

Tle C  
CODE :  
SVT  
DURÉE : 4H

## MON ÉCOLE À LA MAISON



### **THEME 1 : Le métabolisme énergétique et l'activité musculaire.**

## **LEÇON 2 : LA PRODUCTION D'ÉNERGIE PAR LA CELLULE**

### **I. SITUATION D'APPRENTISSAGE**

Au cours de la séance de sport, des élèves remarquent des modifications au niveau du fonctionnement de leur organisme : augmentation de la température corporelle, des rythmes cardiaque et respiratoire élevés entre autres. Certains élèves s'essouffent et abandonnent l'exercice physiques. Le professeur d'EPS leur apprend que ces modifications sont dues à la production d'énergies par les cellules, ainsi qu'à un besoin accru d'oxygène dans l'organisme. Désirant en savoir d'avantage, ces élèves décident de déterminer la nature des transformations qui s'opèrent au cours de la production d'énergie dans l'organisme et d'expliquer leurs mécanismes.

### **II. CONTENU DU COURS**

## **COMMENT LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ÉNERGIE ?**

Les modifications observées au niveau l'organisme à la suite des exercices physiques permettent de constater que la cellule produit de l'énergie.

On peut supposer que :

- la cellule produit de l'énergie dans certaines conditions ;
- la cellule produit l'énergie grâce à une structure spécialisée
- la cellule produit de l'énergie selon des mécanismes

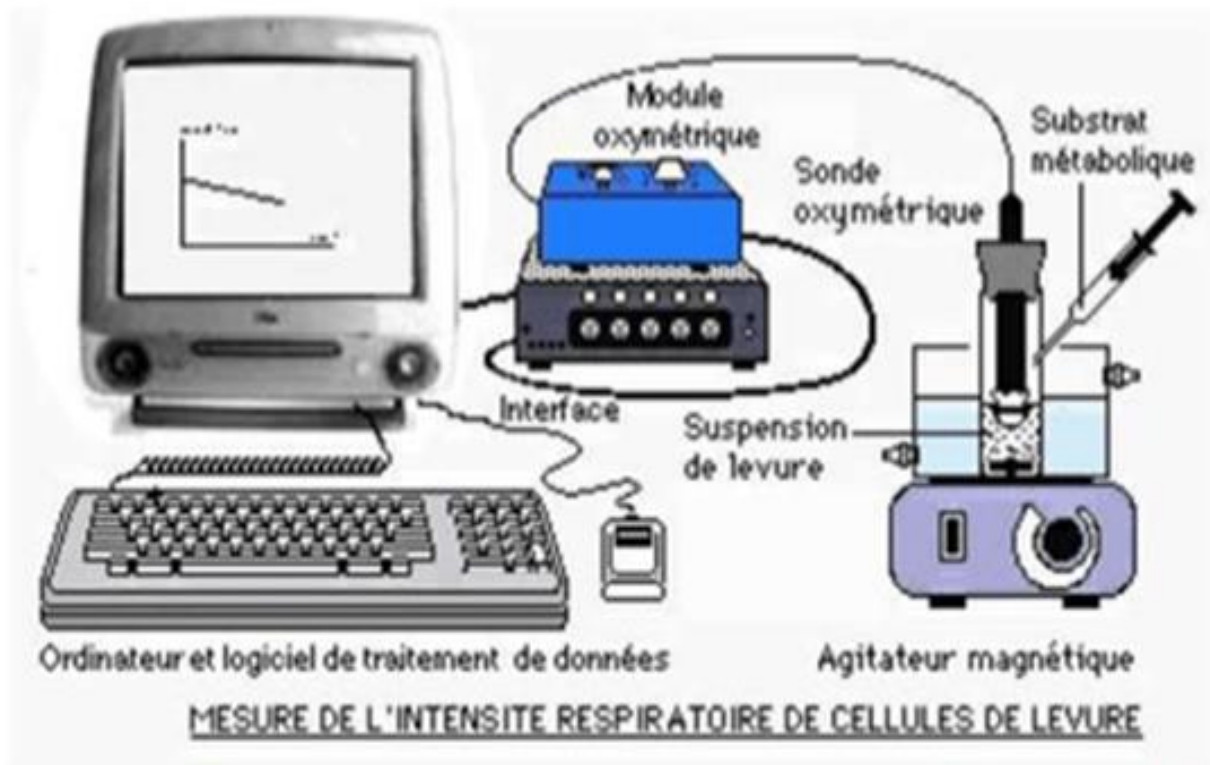
### **I. LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ÉNERGIE DANS CERTAINES CONDITIONS ?**

