



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
Département de chimie



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'Analyse et Contrôle Qualité

TACQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Evolution des Paramètres Physico-chimiques
et Microbiologiques de la Levure Fraîche**

Présenté par :

◆ Sara EL-MRABET

Encadré par :

◆ Mr Ali BENNANI (LESAFFRE-MAROC)

◆ Mr Abdeslam MELIANI

Soutenu Le 16 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr. Abdeslam MELIANI

- Pr. El houssine ALILOU

- Pr. Ahmed BOULAHNA

Stage effectué à « LESAFFRE-MAROC »

Année Universitaire 2014 / 2015

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

■ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

Dédicaces

J'ai un immense plaisir d'offrir ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu pour l'atteinte de mes objectifs.

A mes frères, pour leur amour.

A mes encadrants, Pour leurs conseils précieux qui m'ont accompagné tout au long de mon stage.

A tout le personnel de la société « Lesaffre-Maroc » qui m'a permis d'effectuer mon stage dans des meilleures conditions.

A mes amis et mes collègues, pour les moments inoubliables qu'on a vécu ensemble durant cette année...

Remerciements

Avant de commencer la rédaction de ce rapport, j'ai l'honneur de présenter mes sincères remerciements au directeur général de la société « Lesaffre-Maroc »

Mr. LESAFFRE Damien.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier également :

- Mon encadrant *Mr. MELIANI Abdeslam* pour sa disponibilité et le temps précieux qu'il m'a accordé malgré ses préoccupations.
- *Mr. BENNANI Ali* chef de laboratoire, qui m'a toujours accueilli avec sympathie, qui m'a guidé avec ses précieux conseils.
- Tout le personnel du laboratoire physico-chimique et microbiologique et surtout *Mr. BOUQUADIDA Abdelali* chef de laboratoire physico-chimique qui ont mis à ma disposition toute les informations nécessaires pour ma formation et aussi qui m'ont permis d'effectuer cette période de stage dans d'excellentes conditions.
- Aux Membres du jury, *Mr. ALILOU El houssine*, et *Mr. BOULAHNA Ahmed* d'avoir accepté de juger ce travail et qui me font l'honneur d'être membres de jury.

Que tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Sommaire

<i>Introduction</i>	1
<i>Chapitre 1 : Présentation de la société</i>	
1. <i>Historique de la société LESAFFRE</i>	3
2. <i>Historique de la société LESAFFRE Maroc</i>	5
3. <i>Organigramme</i>	6
4. <i>Description générale du laboratoire</i>	7
<i>Chapitre 2 : Généralités sur la levure & les procédés de fabrication des différents types de la levure</i>	
I. <i>Généralités sur la levure</i>	9
II. <i>Production industrielle de la levure</i>	12
<i>Chapitre 3 : les différentes analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées sur la levure</i>	
I. <i>Les analyses physico-chimiques</i>	
1.1. <i>contrôles des paramètres organoleptiques</i>	18
1.2. <i>Détermination de la matière sèche</i>	18
1.3. <i>Dosage d'azote totale par la méthode de Kjeldahl</i>	18
1.4. <i>Dosage de phosphate</i>	20
1.5. <i>Conductivité</i>	20
1.6. <i>pH</i>	20
1.7. <i>La force</i>	21
1.8. <i>Test de conservation</i>	21
1.9. <i>Le taux d'alcool</i>	21
II. <i>Les analyses microbiologiques</i>	
II.1. <i>Recherche des bactéries totales</i>	23
II.2. <i>Recherche des coliformes totaux</i>	24
II.2. <i>Mode opératoire</i>	25
III. <i>Instrumentation</i>	
III.1. <i>Un incubateur</i>	25
III.2. <i>Une glacière</i>	25
III.3. <i>Les normes Lesaffre-Maroc</i>	26

Chapitre 4 : Résultats et interprétations

<i>I. Résultats des paramètres organoleptiques</i>	28
<i>II. Résultats de la matière sèche</i>	29
<i>III. Résultats du taux d'azote totale</i>	30
<i>IV. Résultats du taux de phosphate</i>	31
<i>V. Résultats de la conductivité</i>	32
<i>VI. Résultats du pH</i>	33
<i>VII. Résultats de la force</i>	34
<i>VIII. Résultats de taux d'alcool</i>	35
<i>IX. Résultats de la recherche des bactéries totales</i>	36
<i>X. Résultats de la recherche des coliformes totaux</i>	37
<i>Conclusion générale</i>	38
<i>Références bibliographiques</i>	39

Références bibliographique:

- <http://www.lesaffre.com/fr/>
- <http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Levure_de_boulangier
- <http://www.chambresyndicalelevure.com/actualit%C3%A9s/>

Introduction:

Dans le but d'intégrer la dimension « entreprise » dans notre cursus universitaire la faculté des sciences et technique de Fès nous permet, de passer un stage de durée de 6 semaines qui fait l'objet d'un projet de fin d'études de licence sciences et techniques, option techniques d'analyses chimiques et contrôle de qualité.

Ce stage est une opportunité bénéfique et indispensable pour mobiliser et mettre en pratique tous nos connaissances acquises le long de nos années étudiantes ainsi qu'acquérir des nouvelles connaissances que cela soit sur le plan professionnel que sur le plan des relations humains.

C'est dans ce but, que j'ai effectué mon stage au sein de laboratoire des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la société industrielle « LESAFFRE-MAROC».

Sachant que la société « LESAFFRE-MAROC » est un leader mondial en production de levure fraîche et de levure sèche active et instantanée, donc elle est particulièrement sensible à la nécessité de préserver la qualité de ses produits. L'objectif de mon stage est de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques et microbiologiques d'un lot de la levure fraîche conservé dans une glacière à une température inférieure à 4°C pendant 6 semaines, dans le but de démontrer que la levure est consommable même après l'expiration de la date limite d'utilisation optimale (DLUO) qui est de 15 jours, mais tout en restant dans la glacière, en d'autres termes contrôler la qualité de ce lot de la levure fraîche pour déterminer sa durée de conservation dans la glacière.

Ce rapport comporte quatre chapitres :

- 1- Un bref aperçu sur la société « LESAFFRE-MAROC » et son domaine d'activité.
- 2- Des généralités concernant la levure et les procédés de fabrications des différents types de levures.
- 3- Les différentes analyses effectuées.
- 4- Présentation des résultats trouvés et interprétations.

Chapitre 1:

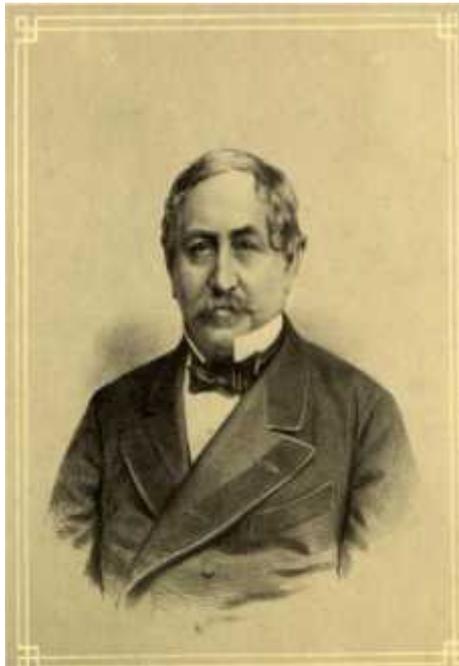
Présentation de la société « LESAFFRE-MAROC »
& son domaine d'activité

1-Historique du groupe «LESAFFRE»



Louis Bonduelle

Louis Lesaffre



Max de Springer (1807-1885)

1853: L'association de deux hommes

L'histoire de l'entreprise s'est construite autour de deux amis, Louis Lesaffre et Louis Bonduelle.

Tout a commencé en 1853, lorsque les deux hommes s'associent pour construire une fabrique d'alcool de grains et de genièvre, à Marquette-lez-Lille dans le nord de la France.

1863: L'acquisition du premier moulin à Marcq-en-Barœul

Dix ans après leur association, les deux Louis se portent acquéreurs d'un moulin à Marcq-en-Barœul, qu'ils transforment en une distillerie d'alcool de grains. C'est à partir de ce site que se développera la société Industrielle –Lesaffre- qui se révélera progressivement comme l'élément moteur et le support de l'essor industriel et commercial de la levure pour le Groupe.

1872 : Un nouveau procédé de fermentation

Le baron Max de Springer, rapportant de Vienne (Autriche) l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers, implante la première levurière française à Maisons-Alfort.

Ces derniers, à cette époque, utilisaient leurs propres levains, accompagnés parfois de levure résiduaire de brasserie.

1873 : Début de la fabrication de la levure de boulangerie

Séduits par le procédé de fermentation, Louis Lesaffre et Louis Bonduelle se lancent dans la production de levure fraîche de boulangerie sur le site de Marcq-en-Barœul, à la place de l'ancien moulin.



1895



Emile Lesaffre



Louis Bonduelle fils



Louis Lesaffre fils

1895: Naissance de la marque de levure L'hirondelle

Une hirondelle dont le dessin va évoluer au fil du temps, jusqu'à devenir l'emblème du Groupe en 2003.

1901: Scission de l'entreprise entre les trois branches familiales

Les familles Lesaffre et Bonduelle décident de poursuivre séparément leurs activités. L'entreprise est partagée en 3 entreprises distinctes : Bonduelle, Lesaffre & Cie (alcool et levure) et Lesaffre Frères (sucrierie et distillerie). Bonduelle est aujourd'hui un acteur reconnu sur le marché du légume.

1910: Grand incendie de Marcq-en-Barœul

L'usine de Marcq-en-Barœul subit un grand incendie qui la détruit totalement. Elle sera reconstruite par la suite.

1923: Crise de l'alcool de grains

L'Etat abaisse brutalement le prix de l'alcool de grains qui met en péril l'industrie de la levure. Pour rester dans la course, Lesaffre réagit en exploitant la mélasse, nouvelle matière première pour la levure. Après la cessation de l'activité « alcool » à Marquette-lez-Lille, les installations de maltage se trouvent vacantes. Il est décidé de les utiliser pour fabriquer des malts de brasserie. Cette usine prend le nom de « Grandes Malteries Modernes ».

