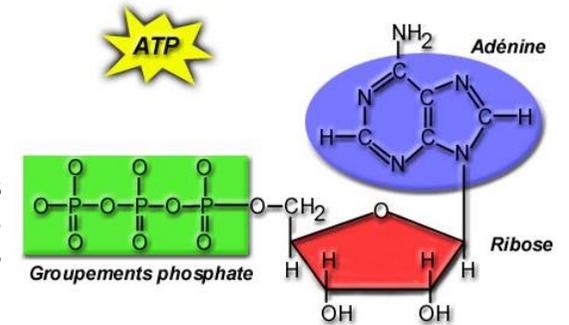


THEME 3 - Energie et cellule vivante

TP6 - Vie cellulaire et énergie

Les cellules vivantes ont besoin d'énergie pour effectuer un certain nombre de travaux cellulaires. Ces travaux cellulaires sont très variés : il peut s'agir de réaliser des **travaux mécaniques** et les **mouvements** (mouvement des cils vibratiles de la moule, mouvement de rotation des chloroplastes, contraction des cellules musculaires, flagelle du spermatozoïde ...) mais aussi des **travaux chimiques** (synthèse des protéines, action des enzymes). On cherche à savoir si l'ATP (Adénosine TriPhosphate) pourrait jouer le rôle de molécule énergétique dans la cellule.



Problème posé : Quels sont les rôles joués par l'ATP dans la vie cellulaire animale et végétale?

Matériel et données :

- Microscope optique avec lames-lamelles
- Elodée et/ou moule
- Inhibiteur de la synthèse d'ATP (extrait d'acide cyanhydrique obtenu à partir du Laurier cerise) et Tampon Phosphate utilisé pour l'extraction
- Documents 1 à 4 (recueil documentaire sur la contraction musculaire)

Propositions d'activités

On cherche à vérifier que l'ATP est indispensable à la réalisation de la cyclose (mouvement des chloroplastes à l'intérieur de la cellule) ou à la réalisation des mouvements des cils vibratiles des branchies de la moule

- **ETAPE A :** Proposer une démarche de résolution à partir du matériel disponible.
- **ETAPE B1 :** A l'aide des fiches protocole, réalisez les manipulations proposées afin d'identifier un mouvement cellulaire (mouvement des cils vibratiles de la moule et mouvement de cyclose de l'Elodée). Réalisez 2 lames pour chaque modèle.
Appeler l'examineur pour vérification ou en cas d'absence totale de mouvement
- **ETAPE B2 :** En suivant les fiches protocole, faire diffuser l'inhibiteur de la production d'ATP dans une préparation. Faire diffuser de la même façon le tampon seul ou l'eau de mer dans l'autre préparation (témoin).
- **ETAPE C :** Récapitulez vos résultats sous une forme adéquate.
- **ETAPE D :** A l'aide des expériences et des documents supplémentaires, en déduire l'importance de l'ATP dans les différents types cellulaires étudiés (moule, élodée, cellule musculaire).
- Nettoyez et rangez le matériel utilisé

Capacités

- Proposer une démarche de résolution
- Réaliser une manipulation en suivant un protocole
- Communiquer à l'écrit (représentation des résultats)
- Adopter une démarche explicative
- Gérer l'espace de travail

PROTOCOLE D'OBSERVATION DE LA CYCLOSE ET DE LA DIFFUSION D'UNE SOLUTION DANS UNE PREPARATION MICROSCOPIQUE

Organiser le poste de travail de façon à manipuler proprement et en accord avec les consignes de sécurité.

Repérage de la cyclose : éclairer la préparation sous le microscope environ 10 min diaphragme ouvert, rechercher les cellules actives le long de la nervure centrale au fort grossissement en faisant varier la mise au point.

