



Licence Sciences et Techniques (LST)

TECHNIQUES D'ANALYSE ET CONTROLE DE QUALITE (TACQ)

PROJET DE FIN D'ETUDES

**SUIVI DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA
LEVURE PRESSEE CONSERVEE EN GLACIERE**

Présenté par :

SOUKAYNA MASLOUH

Encadré par :

- ◆ Pr. SAID CHAKROUNE (FST – Fès)
- ◆ Mr. ALI BENANI (LESAFFRE-MAROC)

Soutenu Le 09 Juin 2016 devant le jury composé de:

- Pr. Y.KANDRI
- Pr. E.H.ALILOU
- Pr. S.CHAKROUNE

Stage effectué à LESAFFRE-MAROC

Année Universitaire 2015 / 2016

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>

Liste des figures

Figure 1 : L'organigramme de la société LESAFFRE MAROC	4
Figure 2 : cellule de levure.....	6
Figure 3 : Reproduction par bourgeonnement Du Saccharomyce cerevisiae	7
Figure 4 : Circuit de préparation des sels nutritifs	8
Figure 5 : Schéma général de la production de la levure	11
Figure 6 : Conductimètre.....	12
Figure 7 : pH-mètre	12
Figure 8 : Etuve et capsule.....	13
Figure 9 : l'appareil de minéralisation.....	13
Figure 10 : Appareil de Distillation	15
Figure 11 : titreur	16
Figure 12 : Spectrophotomètre.....	17
Figure 13 : colorimètre	18
Figure 16 : Evolution de la force et la conductivité de levure P3 2000.....	20
Figure 17 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote de la levure P42000.....	21
Figure 18 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P42000	21
Figure 19 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote dans la levure P32170 ..	22
Figure 20 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P32170	22
Figure 21 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote dans la levure P ₄ 2170	23
Figure 22 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P42170.....	23

Liste des tableaux

Tableau 1 : différents tests effectués sur lot P ₃ 2000	17
Tableau 2 : différents tests effectués sur lot P ₄ 2000.....	18
Tableau 3 : différents tests effectués sur lot P ₃ 2170.....	19
Tableau 4 : différents test effectués sur lot P ₄ 2170.....	20

Dédicaces

J' ai le grand plaisir d'offrir ce modeste travail :

A ceux que je respecte depuis ma naissance

**A ceux qui m'ont toujours entouré de leur clémence,
Et leur affection excessive.**

**Que Dieu les récompense et leur donne la santé et
bonheur.**

Mes très chers parents

Mon frère ma sœur et ma petite famille

Au nouveau membre de la famille

MASLOUH

**J'exprime ma grande reconnaissance Etmon profond
attachement.**

A mes chers amis

A tous ceux que j'aime,

**A tous celles et ceux qui, de près ou de loin, ont collaboré à
la réalisation de ce travail.**

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, j'ai l'honneur de présenter mes sincères remerciements au directeur général de LESAFFRE MAROC Mr. Damien

LESAFFRE, ainsi qu'au directeur adjoint Mr. Mohamed ELKHAMLECHI.

Je tiens également à remercier vivement Mr. Ali BENNANI mon encadrant pour ses précieux conseils et sa disponibilité, et tout particulièrement Mr. Abdelali BOUKADIDA responsable et chef de laboratoire et les techniciens du laboratoire physico-chimique et microbiologique.

Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à monsieur SAID CHAKROUNE mon encadrant, professeur à la FST de Fès pour son orientations ainsi que son aide.

Je remercie tous les responsables d'équipes et tout le personnel de l'entreprise qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant mon stage et qui m'ont donné toutes les facilités nécessaires pour réaliser mon travail.

Merci notamment à tous ceux que j'ai omis de citer.

Sommaire

Introduction générale	1
1. Présentation de la société : LESAFFRE MAROC	2
2. Organigramme de la société	3
3. Description du laboratoire d'analyses LESAFFRE MAROC :	4
Chapitre I: Revue bibliographique.....	5
1. La levure :.....	5
A. Définition :	5
B. Type et domaine d'utilisation :	5
C. Mode de reproduction.....	5
D. Conditions de croissance	6
E. Métabolisme de la levure.....	7
2. Les étapes de la production de la levure.....	7
A. Ensemencement	8
B. La Pré-Fermentation.....	8
C. La Fermentation	8
D. Séparation.....	8
E. Filtration.....	9
F. Conditionnement	9
G. Conservation.....	9
Chapitre II : Analyses au laboratoire	11
1. Analyses physico-chimiques :	11
A. Conductivité :.....	11
B. pH :.....	11
C. Les ions chlorure	12
D. Force CO ₂	12
E. La matière sèche :	12
F. Dosage de l'azote par la méthode de KJELDHAL	13
G. Dosage de Phosphate par spectrophotomètre	15
H. Analyse organoleptique et conservation du produit fini :	16
Chapitre III : Résultats et interprétation.....	18
Résultats.....	24
Conclusion.....	25
Conclusion Générale.....	26
Références bibliographiques	27
Matériel	28

Introduction générale

La levure fait partie des biotechnologies traditionnelles qui ne reposent sur aucune connaissance théorique mais sur une utilisation empirique.

Ce microorganisme fait penser à l'univers de la boulangerie et la panification. Or, il n'est pas présent que dans ce Domaine.

Dans l'industrie de la fermentation, la levure est employée dans les industries alimentaires pour la fabrication du pain, du vin ou la bière. Elle est également employée dans les filières non alimentaires comme celle des biocarburants pour produire l'éthanol.

D'autres applications :

- En alimentation par exemple les exhausteurs de goûts,
- En nutrition santé comme complément alimentaire et probiotique,
- En médecine pour la recherche biomédicale et dans la voie de synthèse d'antibiotiques et d'autres molécules d'intérêt, elle est également employée comme organisme modèle en génétique,
- En environnement pour la dépollution, la valorisation des déchets et la protection des cultures.

Cependant, elle joue parfois un rôle négatif en contaminant et en dégradant les aliments ; certaines sont pathogènes pour l'homme ou les animaux.

Par ailleurs, *Saccharomyces cerevisiae*, espèce à laquelle appartient la levure de boulangerie a été et est encore l'un des organismes modèles les plus utilisés en laboratoire de recherche universitaire pour des études biochimiques, physiologiques et génétiques.

Dans ce cadre, j'ai eu l'occasion d'effectuer un stage au sein de la société « **LESAFFRE MAROC** » spécialisée dans la fabrication de levure de panification, et plus précisément au sein du laboratoire d'analyse physico-chimique pour suivre les analyses des différents lots stockés dans la glacière pendant une période de neuf semaines.

Présentation du lieu de stage

LESAFFRE est un groupe familial, né dans le Nord de la France, **LESAFFRE** est aujourd'hui un acteur mondial de référence, avec un chiffre d'affaires de 1,5 milliard d'euros en 2014 **LESAFFRE** emploie 7700 collaborateurs répartis dans plus de 80 filiales implantées dans une quarantaine de pays. Ses produits sont distribués dans plus de 180 pays.

1. Présentation de la société : **LESAFFRE MAROC**

En 1993, la société **SODERS** a été majoritairement détenue par le groupe Français **LESAFFRE** et porte aujourd'hui comme nouvelle appellation " **LESAFFRE MAROC** ", il existe 35 sites de production et sociétés commerciales et des distributions afin d'être plus proche de ses clients. Elle présente le leader mondial dans la fabrication de la levure de panification grâce à ses connaissances approfondies sur la levure, située au quartier industriel **SIDI BRAHIM- Fès**, dont le Directeur général est **Mr Damien LESAFFRE**.

