

Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'Analyse et Contrôle de Qualité

« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

*Suivi des Analyses physico-chimique et Bactériologique
des Sels nutritifs à la société
LESAFFRE MAROC*

Présenté par :

◆ **SAMIR Naima**

Encadré par :

◆ **Mr ELKASRAOUI Aziz (LESAFFRE)**

◆ **Pr HARRACH Ahmed (FST)**

Soutenu Le 8 Juin 2018 devant le jury composé de:

◆ **Pr EL GHAZOUALI Ahmed**

◆ **Pr HARRACH Ahmed**

◆ **Pr SABIR Safia**

Stage effectué à LESAFFRE MAROC

Année Universitaire 2017 / 2018

Remerciements

Au terme de ce travail, je me sens redevable à toutes les personnes qui ont contribué à rendre mon stage à LESAFFRE MAROC aussi agréable et qui par leur enseignement et leurs conseils ont contribué à sa réalisation.

Je tiens à remercier tout particulièrement Mr le Directeur de la société LESAFFRE MAROC pour m'avoir accepté comme stagiaire.

*Mes sincères remerciements, ma profonde gratitude s'adressent à Mr **HARRACH Ahmed** pour avoir accepté de donner de son temps et de m'encadrer durant la réalisation de ce projet de fin d'études, aussi pour ses pertinentes observations et remarques qui ont permis l'amélioration de ce travail... .*

*J'adresse mes plus vifs remerciements à Mr **ELkASRAOUI Aziz** pour son accueil, son encadrement, sa disponibilité, et pour la confiance qu'il m'a accordée. Merci pour les nombreuses discussions que nous avons eu et les conseils précieux qu'il m'a prodigué tout au long de ce stage.*

*J'ai le plaisir de remercier également Mr **GHAZOUALI Ahmed** et Mme **SABIR Safia** d'avoir pris le temps de lire ce projet et d'avoir accepté de juger ce travail*

*Je souhaite remercier chaleureusement tout le personnel de la société LESAFFRE MAROC et surtout Mme **BOUQUADIDA Ilham** et Mr **HAJJAMI** de m'avoir consacré de leur temps avec beaucoup de sympathie.*

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à réaliser ce travail.



Sommaire

Introduction Générale1

I. Présentation du lieu de stage

- I.1- Historique de la société LESAFFRE 3
- I.2- Organigramme de la société 4
- I.3- Activités du laboratoire d'analyses de LESAFFRE Maroc4

Chapitre I : Procédure de fabrication de la levure et principes fondamentaux

I. Etude fondamentaux de la levure7

- I.1-Définition7
- I.2-Métabolisme de la levure7
- I.3-Mode de reproduction7

II. Production industrielle de la levure

- II .1-Conditions de croissance8
- II.2- Les étapes de la production de la levure9

Chapitre II : Stations de traitement des sels nutritifs et instrumentation

- I- sels Nutritifs13
 - I.1-Les engrais azotés et phosphatés 13
 - I.1-1-Les engrais azotés 13
 - I.1-2-Les engrais phosphatés14
- II. Différentes étapes du traitement des sels nutritifs 14
 - II.1-Stockage14
 - II .2-Dilution et désinfection14
 - II. 3- Filtration 15
 - II_4-Refoulement15

II .5-Stockage des sels dilués	15
III. <u>Instrumentation</u>	16
<u>Chapitre III : Analyses physico-chimiques</u>	
I. <u>Analyses physico-chimiques</u>	18
I.1-La conductivité	20
I.2-pH	20
I.3-Dosage de l'azote par la méthode de KJELDHAL	20
I.4-Dosage de Phosphate par spectrophotomètre	21
II. <u>Analyses microbiologique</u>	21
a. Recherche des bactéries totales.....	21
b. Recherche des coliformes totaux.....	21
c. Recherche des levures sauvages	22
d. Recherche des Moisissures.....	22
e. Dénombrement.....	23
<u>Chapitre III : Résultats et interprétations</u>	
I. <u>ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES</u>	26
❖ La conductivité	25
❖ Le pH	26
❖ Teneur en azote.....	27
❖ Teneur en phosphore	29
II. <u>Analyses microbiologique</u>	30
<u>Conclusion Générale</u>	32

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme de la société.

Figure 2 : (a) Reproduction par bourgeonnement de *saccharomyces Cerevisiae*.

(b) Reproduction par scissiparité de *Saccharomyces cerevisiae*.

Figure 3: Filtre rotatif.

Figure 4 : Schéma général des étapes de production de la levure de boulangerie.

Figure 5 : Schéma du Circuit de préparation des sels nutritifs.

Figure 6 : L'appareil de minéralisation.

Figure 7 : Appareil de Distillation.

Figure8 : Aspect du milieu au Désoxycholate.

Figure 9 : Aspect du milieu à la lysine.

Figure10: représentation graphique de la conductivité de l'urée.

Figure 11 : représentation graphique de la conductivité du sulfate d'ammonium.

Figure 12: représentation graphique de la conductivité du Monoammonium phosphate.

Figure 13 : représentation graphique de la variation du pH de l'urée.

Figure 14 : représentation graphique de la variation du pH du sulfate d'ammonium.

Figure 15: représentation graphique de la variation du pH du Mono ammonium Phosphate.

Figure 16 : représentation graphique de la teneur en N_2 dans l'Urée.

Figure 17 : représentation graphique de la teneur en N_2 dans SA.

Figure 18: représentation graphique de la teneur en N_2 dans le Mono ammonium.

Phosphate.

Figure 19 : représentation graphique de la teneur en P_2O_5 dans le MAP.

Liste des tableaux

Tableau1 : Concentration des sels nutritifs.

Tableau 2 : Facteurs d'incubation des différents germes.

Introduction générale

L'industrie agroalimentaire est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine.

LESAFFRE MAROC est comme toute industrie alimentaire, face à l'importance du pain dans la vie des marocains, exerce son savoir-faire et propose des produits à base de levure que l'on ajoute au pain.

Ce document constitue le rapport de mon stage de fin d'études effectué pendant une durée d'un mois et demi dans l'entreprise industrielle «**LESAFFRE MAROC** » spécialisée dans la fabrication de levure de panification et plus précisément au sein des laboratoires d'analyses microbiologiques et physico-chimiques. Ce stage s'articule au tour de trois volets :

- ✓ *Le premier volet* : est d'avoir une vision plus vaste et générale sur la production de la levure à l'échelle industrielle dans une multinationale comme LESAFFRE.
- ✓ *Le deuxième volet* : consiste à préparer l'étudiant au monde du travail et favoriser un environnement de première expérience professionnelle.
- ✓ *Le troisième volet* : consiste à contrôler la qualité de la levure par le suivi et la maîtrise des sels nutritifs et par la recherche des Coliformes totaux, des Bactéries totales, des moisissures et levures sauvages dans le but de garantir un produit fini de bonne qualité aux consommateurs.

