

TD 1 : ATP et un peu de fermentation !

Compétence travaillée : Savoir analyser et interpréter un graphique

I - Testons vos connaissances

QCM : choisissez, la ou les réponse(s) exacte(s)

1 - La production d'ATP dans le muscle est possible à partir de la dégradation :

- a – de l'acide lactique
- b – du glucose
- c – du glycogène
- d – de l'oxygène

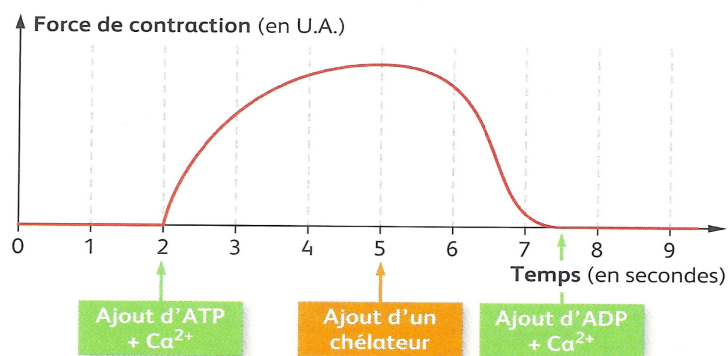
2 – Selon les circonstances, la fibre musculaire rejette :

- a – du CO₂
- b – de l'acide lactique
- c – de l'O₂
- d – de l'éthanol

3 –

DOCUMENT Les conditions de la construction musculaire

Des fibres musculaires isolées sont mises dans un montage qui permet de déterminer leur force de contraction. On ajoute dans le liquide un mélange d'ATP et d'ions Ca²⁺, puis un chélateur qui fixe les ions calcium.

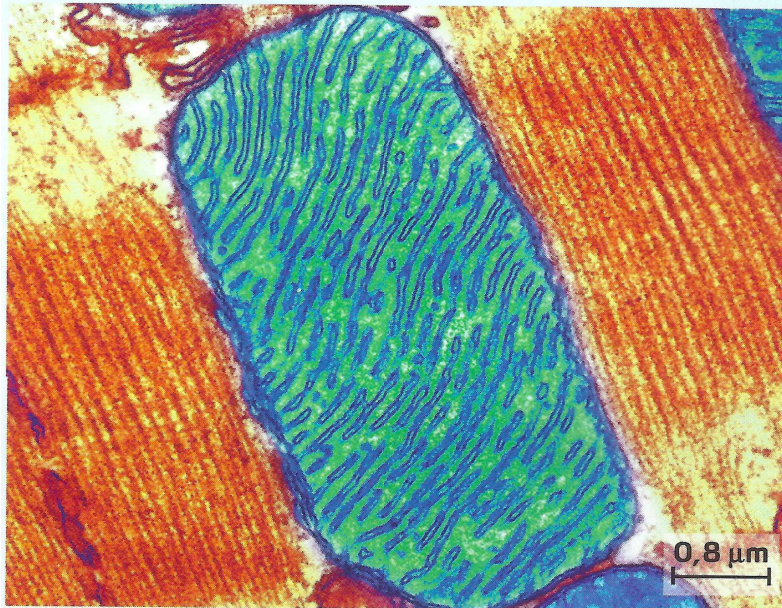


Force de contraction musculaire en fonction des molécules présentes.

Les résultats présentés ci-dessus montrent que :

- a – l'ATP suffit à déclencher la contraction
- b – l'ATP est nécessaire à la contraction
- c – le calcium suffit à déclencher la contraction
- d – le calcium est nécessaire à la contraction

DOCUMENT Organisation d'une structure musculaire



Détail d'une cellule musculaire (MET, image colorisée).

Cette photographie montre :

- a – une cellule musculaire relâchée
- b – une cellule musculaire contractée
- c – une cellule qui peut respirer
- d – une cellule qui doit surtout fermenter

5 – Un sarcomère :

- a – peut mesurer plusieurs centimètres de longueur
- b – possède une alternance de bandes claires constituées d'actine et de bandes sombres constituées de myosine
- c – est une unité structurale de la fibre musculaire dont la longueur est constante
- d – est une unité structurale de la fibre musculaire qui peut se raccourcir.