Les produits fabriqués par LESAFFRE MAROC :

✚ **Levure fraîche : **JAOUDA** et **HIRONDELLE** :**



✚ **Levure sèche : **RAFIAA** et **NEVADA** :**



✚ **Améliorants de panification : **Ibis bleu** et **Magimix** :**



✚ **Levure destinée pour répond aux besoins des forces armées royales**

2. Organigramme de la société

LESAFFRE MAROC est constituée de plusieurs services et directions, présentés dans l'organigramme ci-dessous, accompagné du service qualité «Laboratoire» dont lequel j'ai effectué mon stage :

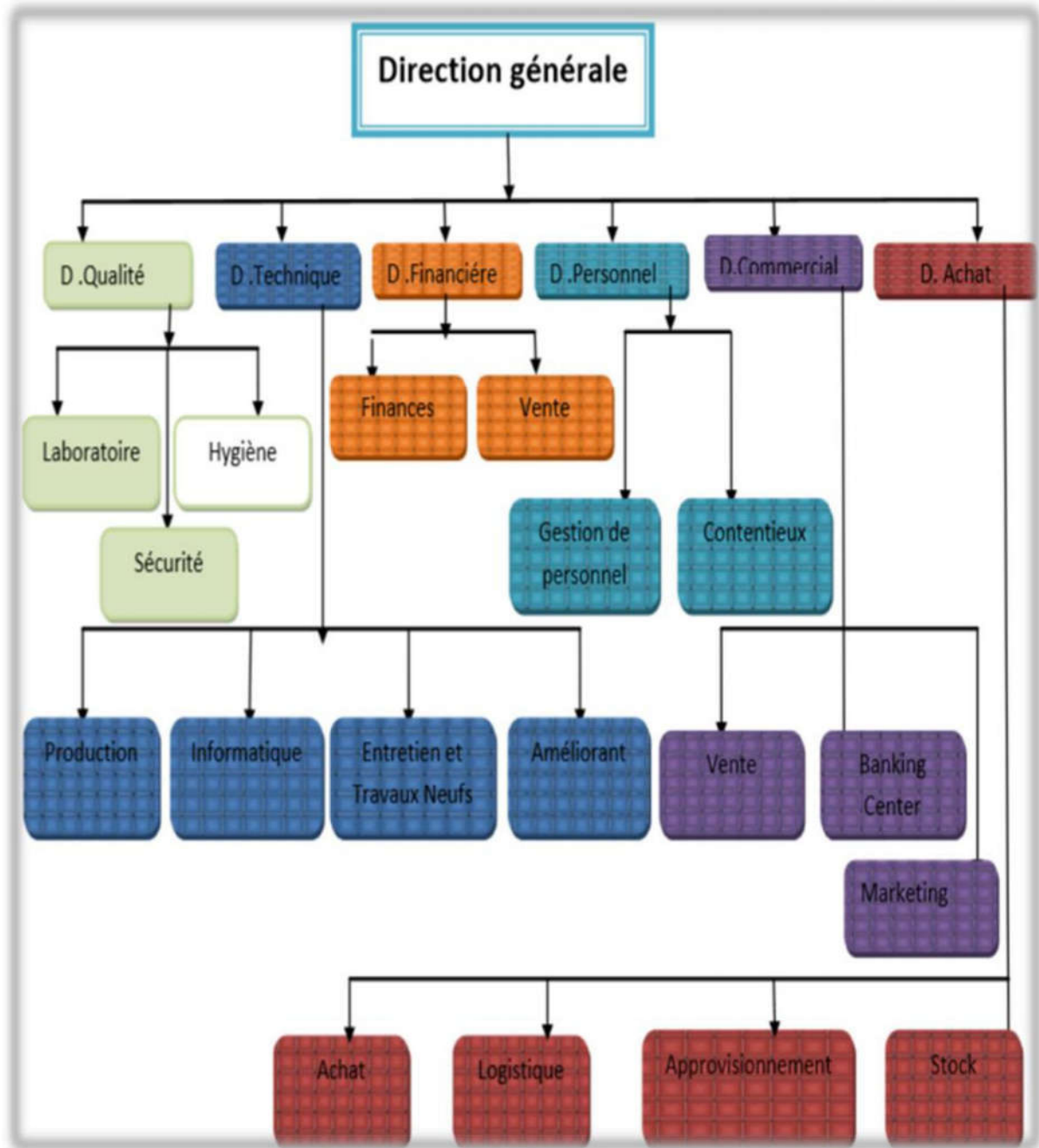


Figure 1 : L'organigramme de la société LESAFFRE MAROC

3. Description du laboratoire d'analyses LESAFFRE MAROC :

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

Laboratoire des analyses microbiologiques

Ce laboratoire est divisé en quatre parties :

- Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- Salle des préparations où la préparation des milieux de culture, la stérilisation.
- Salle de stockage des matières premières.
- Et enfin une salle d'analyses bactériologiques.

Laboratoire des analyses physicochimiques

Il est divisé en trois parties :

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

Chapitre I: Revue bibliographique

1. La levure :

A. Définition :

La levure est un champignon unicellulaire microscopique et eucaryote, apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales, La levure la plus connue porte le nom de *Saccharomyces Cerevisiae* : **Saccharo** pour sucre et **Myces** pour champignon.

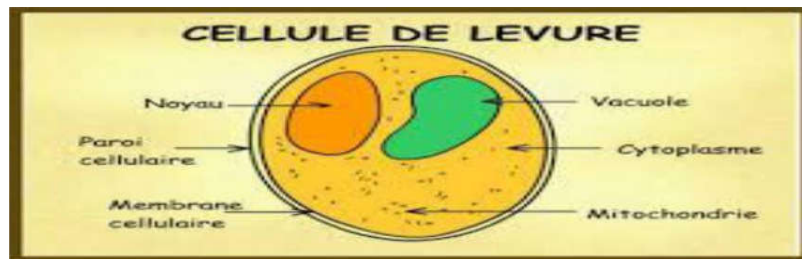


Figure 2 : cellule de levure

B. Type et domaine d'utilisation :

- **Saccharomyces cerevisiae**: Joue un rôle clé dans l'hydrolyse des polysaccharides et des protéines et la production de CO₂ et qui permet de faire la pâte du pain.
- **Saccharomyces Caslsbergensis** : La bière
- **Saccharomyces Saké** : Saké
- **Saccharomyces rouxii** : Miso (aliment à base de soja)
- **Kluyveromyces fragilis** : Fromages
- **Candida utilis** : Levure alimentaire

C. Mode de reproduction

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

- ✚ **Scissiparité** : Fission d'une cellule de levure en deux cellules filles identiques à la cellule mère.
- ✚ **Bourgeonnement** : La plupart des levures se reproduisent par bourgeonnement, une petite hernie apparaît 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 3 : Reproduction par bourgeonnement Du Saccharomyce cerevisiae

D. Conditions de croissance

- ❧ **Matières premières** : Les matières premières utilisées doivent répondre aux exigences nutritionnelles imposées par 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 phosphore, 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 micro-organismes, les levures peuvent être classées en levures psychrophiles, mésophiles et thermophiles. Généralement, 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.

