

1^{ère} A
CODE :
SVT
DURÉE : 5 H

MON ÉCOLE À LA MAISON



THEME : LE DEVENIR DES NUTRIMENTS DANS L'ORGANISME.

LEÇON 8 : LA PRODUCTION D'ÉNERGIE PAR LA CELLULE

1. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'un match du tournoi OISSU, les élèves d'une classe de 1^{ère} A du lycée moderne de Ferkessédougou sont débordants d'énergie et réalisent un très bon match. A la fin du match, surpris des conditions physiques des élèves de cette équipe, ceux du lycée moderne de Niellé, leurs adversaires, s'adressent au médecin de l'OISSU qui leur explique que cette énergie est produite par les cellules de leur organisme qui a correctement été alimenté. Ils décident alors de s'informer sur l'origine de cette énergie produite par la cellule et d'expliquer le mécanisme de sa production.

2. CONTENU DU COURS

COMMENT LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ÉNERGIE ?

La bonne prestation des élèves grâce à l'énergie dégagée au cours d'un match d'un tournoi interclasses, a permis de constater que les cellules de l'organisme produisent de l'énergie. À partir de ce constat, on peut supposer que :

- La cellule produit de l'énergie par la transformation des aliments.
- La cellule produit de l'énergie selon un mécanisme.

I- LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ÉNERGIE PAR LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS?

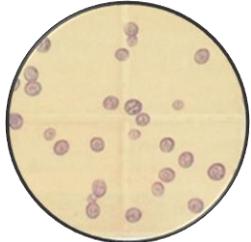
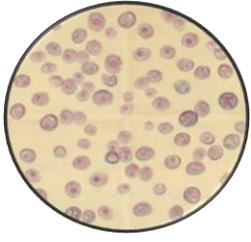
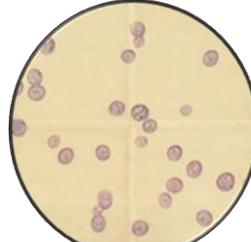
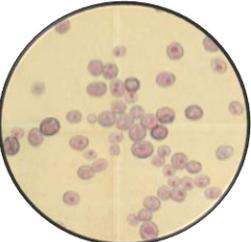
A- Voies de production d'énergie.

1- Présentation des expériences.

Les expériences consistent à mettre en évidence les voies de production d'énergie par la cellule.

Dans deux milieux de culture identique, contenant de l'eau et du glucose, à une température convenable, on cultive la même quantité de levures de bière. Ces deux milieux sont placés pendant quelques jours dans les mêmes conditions expérimentales. Ensuite on change les conditions expérimentales. Certaines levures sont placées en milieu oxygéné et les autres en milieu non oxygéné.

2- Résultats (voir document 1).

Conditions expérimentales	Début de l'expérience	Observation des levures au microscope optique (x700) à la fin de l'expérience	Autres observations
Milieu de culture oxygéné.	 Levures de bière		- production d'énergie (2815 KJ pour 1 g de glucose dégradé). - baisse de la quantité de dioxygène du milieu - dégagement de CO ₂
Milieu de culture non oxygéné.	 Levures de bière		- production d'énergie (167 KJ pour 1 g de glucose dégradé). - apparition d'alcool éthylique (éthanol) - dégagement de CO ₂

DOCUMENT 1 : EXPERIENCE DE MISE EN EVIDENCE DES VOIES DE PRODUCTION D'ENERGIE PAR LA CELLULE

3- Analyse des résultats.

Au début de l'expérience lorsque les levures sont placées dans les mêmes conditions expérimentales, leur quantité reste la même.

En milieu de culture oxygéné, les levures se développent très bien à la surface de la solution de glucose et la production d'énergie est importante alors qu'en milieu de culture non oxygéné, les levures se sont moins développées avec une faible production d'énergie, l'apparition d'alcool éthylique et le dégagement de CO₂.

4- Interprétation des résultats.

Dans le milieu de culture oxygéné, les levures se développent car elles oxydent le glucose prélevé dans le milieu. La dégradation du glucose est totale et cela produit de l'énergie (2815 KJ pour 1 g de glucose dégradé). Cette énergie est utilisée par les levures dans les réactions de synthèse. D'où leur développement (augmentation de la biomasse).

La voie de production de l'énergie par la cellule en présence de dioxygène est la **voie aérobie qui est la respiration**. En milieu oxygéné, la levure respire normalement.

En milieu privé d'oxygène les levures se développent très peu car elles disposent de moins d'énergie pour assurer leur croissance et leur multiplication. Cependant elles demeurent en vie.

Le glucose est partiellement dégradé ce qui produit de l'**alcool éthylique (éthanol)** et du **gaz carbonique**.

