

Royaume du Maroc



Ministère de l'éducation nationale du préscolaire et des sports
Académie régionale de l'éducation nationale de Marrakech
Direction provinciale Marrakech

**Résumé de l'unité 1:
Consommation de la matière organique et flux
de l'énergie
Avec des exercices de restitution des
connaissances.**

Proposé par prof : Khadija Zekrite
2025/2026

Les réactions responsables de la libération de l'énergie potentielle de la matière organique au niveau cellulaire

✳ La cellule convertit l'énergie chimique potentielle emmagasinée dans la matière organique (sucres, lipides, protides) en molécules d'ATP qui est la forme chimique d'énergie utilisable dans les différentes activités de la cellule

ATP = adénosine triphosphate

✳ Il existe deux voies métaboliques de dégradation du glucose pour la production d'ATP :

- **La respiration cellulaire** : voie métabolique aérobie (nécessite la présence d'O₂).

- **La fermentation** : voie métabolique anaérobie (se déroule sans O₂).

✳ La fermentation et la respiration cellulaire sont **des séries de réactions chimiques**, elles commencent par une étape commune appelée **la glycolyse**.

✳ Toutes les réactions de la fermentation se déroulent dans l'hyaloplasme = le cytosol (cytoplasme sans organites).

✳ Les réactions de la respiration se déroulent dans l'hyaloplasme et la mitochondrie.

I/ La glycolyse :

✳ La glycolyse correspond à une série de réactions chimiques anaérobies.

✳ La glycolyse se déroule dans l'hyaloplasme.

✳ La réaction fondamentale de la glycolyse est une réaction d'oxydoréduction au cours de laquelle :

♦ Le glucose s'oxyde (il perd des électrons et des protons H⁺ = déshydrogénation) et se scinde (se casse) en deux molécules d'acide pyruvique (= pyruvate : CH₃COCOOH).

♦ Cette réaction est couplée à une réduction de deux accepteurs d'électrons : NAD⁺ qui se réduisent (ils gagnent des électrons et des protons H⁺) et donnent 2NADH, H⁺, selon la réaction suivante :



Réaction de réduction et d'hydrogénation

♦ Ces réactions sont combinées à une phosphorylation de deux molécules d'ADP (adénosine diphosphates) qui se convertissent en deux molécules d'ATP (adénosine triphosphates) selon la réaction suivante :

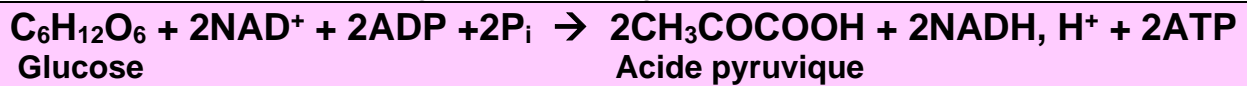


Réaction de phosphorylation

NAD : Nicotinamide adénine dinucléotide est une coenzyme qui existe dans toutes les cellules vivantes sous deux formes : NAD⁺ (forme oxydée) et NADH, H⁺ (forme réduite) forment un couple redox (NAD⁺/NADH, H⁺)

La déshydrogénation est catalysée par des **déshydrogénases**. Une déshydrogénase est une enzyme qui oxyde une molécule par le transfert d'un ou de plusieurs protons H⁺ à un accepteur comme NAD⁺ et FAD.

- * Le bilan chimique et énergétique de la glycolyse est :



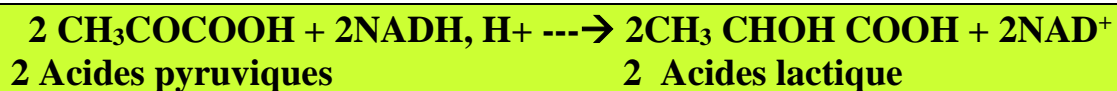
II/ La fermentation :

- 7* On peut citer deux types de fermentation chez les cellules : la fermentation lactique et la fermentation alcoolique:

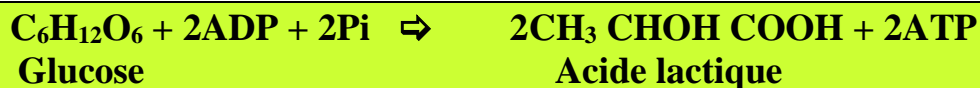
1/ La fermentation lactique

- * Lors de la fermentation lactique, l'acide pyruvique se réduit en acide lactique avec réoxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺.

La réaction de la fermentation lactique à partir de l'acide pyruvique est :



- * La réaction globale de la fermentation lactique à partir du glucose est :

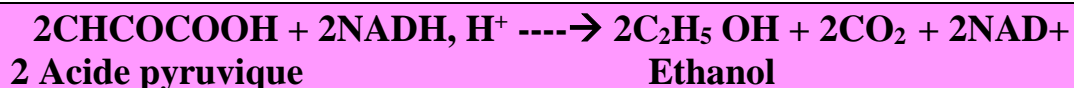


- * Parmi les cellules qui ont recours à la fermentation lactique : les cellules musculaires et les bactéries du lait de type lactobacillus.

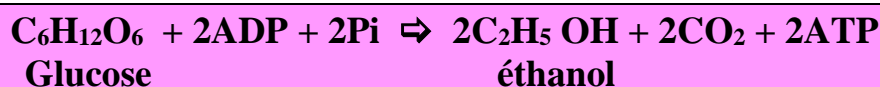
2/ La fermentation alcoolique :

- * Lors de la fermentation alcoolique, l'acide pyruvique se réduit et il subit aussi une décarboxylation (arrachement d'un carbone) et donne l'éthanol (alcool éthylique), avec libération du CO₂, cette réaction est couplée avec une réoxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺.

- * La réaction de la fermentation alcoolique à partir de l'acide pyruvique est :



- * La réaction globale de la fermentation alcoolique à partir du glucose est :



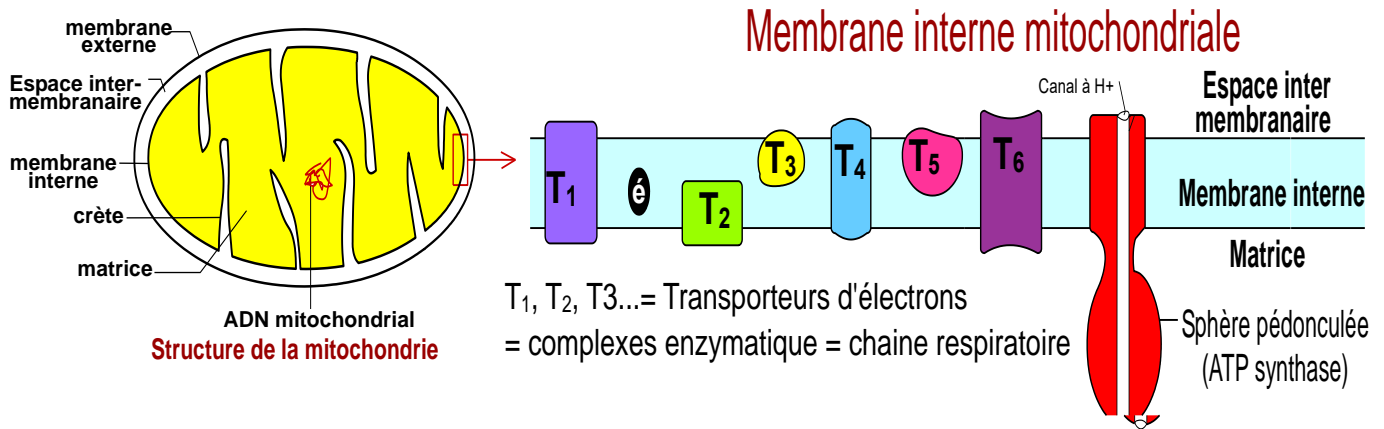
- * Parmi les cellules qui ont recours à la fermentation alcoolique : les cellules de la levure.

- * Le bilan énergétique de la fermentation (lactique et alcoolique) est **2 molécules d'ATP** (ceux de la glycolyse), lors de la dernière phase de la fermentation, il n'y a pas de synthèse d'ATP. L'importance de cette phase réside dans la réoxydation du NADH, H⁺ pour assurer la présence en permanence de NAD⁺ indispensable à la continuation de la glycolyse et la synthèse d'ATP.

III/ La respiration cellulaire :

* Les réactions de la respiration se déroulent dans l'hyaloplasme et dans la mitochondrie.