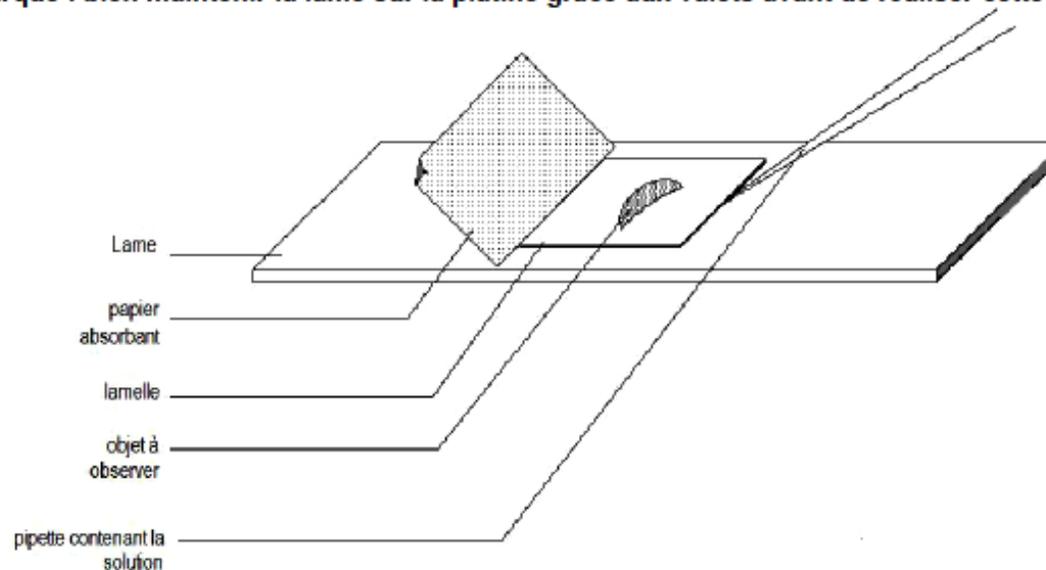
Principe : **mettre** des cellules (présentant des mouvements de cyclose) en présence d'un inhibiteur de la synthèse d'ATP. Cet inhibiteur est dissous dans une solution tampon destinée à éviter les variations brusques de pH. **Mettre** aussi des cellules semblables en présence de ce tampon seul. Vous observerez les résultats sur la cyclose dans les deux cas.

Sécurité : **utiliser la pipette ou le compte-gouttes, n'aspirer en aucun cas par la bouche et porter des gants et des lunettes de protection.**

Laisser la préparation en place centrée sur une cellule en cyclose.

Manipuler de telle manière que la solution diffuse lentement sous la lamelle, de la pipette (ou du compte-gouttes) vers le papier absorbant. Après l'opération, du liquide doit rester sous la lamelle, sans que celui-ci soit en excès (pas de débordement autour de la lamelle ni sur celle-ci).

Remarque : bien maintenir la lame sur la platine grâce aux valets avant de réaliser cette opération



Protocole observation des mouvements des cils vibratiles de la moule

Matériel disponible et protocole d'utilisation du matériel

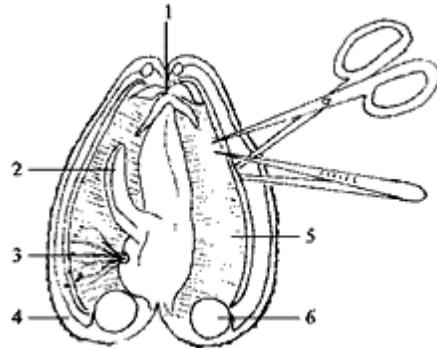
Matériel :

- une **moule** vivante **ouverte**
- cuvette à dissection
- 1 pince fine, ciseaux fins, scalpel, gants
- 2 microscopes
- lames et lamelles
- papier absorbant
- un flacon d'eau de mer (20 mL environ)
- deux petites pipettes munies d'un système d'aspiration
- **inhibiteur de la production d'ATP (extrait d'acide cyanhydrique)**



- **Réaliser deux préparations microscopiques** d'un fragment de branchie de moule (prélevé selon le protocole ci-dessous)
- **Observer au microscope** le mouvement ciliaire avant puis pendant l'ajout de l'inhibiteur ou de l'eau de mer (selon le protocole ci-dessous)

Protocole de dissection d'un fragment de branchie d'une moule



- **Prélever** un petit fragment du bord d'une branchie à l'aide de ciseaux fins et d'une pince fine.
- **Placer** le fragment entre lame et lamelle dans une goutte d'eau de mer.