Ce manuscrit, sera composé de trois parties :

- Une partie relatant le processus de production de la levure.
- Une deuxième partie exposant le matériel et les méthodes utilisés pour le suivi des sels nutritifs.
- La troisième partie portera les résultats du suivi des sels nutritifs

Présentation du lieu *de stage*



I.1-Historique de la société LESAFFRE

Créée en 1975, la société soders est depuis 1993 majoritairement détenue 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 deux 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.

LESAFFRE fabrique et commercialise au Maroc de la levure et des améliorants de panification des marques suivantes :

- *Jaouda* pour la levure fraîche.

- *Rafaa* et *Nevada* pour la levure sèche,



- *Ibis bleu* et *Magimix*, pour les améliorants, sont des produits qui apportent au consommateur le pain qu'il apprécie que ce soit en terme de volume, de texture et couleur, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr le goût. Sa large gamme de produits fait que LESAFFRE est aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels.

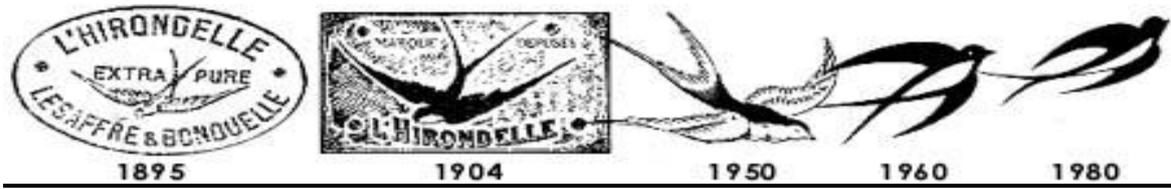


Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe LESAFFRE, la soders possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : force fermentative, 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 société LESAFFRE Maroc 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.



I. 2-Organigramme de la société

L'organigramme ci-dessous résume la voie hiérarchique de la société :



Figure 1 : Organigramme de la société

Activités du laboratoire d'analyses de LESAFFRE Maroc

Le laboratoire est composé de deux laboratoires intervenant dans tous les niveaux de fabrication depuis la réception de la matière jusqu'à l'obtention du produit fini par des analyses pour que le produit fini répond à toutes les normes de la qualité.

❖ *Laboratoire de microbiologie*

- Ce laboratoire est divisé en quatre parties :
 - Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
 - Salle des préparations (préparation des milieux de culture, la stérilisation)
 - Salle de stockage des matières premières.
 - Salle d'analyses bactériologiques.

❖ *Laboratoire physico-chimique*

- Ce laboratoire est divisé en trois parties :
 - Salle de panification où s'évalue la force panaire.
 - Salle de stockage des matériels et les produits initiaux.
 - Salle d'analyses physico-chimiques 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.

Les deux laboratoires communiquent entre eux par une laverie où se fait le nettoyage du matériel ainsi que la destruction des produits contaminés.

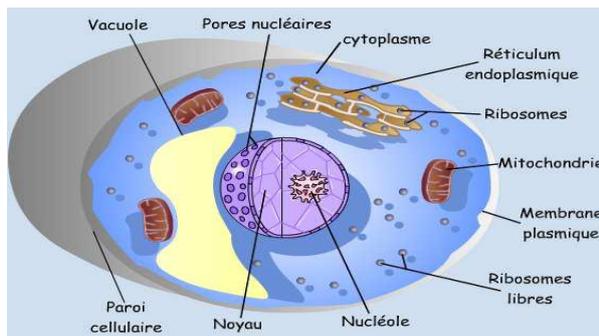
Chapitre I

Procédure de fabrication de la levure et principes
fondamentaux

I. Etudes fondamentaux de la levure

I. 1- Définition

La levure est un champignon unicellulaire microscopique et eucaryote, apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales.



La levure de panification (ou levure de boulanger), utilisée dans LESAFFRE MAROC, est un champignon du genre *Saccharomyces cerevisiae*, en latin « Saccharo » signifie **doux ou sucre** et « myces » désigne **moisissure** .

I.-2-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) :

- ❖ **La Respiration** unicellulaire **aérobie** qui transforme le glucose en dioxyde de carbone, c'est grâce à elle que l'on fait lever le pain. Dans ces conditions l'oxydation du glucose est complète:



- ❖ **La Fermentation** alcoolique **anaérobie**. 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:



I.-3-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.

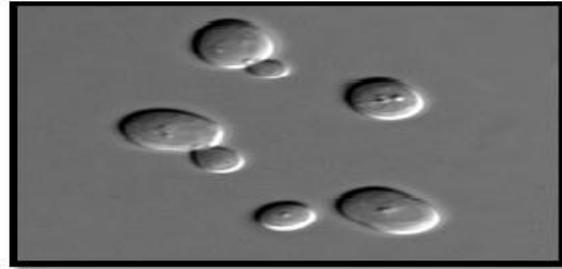
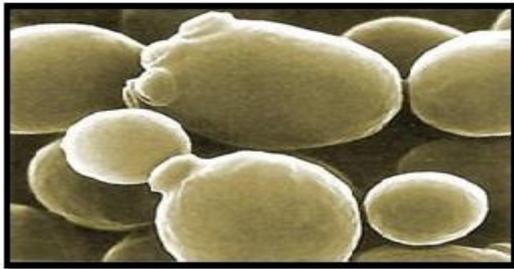


Figure 2 : (a) Reproduction par bourgeonnement de *Saccharomyces Cerevisiae*

Figure 2 : (b) Reproduction par scissiparité de *Saccharomyces cerevisiae*

II. Production industrielle de la levure

II.1-Conditions de croissances

✚ **Matières premières** :

- **Source de carbone** : La mélasse « 80% Betterave + 20% Canne +20% Raffiné »
Présente pour la levure une source de carbone, sa préparation se fait de la manière suivante :



- **Source d'azote, de sulfate de phosphate** provienne des Sels nutritifs ajoutés (Urée, Sulfate d'ammonium, Mono Ammonium phosphate).

- **Source de minéraux** (magnésium, Zinc, Potassium...) **et de vitamines** (B1, B6, B8).

✚ **La température** : La température optimale de culture des levures se situe entre 25 et 35° C, 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 d'eau inférieure à 0,90.
- ✚ **L'oxygène** : toutes les levures sont capables de se développer en présence d'oxygène, il n'y a pas de levure anaérobie stricte.
- ✚ **PH** : Les levures tolèrent des gammes de pH acide et neutre théoriquement de 2,4 à 8,6.

II.2- Production industrielle de la levure

❖ L'échelle du laboratoire

a. Ensemencement

Chaque mois *LESAFFRE* reçoit de la France deux souches de *Saccharomyces Cerevisiae* conservés dans des tubes à 4°C dans un milieu gélosé, un destiné à la levure fraîche L20 et un à la levure sèche L13. 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. Ils sont incubés dans des fioles stériles de 250 ml (*Van Lear*) contenant une solution nutritive à base de sucre à une température constante de 30 °C, avec agitation pendant 8h. Elle est transférée dans un *Carlsberg* (7L) dans les mêmes conditions mais dans un temps de 16h puis dans une cuve de 800L mais cette fois dans un milieu nutritif à base de mélasse.

