

Partie 1 : La levure saccharomyces cerevisiae et sa chaine de production

1) Généralités

La levure est constituée de cellules vivantes d'un champignon microscopique unicellulaire, de diamètre compris entre 5 et 10 microns (invisible à l'œil nu) généralement de forme ovoïde ou sphérique, elle est apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales et végétales et joue un rôle essentiel dans la régulation de l'activité fermentaire et aromatique du pain.

Ainsi, elles sont employées pour la fabrication du vin, de la bière, des alcools industriels, des pâtes levées et d'antibiotiques.

La levure peut vivre aussi bien en présence qu'en l'absence d'oxygène, se multipliant dans le premier cas, provoquant une fermentation dans le second.

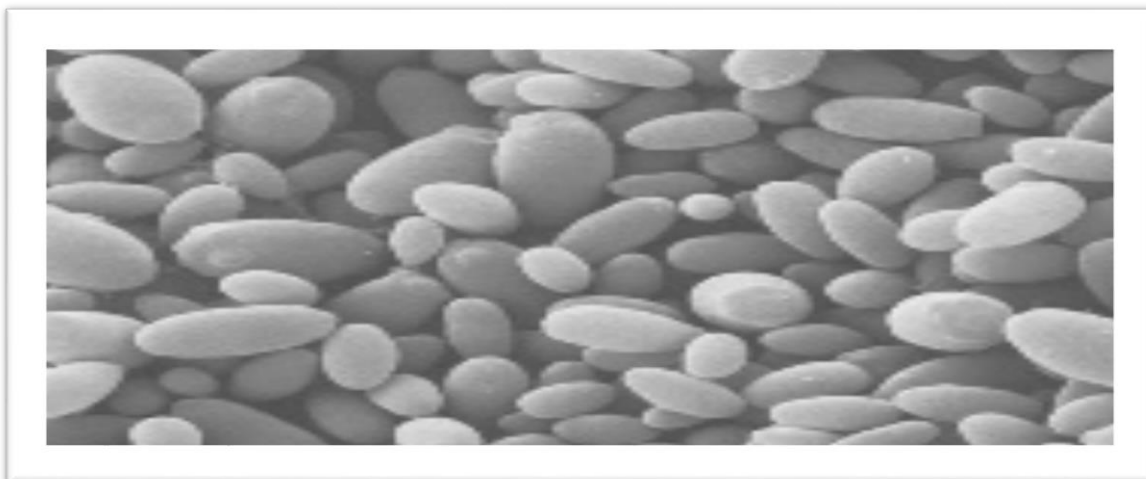


Figure 7: Vue microscopique d'un champignon

2) La levure saccharomyces cerevisiae (LESAFFRE)

a) Définition

La levure *Saccharomyces cerevisiae* occupe une place privilégiée dans les activités industrielles. Elle est utilisée par l'homme depuis des millénaires pour la production

de boissons et produits fermentés (vin, bière, pain) et joue un rôle très important dans l'industrie agroalimentaire comme agent de fermentation et pour l'élaboration de produits dérivés.

Appelé aussi levure de boulangerie ou levure de bière (car c'est lui qui permet la fermentation alcoolique de certains sucres (saccharose, lactose, maltose...), pour obtenir des alcools, notamment la bière.), cette levure naturelle est un champignon unicellulaire très riche en protéines de très bonne valeur biologique, mais aussi en vitamines et minéraux. C'est une des meilleures sources de protéines naturelles.

S. cerevisiae utilisée dans la production du vin, de bière, que dans la production des protéines recombinantes. Elle est également utilisée en panification pour la production de biomasse.

Étymologiquement « saccharo » vient de sucre, « Myces » de champignon et « *cerevisiae* » signifie « brasserie » en latin.

b) Caractéristiques

Saccharomyces cerevisiae, possède des caractéristiques variables selon les conditions de son développement en levurerie (résistances diverses, activités enzymatiques, composition chimique) qui permettent des utilisations spécifiques en boulangerie.

- La levure « cryorésistante » : levure qui résiste mieux à la surgélation.
- La levure « osmotolérante » : levure résistante à la pression osmotique (utilisée dans les formules de pains riches en sucre).
- La levure « rapide » : levure apte à consommer plus rapidement les sucres, elle est riche en protéines.

c) Structure de la levure

Les enzymes présentes dans la cellule de levure au niveau du cytoplasme jouent un rôle capital dans les pâtes levées :

- La maltase, qui agit sur la transformation du maltose en glucose
- L'invertase, qui agit sur la transformation du saccharose en glucose et fructose
- La zymase, qui agit sur la transformation du glucose et fructose en dioxyde de carbone et éthanol (gaz de rejet de la fermentation alcoolique).

