

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

Matière : SVT	Série 4 : ACTIVITE MUSCULAIRE	Professeur : M. Fall
Groupe Excellence (cours en ligne)		Niveau : TS

## MAITRISE DES CONNAISSANCES

### Exercice 1 :

Coche pour chacun des items suivants la ou les lettre (s) correspondant à la (ou aux) réponse(s) correcte(s).

**1) Dans la plaque motrice, le neurotransmetteur libéré :**

- a- est l'acétylcholine.
- b- est la noradrénaline.
- c- provoque l'ouverture des canaux C++ voltage -dépendants.
- d- provoque l'ouverture des canaux Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> chimiodépendants.

**2) Les ions Ca++ interviennent dans la transmission synaptique :**

- a- neuromusculaire.
- b- neuroneuronique.
- c- en se fixant sur la membrane postsynaptique.
- d- en provoquant l'inactivation du neurotransmetteur.

**3) Le pivotement des têtes des filaments de myosine entraîne :**

- a- l'hydrolyse de l'ATP.
- b- le glissement des filaments d'actine.
- c- le raccourcissement de la longueur des filaments d'actine.
- d- le raccourcissement de la longueur de la bande sombre.

**4) La régénération de l'ATP dans la cellule musculaire se fait à partir :**

- a- de l'acide lactique.
- b- de la phosphocréatine.
- c- de l'ADP<sup>-</sup>.
- d- du glycogène.

**5) Au niveau de la fibre musculaire striée, les ions Ca++ :**

- a- ont libérés du réticulum endoplasmique suite à la naissance d'un potentiel d'action musculaire.
- b- permettent la fixation des têtes de myosine sur l'actine.
- c- permettent la fixation de l'ATP sur les têtes de myosine.
- d- augmentent l'activité ATPasique de l'actine.

### Exercice 2 :

Lors d'une séance de marathon, un des participants ressent une fatigue musculaire et des crampes. Evacué à l'infirmier, il lui est recommandé de se reposer, de ne plus faire un effort physique prolongé et de s'entraîner régulièrement avant de s'engager dans une telle compétition. Cette personne s'adresse à toi pour avoir des explications sur les recommandations de l'infirmier et sur les causes possibles de ce qui lui est arrivé pendant

# Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



cette course. Par un exposé structuré, explique-lui comment l'énergie est consommée par le muscle puis les causes de la fatigue musculaire lors d'un effort physique prolongé et ses manifestations au niveau d'un myogramme.

## Exercice 3 :

Par un exposé clair et illustré, donne les modifications histologiques lorsque le muscle passe de l'état de repos à l'état contracté puis explique les différents types de chaleurs qui accompagnent l'activité musculaire et leurs origines.

## Exercice 4 :

Lors d'une séance de marathon, un des participants ressent une fatigue musculaire et des crampes. Evacué à l'infirmerie, il lui est recommandé de se reposer, de ne plus faire un effort physique prolongé et de s'entraîner régulièrement avant de s'engager dans une telle compétition. Cette personne s'adresse à toi pour avoir des explications sur les recommandations de l'infirmier et sur les causes possibles de ce qui lui est arrivé pendant cette course. Par un exposé structuré, explique-lui comment l'énergie est consommée par le muscle puis les causes de la fatigue musculaire lors d'un effort physique prolongé et ses manifestations au niveau d'un myogramme.

## COMPETENCES METHODOLOGIQUES

## Exercice 1 :

On s'intéresse à l'étude de quelques aspects de l'activité musculaire. Pour cela on réalise les séries d'expériences suivantes :