❖ L'échelle industrielle

b. Pré-Fermentation

Après la cuve 800 L tout est versé dans un pré-fermenteur de 1500 L avec les compositions suivantes d'une manière semi-continu selon les besoins

La mélasse stérile

Eau

Le phosphate

L'urée

Les sels minéraux

Les vitamines

Oligo-éléments

L'acide sulfurique pour maintenir le milieu à un pH entre 3,4 et 4,5

L'oxygène introduit par des soufflants de l'air qui joue 2 rôles :

- La respiration de levure
- L'agitation par barbotage pour économiser l'énergie

c. Fermentation de la levure mère

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation qui se fait dans des grandes cuves, dans cette étape l'alimentation en mélasse et les autres ingrédients est en continue, après (17h) elle permet d'obtenir une grande population de levure (levure mère) sous forme liquide qu'on appelle le **Moût**, qui va subir une séparation puis stockage a +4°C.

On ajoute aussi une anti-mousse pour éviter les mousses qui se produisent lors de la fermentation.

La fermentation se fait en présence de l'oxygène pour minimiser la formation d'alcool et pour favoriser le développement de la biomasse.

Les facteurs qui influencent la levure sont la température, le pH et le taux d'alcool.

La température est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur qui refroidit le mout pour ne tue pas la levure

d. Séparation & stockage de la crème de la levure mère

Cette opération s'est effectuée dans une salle de séparation ; à la fin de l'opération on obtient une crème qui contient de la levure pure celle-ci est refroidie à 4°C pour ralentir le métabolisme cellulaire et stockée dans des grands bacs.

Avant son utilisation il faut lui ajouter du sel qui joue un rôle très important au nettoyage des cellules et la régulation de la matière sèche.

e. 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 ne laisser passer que l'eau. La crème étant étalée sur la surface de filtre et récupérée sous forme de levure râpée. L'eau filtrée est injectée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation.



Figure 3: Filtre rotatif

f. Conditionnement

❖ Levure fraîche

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

❖ 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 SPH et 95.5% pour la SPI.

SPH : levure sèche active ou à réhydratation sous forme de petits grains sphériques, emballées sous air dans des sachets de **50g, 100g et 500g. (JAOUDA)**

SPI : levure sèche instantanée sous forme des bâtonnets, emballés sous vide dans des sachets de 125 g, 13 g (**Rafiaa**) ou 500 g, 25 g (**Nevada**). Son temps de séchage est de 20min pour 1000 kg, elle est caractérisée par une force de fermentation supérieure à celle de la SPH ce type de levure ne nécessite aucune réhydratation avant son utilisation.

g. Conservation

- ✓ La levure fraîche est conservée à 4°C
- ✓ La levure sèche est conservée à température ambiante.

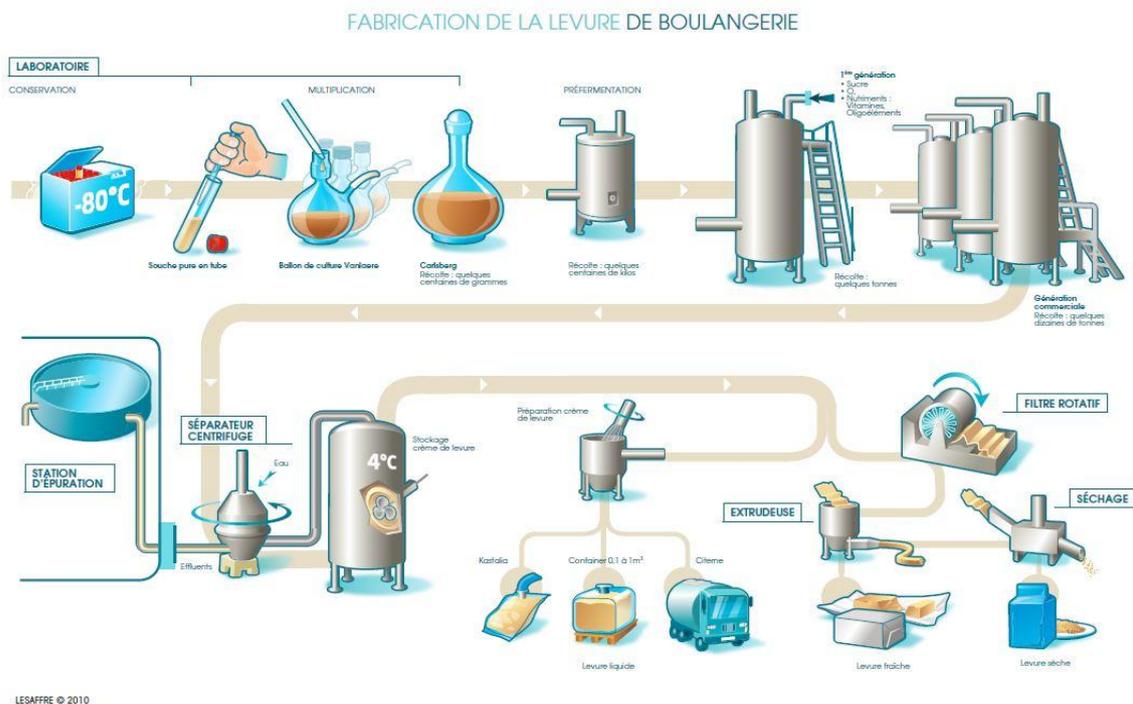


Figure 4 : Schéma général des étapes de production de la levure de boulangerie

Chapitre II

***Stations de traitement des sels nutritifs et
instrumentation***

I. Les sels nutritifs

Les sels nutritifs sont des engrais azotés et phosphatés utilisés pour répondre aux exigences nutritionnelles imposées par la croissance et la multiplication des cellules de la levure.

L'apport azoté et phosphaté de mélasse est insuffisant pour couvrir les besoins de la levure. LESAFFRE Maroc importe les sels nutritifs des sociétés qui fabriquent les engrais utilisés par les agriculteurs.

I. 1-Les engrais azotés et phosphatés

I.-1-1-Les engrais azotés

La levure peut utiliser des sources d'azote différentes tels les acides aminés, les peptides, les bases simples. Mais l'azote sous forme d'ion ammonium est plus facilement assimilable

➤ **L'urée**

L'urée est fabriquée en faisant agir l'ammoniac (NH_3) avec CO_2 sous forte pression (de 140 à 160 bar) et sous des températures de 160°C à 180°C :

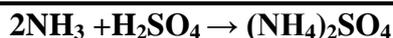


Puisque l'azote est combiné avec le carbone, l'urée est une source organique d'azote, qui se présente sous forme des granulés sphériques blancs, fin, sans odeur.

- Poids moléculaire : 60,05539 g/mol ;
- Formule : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$;
- L'urée contient 46% de N_2 la teneur la plus élevée en azote de tous les engrais solides communs, ainsi il est moins hygroscopique et moins corrosive.