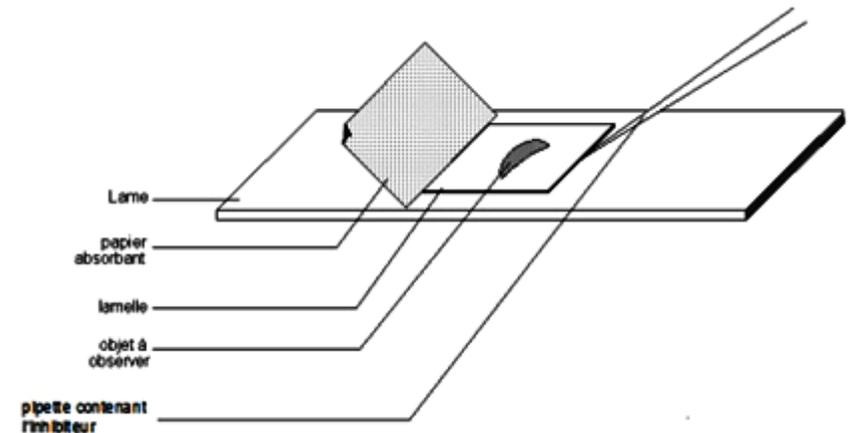
Légende :

- 1. Palpes labiaux et bouche
- 2. Pied musculueux
- 3. Filaments du byssus
- 4. Manteau

- 5. Branchies
Les branchies sont bien visibles et de couleur marron-beige
- 6. Muscle adducteur postérieur

Protocole de diffusion de l'inhibiteur de production d'ATP

- **Utiliser** la pipette pour prélever l'inhibiteur.
- **Sans modifier** la position de la lame sur la platine du microscope, **faire** diffuser l'inhibiteur ou l'eau de mer en suivant le protocole schématisé ci-dessous.



L'acide cyanhydrique, est un "poison métabolique" qui **bloque** la production d'ATP.
En présence de ce poison, l'ATP ne peut donc pas être renouvelé.

Document 1 : Quelques données sur les muscles striés squelettiques

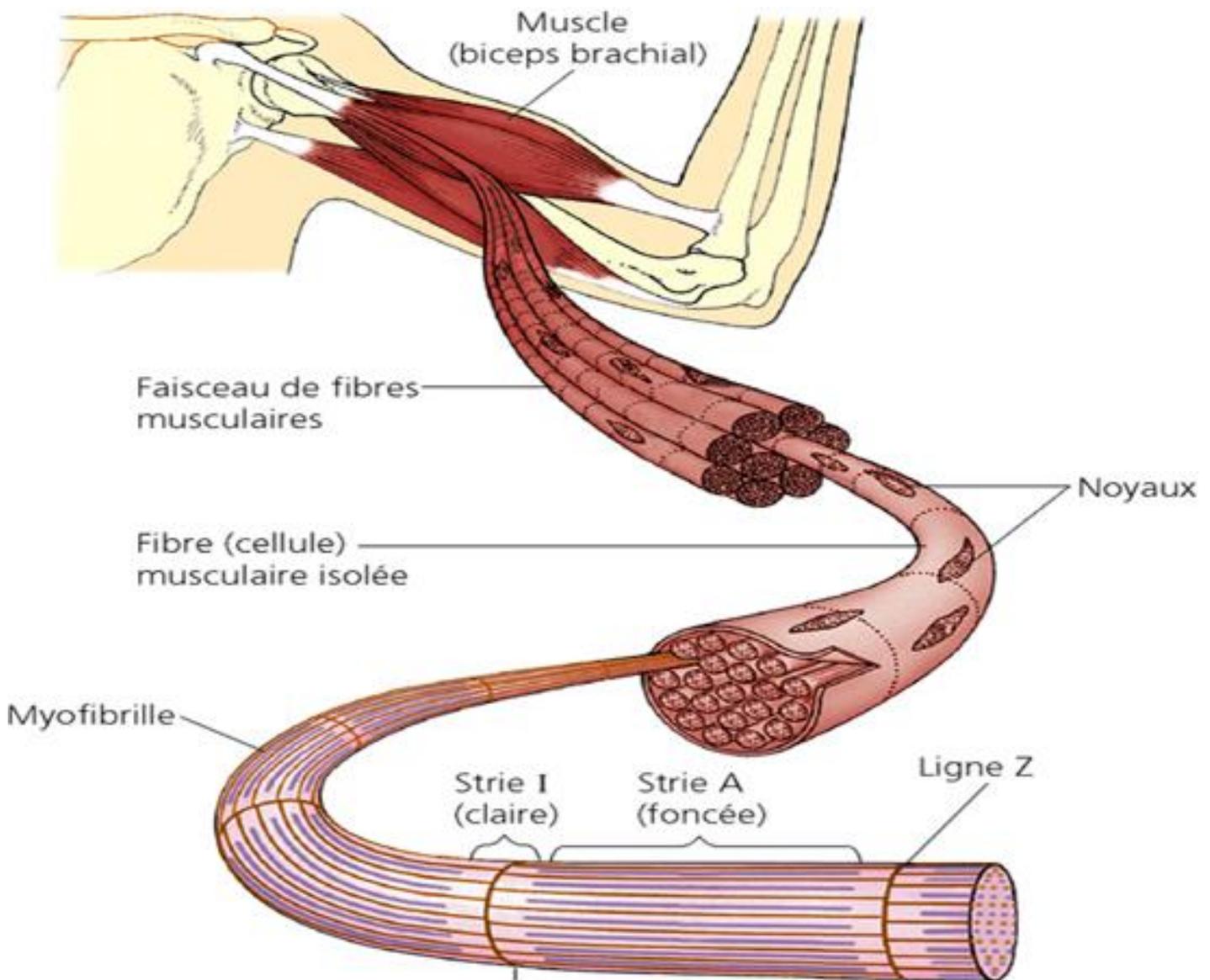
On appelle **muscles squelettiques** des muscles qui sont reliés aux os du squelette par des **tendons**. Ils permettent les **mouvements**.

