



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN
ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
FES



Licence Sciences & Techniques «Bioprocédés, Hygiène & sécurité alimentaires»



Projet de Fin d'Etudes

**Principaux facteurs influençant la qualité de la
levure fraiche : *RECYCLAGE***

Présenté par :

FATIMA- ZOHRA HALHOUL

Encadré par :

Pr. A. BELRHITI (FSTF)
Mr. D. EL HAJJAMI (LESAFFRE)

Soutenu le 12 juin 2019 Devant le jury composé de :

- + Pr. A .ALAOUI BELRHITI
- + Mr. D.EL HAJJAMI
- + Pr. SEFRIOUI

Année universitaire : 2018/2019

LESAFFRE 
MAROC

Dédicace

Je dédie ce travail :

A MES CHERS PARENTS,

Votre amour, votre compréhension, votre patience et votre tendresse sont toujours pour moi sans limite, vous m'avez soutenu le long de mes études et vous êtes sacrifié pour ma réussite, que Dieu vous garde en bonne santé.

A MON CHER ONCLE HASSAN,

Mon conseiller et ami fidèle, qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement la main pour traverser ensemble le chemin de la réussite, je te suis très reconnaissante.

**A MES CHERS AMIS DE TOUJOURS : MAJDA , BTISSAME , LAMYAE ,
FATIMA ZAHRA ...**

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble,
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond.*

JE VOUS DEDIE TOUS CE TRAVAIL

Remerciements

*Je tiens à remercier fort bien Pr. AZIZ ALAOUI BELRHITI mon encadrant à la faculté des sciences et techniques à Fès , qui m'a formé et accompagné tout au long de cette expérience ,
Son écoute et ses conseils m'ont permis de cibler mes candidatures et de rédiger ce rapport de stage.*

Je remercie Pr. SEFRIQUI qui a bien voulu accepter de faire partie du jury de soutenance, ainsi que tous nos enseignants de la filière BPHSA.

Je remercie le Directeur de la filiale « LESAFFRE-MAROC », pour m'avoir accepté comme stagiaire dans sa société.

Je remercie mon encadrant externe, Monsieur EL HAJJAMI, pour son apport en connaissances et expériences, et sa disponibilité inconditionnée.

Je souhaite remercier chaleureusement tout le personnel de la société LESAFFRE MAROC de m'avoir consacré de leur temps avec beaucoup de sympathie.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail je dis
MERCI.

Liste des figures et tableaux

Figures

Figure 1 : Symboles historiques de la société.....	2
Figure 2 : Organigramme de la société LESAFFRE MAROC.....	4
Figure 3 : Vue microscopique d'un champignon	6
Figure 4 : Schéma de la levure de boulanger.....	7
Figure 5 : Schéma de la chaine de production de la levure de boulangerie	12
Figure 6 : Photo d'un bac de recyclage.....	16
Figure 7 : Photo d'une balance de 60 kg.....	17
Figure 8 : Photo d'un conductimètre	19
Figure 9 : Représentation graphique de moyenne du % de LR par article.....	20

Tableaux

Tableau 1 : % de LR de différents articles.....	19
Tableau 2 : Concentration en coliformes totaux de LR et LNR.....	20
Tableau 3 : Conductivité de LR et LNR.....	21

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Présentation du lieu de stage

I. Présentation du lieu de stage	2
1) Historique du groupe LESAFFR.....	2
2) Historique de la société LESAFFRE MAROC.....	3
3) Organigramme de la société.....	3
4) Description du laboratoire d'analyse LESAFFRE MAROC.....	4

Partie 1 : étude bibliographique

I. Levure de panification « <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ».....	5
1) Généralités.....	5
2) La levure « <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ».....	6
a. Définition.....	6
b. Caractéristiques.....	6
c. Structure de la levure	6
d. Développement de la levure.....	7
e. Mode de reproduction.....	8
II. Etapes de la production de levure à LESAFFRE Maroc.....	8
➤ A l'échelle du laboratoire.....	8
1) Ensemencement.....	8
➤ A l'échelle industrielle.....	8
2) Pré fermentation.....	8
3) Fermentation.....	9
4) Séparation.....	9
5) Stockage de la crème	9
6) Filtration.....	9
7) Emballage.....	10

III.	Principaux facteurs influençant la qualité de la levure fraiche.....	11
	1) Matière première.....	12
	2) Fermentation.....	12
	3) Emballage.....	12
IV.	Analyse physico-chimique.....	13
	➤ Conductivité.....	13
V.	Analyse microbiologique.....	13
	➤ Coliformes totaux.....	13
	1) Définition et dénombrement des coliformes.....	13
	2) Valeur d'indice des coliformes.....	13
	3) Méthodes horizontales de référence de dénombrement des coliformes.....	14
	4) Méthodes horizontales de routine.....	14

Partie 2 : étude expérimentale

I.	Chaine de production (station d'emballage).....	15
II.	Laboratoire microbiologique et physico-chimiques.....	16
	1. Analyse microbiologique.....	16
	Recherche des coliformes totaux.....	16
	➤ Définition.....	16
	➤ Milieu de culture.....	16
	➤ Incubation et lecture des résultats.....	17
	➤ Ensemencement en profondeur.....	17
	2. Analyse physico-chimique.....	17
	Conductivité.....	17
III.	Résultats et interprétation.....	18
	1) Chaine de production.....	18
	2) Analyses microbiologique et physico-chimique.....	19
	❖ Recherche des coliformes totaux	19
	❖ Conductivité.....	20
	Conclusion.....	22
	Références.....	23

Liste des abréviations

LR : Levure recyclée

LNR : Levure non recyclée

SPI : Levure sèche active instantanée

SPH : Levure sèche active ou à réhydratation

Introduction générale

La production de la levure fait partie des biotechnologies traditionnelles qui ne reposent sur aucune connaissance théorique mais sur une utilisation empirique. Ce micro-organisme fait penser à l'univers de la boulangerie et de la panification.