Sa structure est la suivante :

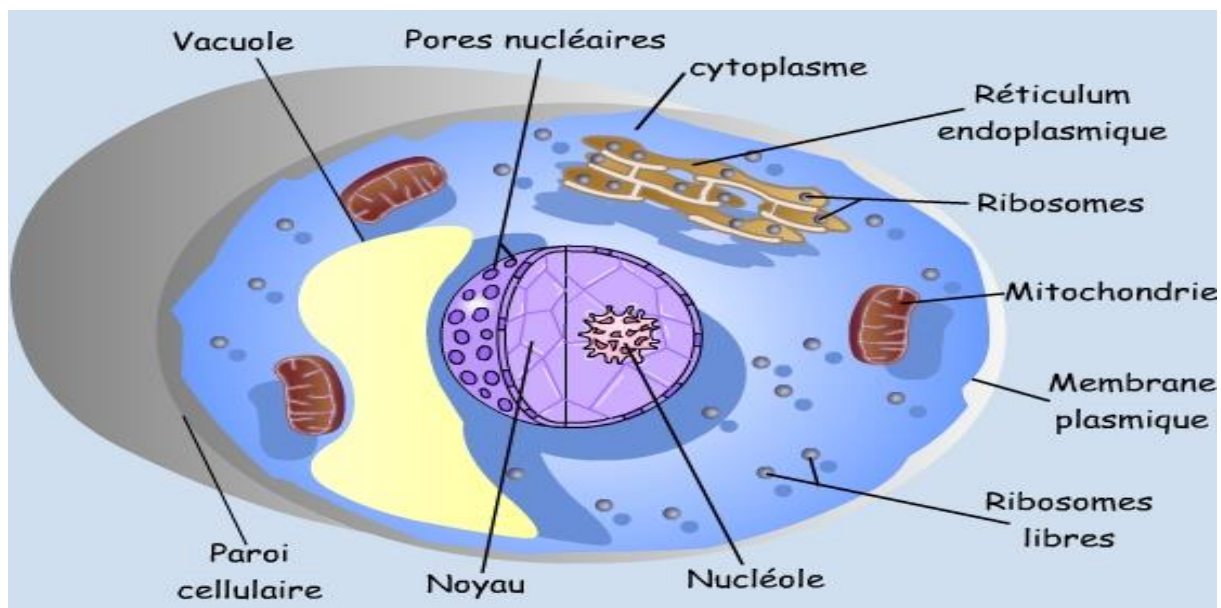


Figure 8: Schéma de l'ultrastructure de la levure de boulanger

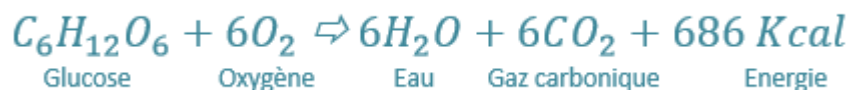
d) Développement de la levure

Pour son développement, la levure de boulanger a besoin de composés carbonés source de carbone et d'énergie, de composés azotés réduits sous forme d'ammonium, d'éléments minéraux variés, vitamines et facteurs de croissance.

La levure a la particularité de pouvoir vivre en présence ou en absence d'air : ces deux processus énergétiques sont la « **respiration** » et la « **fermentation** ». Elle se nourrit de glucose et de fructose (sucres simples).

« **En présence d'air** », la levure respire : elle dégrade les sucres simples présents dans son milieu de vie, par un métabolisme oxydatif qui conduit à la formation d'eau, de gaz carbonique et une grande quantité d'énergie (nécessaire à sa vie, croissance et multiplication).

En aérobiose :



Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules une importante multiplication.

« **En absence d'air** », la levure fermente : grâce à ses enzymes (les zymases), elle dégrade les sucres simples présents dans son milieu de vie, par un métabolisme fermentatif qui conduit à la formation de gaz carbonique, d'alcool et un peu moins d'énergie.

En anaérobiose :



⇒ Ce métabolisme fermentatif moins énergétique que le métabolisme oxydatif, affecte la multiplication cellulaire mais a l'avantage de permettre à la levure de survivre même en anaérobiose.

