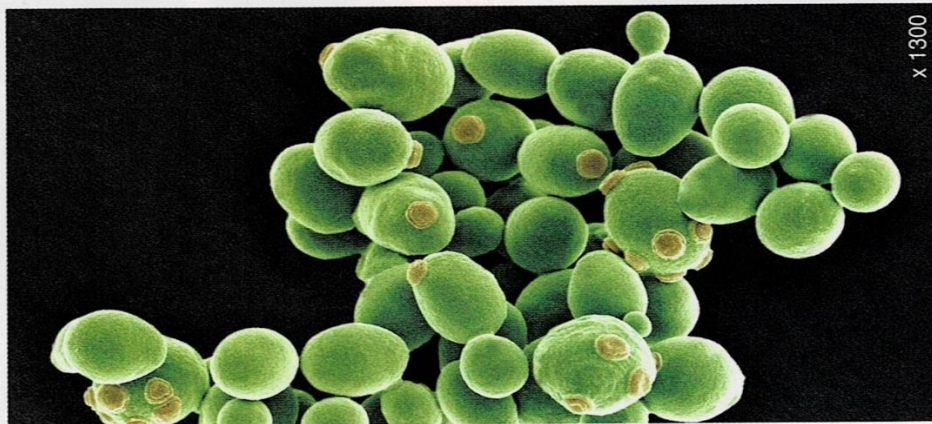


Objectif :

LES SUPPORTS

Les levures sont des organismes unicellulaires appartenant au groupe des mycètes (champignons). Ce sont des cellules hétérotrophes qui, comme les cellules animales, consomment nécessairement des substrats organiques.

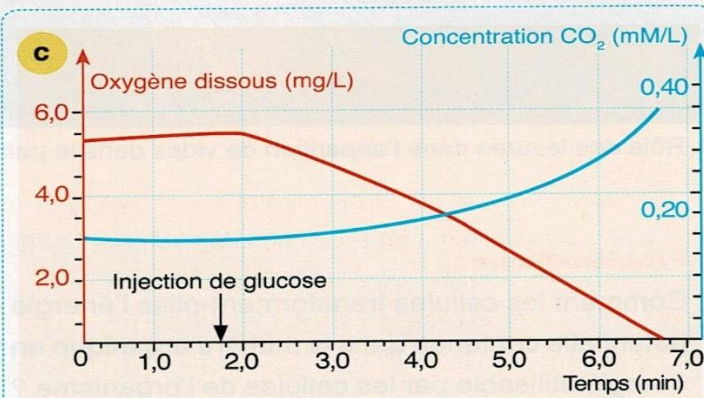
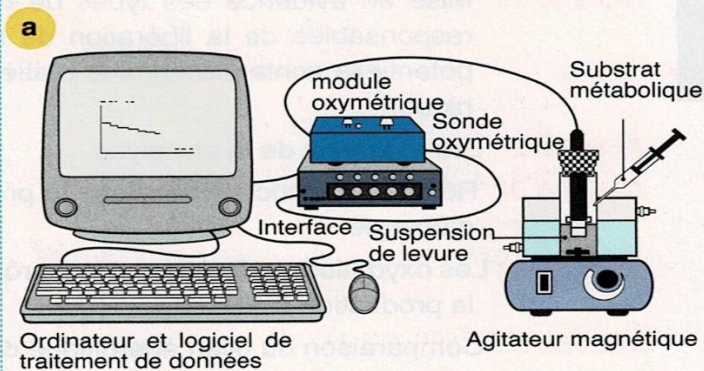
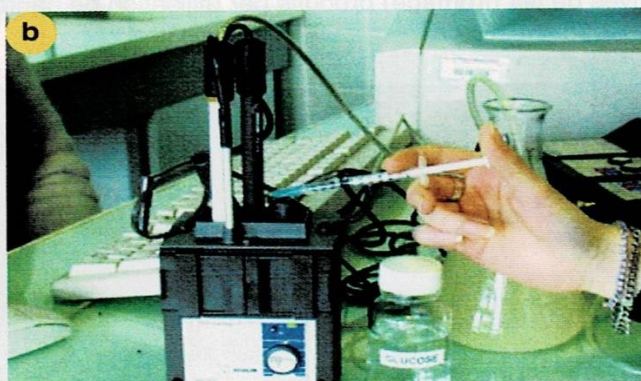


▲ **Doc 1** : Cellules de levures de boulanger observées au microscope électronique à balayage.

Des levures sont cultivées depuis 24 heures dans un milieu minéral, oxygéné grâce à un bulleur.

Le matériel utilisé est constitué d'un dispositif EXAO (a), avec sondes mesurant les concentrations en dioxygène et dioxyde de carbone dans le milieu. On dispose également d'une solution de glucose que l'on peut injecter à tout moment dans le milieu (b).

Les résultats de mesure des concentrations de CO_2 et de O_2 , avant et après injections de 0,1 ml d'une solution de glucose à 5%, sont représentés dans le graphe (c).



▲ **Doc 2** : Mise en évidence de la respiration chez la levure.

LES CONSIGNES

À partir de l'exploitation des documents 1 et 2 :

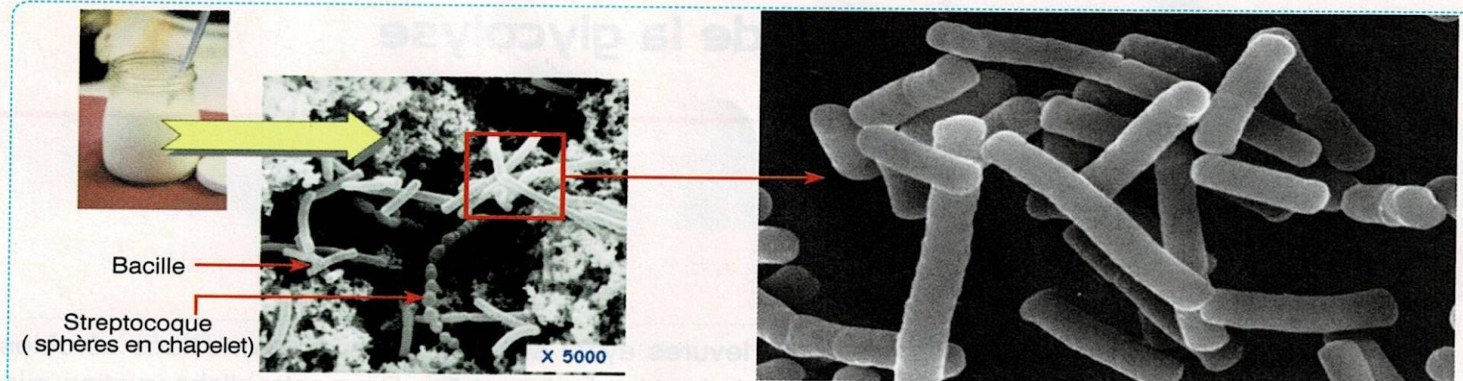
1. Montrer le rôle des levures et du glucose utilisé cette l'expérience.
2. Quel est le paramètre mesuré dans cette expérience ?
3. Décrire les résultats obtenus dans le graphe (figure c).
4. Que peut-on déduire à propos de la réaction utilisée pour la consommation de la matière organique ? (Nommez cette réaction).