La voie de production de l'énergie par la cellule en absence de dioxygène est la **voie anaérobie** qui est la **fermentation**.

Cette fermentation qui produit de l'éthanol (alcool) est la **fermentation alcoolique**.

Les **sources de production d'énergie** utilisée par la cellule sont les composés organiques :

- Les **glucides** dont la dégradation produit du glucose.

1 g de glucide fournit 17Kj ou 4 Kcal.

- Les **protides** dont la dégradation produit des **acides gras**. 1g de protide fournit 17Kj ou 4 Kcal.
- Les **lipides** dont la dégradation produit des acides gras et du glycérol. 1g de lipide fournit 38 Kj ou 9 Kcal.

La dégradation du **glucose**, des **acides gras** et des **acides aminés** libère de l'énergie stockée sous forme chimique appelée **ATP (Adénosine Triphosphate)**.

5- Conclusion.

La production d'énergie par la cellule se fait soit par **voie aérobie (respiration)** soit par **voie anaérobie (fermentation)** avec comme source d'énergie les composés organiques (glucides, lipides et protides).

B- Zones de production d'énergie.

1- Observation.

L'observation porte sur un document montrant les zones de production de l'énergie dans la cellule.

2- Résultats (voir document 2)

3- Analyse des résultats.

Les lipides, glucides et protides provenant des aliments subissent la digestion et sont transformés en acides gras, en glucose et en acides aminés. Ces nutriments passent ensuite dans la cellule (voir **document 3**).

Une fois dans la cellule :

- Le glucose subit une 1^{ère} dégradation dans le **cytoplasme** et se transforme en acide pyruvique. L'acide pyruvique pénètre ensuite dans la **mitochondrie** (voir **document 4**) et est dégradé. La dégradation du glucose fournit de l'énergie à la cellule sous forme d'ATP.
- Les acides gras et les acides aminés quant à eux sont dégradés dans la **mitochondrie**. Cette dégradation fournit aussi de l'énergie à la cellule sous forme d'ATP.

4- Conclusion.

La production d'énergie dans la cellule se déroule dans le cytoplasme (ou hyaloplasme) et la mitochondrie.

ACTIVITÉ D'APPLICATION :

Le tableau ci-dessous présente les processus de la production d'énergie par la cellule, les voies et les lieux de production.

Processus	Voies et lieux
Fermentation •	<ul style="list-style-type: none"> • Voie aérobie • Voie anaérobie • Hyaloplasme • Mitochondrie
Respiration •	

Associe chaque processus à la voie et au(x) lieu(x) qui convient(ennent)

CORRIGÉ :

Processus	Voies et lieux
Fermentation	<p>The diagram shows a central point with four lines extending to the right, each ending in a dot. From these dots, lines connect to the following items: 'Voie aérobie', 'Voie anaérobie', 'Hyaloplasme', and 'Mitochondrie'. Additionally, a line connects the 'Voie anaérobie' dot to 'Mitochondrie'.</p>
Respiration	

C- Conclusion

La cellule produit de l'énergie par la transformation des aliments par les phénomènes de la respiration et de la fermentation.

II- LA CELLULE PRODUIT-ELLE DE L'ENERGIE SELON UN MECANISME ?

1- Observation.

L'observation porte sur un document montrant le mécanisme de la respiration et de la fermentation.

2- Résultats (voir document 5)

Respiration

- Le glucose donne par glycolyse l'acide pyruvique et de l'énergie dans le hyaloplasme
- L'acide pyruvique rentre dans la mitochondrie et par le cycle de Krebs produit le CO₂ l'eau et l'énergie

Fermentation

- Le glucose donne par glycolyse l'acide pyruvique et de l'énergie dans le hyaloplasme
- L'acide pyruvique se dégrade en résidu organique

3- Analyse des résultats.

La respiration et la fermentation débutent par la glycolyse qui se déroule dans le hyaloplasme de la cellule.

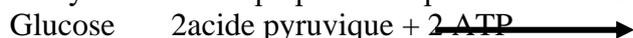
La fermentation débute et s'achève dans le hyaloplasme alors que la respiration débute dans le hyaloplasme et s'achève dans la mitochondrie.

4- Interprétation des résultats.

- La respiration :

➤ Au niveau du hyaloplasme :

La molécule de glucose (C₆H₁₂O₆) est dégradée en deux molécules d'acide pyruvique (CH₃CO-COOH) : c'est la glycolyse. Cette réaction s'accompagne de phénomènes d'oxydoréduction qui permet la production de 2 ATP selon la réaction :



➤ Au niveau de la mitochondrie :

Les réactions se déroulent dans la *matrice mitochondriale* et dans la *membrane interne des mitochondries*.