1/ La structure de la mitochondrie



* La mitochondrie est un organe cellulaire clos, délimitée par deux membranes : la membrane externe et la membrane interne. La membrane interne délimite un espace dit matrice :

* La membrane externe : semblable à la membrane cytoplasmique.

* La membrane interne : présente de nombreux crêtes. Elle est riche en protéines intégrées, parmi lesquelles on trouve les sphères pédonculées et les transporteurs d'électrons (hydrogénases). La tête des sphères pédonculée est orientée vers la matrice elle joue le rôle d'ATP synthase (enzyme qui catalyse la formation d'ATP).

* La matrice : espace interne rempli d'un gel composé de plusieurs composés oxydés (NAD⁺ et FAD) et de composés réduits (NADH, H⁺ et FADH₂), de déshydrogénases, de décarboxylases, riche en ADP, Pi et ATP.

Une décarboxylase est une enzyme qui catalyse la réaction de **décarboxylation** : réaction au cours de laquelle l'enzyme arrache un groupement carboxyle (COOH) d'un composé organique et l'élimine sous forme de CO₂

2/ Les étapes de la respiration

La respiration se déroule dans les étapes suivantes :

* La glycolyse : voir les réactions dans le premier paragraphe.

* La formation de l'acétyl coenzyme A : se déroule dans la matrice mitochondriale.

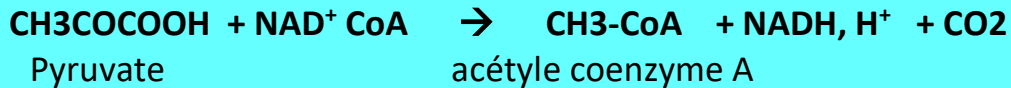
* Le cycle de Krebs : se déroule dans la matrice mitochondriale.

* La phosphorylation oxydative : se déroule dans la membrane interne mitochondriale.

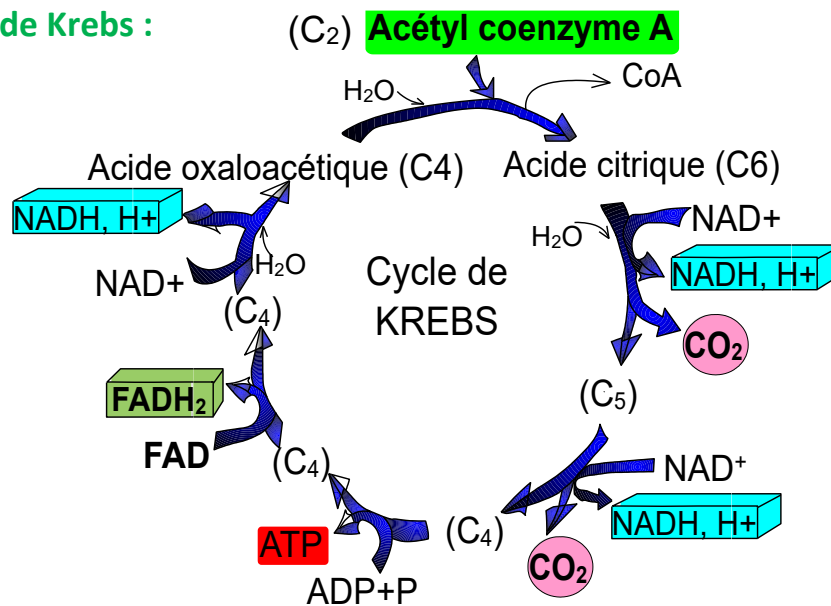
a/ La formation de l'acétyl coenzyme A

Chaque molécule de pyruvate, issue de la glycolyse pénètre dans la matrice mitochondriale et subit les transformations suivantes :

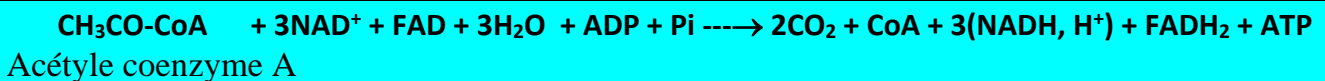
- Elle subit une décarboxylation (perte d'un carbone) ce qui libère une molécule de CO₂ et le pyruvate se transforme en acétyle CH₃ CO
- Elle subit une déshydrogénation et une oxydation, les protons et les électrons perdus sont captés par une molécule de NAD⁺ qui se réduit et donne NADH, H⁺.
- Le radical acétyle se lie avec une coenzyme A pour former l'acétyle coenzyme A (Acétyle CoA).
- La réaction globale de cette étape est la suivante :



b/ Le cycle de Krebs :



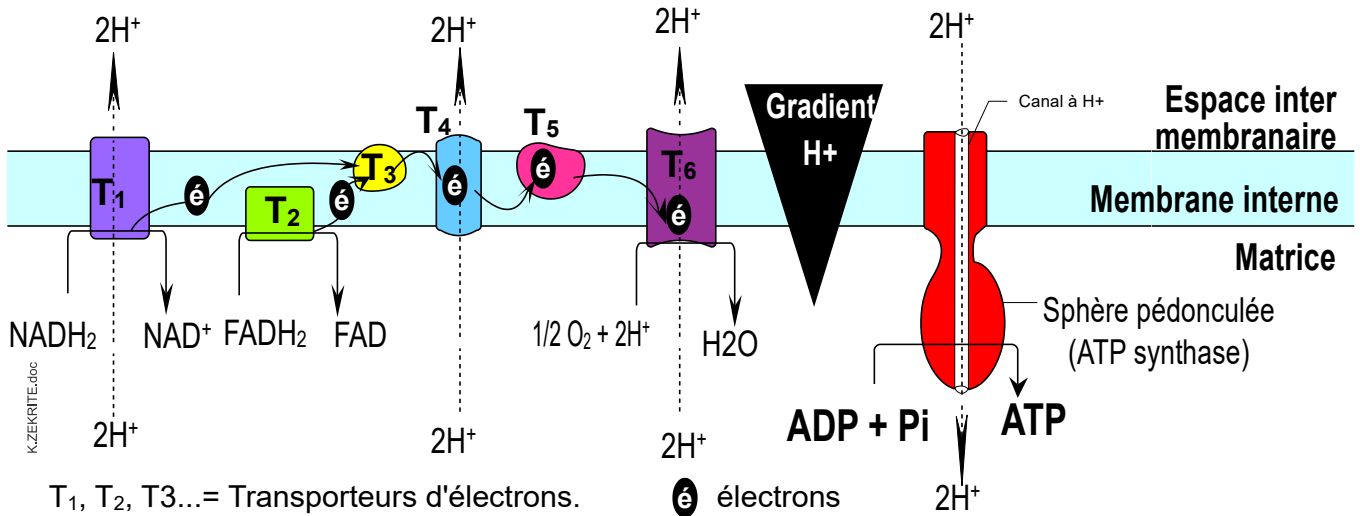
- L'acétyle coenzyme A entre dans le cycle de Krebs et subit une **oxydation complète**. En effet, il perd ses deux carbones (groupe carboxyle COOH) qui sont libérés sous forme de 2 molécule de CO₂.
- Les électrons fournis par l'oxydation de l'acétyle sont récupérés par le NAD⁺ et FAD (Flavine adénine dinucléotide = accepteur d'électron comme NAD⁺) qui **se réduisent** en NADH, H⁺ et en FADH₂.
- Production d'une molécule d'ATP à partir de **la phosphorylation** d'ADP.
- Bilan énergétique et chimique du cycle de Krebs:



a/ La phosphorylation oxydative

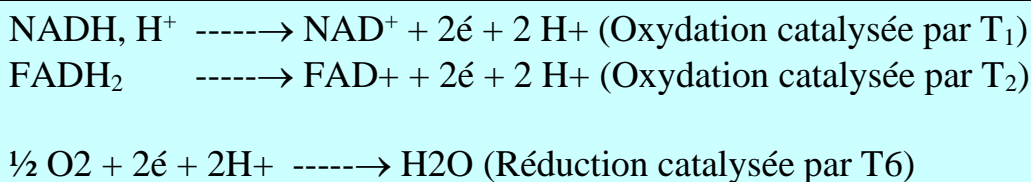
La membrane interne mitochondriale est constituée d'un ensemble complexe de protéines appelées **chaîne respiratoire** ou **transporteurs d'électrons**. Ces molécules

se caractérisent par des valeurs de potentiel redox différentes, ce qui leur permet de céder ou capter des électrons au cours des réactions d'oxydoréduction en cascade.