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

## 1<sup>ère</sup> série d'expériences :

Expériences	Résultats
1- On réalise une observation au microscope électronique d'un sarcomère avant et après injection d'une solution riche en ions calcium ( Ca++) dans le sarcoplasme .	Le sarcomère montre l'état « a » avant l'injection de la solution riche en ions calcium et l'état « b » après l'injection de la solution riche en ions Ca++.   sarcomère état « a » état « b »
2- On cultive des fibres musculaires dans un milieu contenant des ions Ca++ radioactifs .Par autoradiographie , on poursuit la radioactivité dans le sarcoplasme et dans le réticulum endoplasmique	-Présence de radioactivité dans le réticulum endoplasmique quand le sarcomère est l'état « a »( expérience 1). -présence de radioactivité dans le sarcoplasme quand le sarcomère est à l'état « b »(expérience1).
3- On pratique une stimulation directe sur une fibre musculaire isolée puis : -On enregistre le potentiel d'action musculaire ( tracé c1 ). -On mesure le taux d'ions Ca++ libres dans le sarcoplasme ( tracé c2 ). -On enregistre la tension de la fibre musculaire ( tracé c3 )	tension de la fibre musculaire (UA)  tracé c3 taux d'ions Ca++ libres dans le sarcoplasme (UA)  tracé c2 potentiel d'action musculaire (mV)  tracé c1 stimulation de la fibre musculaire -90 0 50 100 temps (ms)

1) Analyse les résultats des expériences 1 et 2 afin de déduire une condition nécessaire au passage du sarcomère de l'état « a » à l'état « b ».

2) A partir de l'exploitation des résultats de l'expérience 3 et des informations précédentes, précise la succession des évènements qui se déroulent dans la fibre musculaire suite à sa stimulation.

2ième série d'expériences : En partant du fait qu'au cours de la contraction d'une fibre musculaire, il s'établit une interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine .On extrait ces myofilaments

D'actine et on les cultive dans un liquide physiologique puis on réalise les expériences 4 et 5. Le tableau suivant résume ces expériences et les résultats obtenus.

Expérience	Résultats
4-Myofilaments d'actine +myofilaments de myosine +ions Ca++ .	Pas d'interaction entre les deux types de myofilaments .
5-Myofilaments d'actine +myofilaments de myosine +ions Ca++ , +ATP	-Interaction entre les deux types de myofilaments . -Diminution de la teneur en ATP .

3) A partir de l'analyse comparée des résultats des expériences 4 et 5 déduis une condition nécessaire à l'interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine.

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

4) En exploitant les données précédentes et vos connaissances, explique le mécanisme de l'interaction entre les myofilaments d'actine et de myosine aboutissant au passage du sarcomère de l'état « a » à l'état « b » de l'expérience 1.

3ième série d'expériences : Cette troisième série d'expériences est réalisée sur deux muscles de grenouille M1 et M2 placés dans des conditions précises :

Condition 1 : le muscle M1 est traité par une substance qui bloque la glycolyse.

Condition 2 : le muscle M2 est traité par une substance qui bloque simultanément la glycolyse et la dégradation de la phosphocréatine. On dose trois constituants X, Y et Z (glycogène, phosphocréatine et ATP) de la fibre musculaire avant et après la stimulation des muscles M1 et M2 dans les conditions 1 et 2. Les résultats obtenus sont représentés par le tableau suivant :

Constituants du sarcomère dosés en mg/g de muscle frais	Conditions expérimentales			
	Condition 1	Condition 2	Condition 1	Condition 2
Avant la stimulation de M1	Après la stimulation de M1	Avant la stimulation de M2	Après la stimulation de M2	
X	1	0	1	1
Y	1.35	0	1.35	0
Z	1.07	1.07	1.07	1.07

5) Analyse les résultats de la troisième série d'expériences en vue d'identifier les constituants X, Y et Z.

6) En t'aidant des informations fournies par les données précédentes et vos connaissances, écris les équations des réactions énergétiques en rapport avec l'activité musculaire.