Activité 2 : mise en évidence des types de réactions responsables de la libération de l'énergie emmagasinée dans la matière organique – Partie 2



Objectif :

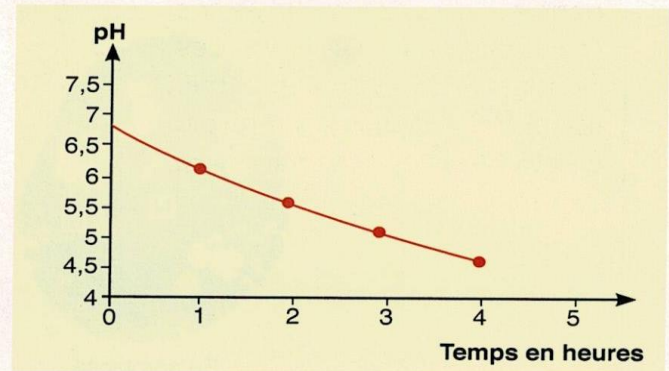
LES SUPPORTS



▲ **Doc 3** : Lactobacilles et streptocoques observés au microscope électronique à balayage.

- On remplit jusqu'au bout un bocal de 250 ml avec le lait entier frais.
- On met dans le lait une sonde du pH mètre que l'on relie à un dispositif ExAO pour suivre l'évolution de l'acidité du lait au cours de la fermentation.
- On laisse la préparation 15 jours dans une température optimale (40°C). Ensuite, on suit l'évolution de la valeur du pH par ExAO.

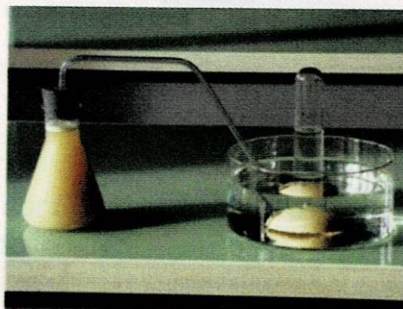
Les résultats obtenus sont représentés dans le graphe ci-contre.



▲ **Doc 4** : Mise en évidence de la fermentation lactique.

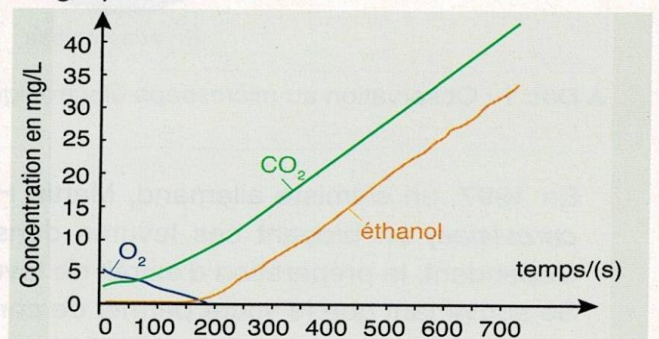
Dans un flacon contenant une solution de glucose à 5 g/l, on délaye un peu de levure de boulanger ; rapidement, un bouillonnement apparaît.

La présence d'éthanol peut être caractérisée grâce au dichromate de potassium. Une solution d'éthanol est chauffée en milieu acide, en présence de cristaux de dichromate de potassium.



▲ **Doc 5** : Mise en évidence de la fermentation alcoolique.

La mesure de la concentration de O_2 , CO_2 et de l'éthanol dans un bioréacteur contenant une suspension de levure et une quantité importante de glucose a permis de réaliser le graphe ci-dessous.



▲ **Doc 6** : Etude expérimentale de la fermentation alcoolique par ExAO.

LES CONSIGNES

1. Décrire le résultat de l'expérience représentée dans le document 4. Proposer une explication de ce résultat.
2. L'expérience représentée dans les documents 5 et 6 a mis en évidence 2 voies métaboliques (2 réactions), quelles sont les caractéristiques de chaque voie (le temps de déroulement, les réactifs, les produits).

Activité 3 : les étapes de la respiration et la fermentation

Objectif :



LES SUPPORTS

Des cultures de levures sont réalisées en présence ou en absence de dioxygène dans des milieux contenant une faible quantité de glucose marqué au carbone 14 (^{14}C).

Des prélèvements effectués à différents temps permettent de détecter et d'identifier les molécules radioactives présentes dans les compartiments intracellulaire et extracellulaire.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus.

Temps	Absence de dioxygène		Présence de dioxygène	
	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire
T0	G ⁺⁺⁺		G ⁺⁺⁺	
T1	G ⁺⁺	G ⁺⁺	G ⁺⁺	G ⁺⁺
T2		P ⁺⁺⁺⁺		P ⁺⁺⁺⁺
T3		E ⁺⁺ , P ⁺⁺ , CO ₂ ⁺⁺		CO ₂ ⁺ , K ⁺ , P ⁺⁺
T4	E ⁺ , CO ₂ ⁺⁺	E ⁺ , CO ₂ ⁺	CO ₂ ⁺	CO ₂ ⁺ , K ⁺
T5	E ⁺⁺ , CO ₂ ⁺⁺		CO ₂ ⁺⁺⁺⁺	

G : Glucose , P : Pyruvate , K : acides du cycle de Krebs , E : Ethanol

Le nombre de «+» est proportionnel à la quantité de molécules radioactives présentes dans le milieu.