Un **muscle squelettique** est formé de **fibres musculaires** longitudinales de 10 à 100 μm de diamètre, pouvant atteindre plusieurs centimètres de long et formées de plusieurs **cellules fusionnées** (plusieurs noyaux). Chaque fibre rassemble plusieurs centaines de **myofibrilles** de 1 à 2 μm de diamètre.

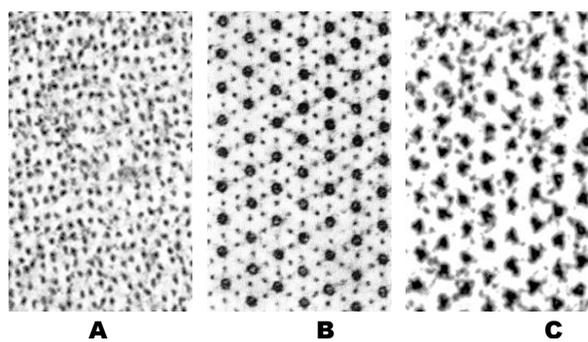
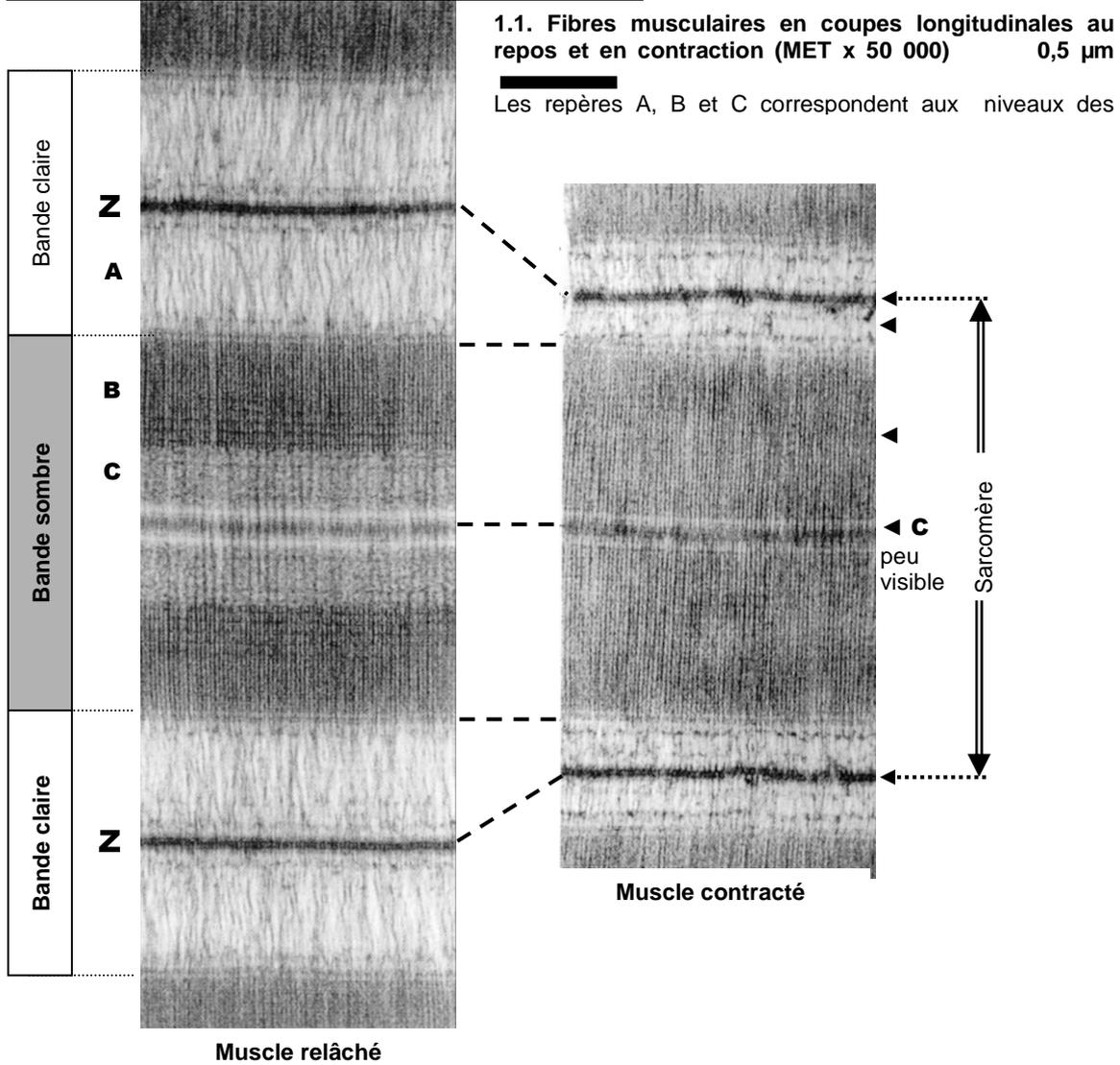
Chaque myofibrille est formée d'une succession de **sarcomères** limités par deux **stries Z**. Ce sont des **unités structurales et fonctionnelles** qui se contractent toutes de manière comparable. Si la longueur d'un sarcomère passe de 2,5 μm à 2 μm , une myofibrille formée de 20 000 sarcomères se raccourcit de 1 cm ($= 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \times 2 \cdot 10^4$).

Chaque sarcomère est formé de **myofilaments** longitudinaux. Ce sont assemblages protéiques fibreux, visibles uniquement au microscope électronique et parallèles entre eux. On distingue :

- des myofilaments épais de **myosine**, localisés au niveau des bandes sombres ;
- des myofilaments fins d'**actine**, rattachés aux stries Z.