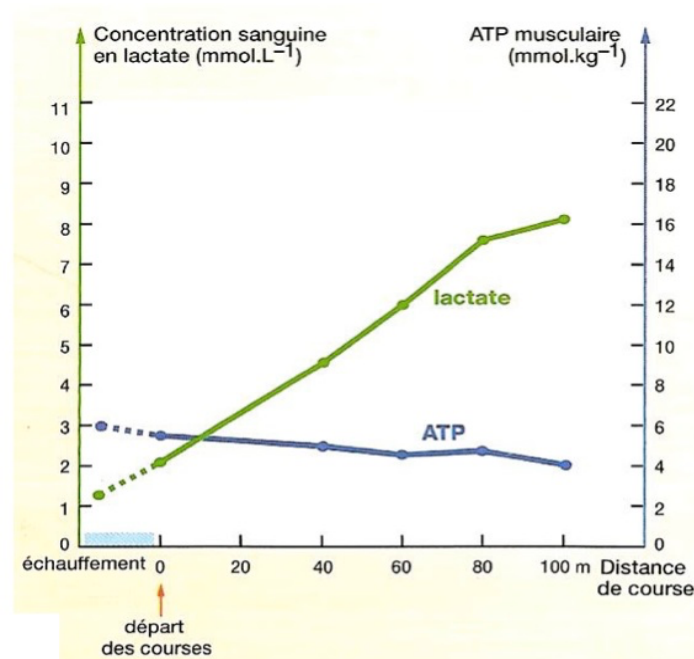
La suite sur la page suivante....

II – Exercices - Raisonnement

1 – Le métabolisme anaérobie lactique

a - *L'équation*

note : la lactatémie au repos est comprise entre 1 et 2 mmol/L de sang



repos est comprise entre

Evolution de la concentration en lactate dans le sang (lactatémie) et en ATP musculaire au cours d'une épreuve de sprint

- Analysez le graphique.
- Sachant que le lactate ($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$) est produit à partir de l'acide lactique ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), lui-même produit par réduction à partir du pyruvate ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$) par une enzyme appelée lactate déshydrogénase, écrivez les réactions chimiques de la fermentation lactique à partir du glucose.
- Pourquoi l'organisme, dans ces conditions, produit de l'acide lactique ?
- Combien d'ATP sont fabriqués par la fermentation lactique par molécule de glucose ?

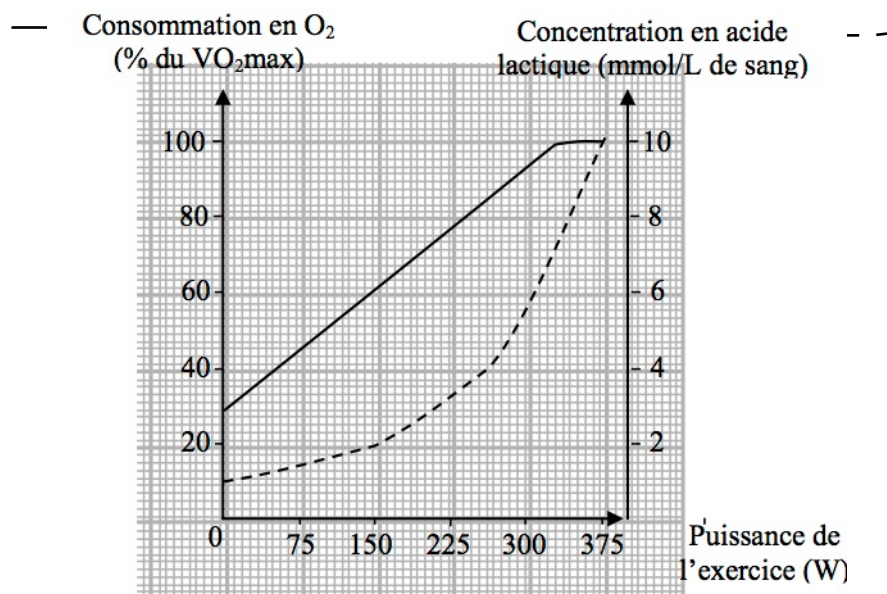
b – *Mises en pratique*

On mesure la consommation de dioxygène et d'acide lactique d'un individu en train de faire du vélo à différentes puissances jusqu'à ce qu'il ne puisse aller plus vite. Arrivé à une certaine vitesse, la consommation en O_2 devient maximale, c'est le $\text{VO}_{2\text{max}}$. À ce moment-là, le débit respiratoire et le débit cardiaque de l'individu sont maximum, le sang ne peut apporter davantage d' O_2 aux muscles.

On détermine deux seuils lactiques (SL) :

- le SL1 (aussi appelé aérobie) lorsque le taux d'acide lactique dépasse sa valeur de repos (2mmol/L).
- Le SL2 (aussi appelé seuil anaérobie) lorsque l'organisme n'arrive plus à gérer l'augmentation du taux d'acide lactique (aux environs de 4 mmol/L)

Consommation de dioxygène et d'acide lactique en fonction de la puissance de l'effort



- Indiquez ces deux seuils lactiques sur le graphique et indiquez à quelle valeur (en %) du VO₂ max ils apparaissent chez cet individu.
- Quels sont les métabolismes utilisés en fonction de la puissance de l'exercice ?

Note : la production de lactate à partir d'acide lactique produit des ions H⁺ et abaisse alors le pH de la cellule. On appelle cet état ; acidose.