➤ **Sulfate d'ammonium**

Le sulfate d'ammonium est un sel très pur. Il résulte de la réaction entre l'ammoniac et l'acide sulfurique



- Poids moléculaire : 132,1g/mol ;
- Formule : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- Contient 21% N_2 ;

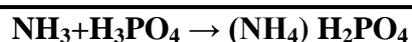
- Le sulfate d'ammonium est utilisé pour sa teneur en azote ammoniacal. Il se présente sous forme d'une poudre blanche cristalline, fine, inflammable et sans odeur.

Ce composé est indispensable à la biosynthèse des protéines pariétales indispensables au transfert des sucres de l'intérieur vers l'extérieur de la cellule.

I.1-2-Les engrais phosphatés

➤ Phosphate mono ammonium (MAP)

Saccharomyces cerevisiae utilise le MAP comme unique source de phosphore. Ce dernier est formé à partir de la réaction d'une molécule d'ammoniac et d'acide phosphorique



- Poids moléculaire : 132g/mol ;
- Formule : $(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$;
- Contient : 12% de N_2 et 63% de P_2O_5 ;
- Le MAP est utilisé pour sa teneur élevée en phosphore. Il sert à la synthèse des lipides, des hydrates de carbone et participe au maintien de l'intégrité membranaire. Il est aussi une source d'azote.

II. Différentes étapes du traitement des sels nutritifs

II.1- Stockage

Les sels proviennent de différents fournisseurs du Maroc par des camions. On calcule la teneur en Azote et Phosphate pour le Mono ammonium Phosphate, et l'Azote pour l'Urée et Sulfate d'Ammonium, pour s'assurer de la bonne qualité de la matière première.

Après on stocke les sels dans un dépôt à l'abri de la lumière et exempt d'odeur

II.2 -Dilution et désinfection

La dilution se fait afin de réaliser la concentration souhaitée des sels.

Les sels sont évacués dans une cuve munie d'un agitateur afin d'accélérer la solubilisation des sels et d'un filtre afin d'éliminer les impuretés qui sont remplies d'eau désinfectée avec de l'eau de javel (chloration), Afin d'obtenir la concentration souhaitée dans chaque cuve de préparation. Les normes caractérisées par le volume d'eau et la quantité des sels évacuée doivent être respectés.

	Volume des cuves (L)	Capacité de la cuve (m3)	Nombre de Sacs	Densité	Eau de javel (L)
Urée	10 000	25	45	1,05	1
MAP	10 800	15	50 0	1,055	1
SA	6000	7	25	1,095	0,5

Tableau1 : Concentration des sels nutritifs

II. 3- Filtration

Avant le transfert au bac de stockage la solution diluée traverse un filtre qui contient des pores très fines afin d'éliminer les impuretés.

II 4-Refoulement

Le refoulement de la solution diluée s'effectue par les pompes centrifuges.

II .5-Stockage des sels dilués

Après l'élimination de la partie sursaturation, on transfère la partie soluble au bac de stockage.

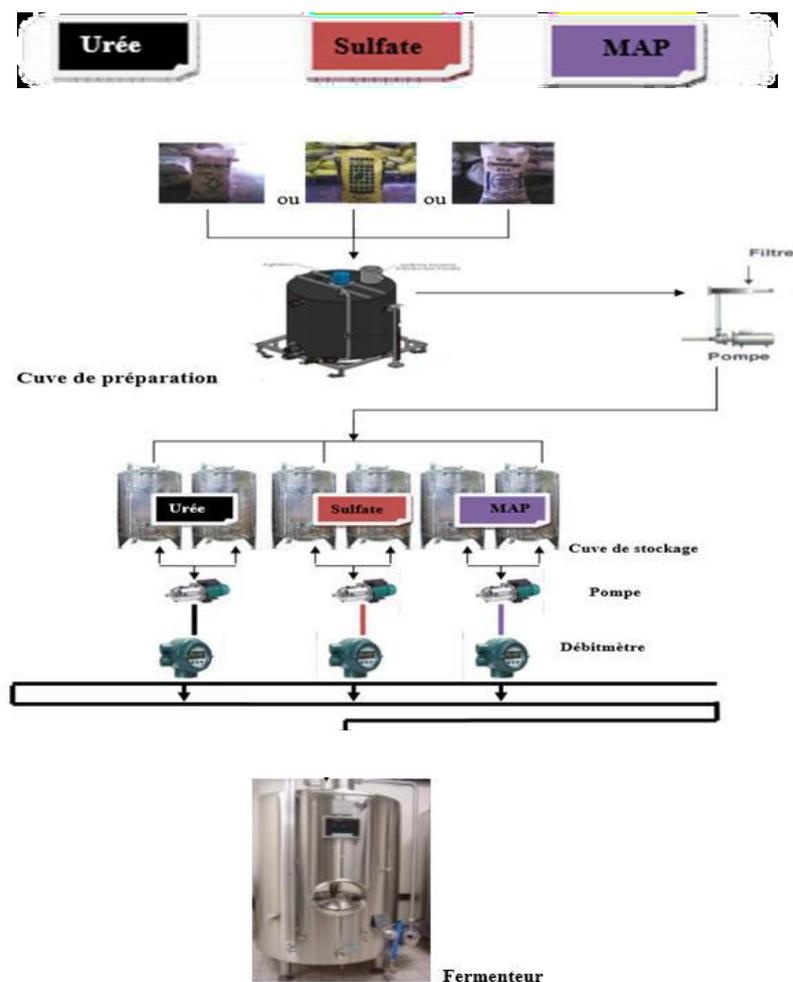


Figure 5 : Schéma du Circuit de préparation des sels nutritifs

III. Instrumentation

a. Bac de préparation

Le **bac de préparation** des sels se compose :

- ◆ D'une cuve isolée de type inox. (Anticorrosion)
- ◆ D'un cube intérieur qui présente une bonne conductibilité, solide, indéformable.
- ◆ D'un agitateur assurant la solubilisation des sels dans l'eau.

b. Les pompes

La pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide.

- Les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales :

- ◆ **Les pompes centrifuges** : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge. ; Ce sont des pompes utilisées pour le refoulement des sels dilués au bac de stockage.
- ◆ **Les pompes volumétriques** : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

c. Les filtres

Un **filtre** se présente sous forme d'un cylindre, il permet de :

- ◆ Améliorer la clarté et la brillance
- ◆ Stabiliser la limpidité
- ◆ Affiner les propriétés organoleptiques en réduisant certains défauts

d. Débitmètre

Un **débitmètre** est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide qui est très important pour le comptage matière ; Il doit être :

- ◆ Fiable
- ◆ Précis
- ◆ Sans entretien
- ◆ Hygiénique
- ◆ Supportant les contraintes alimentaires

Chapitre III

Analyses physico-chimiques **et microbiologiques**

I. Analyses physico-chimiques

I. 1-La conductivité

La conductivité c'est la capacité d'une solution à transmettre le courant électrique, Cette mesure est le signe de la présence de la charge ionique dans l'eau.

La mesure de la conductivité des sels dilués s'effectue en immergeant dans la solution une cellule de mesure comportant l'électrode, le conductimètre affiche directement sur l'écran électronique la valeur de la conductivité en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{s/cm}$).

