

Partie 1:
La levure et sa
chaîne de
production

I-Généralités sur la levure :

I-1- Caractéristiques générales :

La levure de boulanger (*Saccharomyces Cerevisiae*) est un champignon unicellulaire microscopique. Ce champignon se présente sous forme sèche, en paillettes ou en gélules. Les levures sont des micro-organismes eucaryotes, ainsi possèdent-elles les caractéristiques structurales propres à ce type cellulaire (figure 2) et d'autres plus spécifiques aux levures elles-mêmes. Ces micro-organismes, de forme variable selon l'espèce (sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire ou apicule, c'est-à-dire renflée à chaque bout comme un citron) mais généralement ovales, d'environ 6 à 10 μm et jusqu'à 50 μm , se multiplient par bourgeonnement ou par division.

Les levures mettent tout en œuvre pour transformer les composés organiques et en créer de nouveaux. Leur rôle est bien connu dans la fabrication du pain. Petites reines de chimie, les bactéries nous apparaissent comme des organismes complexes car elles jouent avec les éléments pour les métamorphoser. Si on ne se tient qu'aux alcools et pains, on se rend compte que, finalement, elles ne savent faire qu'une seule chose : **transformer le glucose en éthanol et dioxyde de carbone** (CO_2). Mais c'est déjà bien le principal pour faire gonfler les pâtes de farine.

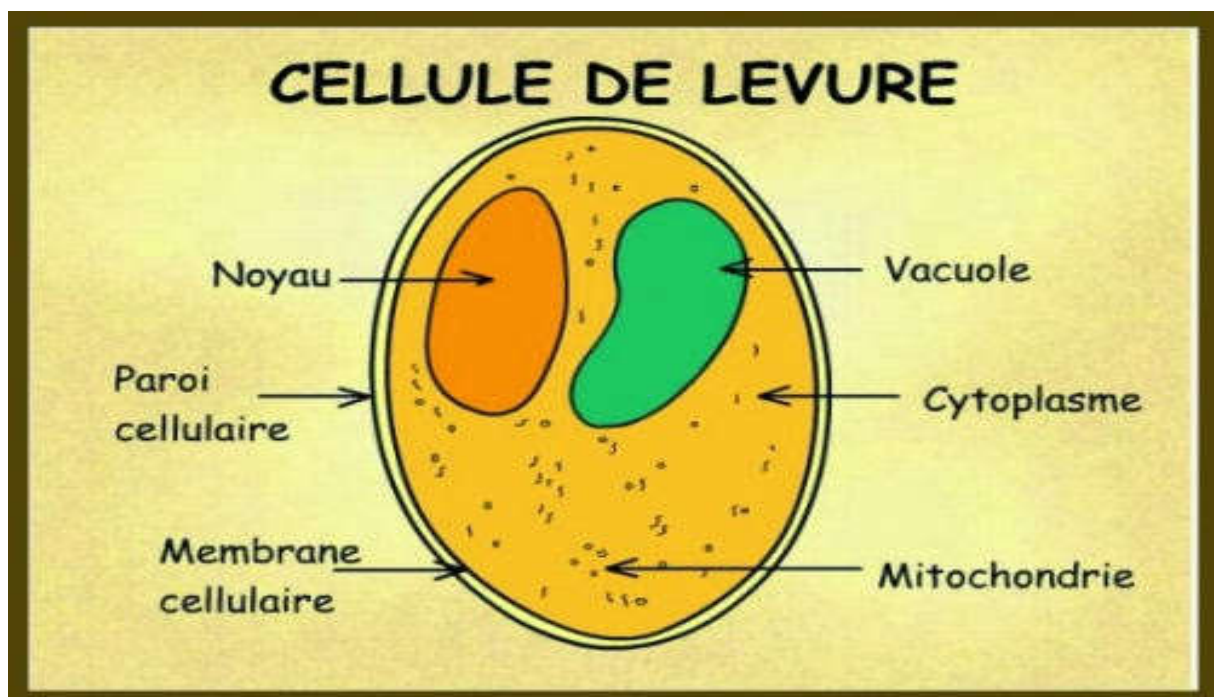


Figure 2: Schéma d'une cellule de levure de boulangerie

I-2- Métabolisme :

La levure de boulangerie appartient à un groupe relativement mineur de levures : levures aérobies facultatives et fermentaires capables d'utiliser le glucose en présence ou en absence d'oxygène et de fermenter le glucose même en présence d'air. Pour cela deux modes de fermentation sont possible :

Fermentation aérobie : $C_6H_{12}O_6$ (glucose) + $6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{énergie (688 kcal)}$

En présence d'oxygène *Saccharomyces Cerevisiae* produit son énergie par respiration. Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules de subir une multiplication avec un rendement cellulaire élevé.

Fermentation anaérobie : $C_6H_{12}O_6$ (glucose) $\rightarrow 2CO_2 + 2CH_3CH_2OH + \text{énergie (56 kcal)}$.

En absence d'oxygène (anaérobiose), le champignon produit l'énergie par fermentation alcoolique en faisant intervenir plusieurs sortes d'enzymes.