Exercice 2 :

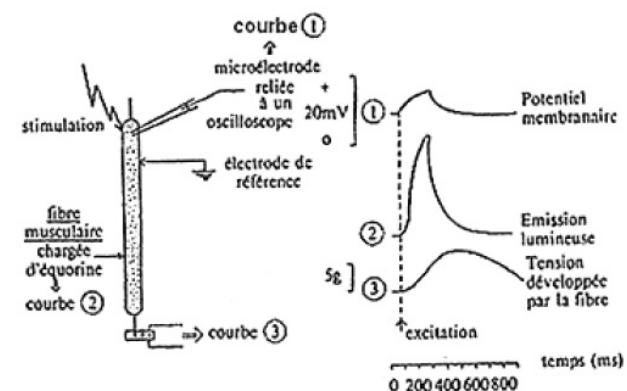
On se propose d'étudier comment les ions  $\text{Ca}^{2+}$  interviennent dans la contraction musculaire. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

#### - Première expérience

L'équorine est une protéine (extraire de certaines Méduses) qui devient luminescente quand elle a fixé deux ions  $\text{Ca}^{2+}$  par molécule : l'émission de la lumière est donc proportionnelle à la concentration des ions  $\text{Ca}^{2+}$  du milieu. Après avoir injecté de l'équorine dans le cytoplasme d'une fibre musculaire géante de balane (un crustacé), on étudie l'effet d'une excitation électrique grâce à un dispositif expérimental approprié qui permet d'enregistrer simultanément le potentiel de membrane, l'émission lumineuse et la tension mécanique développée par la fibre musculaire (document 1).

#### - Deuxième expérience

Après avoir injecté au préalable du  $^{45}\text{Ca}$  (radioactif) dans les fibres musculaires, on fixe ces fibres en phase de relâchement et en phase de contraction. On constate, par autoradiographie, que la radioactivité est située essentiellement dans les cavités du réticulum endoplasmique



Document 1

# Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



lisé (concentration environ mille fois supérieure à celle du cytoplasme) lors de la phase de relâchement, et massivement dans tout le cytoplasme lors de la phase de contraction.

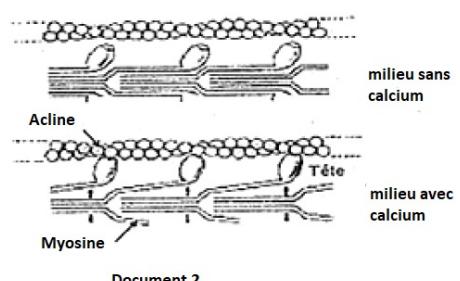
1) *Quelle succession d'événements est montrée par l'étude du document 1*

2) *A partir des informations tirées de ces deux expériences, précise les mouvements du calcium.*

3) *Avec une fibre musculaire décalcifiée et une stimulation identique à celle de la première expérience, quelle allure auraient les trois courbes du document 1 ?*

4) On place de l'actine et des têtes de myosine dans deux milieux : l'un renferme du calcium, l'autre est dépourvu de calcium.

Le document 2 présente les résultats obtenus.



*Analyse le document 2 et déduis-en le rôle des ions  $Ca^{2+}$*

5) L'ATP est une molécule intervenant dans la contraction musculaire. Le document 3 donne les résultats du comportement de l'ATP quand il est mis en présence de certains constituants des myofilaments.

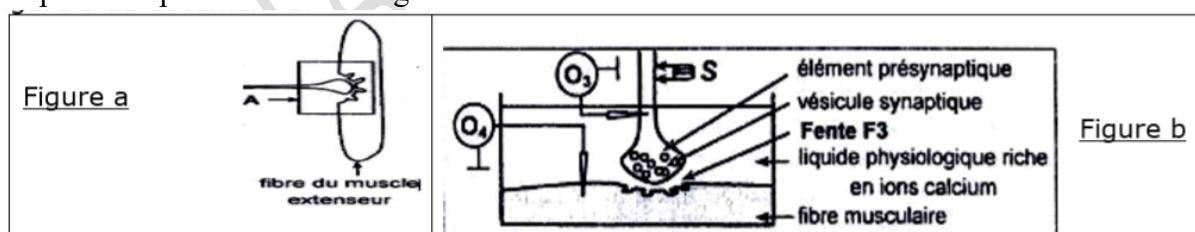
*A partir de l'analyse du document 3, précise les conditions dans lesquelles l'ATP est utilisée lors de la contraction musculaire.*