La fabrication de la levure fait partie des industries agro-alimentaires qui ont des activités industrielles qui transforment des matières premières, en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine.

Dans ce contexte, j'ai effectué mon stage de fin d'études au sein du laboratoire de la société « LESAFFRE MAROC ».

L'objectif de ce stage est de maîtriser les procédés industriels de fabrication de la levure de boulangerie d'une part et de voir l'influence du recyclage sur la qualité de la levure fraîche d'une autre part. Pour cela on a effectué des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Ces analyses ont été réalisées sur les différentes marques de la levure, *Jaouda* et *l'Hirondelle* avant et après recyclage, pour la recherche des coliformes totaux et la mesure de la conductivité.

Ce rapport est élaboré selon le plan suivant :

- ✓ Une partie bibliographique portant sur des généralités de la levure de boulangerie et leur métabolisme, sa chaîne de production et les principaux facteurs influençant la qualité de la levure fraîche.

- ✓ Une partie expérimentale s'intéresse aux matériels et méthodes utilisés pour effectuer les analyses, les résultats obtenus et leurs interprétations.

Présentation du lieu de stage

I. Présentation du lieu de stage :

1) Historique du groupe LESAFFRE (figure 1) :

En 1853, deux fils de cultivateurs du nord de la France, Louis Lesaffre et Louis Bonduelle, s'associent pour construire une fabrique d'alcool de grains et de genièvre, à Marquette-lez-Lille. A l'origine, la levure n'était qu'un sous-produit de la fabrication des alcools de grains.

En 1871, le baron autrichien Max de Springer, propriétaire à Maisons-Alfort d'une très belle distillerie, rapporte de chez Mautner, à Vienne, l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers. Ces derniers, à cette époque, utilisaient leurs propres levains, accompagnés parfois de levure résiduaire de brasserie. L'année suivante, Lesaffre & Bonduelle développe la fabrication de levure fraîche à Marcq-en-Baroeul, à la place d'un ancien moulin. C'est à partir de ce site que se développera la Société Industrielle Lesaffre.

Cette société se révélera progressivement comme l'élément moteur et le support de l'essor industriel et commercial de la branche levure du Groupe.

A la fin du 19^{ème} siècle, la société affiche déjà une volonté exportatrice vers Angleterre, Belgique, Suisse, Italie, Espagne. Ce qui semble tout naturel aujourd'hui, représente un tour de force pour l'époque, en raison des conditions de transport et de distribution. Une marque fait son apparition, l'hirondelle, qui traversera le temps et l'espace puisque la silhouette de l'oiseau migrateur a été adoptée par la S.I. Lesaffre. Un logo qui, 100 ans plus tard, identifie ses produits dans plus de 180 pays.

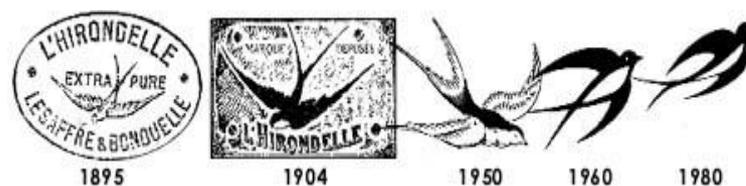


Figure1 : Symboles historiques de la société.

Pendant la première partie du 20^{ème} siècle, Lesaffre doit faire face au nombre de difficultés, surmontées avec opiniâtreté. Crises économiques, inondations, incendies, bombardements... l'usine est reconstruite quatre fois en 35 ans. Dans cette période tourmentée, l'entreprise a su non seulement se maintenir à flot, mais également préparer ses futurs développements.

Et après la seconde guerre mondiale, une série de progrès technologiques et d'innovations, appuyés par la construction d'un puissant réseau commercial exportateur,

permettent à Lesaffre un développement qui ne se démentira plus. Passé maître dans le domaine des bio-industries, le groupe Lesaffre se structure autour de ses principaux métiers : la levure, le malt, les bioconversions. Pour être plus proche de ses clients et leur apporter un service optimal, Lesaffre s'implantera sur les cinq continents.

2) Historique de la société LESAFFRE MAROC :

Créée en 1975, la soders est depuis 1993 majoritairement détendue par le groupe Français Lesaffre. Elle est ainsi devenue la première entreprise privatisée du Maroc. Elle bénéficie de l'expérience et de la maîtrise technique du leader mondial de la fabrication de levure de panification. Basée à Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui bénéficie d'une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale. La Soderds fabrique et commercialise au Maroc de la levure et des améliorants de panification : les marques Jaouda en levure fraîche, et Rafiaa en levure sèche, les améliorants de panification ibis Bleu et magimix, ainsi que les arômes. Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels.

Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe Lesaffre, la soders possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : Activité fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique et il a reçu 2 trophées :

- le trophée du prestige arabe en 1984 à Barcelone.
- le trophée international de la qualité en 1985 à Madrid.