La mesure de la conductivité permet de détecter immédiatement une variation de la composition des sels dilués .par exemple :

-Augmentation de la conductivité des sels dilués due à une bonne agitation des bacs de préparation.

-Baisse de la conductivité due à une décantation des sels.

I. 2-Le pH

La mesure de pH se fait par mesure potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre en déterminant l'activité des ions hydrogènes par utilisation d'une électrode de verre et d'une électrode de référence au calomel plongeant dans la même solution. La différence de potentiel existant entre ces deux électrodes donne une valeur qui s'affiche sur l'écran de l'appareil, c'est le pH de l'échantillon.

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

Principe

L'azote organique est transformé en azote minéral, sous forme ammoniacale $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, par action oxydante de l'acide sulfurique H_2SO_4 à 98% et à chaud en présence d'un catalyseur.

L'ammoniaque formé est déplacée par une base forte NaOH à 20% en excès et entraîné par distillation dans l'acide borique H_3BO_3 à 20% en excès à fin de piéger l'ammoniac.

Le borate d'ammonium formé est dosé par H_2SO_4 à 0.05 N.

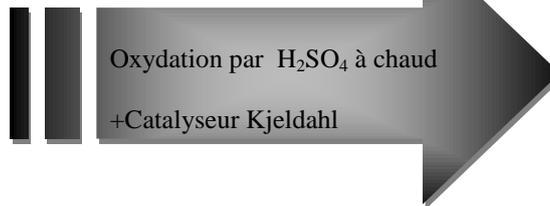
Minéralisation



Figure 6 : L'appareil de minéralisation

- Prélever 20ml de chaque solution et mettre dans les matras ;
- Ajouter 5ml de H₂SO₄ concentré à 98% à l'aide d'une pipette jouant le rôle d'un catalyseur;
- Ajouter ½ comprimé du catalyseur de Kjeldahl ;
- Poser les tubes d'évacuation avec les joints sur les tubes de digestion et les livrer par des pinces, On chauffe environ 370°C pendant 1h.

Azote organique



(NH₄)₂SO₄

Distillation et titrage



Figure 7 : Appareil de Distillation

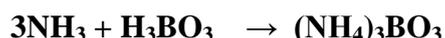
Après minéralisation (1heure) et refroidissement, ajuster à 100 ml une fiole jauge avec eau distillée ;

- ◆ Prélever 50ml de cette solution et mettre dans les matras,
- ◆ Placer le tube dans le distillateur ;
- ◆ Ajouter 20ml de la soude à 30% dans le matras et 20 ml de l'acide borique à 20% dans le béccher de BUCHI;

- ◆ Régler le temps de distillation à 3min ;
- ◆ Démarrer la distillation
- Déplacement par la soude en excès :



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



Titration en retour

Titrer le distillat récupéré avec H_2SO_4 0.05N à l'aide d'un titreur automatique tout en introduisant l'électrode du pH-mètre (pour lire le pH) dans le bécher tout en agitant par agitateur magnétique



Calcul

$$\% \text{N}_2 = [\text{V.T (H}_2\text{SO}_4) * 0,07] / \text{PE}$$

Avec :

V.T = volume de titration

P.E = Prise d'essai

Remarque :

On effectue les deux unités (Minéralisation et Distillation Büchi) seulement pour l'urée, parce que l'urée est une source organique d'azote.

Pour le mono ammonium phosphate et le sulfate d'ammoniaque, on utilise une seule unité (Distillation Büchi).

I. 4-Dosage de taux du phosphore

Préparation

Prélever 20ml de la solution obtenue après dilution, et l'introduire dans une fiole de 50ml, puis on ajoute:

- 10ml de H_2SO_4 à 5%
- 4ml de METOL à 1%. ;
- 4ml d'héptamolibdate d'ammonium à 2,5% ;

- 2ml de bisulfite de sodium à 17,5% ;

Et on complète au trait de jauge par l'eau distillée.

On obtient le complexe bleu « phosphomolibdate d'ammonium », qu'on va laisser reposer une demi-heure avant la lecture de l'absorbance dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 660nm.

La **spectrophotométrie** est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance d'une substance chimique donnée. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière dans les limites de proportionnalité énoncées par la loi de Beer-Lambert.

Calcul

$$\%P_2O_5 = [A * K * 0.5] / P.E$$

Avec :

A = l'absorbance

K = constante

P.E= prise d'essai

Remarque :

On fait le dosage de P₂O₅ seulement pour le mono-ammonium de phosphate

II. Analyses microbiologique

Dans le cadre des analyses microbiologique, on va prendre en considération le risque de contamination des sels préparés dans les bacs, car au moment de préparation elles sont en contact direct avec l'air, ainsi on peut ajouter le risque de contamination au cours de nettoyage.

a. Recherche des bactéries totales

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

b. Recherche des coliformes totaux

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, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges sur un milieu gélosé approprié.



Figure8 : Aspect du milieu au Désoxycholate

c. Recherche des levures sauvages

Il s'agit d'un type de levures à forme allongée, ne participant pas à la fermentation et causent différents problèmes sanitaires et influençant sur la qualité de levure *Saccharomyces cerevisiae* (force, conservation).

d. Recherche des Moisissures

Les moisissures sont des eucaryotes non photosynthétiques et immobiles. Ils sont multicellulaires mais la notion de cellule est assez floue car leur structure est généralement cénocytique.

Elles peuvent être :

- Nuisible, cas agent d'altération d'aliments ;
- Utiles, cas intervenant dans la production d'aliments

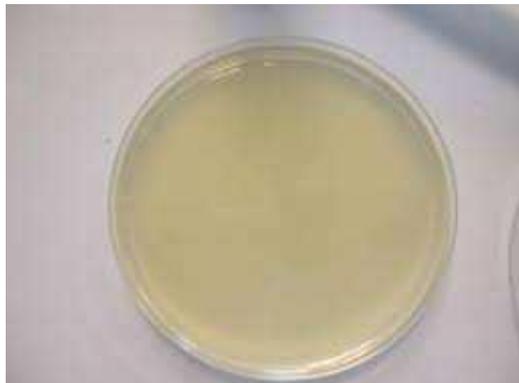


Figure 9 : Aspect du milieu à la lysine

e. Dénombrement

Pour l'isolement des bactéries totales, des levures sauvages et des coliformes totaux, on ensemence 1 ml de l'échantillon dans une boîte de pétri tout en respectant les conditions d'asepsie, après on ajoute un milieu de culture spécifique préalablement préparé et stérilisé, et on incube la boîte selon une température déterminée du germe recherché.