#### **A- PRODUCTION D'ENERGIE EN PRESENCE D'OXYGENE**

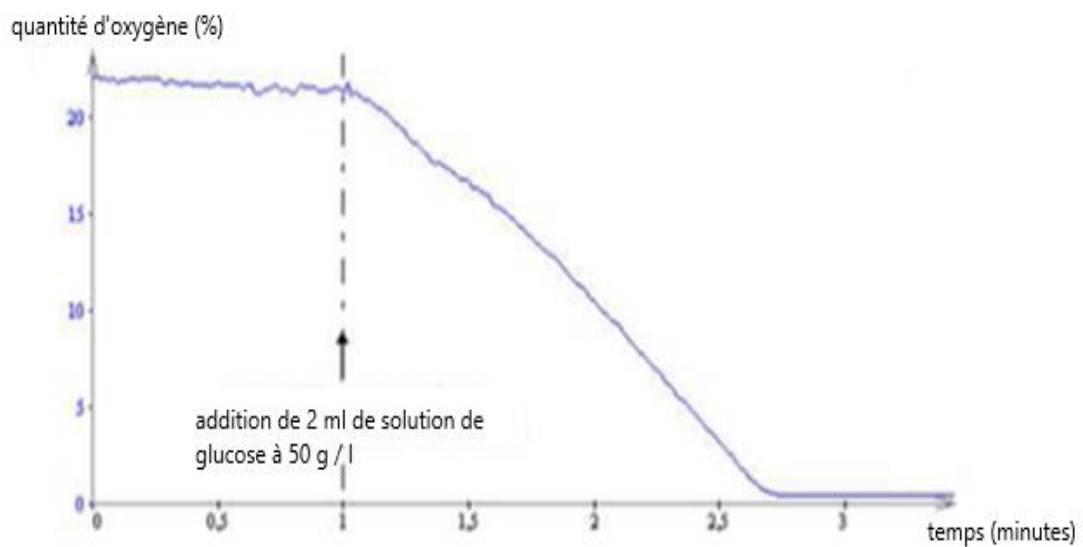
##### **1. Présentation d'expérience**

L'expérience consiste à mettre en évidence l'action de la levure (champignon microscopique) sur le glucose dans un milieu enrichi en oxygène.

On prépare une suspension de 25 ml de levures à 10 g/l, aéré pendant 12 heures avec un bulleur d'aquarium en vue de les affamer. On met la suspension dans une enceinte et on additionne, une (1) minute après 2 ml de solution de glucose à 50 g/l. On suit les variations des concentrations d'oxygène du milieu grâce au dispositif EXAO suivant.



## 2. Résultats



## 3. Analyse des résultats

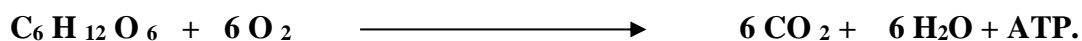
La courbe traduit les variations de la quantité d'oxygène de l'enceinte contenant le mélange de la suspension de levures et de la solution de glucose en fonction du temps.

- Avant l'ajout de la solution de glucose (de 0 min à 1 min), la quantité d'oxygène est fixe à 23 %

- Après l'ajout de la solution de glucose, la quantité d'oxygène baisse rapidement pour s'annuler aux environs de 2,7 minutes.

#### 4. Interprétation

La baisse de la quantité d'oxygène traduit sa réaction avec le glucose. Cette réaction qui est une oxydation en milieu oxygéné ou milieu aérobie est appelée la **respiration** ou encore **l'oxydation respiratoire**. En effet, en présence d'oxygène, les levures utilisent le glucose et le dégradent complètement pour produire de l'énergie sous forme d'**ATP** selon la réaction suivante :



#### 4. Conclusion

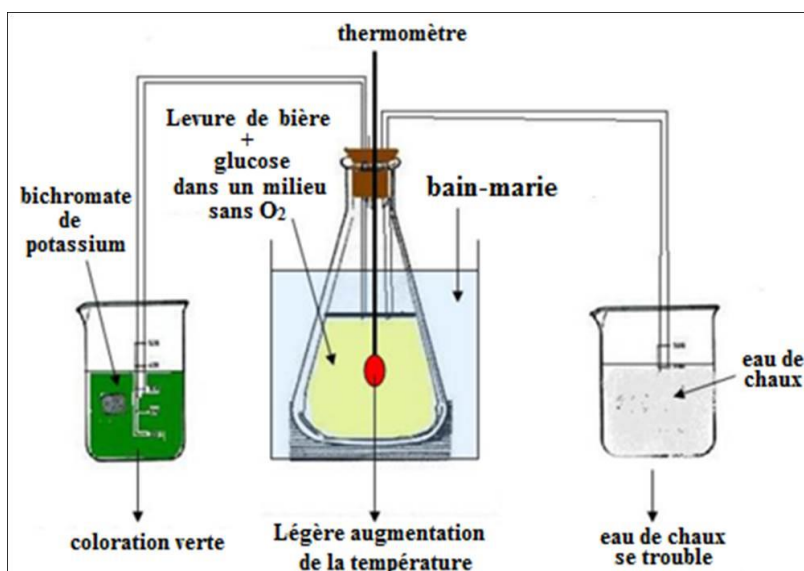
La dégradation complète ou l'oxydation du glucose qui est un composé organique se fait par la respiration et entraîne une production d'énergie par la cellule.

### B. PRODUCTION D'ENERGIE EN ABSENCE D'OXYGENE

#### 1. Présentation d'expérience

L'expérience consiste à mettre en évidence l'action de la levure sur le glucose dans un milieu pauvre en oxygène.

On cultive des levures dans un flacon enrichi en glucose. Le flacon est complètement bouché et le tube à dégagement ne permet pas l'entrée d'air ni le renouvellement de dioxygène. A l'aide de tubes de dégagement, on recueille d'une part le gaz dégagé dans une éprouvette contenant de l'eau de chaux et d'autre part le contenu du béccher dans une autre éprouvette contenant une solution de bichromate de potassium de couleur jaune. Un thermomètre relève la température dans le flacon pendant la durée de l'expérience.



## 2. Résultats

On Observe :

- Une légère augmentation de la température dans le flacon
- L'eau de chaux trouble
- La solution de bichromate de potassium vire au vert

## 3. Analyse des résultats

Le gaz dégagé qui trouble l'eau de chaux est le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>

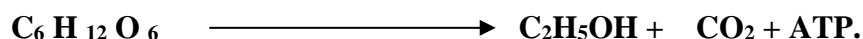
Le contenu du flacon qui fait virer le bichromate de potassium du jaune au vert est l'alcool.

La formation de l'alcool à partir du glucose s'accompagne d'un dégagement de dioxyde de carbone et d'une production de chaleur : réaction exothermique.

## 4. Interprétation

L'apparition de l'alcool indique la transformation du glucose par les levures en absence d'oxygène. Cette réaction est une **fermentation alcoolique** qui se déroule dans un milieu pauvre en oxygène ou milieu anaérobie.