Par ailleurs, le service qualité de la Soders assure un suivi des produits en faisant réaliser quotidiennement des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison aux clients, il valide à chaque étape de fabrication la conformité des produits à un cahier de charge très strict.

Enfin, une sensibilisation permanente des salariés de l'entreprise aux principes et règlements relatifs à l'hygiène permet de respecter des normes bactériologiques rigoureuses. Entre 1993 et 2004, l'entreprise a investi 200 millions de dirhams dans la modernisation de ses outils de production.

En 2004, la Soders fait l'achat de SNA : société nouvelle de l'alimentation, elle est la spécialiste des produits de pâtisserie au Maroc. Elle commercialise la levure et les améliorants ainsi que toute une gamme de produits de pâtisserie et petit matériel de haute qualité.

En 2006 il y a création de la nouvelle station de traitement de la mélasse, et aussi d'un nouveau laboratoire moderne très sophistiqué.

3) Organigramme de la société (figure 2) :

LESAFFRE MAROC est constituée de plusieurs services et directions, qui ont comme direction commune la direction générale.

Les différents services et directions sont présentés dans l'organigramme ci-dessous accompagné du service qualité « Laboratoire » dont lequel j'ai effectué mon stage:

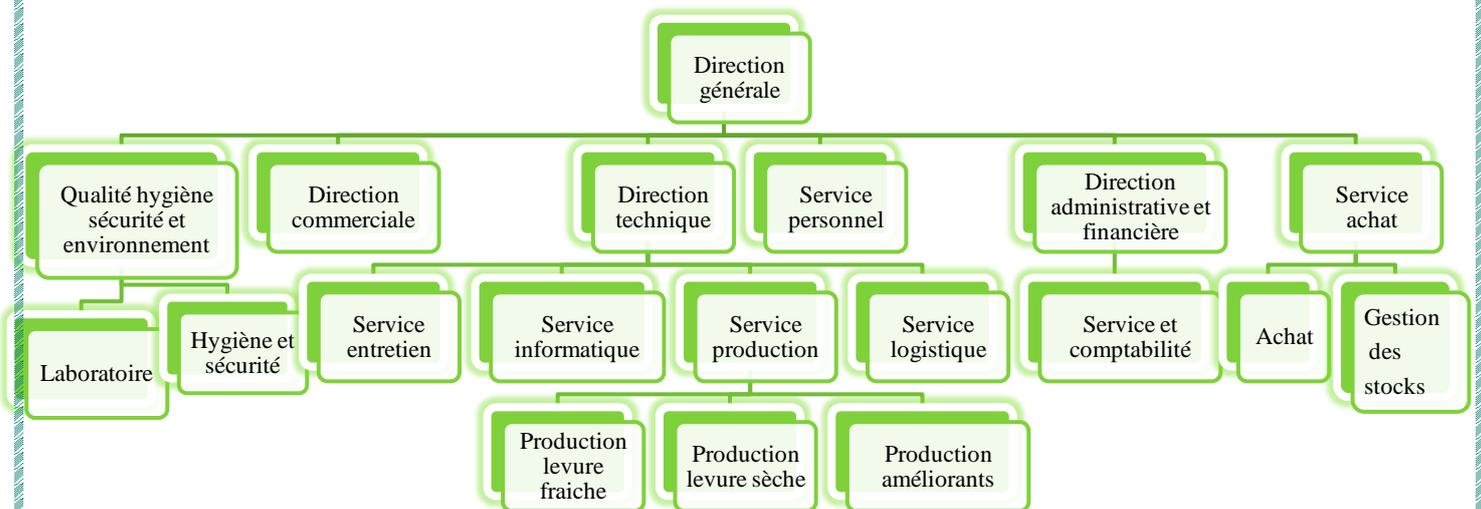


Figure 2 : Organigramme de la société LESAFFRE MAROC .

4) Description du laboratoire d'analyse LESAFFRE MAROC :

LESAFFRE MAROC dispose de deux laboratoires, **microbiologique** et **physicochimique** qui sont chargés de faire des analyses le long de la chaîne de production, depuis la préparation de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini (levure fraîche ou sèche), qui répond à toutes les normes de qualité.

+ Laboratoire d'analyses microbiologiques

- Ce laboratoire est divisé en quatre parties :

1. Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
2. Salle des préparations où se fait la préparation des milieux de culture, la stérilisation.
3. Salle de stockage des matières premières.
4. Salle d'analyses bactériologiques.



Laboratoire d'analyses physicochimiques

- Il est divisé en trois parties :

1. Salle de panification où s'évalue la force panaire.
2. Salle de stockage où se trouvent tous les matériels et les produits initiaux.
3. Salle d'analyse physico-chimique répartie elle-même en trois sections :
 - Section des analyses d'azote et de phosphate ;
 - Section des analyses de la mélasse ;
 - Section des analyses de l'eau.

Partie 1 : étude bibliographique

I. Levure de panification « *Saccharomyces cerevisiae* » :

1) Généralités :

La levure est constituée de cellules vivantes d'un champignon microscopique Unicellulaire (figure 3), 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.