Mécanisme de la phosphorylation oxydative

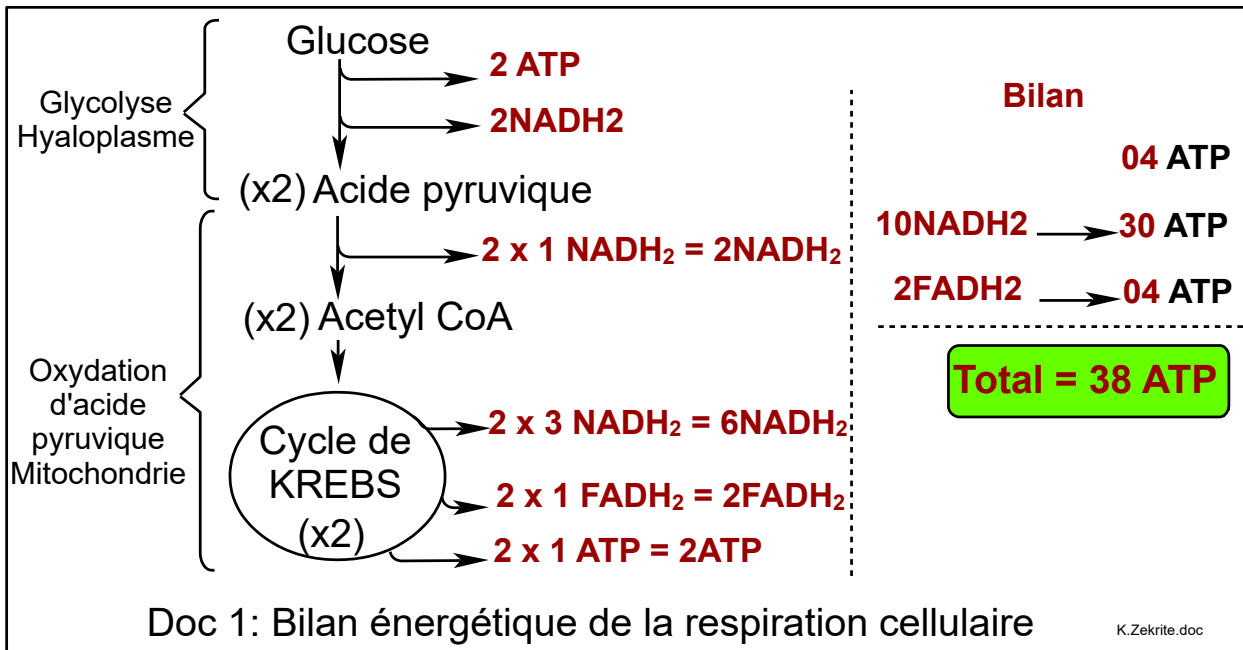
◆ Les transporteurs réduits (NADH, H⁺ et FADH₂) issus de la glycolyse et de l'étape de formation de l'acétyl CoA et du cycle de Krebs et stocké dans la matrice mitochondriale, cèdent leurs deux électrons à un système de transporteurs qui, par une cascade de réactions d'oxydo-réduction, amène ces électrons jusqu'à l'accepteur final, l'oxygène moléculaire qui se réduit en molécule d'eau.



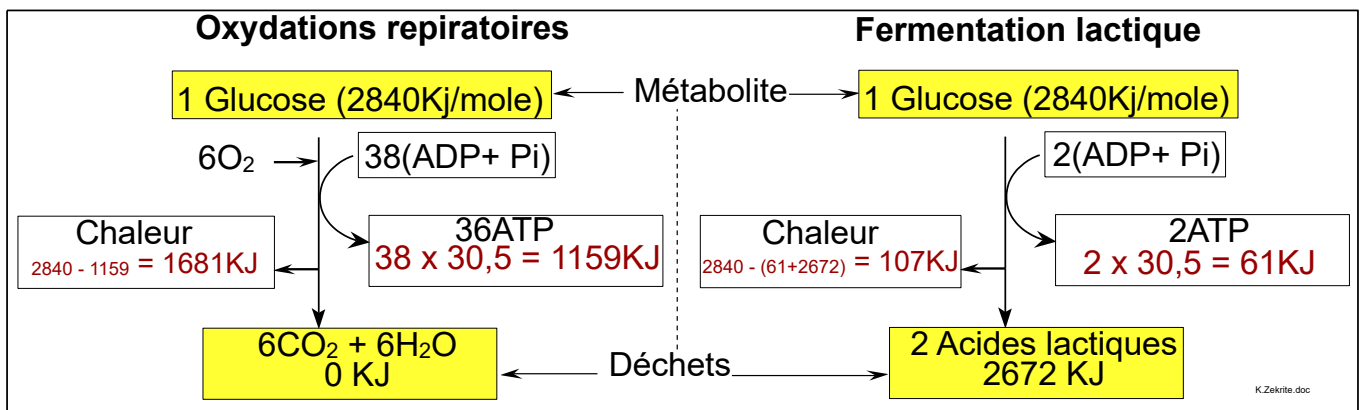
- ◆ L'énergie cédée au cours du transfert d'électrons est exploitée pour pomper les protons H⁺ de la matrice vers l'espace inter membranaire ce qui engendre un gradient de concentration de part et d'autre la membrane interne mitochondriale.
- ◆ La membrane interne est imperméable aux protons sauf au niveau des sphères pédonculées. L'énergie du gradient est exploitée lors du retour des protons vers la matrice, traversant l'ATP synthase, pour activer la synthèse de l'ATP (ADP + Pi → ATP).
- ◆ La phosphorylation de l'ADP est couplée à l'oxydation des transporteurs d'électrons. C'est pour cela qu'on parle de « **phosphorylation oxydative** » ou « **oxydation phosphorylante** ».
- ◆ L'oxydation d'une mole de NADH, H⁺ donne l'énergie nécessaire à la synthèse de 3 moles d'ATP.
- ◆ L'oxydation d'une mole de FADH₂ donne l'énergie nécessaire à la synthèse de 2 moles d'ATP.

3/ Le bilan énergétique de la respiration

La respiration est une **oxydation complète** du glucose qui s'accompagne de la synthèse de **36 à 38 ATP** avec des résidus minéraux (H₂O et CO₂) dépourvus d'énergie



III/ Le rendement énergétique de la respiration cellulaire et de la fermentation :



Rendement énergétique : représente le rapport entre l'énergie récupérée et l'énergie qu'il a fallu pour la produire