Chaque germe nécessite trois facteurs essentiels :

- ◆ Un milieu de culture approprié
- ◆ Une température spécifique au traitement
- ◆ Un temps et une température spécifique à l'incubation

Ce qui est illustré sur le tableau suivant :

<i>Caractéristiques Germe</i>	<i>Milieu de culture</i>	<i>Température d'incubation</i>	<i>Temps d'incubation</i>
Bactéries totales	G.N.G	30°C	72 heures
Levures sauvages	Lysine	30°C	72 heures
Coliforme totaux	Désoxycholate	30°C	24 heures

Tableau 2 : Facteurs d'incubation des différents germes

G.N.G = « gélose nutritive glucoséeest »

Chapitre IV : **Résultats et interprétations :**



Ce chapitre va aborder les résultats constatés aux différents stades du traitement des sels nutritifs ; effectué au sein du laboratoire **LESAFFRE MAROC**

On a effectué un suivi des paramètres physico-chimiques et micro biologiques des sels nutritifs bruts et dilués pendant 10 jours, chaque jour on a prélevé un échantillon de chaque station étudiée.

I. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Produits	%N ₂			%P ₂ O ₅		
	sac	préparé	stocké	sac	préparé	stocké
Urée	46%	8,4%	9-8%	--	--	--
SA	21%	4%	3,8%	--	--	--
MAP	12%	7,1 %	1.38%	63%	--	--

Tableau 3: Normes de taux de l'azote et du phosphore dans les sels bruts, préparé et stockés

❖ la conductivité :

Les mesures de la conductivité sont effectuées sur l'urée (figure10), Sulfate d'ammonium (figure11) et Monoammoniom phosphate (figure12) pendant 10 jours.

➤ L'urée

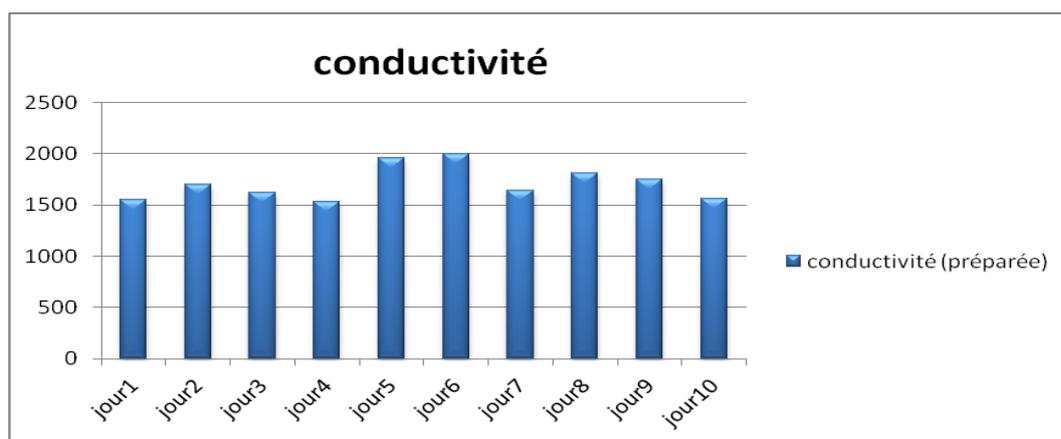


Figure10: représentation graphique de la conductivité de l'urée

➤ Sulfate d'ammonium

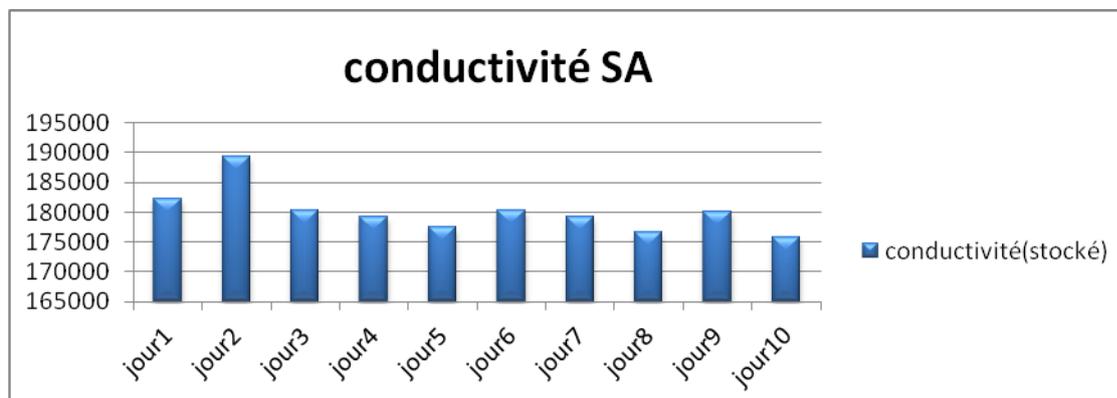


Figure 11 : représentation graphique de la conductivité du sulfate d'ammonium

➤ Mono ammonium phosphate

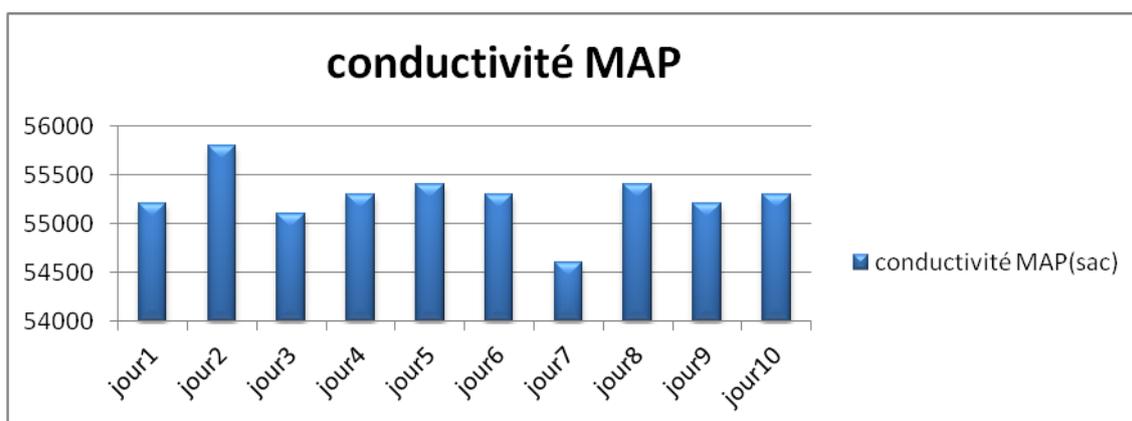


Figure 12: représentation graphique de la conductivité du Monoammonium phosphate

❖ Interprétations

D'après les figures 10, 11 et 12, on constate que la conductivité du sulfate d'ammonium est plus élevée que celle du MAP et l'urée ; Ceci est expliqué par la différence du nombre des charges « concentration » ainsi que la taille des ions « mobilité » entre SA et MAP.

Pour l'urée, sa faible conductivité est due à la présence des liaisons covalentes qui ne se décomposent pas en ions. Donc sa conductivité est équivalente à celle de l'eau.

❖ Le pH :

Les mesures de la variation du pH de 3 sels pendant 10 jours (Ur, SA et MAP) sont présentées respectivement sur les figures 13 ,14 et 15.