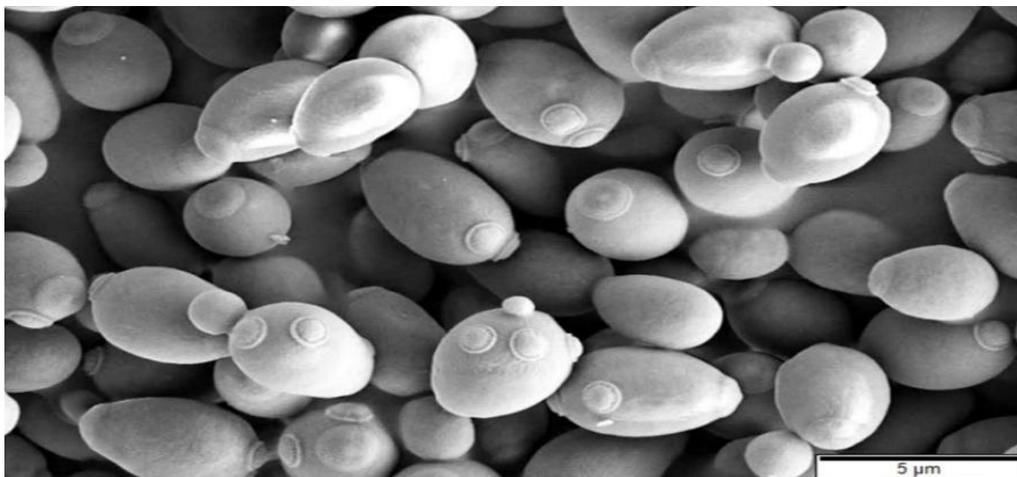


Figure 3 : Vue microscopique d'un champignon.

2) La levure « *Saccharomyces cerevisiae* » :

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 reportée dans la figure 4:

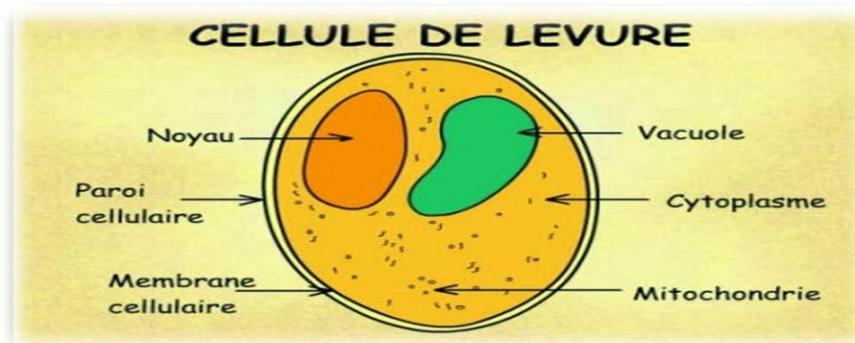


Figure 4 : Schéma de la levure de boulanger.

d. Développement de la levure :

Pour son développement, la levure de boulangerie 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).

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.

⇒ Ce métabolisme fermentatif est moins énergétique que le métabolisme oxydatif.

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 identiques à la cellule mère.

✚ **Bourgeoisement** : la plupart des levures se reproduisent par bourgeoisement et s'étranglent. Le bourgeon (cellule fille) se détache, grossit et bourgeoisement à son tour.

II. Etapes de la production de levure à LESAFFRE Maroc

(figure 5) :

➤ A l'échelle du laboratoire :

1) Ensemencement :

Chaque mois, la société LESAFFRE Maroc reçoit de la France deux souches de *Saccharomyces cerevisiae*. Une destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche. Ces souches sont ensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes de chaque souche). Cette étape demande un

travail dans des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination, puis le contenu des tubes est transvasé dans un petit icône appelé « Van Lear » dont le milieu nutritif très riche laissera possible une première multiplication des cellules, puis le contenu de « Van Lear » est versé dans un ballon plus grand appelé « Carlsberg » où elles se multiplient à nouveau .

On prend ce dernier et on le met dans une cuve de 800 L dans des conditions stériles, ce n'est qu'à ce stade qu'on utilise la mélasse comme source de carbone.

➤ A l'échelle industrielle :

2) Pré fermentation :

Le contenu de 800 L est versé dans un pré fermenteur où on ajoute les éléments avec des quantités précises :

- L'eau
- La mélasse stérile
- L'acide sulfurique pour l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose présent dans la mélasse et pour obtenir un pH acide (voisinage de 4) .
- Les sels (sulfate, phosphate, urée).
- Les éléments de traces (oligo-éléments et vitamines).

La pré fermentation doit être effectuée en aérobie avec agitation.

3) Fermentation :

A la fin de la pré fermentation, on obtient un moût qui sera transféré vers le 4^{ème} fermenteur avec un milieu nutritif bien spécifique, après 18 à 20 heures de fermentation, on obtient la levure mère qui va subir une séparation puis un stockage.

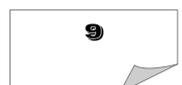
La levure mère obtenue va encore servir à la fermentation, par un ensemencement pour donner naissance à une levure commerciale.

La fermentation se fait en présence de l'oxygène pour minimiser la formation de l'alcool car celui-ci donne une couleur désagréable à la levure et réduit la période de conservation .

La 1^{ère} étape de fermentation se fait en batch (fermentation fermée) par contre la 2^{ème} étape se fait en Fed-batch (semi-ouvert) ; normalement la fermentation en batch donne une levure de bonne qualité, mais la présence des nutriments en grande concentration a un effet négatif sur le rendement (inhibition par substrat)

4) Séparation :

La séparation se fait dans deux étapes de la fermentation : après l'obtention de la levure mère et la levure commerciale. Le moût obtenu à la sortie des fermenteurs contient les cellules de levures et une solution liquide qui présentent les restes du milieu nutritif.