LES CONSIGNES

A partir du document ci-dessus, dégager les étapes de la dégradation du glucose lors de la respiration et lors de la fermentation.

Activité 4 : la glycolyse, la première étape de la dégradation du glucose dans la cellule

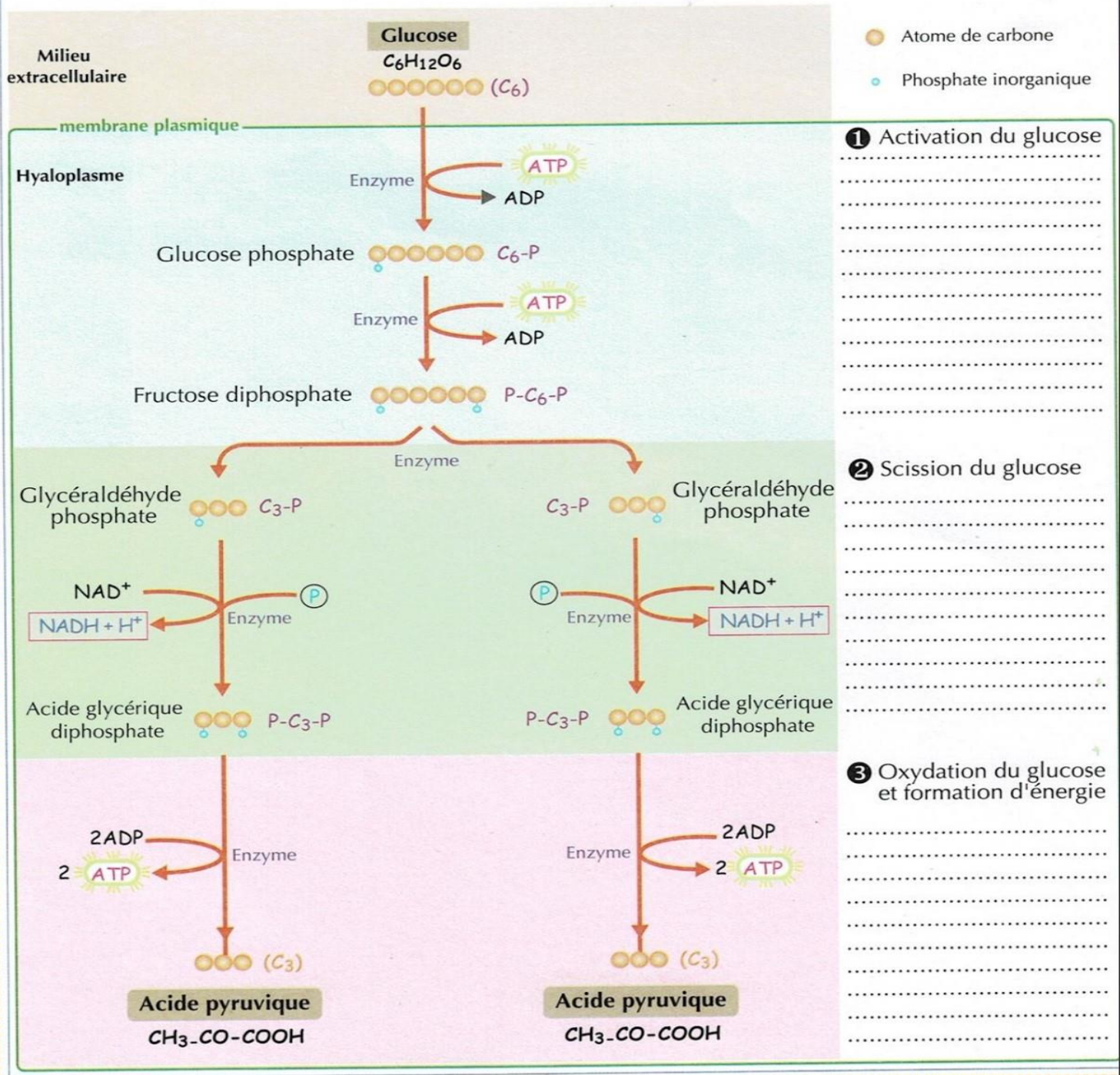
Objectif :



LES SUPPORTS

Doc : Les phases de la glycolyse

Le tableau suivant résume les 3 grandes phases de la glycolyse :



LES CONSIGNES

A partir des données du document

1. Décrire les étapes de la glycolyse.
2. Dédurre la réaction globale de la glycolyse et son bilan énergétique (le nombre des molécules d'ATP produites).
3. Dégager les caractéristiques de la glycolyse dans les réactions de la libération de l'énergie.

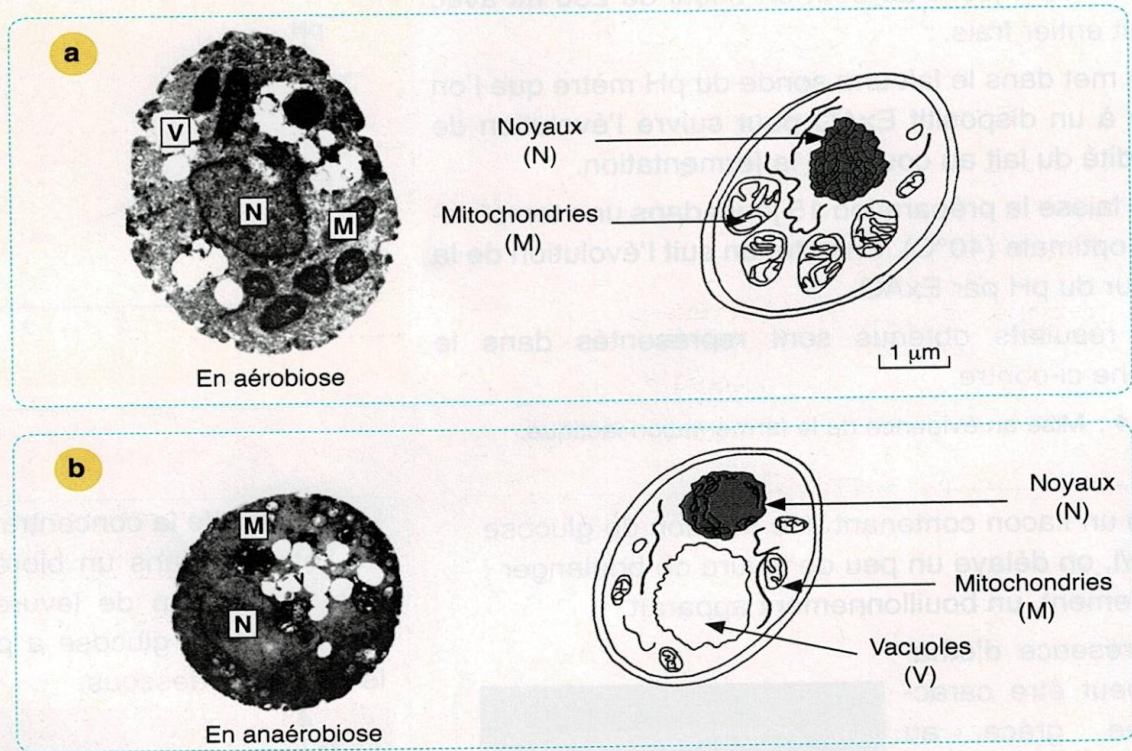
Activité 5 : le rôle de la mitochondrie dans la respiration cellulaire