• Dans la matrice mitochondriale :

La seconde étape correspond à la dégradation de l'acide pyruvique (ou pyruvate). Elle a lieu dans la matrice mitochondriale. Cette étape est une suite de **décarboxylations oxydatives**

sous l'action d'enzymes (des décarboxylases et déshydrogénases) qui s'accompagnent de la production d'ATP et de composés réduits et qui conduit à la libération de CO₂.

L'ensemble de ces phénomènes constitue le **cycle de Krebs**.

- **Dans la membrane interne de la mitochondrie :**

La dernière étape se déroule dans les crêtes de la membrane interne des mitochondries. Les composés réduits formés au cours des étapes précédentes sont oxydés par le dioxygène, accepteur final des électrons et protons dans la chaîne d'oxydoréduction. Ces oxydations sont couplées à une production importante d'ATP.

L'ensemble de ces phénomènes est appelé la **phosphorylation oxydative**.

Le bilan énergétique du cycle de Krebs et de la phosphorylation oxydative se traduit par la synthèse de **38 moles d'ATP**

Au cours du cycle de Krebs, il y a consommation d'oxygène et rejet de CO₂ par la cellule : c'est la **respiration cellulaire**.

La respiration cellulaire conduit en définitive à la formation **38 molécules d'ATP** par mole de glucose dont 2 ATP issus de la **glycolyse** et 36 ATP issus des **oxydations respiratoires**.

L'équation bilan est la suivante :



La valeur énergétique de 38 moles d'ATP sachant qu'une mole fournit 30,5 KJ est de **1159 KJ**.

- **Cas de la fermentation:**

Il existe plusieurs types de fermentation dont la fermentation alcoolique. L'acide pyruvique issu de la glycolyse se transforme en **éthanol** (CH₃CH₂OH : **alcool éthylique**) en absence d'oxygène selon l'équation bilan simplifiée suivante :



Une molécule de glucose produira au total au cours de la fermentation **2ATP**.

5- Conclusion.

La cellule produit effectivement de l'énergie selon un mécanisme. La respiration qui est une réaction complète se déroulant en milieu aérobie et dont les produits sont : H₂O, CO₂ et 38 ATP.

La fermentation qui est une réaction incomplète se déroulant en milieu anaérobie et dont les produits sont : CO₂ et 2ATP

ACTIVITE D'APPLICATION :

Le texte ci-dessous relate le déroulement de la respiration cellulaire

Le processus de la respiration cellulaire commence par la.....**1**..... au cours laquelle le glucose est transformé en deux molécules**2**..... La glycolyse produit**3**.....d'ATP. Dans la mitochondrie se déroulent les.....**4**..... qui commencent par la transformation de l'acide pyruvique en..... **5**..... qui entre dans le.....**6**.....

Complète le texte avec ces mots et groupes de mots afin de lui donner un sens en utilisant les chiffres : *Acétylcoenzyme A, cycle de Krebs, d'acide Pyruvique, oxydations respiratoires, glycolyse, 02 molécules.*

CORRIGÉ :

- 1- Glycolyse
- 2- D'acide pyruvique
- 3- 02 molécules
- 4- Oxydations respiratoires
- 5- Acétylcoenzyme A
- 6- Le cycle de Krebs