Rendement énergétique R

$$R = \frac{\text{énergie produite}}{\text{énergie utilisée}} \times 100$$

Rendement de la fermentation = $61/2840 \times 100 = 2\%$

Rendement de la respiration = $1159/2840 \times 100 = 41\%$

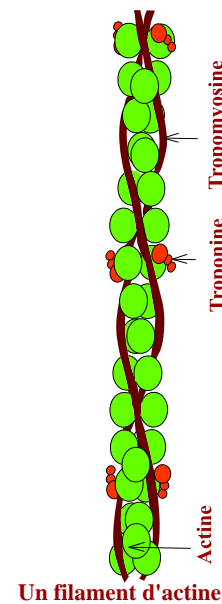
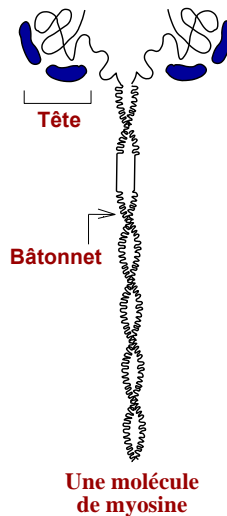
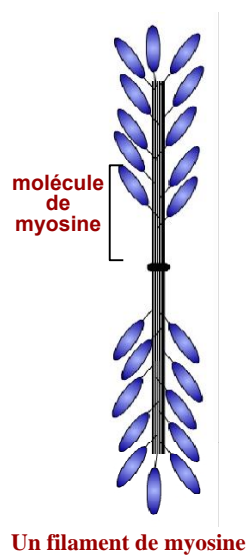
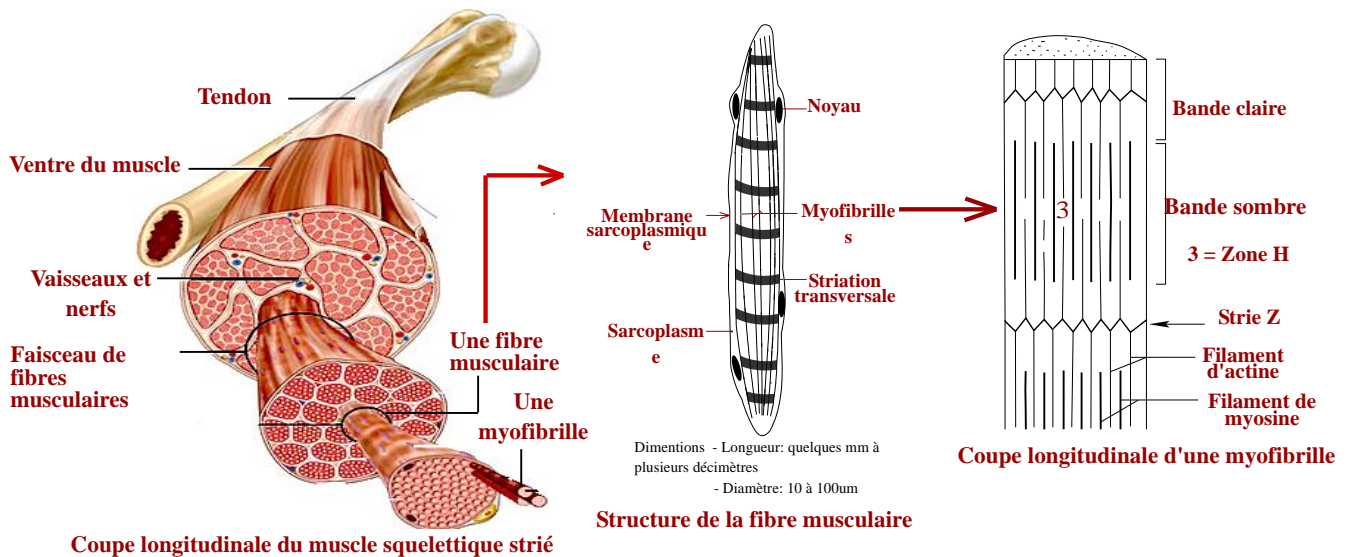
❁ Le rendement énergétique de la fermentation est beaucoup plus faible que celui de la respiration.

❁ Cette différence résulte du fait que la respiration provoque *la dégradation complète* du glucose (déchets minéraux sans valeur énergétique) alors que *la dégradation est partielle* au cours de la fermentation, le résidu organique (acide lactique ou éthanol) est encore riche en énergie.

Rôle du muscle squelettique strié dans la transformation de l'énergie

Les muscles squelettiques striés se contractent en réponse à une activité volontaire ou à une excitation externe, ainsi ils assurent la posture de l'organisme et des mouvements multiples.

I/ La structure et l'ultrastructure du muscle strié squelettique :

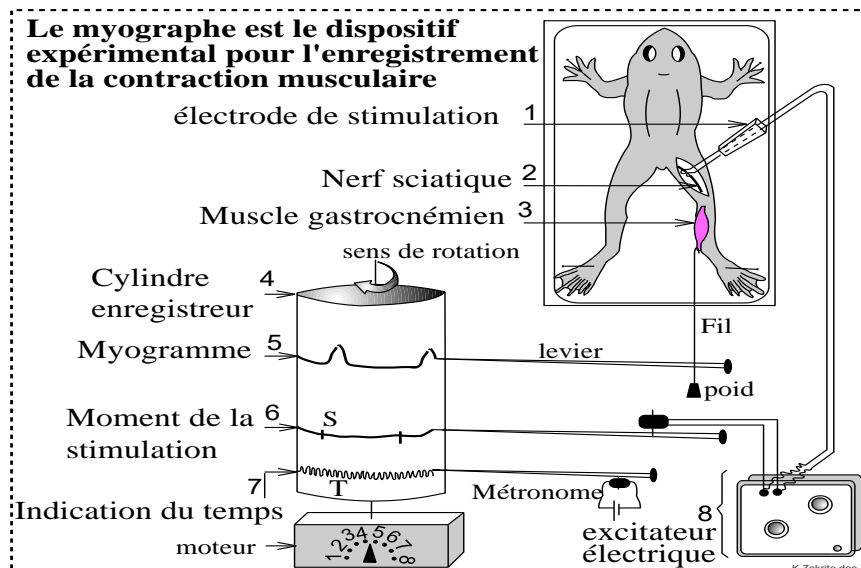


Le muscle squelettique est constitué de plusieurs *faisceaux de fibres* musculaires entourés par *des membranes conjonctives* qui s'unissent pour former *les tendons* qui attachent le muscle aux os.

Une fibre musculaire est une cellule géante qui possède plusieurs noyaux. Le cytoplasme de la fibre appelé *sarcoplasme* est contient des organites responsables de son fonctionnement (mitochondries, réticulum sarcoplasmique...), mais il est occupé presque totalement par des *myofibrilles* (fibrilles musculaires) s'étendant sur toute la longueur de la fibre, ce qui donne à la fibre une striation longitudinale.

- Le sarcoplasme de la fibre musculaire est riche en réserves de glycogène et de myoglobine (protéine qui transporte l'O₂ en se fixant avec).
- La fibre musculaire présente une striation transversale très caractéristique qui est à l'origine du nom « *muscle strié squelettique* » que l'on donne aux muscles attachés au os et responsables des mouvements.
- La myofibrille est constituée par une alternance de *bandes claires I* et de *bandes sombres A*. Chaque bande claire est traversée au milieu par *une strie Z*. Chaque bande sombre est occupée en son milieu par *une zone H*.
- La zone séparant deux stries Z successives constitue *le sarcomère* qui représente l'unité structurale et fonctionnelle de la fibre musculaire. Une myofibrille est donc constituée d'une suite de sarcomères.
- Au sein de chaque myofibrille on distingue deux types de myofilaments :
 - *Myofilaments fins d'actines* : constituées de 3 catégories de protéines : *la tropomyosine, la troponine* et essentiellement de *l'actine*.
 - *Myofilaments épais* : sont des faisceaux d'environ 200 molécules de *myosines*. Chaque molécule de myosine a la forme d'un bâtonnet terminé par deux têtes. Les tiges se collent les unes aux autres pour former le myofilament épais, tandis que les têtes font saillie latéralement tout autour du myofilament.
- Au niveau de la bande sombre, il y'a des filaments fins et des filaments épais. La bande claire contient des filaments fins seulement. La zone H contient les filaments épais uniquement. La zone Z est le lieu de rencontres des filaments fins de deux sarcomères voisins.

II/ Enregistrement mécanique de la contraction musculaire :



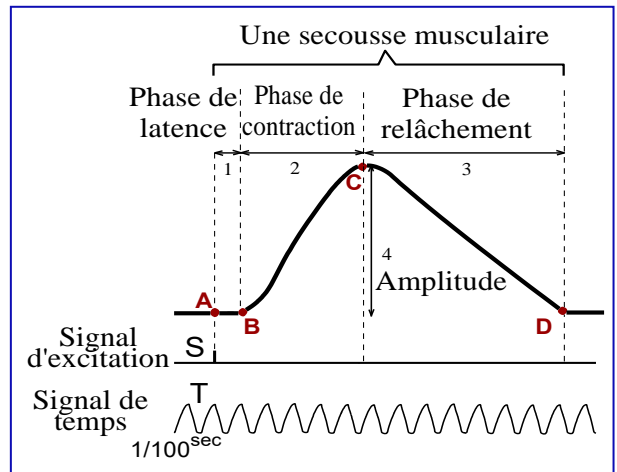
- Le phénomène mécanique de la contraction musculaire est enregistré grâce à un appareil nommé myographe.
- Si le muscle se contracte et se relâche le cylindre enregistreur dessine *une courbe* qu'on nomme myogramme = secousse musculaire.

1/ Réponse du muscle à une seule excitation

Suite à une excitation efficace, on enregistre une **secousse musculaire isolée** composée de trois étapes :

- **La phase de latence** (AB),
- **La phase de contraction** (BC).
- **La phase de relâchement** (CD):

Le muscle est donc **excitable et contractile**

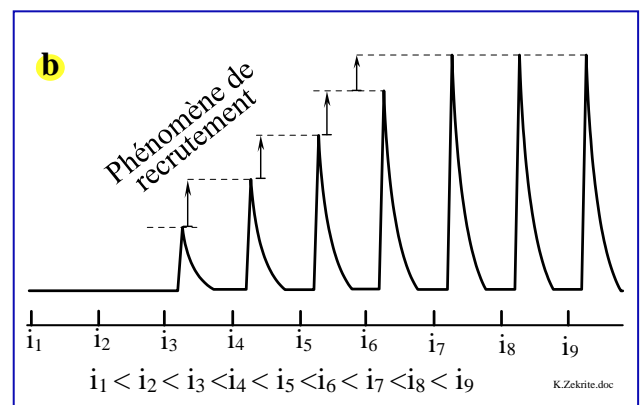


2/ Réponse du muscle à des excitations éloignées d'intensité croissante.