Objectif :



LES SUPPORTS

Observation au microscope de levures ayant séjourné dans des conditions aérobies (a) et de levures ayant séjourné dans des conditions anaérobies (b).

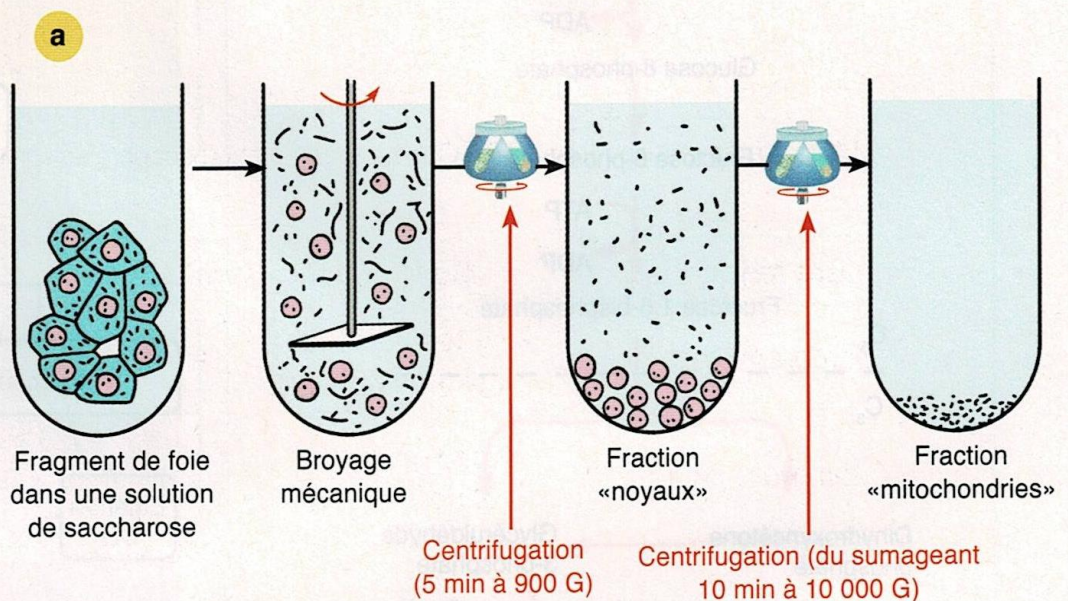


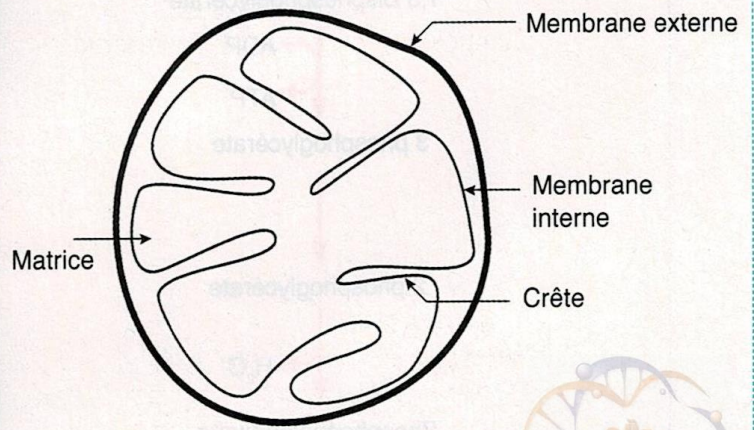
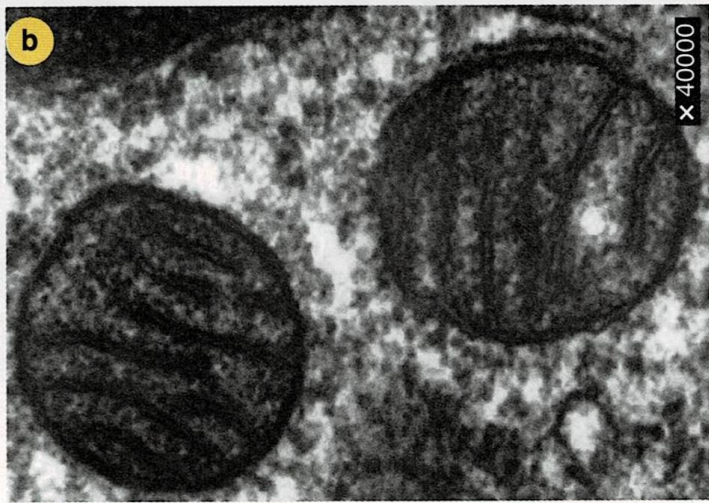
▲ **Doc 1 :** Observation au microscope électronique de levures et leurs schémas.

1. Comparer les deux cellules, et proposer une explication pour les résultats observés

Des cellules de foie sont soumises à un broyage mécanique modéré afin de libérer les constituants. Le « broyat » est ensuite centrifugé en deux temps (a) : la première centrifugation permet de séparer les noyaux des autres constituants cellulaires, la deuxième centrifugation à très grande vitesse permet l'isolement d'une fraction riche en mitochondries.