➤ L'urée

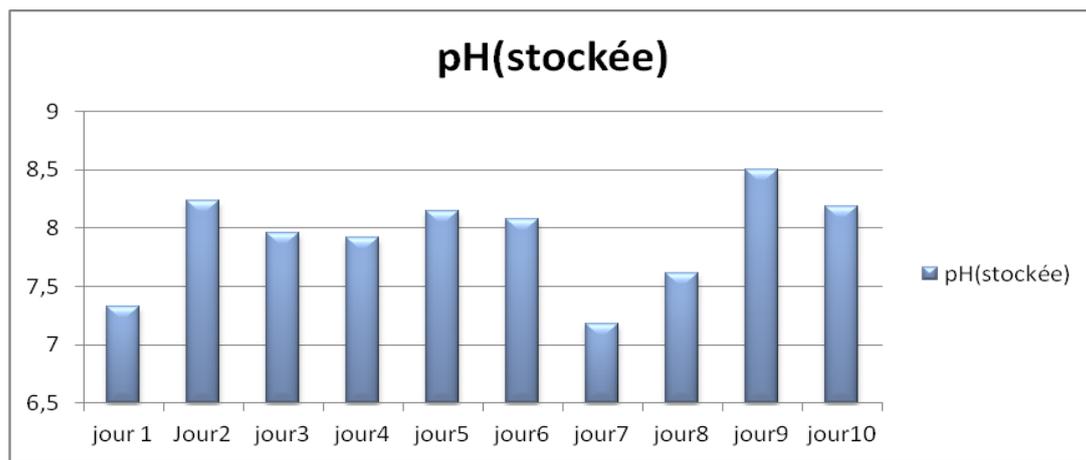


Figure 13 : représentation graphique de la variation du pH de l'urée

➤ sulfate d'ammonium

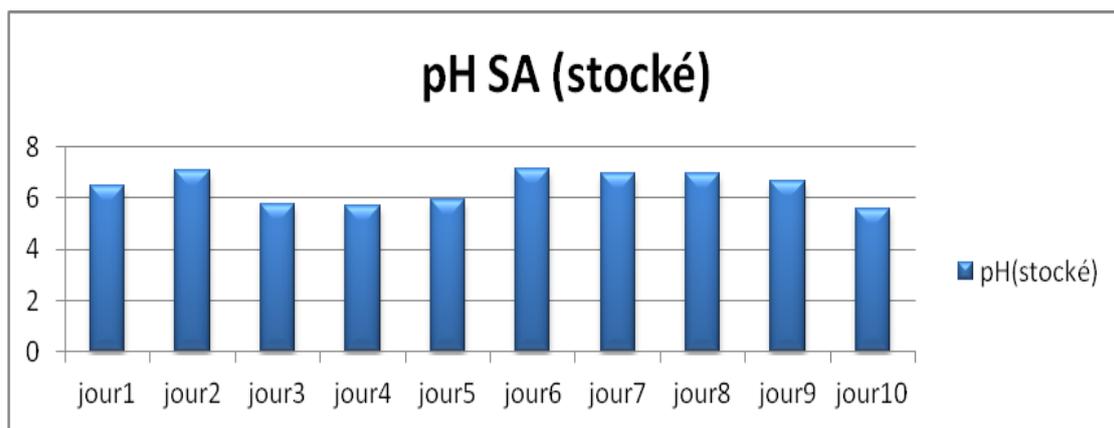


Figure 14 : représentation graphique de la variation du pH du sulfate d'ammonium

➤ **Mono ammonium phosphate**

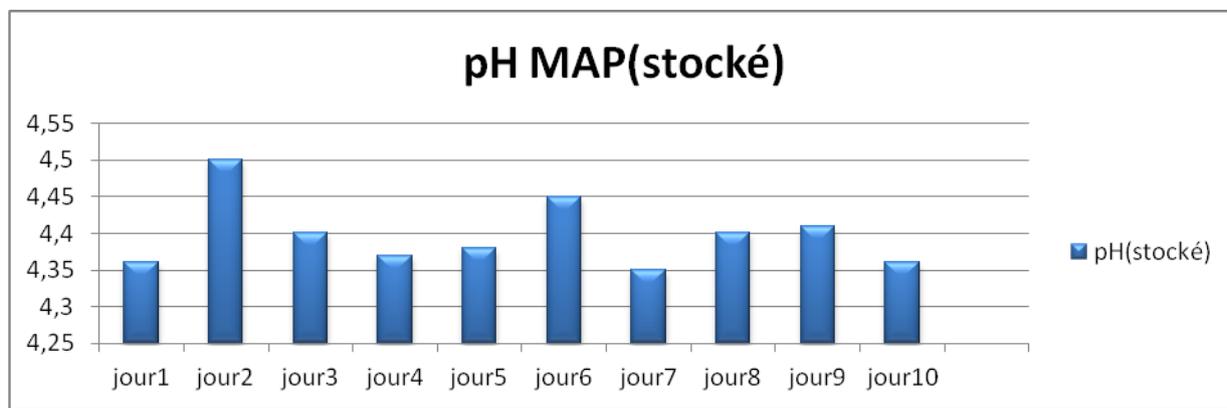


Figure 15: représentation graphique de la variation du pH du Mono ammonium Phosphate

❖ **Interprétations :**

D'après les trois figures, on observe que le pH reste pratiquement stable pour chaque sel quelque soit le jour d'analyse

❖ **Teneur en azote**

La variation de la teneur d'azote pour l'Urée (Figure 16), Sulfate d'ammonium (Figure 17) et le Mono ammonium phosphate (Figure 18).