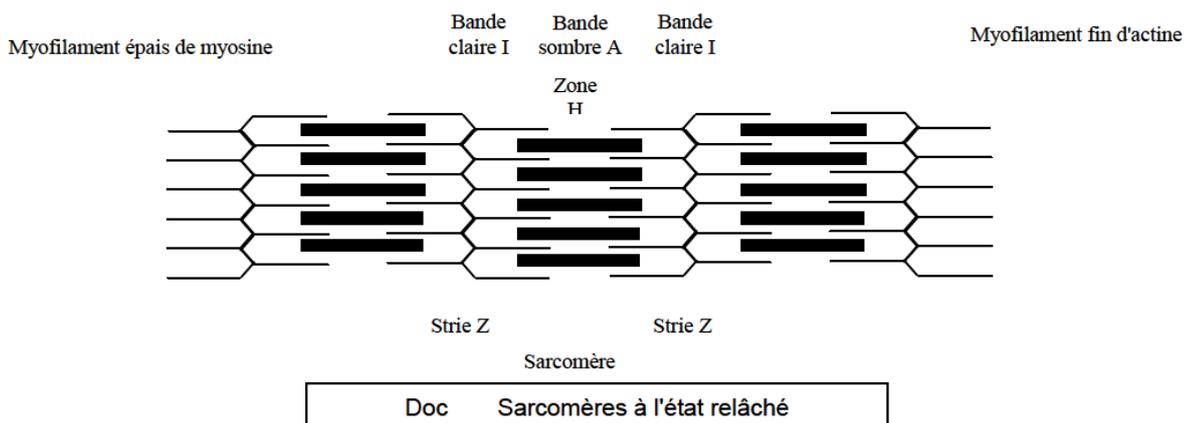


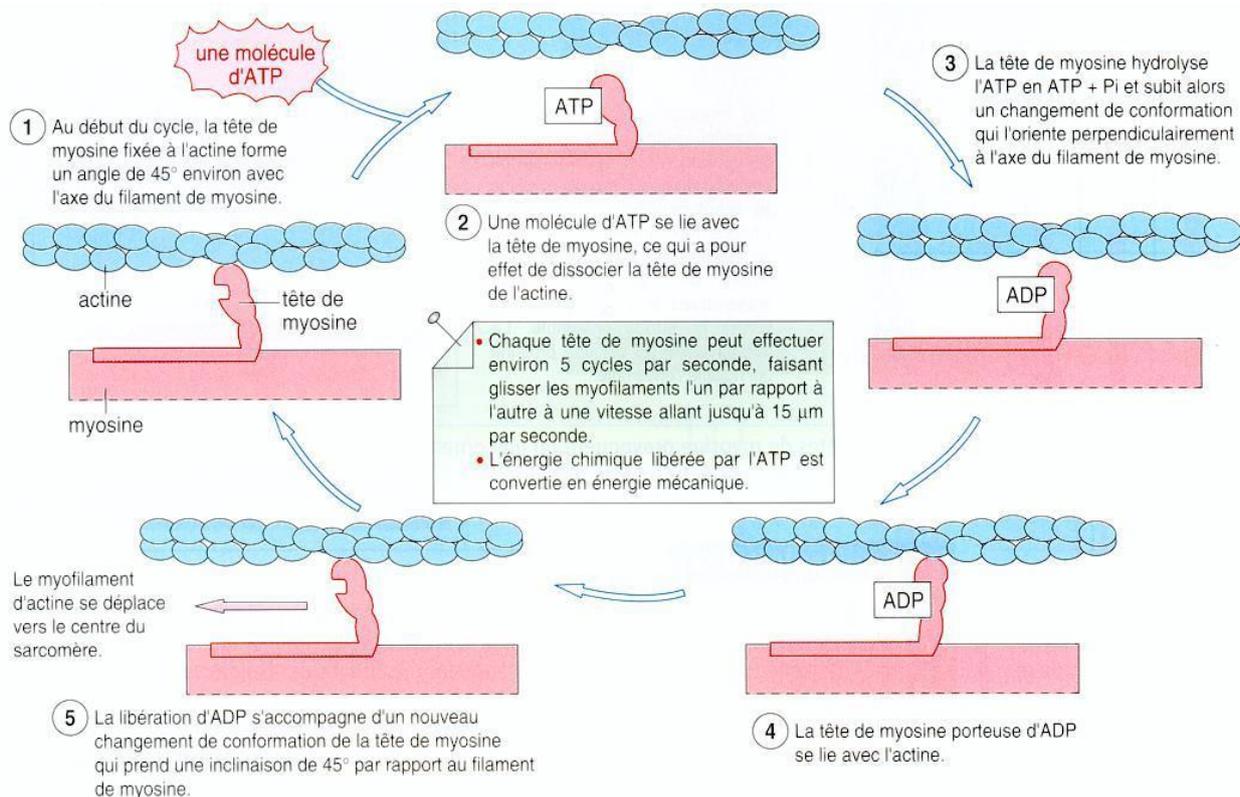
Document 2 : Ultrastructure de la cellule musculaire



1.2. Coupes transversales de fibres musculaires (MET x 100 000)

- A.** Au niveau d'une bande claire.
- B.** Au niveau d'une bande sombre.
- C.** Au niveau médian d'une bande sombre quand le muscle est relâché.





Mécanismes moléculaires en jeu au moment de la contraction musculaire

Document 3 : Étude expérimentale de la contraction musculaire et de la synthèse d'ATP

Des dosages en parallèle du glycogène et de l'ATP sont effectués avant et après contraction d'un muscle squelettique d'Amphibien stimulé pendant plusieurs minutes.