En effet, en absence d'oxygène, les levures utilisent le glucose et le dégradent partiellement ou incomplètement en alcool (éthanol) pour produire de l'énergie sous forme d'ATP selon la réaction suivante :



## 5. Conclusion

La dégradation partielle ou incomplète du glucose qui est un composé organique se fait par la fermentation et entraîne une production d'énergie sous forme d'ATP par la cellule.

### Conclusion partielle

La production d'énergie par la cellule, à partir du glucose se fait sous deux conditions :

- En présence d'oxygène, c'est la respiration
- En absence d'oxygène, c'est la fermentation

### ACTIVITE D'APPLICATION

Le texte ci-dessous est relatif à la dégradation du glucose en absence de dioxygène.

La dégradation du glucose, en absence de dioxygène est la .... Elle commence par la ... au cours de laquelle une molécule de glucose comportant ... se dégrade pour donner deux

molécules ... comportant chacune 3 atomes de carbone. La dégradation du glucose par la fermentation donne des ... qui contiennent encore de l'énergie. Il s'agit d'une dégradation ... L'acide pyruvique peut être dégradé en alcool éthylique ou éthanol : fermentation ... Il peut être dégradé en acide acétique : fermentation ...

La fermentation est un processus au cours duquel très ... est libérée par la cellule.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants : **alcoolique ; d'acides pyruviques ; peu d'énergie ; fermentation ; acétique ; glycolyse ; résidus ; 6 atomes de carbone ; partielle.**

### Corrigé

La dégradation du glucose, en absence de dioxygène est la **fermentation**. Elle commence par la **glycolyse** au cours de laquelle une molécule de glucose comportant **6 atomes de carbone** se dégrade pour donner deux molécules d'acides **pyruviques** comportant chacune 3 atomes de carbone. La dégradation du glucose par la fermentation donne des **résidus** qui contiennent encore de l'énergie. Il s'agit d'une dégradation **partielle**.

L'acide pyruvique peut être dégradé en alcool éthylique ou éthanol : fermentation **alcoolique**. Il peut être dégradé en acide acétique : fermentation **acétique**.

La fermentation est un processus au cours duquel très **peu d'énergie** est libérée par la cellule.

## II.LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ÉNERGIE GRACE A UNE STRUCTURE SPECIALISEE ?

### 1. Présentation d'expérience

L'expérience consiste à mettre en évidence les organites cellulaires responsables de la production d'énergie.

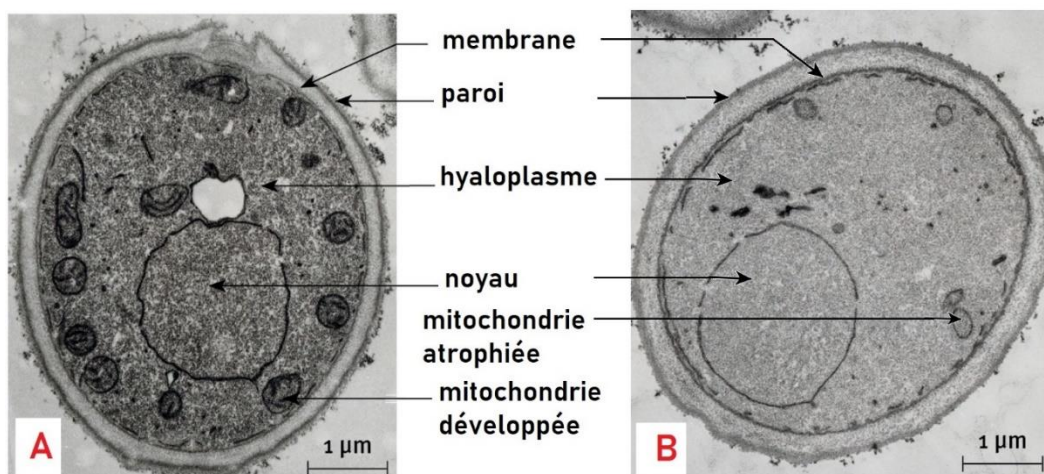
Deux cellules de levures sont placées dans deux milieux de culture (A) et (B) régulièrement fournis en glucose pendant une semaine.

Le milieu de culture (A) est enrichi en oxygène ou milieu aérobie.

Le milieu de culture (B) est appauvri en oxygène ou milieu anaérobie.

Après une semaine les cellules sont photographiées.

Le document suivant présente les images obtenues.



## **2. Résultats (annotation)**

- Figure (A) : un grand nombre de mitochondries bien développées.
- Figure (B) : Très peu de mitochondries qui sont également atrophiées.

## **3. Analyse des résultats**

Les levures cultivées en milieu anaérobie présentent très peu de mitochondries qui sont atrophiées.

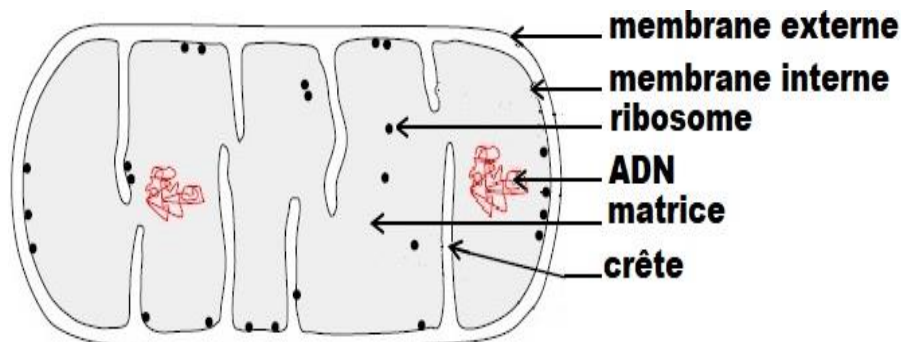
Par contre, les levures cultivées en milieu aérobie contiennent beaucoup de mitochondries bien développées.