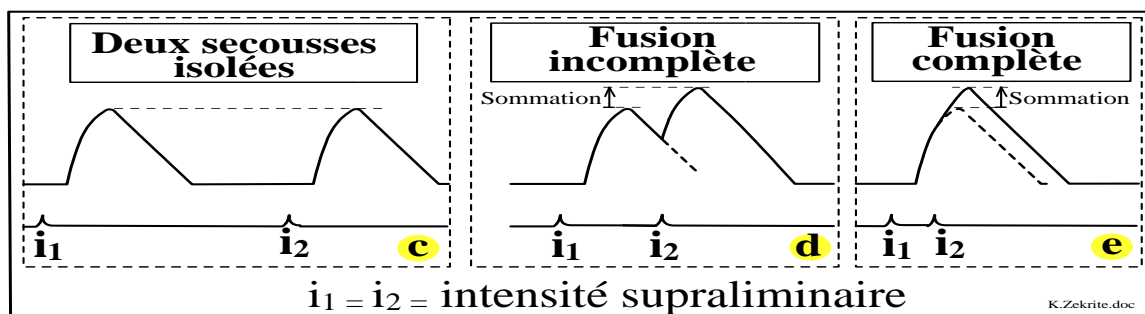
✳ Les stimulations inférieures au seuil d'excitation électrique (inférieures à la rhéobase) comme i_1 et i_2 ne donnent pas de réponse.

✳ Les stimulations dont l'intensité est égale ou supérieure à la rhéobase donnent une réponse, elles sont dites efficaces.

✳ Lorsque l'intensité de l'excitation augmente, l'amplitude de la réponse s'accroît jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur maximale qui ne peut être dépassée même si l'intensité de la stimulation continue à augmenter. L'augmentation de l'amplitude est expliquée par le phénomène de recrutement : le nombre de fibres musculaires augmente en fonction de l'augmentation de l'intensité de l'excitation. Lorsque toutes les fibres musculaires sont excitées, l'amplitude est alors maximale et reste constante :



3/ Réponse du muscle à deux excitations successives de même intensité.



Lorsqu'on soumet le muscle à deux excitations efficaces successives, on obtient :

- **Deux secousses distinctes** de même amplitude : si la deuxième excitation atteint le muscle après la phase de relâchement.
- **Une fusion incomplète des deux secousses** avec une sommation : si la deuxième excitation atteint le muscle pendant la phase de relâchement.

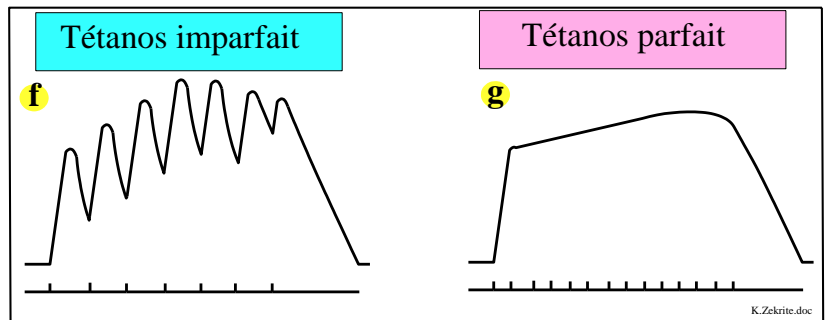
- **Une fusion complète des deux secousses en une seule** avec une sommation : Si la deuxième excitation atteint le muscle pendant la phase de contraction.
- Si la deuxième excitation atteint le muscle pendant la phase de latence, le muscle ne répond pas à la deuxième excitation

4/ Réponse du muscle à une série d'excitations identiques de fréquence variable.

Lorsqu'on soumet le muscle à des excitations répétées de même intensité, il se tétanise, on dit que le muscle est **tétanisable**, en effet on obtient :

- **Un tétanos imparfait** : lorsque chacune des excitations atteint le muscle pendant la phase de relâchement.

- **Un tétanos parfait** : lorsque chacune des excitations atteint le muscle pendant la phase de contraction.

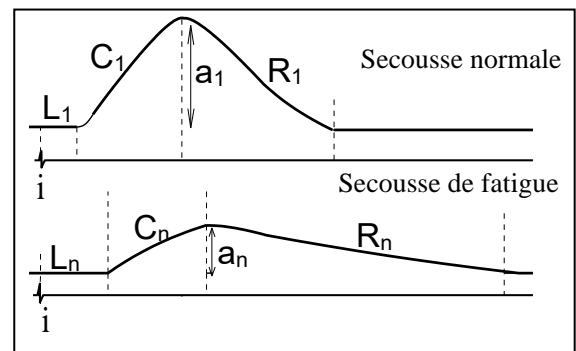


5/ Fatigue musculaire

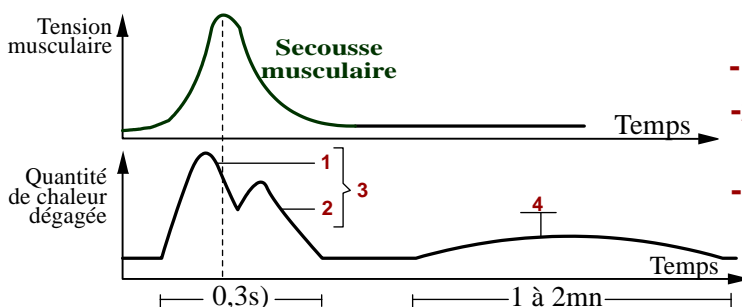
Quand un muscle subit un grand nombre d'excitations successives, il se fatigue, on dit que le muscle est **fatigable**.

La fatigue musculaire se manifeste par :

- **Une diminution de l'amplitude.**
- **Une augmentation de la durée** des différentes phases de la secousse et de la durée totale de la secousse.



III/ Phénomènes thermiques accompagnants la contraction musculaire :



- 1- Chaleur de contraction
- 2- Chaleur de relâchement
- 3- Chaleur initiale
- 4- Chaleur retardée

Types de chaleurs dégagés par un muscle en milieu aérobie

Au cours d'une activité musculaire, le muscle dégage la chaleur en deux temps :

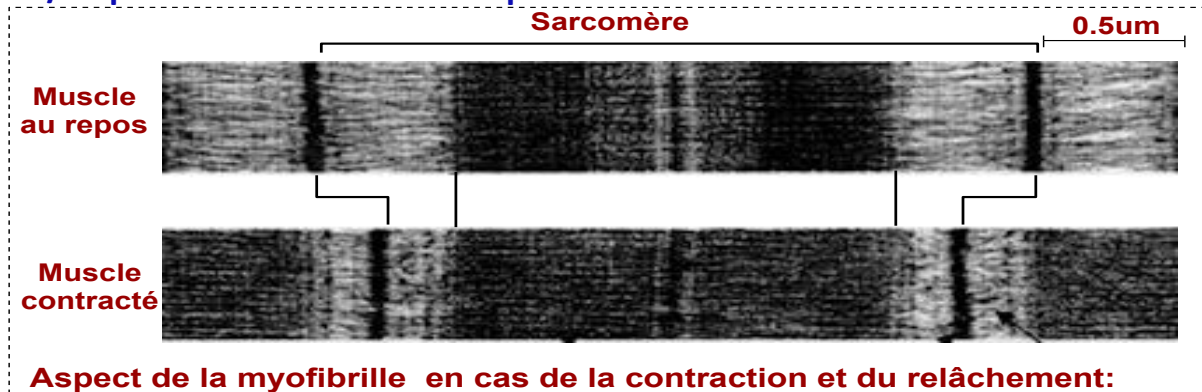
- **La chaleur initiale** : libérée au cours de la secousse musculaire pendant une courte durée mais en grande quantité, une partie est libérée au cours de la phase de contraction et l'autre partie au cours de la phase de relâchement. Cette chaleur persiste même en milieu anaérobie, elle provient des réactions chimiques anaérobies (fermentation,

hydrolyse de l'ATP lors de la contraction musculaire, la réaction de synthèse d'ATP à partir de l'ADP et de la phosphocréatine).

- **La chaleur retardée** : se libère après la secousse musculaire. Elle est d'intensité faible mais elle dure plus longtemps. Cette chaleur provient des réactions chimiques aérobies (respiration), elle disparaît si le muscle n'est pas approvisionné en oxygène.