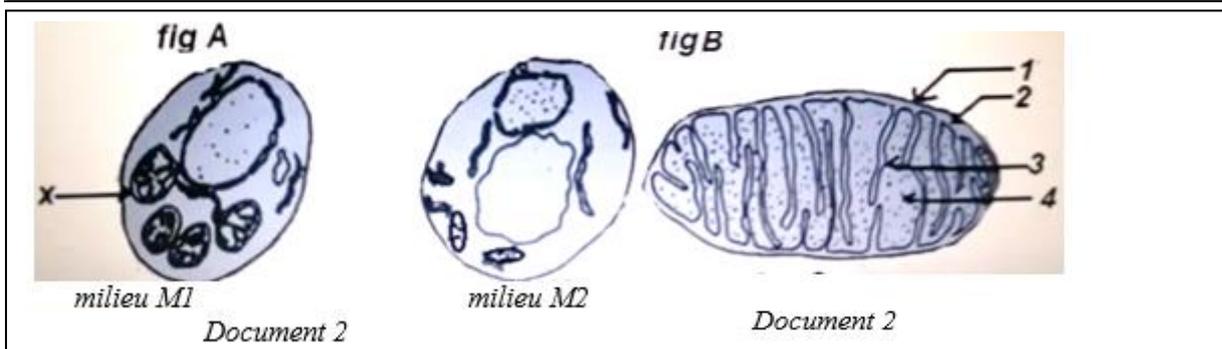
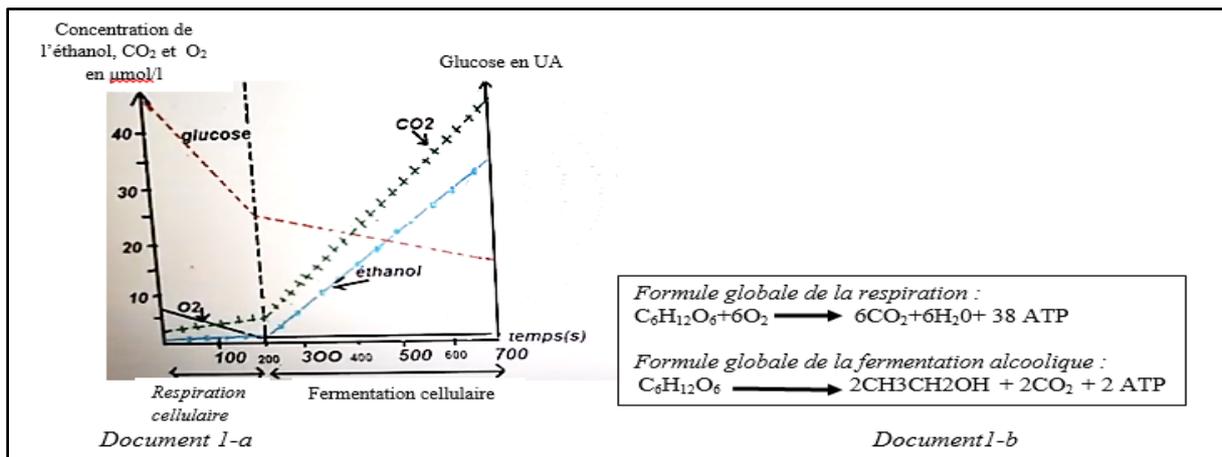
CONCLUSION GENERALE

La cellule produit de l'énergie par la transformation des aliments et selon un mécanisme qui se déroule à travers deux phénomènes : la *respiration* et la *fermentation*.

SITUATION D'ÉVALUATIONS

Pendant vos recherches pour mieux comprendre le cours sur la production d'énergie par la cellule, tes amis et toi découvrez dans un livre de biologie les données qui suivent :

- Une suspension de cellules de levures est mise dans un milieu contenant une quantité de glucose et d'oxygène à une température de 30°C ; puis l'évolution de la concentration du glucose, de l'éthanol, de l'oxygène et du CO₂ en fonction du temps est traduite par le document 1-a
- Le document 2 figure A, montre un schéma de l'ultrastructure des cellules de levures cultivées dans un milieu M1 (aérobie) et dans un milieu M2 (anaérobie)
- Le document 2 figure B présente l'ultrastructure de l'élément x de la figure A



Eprouvant des difficultés pour exploiter les documents présentés ci-haut, tes amis sollicitent ton aide.

- 1- Annote la figure B du document 2
- 2- a. Décris l'évolution des différentes composantes du milieu en te basant sur les données du document 1-a
b. Déduis donc ce en quoi consiste la respiration d'une part et la fermentation d'autre part.
- 3- Dresse un tableau comparatif des deux voies métaboliques utilisées par les levures pour produire de l'énergie
- 4- Compare l'ultrastructure des cellules de levures dans les deux milieux.

CORRIGÉ

- 1- Annotons : 1= membrane externe ; 2= espace intermembranaire ; 3= crête ; 4= matrice
- 2- a. Décrivons l'évolution des différentes composantes du milieu grâce au document 1a :
 - au début de l'expérience à 200s, on a :
 - Une diminution progressive de la concentration de l'oxygène jusqu'à ce qu'elle s'annule
 - Diminution progressive de la concentration de glucose
 - Légère augmentation du CO₂
 - Très faible concentration d'éthanol presque nulle
 - de 200s à 700s, on remarque :
 - Une diminution progressive du glucose
 - Une augmentation progressive de la concentration d'éthanol et de CO₂
- b. **La respiration** consiste à la consommation du glucose en présence d'O₂ pour la production d'énergie accompagnée du rejet de CO₂.
La fermentation consiste à la dégradation du glucose en absence O₂ pour produire de l'énergie, de l'éthanol et du CO₂.