## **4. Interprétation**

En milieu anaérobie, les levures présentent très peu de mitochondries qui sont également atrophiées car elles sont sans activité malgré la présence de glucose.

En milieu aérobie, les levures présentent beaucoup de mitochondries, bien développées car ces mitochondries sont toujours en activité.

L'activité des mitochondries consiste à dégrader complètement le glucose en présence d'oxygène selon la réaction de la respiration ou l'oxydation respiratoire.



### **SCHÉMA DE L'ULTRASTRUCTURE D'UNE MITOCHONDRIE**

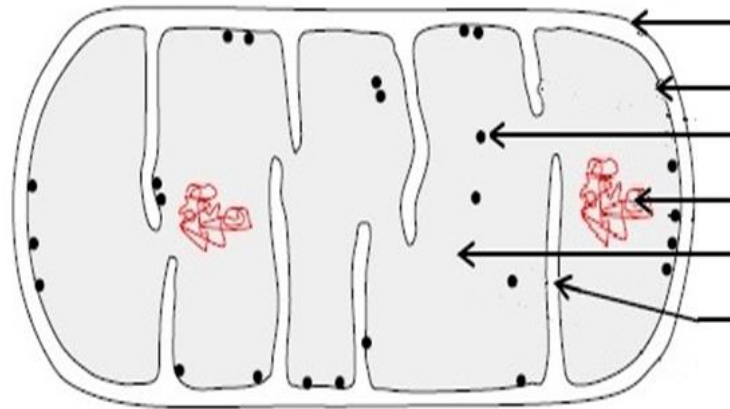
La fermentation se déroule dans le hyaloplasme (cytoplasme) de la cellule en dehors des mitochondries.

## **5. Conclusion**

La cellule produit l'énergie grâce à une structure spécialisée appelée la mitochondrie.

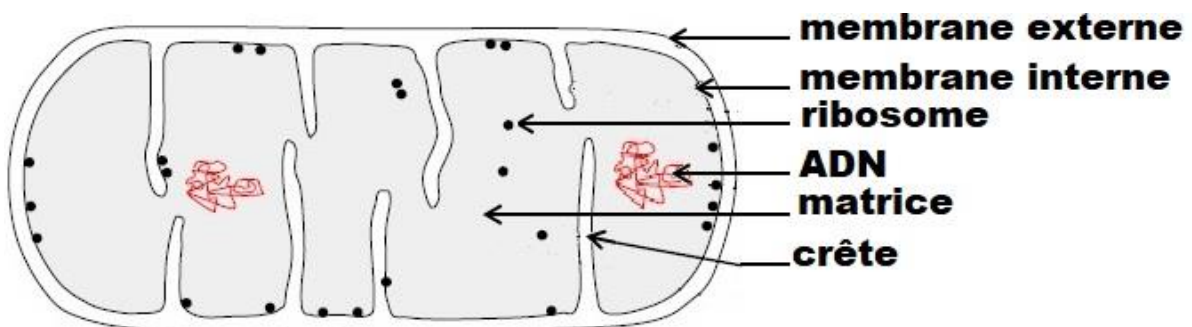
## ACTIVITE D'APPLICATION

Le schéma ci-dessous présente la mitochondrie :



Annotez-le en utilisant les mots et groupes de mots suivants : *membrane interne* ; *matrice* ; *ADN mitochondrial* ; *membrane externe* ; *crête* ; *ribosome*

### Corrigé



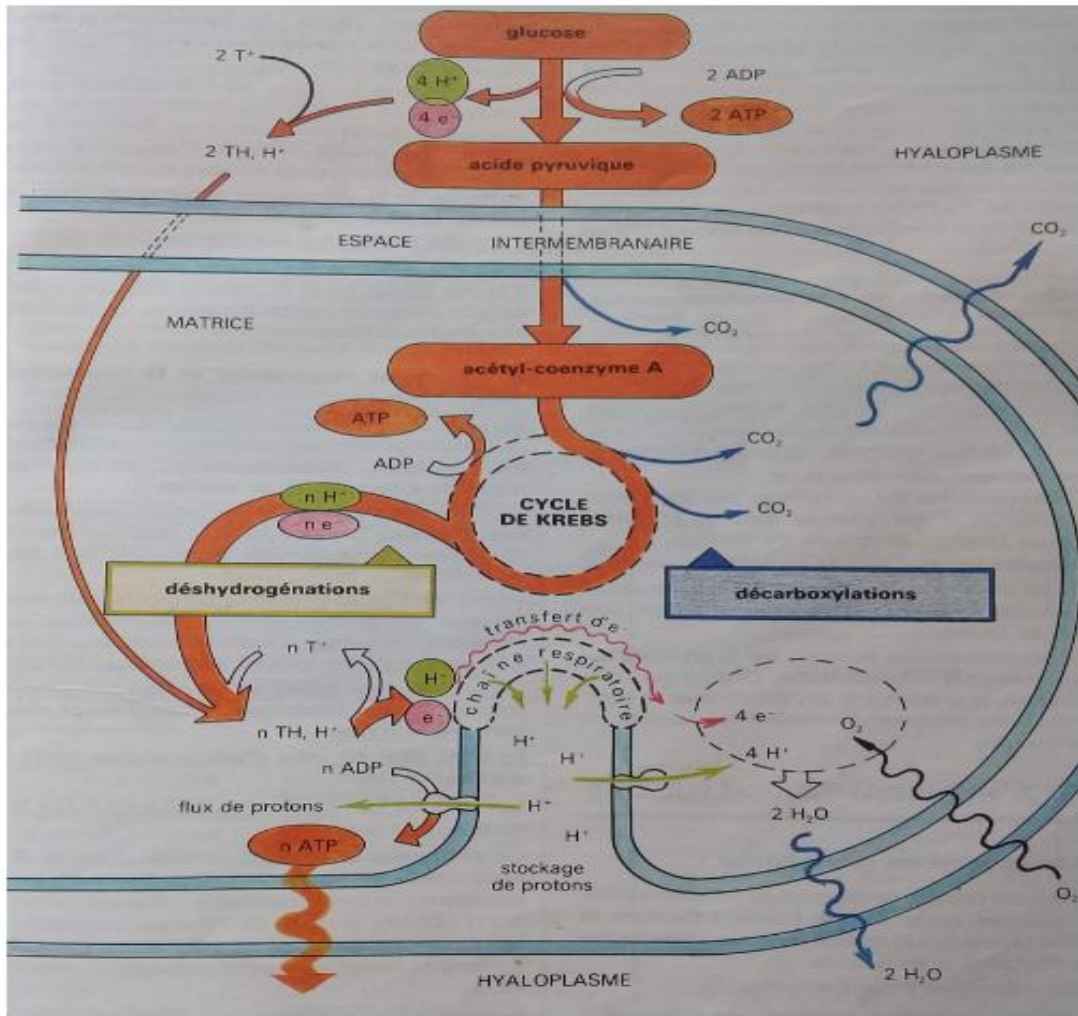
## SCHÉMA DE L'UTRASTRUCTURE D'UNE MITOCHONDRIE