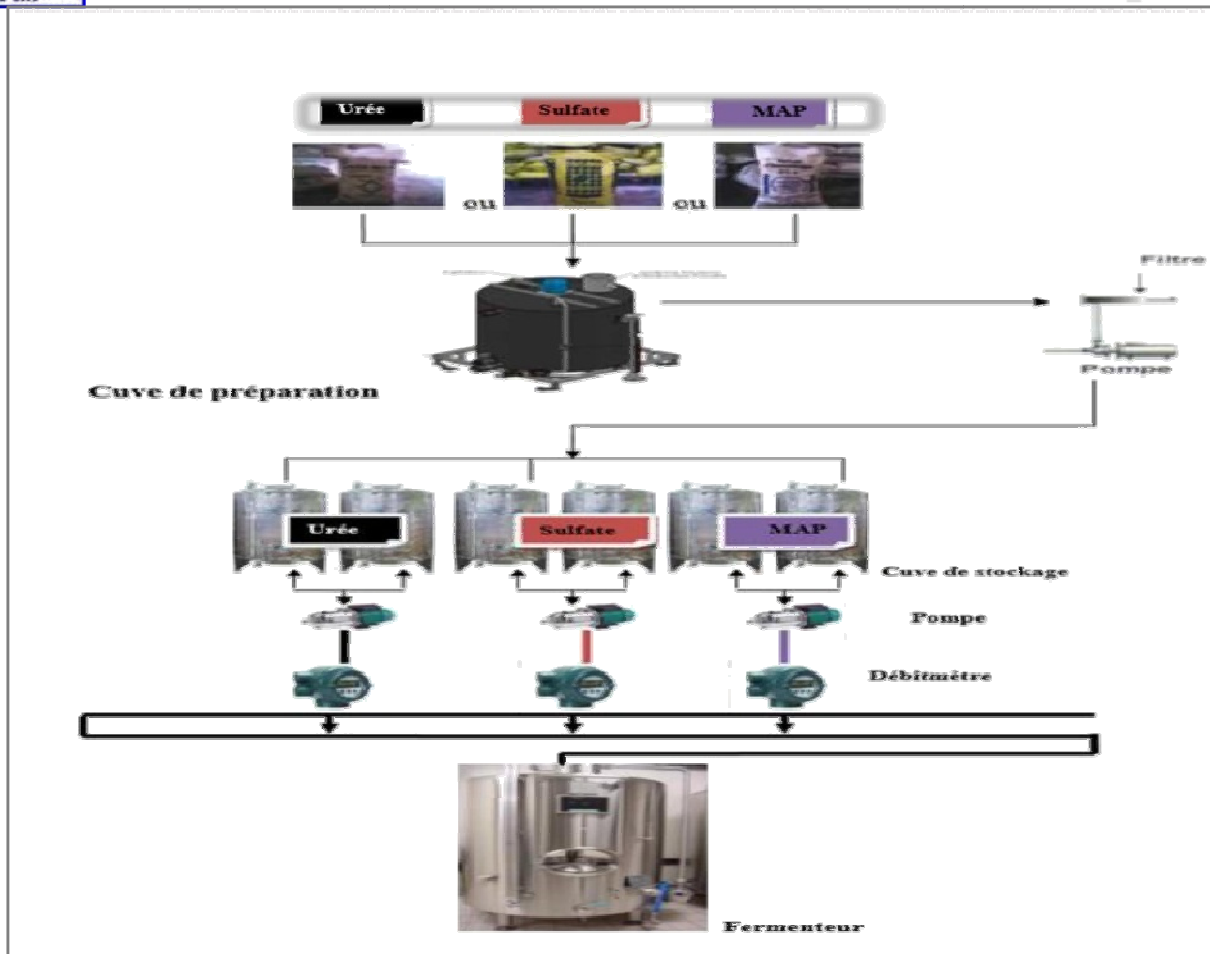


Figure 4 : Circuit de préparation des sels nutritifs

E. Métabolisme de la levure

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

- ☞ **La Respiration** unicellulaire aérobie qui transforme le glucose en dioxyde de carbone, c'est grâce à elle que l'on fait lever le pain



- ☞ **La Fermentation** alcoolique anaérobie qui transforme le glucose en alcool (éthanol) : les boissons alcoolisées fermentées tels que le vin et la bière sont fabriqués de cette façon :



2. Les étapes de la production de la levure

- ☞ A l'échelle du laboratoire :

A. Ensemencement

Chaque mois, la société **LESAFFRE** Maroc reçoit de la France deux souches de *Saccharomyces cerevisiae*. Une destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche.

Ces souches sontensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes de chaque souche). Cette étape demande un travail dans des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination, puis le contenu des tubes est transvasé dans un petit icône appelé « **Van Lear** » dont le milieu nutritif très riche laissera possible une première multiplication des cellules, puis, le contenu de « **Van Lear** » est versé dans un ballon plus grand appelé « **Carlsberg** » où les levures se multiplient à nouveau.

A l'échelle industrielle

B. La Pré-Fermentation

Après l'incubation dans la cuve de 800L, le moût obtenu passe à la cuve de la pré-fermentation où on ajoute des éléments nutritifs, eau, mélasse stérile, sels minéraux, oligo-éléments et vitamines, cet ajout se fait d'une manière semi-continue selon les besoins.

C. La Fermentation

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 continue après certain temps (17h) on aura une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le Moût.

On ajoute aussi une anti-mousse pour éviter les mousses qui se produisent lors de la fermentation ; Les grandeurs qui influencent la levure sont la température, le pH, le taux d'alcool. La température est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur qui refroidit le moût pour ne pas tuer la levure.

D. Séparation

La séparation s'effectue en deux étapes de procédé : après l'obtention de la levure mère et après l'obtention de la levure commerciale ; Le principe repose sur la séparation des cellules de levures du reste du milieu nutritif par centrifugation. On obtient un liquide léger « le moût déluvé », et un liquide dense « la crème ».

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, dont le but est de ne laisser pénétrer que l'eau.

La crème étant étalée sur la surface de filtre et récupérée sous forme de levure râpée.

F. Conditionnement

Levure fraîche

Le boudin de levure pressée est découpé en pain de 500g, 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, emballés sous air dans des sachets de 50g, 100g et 500g.

SPI : levure sèche instantanée sous forme de bâtonnets, emballés sous vide dans des sachets de 450 g ainsi que dans des cartons de 25 kg destinés à l'export, elle est caractérisée par une force de fermentation supérieure à celle de la SPH.

Remarque : SPI et SPH diffèrent par la durée de séchage et par le pourcentage de matière sèche.

G. Conservation

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

La procédure générale est résumée sur le schéma suivant :