- 3- Tableau comparatif des deux voies métaboliques

La respiration cellulaire	La fermentation alcoolique
Diminution progressive de O ₂	Absence de O ₂
Diminution du glucose	Faible diminution du glucose
Production d'une faible quantité de CO ₂	Production d'une grande quantité de CO ₂
Pas de production de l'éthanol	Production d'une grande quantité d'éthanol
Production d'une grande quantité d'ATP (38 ATP)	Production d'une faible quantité d'ATP (2ATP)

- 4- Comparons l'ultrastructure des cellules de levures dans les deux milieux :

Les levures cultivées dans le milieu M1 contiennent de nombreuses mitochondries de grande taille, avec crêtes développées

Les levures cultivées dans le milieu M2 présentent peu de mitochondries avec des crêtes très petites ou absentes

CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS

EXERCICE 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux zones et aux voies de production d'énergie par la cellule :

- 1- La production d'énergie se déroule uniquement dans la mitochondrie....
- 2- La dégradation du glucose débute dans le hyaloplasme....

- 3- La dégradation totale d'un composé organique par oxydation en présence de dioxygène est la fermentation....
- 4- La dégradation du glucose se fait uniquement par la voie aérobie....
- 5- La fermentation du glucose produit de l'éthanol....

Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes en utilisant les chiffres.

EXERCICE 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux mécanismes de production de l'énergie :

- 1- La fermentation alcoolique convertie le pyruvate en éthanol.
- 2- La fermentation et la respiration présente une phase initiale commune : la dégradation du pyruvate.
- 3- A la suite de la fermentation, on obtient 2 molécules d'ATP contre 38 pour la respiration.
- 4- L'équation bilan de la réaction de la respiration à partir d'une molécule de glucose est la suivante : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 2H_2O + 38 \text{ ATP}$
- 5- L'équation bilan de la réaction de la fermentation à partir d'une molécule de glucose est la suivante : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 2ATP$
- 6- La fermentation est plus rentable que la respiration.
- 7- Le glucose est l'unique source de production d'énergie chez les animaux.
- 8- La mitochondrie est l'unique centrale énergétique des cellules hétérotrophes.

Ecris vrai ou faux devant chaque affirmation en utilisant les chiffres selon qu'elle soit vraie ou fausse.

CORRIGE DES EVALUATIONS

Activite d'application N°1

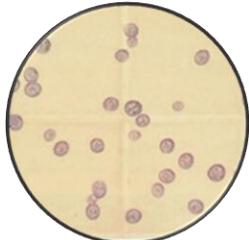
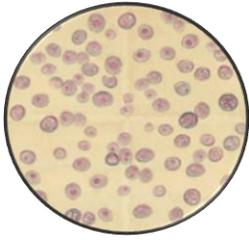
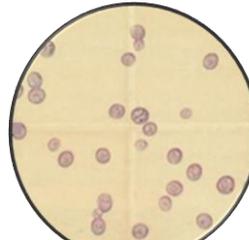
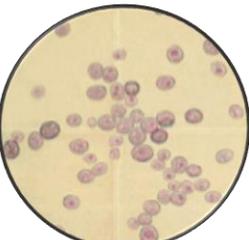
1- Faux ; 2- Vrai ; 3- Faux ; 4- Faux ; 5- Vrai

Activite d'application N°1

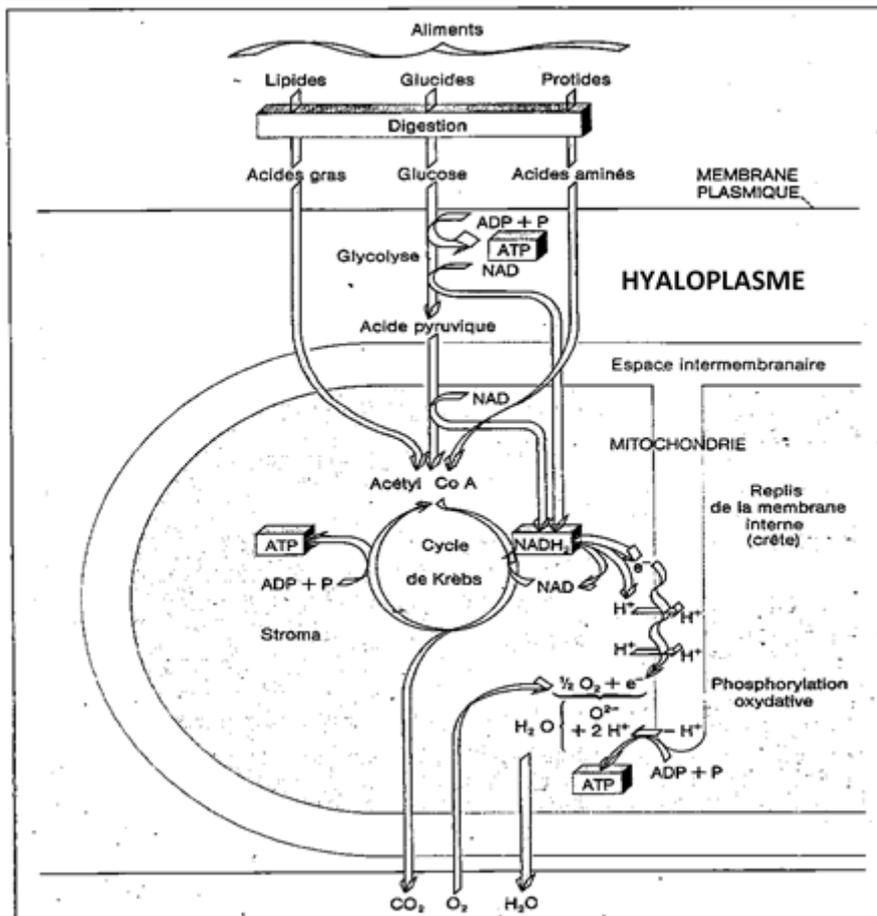
Les affirmations ci-dessous sont relatives aux mécanismes de production de l'énergie :