1939 — 1945: Production de la 1ère levure sèche active

Lors de la seconde guerre mondiale, la fabrication d'alcool est arrêtée dans les trois distilleries. L'usine de Marcq met au point des produits à base de levure destinée à atténuer la pénurie alimentaire. Ainsi Lesaffre produit la première levure sèche active en adaptant un séchoir à pâtes alimentaires. En 1944, les alliés bombardent par erreur les usines de Marcq et Cérences, ainsi que le chantier de la nouvelle distillerie à Buchères.

L'envolée vers l'international aura lieu entre 1963 et 2000 dont une implantation au Maroc et en 1973 production de la 1ère levure sèche instantanée.



2-Historique de la société « LESAFFRE-MAROC » :



Figure 1: Logo de la société Lesaffre-Maroc



Figure 2: les produits de la société Lesaffre-Maroc

1993 : Début de « LESAFFRE-MAROC »

En 1993, la société SODERS (créée en 1975) a été majoritairement détenue par le groupe français LESAFFRE, renommée « LESAFFRE-MAROC ». Elle représente la première entreprise privatisée du Maroc bénéficiant de l'expertise du leader mondial dans la fabrication de la levure de panification.

Son siège :

Est situé au quartier industriel SIDI BRAHIM Fès. Elle produit environ 30.000 tonnes de levures par an avec un effectif de 200 personnes et un capital de 30.800.000 DH, elle est subdivisée en un site de production à Fès et un BANKING CENTER à Casablanca.

Ce dernier site constitue une vitrine des produits « Lesaffre » où les boulangers peuvent suivre des formations et des démonstrations applicables à leur métier.

Produits et marques de référence : « LESAFFRE-MAROC » est spécialisée dans la production de :

1-La levure fraîche : "levure pressée" conditionnée en pain de 500g

2-La levure sèche : conditionnée en sachet de 50g, 125g et 500g. Ce dernier se subdivise en deux produits:

-La SPI: levure sèche instantanée.

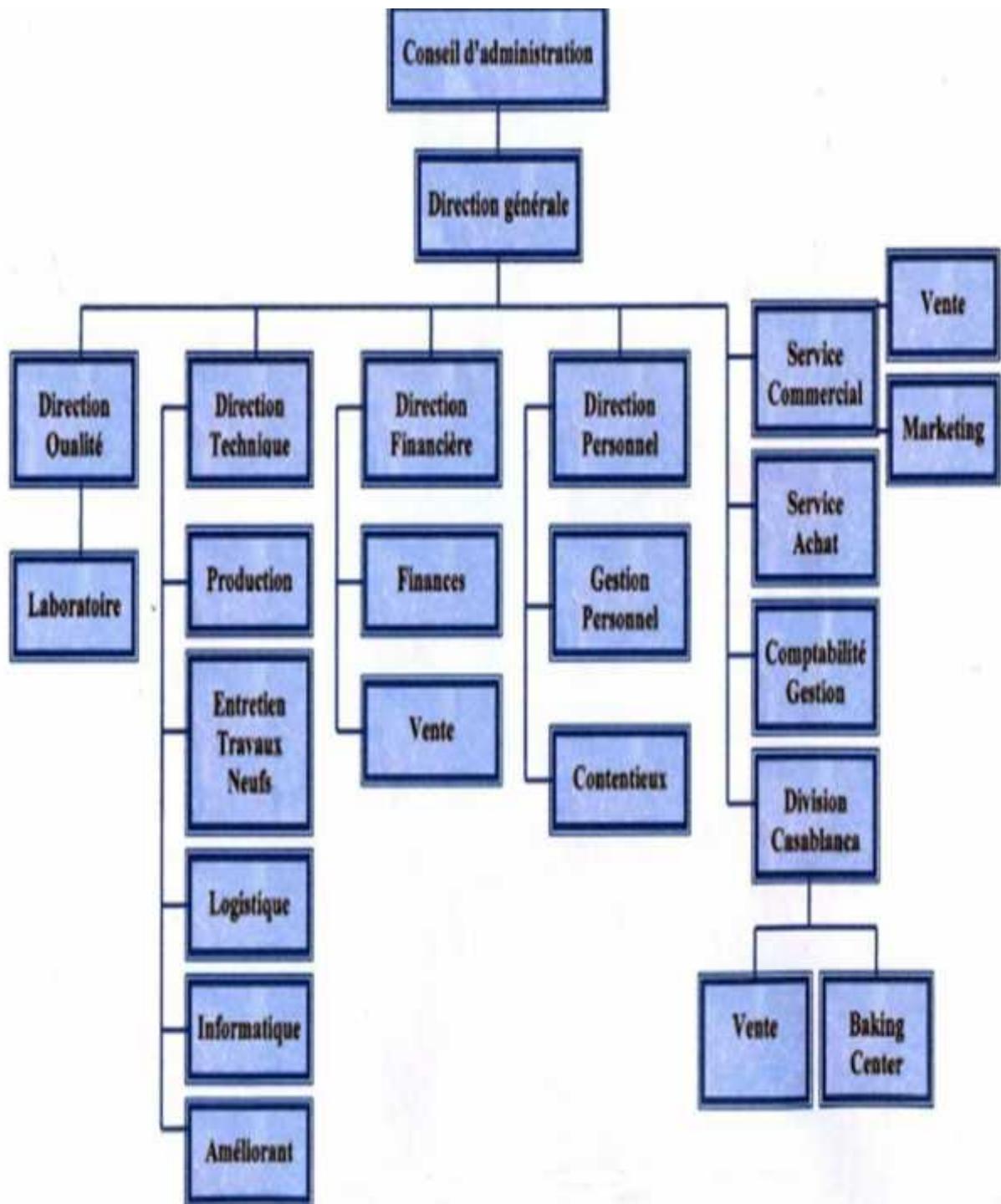
-La SPH: levure sèche à réhydrater.

Il fabrique et commercialise la levure fraîche sous la marque *Jaouda*, *Rafiaa* et *Nevada* pour la sèche.

3-Les améliorants de panification : sont quant à eux commercialisés sous les marques *Ibis bleu* et *Magimix*. Tout ceci est produit, conditionné, contrôlé et distribué par une organisation d'entreprise bien ficelée.

4-Ainsi qu'un type spécial destiné pour saturer les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.

3-Organigramme :



L'organisation générale de « 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) :

❖ Laboratoire d'analyses physicochimiques :

Equipé de matériel sophistiqué, alimenté de différents types d'eau (eau adoucie, eau distillée, eau de ville) utilisée selon les besoins. Un personnel qualifié qui effectue quotidiennement des analyses physico-chimiques (Matière sèche, pH, conductivité, dosage de l'azote, des phosphates et des sulfates ...).

Il est divisé en trois parties :

- Salle de panification.
- Salle d'analyse physicochimique.
- Salle de stockage des matières premières.

❖ Laboratoire d'analyses microbiologiques :

Toutes les conditions de la réalisation des analyses performantes sont réunies. Un matériel suffisant et moderne, des techniques d'identifications des microorganismes assez rigoureuses imposées par le groupe, un système d'épuration d'air, un personnel qualifié et expérimenté, un climat professionnel encourageant, et la vaillance d'un chef de laboratoire.

Ce laboratoire est divisé en :

- Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- Salle de stockage des matières premières.
- Salle d'analyses bactériologiques.

Chapitre 2:

Généralités sur la levure et sur les procédés de
fabrications des différents types de levures

I. Généralités sur la levure :

I.1. Historique :

L'Homme a toujours utilisé la levure au cours de l'Histoire, et c'est bien avant de savoir écrire. Les Égyptiens l'utilisaient déjà pour fabriquer leur pain, il y a cinq mille ans ; Cependant, ils ignoraient le processus de fermentation.

L'histoire de la levure nous amène en 1680 : à l'aide d'un microscope, Leeuwenhoek a observé pour la première fois les globules de levure de bière. Mais il faudra attendre 1857 et les travaux du scientifique français, *Louis Pasteur* pour comprendre le processus de fermentation. Pasteur affirme que les agents responsables de la fermentation sont les levures. Il établit le rôle essentiel de la levure comme micro-organisme de la fermentation alcoolique.

En perçant ainsi ces mystères, il démontre que la cellule de levure peut vivre avec ou sans oxygène. Pasteur comprit aussi très tôt que les levures étaient un élément essentiel à la formation des arômes et des saveurs du pain.

La levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* s'est imposée au fil de l'histoire pour faire lever universellement les pâtes boulangères.

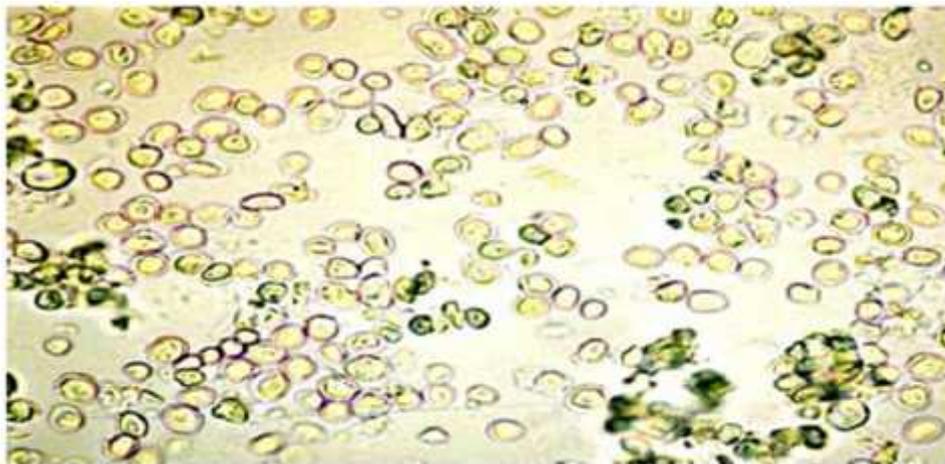


Figure 3: Cellules de levure *Saccharomyces cerevisiae* (Microscope optique *100)

I.2. Définition :

On appelle levures les champignons microscopiques de types unicellulaires ou présentant dans leur cycle biologique une phase unicellulaire pondérante. La forme végétative des levures peut être sphérique, globuleuse, ovoïde, allongée ou cylindrique.

Il existe cependant des formes cellulaires caractéristiques : forme en bouteille dont la taille ne dépasse pas 6 à 8 μm .

