

DOC.1 Dans le but de rechercher les caractéristiques des deux types de métabolisme permettant la libération de l'énergie emmagasinée dans la matière organique. On propose l'étude des données suivantes:

On place dans le bioréacteur du dispositif EXAO (**figure 1**) une solution de levures bien oxygénées de concentration connue (10 g.L^{-1}) et deux sondes : une sonde à dioxygène et une sonde à dioxyde de carbone. On ferme le bioréacteur. On met en route l'agitateur de façon que la solution soit toujours bien homogène et oxygénée. On relie chaque sonde à son interface et les deux interfaces à un ordinateur. On démarre les mesures puis, au bout de 3 min (à t_1), on injecte un millilitre de solution de glucose à 5 g.L^{-1} . **la figure 2** donne les résultats obtenus dans un milieu aérobie alors que **la figure 3** représente les résultats obtenus chez des levures privées de dioxygène en utilisant le même protocole expérimentale

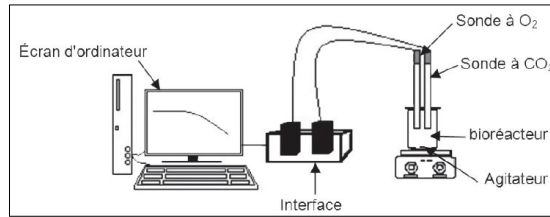


Fig1. Montage ExAO pour l'étude des échanges gazeux

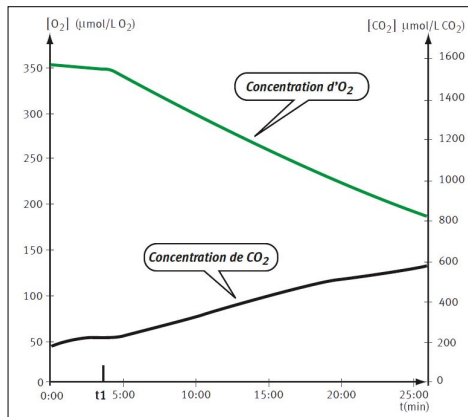


Fig2. résultat du montage 1 (milieu aérobie)

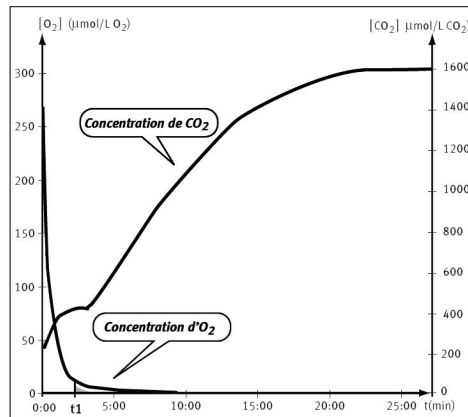


Fig3. résultat du montage 2 (milieu anaérobie)

1. Après avoir analysé les résultats, **montrer** les caractéristiques mises en évidence ici de chacun des types de métabolisme.

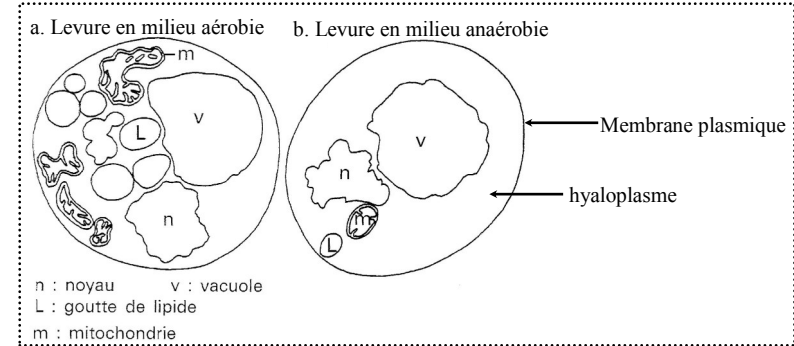
DOC.2 On souhaite ensuite voir comment évoluent les populations de levures et certains paramètres du milieu en aérobiose et en anaérobiose.