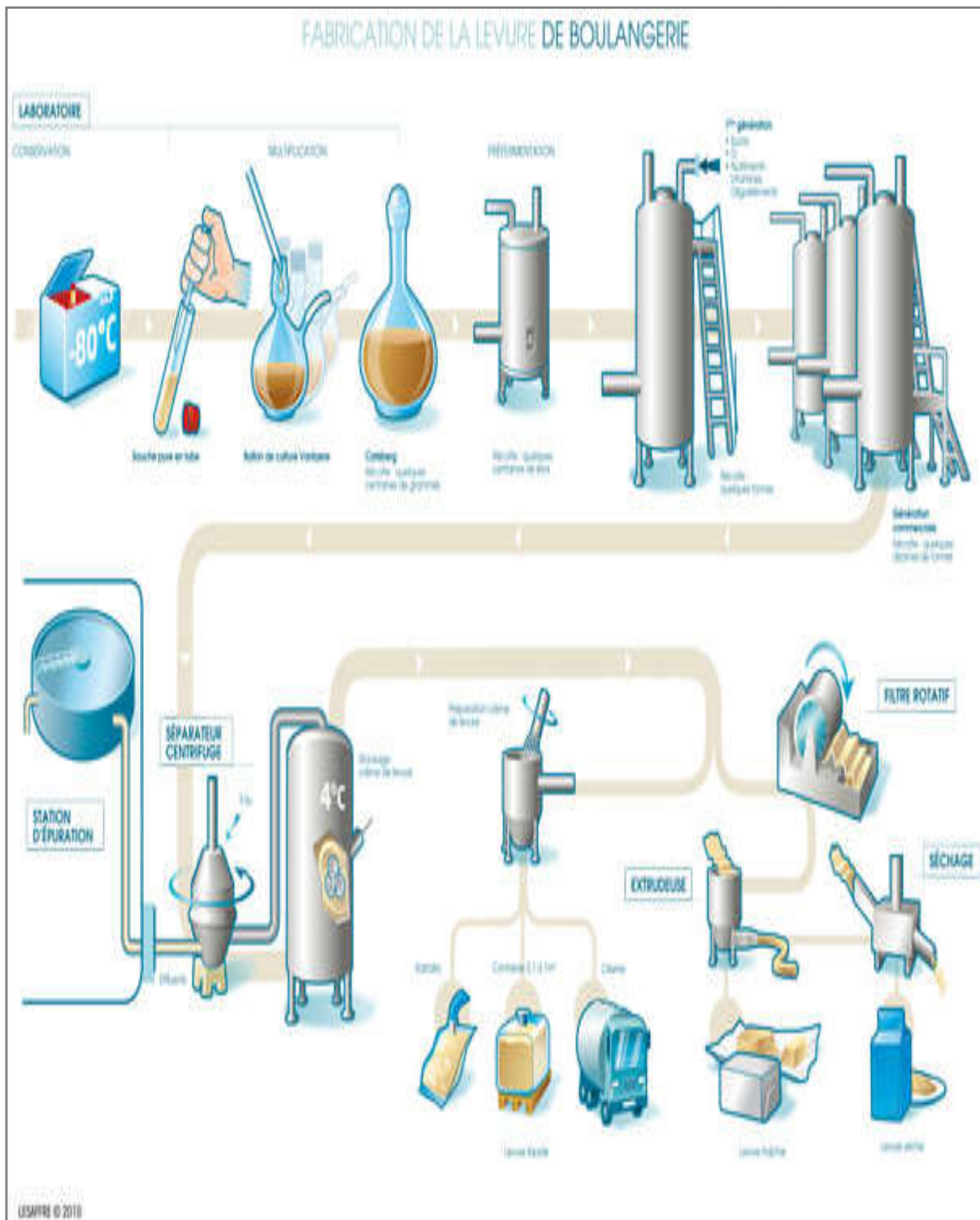


Figure 5 : Schéma général de la production de la levure

Chapitre II : Analyses au laboratoire

1. Analyses physico-chimiques :

A. Conductivité :



Figure 6 : Conductimètre

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Cette notion est inversement proportionnelle à celle de résistivité électrique. Cette mesure signifie la présence des ions dans l'eau ; plus l'eau contient des ions, plus sa capacité à conduire le courant est importante plus sa conductivité est grande.

La conductivité se mesure en $\mu\text{s}/\text{cm}$ (micro-siemens par centimètre), à l'aide d'un conductimètre.

Mode opératoire :

- L'appareil utilisé appelé « conductimètre ».
- On étalonne l'appareil avec une solution dont la conductivité est connue.
- On plonge l'électrode dans l'échantillon d'eau, puis on n'a qu'à lire la valeur affichée.

B. pH :



Figure 7 : pH-mètre

Le potentiel hydrogène (ou pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) (appelés aussi couramment protons en solution. Notamment, en solution aqueuse, ces ions sont présents sous la forme de l'ion oxonium).

Le pH est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Si le $\text{pH} < 7$ l'eau est acide, s'il est > 7 l'eau est basique. Une eau neutre si le pH est neutre.

La mesure du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

C. Les ions chlorure

Il consiste à doser les chlorures avec du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. En présence de nitrate d'argent, les ions Cl^- sont mobilisés pour former du chlorure d'argent. Lorsque tous les ions chlorures ont précipité sous forme d' AgCl , le nitrate d'argent réagit avec le chromate de potassium et un précipité rouge brique apparaît.



Le taux de Na Cl est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de Na Cl en \%} = \frac{F_d \times [v(\text{AgNO}_3) \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{NaCl})]}{\text{Prise d'essai (gouml)}}$$

- $v(\text{AgNO}_3)$: volume de nitrates d'argent versé après la tombée de burette
- $M(\text{NaCl})$: masse molaire de Na Cl = 58g /mol
- F_d : Facteur de dilution

D. Force CO_2

L'activité fermentative ou force des levures est égale au volume de CO_2 dégagé durant un temps donné, par une quantité bien précise de levure incorporée dans une pâte de composition connue.

E. La matière sèche :



Figure 8 : Etuve et capsule

- La matière sèche (MS) est ce que l'on obtient lorsqu'on retire l'eau d'un produit.

- **Le pourcentage de matière sèche** est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-sèche (hydratée).

Mode opératoire :

- Peser les capsules vides ;
- Introduire dans chaque capsule une prise d'essai de la levure fraîche
- Introduire les échantillons dans l'étuve pendant 16h ;
- Laisser refroidir les capsules dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante puis peser

$$\%MS = (P_2 - P_1 / P.E) * 100$$

- Avec : P.E=Prise d'essai
 P_1 : poids avant séchage et P_2 : poids après séchage.
Masse (M.S)= poids de la capsule sèche -le poids de la capsule vide.

F. Dosage de l'azote par la méthode de KJELDHAL

La principale méthode utilisée pour la détermination de la teneur en azote est fondée sur le procédé de Kjeldahl ; Dans la méthode de Kjeldahl, l'azote organique est transformé en azote minéral, sous forme ammoniacale $(NH_4)_2SO_4$, par action d'acide sulfurique concentré, et on mesure la quantité d'ammoniac libérée par le sel d'ammonium.

Minéralisation



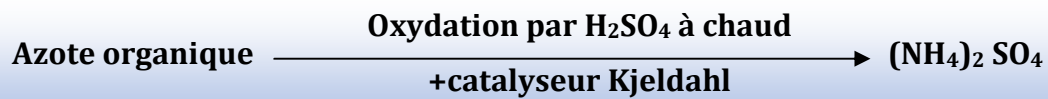
Figure 9 :l'appareil de minéralisation

Cette méthode débute par une minéralisation qui va dénaturer les protéines, casser les liaisons peptidiques, libérer les acides aminés et ensuite transformer l'azote organique en azote minéral. Cette opération se fait dans un digesteur Büchi à 6 postes.

Mode Opératoire :

- Prélever 0,5 g de chaque lot de levure pressé et mettre dans les matras ;
- Ajouter 5ml de H_2SO_4 concentré à 98%;
- Ajouter $\frac{1}{2}$ comprimé du catalyseur de Kjeldahl (K_2SO_4 , $CuSO_4$) ;

- Poser les tubes d'évacuation avec les joints sur les tubes de digestion et les livrer par des pinces, On chauffe à environ 370°C pendant 1h.



Distillation et titrage

La distillation se fait par l'appareil de büchi, cette distillation consiste à récupérer l'ammoniac pour pouvoir le doser à l'aide une solution étalonnée d'acide fort.



Figure 10 : Appareil de Distillation

Mode Opérateur :

- Après minéralisation (1heure) et refroidissement, ajuster à 100 ml avec l'eau distillée
- Prélever 50ml de cette solution et mettre dans les matras,
- Placer le tube dans le distillateur ;
- Ajouter 35ml de la soude à 30% dans le matras et 20 ml de l'acide borique à 2% dans le bécher de BUCHI ;
- Régler le temps de distillation à 3min ;
- Démarrer la distillation.

Déplacement par la soude en excès



- L'ammoniac est recueilli dans une solution d'acide borique (H_3BO_3). l'acide borique est un acide faible qui ne réagit pas avec l'ammoniac, il sert simplement à le piéger en donnant un complexe : $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$

Entrainement par distillation de 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 dans le bécher tout en agitant.



Figure11 : titreur

Titration du Borate d'ammonium par l'acide sulfurique



Calcul N_2 :

$$\% \text{N}_2 = (\text{V.T} (\text{H}_2\text{SO}_4) * 14 / \text{MS}) / \text{PE}$$

Avec : **V.T**= volume de titrage en ml ;

P.E= Prise d'essai en g.

MS= matière sèche.

G. Dosage de Phosphate par spectrophotomètre

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



Figure 12 : Spectrophotomètre

Mode opératoire

- Prélever 10ml de la solution obtenue après dilution, et l'introduire dans une fiole de 50ml, puis on ajoute :
- 4ml de méthanol à 2% ; joue le rôle d'un catalyseur ;
- 4ml d'héptamolibdate d'ammonium ; joue le rôle d'un complexant ;
- 2ml de bisulfite de sodium à 35% ; joue le rôle d'un réducteur.
- On complète au trait de jauge par l'eau distillée.
- On obtient un 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.