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

La levure la plus connue porte le nom de *Saccharomyces cerevisiae* : Saccharo pour sucre et Myces pour champignon. Le genre *cerevisiae* signifie en latin « brasserie ». C'est cette levure qui est utilisée pour la fabrication du pain. En effet, elle a la particularité de transformer les sucres naturellement présents dans la farine en alcool (évapouré à la cuisson) et en gaz carbonique. C'est ce dernier qui donne du volume au pain.

I.3. Conditions de croissance:

- **Matières premières** : les matières premières utilisées doivent répondre aux exigences nutritionnelles imposées pour la croissance et la multiplication des cellules de levure. La levure est produite sur un milieu de composition définie à base de glucose comme substrat carboné et de sels d'ammonium et de phosphate comme source d'azote et de phosphate, le milieu de culture devra être complété par un apport de sels minéraux, de vitamines et d'oligoéléments.
- **Température** : la température optimale de culture des levures se situe en général entre 25°C et 30°C, mais comme les autres microorganismes, les levures peuvent être classées en levures psychrophiles, mésophiles et thermophiles. D'une façon générale, les levures ne sont pas thermorésistantes. La destruction cellulaire commence dès 52°C.
- **Activité de l'eau** : la plupart des souches ne peuvent se développer pour une activité de l'eau inférieure à 0,90 ; mais certaines tolèrent des pressions osmotiques plus élevées, correspondant à une activité de l'ordre de 0.60.
- **Oxygène** : toutes les levures sont capables de se développer en présence d'oxygène : il n'y a pas de levure anaérobie stricte.
- **pH** : les enveloppes cellulaires sont imperméables aux ions H_3O^+ et OH^- . Les levures tolèrent donc des gammes de pH très larges, théoriquement de 2,4 à 8,6 (*Saccharomyces cerevisiae* vit dans un milieu de pH entre 4 et 6).
- **Agitation.**

I.4. 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, c'est le cas de *Saccharomyces cerevisiae*.

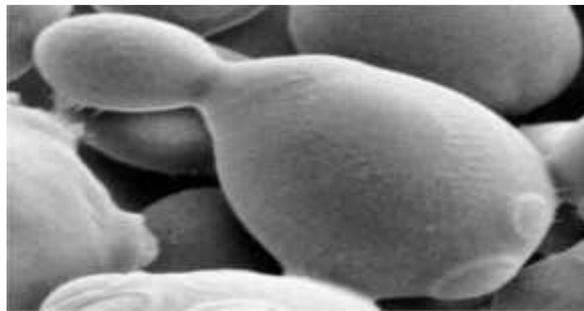


Figure 4 : la levure Saccharomyces cerevisiae en bourgeonnement

I.5. Métabolisme de la levure :

La levure, comme tout être vivant, vit en présence d'oxygène (aérobiose); mais elle a aussi la remarquable faculté de s'adapter à un milieu sans air (Anaérobiose) :

a. Aérobiose :

Lorsque la levure se trouve en présence d'air, elle produit à partir du sucre et de l'oxygène, du gaz carbonique, de l'eau et une grande quantité d'énergie. C'est le processus métabolique de la respiration. Dans ces conditions l'oxydation du glucose est complète :



Toute l'énergie biochimique potentiellement contenue dans le glucose est libérée. Grâce à cette énergie, la levure assure son maintien en vie. Mais elle peut aussi l'utiliser pour synthétiser de la manière organique, c'est-à-dire entrer en croissance et se multiplier. Il lui faudra alors trouver dans le milieu d'autres éléments nutritifs, en particulier de l'azote. Ce processus métabolique est optimisé par les industriels pour cultiver la levure.

Cependant, si la concentration en sucre du milieu augmente ($> 100 \text{ mg/L}$), 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.

b. Anaérobiose :

Lorsque la levure ne dispose pas d'oxygène, elle peut néanmoins utiliser des sucres pour produire l'énergie nécessaire à son maintien en vie. Ce processus métabolique a été défini par Pasteur comme étant celui de la fermentation. Les sucres sont transformés en gaz carbonique et en alcool.

L'oxydation du glucose est incomplète:



II. Production industrielle de la levure :

Dans une levurerie, on utilise la fermentation aérobie de la levure. La multiplication se fait par bourgeonnement. La durée totale du dédoublement de la cellule est d'au moins 1h30min.

II.1. Matières premières:

Comme tout être vivant la levure a besoin de :

- ✓ **Source de carbone :** la mélasse, sa préparation (80 % betterave +20% canne), Il s'agit d'un coproduit sirupeux de l'industrie sucrière qui constitue la source principale de matières premières de la levurerie. La mélasse est riche en saccharose (contient 50% de sucre), de l'eau, des sels minéraux, de la vitamine B et des matières azotées, des protéines (10 %), des acides aminés (4%), et des cendres en faibles quantités (K_2O , Na_2O ...) avant sa utilisation elle passe par les différentes étapes suivantes : filtration, dilution, clarification, et stérilisation .
- ✓ **Source d'azote, de sulfate et de phosphate** (Urée, Sulfate d'ammoniac, mono ammonium phosphate) : sels nutritifs.
- ✓ **Source de minéraux et de vitamines.**

II.2. Etapes de la production de la levure :

2. 1. Préparation de la levure mère

Chaque mois la société «LESAFFRE-MAROC» reçoit de la France 2 souches de *Saccharomyces cerevisiae*. L'une à la levure fraîche **L₂₀** et l'autre à la levure sèche **L₁₃**.

Ces souches reçues sont ensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes pour chaque souche). Cette étape exige des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination, puis le contenu est transvasé dans un petit ballon « Van Lear » (une fiole de 250ml) dont le milieu nutritif (à base de sucre et d'autres éléments) est très riche qui sert à une première multiplication cellulaires, puis on verse le contenu de « Van Lear » en augmentons la taille de ballon « Carlsberg » (une fiole de 7 l) où se multiplient à nouveau pendant 8 heures.

Après incubation dans la cuve de 7l, la levure obtenue est transférée à la cuve de 800 l en ajoutant cette fois la mélasse au lieu des sucres et d'autres ingrédients tels que l'urée qui contient de l'azote, le phosphate, le sulfate, chlorure de magnésium, les vitamines que la levure nécessite pour sa multiplication ,et une température comprise entre 30 et 35 °C en présence d'oxygène. Cette étape se fait en semi-continu.

Durée d'incubation 12 heures.

- **Pré-fermentation**

Cette opération se poursuit dans un pré-fermenteur pendant 18h. Avant le refoulement du volume de 800 l, le milieu doit être préparé par les éléments suivants : l'eau, le sulfate de magnésium, les vitamines, l'eau de javel pour la stérilisation et l'acide sulfurique (la levure vie dans un pH acide). Le contenu de la cuve de 800 l est refoulé dans le pré-fermenteur.

La mélasse, le sulfate d'ammonium, le mono ammonium phosphate et l'urée sont ajoutés graduellement au cours de la pré-fermentation, ainsi que l'air. On obtient alors la levure mère. Cette étape se fait en continu et la durée d'incubation est de 16 heures.

- **Fermentation**

Après la pré-fermentation arrive la phase de la fermentation qui se fait dans des grandes cuves. Dans cette étape l'alimentation en mélasse, sels nutritifs est continu. Après certain temps (18 heures dépend du volume de la cuve), on a une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le moût.

Au cours de la fermentation, on doit contrôler strictement la température et le pH pour assurer le bon développement et le bon équilibre de la cellule. Ce processus de fermentation est entièrement géré par ordinateur.

2. 2. Séparation

Ensuite vient, la séparation des cellules de levure du moût, Ce dernier est un mélange de levure, d'eau et du reste de la mélasse. L'opération est effectuée en continu sur des appareils centrifuges qui permettent de laver la levure et d'obtenir une crème qui contient de la levure pure.

2. 3. Stockage « crème commerciale »

Après la séparation, la crème obtenue est acidifiée par l'acide sulfurique à $\text{pH} = 2$ pour éviter la contamination. La crème est refroidie à 4°C pour ralentir le métabolisme cellulaire et stocké dans de grandes citernes réfrigérées.

2. 4. Filtration

Cette étape consiste à éliminer l'eau pour préserver la levure-crème d'une éventuelle contamination puisque l'eau facilite l'altération par les microorganismes.

La crème est transférée dans un filtre à vide rotatif qui contient une couche d'amidon, (dont le but est ne laisse pas pénétrer que l'eau) étalée sur l'étamine de ce cylindre tournant. L'eau résiduelle peut ainsi s'écouler jusqu'à obtention de consistance souhaitée de la matière sèche (environ 32%). Ensuite, la levure est enlevée du cylindre au moyen d'un couteau racleur.



Figure 5: *Filtres à vide rotatif*

Remarque :

Toutes les étapes citées précédemment sont communes pour les deux types de levures (la sèche et la fraiche), arrivant à l'étape de séchage, seulement la levure sèche qui subit un séchage.

2. 5. Séchage

On distingue deux types de levures sèche **SPI** et **SPH**, qui diffèrent par la durée de séchage et par le pourcentage de matière sèche :

- **La SPI** (levure sèche instantanée) :

Sous forme de bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, 20 min environ pour une quantité de 1000 Kg, elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la SPH. Ce type de levure ne nécessite aucune phase de réhydratation avant son utilisation. Elle est emballée sous vide ou sous azote.

- **La SPH (levure sèche active)**

Sous forme de granules sphériques, et caractérisés par une durée de séchage de 4h pour une quantité de 400 Kg à 500 Kg et s'effectue à 45 °C.

Elle est séchée de manière à obtenir 93 à 94% de matière sèche. Ce type de levure nécessite une phase de réhydratation avant son utilisation. Elle est emballée sous vide.

2. 6. Emballage

Sachant qu'il existe 2 types d'emballage selon les 2 types de la levure :

- **Levure Fraiche**

La levure sous forme de pâte tombe dans des trémies où elle est mélangée avec une huile végétale « un émulsifiant » avant de passer dans la boudineuse.

Le boudin de levure pressée est découpé en pain de 500g (Jaouda), 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.

- **Levure Sèche**

Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide est mélangé avec une quantité d'émulsifiant qui sert à conserver le produit plus longtemps et donne aussi la couleur caractéristique de la levure.