Pour éliminer ces déchets on utilise des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation, on obtient un liquide dense (crème) et un liquide léger, c'est le mout délevuré qui est rejeté vers les égouts.

5) Stockage de la crème :

La crème obtenue après la séparation est acidifiée par l'acide sulfurique à $\text{pH} = 2$ pour éviter la contamination et stockée à $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour ralentir le métabolisme cellulaire.

6) Filtration :

Consiste à éliminer l'eau présente dans la levure pour la préserver d'une éventuelle contamination puisque l'eau facilite l'altération par des micro-organismes.

La crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon qui piège la levure grâce à sa petite porosité, à la surface du cylindre du filtre il y a création continue et uniforme du vide nécessaire à l'aspiration de l'eau à travers la couche d'amidon. En traversant la couche filtrante de l'extérieur vers l'intérieur ; la levure est fixées à la surface de la couche et l'eau filtrée est refoulée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation. La couche de levure formée est arrosée à l'aide de trois douches pour éliminé les traces de mélasse pouvant rester.

Un couteau racleur est mis en œuvre pour récupérer la crème étant étalée sur la surface du filtre.

7) Emballage :

❖ Levure fraîche :

Le boudin de levure pressée est découpé en pain de 500 g ou 250 g , qu'on enveloppe individuellement dans un papier paraffiné. Après mise en carton, la levure est conservée en chambre froide afin d'être réfrigérée avant son expédition.

- La levure fraîche est conservée à 4°C .

❖ Levure sèche :

Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide est transformé en vermicelle à l'aide d'une grille de porosité connue, ensuite elle est transférée au sécheur par une conduite vibratoire afin d'éliminer le maximum d'eau restant dans la cellule sans l'endommager, tout en augmentant le taux de matière sèche jusqu'à 94% pour la levure sèche active et 95,5% pour la levure sèche active.

- **SPH** : Levure sèche active ou à réhydratation sous forme de petits grains sphériques, emballées sous air dans des sachets de **50 g, 100 g et 500 g**.
- **SPI**: Levure sèche active instantanée sous forme des bâtonnets, emballées sous vide dans des sachets de **450 g** ainsi que dans des cartons de **25 kg** destinés à l'export, elle est caractérisée par une force de fermentation supérieure à celle de la SPH.
 - la levure sèche est conservée à température ambiante.

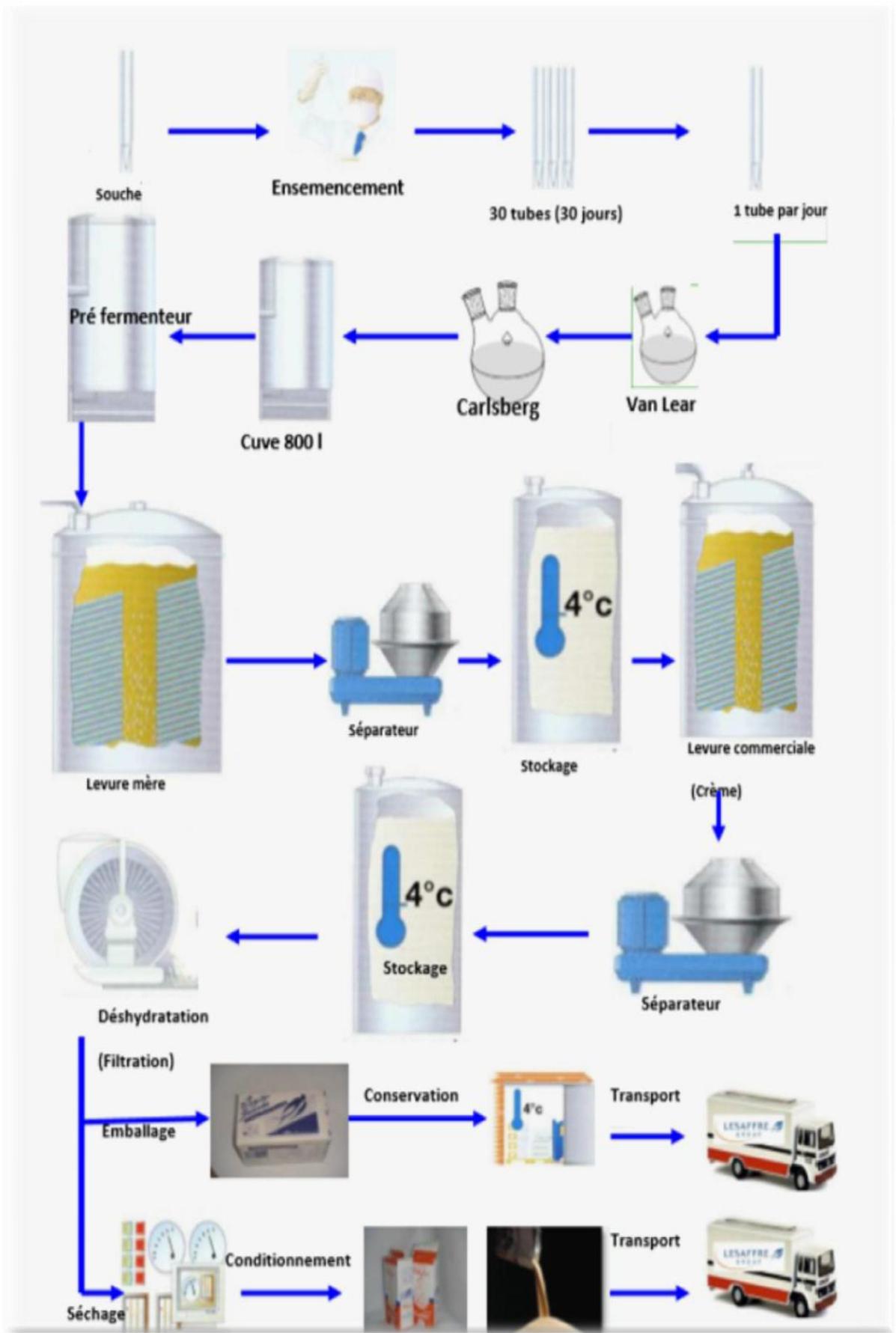


Figure 5 : Shéma de la chaine de production de la levure de boulangerie.