Calcul P₂O₅ :

$$\%P_2O_5 = A * K * 0,5 / P.E$$

A= absorbance $A = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right)$

K= constante ; PE= pris d'essai

H. Analyse organoleptique et conservation du produit fini :

- ⊗ **Couleur** : Teinte claire, blanche crème ou ivoire, la couleur est mesurée à l'aide d'un réflectomètre.
- ⊗ **Odeur** : odeur spécifique <<sui generis>> due au glutathion et à la vitamine B1.
- ⊗ **Poids** : Mesuré à l'aide de la balance de précision.
- ⊗ **Température** rapidement par le thermomètre.
- ⊗ **Aspect** : Peut-être normal, légèrement molle ou molle.
- ⊗ **Consistance** : en rapport direct avec la teneur en eau.
- ⊗ **Conservation** : la levure doit avoir la bonne aptitude à la conservation, cet aspect d'une importance capitale car comme tout être vivant la levure est périssable.

Toutes ces analyses se font régulièrement selon un plan de contrôle bien déterminé.



Figure13 : colorimètre



Figure14 : Balance électronique

Chapitre III : Résultats et interprétation



Ce chapitre va aborder les résultats constatés des différentes analyses des lots de la levure fraîche en glacière ; effectuées au sein du laboratoire **LESAFFRE MAROC**.

Comme analyse physico-chimique : la matière sèche, la mesure de la conductivité et la teneur en azote ainsi que la force CO₂ .On a effectué un suivi de ces paramètres pendant neuf semaines, chaque semaine on a prélevé un échantillon de chaque lot congelé.

⊗ **Lot : P₃ 2000**

∞ **Analyse physico-chimique :**

Tableau1 : différents tests effectués sur lot P₃ 2000

Semaines	MS%	N₂%	Force (2h) Cm³ /h	Conductivité μS/Cm²
S0	32,7	7,4	134,1	450
S1	32,8	7,8	137,4	749
S2	33,5	8,0	137,9	920
S3	34,3	8,1	137,8	1003
S4	34,6	8,1	136,8	980
S5	34,7	8,1	136,9	1007
S6	35,7	7,9	135,0	1015
S7	36,0	7,5	134,3	1150
S8	36,8	7,4	129,6	1271

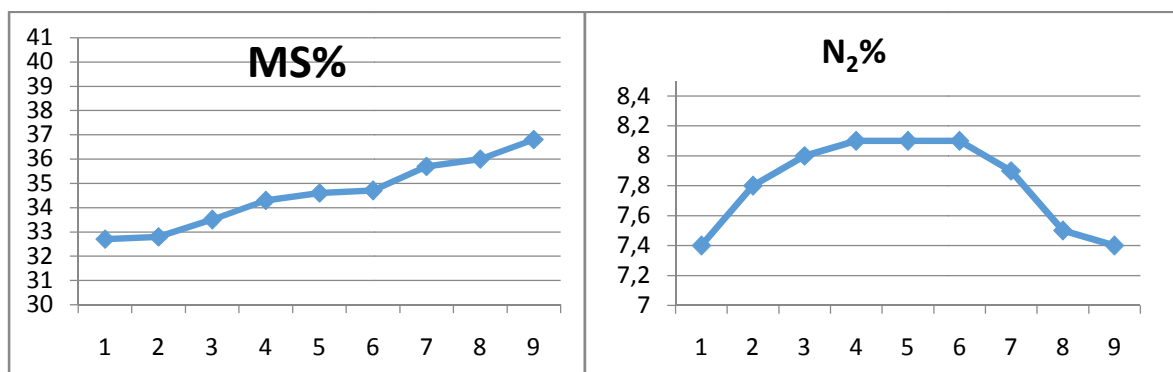


Figure15 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote de la levureP₃ 2000

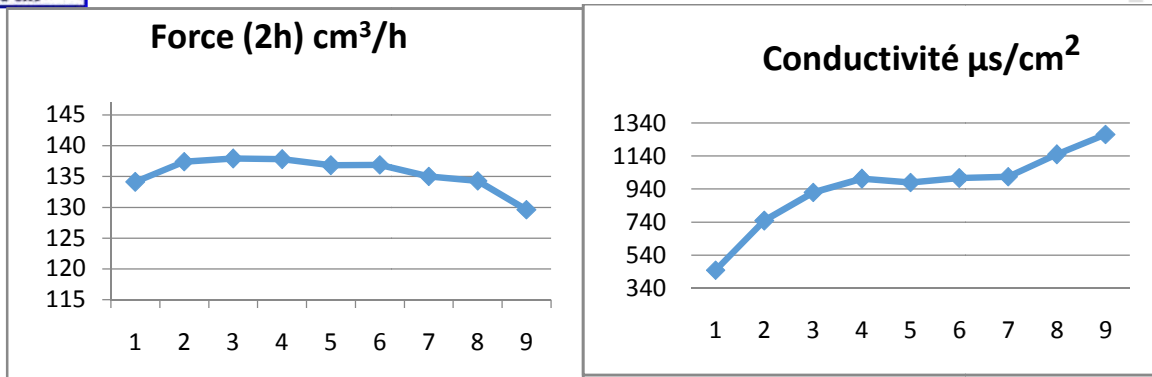


Figure 16 : Evolution de la force et la conductivité de levure P₃ 2000

Interprétation :

On remarque d'après ces analyses physico-chimiques effectuées sur le lot P3 2000 que :

- Le pourcentage de la matière sèche augmente progressivement en fonction des semaines.
- la teneur en azote augmente depuis la 1^{ère} semaine jusqu'à la 6^{ème} où elle commence à diminuer jusqu'à la 9^{ème} semaine.
- La force CO₂ reste stable jusqu'à les deux dernières semaines et commence à diminuer.
- La Conductivité le taux des sels présents dans la levure augmente pendant les 9 semaines.

Lot P₄ 2000

Analyse physico-chimique :

Tableau2 : différents tests effectués sur lot P₄ 2000

Semaines	MS%	N ₂ %	Force (2h) cm ³ /h	Conductivité µs/cm ²
S0	33,3	7,6	137,4	476
S1	32,9	7,8	137,2	789
S2	33,1	8,1	141,2	923
S3	34,3	8,3	139,0	959
S4	34,2	8,4	139,0	934
S5	34,5	8,3	140,0	1100
S6	35,3	8,1	137,9	1309
S7	35,4	7,7	138,2	1327
S8	35,3	7,4	136,0	1339

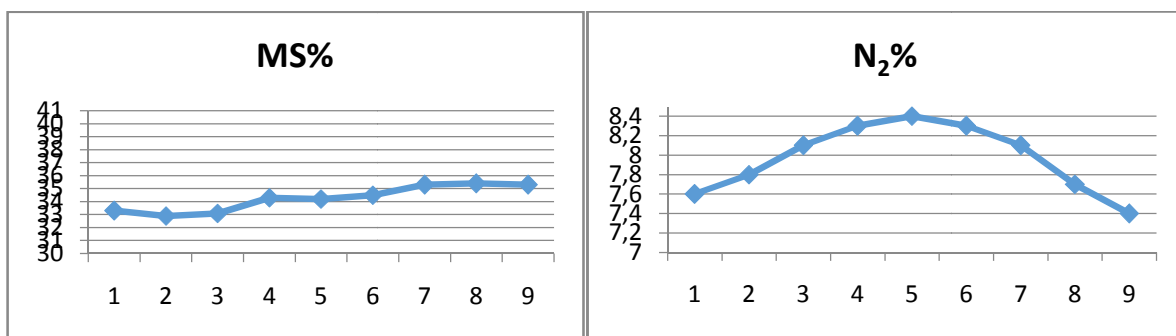


Figure 17 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote de la levure P₄ 2000