-**SPI** : levure sèche instantanée sous forme de petits bâtons fissurés emballés sous vide dans des sachets de 125 g ; 10g (Rafiaa) ou

500 g ; 25g (Nevada).

-**SPH** : levure sèche active ou à réhydratation sous forme de granules ou de sphérules, emballées sous vide dans des sachets de 50 g ; 100 g et 500g.

2. 7. Conservation

La levure fraîche est conservée à 4°C dans une glacière, alors que la levure sèche est conservée à température ambiante.

La figure ci-dessous, représente les différentes étapes de production de la levure fraîche citées précédemment :

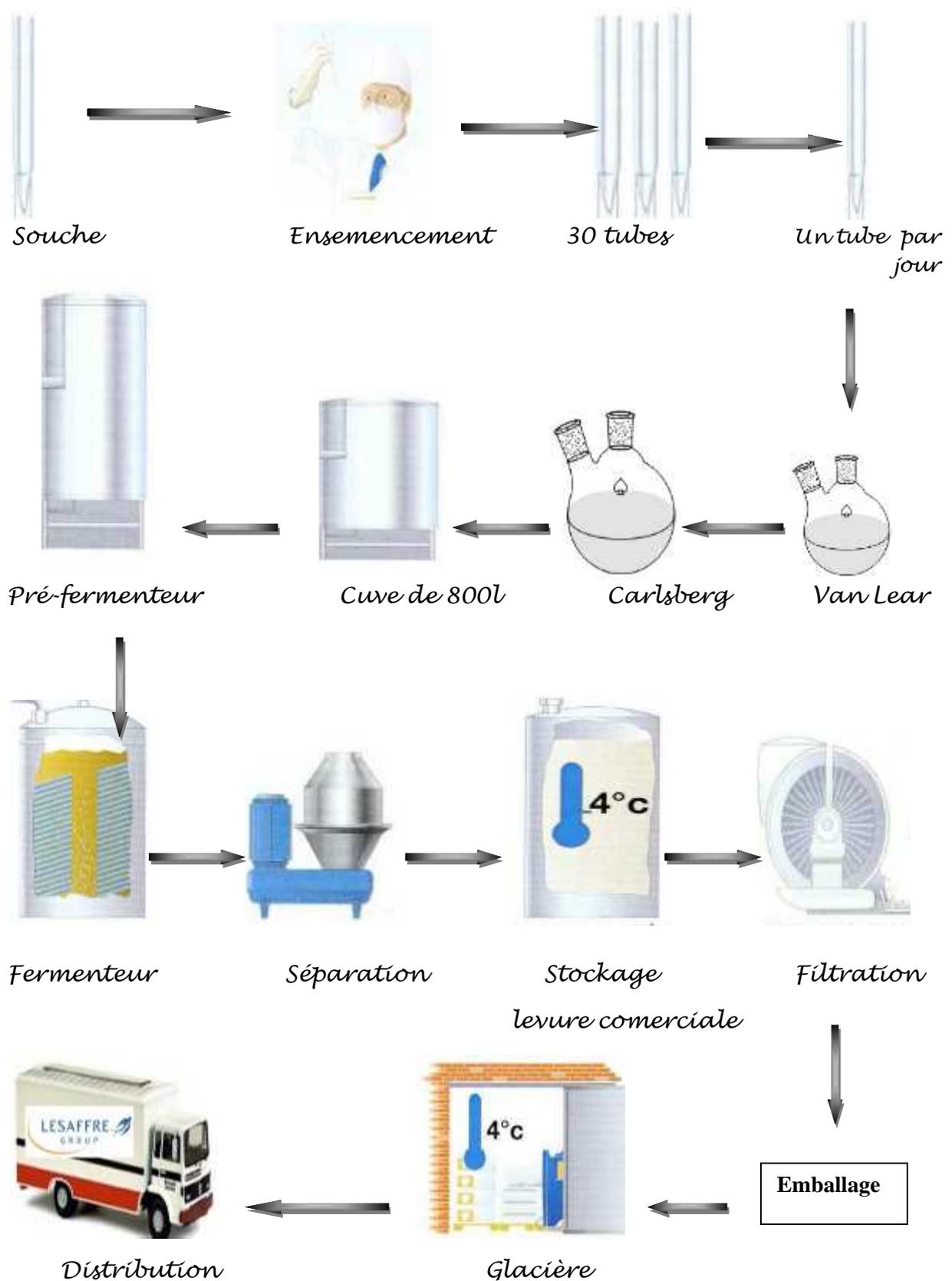


Figure 6: Schéma général de production de la levure fraîche

Chapitre 3 :

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques
effectuées sur la levure fraîche

Introduction

Après la compréhension des principales informations sur le procédé de production de la levure on m'a intégrée dans l'équipe du laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques LESAFFRE- MAROC, afin de réaliser les analyses nécessaires pour évaluer la qualité de la levure fraîche conservée dans la glacière.

Dans ce chapitre, je vous présente la description des différentes analyses effectuées :

I. Les analyses physico-chimiques :

La levure fraîche subit les contrôles physico-chimiques suivants :

I.1. Contrôle des paramètres organoleptiques de la levure fraîche:

Pour ceci, on réalise les tests suivants :

- Evaluation de l'odeur et l'aspect par une analyse sensorielle.
- Mesure de la couleur à l'aide d'un réflectomètre,

I.2. Détermination de la matière sèche :

Le taux de la matière sèche est mesuré par gravimétrie, basé sur la détermination de la perte de l'échantillon après évaporation des matières volatiles à une température appropriée pendant un temps précis. Les mesures sont effectuées à l'aide d'une balance à haute précision.

I.3. Dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl:

Dans un produit biologique comme dans notre cas l'azote peut se trouver sous forme minérale et organique (protéines, phospho-amino-lipides, acide aminée...) ; pour le doser dans sa totalité, il faut détruire les composés organiques de manière à obtenir tout l'azote sous une même forme minérale. On effectue pour cela une minéralisation. L'azote est ensuite dosé par dosage acide-base.

❖ Minéralisation :

-On introduit dans un matras 0.5 g de la levure fraîche ,5 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4 à 95%) et le catalyseur de Kjeldahl (un mélange de catalyseurs (K_2SO_4 et $CuSO_4$)).

-On porte le matras à $370^\circ C$ pendant 1 heure.



Figure 7: les matras & l'appareil de minéralisation (Digesteur) de Buchi

En présence d'acide sulfurique concentré et chaud, le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote des composés organiques se retrouvent sous forme de CO₂, H₂O et NH₃. L'acide sulfurique étant en excès, on a :



L'azote total est donc obtenu sous la forme minérale NH₄⁺ (ion ammonium).

Au cours de la minéralisation, l'acide sulfurique est partiellement décomposé et réduit en SO₂ et SO₃ qui forment des fumées blanches irritantes et toxiques.

❖ **Dosage de l'azote total :**

-Après refroidissement du matras on l'adapte dans l'appareil de distillation,

-On programme l'appareil de bushi à 40 ml de NaOH, 20 ml H₃BO₃.



Figure 8: l'appareil de distillation de Buchi

✓ Déplacement de NH₄ en NH₃ par la soude en excès :



✓ Entraînement par distillation dans l'acide borique en excès :



- Après 3 min on titre le distillat par l'acide sulfurique 0.1N :

✓ Titrage du borate d'ammonium par l'acide sulfurique :



La teneur en azote est donnée par la relation suivante :

$$\%N = 7 * V(\text{H}_2\text{SO}_4) / MS * PE$$

7= Moitié de la masse molaire d'azote.

MS = Taux de la matière sèche.

PE = Prise d'essai de levure.

I.3. Dosage de phosphate :

Le dosage de phosphate nécessite aussi une minéralisation de la matière organique, la quantité de phosphate est déterminée par une méthode colorimétrique.

-Après l'étape de la minéralisation pendant 1 heure dans le digesteur à 370°C, on prend 10 ml de la solution obtenue après la dilution dans 100 ml puis on l'introduit dans une fiole jaugée de 50 ml et on ajoute :

- 5 ml de métol $[\text{HO}C_6\text{H}_4\text{NH}_2(\text{CH}_3)]\text{HSO}_4$ à 2% : catalyseur
- 5 ml d'héptamolibdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: Oxydant
- 5 ml de bisulfite de sodium NaHSO_3 à 35% : réducteur

- On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge jusqu'à 50 ml.

A la fin on a la formation d'un complexe bleu phosphomolibdate d'ammonium.

-Après une demi-heure on effectue la lecture de l'absorbance à une longueur d'onde de 660 nm par un spectromètre UV. La teneur en phosphate est donnée par la relation suivante :

$$\%P = (A * K * 50) / (PE * MS)$$

Avec : A =Absorbance. MS =Taux de matière sèche de la levure.

K =2,07 : La pente de la courbe d'étalonnage de phosphate.

PE = Prise d'essai de levure.

I.4. La conductivité:

Mesure physico-chimique de 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.

La conductivité se mesure en micro-siemens par centimètre.

I.5. Le pH (potentiel hydrogène) :

Mesure de l'acidité, de l'alcalinité ou de la neutralité d'une solution aqueuse, exprimée par le logarithme (base 10) de l'inverse de la concentration de la solution en ions hydrogène (H^+) exprimée en mole/l.

Le pH varie en fonction de la température et se mesure par électrométrie (mesure fine de différences de potentiel électrostatique) à l'aide d'un pH-mètre.

I.6. La force:

L'activité fermentative ou « force » de la levure est égale au volume de CO_2 dégagé durant un temps donné, par une quantité bien précise de levure incorporé dans une pâte de composition connue. Ce test est effectué par un appareil spécialisé appelé fermentomètre.

I.7. Le test de conservations:

L'objectif des tests de conservation est d'évaluer la stabilité des levures après stockage dans un incubateur à une température définie, pendant une période déterminée.

La stabilité est mesurée par l'évolution de l'activité fermentative et les caractères physiques : couleur, consistance, odeur et chimiques (les analyses citées précédemment).

Nous disposons de 2 tests :

-Le test de 7 jours à $26^\circ C$ qui correspond à la conservation de la levure fraîche pendant 15 jours à température ambiante chez le consommateur dans les régions froides.

-Le test de 2 jours à $35^\circ C$ qui correspond à la conservation de la levure fraîche pendant 15 jours à température ambiante chez le consommateur dans les régions chaudes.