**Exercice 3 :**

Expériences	Contenu du milieu	
	Au départ	Au bout d'un certain temps
Expériences 1	Myosine + ATP + $Ca^{2+}$	Myosine + ATP + $Ca^{2+}$ ADP et P en faibles quantités
Expériences 2	Actine + ATP + $Ca^{2+}$	Actine + ATP + $Ca^{2+}$
Expériences 3	Myosine + Actine + ATP + $Ca^{2+}$	Myosine + Actine + $Ca^{2+}$ ATP. ADP et P en grandes quantités
Expériences 4	Têtes de Myosine + Actine + ATP + $Ca^{2+}$	Têtes de Myosine, Actine, ATP, $Ca^{2+}$ ADP et P en grandes quantités.

Document 3

On se propose d'étudier le mécanisme de la transmission neuromusculaire, pour cela on réalise une série d'expériences : On isole les structures de la zone A (figure a du document 1 ci-après) qu'on place dans un liquide physiologique riche en ions calcium et on réalise le dispositif expérimental de la figure b du document 1.



Document 1

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

On porte une stimulation S efficace dans différentes conditions expérimentales.

Ensuite,

-On enregistre les phénomènes électriques au niveau des oscilloscope O3 et O4.

-On cherche la présence ou l'absence d'ions calcium dans l'élément présynaptique.

-On mesure le taux d'acétylcholine (ACh) dans la fente synaptique F3.

Les expériences et les résultats obtenus sont présentés par le document 2 ci-dessus.

Expériences		Résultats			
		Enregistrement en O <sub>3</sub>	Ions calcium dans l'élément présynaptique	Taux d'ACh dans F3	Enregistrement en O <sub>4</sub>
3	On porte la stimulation S		+	100 mmoles/L	
4	Injection, dans l'élément présynaptique, de la toxine botulique ; puis, on porte la stimulation S.		+	nul	
5	Addition, dans le liquide physiologique, d'une conotoxine ; puis, on porte la stimulation S.		-	nul	
6	Injection, dans la fente F3, du curare, toxine ayant une structure proche de celle de l'acétylcholine ; puis, on porte la stimulation S.		+	100 mmoles/L	

+ : présence - : absence

1) A partir de l'exploitation des résultats obtenus et de tes connaissances, dégage :

a- L'effet de chaque toxine sur la transmission neuromusculaire sachant que chacune de ces toxines agit sur un niveau bien déterminé de la synapse .

b- Le rôle des ions calcium dans la transmission neuromusculaire.

c- Le mode d'action de l'acétylcholine

2) A partir des informations tirées de l'exercice et en faisant appel à tes connaissances, explique, schéma à l'appui, le mécanisme de la transmission neuromusculaire.

Exercice 4 :

A/ Le document 1 représente une microphotographie de deux structures A et B impliquées dans la transmission du message nerveux lors du réflexe myotatique.

1) Titre et annote le document 1 en reportant les numéros 1, 2, 3 et 4.

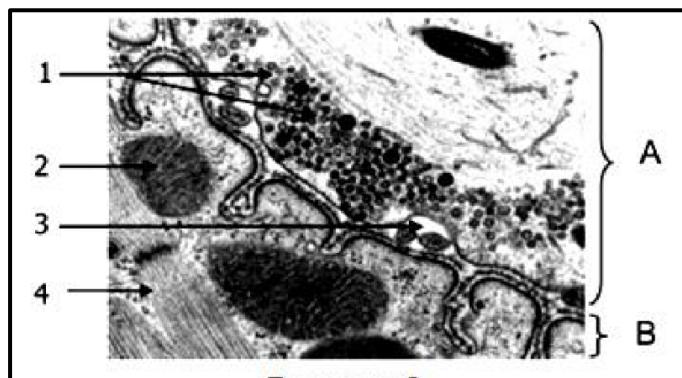
2) Identifie les deux structures A et B du document 1. Justifie ta réponse.

3) Précise la succession des événements qui se produisent depuis l'arrivée du potentiel d'action au niveau de la structure A jusqu'à la naissance d'un potentiel d'action au niveau de la structure B.

