

Diversité et complémentarité des métabolismes

Les levures sont des champignons unicellulaires capables de vivre en présence comme en absence d'oxygène gazeux.

En mettant en relation les informations tirées des documents proposés, comparer les caractéristiques de ces deux modes de vie chez les levures et localiser sur le document 3 les principales réactions métaboliques impliquées.

Document 1 : équations bilan de la respiration et de la fermentation alcoolique

Respiration : $C_6H_{12}O_6 + 6 O^2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$.

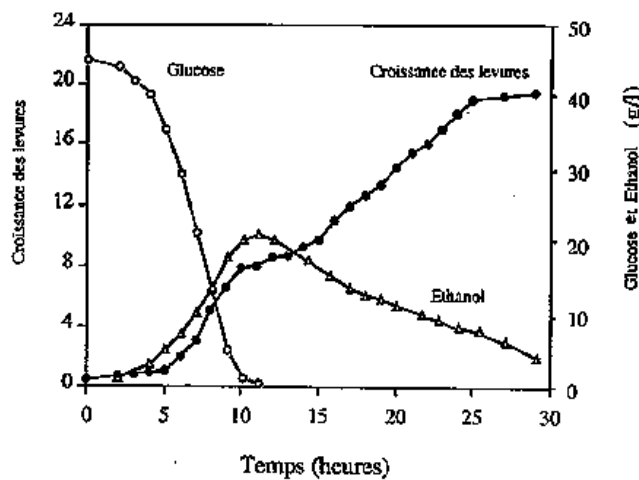
Énergie produite par mole de glucose : 2 815 kJ dont 1 677 kJ perdus sous forme de chaleur

Fermentation : $C_6H_{12}O_6 + 6 O^2 \rightarrow 6 CO_2 + 2 C_2H_5OH$ (éthanol).

Énergie produite par mole de glucose : 167 kJ dont 106 kJ perdus sous forme de chaleur

Document 2 : croissance d'une population de levures dans un milieu aéré initialement riche en glucose

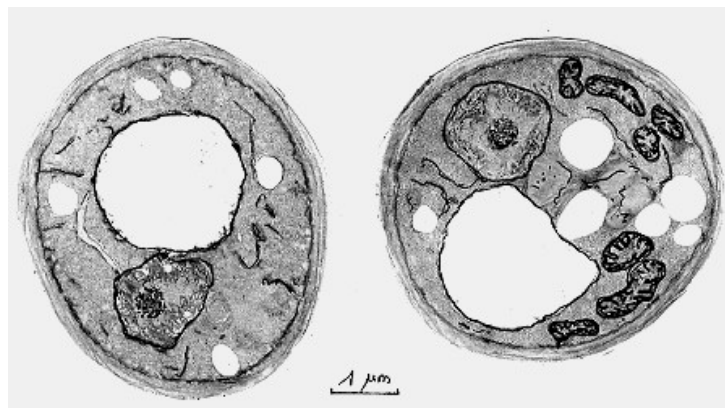
Noter que chez la levure, la respiration est inhibée quand la concentration en glucose est supérieure à 1 g.L⁻¹ et que l'éthanol constitue un substrat de la respiration.



Document 3 : Cellules de levures observées au microscope électronique (schématique)

À gauche, cellule de levure prélevée à t = 2 heures dans le milieu du document 2.

À droite, cellule de levure prélevée à t = 20 heures dans le milieu du document 2.



Document 4 : bilan quantitatif de la respiration et de la fermentation chez la levure

Résultats obtenus pour 2 g de levure cultivée dans un milieu contenant 1 g de glucose

	Respiration	Fermentation
Augmentation de biomasse	0,6 g	0,02 g
Masse O ₂ utilisé	1,07 g	
Volume O ₂ utilisé	0,75 l	
Masse CO ₂ dégagé	1,45 g	0,45 g
Volume CO ₂ dégagé	0,74 l	0,23 l
Masse alcool formé		0,46 g

Corrigé

Introduction

Selon les conditions, les levures sont capables d'utiliser des substrats organiques carbonés pour fermenter ou pour respirer. Comme le montrent les équations bilan (document 1), ces deux types de métabolisme diffèrent notamment par leur efficacité énergétique puisque l'énergie fournie par une mole de glucose lors de la fermentation ne représente que 5 à 6 % de celle fournie par la respiration. Nous allons montrer que bien d'autres caractéristiques distinguent ces deux modes de vie.

Au niveau cellulaire

Le document 3 montre que les cellules qui respirent possèdent des mitochondries contrairement à celles qui fermentent. Les mitochondries sont en effet les organites respiratoires de la cellule. Ceci montre que les levures sont capables de développer leurs mitochondries lorsque c'est nécessaire. Cette observation peut être mise en relation avec le document 2 pour distinguer métabolismes respiratoire et fermentaire.

Les deux métabolismes de la levure

Lors d'une culture sur un milieu aéré riche en glucose, il est indiqué que la respiration est inhibée tant que la concentration en glucose dépasse 1 g.L⁻¹. Ceci confirme que les cellules dépourvues de mitochondries prélevées à t = 2 h étaient en fermentation. Elles se sont cependant multipliées, atteignant 8 unités de croissance à t = 10 h. Elles produisaient alors de l'éthanol par fermentation alcoolique. À partir de ce moment, la concentration en glucose est devenue suffisamment faible pour que la respiration démarre. Après une période de transition, une fois le glucose épuisé, les cellules ont utilisé ensuite l'éthanol comme substrat de la respiration et ont continué à se multiplier. L'observation à t = 20 h de cellules pourvues de mitochondries confirme leur caractère respiratoire.

Bilan

Le tableau du document 4 montre la plus grande efficacité de la respiration. Pour une même quantité de glucose consommé (2 g), la biomasse formée par respiration est de 0,6 g contre 0,02 g par fermentation soit 30 fois plus. Ceci est dû notamment au fait que la fermentation libère un sous produit, l'éthanol (0,46 g), encore riche en énergie potentielle. Toutefois, la respiration a consommé plus de 1 g d'oxygène gazeux soit 0,75 L ce qui suppose un milieu bien aéré.

Conclusion

Par ses capacités à vivre en présence ou en absence d'air, la levure peut exploiter au mieux son milieu. Quand il y a beaucoup de sucre, elle le consomme rapidement par fermentation et libère de l'éthanol. Lorsque le sucre est épuisé, elle peut utiliser l'éthanol comme substrat de la respiration si le milieu est suffisamment aéré. Toutefois, l'efficacité énergétique de la respiration est très supérieure à celle de la fermentation alcoolique.

<http://www.didier-pol.net/03s11c.htm#s>