Les mitochondries isolées sont observées au microscope électronique à transmission (b).



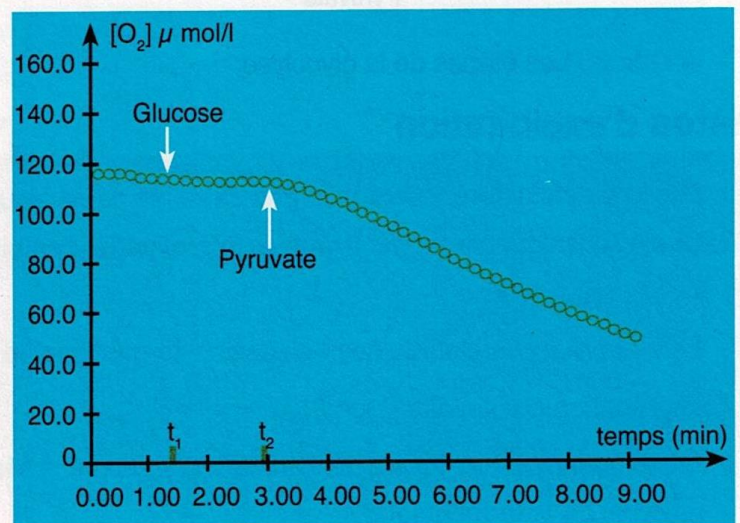


▲ **Doc 1** : Isolement des mitochondries.

On réalise une expérience sur une suspension de mitochondries, placée dans une enceinte de réaction, dans un milieu approprié et bien oxygéné. Une sonde à oxygène permet de suivre la teneur en dioxygène de ce milieu.

Au temps t_1 , on ajoute une petite quantité de glucose (molécule en C_6).

Au temps t_2 , on ajoute du pyruvate (molécule en C_3). Les résultats sont représentés dans l'enregistrement ci-contre.



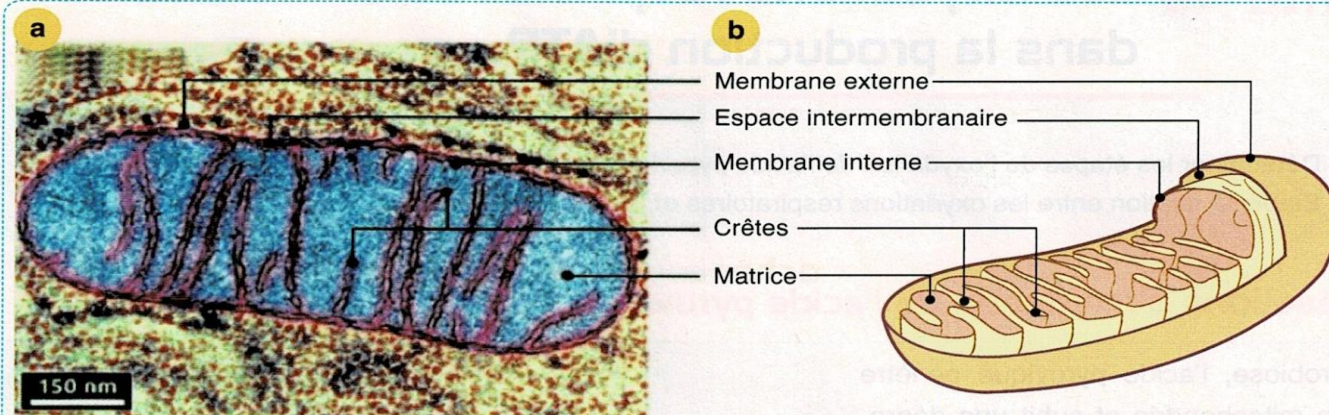
▲ **Doc 2** : Evolution de la concentration en O_2 dans le bioréacteur en fonction de la nature du substrat organique.

2. A partir des données du document 1, décrire la structure de la mitochondrie.
3. Décrire les résultats de l'expérience représentés dans le document 2, et déduire le rôle de la mitochondrie dans la respiration cellulaire.

Activité 6 : l'ultrastructure de la mitochondrie

Objectif :

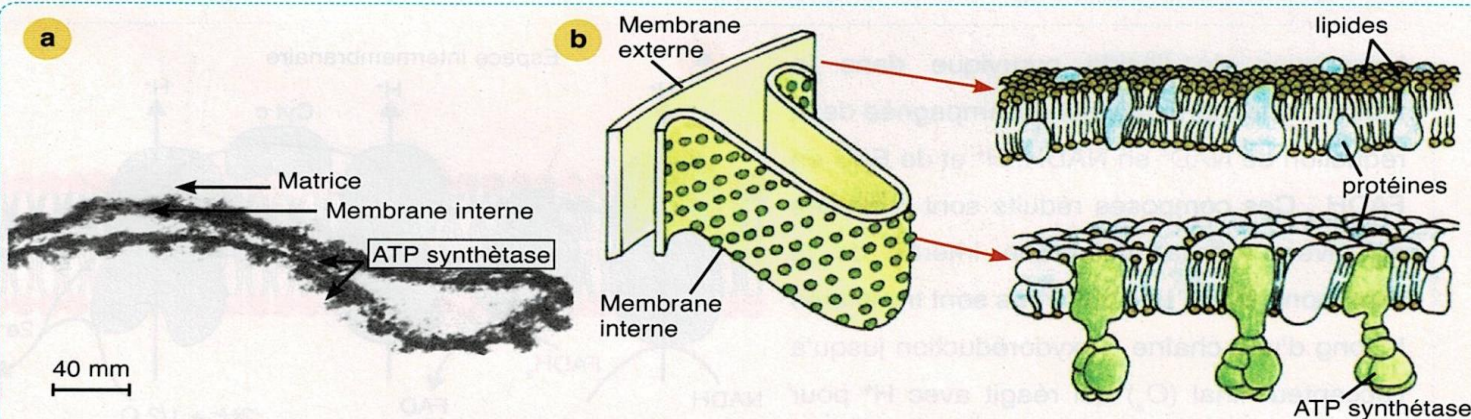
LES SUPPORTS



▲ **Doc 3** : Structure de la mitochondrie. a : Observation au microscope électronique à transmission ; b : Schéma explicatif.