4) Donne dans un tableau deux particularités structurales et deux particularités fonctionnelles pour

a- la synapse présentée dans le document 1.

b- la synapse neuroneuronique excitatrice.



# Groupe Excellence



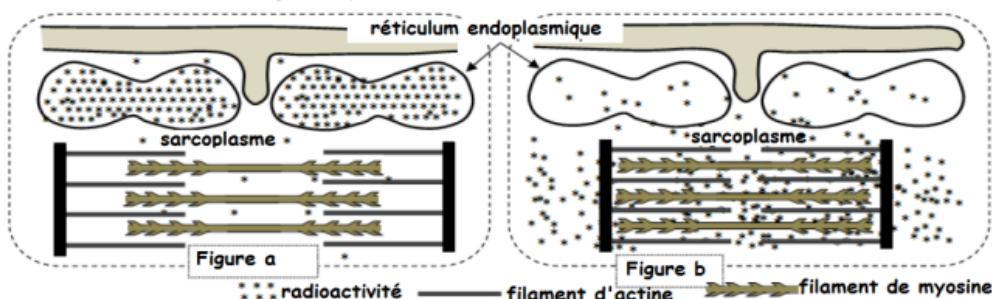
Excellez avec les meilleurs professeurs !

## Exercice 5 :

En suivant une émission télévisée sur l'activité du muscle squelettique, ton camarade note que les ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) jouent un rôle primordial dans la contraction musculaire. Il te sollicite pour un éclairage. Pour l'aider à comprendre, les documents suivants (1, 2, 3) sont mis à ta disposition.

### Document 1. Localisation des ions calcium.

Des fibres musculaires striées sont isolées et cultivées dans un milieu physiologique contenant des ions calcium radioactifs, puis réparties en deux lots. Les fibres du lot 1 sont fixées en état de relâchement alors que les fibres du lot 2 sont fixées en état de contraction suite à une stimulation efficace. Par autoradiographie, la localisation de la radioactivité est détectée au niveau des fibres de chaque lot. Les figures du document 1 présentent des résultats de cette détection (la figure a pour les fibres du lot 1, la figure b pour les fibres du lot 2).



disposition.

### Document 2. Electronographie des myofilaments.

L'étude biochimique et l'observation électronographique des myofilaments d'actine et de myosine, dans des fibres musculaires en absence et en présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ , ont permis de construire le modèle présenté dans les figures c et d ci-après.

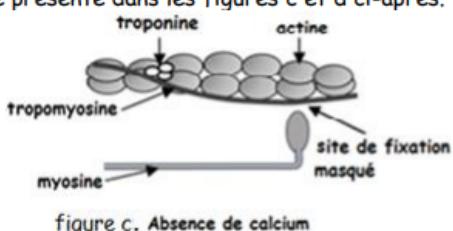


figure c. Absence de calcium

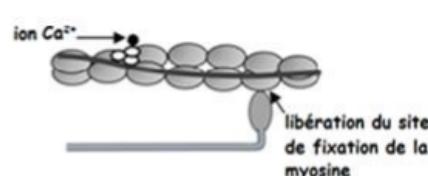


figure d. Présence de calcium

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

**CONSIGNE**  
*A partir des informations tirées de l'exploitation des documents 1, 2 et 3, complétées par tes connaissances, résume le rôle des ions calcium dans l'enchaînement des évènements conduisant à la contraction musculaire.*

## Exercice 6 :

### Document 3. Conditions nécessaires à l'hydrolyse de l'adénosine triphosphate (ATP) par la fibre musculaire.

Pour extraire l'énergie nécessaire à sa contraction, la fibre musculaire hydrolyse de grandes quantités d'ATP. Afin de déterminer certaines conditions nécessaires à l'hydrolyse de ces molécules, les données expérimentales sont présentées dans le tableau suivant.