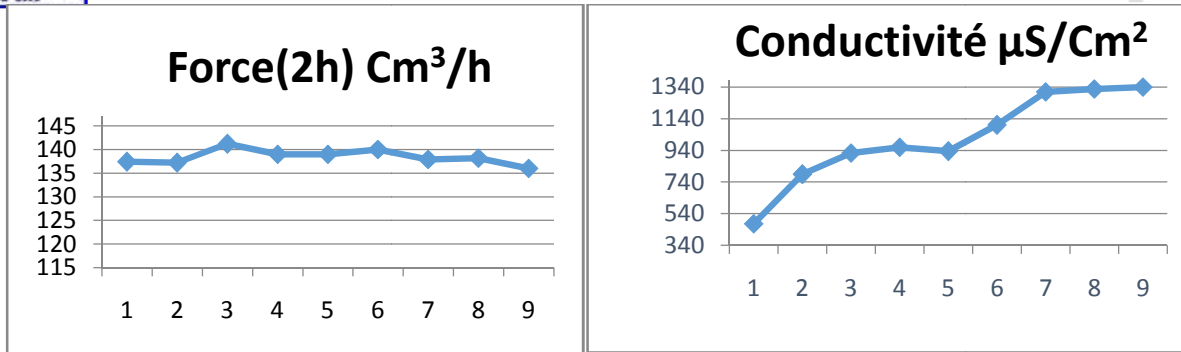


Figure18 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P42000

Interprétation :

On remarque d'après ces analyses physico-chimiques effectués sur le lot P4 2000 que :

- Le pourcentage de la matière sèche augmente rapidement en fonction des semaines.
- la teneur en azote augmente depuis la 1^{ère} semaine jusqu'à la 6^{ème} où elle commence à diminuer jusqu'à la 9^{ème} semaine.
- La force CO₂ reste stable jusqu'à les trois dernières semaines et commence à diminuer.
- La Conductivité le taux des sels présents dans la levure augmente pendant les 9 semaines.

Lot : P₃ 2170

Analyse physico-chimique :

Tableau3 : différents tests effectués sur lot P₃ 2170

Semaines	MS %	N ₂ %	Force (2h) Cm ³ /h	Conductivité µS/Cm ²
S0	33,5	7,1	139,0	350
S1	33,0	7,6	140,4	638
S2	33,0	7,9	141,3	854
S3	33,0	8,1	142	934
S4	34,0	8,2	144,9	966
S5	34,3	8,2	143,2	1009
S6	34,7	8,1	143,0	1287
S7	36,3	7,8	142,0	1346
S8	40,2	7,4	140,8	1378

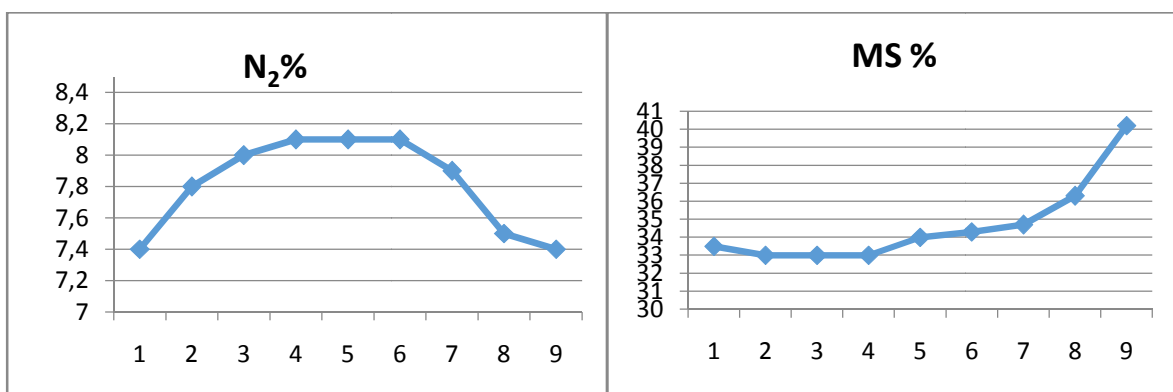


Figure19 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote dans la levure P₃ 2170

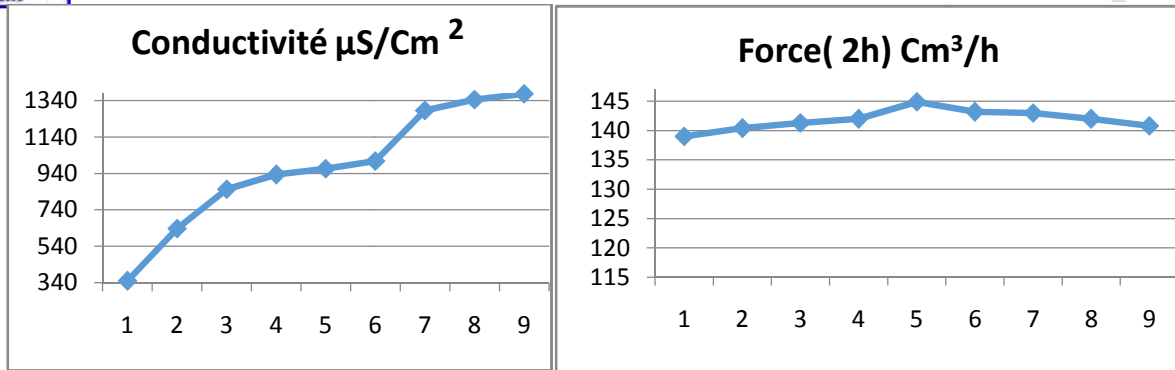


Figure 20 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P₃2170

Interprétation :

On remarque d'après ces analyses physico-chimiques effectués sur le lot P₃ 2170 que :

- Le pourcentage la matière sèche augmente progressivement en fonction des semaines.
- la teneur en azote augmente depuis la 1^{ère} semaine jusqu'à la 6^{ème} où elle commence à diminuer jusqu'à la 9^{ème} semaine.
- La force CO₂ reste stable jusqu'à les deux dernières semaines et commence à diminuer.
- La Conductivité augmente progressivement pendant les 9 semaines.

Lot : P₄ 2170

Analyse physico-chimique :

Tableau4 : différents test effectués sur lot P₄ 2170

Semaines	MS %	N ₂ %	Force (2h) Cm ³ /h	Conductivité µS/Cm ²
S0	33,5	7,1	139,0	350
S1	33,0	7,6	140,4	638
S2	33,0	7,9	141,3	854
S3	33,0	8,1	142,0	934
S4	34,0	8,2	144,9	966
S5	34,3	8,2	143,2	1009
S6	34,7	8,1	143,0	1287
S7	36,3	7,8	142,0	1346
S8	40,2	7,4	140,8	1378

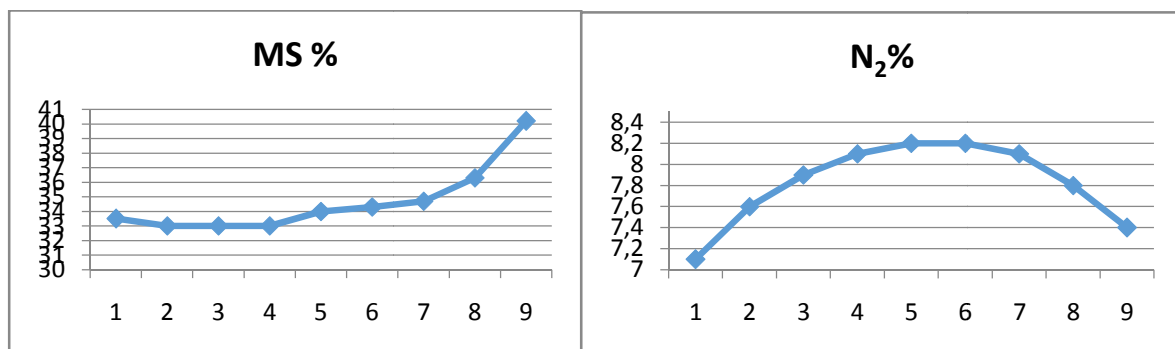


Figure 21 : Evolution de la matière sèche et la teneur en azote dans la levure P₄2170