Structure mitochondriale	Composition chimique	Enzymes
Membrane externe	- Protéines : 62% - Lipides : 38%	Protéines similaires à celles de la membrane plasmique
Membrane interne	- Protéines : 80% - Lipides : 20%	ATP synthétase Complexes d'oxydoréduction
Matrice	Pyruvate AP, ADP, P _i Des composés oxydés (R') ou réduits (R'H ₂)	Décarboxylases (permet l'élimination de CO ₂), déshydrogénase

▲ **Doc 4** : Composition chimique des différentes structures de la mitochondrie.



▲ **Doc 5** : Structure de la membrane interne de la mitochondrie a : Observation au microscope électronique, b : Schéma de la structure moléculaire de la membrane externe et de la membrane interne.

LES CONSIGNES

1. À l'aide du document 3, dessiner une mitochondrie, en représentant ses composants.
2. À partir des données du document 4, comparer la composition des différentes structures de la mitochondrie. Et proposer une explication de ces résultats
3. Décrire la structure de la membrane interne de la mitochondrie.

Activité 7 : L'oxydation de l'acide pyruvique dans la mitochondrie

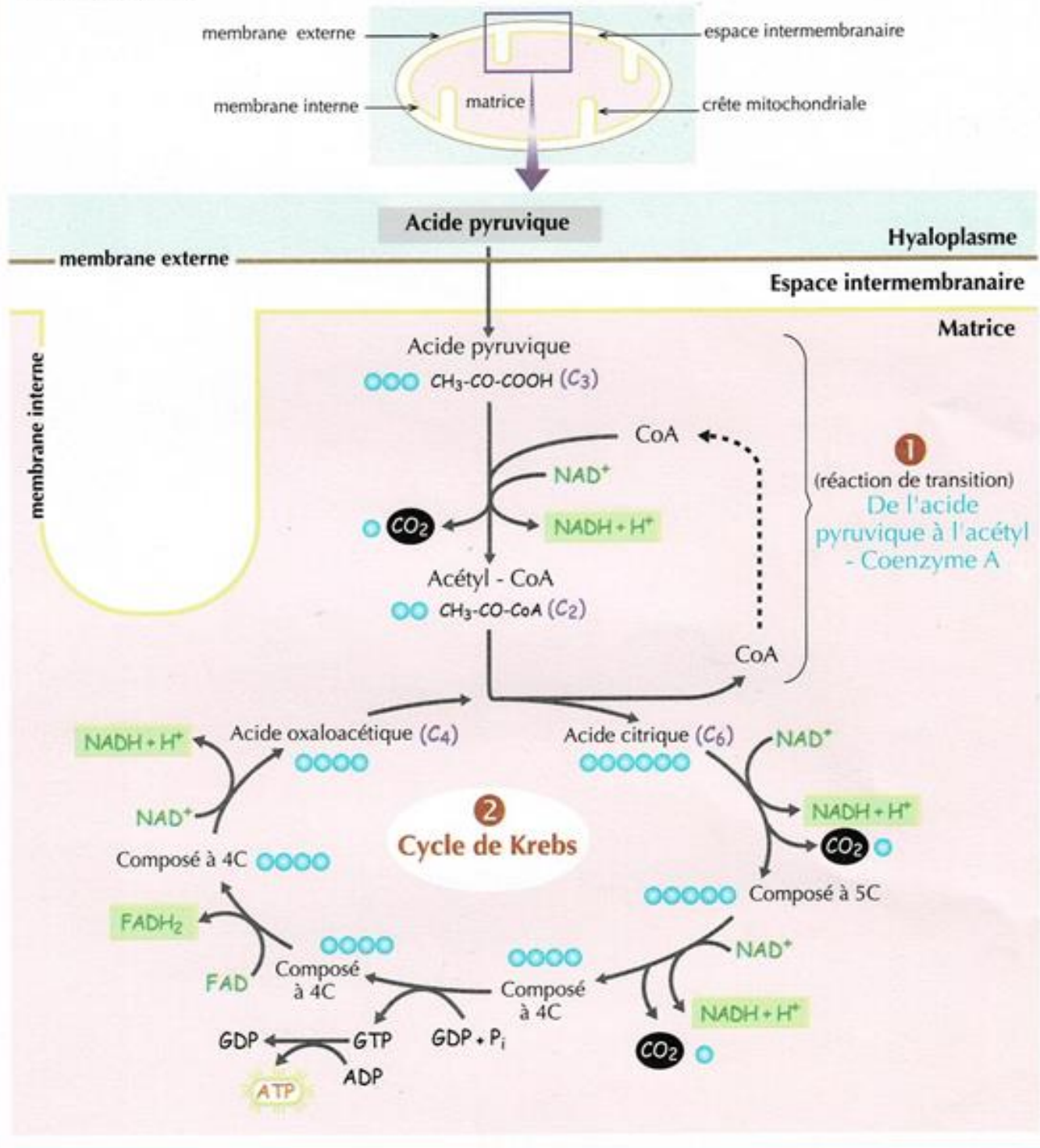
Objectif :



LES SUPPORTS

Doc : Étapes des réactions d'oxydation de l'acide pyruvique dans la matrice

La figure ci-dessous montre deux phases de l'oxydation de l'acide pyruvique dans la matrice mitochondriale.



LES CONSIGNES

- Dégager les caractéristiques des deux étapes de l'oxydation de l'acide pyruvique dans la mitochondrie à savoir, les réactifs, les produits, l'équation bilan, le bilan énergétique, les types des réactions chimiques

Activité 8 : La phosphorylation oxydative dans la mitochondrie.

PARTIE1 : les réactions de la chaîne respiratoire.