### III- La cellule produit-elle l'énergie selon des mécanismes ?

#### 1-Observation

Observons un document relatif à la dégradation du glucose dans la cellule.





## 2-Résultats

La dégradation du glucose dans la cellule se fait en deux étapes qui sont :

L'étape du hyaloplasme ou cytosol ;

L'étape de la matrice mitochondriale.

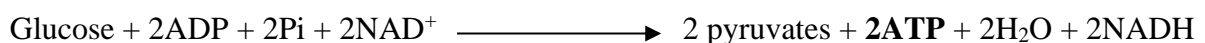
## 3-Analyse

Dans le hyaloplasme, une molécule de glucose est divisée en 2 molécules d'acide pyruvique : C'est la **glycolyse**.

Dans la matrice mitochondriale, l'acide pyruvique est transformé en acétylcoenzyme A avant d'intégrer le cycle de Krebs.

## 4-Interprétation

La **glycolyse** est la décomposition du glucose suite à une série de réactions catalysées par des enzymes spécifiques pour produire de l'acide pyruvique, de l'ATP, des protons et de l'eau selon l'équation :





Le pyruvate est transporté dans la matrice de la mitochondrie par une protéine membranaire appelée pyruvate translocase.

Dans la matrice, une autre enzyme, le coenzyme A, fixe le pyruvate pour donner l'acétylcoenzyme A.

L'Acétyl-CoA se fixe à son tour à une molécule à 4 carbones appelé oxaloacétate. Ce complexe s'engage dans une série de réactions catalysées par des enzymes (déshydrogénases et carboxylases) pour aboutir à la formation d'une autre molécule d'oxaloacétate. Cette série de réactions est le **cycle de Krebs**.

Au cours du cycle de Krebs les molécules énergétiques suivantes sont produites :

- 2 ATP
- 4 NADH dont chacun contient de l'énergie qui est transformée en 3 ATP.
- FADH<sub>2</sub> capable de produire 2 ATP.

Chaque molécule de glucose engagée dans le cycle de Krebs produit 32 ATP.

Sachant que l'entrée d'une molécule de NADH dans la matrice de la mitochondrie consomme 1 ATP, le bilan énergétique global de la dégradation du glucose est de 38 ATP alors que celui de la fermentation est de 2 ATP.

Le tableau ci-dessous fait la comparaison des deux réactions.

Phénomènes	Respiration	Fermentation
<b>Caractéristiques</b>		
<b>Etat de dégradation du glucose</b>	Totale ou complète	Partielle ou incomplète
<b>Localisation</b>	Mitochondrie	Hyaloplasme
<b>Voie de réalisation</b>	Aérobie	Anaérobie
<b>Bilan énergétique</b>	Elevé : 38 ATP / 1178Kj Rendement élevé 40%	Faible : 2 ATP / 62 Kj Rendement faible 2 %
<b>Rapidité de production de l'ATP</b>	Peu rapide	Rapide

### **TABLEAU DE COMPARAISON DE LA RESPIRATION ET DE LA FERMENTATION**

#### **5-Conclusion**

La cellule produit effectivement de l'énergie selon les mécanismes de la glycolyse et du cycle de Krebs.

#### **CONCLUSION GÉNÉRALE**

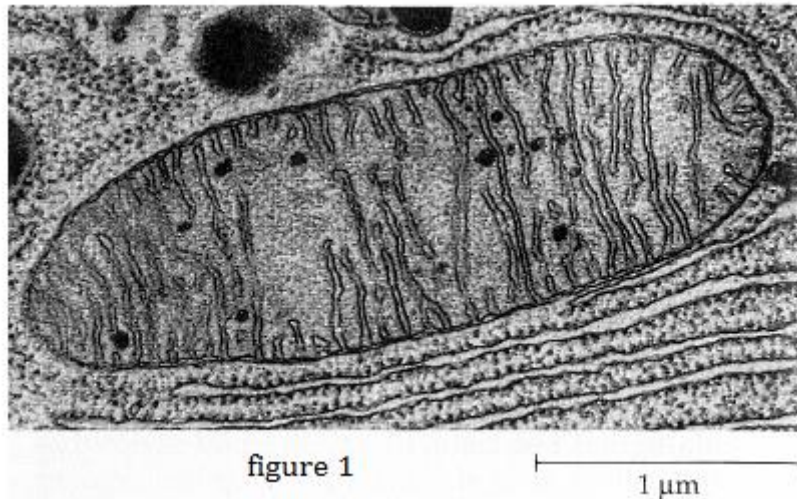
L'énergie est produite dans la cellule par deux types de réactions :

Une réaction qui aboutit à la dégradation complète du substrat (la respiration) qui se déroule en milieu aérobie et en partie dans la mitochondrie.