Pour cela, des levures ont été placées dans un milieu de culture contenant le glucose en présence ou en absence d'oxygène. Le tableau ci-dessous représente les conditions et les résultats de l'expérience

	Poids de levures formées (g)	Glucose (g)		Test à l'alcool	
		initial	consommé	début	Fin
aérobie	1,970	150	150	-	-
anaérobie	0,255	150	45	-	+

1. **Indiquez** les informations que l'on peut tirer de ces résultats.

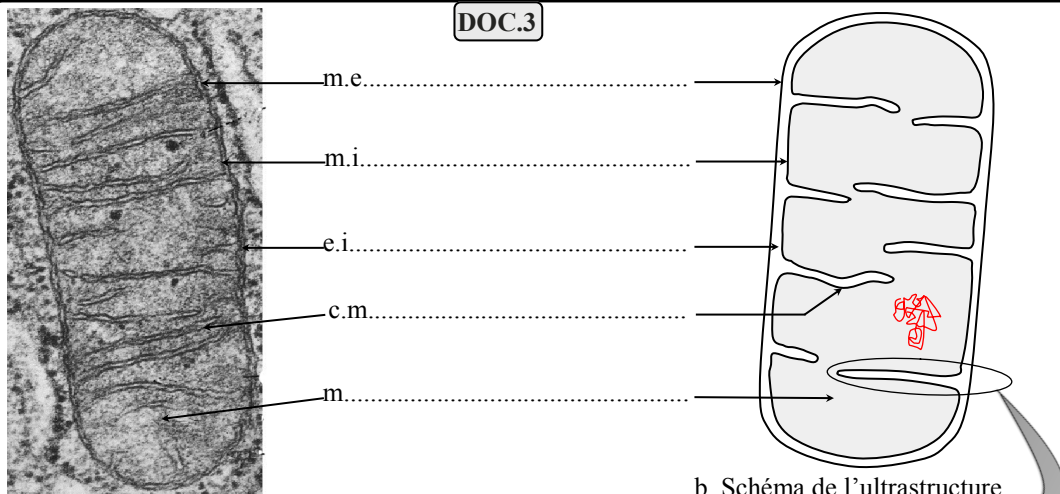
On observe des cellules de levure cultivées sur un milieu nutritif riche en O_2 : milieu aérobie, et sur un milieu nutritif dépourvu d' O_2 : milieu anaérobie. Les schémas ci-dessous représentent les électronographies de cette observation



2. **Comparez** les deux cellules et **déduisez** la relation entre le type de métabolisme et la présence de mitochondries

3. Sous forme d'un tableau, **réalisez** un bilan de l'ensemble des phénomènes qui caractérise d'une part le métabolisme de la respiration et d'autre part celui de la fermentation.

DOC.3

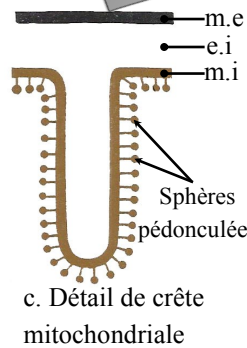


a. Mitochondrie observée au microscope électronique

b. Schéma de l'ultrastructure de la mitochondrie

Membrane externe	Comparable à celle de la membrane plasmique : 40 % de lipides et 60 % de protéines
Membrane interne	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Riche en protéines (80 % des constituants). ☞ De nombreuses enzymes dont celles participant à des réactions d'oxydoréduction. ☞ Des enzymes permettant la production d'ATP: ATP synthases
Matrice	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Absence de glucose ☞ Présence de pyruvate et d'ATP ☞ Présence de nombreuses enzymes dont des déshydrogénases et des décarboxylases