Objectif :

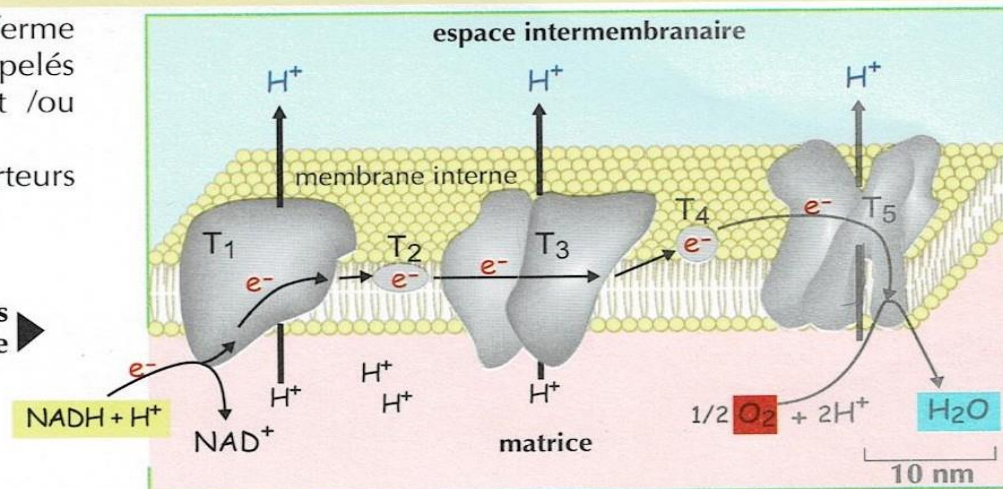
LES SUPPORTS

Doc 2: La chaîne respiratoire et son rôle dans la respiration

La membrane interne renferme des complexes protéiques appelés **transporteurs d'électrons** et /ou **de protons**.

L'ensemble de ces transporteurs forme **la chaîne respiratoire**.

Flux d'électrons et de protons le long de la chaîne respiratoire



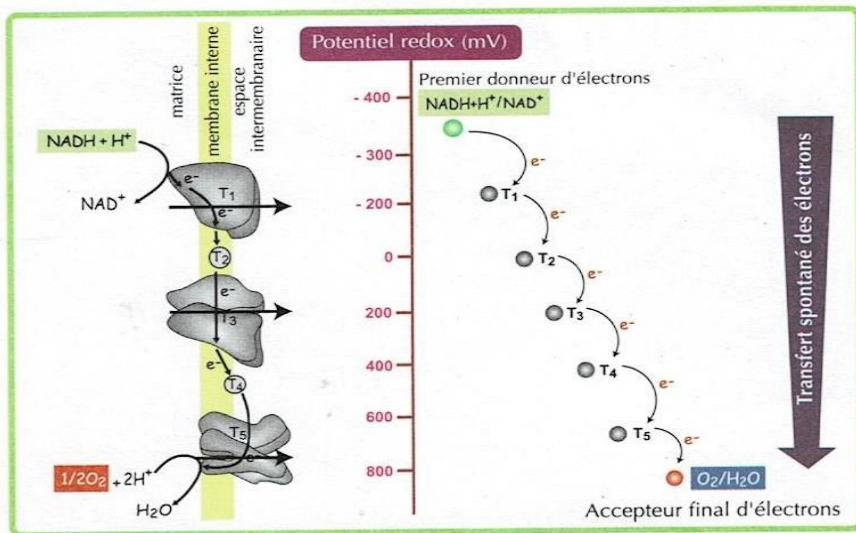
Doc 3: Les réactions d'oxydoréduction dans la membrane interne mitochondriale

Les transporteurs d'électrons et /ou de protons sont caractérisés par leur potentiel d'oxydo-réduction standard en abrégé potentiel redox (E°).

Le potentiel redox est une grandeur qui mesure le pouvoir oxydant ou réducteur d'un couple redox :

Les électrons se déplacent des molécules à faible potentiel redox vers les molécules à fort potentiel redox, ce déplacement spontané des électrons s'accompagne de libération d'énergie.

Le potentiel redox de certains transporteurs d'électrons au niveau de la membrane interne de la mitochondrie



LES CONSIGNES

À l'aide du document 2 et 3, décrire le fonctionnement de la chaîne respiratoire en précisant les types des réactions qui caractérisent cette chaîne.



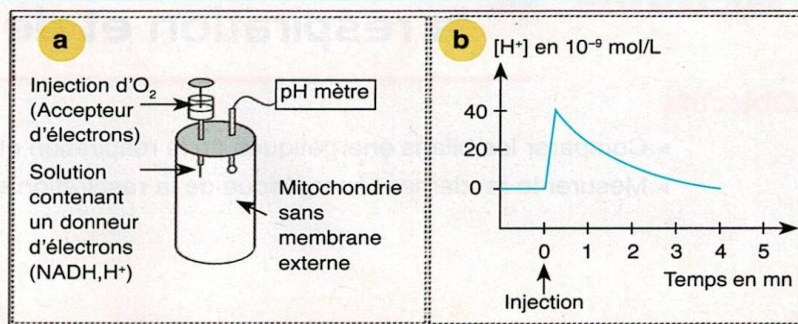
Activité 8 : La phosphorylation oxydative dans la mitochondrie.



PARTIE 2 : la synthèse de l'ATP.

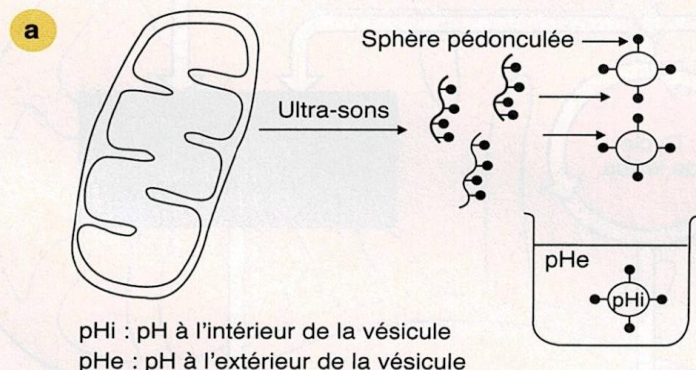
Objectif :

Après l'élimination des membranes externes des mitochondries isolées de cellules vivantes, on les place dans une solution dépourvue de dioxygène et enrichie de donneurs d'électrons (NADH, H^+) (a). On suit la variation de la concentration des protons H^+ avant et après l'addition du dioxygène (O_2). Le graphe (b) donne les résultats de cette expérience.



▲ **Doc 3** : Mise en évidence du gradient de protons au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.