Une réaction qui aboutit à la dégradation incomplète du substrat (la fermentation) qui se déroule en milieu anaérobie.

## SITUATION D'ÉVALUATION

Pour préparer le devoir sur la production de l'énergie par une cellule vivante, un élève de ta classe découvre dans un manuel les expériences ci-dessous, relatives au rôle de certains organites dans la production de l'énergie cellulaire : on prélève chez une souris des cellules hépatiques que l'on soumet à une centrifugation à grande vitesse. On obtient un culot dont l'observation au microscope, a donné l'image ci-dessous (figure 1).



Les éléments ainsi isolés sont placés dans un milieu contenant des nutriments carbonés et placés dans un bioréacteur qui permet de mesurer l'évolution de la teneur en dioxygène. Les résultats obtenus sont traduits sous forme de graphe (figure 2).

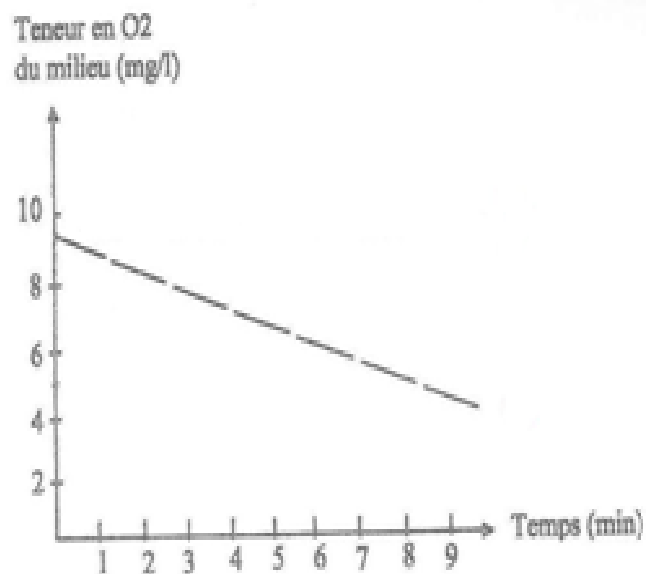
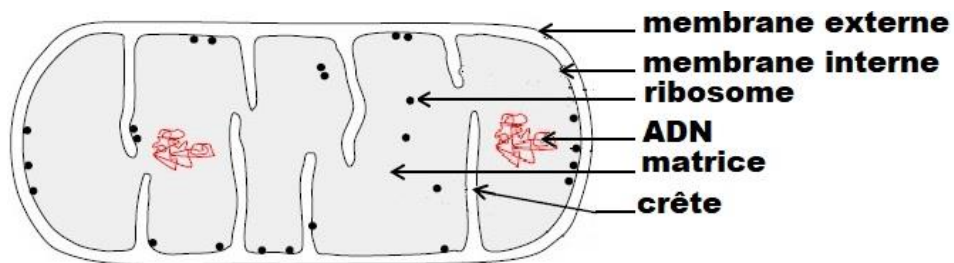


figure 2

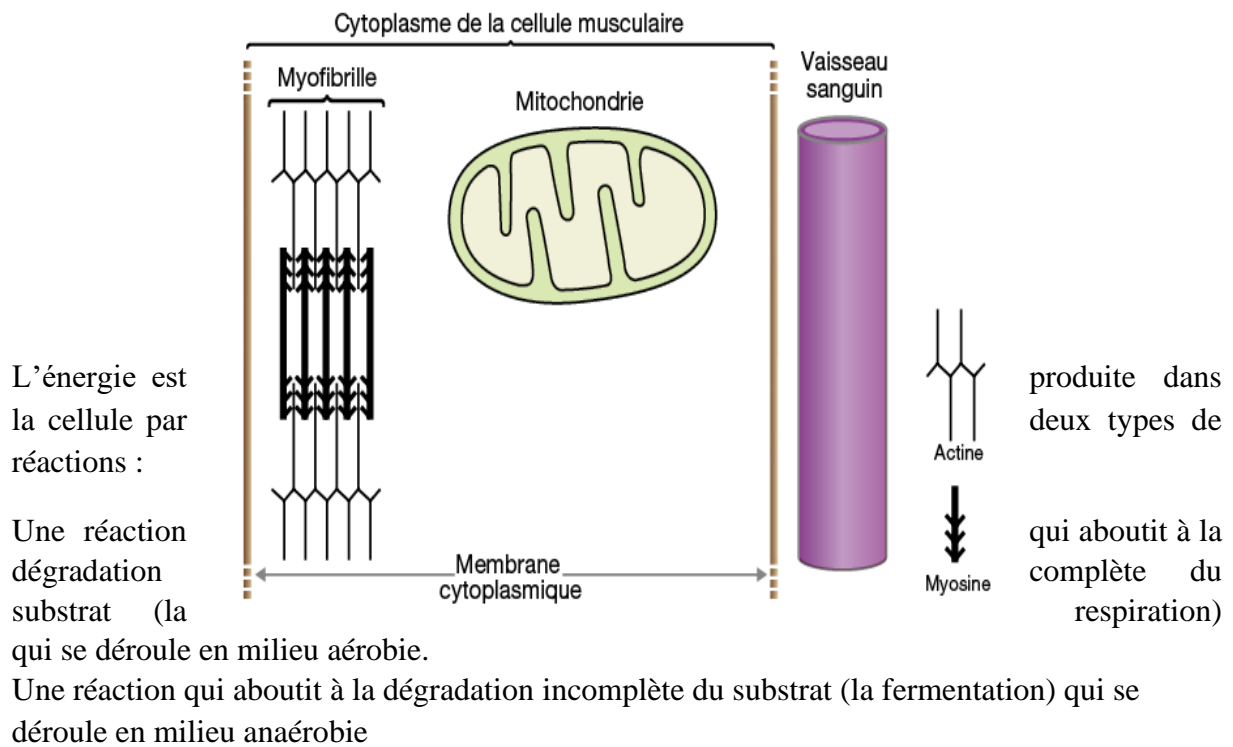
1. Nomme les éléments isolés
2. Réalise le schéma annoté de l'un de ces éléments.
3. Analyse la courbe obtenue
4. Explique l'évolution de la teneur en dioxygène du milieu