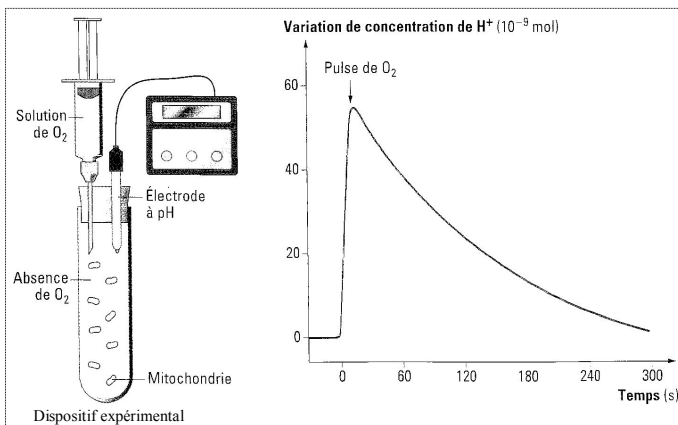
d. Les constituants des différents éléments d'une mitochondrie



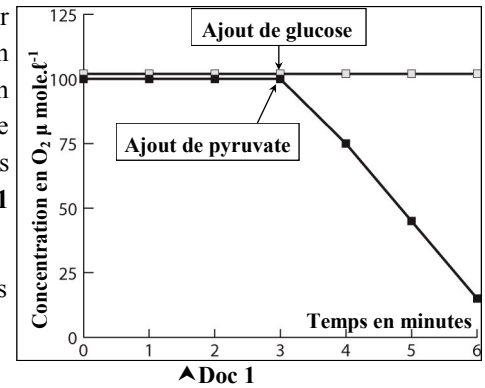
c. Détail de crête mitochondriale

DOC.8 Une solution enrichie en mitochondries et coenzymes réduits (NADH, H⁺) est contenue dans un milieu confiné dépourvu de dioxygène. En injectant une solution de O₂ (pulses), on étudie son influence sur la concentration en protons du milieu extérieur. On obtient la courbe ci-dessous.

1. Expliquez les résultats obtenus



DOC.4 ⇒ Des mitochondries sont isolées par centrifugation. Elles sont ensuite introduites dans un appareil de mesure contenant une solution tampon riche en O₂ et en ions phosphate. On mesure l'évolution du taux d'O₂ dans l'appareil après injection de glucose ou de pyruvate. Le **document 1** représente les résultats obtenus.



1. Décrivez les résultats obtenus. Qu'en déduisez vous
2. Émettre une hypothèse permettant d'expliquer le paradoxe observé, à savoir l'absence de glucose dans les mitochondries

⇒ On cultive des cellules animales sur un matériel très oxygéné contenant du glucose radioactif marqué au ¹⁴C. On désigne ce glucose par la lettre G. Des prélèvements effectués aux temps t₀, t₁, t₃, t₄ permettent de noter l'apparition de nouvelles substances radioactives:

- du pyruvate (désigné par la lettre P)
- du dioxyde de carbone.

Le document 2 représente les résultats obtenus.

Temps	Milieu externe	Milieu cellulaire	
		Hyaloplasme	Matrice mitochondriale
t ₀	G***		
t ₁	G*	G**	
t ₂		P**	P*
t ₃	CO ₂ *		P**
t ₄	CO ₂ **		

