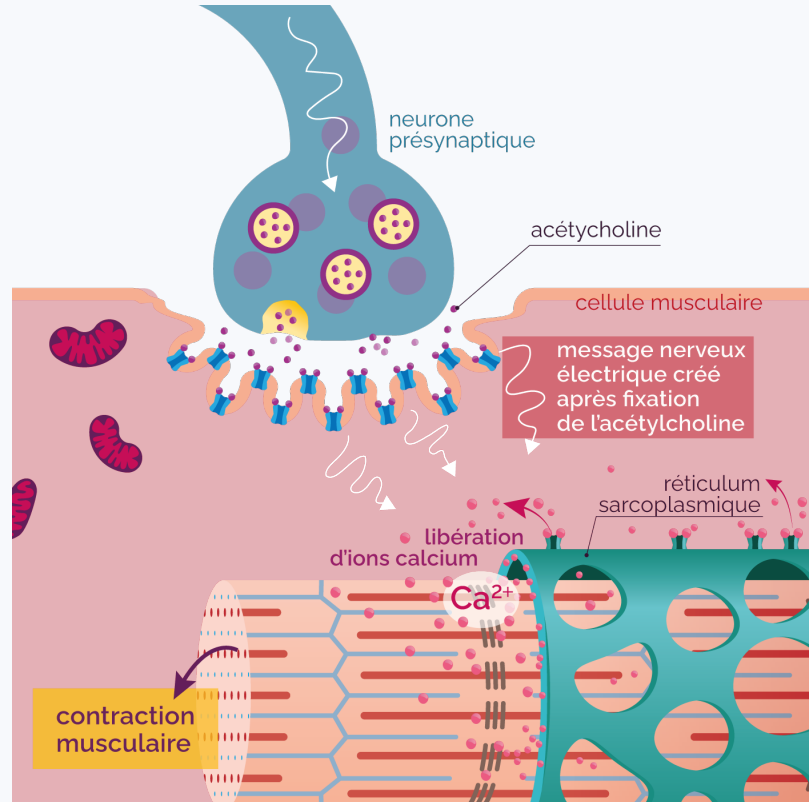
Sans ATP → tête verrouillée sur l'actine

→ Rigor mortis

Relaxation musculaire (processus ACTIF)

Fin de l'influx → dégradation ACh → pompes SERCA recaptent Ca^{2+} (consommant ATP) → Ca^{2+} cytosolique chute
→ tropomyosine rebouche les sites actine

La synapse neuromusculaire



Couplage excitation-contraction

1

Potentiel d'action → terminaison axonale

Ouverture canaux Ca^{2+} → exocytose ACh

2

ACh → récepteurs nAChR

Dépolarisation plaque motrice → PA musculaire

3

PA → tubules T

Activation récepteurs DHPR (voltage-dépendants)