1. Les éléments isolés sont les mitochondries.
- 2.



**SCHÉMA DE L'ULTRASTRUCTURE D'UNE MITOCHONDRIE**

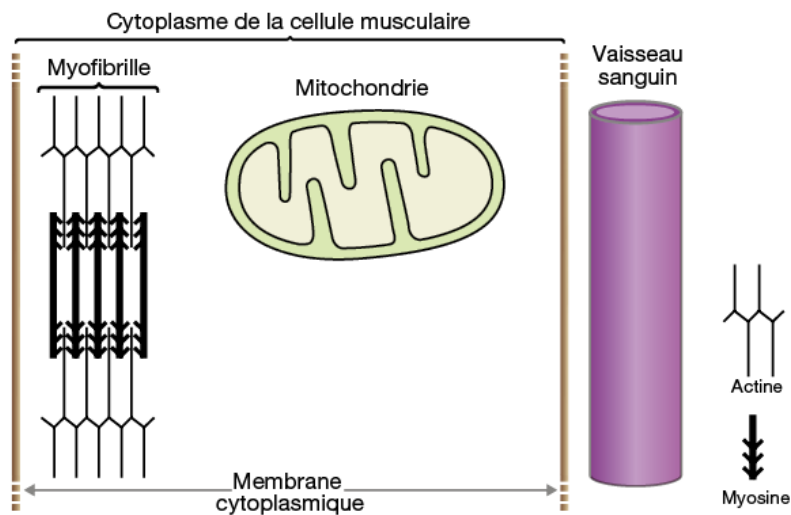
3. La teneur en oxygène du milieu qui était d'environ 9,5 mg/l baisse régulièrement jusqu'à environ 4 mg/l au bout de 9 minutes.
4. La diminution du taux de d'oxygène s'explique par son utilisation par les mitochondries au cours du cycle de Krebs pour produire de l'énergie sous forme d'ATP.



## SITUATION D'ÉVALUATION

Dans le cadre des préparatifs des compétitions scolaires de l'OISSU, l'entraîneur de football du niveau Terminale organise des séances d'entraînement avec ses joueurs. Dès le début de ces séances de préparation, il constate que certains joueurs se fatiguent plus vite et d'autres. Sur les conseils de spécialistes, l'entraîneur fournit aux joueurs pendant les séances de préparation des boissons sucrées qui fournissent de l'énergie et de l'eau. L'entraîneur présente aux élèves la figure ci – dessous qui montre les éléments qui interviennent dans la production de l'énergie dans l'organisme. Il te demande d'expliquer à tes camarades le mécanisme de la production de l'énergie par la cellule.

1. Nomme le nutriment contenu dans les boissons sucrées
2. a/ Identifie les différentes voies de dégradation de ce métabolite  
b/ Ecris l'équation de la réaction correspondant à chaque voie
1. Explique, à l'aide du schéma, l'origine de l'énergie utilisée pendant l'activité de la fibre musculaire.



1. Nomme le nutriment contenu dans les boissons sucrées
2. a/ Identifie les différentes voies de dégradation de ce métabolite  
b/ Ecris l'équation de la réaction correspondant à chaque voie
3. Explique, à l'aide du schéma, l'origine de l'énergie utilisée pendant l'activité de la fibre musculaire.

## AUTRES EXERCICES

### Exercice 1

Le texte à trou ci – dessous est relatif à la dégradation du glucose en absence de dioxygène. La dégradation du glucose, en absence de dioxygène est la ..... Elle commence par la ..... au cours de laquelle une molécule de glucose comportant ..... se dégrade pour donner deux molécules ..... comportant chacune 3 atomes de carbone. La dégradation du glucose par la fermentation donne des ..... qui contiennent encore de l'énergie. Il s'agit d'une dégradation .....

L'acide pyruvique peut être dégradé en alcool éthylique ou éthanol : fermentation .....

..... Il peut être dégradé en acide acétique : fermentation .....



La fermentation est un processus qui libère très ..... pour la cellule.  
 Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants : **alcoolique ; d'acides pyruviques; peu d'énergie ; fermentation ; acétique ; glycolyse ; résidus ; 6 atmoes de carbone ; partielle.**

### Exercice 2

Le tableau ci – dessous présente quelques éléments de comparaison entre la respiration cellulaire et la fermentation.

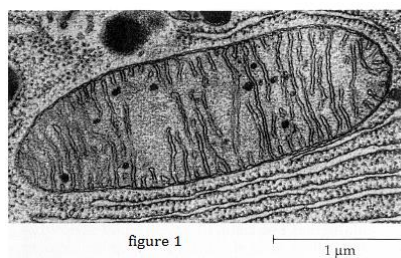
Phénomènes	Respiration	Fermentation
caractéristiques		
Etat de dégradation du glucose		
Localisation		
Voie de réalisation		
Equation bilan		
Bilan énergétique		
Rapidité de production de l'ATP		

**Complète – le.**

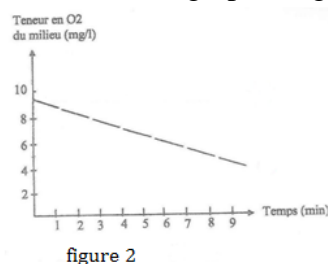
### Exercice 3

Pour préparer le devoir sur la production de l'énergie par une cellule vivante, un élève de ta classe découvre dans un manuel les expériences ci-dessous, relatives au rôle de certains organites dans la production de l'énergie cellulaire :

on prélève chez une souris des cellules hépatiques que l'on soumet à une centrifugation à grande vitesse. On obtient un culot dont l'observation au microscope a donné l'image ci – dessous (figure 1).