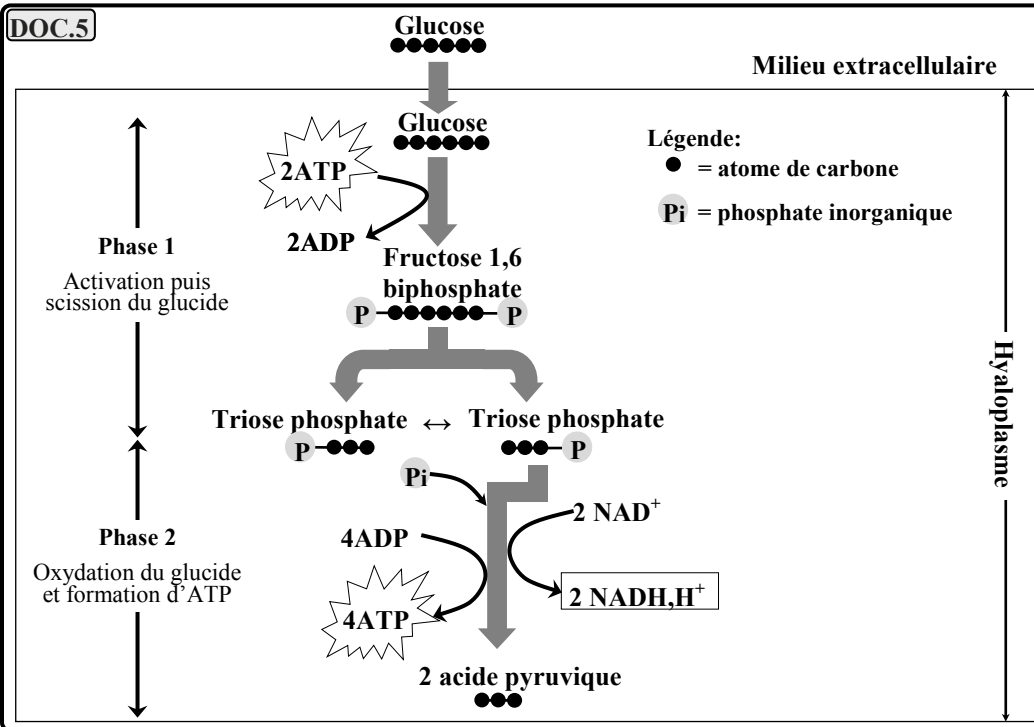
*radioactivité faible
** radioactivité moyenne

◀ Doc 2

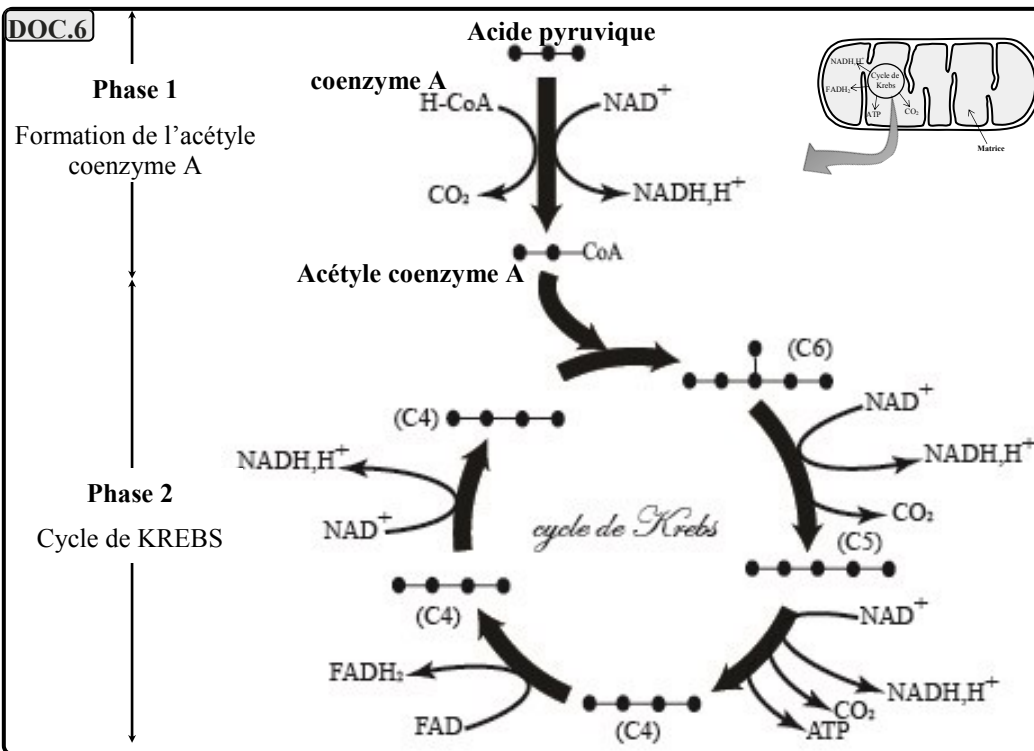
3. Utiliser les résultats obtenus afin d'éprouver votre hypothèse.