III. Principaux facteurs influençant la qualité de la levure fraîche :

Il y a plusieurs facteurs influençant la qualité de la levure fraîche :

1) Matière première :

Comme tout être vivant la levure a besoin de :

- Source de carbone : La mélasse présente pour la levure une source de carbone, sa préparation «75% Betterave + 25% canne » ;
- Source d'azote, de sulfate et de phosphate (Urée, Sulfate d'ammoniac, mono ammonium phosphate) : sels nutritifs ;
- Source de minéraux et de vitamines.

⇒ La matière première est soumise à un contrôle rigoureux et sérieux, donc n'influence pas la qualité de la levure .

2) Fermentation :

La fermentation est une réaction biochimique sous l'action des microorganismes qui consiste à libérer de l'énergie à partir d'un substrat organique sous l'action d'enzymes microbiennes et à rejeter des produits. Cette réaction ne fait pas intervenir d'oxygène, elle se déroule donc en absence d'air (anaérobiose).

Elle se distingue de la respiration qui nécessite de l'oxygène et se réalise en présence d'air (aérobiose) notamment par son faible rendement énergétique et la diversité des produits synthétisés.

Puisqu'elle est automatisée et surveillée par le personnel , donc elle ne peut pas avoir d'influence sur la qualité de la levure.

3) Emballage :

L'emballage est une action destinée à contenir et à protéger des marchandises, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation .

A ce niveau on a toujours des problèmes et des contraintes , qui sont dû généralement au dysfonctionnement des machines, des appareils et de fragilité des produits, d'où l'obtention des paquets de levure mal emballés.

Dans ce cas, pour garder les caractéristiques organoleptiques des produits, on élimine les paquets non conformes (mal emballés), en gardant la productivité d'où la notion de **recyclage**.

Notion du recyclage :

Le recyclage est l'ensemble des techniques ayant pour objectif de récupérer des produits non conformes et de les réintroduire dans le cycle de production dont ils sont issus .

Dans notre cas, on va s'intéresser au recyclage de la levure pour voir s'il y a un impact sur la qualité des produits finis .

Ce recyclage ne se fait pas au hasard, il est soumis à des contrôles rigoureux pour garder les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques conformes, mais si ceci ne se fait pas de manière correcte (recyclage à temps, respect d'hygiène...), on aura une altération de ces caractéristiques, d'où on a suivi **la conductivité** et **les coliformes totaux** dans la LR et on les compare avec ceux de la LNR.

IV. Analyse physico-chimique :

➤ Conductivité :

La conductivité est la capacité d'une solution à transmettre le courant électrique ; cette mesure est le signe de la présence d'ions dans l'eau.

Plus l'eau contient d'ions (de sel dissous), plus sa capacité à conduire le courant est importante et plus sa conductivité est grande .

V. Analyse microbiologique :

➤ Coliformes totaux (1) :

1) Définition et dénombrement des coliformes :

-Selon la norme ISO 4831 de juillet 1991, le terme coliforme correspond à « des organismes en bâtonnets, non sporogènes, à coloration de Gram négative, oxydase négative, aérobies ou facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C ».

-Selon les milieux et la méthodologie fixés par les méthodes normalisées, cette définition générale peut être modifiée.

Ainsi, dans la norme ISO 4832 de juillet 1991 (V 08-015) s'applique la définition suivante : « bactéries qui, à la température spécifiée, forment des colonies caractéristiques, c'est-à-dire violacées, d'un diamètre de 0,5 mm ou plus, et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile ».

2) Valeur d'indice des coliformes :

Pratiquement tous les coliformes peuvent exister en abondance dans les matières fécales des Hommes et des animaux à sang chaud, mais certains sont également les hôtes habituels du sol et des eaux (*Citrobacter*, *Enterobacter*). L'intérêt de ce dénombrement est donc limité comme indice de contamination fécale, par manque de spécificité. Il est cependant intéressant, et fait l'objet d'analyse en microbiologie alimentaire pour différentes raisons :

- ✓ la recherche à 30°C est favorable au développement des microorganismes et permet une bonne revivification, notamment à partir de l'eau. Elle peut souvent être une première étape lors de la mise en évidence de bactéries coliformes d'origine fécale ;
- ✓ ces bactéries résistent relativement bien dans le milieu extérieur et peuvent être témoins d'une contamination fécale un peu ancienne. Elles peuvent être aussi témoins d'une contamination par des coliformes d'origine non fécale provenant de l'environnement et montrant, de toutes façons, de mauvaises conditions d'hygiène (nettoyage- désinfection non efficace) ;
- ✓ enfin, dans les eaux traitées, ces bactéries peuvent témoigner de la non-efficacité du traitement par des désinfectants car elles y sont sensibles : elles ne doivent donc pas être rencontrées après traitement.