Mise en conservation :

-On introduit le pain de levure fraîche avec son emballage dans un sachet en plastique de conservation tout en notant le numéro de lot, le mode de conservation et la date de sortie, et puis on ferme le sachet avec un élastique.

-On stocke les sachets dans l'étuve de $35^\circ C \pm 0,5$ pour le test de 2 jours et de celle $26^\circ C \pm 0,5$ pour le test de 7 jours.

On fait sortir les pains de levure à la fin du test et on les laisse reposer environ une heure avant l'analyse, pour obtenir des résultats reproductibles.

I.8. Le taux d'alcool:

On se propose de doser l'alcool contenu dans le pain de la levure selon une méthode chimique utilisant le dichromate de potassium en excès et sel de Mohr, l'alcool étant séparé par entraînement à la vapeur.

L'alcool dosé est l'éthanol qui est produit par les cellules de la levure.

➤ Distillation :

-On prend 30 g de la levure, on la dissout dans l'eau distillée puis on introduit le tout dans une fiole jaugée de 100 ml et on complète avec d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

-On prélève 5ml de la solution préparée, on l'introduit dans un ballon + 10 ml de l'eau distillée, boucher à l'aide d'une jointe en caoutchouc mené d'un tuyau

-On prend un tube à essai et on le remplit par 5ml de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$).

-Le ballon est bouché à l'aide d'une jointe en caoutchouc mené d'un tuyau, ensuite ce tuyau est introduit dans le tube à essai, qui est lui-même introduit dans un bûcher contenant de l'eau froide qui sert à la réfrigération.



- le distillat (C_2H_5OH) est récupéré dans le tube à essai contenant une solution oxydante de bichromate ($2[K^{2+}][Cr_2O_7^{2-}]$) en excès.

Equation bilan de l'oxydation de l'éthanol en acide éthanoïque :

-Réduction de l'ion dichromate :



-Oxydation de l'éthanol:



-Equation bilan



➤ Dosage :

-On verse la solution contenue dans le tube à essai dans un erlen, on veille à ce qu'on récupère toute la solution (défaut de la faible concentration de l'alcool).

-Puis on dose le $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ restant avec une solution de sel de Mohr en utilisant le diphénylamine comme indicateur coloré.

-On note le volume obtenu : V_{Ech}

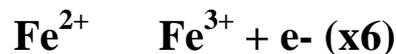
-Pour obtenir le volume du blanc V_{Blanc} (dosage sans présence d'alcool): On introduit 5ml de dichromate dans un erlen, ensuite quelques gouttes de diphénylamine et commence à doser par la même solution de sel de Mohr et on note le volume obtenu.

Equation bilan du dosage de l'excès du bichromate par une solution de sel de Mohr $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$:

Réduction de l'ion dichromate :



Oxydation du fer ferreux :



-Equation bilan:



Le taux d'alcool est donné par la relation suivante :

$$\% \text{ Alcool} = \frac{(V_{\text{Blanc}} - V_{\text{Ech}})}{V_{\text{Blanc}}} \times \frac{100}{30}$$

100 / 30 : Facteur de dilution.

II. Les analyses microbiologique :

II.1. Recherche des bactéries totales :

- **Définition**

Les bactéries totales ou La **Flore Mésophile Aérobie Totale** (FMAT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface.

- **Milieu de culture**

La gélose nutritive glucosée est un milieu ordinaire (pour éliminer les levures de cultures).

Ce milieu est composé de :

- Extrait de viande 1 g/L

-Peptone : 5,0 g/L

-Extrait de levure : 2,5 g/L

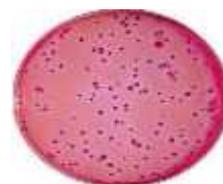


Figure 9: Aspect de boîte de pétri préparée pour la recherche de bactéries totales

-Glucose: 1,0 g/L

- Agar: 15,0 g/L

Le pH =7

- **Incubation et lecture des résultats**

Les boîtes sont incubées à 37°C, et après 72h le nombre de colonies est compté dans chaque boîte.

II.2. Recherche des coliformes totaux :

- **Définition**

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives.

Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Entérobactérie*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia*.

- **Milieu de lecture**

Le milieu utilisé à « Lesaffre-Maroc » pour les coliformes est la Gélose au désoxycholate :

- Ce milieu est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des coliformes dans les eaux, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

- Ce milieu est également employé pour la différenciation et l'isolement des entérobactéries à partir des prélèvements d'origine animale.

- Ce milieu est composé de :

· Peptone 10,0 g

· Citrate de sodium 1,0 g

· Lactose 10,0 g

· Rouge neutre 0,03 g

· Désoxycholate de sodium 1,0 g

· Chlorure de sodium 5,0 g

· Hydrogénophosphate de potassium 2,0 g



Figure 10: boîte de pétri préparée pour la recherche des coliformes totaux

· Agar 13,0 g

Le pH = 7,

- **Incubation et lecture des résultats**

Les boîtes sont incubées à 30°C, et après 24h le nombre de colonies est compté dans chaque boîte.

II. 3. Mode opératoire

- Marquage des boîtes de Pétri vides ;

- Homogénéisation des dilutions ;

- A l'aide d'une pipette stérile de 1 ml, transférer aseptiquement, 1 ml du produit sous forme de gouttes dans le fond de chacune des boîtes Pétri ;

- Couler dans la zone d'aseptise 15 ml de milieu maintenu à 47 °C dans chaque boîte Pétri, cette addition doit avoir lieu au plus tard 15 min après le dépôt des gouttes ;

- Mélanger l'inoculum au milieu, par rotation délicate dans les deux sens ;

- Laisser le milieu prendre en masse ;

- Une fois le milieu solidifié, retourner les boîtes et les incuber dans l'étuve à la température convenable pendant le temps indiqué.

- Lecture et Dénombrement.

III. Instrumentation :

III.1. Incubateur :

Un **incubateur** est une enceinte thermo-statée dans les laboratoires. Il est généralement réglé à une température de 37 °C et équipé d'une arrivée de CO₂ et d'un bac d'eau pour obtenir une atmosphère à 5% de CO₂ et environ 80 à 85% d'humidité. L'enceinte est habituellement faite en acier inoxydable et munie de divers boutons de réglage, certains pour le réglage de la température et d'autres sont capables de régler d'autres paramètres tels que la composition gazeuse de l'incubateur.

La société « Lesaffre-Maroc » dispose de plusieurs incubateurs, chacun d'eux est convenable pour une tâche précise ; pour nous on va utiliser ces incubateurs pour effectuer les deux tests de conservation de la levure (2 jours à 35 °C et après 7 jours à 26 °C).

III.2. La glacière :

Une chambre froide ou glacière est un local servant à conserver à basse température les aliments en général qui sont sensibles à la chaleur et présentant des propriétés isothermes qui permet de maintenir les aliments à basse température un certain temps.

Les chambres froides sont classées en 2 catégories :

- froid positif : au-dessus de 0 °C (généralement statué à 3 °C mais cela est variable selon les aliments stockés au froid positif) ;
- froid négatif : en dessous de 0 °C (généralement statué à -18 °C mais cela peut descendre plus bas).

La société « Lesaffre-Maroc » dispose d'une chambre froide positive caractérisée par une température entre 0 et 4 °C, une circulation de l'air suffisante autour des paquets pour favoriser une meilleure réfrigération et la dissipation de l'humidité (entre 72 % 80%).

III.3. Les normes :

Ce tableau a pour objet de fournir les normes de la levure fraîche de boulangerie selon la société « Lesaffre-Maroc » :

Tableau 1 : Des normes physico-chimiques et microbiologiques de la levure fraîche

Paramètre physicochimique	Norme
Couleur	55
Aspect et Odeur	Aspect normal sans mollesse et absence d'odeur de moisi
% Matière sèche	31,5 % Matière sèche 33,5
%N ₂	6,8 %N ₂ 7,8
% P ₂ O ₅	2,5 % P ₂ O ₅ 2,7
Conductivité	500 µs/cm
pH	La plage optimale de pH pour que la levure fonction bien se situe entre 4,6 et 6.
La force	120 cm ³
% Alcool	~ 0
Paramètre microbiologique	Norme
Les bactéries totales	10 ⁵
Les coliformes totaux	10 ³

Chapitre 4 :

Les résultats des différentes analyses et leurs
interprétations

INTRODUCTION

Après la description des différentes analyses effectuées sur la levure dans le chapitre précédent, dans ce chapitre je vais présenter dans un premier temps, les résultats et les interprétations des analyses qui sont effectuées sur les 20 paquets de la levure fraîche de 500 g conservés dans une glacière, comparés aux résultats de test de conservation pour vérifier à quel moment les paramètres suivis de notre levure vont coïncider avec ceux des tests de conservation, ce moment est la date d'expiration de la levure dans la glacière, et par la suite une conclusion.

Etat frais : c'est le premier paquet de la levure analysé, ce paquet est obtenu directement après l'emballage et le séjour dans la glacière pendant 24h. Pris le 18 Avril.

I. Résultats des paramètres organoleptiques :

Les résultats obtenus concernant la couleur, l'aspect et l'odeur :

* Du 18 avril jusqu'au 24 mai : l'aspect et l'odeur ont restés normaux.

Du 26 mai, la levure devient molle, perd sa friabilité et dégage une mauvaise odeur.

*Résultats du couleur :

Le blanc pur donne sur le réflectomètre une valeur de 76 et le noir 4.

Tableau 1: Les valeurs obtenues de la couleur

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	24 Mai	26 Mai	27 Mai	28 Mai	29 Mai
Couleur	64	67	69	73	73	73	74	74	74	73	73	70	69	68	66
Date	18 Avril + 2 jours							18 Avril + 7 jours							
Couleur	55							69							

Interprétation :

L'aspect et l'odeur sont restés normaux, depuis le 18 avril jusqu'au 24 mai, car les cellules ont maintenues leurs équilibres; et concernant la couleur, elle devient de plus en plus claire, parce qu'au fur et à mesure que la levure est dans la glacière, son eau s'évapore, en aboutissant à une augmentation de la concentration du sel dans la levure qui la donne cette couleur plus claire.

Donc grâce à la basse température de la glacière la levure fraîche a pu maintenir sa qualité organoleptique pendant 5 semaines.