	Composition des milieux	
	Début de l'expérience	Fin de l'expérience
Milieu 1	Filaments de myosine + filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$	Complexes actomyosines + $Ca^{2+}$ + une grande quantité d'adénosine di phosphate (ADP) et de phosphate inorganique (Pi)
Milieu 2	Filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$	Filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$
Milieu 3	Filaments de myosine + ATP + $Ca^{2+}$	Filaments de myosine + ATP + $Ca^{2+}$ + une faible quantité d'ADP et de Pi

Le muscle est l'effecteur de nos mouvements. Au cours de toute activité musculaire, l'énergie nécessaire à la contraction musculaire, à court et long terme, est fournie par un ensemble de réactions métaboliques.

## CONSIGNE

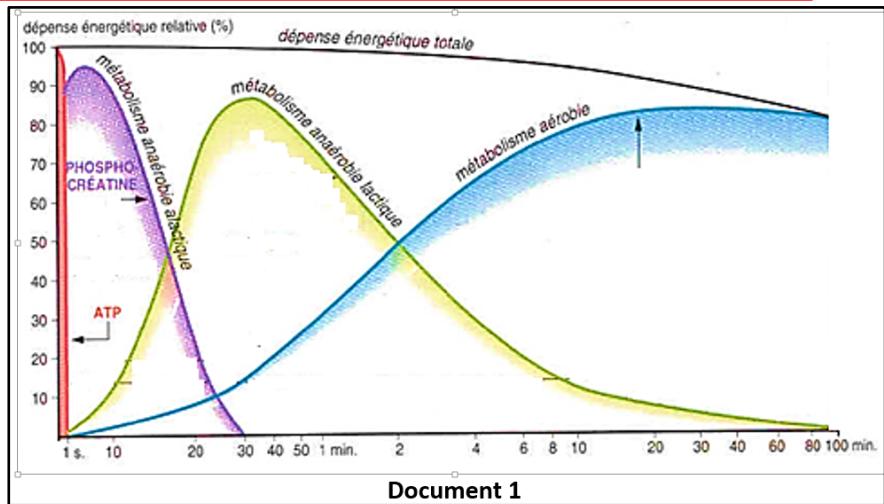
**A partir de l'exploitation des documents 1, 2 et 3 donnez la chronologie des réactions métaboliques de trois types d'exercices physiques pour tirer des conclusions quant aux voies énergétiques utilisées dans chacun d'eux ainsi que leurs caractéristiques respectives (des équations chimiques faciliteront la compréhension de la synthèse)**

# Groupe Excellence



Excellez avec les meilleurs professeurs !

A-Afin de déterminer la nature des différentes voies métaboliques productrices d'énergie et leur ordre d'intervention au cours d'un exercice musculaire d'intensité modérée, une course de 800m par exemple, on effectue les mesures traduites par les quatre courbes du document 1 suivant



B- On cherche à déterminer de façon expérimentale comment la cellule musculaire produit de l'ATP. Pour ce faire on dispose de trois muscles. Chacun d'eux est placé dans des conditions particulières. Par stimulations répétées on le fait se contracter pendant plusieurs minutes. On dose certains constituants, avant et après contraction. Les résultats sont consignés sur le document 2 suivant :

Constituants dosés en mg/g de muscle frais	Expérience A : aucun traitement sur le muscle		Expérience B : muscle traité avec une substance bloquant la glycolyse et l'hydrolyse de la phosphocréatine		Expérience B : muscle traité avec une substance bloquant la glycolyse et l'hydrolyse de la phosphocréatine	
	Avant	Après contraction	Avant	Après contraction	Avant	Après contraction
Glycogène	1,08	0,8	1,08	1,08	1,08	1,08
Acide lactique	1	1,30	1	1	1	1
ATP	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	0
Phosphocréatine	1	1	0,3	1	1	1

Document 2

C- Le document 3 présente les caractéristiques métaboliques pour trois exercices différents

Courses	100m	800m	10km
Temps réalisé en min	0,2	2	31
Dépense énergétique en kJ	70	320	2945
Origine anaérobie :			
- créatine phosphate en kJ	30	30	30
- glycolyse en kJ	28	100	100
% dépense totale	83	40	5
Origine aérobie :			
Oxydation en kJ	12	190	2815
% dépense totale	17	60	95

Document 3