3) Méthodes horizontales de référence de dénombrement des coliformes :

Ces méthodes sont établies selon les normes :

- NF ISO 4831 de juillet 1991 (indice de classement : V 08-016) : « Directives générales pour le dénombrement des coliformes - Technique du nombre le plus probable. » ;
- NF ISO 4832 de juillet 1991 (indice de classement : V 08-015) : « Directives générales pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies. »

4) Méthodes horizontales de routine :

Ces méthodes sont établies selon l'indice de classement V 08 050 de décembre 1992 : « Méthode de routine pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies obtenues à 30°C. »

Partie 2 : étude expérimentale

Le suivi du recyclage de la levure se déroule au niveau de :

- ✚ Chaîne de production (zone d'emballage).
- ✚ Laboratoire physico-chimique et microbiologique.

I. Chaîne de production (zone d'emballage) :

Durant la période du suivi, on choisit un intervalle du temps optimal (2 heures au maximum), d'où on pèse la quantité de LR et l'on compare avec la quantité de la production totale.

- La LR est placée dans **un bac de recyclage** (figure 6)



Figure 6 : Photo d'un bac de recyclage.

- Le pesage de LR se fait à l'aide d'une balance de 60 kg (figure 7)



Figure 7 : Photo d'une balance de 60 kg.

II. Laboratoire microbiologique et physico-chimique :

1) Analyse microbiologique :

Recherche des coliformes totaux :

➤ Définition :

Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme bâtonnet aérobies ou anaérobies facultatifs. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne présentent pas des risques direct pour la santé. Pour la recherche des coliformes totaux on utilise le milieu désoxycholate, ce milieu contient deux inhibiteurs des bactéries Gram+ à faible concentration : le désoxycholate (sels biliaries) et le citrate de sodium. Il sera incubé à 30°C pendant 24h. La Couleur des colonies est rose violacé.

➤ Milieu de culture :

La gélose lactosée au désoxycholate est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des coliformes dans les produits alimentaires. Ce milieu est également employé pour la différenciation et l'isolement des entérobactéries à partir des prélèvements biologiques.

Composition de milieu :

- Tryptone ;
- Extrait autolytique de levure ;
- Glucose ;
- Agar Agar.

➤ Incubation et lecture des résultats :

Les coliformes se présentent sous forme de colonies rouges foncées de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm puis on fait un dénombrement par comptage.

Les boîtes de pétri sont incubées à 30°C pendant 24 heures .

➤ **Ensemencement en profondeur :**

Cette opération consiste à :

- Débarrasser la paillasse et à désinfecter avec de l'alcool.
- Régler le bec benzène pour avoir une flamme bleue : seule une zone de 15 cm est considérée, et toutes les manipulations doivent être réalisées près de la flamme.
- Prendre une pipette, la flamber et la laisser près de la flamme.
- Prendre le flacon de l'échantillon dans la main gauche, ouvrir dans la zone stérile, garder le bouchon dans la main droite et flamber l'ouverture du flacon.
- En utilisant la pipette, prélever 1 mL de l'échantillon.
- Déposer le flacon et prendre une boîte de pétri stérile, l'ouvrir près de la flamme et déposer l'échantillon.
- Verser la gélose refroidie à 45°C dans la boîte de pétri, mélanger rapidement en faisant des mouvements circulaires.

2) Analyse physico-chimique :

Conductivité :

- La conductivité est mesurée par le conductimètre (figure 8).
- Cette mesure s'effectuera en immergeant dans la solution une cellule de mesure comportant l'électrode afin d'afficher directement sur l'écran électronique du conductimètre.
- La valeur correspondante de la conductivité en en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
- La norme de la conductivité de la levure fraîche est compris entre 200 et 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 8 : Photo d'un conductimètre.

III. Résultats et interprétation :

1) Chaîne de production :

Les résultats sont représentés selon la formule suivante :

$$\% \text{ de LR} = (\text{Poids de LR (Kg)} / \text{Production totale (kg)} \times 100)$$

Exemple de calcul :

$$\% \text{LR} = (193.76/5400) \times 100 = 3.5\%$$

Tableau 1: Pourcentage de LR de différentes marques

Date	Heure	% LR	Marque
22/01/2019	9H /11H	3,50%	Hirondelle
23/04/2019	12H/14H	2,66%	Hirondelle
29/04/2019	8H/10H	0,01%	Jaouda
30/04/2019	8H/10H	1,68%	Jaouda
02/05/2019	8H/10H	1,66%	Jaouda
03/05/2019	8H/10H	1,23%	Jaouda
06/05/2019	12H/14H	8,40%	Hirondelle
07/05/2019	11H/13H	1,09%	Jaouda
09/05/2019	11H30/13H30	0,86%	Jaouda
13/05/2019	8H/10H	4,48%	Jaouda