Comme en anaérobie, le glucose suit la voie de la glycolyse jusqu'au pyruvate ; mais, en présence d'oxygène, celui-ci ne sera pas transformé en éthanol mais en acétyl-CoA qui permettra l'entrée dans **le cycle de Krebs** (*Le cycle de Krebs est un ensemble de réactions chimiques au sein de la cellule qui a pour but de fabriquer de l'énergie à partir des glucides et accessoirement à partir des lipides et des protéines*). En raison de son meilleur rendement énergétique, la voie respiratoire est utilisée préférentiellement par la levure. Cependant, si la concentration en sucre du milieu dépasse 100 mg/L, il y a inhibition de la respiration par la fermentation et production d'alcool malgré la disponibilité d'oxygène. C'est **l'effet Crabtree**, appelé aussi effet glucose (*L'effet Crabtree est l'inhibition du métabolisme respiratoire dans un milieu riche en glucose même en présence d'oxygène*).

II- La chaîne de production de la levure :

Etape 1: Ensemencement : La base de tous les produits dérivés de la levure **LESAFFRE** est la culture d'une souche pure de *Saccharomyces Cerevisiae* effectué dans des conditions stériles. Chaque mois **LESAFFRE** reçoit 2 souches de *Saccharomyces Cerevisiae* conservés dans des tubes à 4°C dans un milieu gélosé, un destiné à la levure fraîche L20 et un à la levure sèche L13 qui sont régénérés dans 4 tubes, deux pour chacun. ils sont incubés dans des fioles

stériles de 250 ml (*Van Lear*) contenant une solution nutritive à base de sucre à une température constante de 30 °C, avec agitation pendant 8h. Elle est transférée dans un *Carlsberg* (7L) dans les mêmes conditions mais dans un temps de 16h puis dans une cuve de 800L mais cette fois dans un milieu nutritif à base de mélasse. Enfin elle est destinée au pré fermentation.

Etape 2: pré fermentation : Après la récolte, la levure (la culture) est transférée dans de grandes cuves de pré fermentation en acier inoxydable où elle sera mise en culture dans les conditions optimales de pH (par l'ajout l'acide sulfurique qui maintient le pH entre 3,4 et 4,5), d'oxygène, de température et de milieu nutritif (la mélasse stérile, l'eau et d'autre aliments comme l'urée, phosphate, sulfate, chlorure de magnésium et les élément de traces (les vitamines)) et qui servira après à l'ensemencement de la cuve de première génération industrielle (G1) ou levure-mère.

Etape3: Fermentation : Le moût issu de la pré fermentation sera transféré vers d'immenses cuves en acier dites fermenteurs (le quatrième fermenteur) avec un milieu nutritif bien spécifique (un mélange de mélasse, de l'azote, des sels préparés et des éléments de traces), on peut aussi ajouté une anti-mousse pour éviter les mousses se produisant lors de la fermentation .Après 18 à 20 heures de fermentation, on obtient la levure mère, qui va subir une séparation puis un stockage. La levure mère obtenue va encore servir à la fermentation, par un ensemencement pour donner naissance à une levure commerciale.

La fermentation se fait en présence d'oxygène pour minimiser la production de l'alcool. Les fermenteurs sont équipés avec des soufflantes qui les alimentent en air filtré. La température dans les fermenteurs est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur servant à refroidir le mout.

Etape 4: Séparation : Pour éliminer les déchets (reste du milieu nutritif) des mouts issus des fermenteurs on utilise un séparateur fonctionnant par centrifugation (*figure 3*) ; Il y a des séparateurs pour les phases solide/solide et pour liquide/solide. Pour la levure on utilise un séparateur de deux phases liquides. A la fin de la séparation on obtient une crème dense et liquide c'est le mout qui sera rejeté vers les égouts. La séparation se fait dans deux phases : La première permet de faire passer à séparation, la levure mère et une deuxième concerne les levures commerciales, qui sont après séparation refroidies, stockées à 4°C. La crème obtenue a une faible teneur en matières sèches (18 à 20%) d'où la nécessité d'aspirer son eau sur filtre afin d'atteindre 30 à 33% de matières sèches.

Etape 5 : Stockage de la crème : La crème obtenue après la séparation est acidifiée par l'acide sulfurique à pH = 2 pour éviter la contamination, et stockée à 5 °C pour ralentir le métabolisme cellulaire. Le système de refroidissement se fait par un échange thermique entre la crème et le liquide de refroidissement: l'eau glycolée (par des échangeurs de froid).

Etape 6 : La filtration : Dans le filtre tournant par le vide revêtu d'une pré-couche d'amidon (toile filtrante) qui ne laisse passer que l'eau sans la suspension solide, de l'eau est extraite de la levure liquide. Il en naît une masse pâteuse, qui peut être pressée à la forme souhaitée (barres, cubes). Pendant la rotation les cellules sont immergées à tour de rôle dans l'auge contenant la crème et le sel. Sous l'action du vide, l'eau traverse la pré couche et la levure se dépose sur celle-ci sous forme de gâteau. Un lavage est fait sur le gâteau obtenu par un liquide approprié toujours sous vide afin d'éliminer le sel. La pâte est obtenue grâce au couteau racleur, le gâteau est malaxé, boudiné et extrudé, l'eau filtrée est refoulée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation.