4

Ouverture RyR1 du RS

Libération massive Ca^{2+} dans sarcoplasme

5

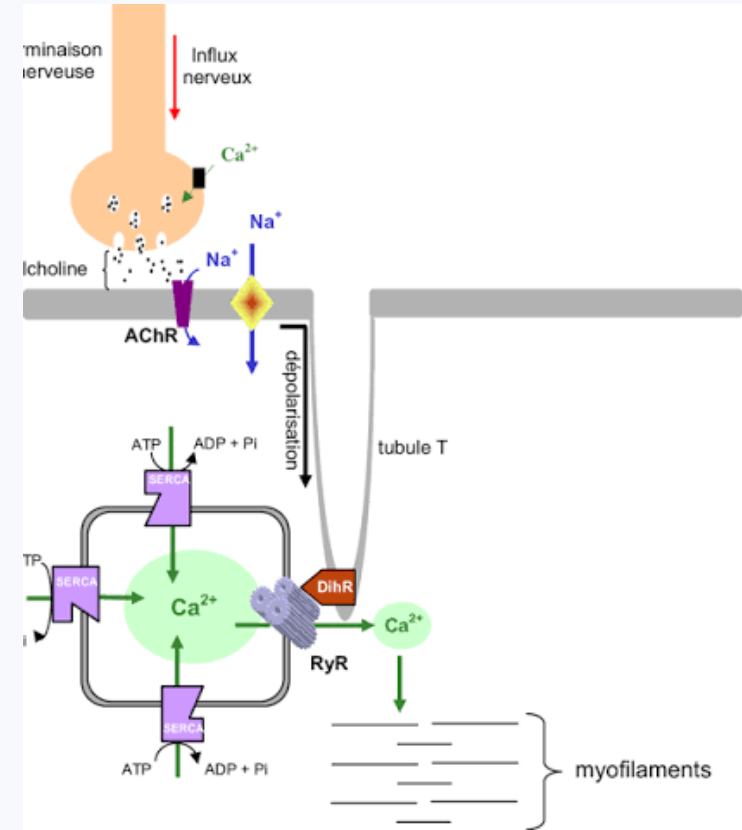
Ca^{2+} + troponine C

Déplacement tropomyosine → sites actine exposés

6

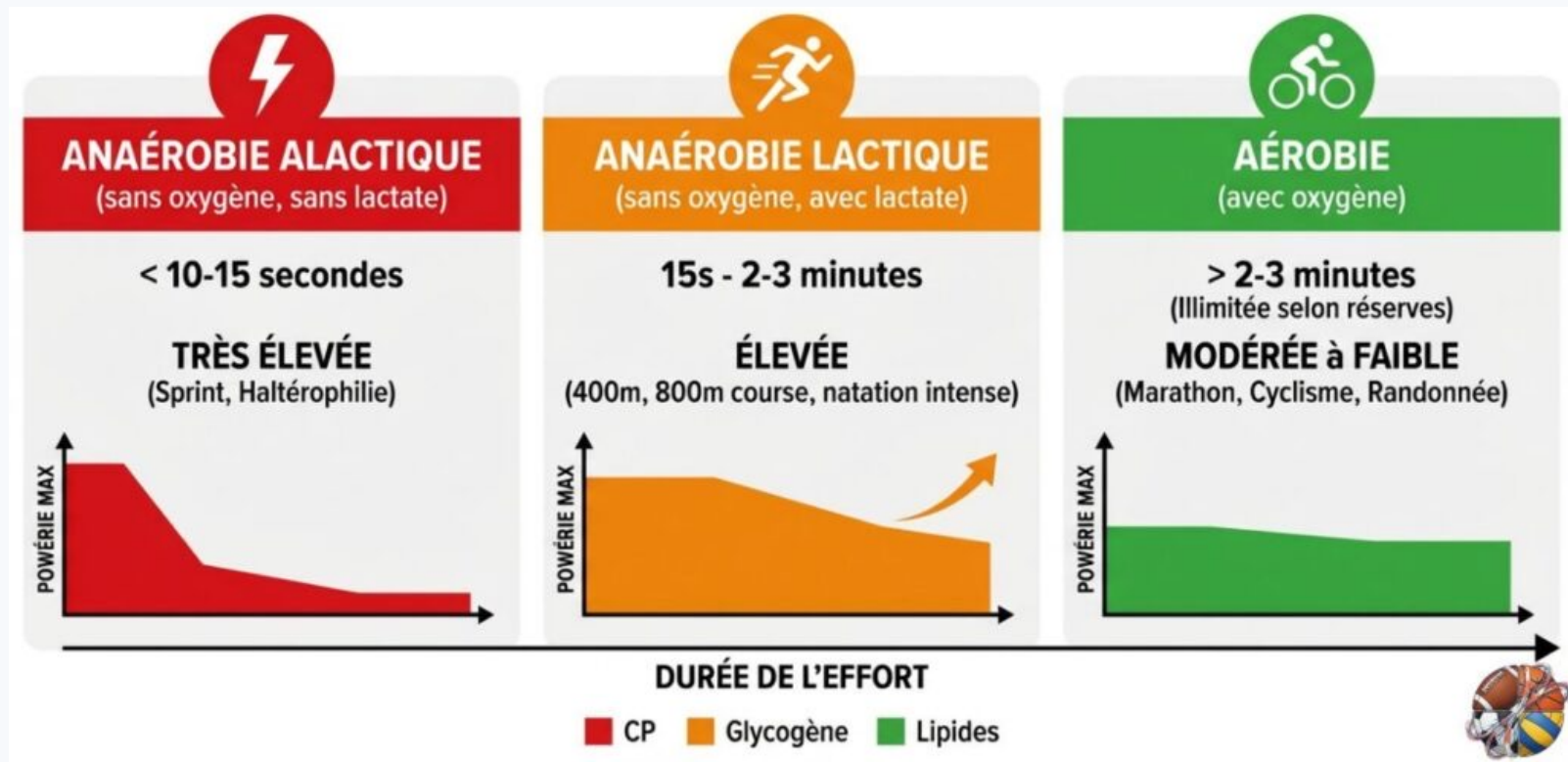
Cycle des ponts d'union

Contraction musculaire



Régénération de l'ATP

Les trois filières énergétiques



Spécialisation des fibres musculaires

Les 3 types de fibres squelettiques

Type I	
Lente : Rouge	
Métabolisme	Aérobie
Myoglobine	Abondante
Mitochondries	Nombreuses
Résistance fatigue	Très élevée
Vitesse	Lente
Exemples	Soléaire, diaphragme
Effort	Endurance

Type IIa	
Intermédiaire : Rose	
Métabolisme	Mixte
Myoglobine	Modérée
Mitochondries	Nombreuses
Résistance fatigue	Élevée
Vitesse	Rapide
Exemples	Quadriceps
Effort	Intermédiaire

Type IIb	
Rapide : Blanc	
Métabolisme	Anaérobie
Myoglobine	Faible
Mitochondries	Rares
Résistance fatigue	Faible
Vitesse	Très rapide
Exemples	Gastrocnémien, oculaires
Effort	Sprint / force explosive

Muscle lisse

Structure du muscle lisse



Cellule

Fusifforme · uninucléée · 2-10 μm × 50-500 μm



Pas de sarcomères

Filaments organisés autour de corps denses ($\approx$ lignes Z)



Filaments fins

Actine ancrée aux corps denses cytoplasmiques + membranaires



Filaments épais

Myosine lisse (MHC-SM) : moins nombreux, non continus



Source Ca^{2+}

Milieu extracellulaire + RS rudimentaire (via IP_3R / RyR)

Différences vs muscle squelettique

- ✗ Pas de striation visible
- ✗ Pas de tubules T