		Avant la contraction	Après la contraction
Conditions témoin	glycogène	10,8 g.kg ⁻¹	8 g.kg ⁻¹
	ATP	4 à 6 mmol. kg ⁻¹	4 à 6 mmol. kg ⁻¹
Le muscle reste contracté pendant toute la durée de la stimulation.			
Après injection d'un inhibiteur de synthèse de l'ATP	glycogène	10,8 g.kg ⁻¹	10,8 g.kg ⁻¹
	ATP	4 à 6 mmol. kg ⁻¹	0
Arrêt presque immédiat de la contraction musculaire malgré le maintien de la stimulation			

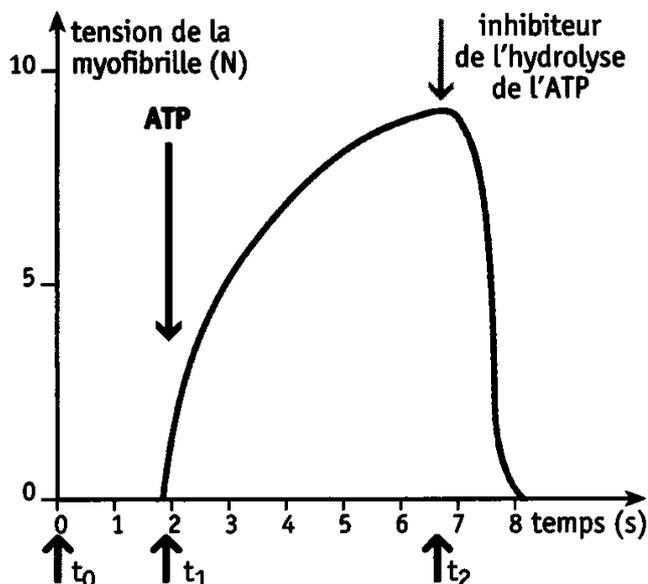
Document 4 : Étude expérimentale de la contraction de myofibrilles isolées et utilisation d'ATP