Tableau 1: Comparaison entre les deux types de métabolisation (aérobie et anaérobie)

	<u>Type aérobie</u>	<u>Type anaérobie</u>
	Levures préférant un métabolisme respiratoire en aérobie	Levures préférant un métabolisme fermentaire même en aérobie
Utilisation du glucose en aérobie	< 30 %	> 90 %
Transformation totale du glucose en :	CO ₂ et H ₂ O	Ethanol
Rendement énergétique	Elevée	Faible
Utilisation du glucose dans la synthèse de biomasse	Peu	Importante

e) Mode de reproduction

Les modes de reproduction varient en fonction des espèces de levures, elles peuvent se multiplier par :

- **Scissiparité** : fission d'une cellule de levure en deux cellules filles identique à la cellule mère
- **Bourgeonnement** : la plupart des levures se reproduisent par bourgeonnement, une petite hernie apparait en un point de la surface d'une cellule mère, grossit et s'étrangle. Le bourgeon (cellule fille) se détache, grossit et bourgeonne à son tour.

f) Différentes formes de la levure

Vivante, morte, liquide, déshydratée ou encore sèche, les qualificatifs pour désigner la levure ne manquent pas.

A chaque levure sa spécificité, à chaque spécificité son procédé. On distingue 6 formes de levures :

- La levure liquide.
- La levure pressée.
- La levure émietlée.
- La levure sèche active.
- La levure sèche instantanée.
- La levure sèche à humidité intermédiaire surgelée.

Parmi ces types de levures LESAFFRE MAROC s'intéresse à la production de :

- La levure fraîche.
- La levure sèche active à réhydrater.
- La levure sèche instantanée.



Figure 9: Différentes formes de levures

g) Composition chimique

La composition de la levure dépend de ses caractéristiques et de ses conditions de conservation.

Tableau 2: Composition chimique moyenne de la levure (d'après HENCKES 2000)

composition	Teneur (%)	Eléments constitutifs	Teneur (%)
Matières sèches	30,0 à 33,0		
Protéines	40,6 à 58,0	Glutathion (1)	0,5 à 1,5
Glucides	35,0 à 45,0	Glycogène	5 à 10
		Tréhalose (2)	8 à 20
Lipides	4,0 à 6,0	Phospholipides	1 à 2
Minéraux	5,0 à 7,5	Potassium	0,8 à 2,0
		Sodium	0,01 à 0,2
		Calcium	0,02 à 0,15
		Magnésium	0,04 à 0,18
		Phosphore	0,8 à 1,3
		Sous forme P ₂ O ₆	2,0 à 3,0
Vitamines	0,002 à 0,06	Thiamine (B1)	0,002 à 0,015
		Riboflavine (B2)	0,002 à 0,008
		Pyridoxine (B6)	0,002 à 0,006
		Niacine (PP)	0,010 à 0,050
(1) Glutathion : tripeptide contenant un groupe sulfhydryle ; c'est un dérivé d'acide aminé (2) Tréhalose : diholoside que l'on rencontre dans de nombreux champignons, levure, algues.			

3) Chaîne de production

Les matières premières utilisées pour produire la levure sont :

- La mélasse de betterave ou de canne à sucre, un coproduit sirupeux de l'industrie sucrière qui constitue la source principale de sucre, d'oligo-éléments et de vitamines.
- L'ammoniaque et l'acide phosphorique qui apportent l'azote et le phosphore.
- L'air, source d'oxygène nécessaire à la fermentation.
- L'eau.

LESAFFRE utilise une procédure automatisée et précisément contrôlée pour faire croître ses levures. On peut distinguer 4 étapes :

Etape 1 : Ensemencement

La base de tous les produits dérivés de la levure LESAFFRE est la culture d'une souche pure de *Saccharomyces cerevisiae* non génétiquement modifiée. Les techniciens préparent la culture en laboratoire en suivant des procédures de contrôle de la qualité très strictes. La levureensemencée croît dans des fioles stériles puis elle est transférée dans de grandes cuves de fermentation en acier inoxydable où elle sera mise en culture.

Etape 2 : Culture

Pendant le processus de culture, LESAFFRE contrôle précisément la température, le pH et le substrat sur lequel la levure se développe de façon à optimiser les conditions de croissance. La levure se développe en condition aérobie.