Etape 7 : Séchage : On distingue deux types de levure sèche :

- **La levure sèche active :** Sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ quatre heures pour une quantité de 400kg à 500kg, et s'effectue à 45°C.
- **La levure sèche instantanée :** Sous forme des bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, durant 20min environ pour une quantité de 1000 Kg. Elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la levure sèche active.

Etape 8 : Conditionnement :

Levure fraîche : Le gâteau obtenu est envoyé à la boudineuse où il est malaxé après l'ajout de l'huile de vaseline, puis il est pressé pour obtenir un pain de levure. Ce dernier est découpé en portions de 500g. Ces portions sont à leur tour enveloppées par du papier paraffiné.

Levure sèche active: elle est emballée sous air dans des sachets. Elle a une durée de conservation d'un an.

Levure sèche instantanée: elle est emballée soit sous vide ou sous azote.

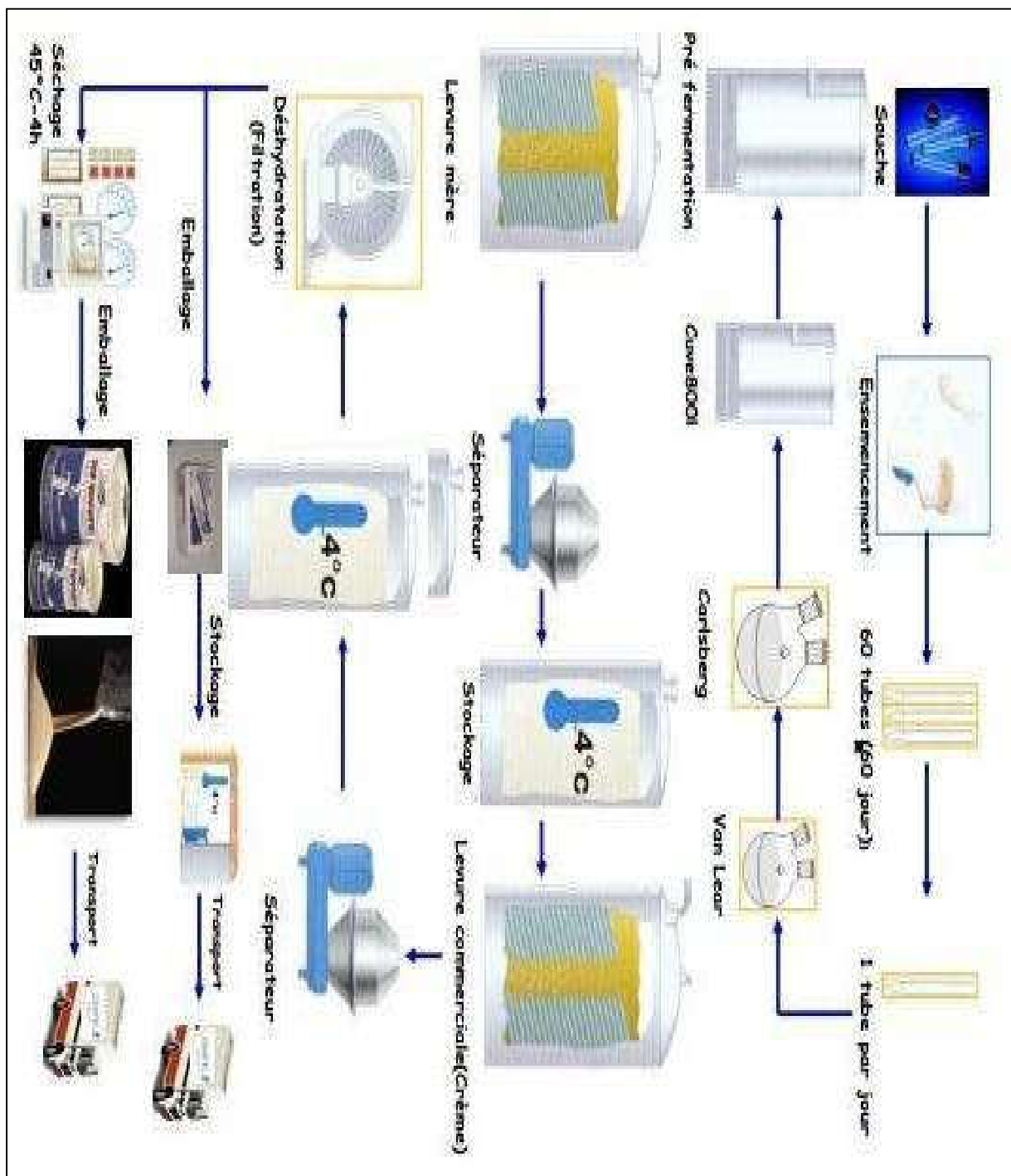


Figure 3 : La chaine de production de la levure à LESAFFRE-MAROC