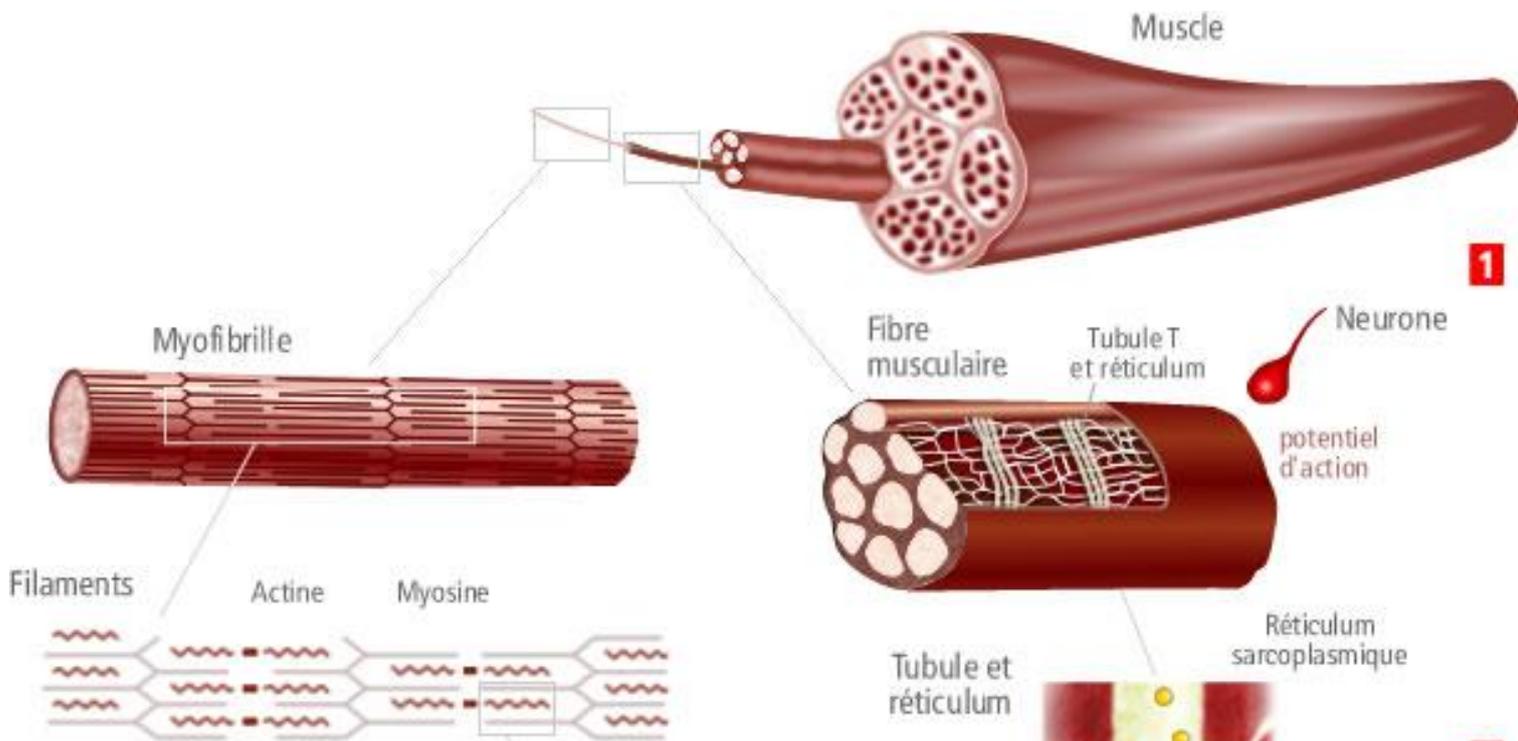
t₀ sans ATP

t₁ addition dans le milieu d'une forte dose d'ATP

t₂ addition d'une substance inhibant l'hydrolyse de l'ATP (Salyrgan).

Remarque : la tension mesurée est proportionnelle à la contraction, des myofibrilles isolées.





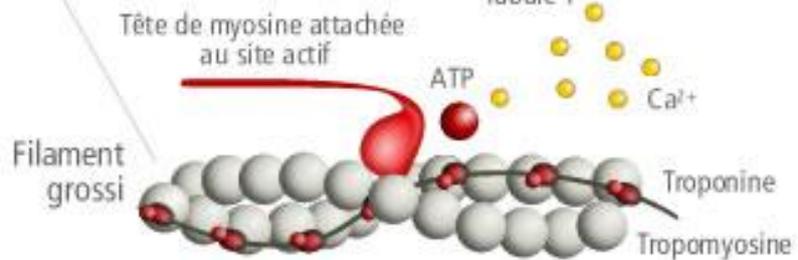
1

2

3

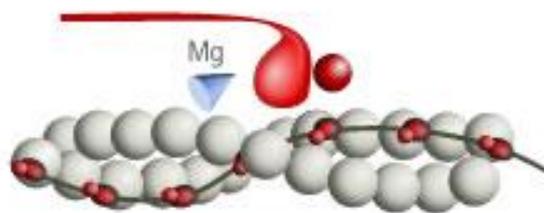
4

4a. Un ATP (énergie) se fixe sur une tête mobile (myosine) qui se libère ainsi de son lien avec le filament (actine).

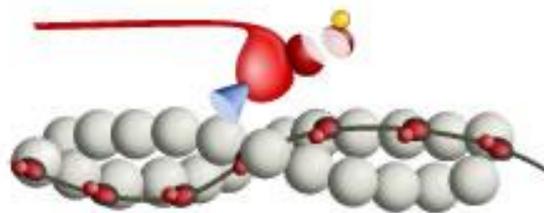


Contraction

4b. La tête mobile se détend. L'arrivée du calcium sur une partie du filament (troponine) induit un changement de forme d'une autre partie de ce filament (tropomyosine).



4c. Un magnésium s'est fixé sur la tête mobile entraînant l'utilisation de l'énergie. La molécule d'ATP se casse et libère un phosphate et un proton H^+ . Le changement de forme du filament a donné accès à un site "prêt à recevoir" la tête mobile.



4d. La tête s'est fixée au filament. Elle se replie de manière active entraînant le filament avec elle. Le mouvement est ainsi créé. Le magnésium et l'ATP cassé (ADP) quittent la tête de myosine.