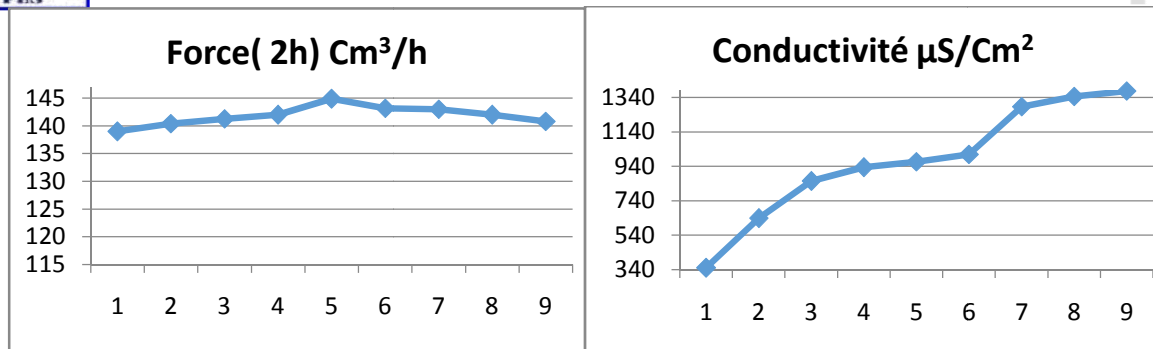
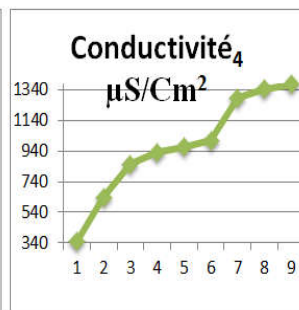
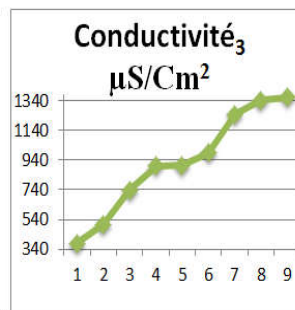
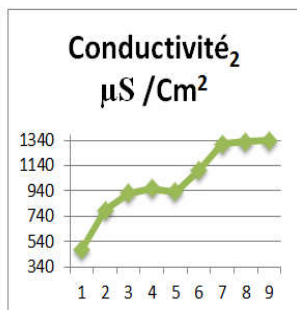
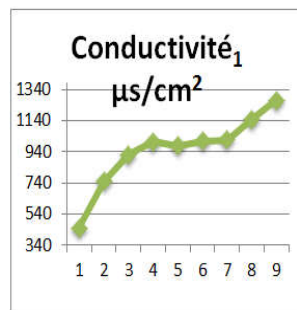
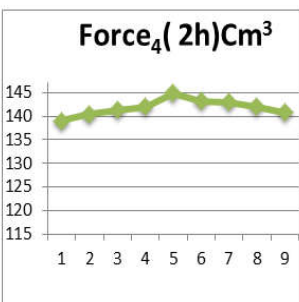
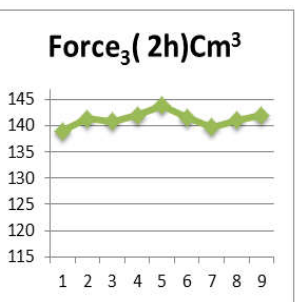
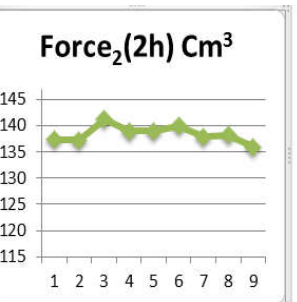
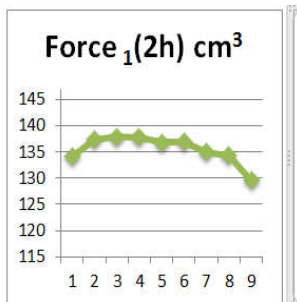
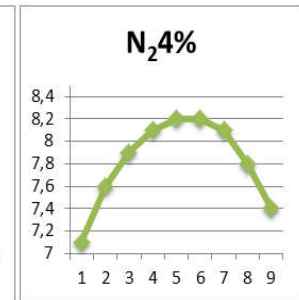
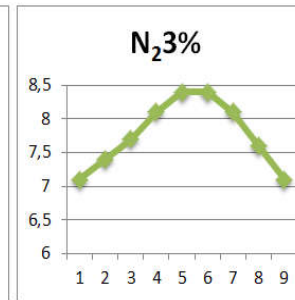
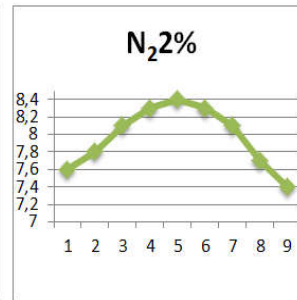
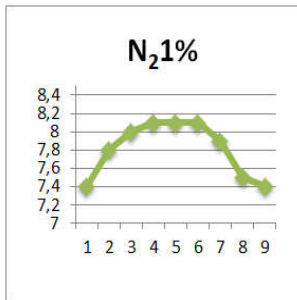
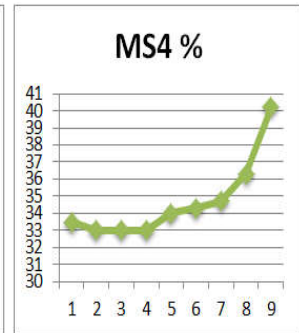
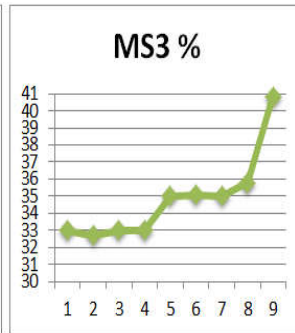
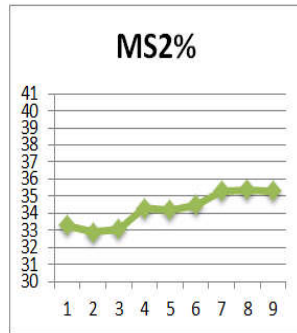
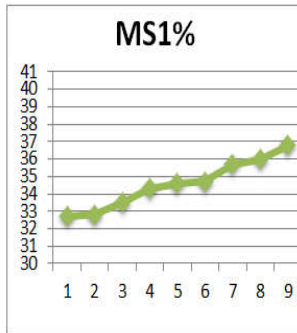


Figure 22 : Evolution de la force et la conductivité dans levure P₄2170

Interprétation :

On remarque d'après ces analyses physico-chimiques effectués sur le lot P4 2170 que :

- Le pourcentage de la matière sèche augmente progressivement en fonction des semaines.
- la teneur en azote augmente rapidement depuis la 1^{ère} semaine jusqu'à la 6^{ème} où elle commence à diminuer jusqu'à la 9^{ème} semaine.
- La force CO₂ reste stable jusqu'à les deux dernières semaines et commence à diminuer.
- La Conductivité le taux des sels présents dans la levure augmente pendant les 9 semaines.