Mais dès le 26 Mai la levure commence à brunir, à perdre sa friabilité et à dégager une mauvaise odeur, parce que les cellules de la levure ont perdues leurs équilibres et ont commencé à se dégrader.

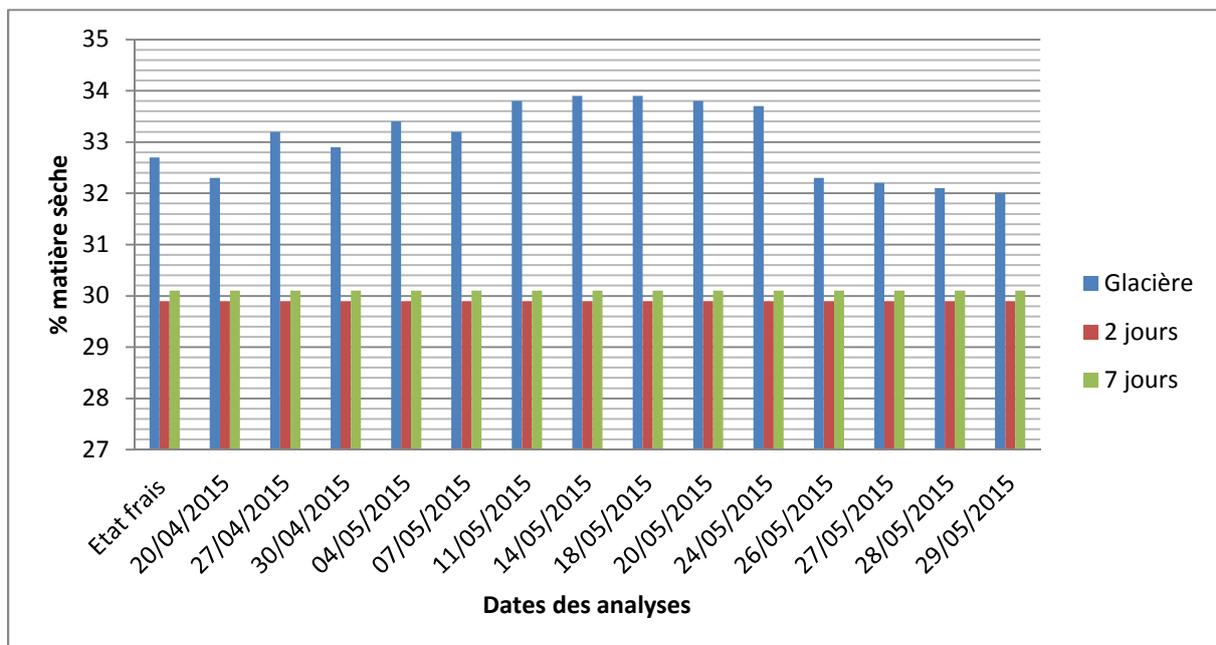
II. Résultats de la matière sèche :

Les résultats du taux de matière sèche MS:

Tableau2 : Pourcentage de la matière sèche dans le paquet de la levure Fraiche

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	24 Mai	26 Mai	27 Mai	28 Mai	29 Mai
%MS	32,7	32,3	33,2	32,9	33,4	33,2	33,8	33,9	33,9	33,8	33,7	32,3	32,2	32,1	32

Date	18 Avril +2 jours	18 Avril +7 jours
%MS	29,9	30,1



Histogramme1 : Evolution de la matière sèche

Interprétation :

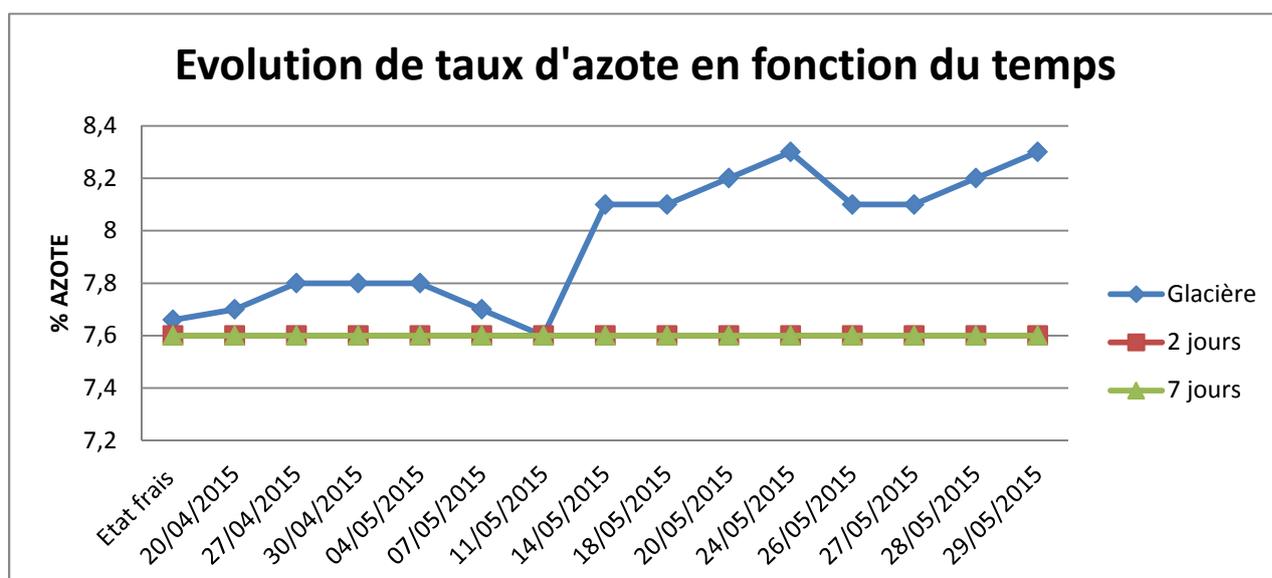
La levure dans son état frais contient 32,7 % de matière sèche et au cours de son séjour dans la glacière (de 18 avril au 24 mai), ce pourcentage a augmenté et cela est dû à la diminution de l'eau contenu dans la levure par évaporation.

Mais depuis le 26 mai la matière sèche a diminué à cause des cellules qui ont perdu leurs équilibres et qui ont commencé à se décomposer.

III. Résultats du taux de l'azote total :

Tableau 3: Evolution de l'azote par 32 % de la matière sèche

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	24 Mai	26 Mai	27 Mai	28 Mai	29 Mai
%N2	7,66	7,7	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	8,1	8,1	8,2	8,3	8,1	8,1	8,2	8,3
Date	18 Avril + 2 jours							18 avril +7 jours							
%N2	7,6							7,6							



Courbe 1 : Evolution de l'azote par 32% de la matière sèche

Interprétation :

Le taux d'azote nous renseigne sur l'échange entre le milieu intérieur et extérieur des cellules de la levure, est-il en équilibre ou non ?, donc c'est un indice primordial sur sa conservation.

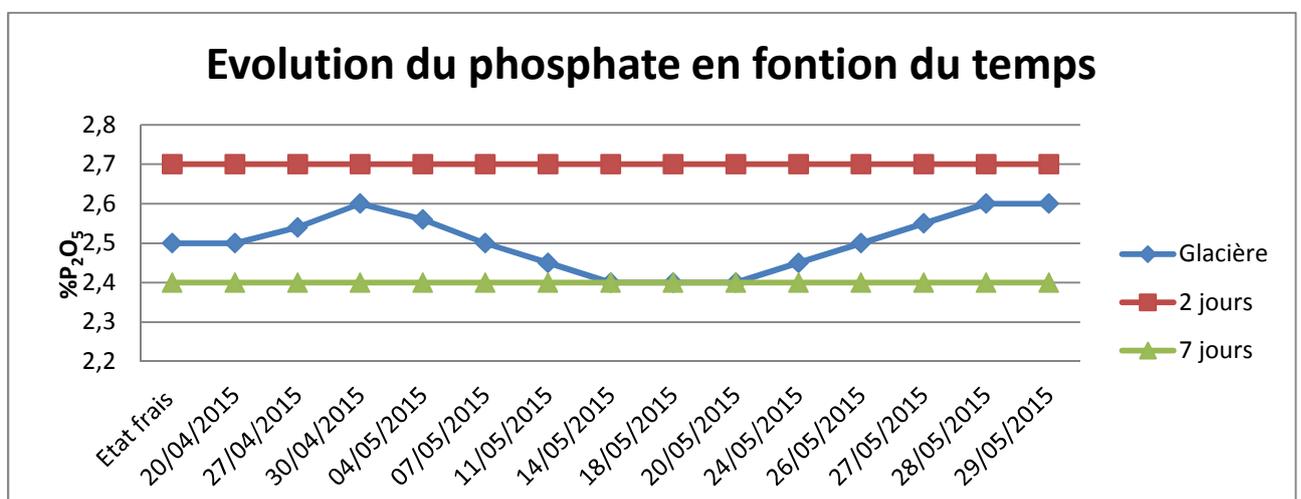
D'après la courbe, on constate dans un premier temps une faible augmentation, cela est due aux cellules qui sont en équilibre, puis une diminution qui coïncide avec le taux d'azote des tests de conservation, cela est due aux cellules qui au cours du temps perdent leurs équilibres et enfin une faible augmentation suite au développement microbien en plus de la décomposition des cellules de la levure. Donc, d'après cette analyse la levure garde ce paramètre suivant la norme pendant 4 semaines.