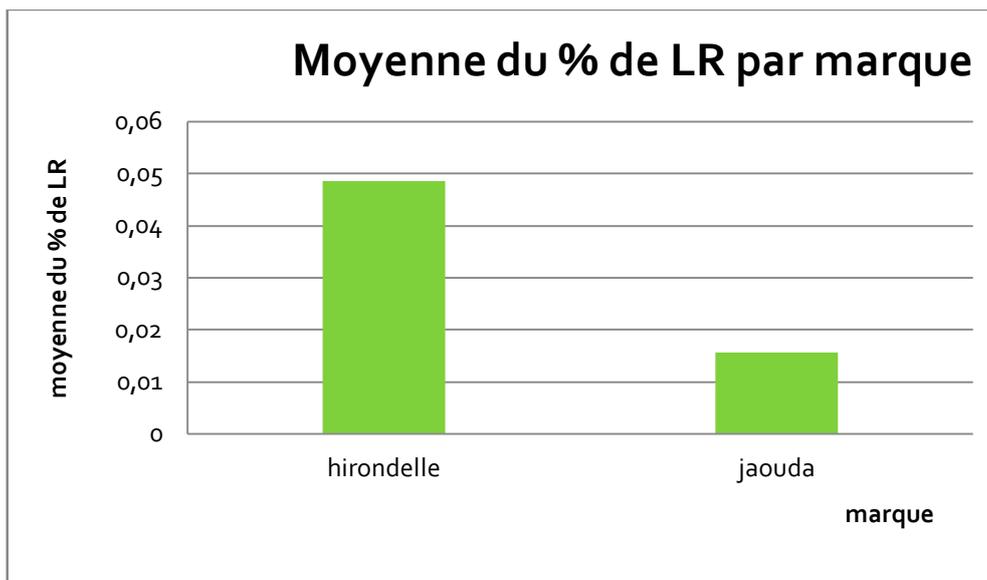


Figure 9 : Représentation graphique de la moyenne du % de LR par marque.

⇒ D'après les résultats de la figure 9, on remarque que la moyenne du % de LR 'Hirondelle' (4,85%) est plus élevée que celle de 'Jaouda' (1,57%), car L'Hirondelle a une double couche d'emballage ce qui entrave le travail des machines à ce niveau et cela augmente le taux de recyclage, par contre Jaouda a une seule couche d'emballage. Ce % est petit et parfois même négligeable par rapport à la production totale.

2) Analyses microbiologique et physico-chimique :

❖ Recherche des coliformes totaux :

Les résultats sont représentés selon la formule suivante :

$$[\text{Germe}] = (\text{Nombre de colonies} / \text{Volume}) \times \text{Facteur de dilution (en UFC/mL)}$$

Tableau 2 : Concentration en coliformes totaux de LR et LNR

	Coliformes Totaux (UFC/mL)	
	LNR	LR
22/04/2019	20	40
23/04/2019	<10	<10
29/04/2019	800	830
30/04/2019	<10	<10
02/05/2019	600	620
03/05/2019	50	130
06/05/2019	<10	<10
07/05/2019	<10	<10
09/05/2019	10	40
13/05/2019	50	150

⇒ D'après les résultats du tableau 2, on constate que la concentration en coliformes totaux de LR et de LNR est presque la même et ne dépasse pas les normes désignées par la société de 1000 UFC/mL, ce qui montre que le recyclage n'intervient pas à la présence ou à l'absence des coliformes totaux.

❖ **Conductivité :**

Les résultats de la conductivité sont reportés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Conductivité de LR et LNR

	Conductivité (μS/cm)	
	LNR	LR
22/04/2019	259	264
23/04/2019	332	348
29/04/2019	305	283
30/04/2019	323	268
02/05/2019	264	244
03/05/2019	267	240
06/05/2019	267	284
07/05/2019	260	257
09/05/2019	348	284
13/05/2019	333	310

⇒ D'après les résultats du tableau 3, on constate que les valeurs de la conductivité de LR et de LNR se trouvent dans l'intervalle des normes désignées par la société de 200 à 500 μ S/cm, ce qui confirme que le recyclage ne change pas la conductivité de la levure.

Conclusion

D'après les analyses physico-chimiques et microbiologiques qu' on a effectué sur les différentes marques de la levure fraiche recyclée et non recyclée, on constate que tous les paramètres étudiés répondent aux normes ce qui prouve que le recyclage ne touche pas la qualité de la levure et tout cela grâce au suivi rigoureux de la part des responsables de la qualité.

Mon cursus universitaire, de licence en Bioprocédé, Hygiène et Sécurité Alimentaire, vient d'être clôturé, en cette dernière étape, par l'accomplissement de mon stage dans les Labos de l'usine LESAFFRE. Il s'est déroulé sur 1 mois et demi, durant lequel, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises le long de ma formation académique.

Ce stage a été très enrichissant pour moi, car il m'a permis de découvrir l'entreprise de la levure de boulangerie, sa procédure de fabrication, ses analyses bactériologiques et physico-chimiques et il m'a permis de participer concrètement aux différentes manipulations, telles que la préparation du matériel...

Par ailleurs de :

- Développer mes compétences en communication.
- Améliorer mon esprit critique et le travail en groupe.
- Réaliser les différents types de manipulations.
- M'offrir une bonne préparation à mon insertion professionnelle.

Enfin, cette expérience de stage m'a offert l'opportunité de confronter la théorie avec la pratique dans la production de la levure : source de toute innovation.

Références :

OUVRAGES :

(1) VERNES-BOURDAIS.(E), Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, Paris, Biosciences et technologies, 2002, 248 p.

WEBOGRAPHIE :

<http://www.technobio.fr/article-7203494.html>

<https://www.abmauri.fr/fabrication-de-la-levure-de-panification.html>

<https://www.lesaffre.com/>

www.wikipedia.com

RAPPORT DE STAGE :

Rapport de PFE-FST-FES de Mlle. Aissaoui Tlemçani Oumaima « SUIVI PHYSICO--CHIMIE DES SELS NUTRITIFS DEPUIS LES SACS BRUTS JUSQU' AUX FERMENTEURS » .