4. Sur un schéma simplifié représentant une mitochondrie dans le cytosol d'une cellule eucaryote, représenter les relations mises en évidence entre le glucose, le pyruvate et le CO₂.

DOC.5



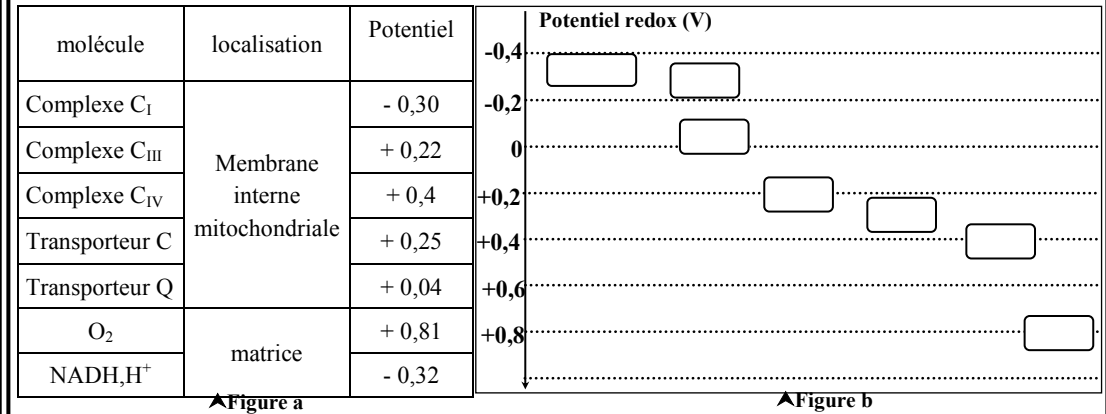
DOC.6



DOC.7

Dans les systèmes biologiques, les réactions d'oxydoréduction impliquent le plus souvent des échanges de protons et d'électrons.

- un couple redox est associé un potentiel d'oxydoréduction mesuré en volts. La connaissance du potentiel d'oxydoréduction des couples redox impliqués dans une réaction d'oxydoréduction permet de prévoir si le transfert d'électrons se fera spontanément ou nécessite un apport d'énergie. La mesure du potentiel redox de certains transporteurs d'électrons localisés au niveau des mitochondries a donnée les résultats représentés par la figure a

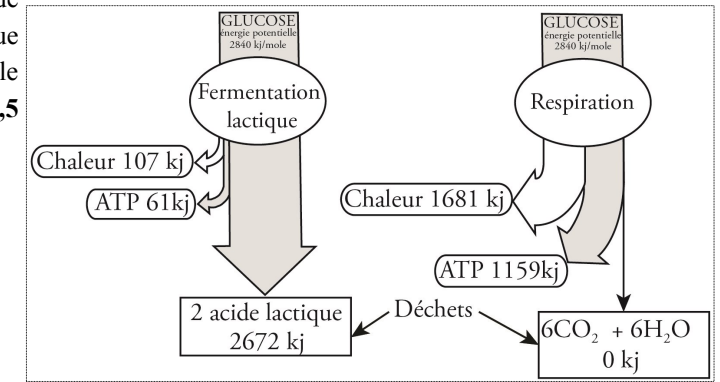


- Placer les transporteurs d'électrons représentés par la figure a dans leurs places de la figure b
- Montrer par des flèches le sens de flux spontané des électrons sachant que le transfert d'électrons ne s'effectue spontanément que dans le sens des potentiels redox croissant.
- Quel est le donneur et l'accepteur final des électrons dans cette chaîne de réactions redox.