IV. Résultats du taux de phosphate :

Les résultats de phosphate par 32 % de MS pour que les résultats soient comparables ainsi que pour l'azote totale :

Tableau 4: Evolution de phosphate par 32 %de la matière sèche

Date	18	20	27	30	04	07	11	14	18	20	24	26	27	28	29
	Avril	Avril	Avril	Avril	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai
%P ₂ O ₅	2,5	2,5	2,54	2,6	2,56	2,5	2,45	2,4	2,4	2,4	2,45	2,5	2,55	2,6	2,6
Date	18 Avril +2 jours							18 avril+ 7 jours							
%P ₂ O ₅	2,7							2,4							



Courbe 2 : Evolution de phosphate par 32 %de la matière sèche

Interprétation :

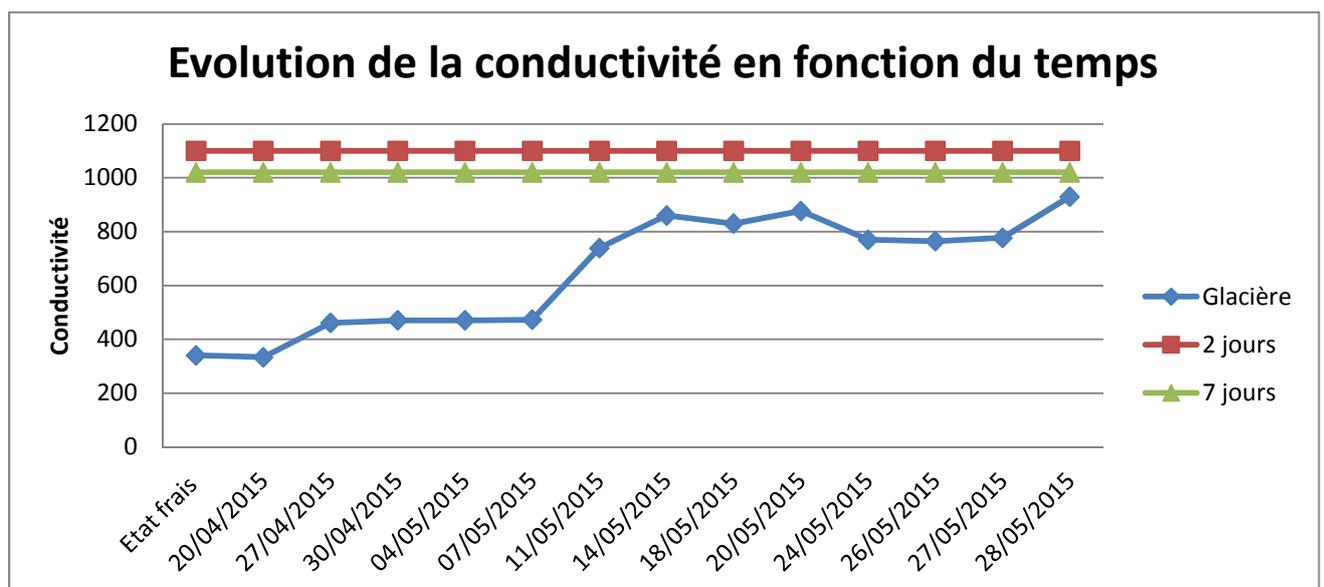
On observe d'après la courbe d'évolution de taux de phosphate, qu'il y a une faible augmentation de ce dernier, cela est dû aux cellules qui ont en équilibre, par la suite une diminution qui coïncide avec le test de 7 jours, cette diminution s'explique par la perte d'équilibre des cellules, et enfin une augmentation qui est due au développement microbien en plus de la décomposition des cellules de la levure. Donc, d'après cette analyse la levure garde ce paramètre dans les normes pendant 4 semaines.

V. Résultats de la conductivité :

Les résultats obtenus concernant la variation de la conductivité :

Tableau 5 : Evolution de la Conductivité

Date	18	20	27	30	04	07	11	14	18	20	24	26	27	28
	Avril	Avril	Avril	Avril	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai
($\mu\text{s/cm}$)	341	334	461	471	471	473	739	860	830	877	770	765	777	930
Date	18 Avril+ 2 jours						18 Avril+ 7 jours							
($\mu\text{s/cm}$)	1100						1020							



Courbe 3: Evolution de la conductivité

Interprétation :

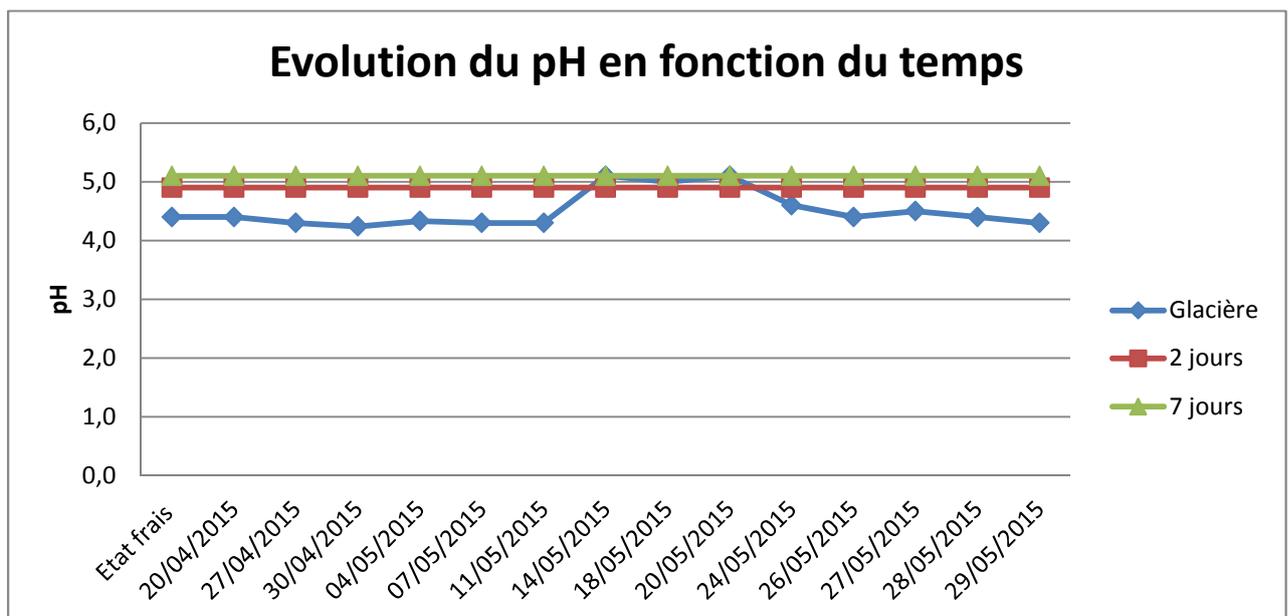
D'après la courbe d'évolution de la conductivité on remarque une augmentation de la conductivité et cela est due à l'augmentation de la concentration des ions contenus dans le paquet (loi de Kohlrausch), dans le cas des échantillons de la glacière s'explique par l'augmentation de la matière sèche ; mais dans le cas de test de 2 jours et 7 jours les cellules mortes des levures commencent à se dégrader et libèrent des ions.

VI. Résultats du pH :

Les résultats obtenus concernant le pH :

Tableau 6 : Evolution de pH

Date	18	20	27	30	04	07	11	14	18	20	24	26	27	28	29
	Avril	Avril	Avril	Avril	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai
pH	4,4	4,4	4,3	4,2	4,3	4,3	4,3	5,1	5	5,1	4,6	4,4	4,5	4,4	4,3
Date	18 Avril + 2 jours						18 Avril + 7 jours								
pH	4,9						5,1								



Courbe 4 : Evolution de pH

Interprétation :

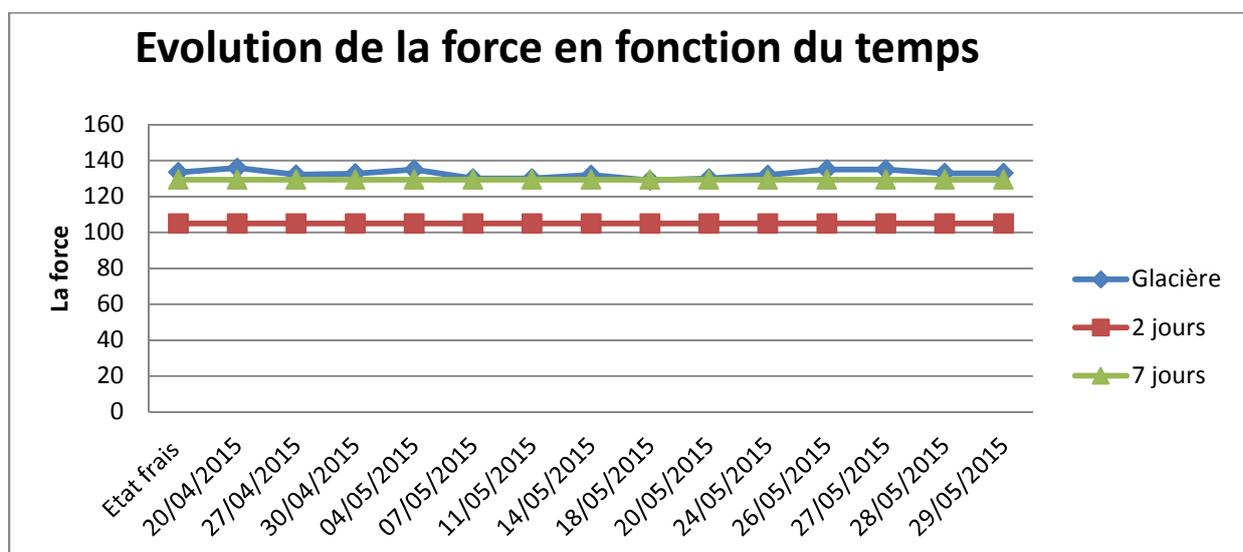
La levure *Saccharomyces cerevisiae* prolifère dans un pH acide, d'après la courbe on remarque une faible augmentation c'est due à la disparition de l'alcool de la levure et puis les cellules deviennent déséquilibrées et commence à se décomposer en libérant des ions H_3O^+ , c'est pour cette raison que le pH a diminué de nouveau.

VII. Les résultats de la force :

Les résultats obtenus concernant la force sont donnés en cm^3 de CO_2 par 2 heures et par 32% de matière sèche :

Tableau 7 : Evolution de la force

Date	18	20	27	30	04	07	11	14	18	20	24	26	27	28	29
	Avril	Avril	Avril	Avril	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai	Mai
cm^3 de $CO_2/2h$	133,5	135,9	132,8	133	135	130	130,2	132	129	130,3	132	135	135	133	133
Date	18 Avril + 2 jours							18 Avril + 7 jours							
cm^3 de $CO_2/2h$	105							129,4							



Courbe 5 : Evolution de la force

Interprétation :

La levure maintient toujours sa force et respecte la norme concernant la force même après 6 semaines dans la glacière, grâce au bon fonctionnement de la glacière.