➤ **L'urée**

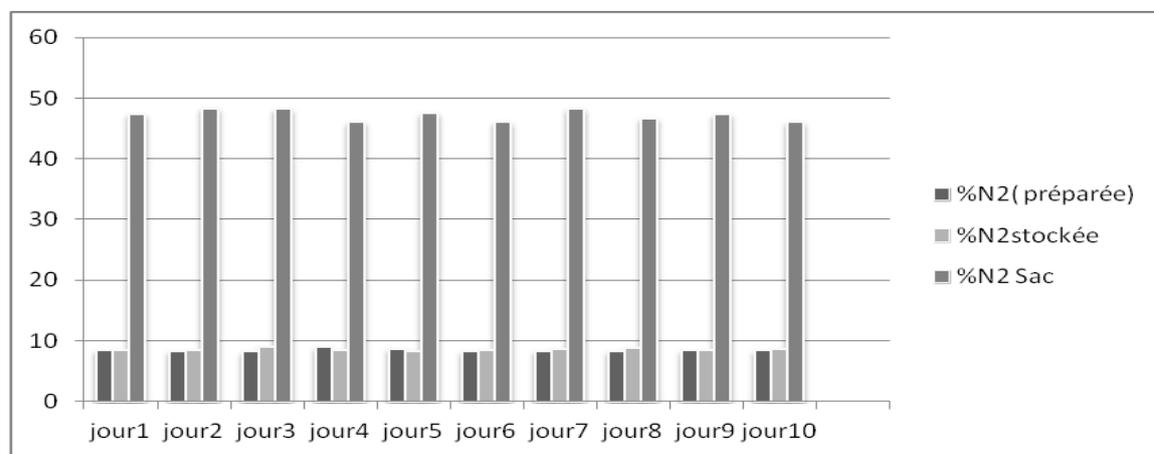


Figure 16 : représentation graphique de la teneur en N₂ dans l'Urée

➤ Sulfate d'ammonium

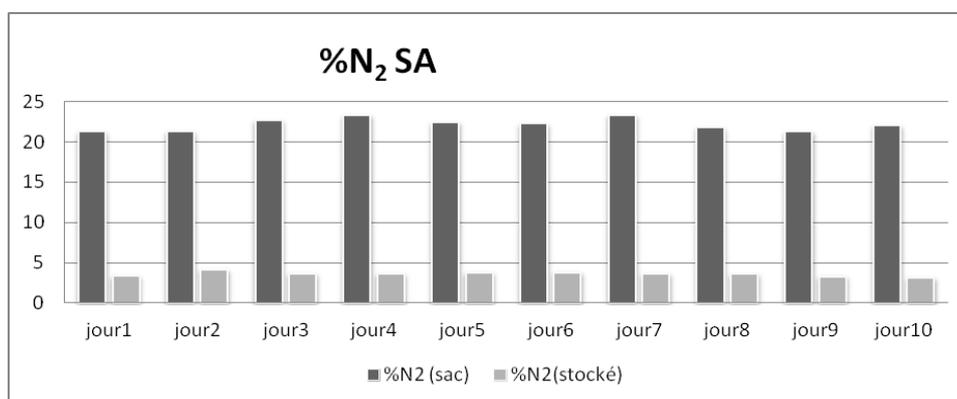


Figure 17 : représentation graphique de la teneur en N₂ dans SA

➤ Mono ammonium phosphate

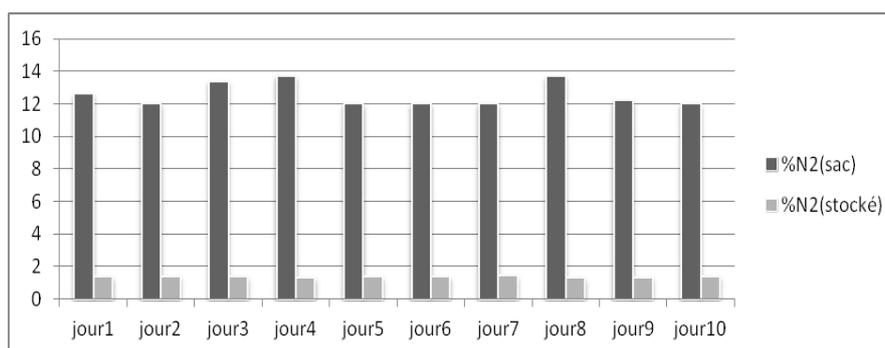


Figure 18: représentation graphique de la teneur en N₂ dans le Mono ammonium Phosphate.

❖ Interprétations :

On remarque que la teneur de l'azote des sacs de sels à la réception est variable sans dépasser les limites supérieur ou inférieur qui sont fixés par la société.

Entre 46-48 % : Pour l'urée.

Entre 21-23 % : Pour Sulfate d'ammonium.

Entre 12-14 % : Pour Mono ammonium phosphate.

Les valeurs correspondent aux l'urée préparée et stockée sont presque constantes à l'exception de certaines fluctuations qui peut être expliquée par une simple décantation au fond des cuves de préparation.

❖ Teneur en phosphore

➤ Mono ammonium phosphate

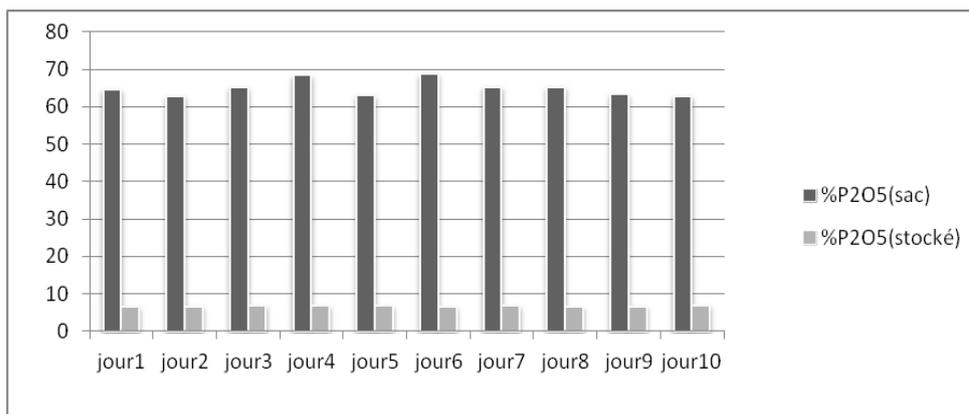


Figure 19 : représentation graphique de la teneur en P₂O₅ dans le MAP

❖ . Interprétations :

. On remarque que la teneur de P₂O₅ dans les sacs du mono ammonium phosphate est variable sans dépasser les limites fixées par LESAFFRE entre 63-68%.

II- ANALYSES MICROBIOLOGIQUES :

Les analyses microbiologiques vont concerner les sels nutritifs bruts, stockés, car on risque d'avoir une contamination par certains microorganismes, ayant un effet néfaste sur la fermentation de la levure. Les analyses sont réalisées durant une période de 10 jours

➤ Urée, MAP, SA :

	Levures sauvages et moisissures	Bactéries totales	Coliformes totaux
Jour1	P.C	P.C	P.C
Jour2	P.C	P.C	P.C
Jour3	P.C	P.C	P.C
Jour4	P.C	P.C	P.C
Jour5	P.C	P.C	P.C
Jour6	P.C	P.C	P.C
Jour7	P.C	P.C	P.C
Jour8	P.C	P.C	P.C
Jour9	P.C	P.C	P.C
Jour10	P.C	P.C	P.C

P.C = pas de contamination

On note l'absence des germes étudiés au cours de la période d'analyse, qui résulte d'un bon nettoyage des bacs, ainsi une éventuelle croissance des germes peut être bloquée par l'utilisation de l'eau de javel.

En générale, les sels nutritifs sont des compositions chimiques très acides, qui vont empêcher la croissance des germes étudiés

Conclusion Générale

- Les analyses effectuées tout au long de la période de stage, nous ont amenés à conclure que :

-Tous les paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés répondent aux normes, ce qui prouve le suivi rigoureux de la part des responsables de la qualité.

-Mon stage au sein de la société Lesaffre-Maroc m'a beaucoup aidé sur le plan professionnel ainsi que relationnel, il m'a permis de :

- Acquérir une véritable expérience.
- Bien connaître la procédure de fabrication de la levure de boulangerie.
- Bien maîtriser la méthode de recherche et de manipulation chimique Enrichir mes connaissances scientifiques.
- Respecter les bonnes pratiques d'hygiène.
- Développer la communication interpersonnelle et le travail en groupe .