III/ Mécanisme de la contraction musculaire :

1/ Aspects et conditions chimiques de la contraction musculaire



✳ La contraction d'un sarcomère se traduit par :

- Un raccourcissement de la longueur du sarcomère : les stries Z se rapprochent.
- une réduction de la longueur des bandes claires et des zones H.
- Une constance de la longueur des bandes sombres.

Ces modifications sont dues à un glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine: C'est **la théorie des filaments glissantes**.

✳ La contraction musculaire nécessite la présence d'ATP et des ions Ca^{++} (ces ions sont stockés dans le réticulum sarcoplasmique de la fibre musculaire)

2/ Les étapes de la contraction musculaire (voir schéma)

La contraction musculaire nécessite la présence des molécules d'ATP et des ions Ca^{++} . Elle s'effectue suivant les étapes suivantes :

↪ En cas de repos, les filaments d'actines sont détachés des filaments de myosine. La tête de myosine porte une molécule d'ADP et de P_i .

↪ L'arrivée de l'influx nerveux, provoque la libération des ions Ca^{++} par le réticulum sarcoplasmique et leur transfert dans le sarcoplasme.

↪ Les ions Ca^{++} se fixent sur la troponine, ce qui déplace la tropomyosine, les sites de liaison de l'actine sur la myosine sont alors exposés.

↪ Ainsi, La tête de myosine porteuse d'ADP et P_i se lie avec l'actine, permettant la formation d'un pont acto-myosine.

↪ Le départ du P_i puis de l'ADP entraîne le pivotement de la tête de myosine.

↪ Ce pivotement permet le glissement des filaments d'actine vers le centre du sarcomère et donc le raccourcissement de ce dernier (contraction).

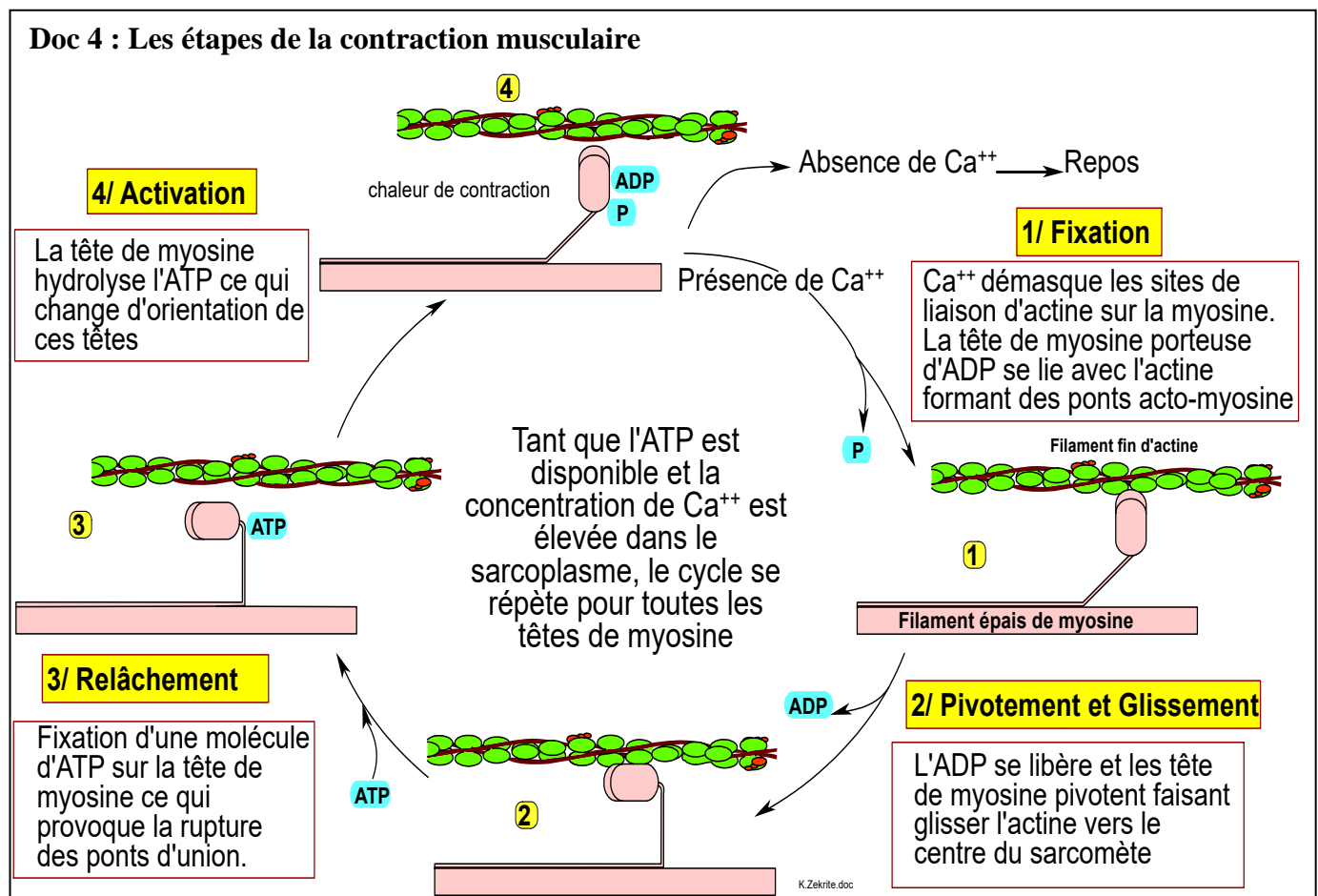
↪ Le complexe actine myosine reste stable (complexe de rigidité), et seul l'union de la tête de myosine avec une molécule d'ATP, permet la rupture de cette liaison.

En effet les phénomènes se déroulent comme suit : une molécule d'ATP se fixe sur la tête de myosine lié à l'actine, ce complexe a le pouvoir d'une enzyme ATP^{ase} qui catalyse l'hydrolyse de l'ATP ($ATP \rightarrow ADP + P$), l'énergie libérée active la tête de myosine qui s'oriente perpendiculairement à l'axe du filament d'actine, ainsi la myosine se détache de l'actine progressivement. L'actine revient alors passivement à son état initial : état de relâchement. D'autre part la tête de myosine reste fixé à la molécule d'ADP et de P_i .

↳ Lorsque les excitations s'arrêtent, il y'a retour actif des ions Ca^{++} vers le réticulum sarcoplasmique, le cycle contraction /relâchement s'arrête alors.

↳ En absence d'ATP, les têtes de myosine restent fixées sur l'actine, ce qui explique la rigidité cadavérique après la mort de l'organisme (التيبس الجثي).

↳ En absence des ions Ca^{++} , l'attachement de la myosine à l'actine est impossible, ce qui empêche la contraction.



Conclusion :

La cellule musculaire a la capacité de convertir de l'énergie chimique (ATP) en énergie mécanique (mouvement). D'autre part une partie de l'énergie issue de l'hydrolyse d'ATP ou de la synthèse de l'ATP par des voies divers (voir paragraphe suivant) est dissipée sous forme de chaleur (chaleur initiale et chaleur retardée).

Exercices de restitution des connaissances

Libération de l'énergie potentielle de la matière organique au niveau cellulaire

I/ Pour chacune des propositions suivantes, il y a une seule suggestion correcte. Recopiez les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...), et adressez à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte.