1- Vrai ; 2- Faux ; 3- Vrai ; 4- Faux ; 5- Vrai ; 6- Faux ; 7- Faux ; 8- Vrai

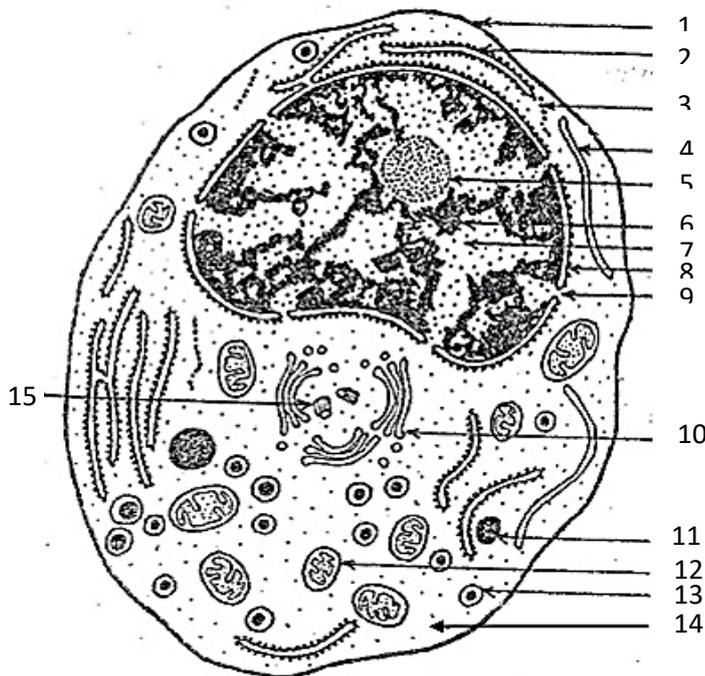
DOCUMENTATION

Conditions expérimentales	Début de l'expérience	Observation des levures au microscope optique (x700) à la fin de l'expérience	Autres observations
Milieu de culture oxygéné.	 Levures de bière		<ul style="list-style-type: none"> - production d'énergie (2815 KJ pour 1 g de glucose dégradé). - baisse de la quantité de dioxygène du milieu - dégagement de CO₂
Milieu de culture non oxygéné.	 Levures de bière		<ul style="list-style-type: none"> - production d'énergie (167 KJ pour 1 g de glucose dégradé). - apparition d'alcool éthylique (éthanol) - dégagement de CO₂

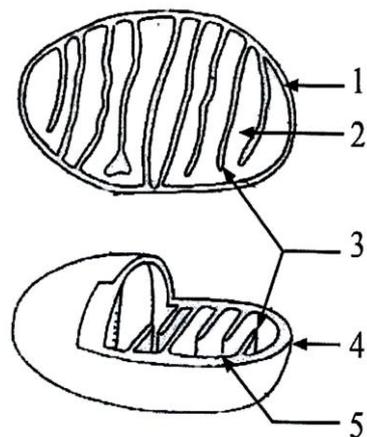
DOCUMENT 1 : EXPERIENCE DE MISE EN EVIDENCE DES VOIES DE PRODUCTION D'ENERGIE PAR LA CELLULE