L'acidose provoque un transport accru de lactate vers le sang mais aussi une baisse des activités enzymatiques de la cellule musculaire. Cette baisse d'activité limite la glycogénolyse et la glycolyse. Cette baisse du pH provoque également une sortie d'ions K⁺ vers le sang, entraînant une vasodilatation locale.

Note : pour en savoir plus sur les voies de régénération de l'ATP, voici quelques vidéos bien construites et claires faites par l'université de Lille 2

- Voie anaérobie alactique
- Voie anaérobie lactique
- Voie aérobie

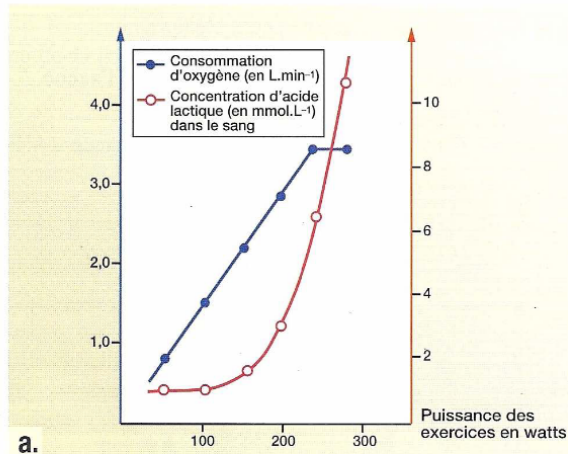
III – ATP et contraction musculaire (pour ceux qui ont fini tôt)

Les documents 1 à 3 ont trait à quelques-uns des mécanismes mis en jeu lors d'exercices très intenses.

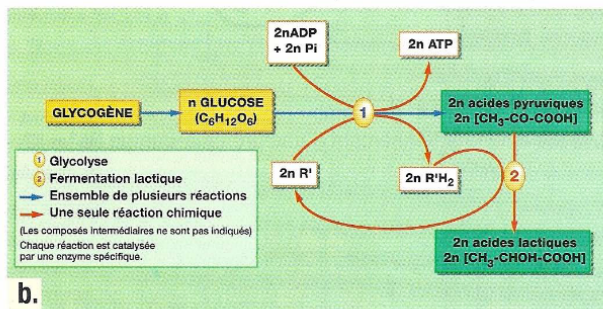
Questions

À partir des informations tirées de l'analyse des documents 1 à 3, indiquez les mécanismes qui permettent pendant un temps bref la contraction à une puissance maximale des fibres musculaires d'un muscle.

1a. Métabolisme de l'organisme au cours d'un effort.



b. Bilan de la fermentation lactique.



2. Concentration des métabolites des fibres musculaires avant et après contraction.

Conditions du dosage	Concentration en mmol/kg de muscle			Réaction du muscle
	Glycogène	Acide lactique	ATP	
Avant contraction	1,08	0,1	5	–
Après contraction (conditions 1)	0,8	0,4	4,8	Contraction pendant la durée d'excitation
Après contraction (conditions 2)	1,08	0,1	0	Contraction impossible au-delà de quelques secondes

Un muscle de grenouille est soumis à des excitations électriques intensives pendant 1 minute. Trois expériences ont été réalisées :
– conditions 1 : le muscle ne subit aucun traitement ;
– conditions 2 : le muscle est traité par un poison inhibant la glycolyse.

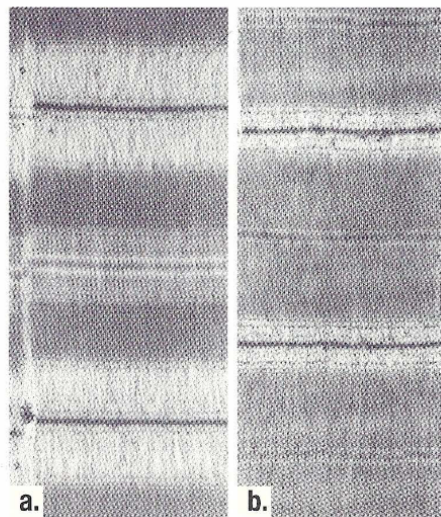
3. Interaction actine-myosine et ATP.

Les cellules musculaires sont constituées de myofibrilles, elles-mêmes formées de myofilaments fins d'actine et épais de myosine. Lors de la contraction, les têtes de myosine s'attachent à l'actine, formant des complexes actine-myosine.

Ces expériences sont réalisées *in vitro* après extraction d'actine et de myosine musculaires.

Conditions expérimentales	Complexes actine-myosine	Évolution de la concentration en ATP
Expérience 1 Actine + ATP + Ca ⁺⁺	Absents	Aucune évolution
Expérience 2 Myosine + ATP + Ca ⁺⁺	Absents	Diminution faible
Expérience 3 Myosine + actine + ATP + Ca ⁺⁺	Présents	Diminution importante

4. Électronographies de myofibrilles.



a. Myofibrille de muscle strié humain au repos (Expérience 1).

b. Myofibrille de muscle strié humain en contraction (Expérience 2).