<p>1/ Le cycle de Krebs produit : a/ NADH,H⁺ , FADH₂ , ATP et l'acide pyruvique ; b/ NADH,H⁺ , FADH₂ , CO₂ et l'acétyl coenzyme A; c/ NADH,H⁺ , ATP , CO₂ et l'acide pyruvique; d/ NADH,H⁺ , FADH₂ , ATP et CO₂.</p>	<p>2/ La fermentation lactique produit : a/ L'acide pyruvique, le CO₂ et l'ATP; b/ L'acide pyruvique et le CO₂; c/ L'acide lactique, le CO₂ et l'ATP; c/ L'acide lactique et l'ATP.</p>
<p>3/ Le rendement énergétique exprime : a- La quantité globale d'énergie latente du glucose b- Le nombre d'ATP formée suite à l'oxydation du glucose. c- Le pourcentage d'énergie extraite sous forme d'ATP par rapport à l'énergie latente du glucose. d- Le pourcentage d'énergie extraite sous forme de chaleur à partir de l'oxydation du glucose.</p>	<p>4/ La glycolyse est une étape : a- Spécifique de la fermentation lactique b- Spécifique de la fermentation alcoolique c- Spécifique de la respiration. d- Commune entre la respiration et la fermentation.</p>
<p>5/ Dans la mitochondrie : a/ la sphère pédonculée transporte H⁺ vers l'espace inter-membranaire. b/ la sphère pédonculée est responsable de la phosphorylation d'ADP. c/ la membrane externe contient des protéines qui transportent les électrons vers le dioxygène. d/ la membrane externe contient des des enzymes d'oxydo-réduction.</p>	<p>6/ La formation de l'acétyl-CoA est accompagnée d'une : a/ oxydation de NADH, H⁺. b/ phosphorylation du GDP. c/ décarboxylation du pyruvate. d/ réduction de FAD.</p>
<p>7/ Les réactions de la respiration se déroulent dans les étapes essentielles suivantes : a- réactions de la chaîne respiratoire, b- réactions de la glycolyse, c- cycle de Krebs, d- transformation de l'acide pyruvique en acétyl COA. L'ordre chronologique de ces réactions est le suivant : <input type="checkbox"/> a → b → c → d ; <input type="checkbox"/> b → d → c → a ; <input type="checkbox"/> b → c → d → a ; <input type="checkbox"/> b → a → c → d.</p>	<p>8/ L'ATP est synthétisé par une réaction : a/ de phosphorylation d'ADP. b/ de réduction d'ADP c/ d'hydrolyse d'ADP. d/ d'oxydation d'ADP.</p>

II/ Reliez chaque étape de la respiration cellulaire à la structure cellulaire correspondante : Recopiez les couples (1,) ; (2,) ; (3,) ; (4,) et adressez à chaque numéro la lettre correspondante.

Etapes de la respiration cellulaire	Structures cellulaires
1 – Les réactions de la chaîne respiratoire.	a – De part et d'autre de la membrane interne mitochondriale.
2 – Les réactions de la glycolyse.	b – La matrice.
3 – Le cycle de Krebs.	c – Le hyaloplasme.
4 – La formation d'un gradient de protons.	d – La membrane interne mitochondriale.

III/ Relier chaque voie métabolique à sa réaction globale correspondante.

Voie métabolique	Réaction globale	Réponse
① Respiration cellulaire	a/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2ATP$	(1,)
② Glycolyse	b/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2C_2H_5OH + 2ATP + 2CO_2$	(2,)
③ Fermentation lactique	c/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2CH_3COCO_2H + 2ATP$	(3,)
④ Fermentation alcoolique	d/ $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 36ADP + 36P_i \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$	(4,.....)

**IV/ Pour chacune la proposition suivante, écrivez devant chaque réponse « vrai » ou « faux » :
– Les réactions de la fermentation alcoolique :**

a	Se déroulent dans la matrice mitochondriale en absence du dioxygène.	
b	Se déroulent dans l'hyaloplasme en absence du dioxygène.	
c	Produisent l'éthanol, le CO_2 et l'ATP.	
d	Produisent l'acide lactique, le CO_2 et l'ATP.	

V/ Relier chaque voie métabolique à sa réaction globale correspondante.

Voie métabolique	Réaction globale	Réponse
① Respiration cellulaire	a/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2ATP$	(1,)
② Glycolyse	b/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2C_2H_5OH + 2ATP + 2CO_2$	(2,)
③ Fermentation lactique	c/ $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2CH_3COCO_2H + 2ATP$	(3,)
④ Fermentation alcoolique	d/ $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 36ADP + 36P_i \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$	(4,.....)

VI/ Ecrire le terme vrai ou faux devant les propositions suivantes :

a/ Le CO_2 est un déchet minéral de la respiration cellulaire et de la fermentation alcoolique.

b/ Les sphères pédonculées de la membrane mitochondriale externe produisent l'ATP.

b/ La striation d'une fibre musculaire est due à l'arrangement des myofilaments au sein des myofibrilles.

c/ Lors de la phosphorylation oxydative, le transfert des électrons engendre une accumulation des protons H^+ dans la matrice mitochondriale.

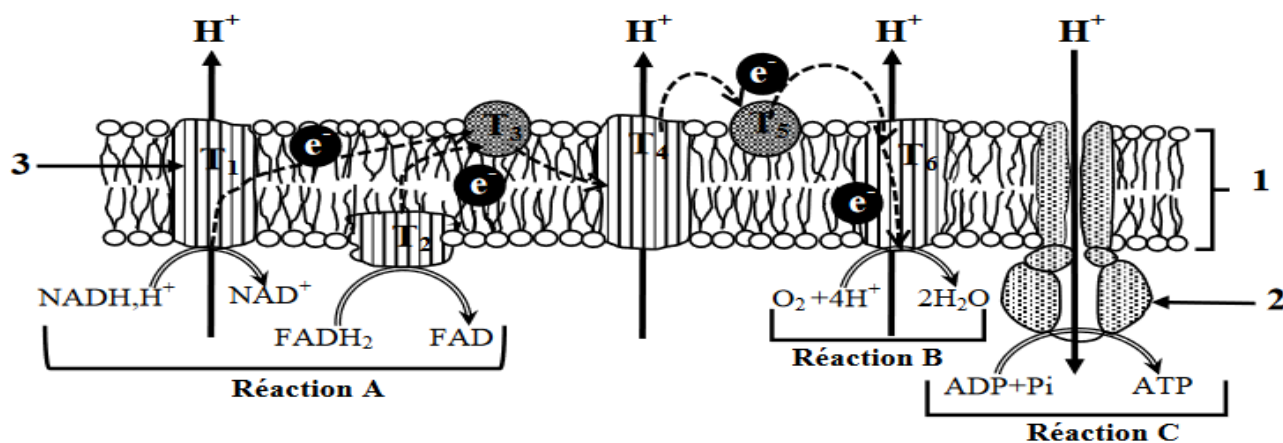
d/ La transformation d'une molécule de glucose en deux molécules d'acide pyruvique au niveau du hyaloplasme, s'accompagne d'une oxydation de deux NAD^+ et une formation de deux molécules d'ATP.

e/ Dans la matrice, l'oxydation de NADH , H^+ se fait par l'intervention des déshydrogénases.

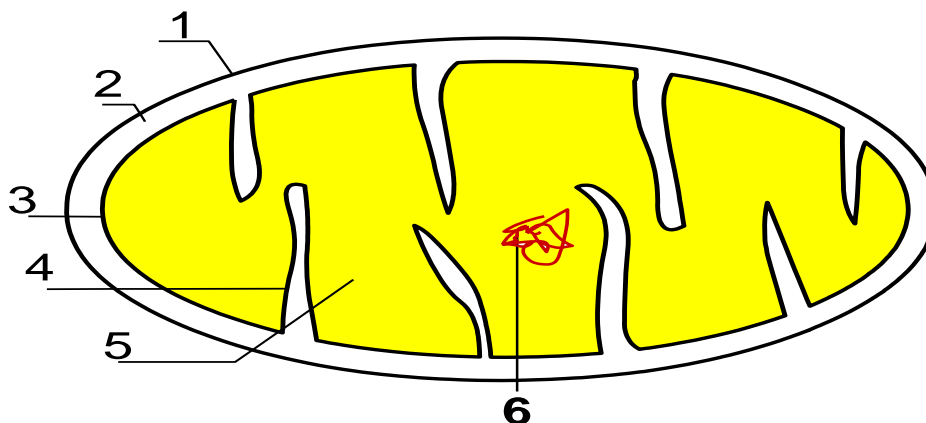
f/ Les réactions du cycle de Krebs ne produisent pas d'énergie.

VII/ Le document ci-dessous représente la chaîne respiratoire :

Nommez chacune des structures désignées par les numéros 1, 2, 3 et des réactions désignées par les lettres A, B, C.



VIII/ Le schéma suivant illustre la structure de la mitochondrie.



1/ Annotez le schéma.

2/ Donnez quelques caractéristiques de l'élément n 3.

Rôle du muscle squelettique strié dans la transformation de l'énergie

I/ Pour chacune des propositions suivantes, il y a une seule suggestion correcte. Recopiez les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...)...., et adressez à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte.