- ✗ Pas de troponine
- ✓ Jonctions gap (unitaire)
- ✓ Automacéité partielle
- ✓ Tonus prolongé (latch)
- ✓ Grandes variations de longueur

Mécanisme de contraction du muscle lisse



→ **CONTRACTION** par glissement actine-myosine (identique au muscle squelettique)

Relaxation : MLCP (phosphatase) déphosphoryle la MLC → inactivation myosine | Pompes SERCA + Ca²⁺-ATPases → baisse Ca²⁺

Différence clé : Troponine C (squelettique) ≠ Calmoduline + MLCK (lisse) → régulation plus lente mais graduée et fine

Types de muscles lisses

Unitaire (viscéral)

- Jonctions communicantes (gap) → syncytium fonctionnel
- Potentiels d'action spontanés → automacrité
- Cellules interstitielles de Cajal (pacemakers digestifs)
- Exemples : intestin, utérus, uretères, petites artères

Multi-unitaire

- Peu ou pas de jonctions gap
- Chaque cellule innervée indépendamment
- Contrôle nerveux fin et précis
- Exemples : muscle ciliaire, pilomoteurs, grandes artères, voies aériennes

Régulation du muscle lisse

Système Nerveux Autonome

Sympathique (NA)

$\alpha_1 \rightarrow$ vasoconstriction

$\beta_2 \rightarrow$ bronchodilatation, relâchement utérin

Parasympathique (ACh)

$M_2/M_3 \rightarrow$ contraction digestive

Bronchospasme, contraction vésicale

Agents hormonaux / paracrines

Ocytocine

Contraction utérus (parturition)

Angiotensine II

Vasoconstriction (HTA)

NO / PGI₂

Vasodilatation

Adrénaline (β_2)

Bronchodilatation

Endothéline-1

Vasoconstriction puissante