T1

2000 P3	MS%	N2%	Force	Cond
MAX	36,8	7,8	137,9	1271
MIN	32,6	7,4	129,6	450

T3

2170 P3	MS%	N2%	Force	Cond
MAX	40,86	8,4	143,8	1170
MIN	32,7	7,1	115,3	380

T2

2000 P4	MS%	N2%	Force	Cond
MAX	35,4	8,4	141,2	1370
MIN	32,9	7,5	135	476

T4

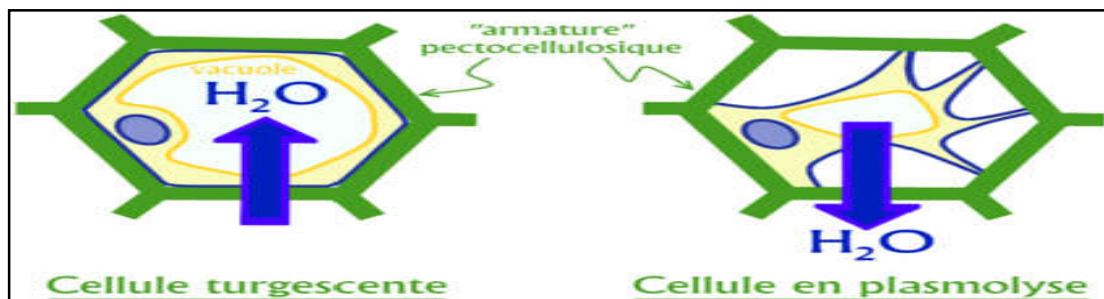
2170 P4	MS%	N2%	Force	Cond
MAX	40,2	8,4	146,4	1070
MIN	33	7,1	117,4	350

Résultats

MS% : le pourcentage de la matière sèche augmente pendant toute la durée de stockage de la levure en glacière à 2°C car l'eau s'évapore à cette température.

N₂ % : la teneur en azote diminue car la matière sèche augmente d'après la formule :

$N_2 = (V \cdot T (H_2SO_4) * 14 / MS) / PE$; mais si la cellule de *saccharomyce cerevisiae* perd son eau et elle devient plasmolysée, ses protéines se dégradent et par conséquent la teneur en azote diminue à partir de 6^{ème} semaine.



Force CO₂ : le volume de CO₂ reste stable mais une fois la cellule se dégrade donc elle perd sa capacité à dégager le gaz CO₂ ce qui explique la diminution de volume de CO₂.

Conductivité : si la matière sèche augmente la conductivité augmente car la teneur en eau diminue donc la concentration des sels (NaCl) augmente.

Conclusion

D'après les analyses physico-chimiques que j'ai effectué sur les différents lots de la levure pressée stockée en glacière ; on constate que :

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

On trouve une diminution au niveau de la teneur d'azote et de volume de CO₂ ; cela expliqué par la dégradation de la cellule de *saccharomyce cerevisiae* ; car elle perd son eau à cause de la température de 2°C en glacière ; et par conséquent le pourcentage de la matière sèche augmente donc la concentration de NaCl augmente alors automatiquement on à l'augmentation de la conductivité.

Puisque les paquets de la levure ont résistés, gardés leur qualité initiale concernant le pourcentage de l'azote et de phosphore et le volume de CO₂ ainsi que leur aspect, couleur et odeur, on peut dire donc que c'est une bonne levure conservable et elle peut résister même à une température ambiante ; car une semaine de Conservation à T=25°C équivalente à 15 jours de conservation à T=2°C.

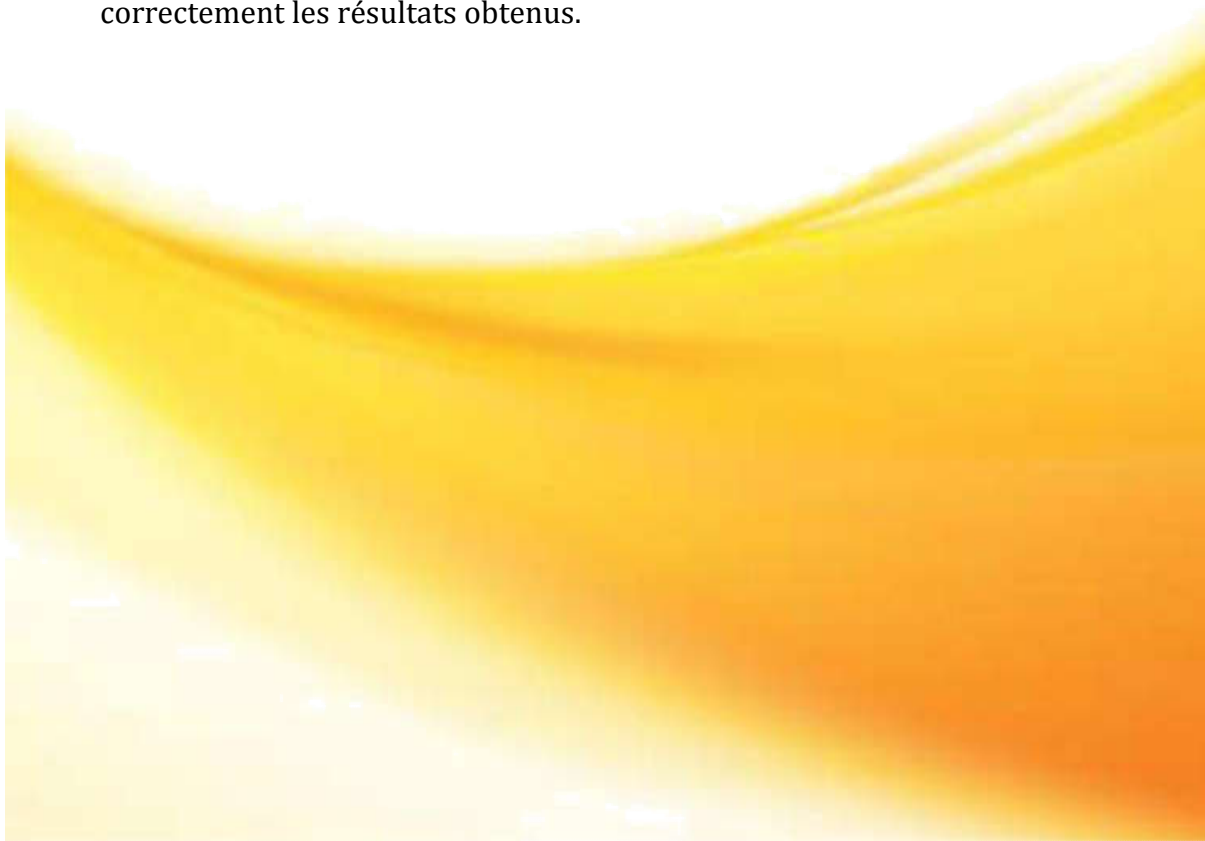


Conclusion Générale



Le stage que j'ai effectué à LESAFFRE Maroc m'a permis de bénéficier d'une vraie expérience professionnelle en faisant une relation véritable entre la théorie et la pratique, ce stage était une vraie formation multidisciplinaire parce qu'il développe plusieurs compétences :

- Le contact humain : il m'a permis de communiquer avec l'ensemble de personnel (ingénieurs, chefs de poste, ouvriers...) et par la suite de développer mes rapports communicationnels.
- La manipulation : il m'a permis de me familiariser avec les différents appareils de mesures et les différents mode opératoires des analyses physico-chimiques .
- Le commentaire et exploitation des résultats : il m'a permis de développer davantage mon esprit d'analyse pour pouvoir interpréter et exploiter correctement les résultats obtenus.





- ⌘ **A. Louiz ; Production de la levure de panification par biotechnologique ; J 6 013 -1**
- ⌘ **Rapport de stage de fin d'étude de FSTF**
- ⌘ **Les catalogues de la société LESAFFRE MAROC**
- ⌘ **www.lesaffre.com**
- ⌘ **www.perrin33.com**
- ⌘ **Forums.futura.sciences.com**
- ⌘ **www.cirad.fr**



Etuve



agitateur magnétique



Spectrophotomètre



Incubateur



Colorimètre NOVO-SHADE



balance électronique



Distillateur Büchi



digesteur



Dessiccateur



Titreur



pH-mètre