<p>1/ La contraction musculaire se déroule dans les étapes suivantes : ① Rotation des têtes de myosine fixées sur l'actine vers le centre du sarcomère ; ② Libération des ions Ca^{++} ; ③ La myosine portant une molécule d'ADP et Pi s'attache sur l'actine ; ④ Glissement des filaments d'actine vers le centre du sarcomère ; ⑤ Arrivée de l'influx nerveux au sein de la myofibrille.</p> <p>La succession de ces étapes selon l'ordre chronologique la suivante :</p> <p>a/ ⑤ → ② → ④ → ③ → ① b/ ⑤ → ② → ① → ③ → ④ c/ ⑤ → ③ → ② → ① → ④ d/ ⑤ → ② → ③ → ① → ④</p>	<p>2/ La fatigue musculaire est caractérisée par:</p> <p>a/ La diminution de l'amplitude et de la durée de la secousse musculaire. b/ L'augmentation de l'amplitude de la secousse musculaire et la diminution de sa durée. c/ L'augmentation de l'amplitude et de la durée de la secousse musculaire. d/ La diminution de l'amplitude de la secousse musculaire et l'augmentation de sa durée.</p>
<p>3- Les filaments fins de la myofibrille sont formés de :</p> <p>a/ L'actine, la myosine et la troponine; b/ L'actine, la myosine et la tropomyosine; c/ L'actine, la troponine et la tropomyosine; d/ La myosine, la troponine et la tropomyosine.</p>	<p>4- La contraction musculaire :</p> <p>a/ Se produit en absence de l'ATP, et de l'O_2; b/ Nécessite toujours la présence des ions calcium et de l'ATP; c/ Se produit en absence des ions calcium et de l'ATP; d/ Se produit en absence des ions calcium et de l'O_2.</p>
<p>5/ L'hydrolyse de la phosphocréatine est une voie :</p> <p>a/ lente permettant de régénérer l'ADP. b/ lente permettant de régénérer la phosphocréatine. c/ rapide permettant de régénérer l'ATP. c/ rapide permettant de régénérer la phosphocréatine.</p>	<p>6/ La tête de myosine possède deux sites de fixation spécifiques à :</p> <p>a/ l'ATP et l'actine. b/ l'ATP et la troponine. c/ la troponine et l'actine. d/ l'actine et les ions Ca^{++}.</p>

II/ Ecrivez devant chacune des propositions suivante le terme « vrai » ou « faux » :

- Lors de la contraction musculaire, on assiste à un:

a	Raccourcissement des bandes sombres sans changement de la longueur des bandes claires.	
b	Raccourcissement des bandes claires sans changement de la longueur des bandes sombres.	
c	Rapprochement des deux stries Z avec raccourcissement de la zone H du sarcomère.	
d	Raccourcissement des bandes claires sans changement de la longueur de la zone H du sarcomère.	

III/ Ecrire le terme vrai ou faux devant les propositions suivantes :

- a/ Le myogramme est un dispositif expérimental utilisé pour étudier la contraction du muscle.
b/ La striation d'une fibre musculaire est due à l'arrangement des myofilaments au sein des myofibrilles.
c/ Le téτανos parfait est le résultat de plusieurs secousses musculaires suite à une série d'excitations dont l'excitation suivante est appliquée pendant la phase de contraction de la secousse due à l'excitation précédente.
d/ Le relâchement du muscle est le résultat de la fixation des ions Ca^{++} sur les têtes de myosine.

IV/ Relier chaque molécule caractéristique des fibres musculaires à son action, en adressant à chaque numéro du groupe 1 la lettre Correspondante du groupe 2 et compléter les couples suivants : (1, -----) ; (2, ----) ; (3, ----) ; (4 , ----)

Groupe 1 : Molécule	Groupe 2 : Action de la molécule
1/ ATP	a/ masque des sites à intérêt sur l'actine
2/ Ca^{2+}	b/ se fixe sur la tête de la myosine
3/ Myosine	c/ se fixe sur la Troponine
4/ Tropomyosine	d/ se lie à l'Actine

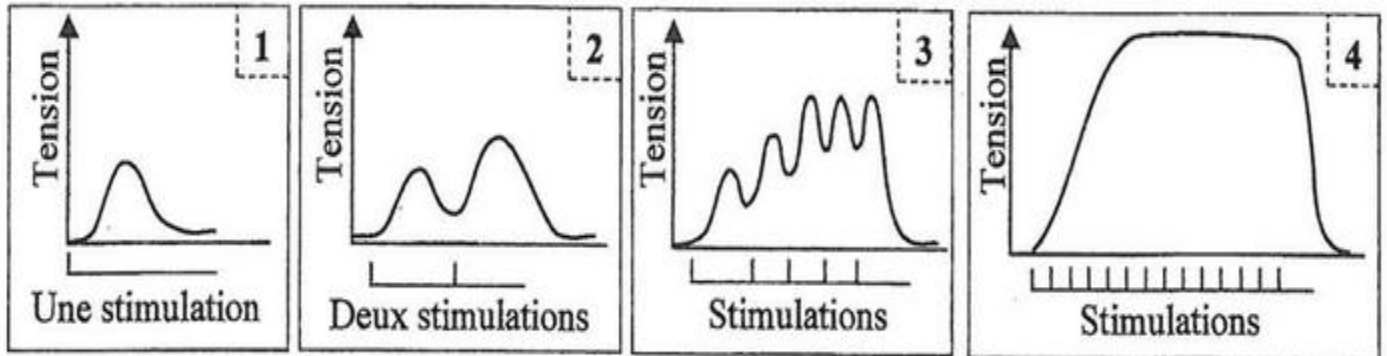
V/ Relier chaque élément du groupe A avec ce qui lui correspond dans le groupe B : (1, -----) ; (2, ----) ; (3, ----) ; (4 , ----)

Groupe 1 : Molécule	Groupe 2 : Action de la molécule
1/ La chaleur retardée	a/ Libération de Ca^{++} du réticulum endoplasmique et sa fixation sur la troponine.
2/ La chaleur initiale	b/ synthèse d'ATP à partir de la phosphocréatine.
3/ rotation des têtes de myosines.	c/ synthèse d'ATP à partir des réactions métaboliques aérobies
4/ Formation du complexe acto-myosine	d/ hydrolyse d'ATP portée par la tête de myosine

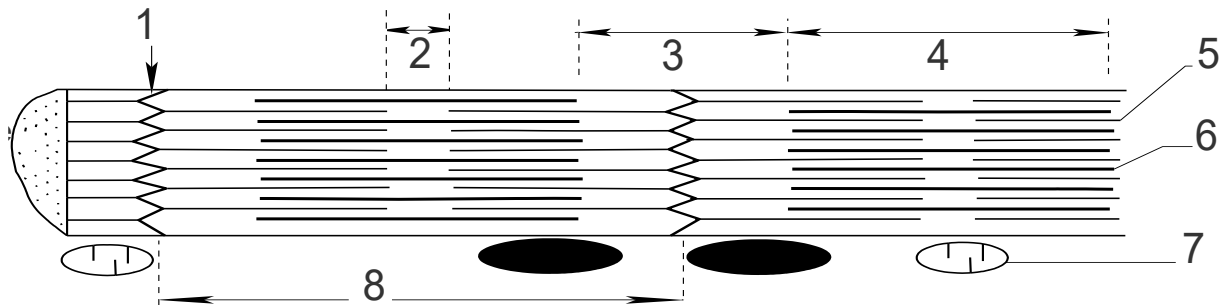
VI/ Relier chaque myogramme enregistré (groupe 1) à l'état des deux stimulations appliquées sur le muscle (groupe 2). Adresser à chaque numéro la lettre correspondante et compléter les couples suivants : (1, --) ; (2, --) ; (3, --) ; (4 , --)

Groupe 1 : Myogramme enregistré	Groupe 2 : Application de 2 stimulations efficaces sur le muscle
1/ Fusion complète des deux secousses musculaires	a/ La seconde stimulation est appliquée après l'achèvement de la première secousse musculaire.
2/ Fusion incomplète des deux secousses musculaires	b/ La seconde stimulation est appliquée pendant la phase de latence de la première secousse musculaire.
3/ Deux secousses musculaires isolées	c/ La seconde stimulation est appliquée pendant la phase de contraction de de la première secousse musculaire.
4/ Une secousse musculaire isolée	d/ La seconde stimulation est appliquée pendant la phase de relâchement de de la première secousse musculaire.

VII/ Les myogrammes ci-dessous présentent des enregistrements obtenus suite à des stimulations efficaces d'un muscle squelettique. Donner le nom correspondant à chacun de ces myogrammes numérotés de 1 à 4.



VIII/ Le schéma suivant représente l'ultrastructure d'une portion d'une myofibrille. Nommer chacune des structures désignées par les numéros 1 à 8. (2 pts)



Ultrastructure d'une myofibrille