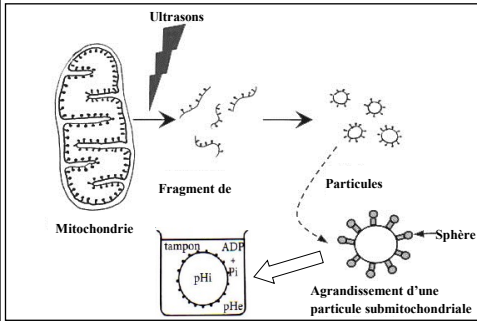
DOC.13

La valeur énergétique des molécules organiques peut être déterminée très précisément avec un calorimètre: grâce à cet appareil, on peut mesurer la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une quantité de matière. Ainsi, il est établi que la combustion complète d'une mole de glucose libère **28940 kJ**.

- Calculez le rendement énergétique de la respiration cellulaire et de la fermentation dans le cas de l'oxydation d'une molécule de glucose. Sachant que l'hydrolyse d'une molécule d'ATP en ADP + Pi libère **30,5 kJ**.
- en vous aidant du document ci-contre **expliquez** cette différence de rendement



DOC.9 Pour identifier les conditions permettant la synthèse d'ATP, on traite des mitochondries aux ultrasons. Ce traitement aux ultrasons fragmente la membrane interne des mitochondries et des particules submitochondriales, petites vésicules de 100 nm de diamètre, se forment. On observe que cette membrane interne est recouverte de sphères pédonculées. Ces dernières ne sont plus au contact de la matrice mais au contact d'un milieu expérimental qui contient du dioxygène, des coenzymes réduits RH_2 , de l'ADP et du phosphate inorganique P_i . On fait varier le pH du milieu extérieur (pH_e) des vésicules mitochondriales et on mesure la quantité d'ATP synthétisé. Les résultats sont représentés par le tableau ci-dessous.

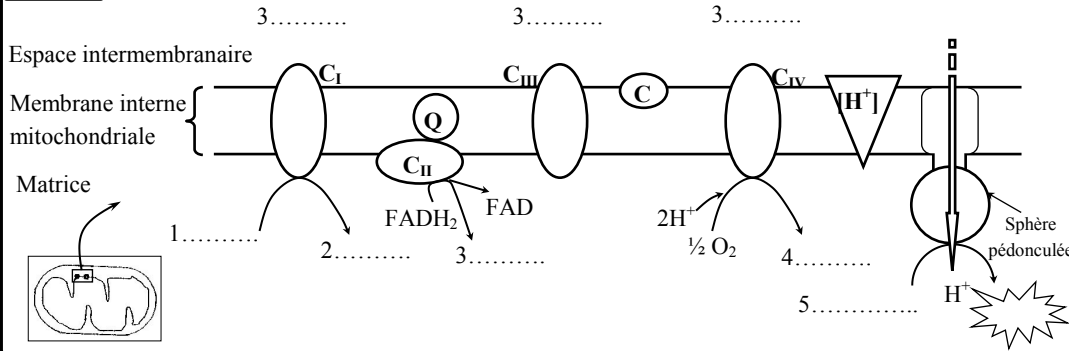


pH intravésiculaire (pH_i)	Variations expérimentales du pH du tube à essai	Phosphorylation (augmentation de la concentration d'ATP)
6	4	Non
6	6	Non
6	9	Oui

Remarque: si l'on met des vésicules obtenus en présence de protéase (enzyme catalysant l'hydrolyse de protéines), les sphères se séparent des pédoncules qui restent attachés à la membrane interne. On constate alors que, placées dans les mêmes conditions que dans la 3^{ème} expérience, les vésicules portant les pédoncules uniquement sont incapables de phosphoryler l'ADP en ATP