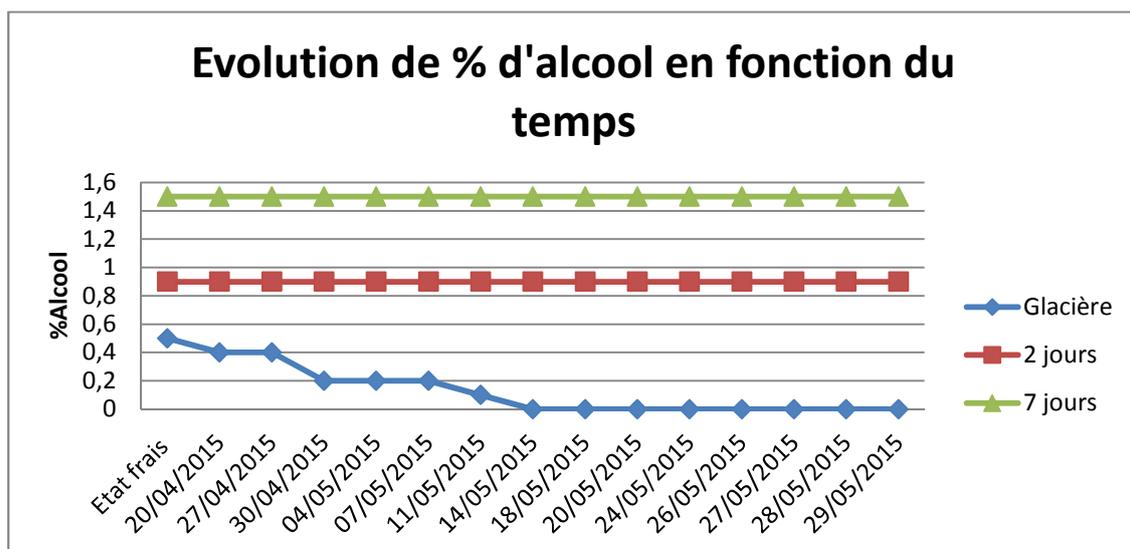
La faible diminution est due aux cellules qui commencent à devenir de plus en plus faibles et en déséquilibre donc elles produisent moins d'enzyme qui est essentiel pour la réaction de fermentation de la farine.

VIII. Résultats du taux d'alcool :

Les résultats obtenus concernant l'analyse du taux d'alcool :

Tableau 8 : le pourcentage d'alcool (Ethanol) dans 100g de la levure fraîche

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	22 Mai	23 Mai	24 Mai	25 Mai	26 Mai	
%alcool	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Date	18 Avril+ 2 jours							18 Avril+ 7 jours								
%alcool	1							1,5								



Courbe 6 : Evolution d'alcool (Ethanol) dans 100g de la levure fraîche

Interprétation :

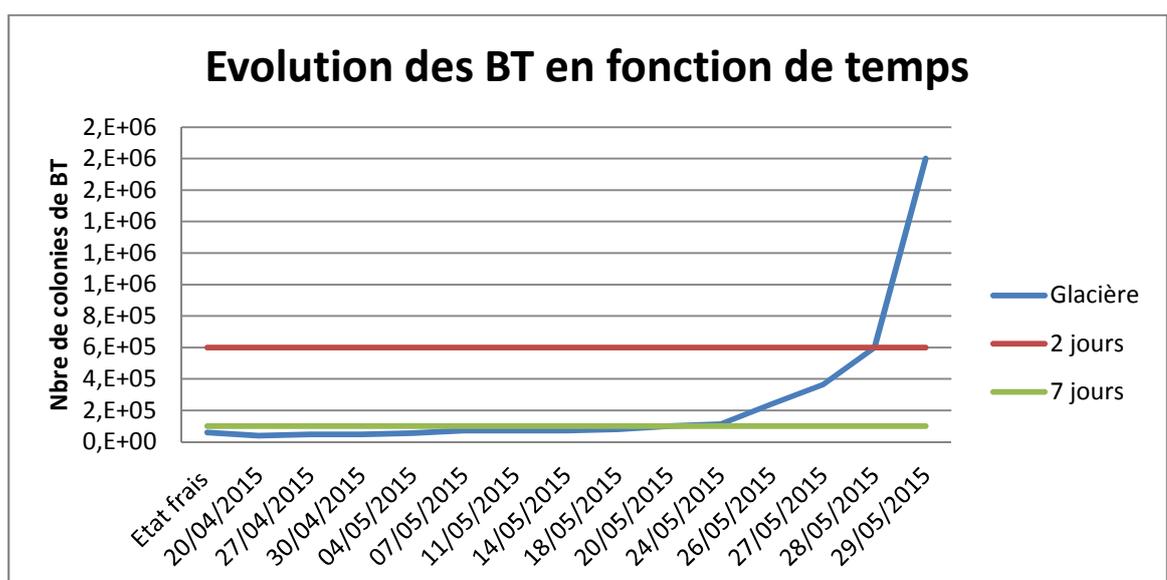
Le taux d'alcool a diminué progressivement puisqu'il s'évapore et les cellules de la levure sont inhibées à température 4°C ; et comme on peut constater qui il augmente dans le test de 2 jours à 35°C et 7 jours à 26°C, car la levure à besoin de l'énergie pour maintenir sa vie à ces températures.

IX. Résultats de la recherche des bactéries totales :

Les résultats obtenus de la recherche des bactéries totales BT sont :

Tableau 9 : Nombre des bactéries totales

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	24 Mai	26 Mai	27 Mai	28 Mai	29 Mai
Nbre de BT	6,E+04	6,E+04	5,E+04	4,E+04	5,E+04	5,E+04	6,E+04	7,E+04	7,E+04	7,E+04	1,7E+05	2,4E+05	3,6E+05	1,6E+05	1,8E+05
Date	18 Avril + 2 jours							18 Avril + 7 jours							
Nbre de BT	6,E+05							1,E+05							



Courbe 7: Nombre de bactéries totales

Interprétation :

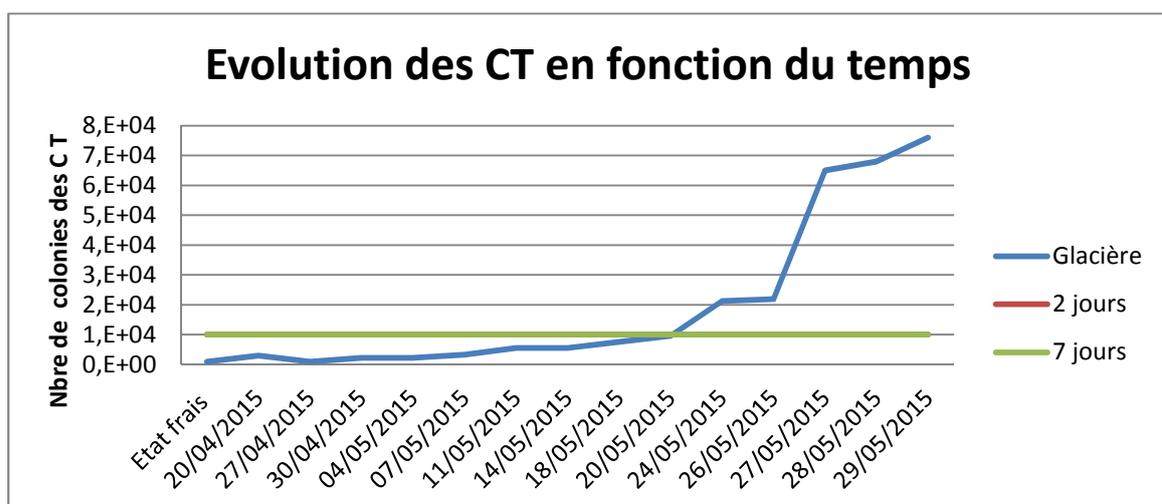
D'après la courbe des bactéries totales, on remarque une faible évolution des bactéries totales, et cela est due au froid, donc le but souhaité de la glacière est atteint puisque il n'a y pas de multiplication remarquable des bactéries mais dès la 5^{ème} semaine les bactéries se multiplient rapidement car les cellules de la levure sont au cours de dégradation.

X. Résultats de la recherche des coliformes totaux :

Les résultats obtenus de la recherche des coliformes CT sont :

Tableau 10 : Nombre de coliformes totaux

Date	18 Avril	20 Avril	27 Avril	30 Avril	04 Mai	07 Mai	11 Mai	14 Mai	18 Mai	20 Mai	24 Mai	26 Mai	27 Mai	28 Mai	29 Mai
Nbre de CT	1,E+03	3,E+03	1,E+03	2,E+03	2,E+03	3,E+03	6,E+03	6,E+03	8,E+03	1,E+04	2,1E+04	2,2E+04	7,E+04	6,8E+04	7,6E+04
Date	18 Avril + 2 jours							18 Avril + 7 jours							
Nbre de CT	1,E+04							1,E+04							



Courbe 8 : Nombre de coliformes totaux

Interprétation :

D'après la courbe des coliformes totaux, on remarque également une faible évolution des coliformes totaux grâce à l'inhibition de la multiplication de ces coliformes par le froid.

L'échantillon de travail même s'il est conservé 5 semaines dans la glacière à une température qui varie entre 0 et 4 °C, il demeure en bonne qualité puisqu'il respecte les normes imposées par la société « Lesaffre-Maroc ».

Mais dès le 24 mai la prolifération des coliformes totaux a augmentée progressivement parce que la levure a perdu son équilibre et commence à se détériorée.

Conclusion générale

Les études expérimentales portant sur la conservation de levures à froid, effectuées au cours de ce stage mènent à la conclusion que la levure dont la D.L.U.O. (Date Limite d'Utilisation Optimale) a été dépassée, peut encore être utilisée pendant encore quelques semaines si elle a été parfaitement conservée (entre 2 et 4°).

Par ailleurs, l'étude a montré que la levure garde une activité fermentaire élevée même après l'expiration de la DLUO, car les cellules maintiennent leurs capacités enzymatiques. Egalemeht, le produit n'a pas eu des altérations organoleptiques.

Cependant, la levure garde l'ensemble de ses caractéristiques à savoir l'aspect, l'odeur, l'activité fermentative et les paramètres microbiologiques dans les normes pendant 4 semaines, donc elle est consommable après 4 semaines.

Enfin, L'entreprise adopte une politique commerciale et une DLUO de 15 jours pour que la levure soit vendue dans le marché marocain. Cela leur permet d'avoir un taux de vente élevé.