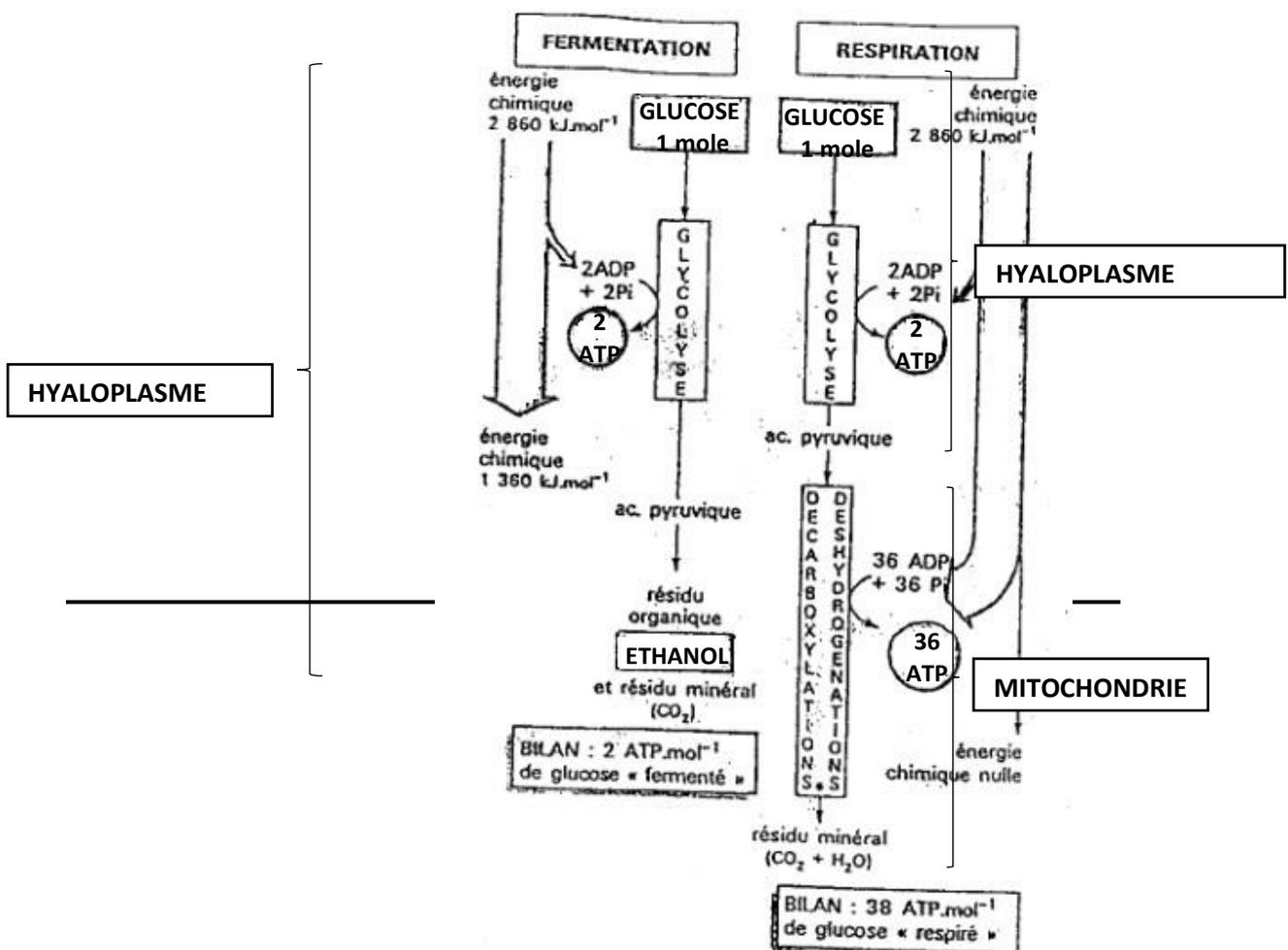
DOCUMENT 2 : LOCALISATION DES ZONES DE PRODUCTION D'ENERGIE PAR LA CELLULE



DOCUMENT 3 : ULTRASTRUCTURE D'UNE CELLULE ANIMALE

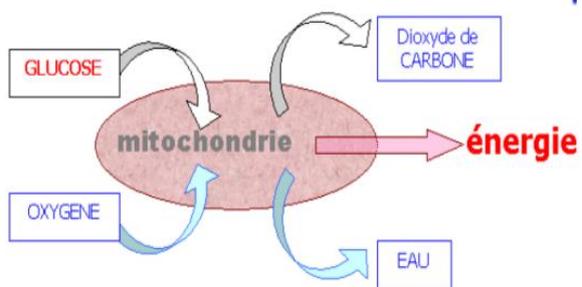
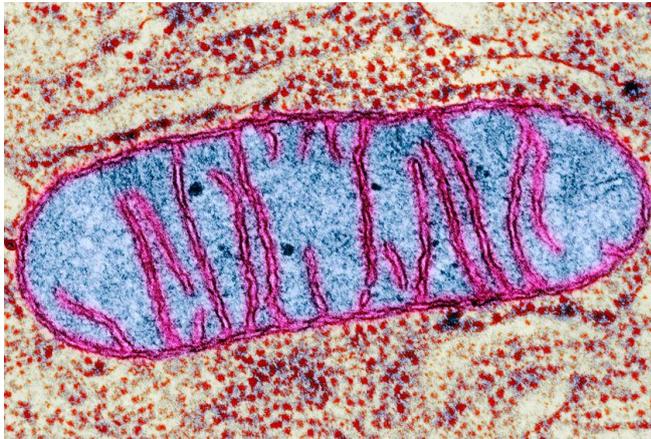