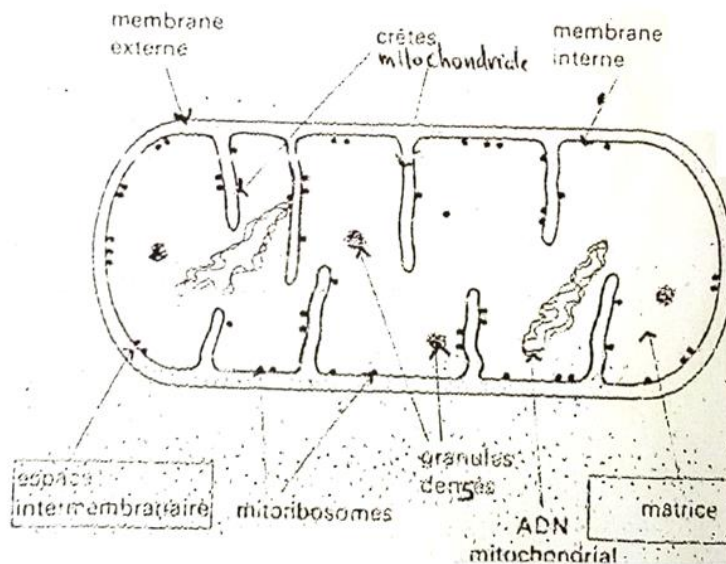
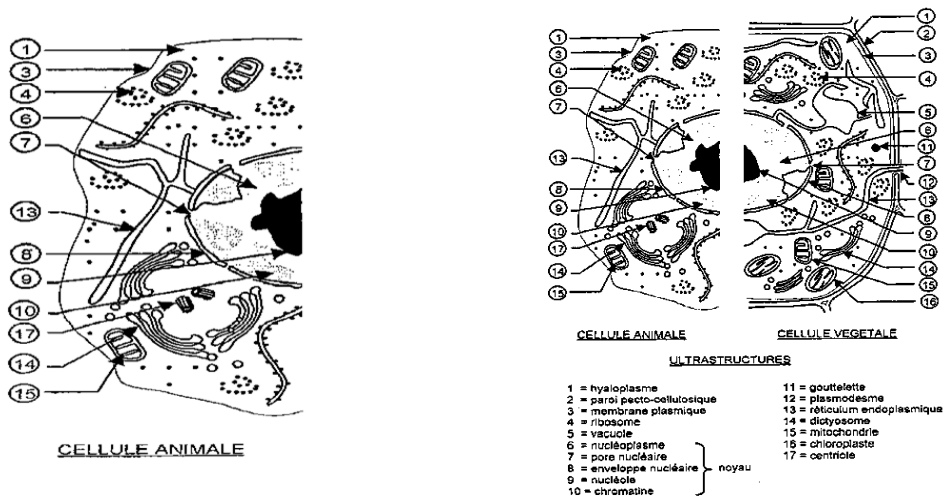
Les éléments ainsi isolés sont placés dans un milieu contenant des nutriments carbonés et placés dans un bioréacteur qui permet de mesurer l'évolution de la teneur en dioxygène. Les résultats obtenus sont traduits sous forme de graphe (figure 2).

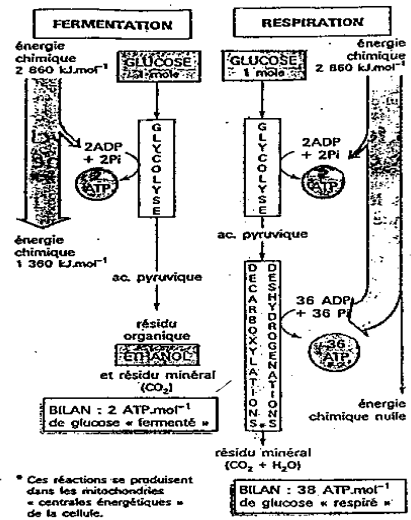
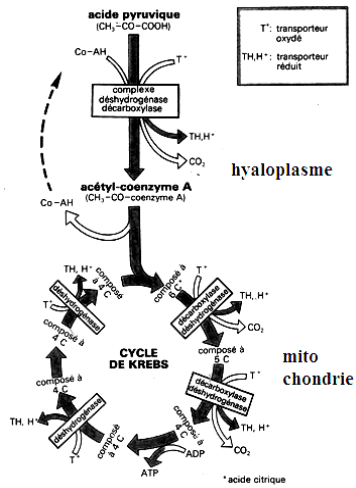


Eprouvant des difficultés à identifier et déterminer le rôle de ces organelles, il sollicite ton aide.

- 1- Nomme les éléments isolés
- 2- Réalise le schéma annoté de l'un de ces éléments.  
Analyse la courbe obtenue
- 3- Explique l'évolution de la teneur en dioxygène du milieu
- 4- Déduis le rôle des éléments isolés dans la production de l'énergie cellulaire.

## DOCUMENTATION





Phénomènes	Respiration	Fermentation
caractéristiques		
Etat de dégradation du glucose	totale ou complète	Partielle ou incomplète
Localisation	mitochondrie	hyaloplasme
Voie de réalisation	aérobie	anaérobie
Equation bilan	Voir cours	Voir cours
Bilan énergétique	Elevé : 38 ATP / 1178Kj Rendement élevé 40%	Faible : 2 ATP / 62 Kj Rendement faible 2 %
Rapidité de production de l'ATP	Peu rapide	Rapide

**TABLEAU DE COMPARAISON DE LA RESPIRATION ET DE LA FERMENTATION**