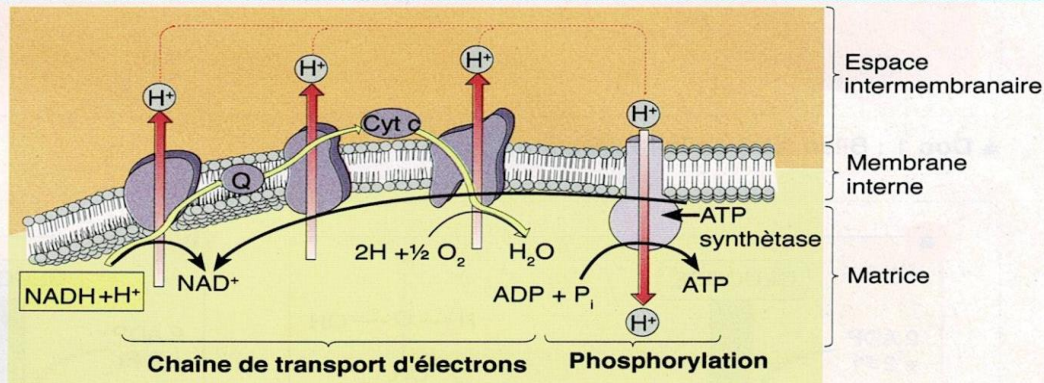
On soumet des mitochondries isolées à l'action des ultra-sons pour fragmenter leurs membranes internes et former des vésicules fermées portant des sphères pédonculées dirigées vers l'extérieur (a). On place ensuite ces vésicules dans des solutions contenant une quantité convenable d'ADP et de P_i , et qui diffèrent par leur pH. Le tableau ci-dessous (b) résume les conditions expérimentales ainsi que les résultats obtenus.



Condition expérimentales	Résultat
$\text{pHi} < \text{pHe}$	Synthèse d'ATP
$\text{pHi} > \text{pHe}$	Absence de la synthèse d'ATP
$\text{pHi} = \text{pHe}$	Absence de la synthèse d'ATP

▲ **Doc 4** : Mise en évidence des conditions de synthèse d'ATP au niveau des sphères pédonculées.

La réoxydation de NADH , H^+ et de FADH_2 au niveau de la membrane interne de la mitochondrie aboutit à la formation d'un gradient de protons H^+ . Le passage de ces protons à travers les sphères pédonculées permet la synthèse de l'ATP : c'est la phosphorylation oxydative.



L'oxydation d'une molécule de NADH , H^+ donne trois molécules d'ATP et l'oxydation d'une molécule de FADH_2 donne deux molécule d'ATP.

▲ **Doc 5** : La phosphorylation oxydative.

LES CONSIGNES

1. Décrivez les résultats de l'expérience représentée dans le document 3, proposez une explication à ces résultats
2. Dégager des résultats de l'expérience représentée dans le document 4, la ou les conditions nécessaires pour la synthèse d'ATP dans la mitochondrie.
3. En se basant sur le document 5 et les réponses précédentes, résumez les étapes de la phosphorylation oxydative.

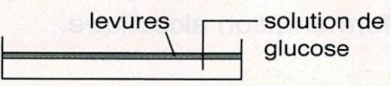
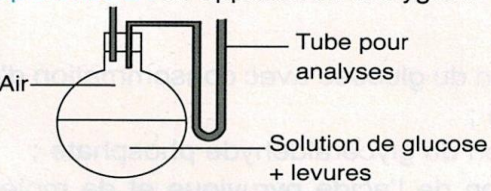
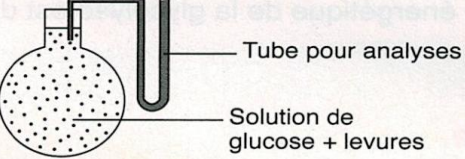
Activité 10 : le rendement énergétique de la respiration et la fermentation

Objectif :



LES SUPPORTS

Pasteur a réalisé des cultures de levures en présence de glucose dans des conditions de concentrations en dioxygène décroissantes de l'expérience 1 à l'expérience 3.

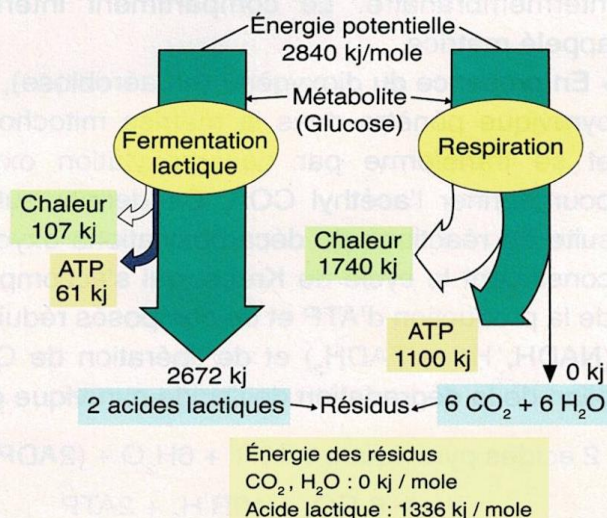
Résultats obtenus	Quantité d'éthanol (alcool) produite par les levures	Rendement de la culture exprimé par la quantité de levures formées (en mg par g de glucose consommé)
Conditions expérimentales		
Expérience 1 : au contact du dioxygène de l'air 	Traces	250
Expérience 2 : air appauvri en dioxygène 	++	40
Expérience 3 : absence de dioxygène 	++++++	5,7

Le nombre de signes (+) est proportionnel à la quantité mesurée.

▲ Doc 3 : Expérience historique de Pasteur.

Des mesures calorimétriques ont permis de calculer l'énergie globale qui peut être extraite d'une mole de glucose à $T = 37^{\circ}\text{C}$:

- En présence d' O_2 : 2860 KJ ;
- En absence d' O_2 : 140 KJ ;
- L'énergie potentielle des résidus minéraux : 0 KJ ;
- L'énergie potentielle dans une mole d'éthanol : 1360 KJ ;
- L'énergie potentielle dans une mole d'acide lactique : 2720 KJ ;
- L'hydrolyse d'une mole d'ATP libère 30.5 KJ.



▲ Doc 4 : Rendements énergétiques de la respiration et de la fermentation.

LES CONSIGNES

1. Comparer les résultats des trois expériences représentées dans le document 3, comment peut expliquer ces résultats ?
2. Sachant que le rendement énergétique est :

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{la valeur énergétique produite (sous forme ATP)}}{\text{la valeur énergétique de la matière consommée (le glucose)}} \times 100$$

Calculer ce rendement pour la respiration et la fermentation.