DOCUMENT 4 : ULTRASTRUCTURE DE LA MITOCHONDRIE

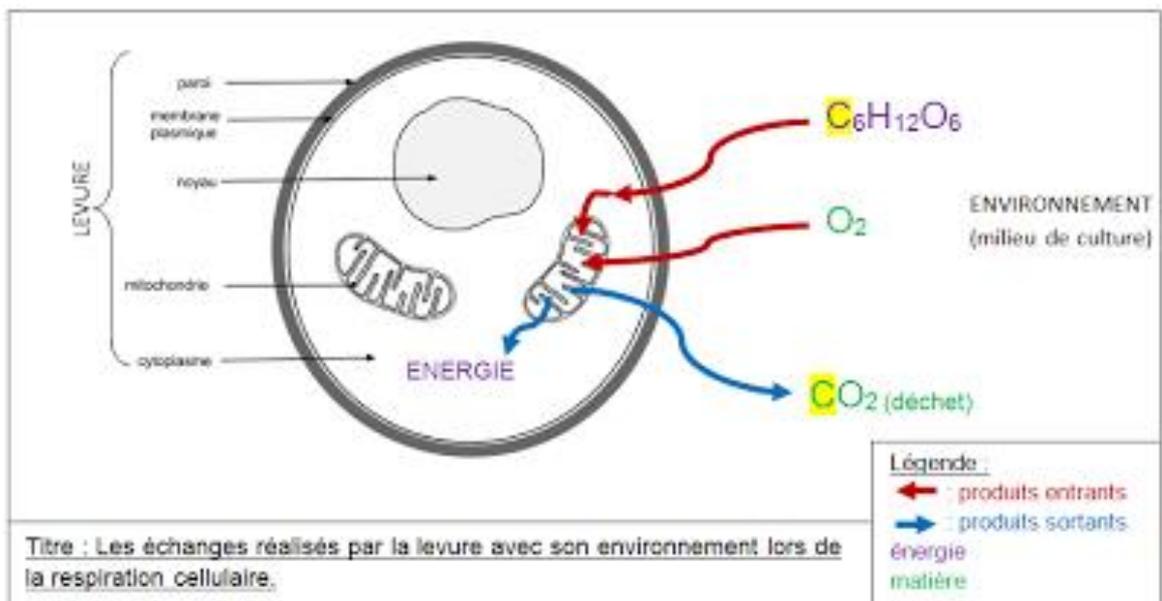
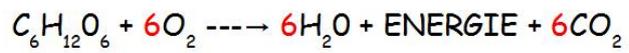


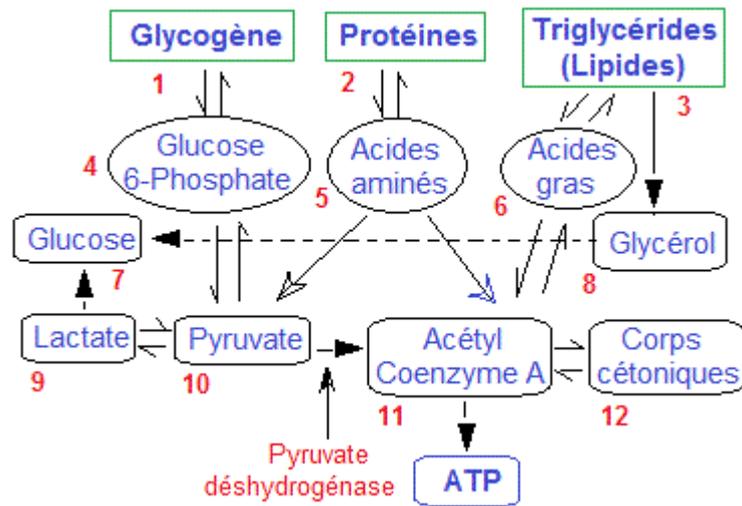
DOCUMENT 5 : MECANISMES DE LA FERMENTATION ET LA RESPIRATION

DOCUMENTATION



Respiration cellulaire





https://patrice-hardouin.canoprof.fr/eleve/HR/2_STHR/NRJ_cellulaire_eleve/

<https://blogpeda.ac-bordeaux.fr/svtpapelement/files/2018/11/Sp%C3%A9-cours-Respiration-Fermentation-2018.pdf>

<https://www.passeportsante.net/fr/parties-corps/Fiche.aspx?doc=glycogene-hepatique-musculaire>