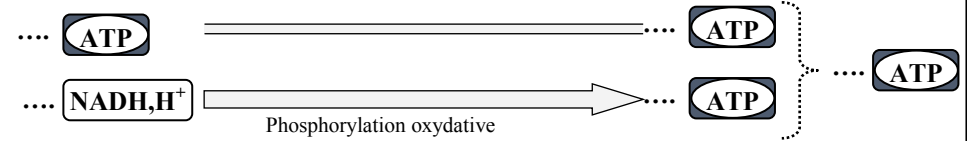
1. A partir des résultats expérimentaux, **identifiez** les conditions permettant la synthèse d'ATP

DOC.10



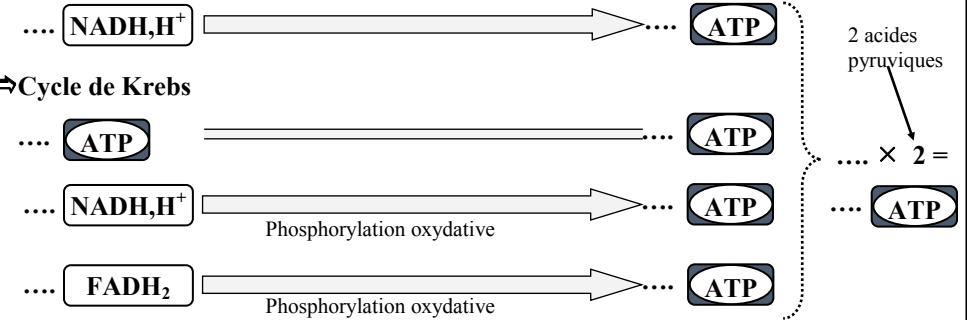
1) Glycolyse : oxydation du glucose en pyruvate

DOC.11



2) Les oxydations respiratoires

⇒ De l'acide pyruvique à l'acétyl coenzyme A

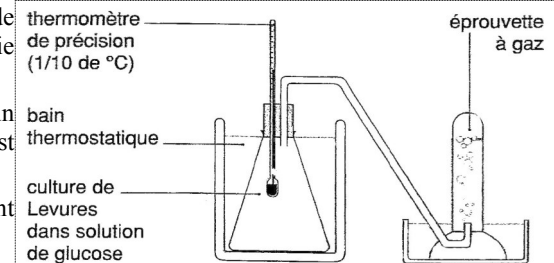


TOTAL : ... **ATP**

1. En exploitant le document ci-dessus, **calculez** le nombre de moles d'ATP produites après l'oxydation complète d'une molécule de glucose lors de la respiration cellulaire.
2. **Résumez** cette oxydation sous forme d'une équation bilan

DOC.12 Des levures mises en culture dans un milieu glucosé. Le flacon, complètement rempli, est bouché et le tube à dégagement ne permet pas un renouvellement en dioxygène à partir de l'aire ambiante (montage ci-dessous). Très rapidement, le dioxygène présent initialement est épuisé et on constate les modifications suivantes par comparaison avec un montage témoin (solution de glucose stérile):

- L'analyse de milieu de culture à l'aide de bandelettes utilisées pour mesurer la glycémie montre une disparition progressive du glucose.
- L'alcootest du milieu de culture montre un résultat positif (présence d'éthanol), alors qu'il est négatif au début de l'expérience.
- Le gaz recueilli dans le tube à dégagement trouble l'eau de chaux
- Légère élévation de la température dans le flacon



1. En exploitant les résultats de l'expérience, **déterminez** les caractéristiques de la fermentation alcoolique.
2. Sachant que la fermentation débute dans le l'hyaloplasme par la glycolyse. **Ecrivez** l'équation équilibrée de la formation d'éthanol (on donne la formule d'éthanol: CH_3-CH_2-OH).
3. **Quel** est le bilan énergétique de la fermentation alcoolique.