Etape 3 : Récolte

Une fois que la levure s'est suffisamment multipliée, le liquide obtenu est passé dans un centrifugeur qui le concentre et débarrasse complètement les cellules de levure des impuretés. Le produit résultant de cette opération est un liquide blanc cassé appelé "crème de levure".

Etape 4 : Séchage

La levure est séchée soit sur des tambours rotatifs soit sur des lits fluidisés puis elle est tamisée ou un extrait de levure est produit. Le produit peut ensuite être expédié aux clients.

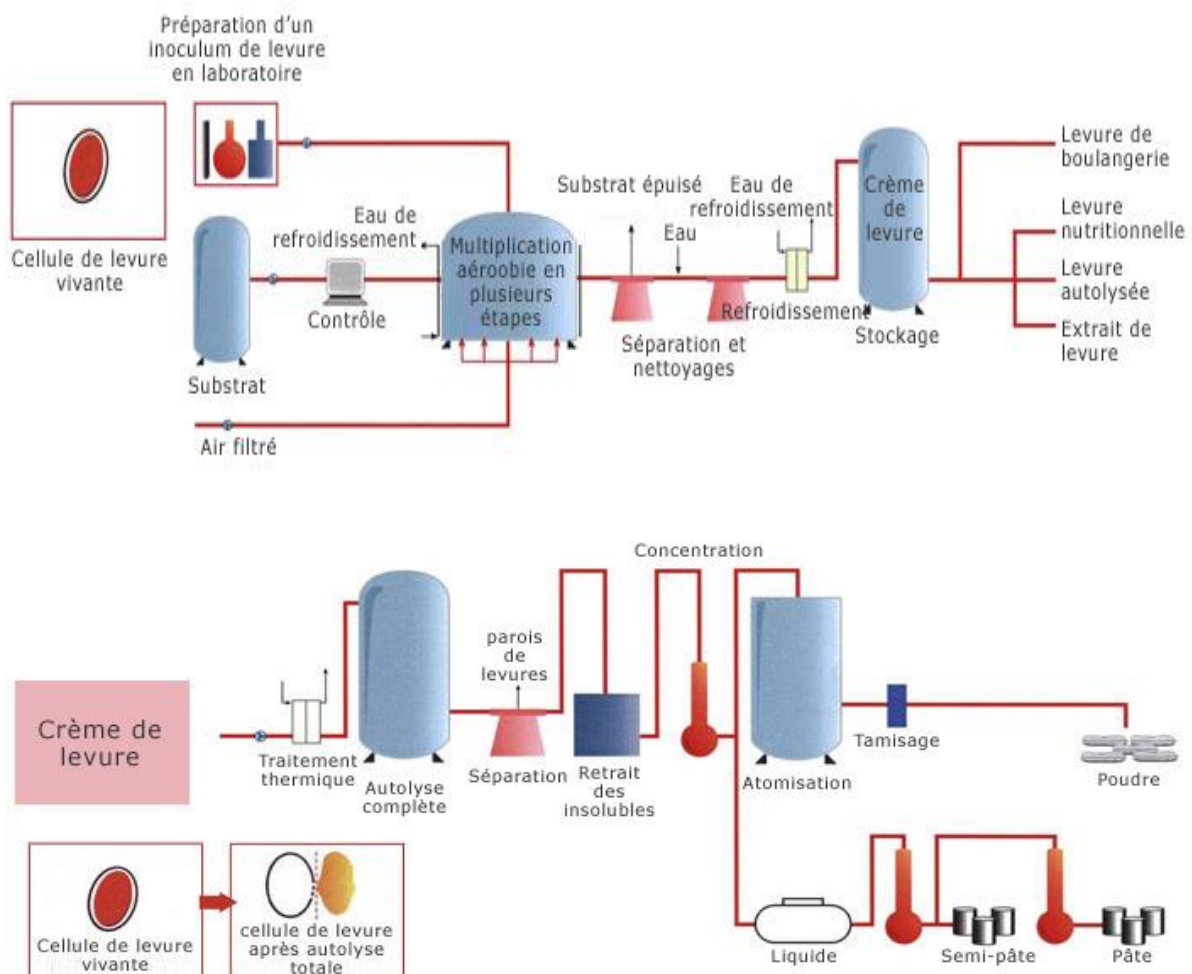


Figure 10: Processus de fabrication de la levure