



Année Universitaire : 2014-2015

**Master Sciences et Techniques GMP  
Génie des Matériaux et des Procédés**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**EVALUATION ET OPTIMISATION DES  
PERTES DE LA LEVURE SECHE**

**Présenté par:**

**BOUKROUROU Fatima ezahra**

**Encadré par:**

- **Mr. S.EL FIRDAWSI (LESAFFRE )**
- **Pr. S. SABIR (FST-Fès)**

**Soutenu Le 25 Juin 2015 devant le jury composé de:**

- **Pr. S. SABIR (FST-Fès)**
- **Pr. A. HARRACH (FST-Fès)**
- **Pr .A . LHASSANI (FST-Fès)**

**Stage effectué à : la société LESAFFRE Maroc (Fès)**





2014/2015

## Master Sciences et Techniques : Génie des Matériaux et des Procédés

**Nom et prénom: BOUKROUROU Fatima ezahra**

**Titre: EVALUATION ET OPTIMISATION DES PERTES DE LA LEVURE SECHE**

### Résumé

Le sujet des pertes est nouveau dans le domaine de la recherche. En effet c'est depuis toujours une notion d'équilibre ménager. Mais devant les quantités colossales qui sont en jeu et l'effet des pertes sur l'ensemble de la biosphère, il redevient une priorité dans les efforts pour assurer la sécurité alimentaire mondiale et dépasser le domaine d'économie ménagère. Cela soulève bien sur des questions de normes de réglementation, de validation et de recherche de méthodes pour limiter ces pertes.

Les possibilités de valorisation de ces déchets organiques sont une question associée aux pertes qui doit être traitée dans l'analyse de production et de l'utilisation de la levure.

C'est bien que ce rapport par ces points a une approche originale : une revue critique de définitions de pertes, les possibilités de valorisation et d'analyse les étapes de séchage de la levure sèche, des questions de recherche de solutions de réduction des pertes.

Il reste qu'avant de parler d'alimentation durable, une révolution des attitudes est nécessaire : considérer les pertes alimentaires comme anormale est une notion à redécouvrir individuellement et collectivement.

**Mots clés: la levure, fermentation, séchage, GLATT, T10, perte, optimisation, plan d'expériences, et diagramme d'Ishikawa.**





## *Dédicace*

**Je dédie cet effort à :**

*☞ A mes très chers parents*

*En reconnaissance de tant de sacrifices consentis pour moi. En témoignage de tant de soins et d'amour déployés pour mon éducation, mon instruction et mon bien-être.*

*☞ A mon frère*

*Ton soutien moral émerveillé par ton grande affection m'est d'un précieux atout dont je ne peux pas me passer.*

*☞ A mes formateurs*

*Pour leur compréhension, leurs conseils qui m'ont dirigés vers le chemin de succès et qui m'ont aidés tout au long de notre cursus universitaire.*

*☞ A mes cher(e)s ami(e)s*

*En témoignage de ma reconnaissance pour vos conseils, soutiens permanent ainsi que pour votre assistance. Je vous saurais gré de votre gentillesse et bienveillance.*

*\* Avec ma grande considération \**



## Remerciement

✧ A l'issue de ce projet de fin d'études, nous tenons à remercier en premier lieu notre **DIEU**, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail. Par suite on tient à exprimer nos remerciements et reconnaissances à toute personne qui y a contribué de près ou de loin à son élaboration.

✧ A notre encadrante de stage **Mm .Safia SABIR**. Pour son assistance et sa contribution à l'avancement de ce travail. Nous la remercions aussi pour sa disponibilité et pour toutes les remarques et les précieux conseils prodigués.

✧ A Monsieur **DAMIEN LESAFFRE**, Directeur de la société pour nous avoir accordé l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles ainsi que notre encadrant **Mr .Said EL FIRDAWSI** de la société LESAFFRE, pour son aide précieuse, pour les informations et notices techniques qui nous a fourni, ainsi que pour sa disposition et générosité.

✧ J'adresse également mes très sincères remerciements aux membres du jury d'avoir accepté de participer à ce travail.

✧ A tous les enseignants de la FST-Fès qui ont contribué à notre formation pendant ces années d'études et particulièrement aux enseignants du département de chimie.

✧ A tout le personnel de l'entreprise qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant notre stage et qui nous ont donné toutes les facilités nécessaires pour conclure notre travail.

Merci notamment à tous ceux que nous avons omis de citer, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et leur amitié.



## *Liste des figures.*

Figure 1: Structure d'une cellule de la levure.....	5
Figure 2 : Réacteurs à fermentation de la levure.....	8
Figure 3 : Système de clarification « un clarificateur ».....	9
Figure 4 : Procédé de traitement de la mélasse.....	10
Figure 5: Filtre rotatif.....	13
Figure 6 : Processus général de fabrication de la levure.....	14
Figure 7 : Processus du séchage. ....	22

## *Liste des courbes*

Courbe 1 : La variation du débit d'air en fonction du temps.....	19
Courbe 2 : La variation de la température du débit d'air en fonction du temps.....	20

## *Liste des tableaux*

Tableau 1 : Les quantités des pertes dans le sécheur Glatt.....	24
Tableau 2 : Les quantités des pertes dans le sécheur T10.....	25
Tableau 3 : Les quantités de la crème consommée.....	26
Tableau 4 : Les niveaux de chaque facteur.....	33
Tableau 5 : Matrice d'Hadamard.....	33
Tableau 6: Les expériences et leurs réponses.....	34
Tableau 7: Interprétation des résultats du plan d'expériences.....	36

## *Liste des graphes*

Graphe 1 :L'analyse du Pareto individuels et cumulés.....	35
Graphe 2 : Etudes de criblage d'effets totaux.....	35
Graphe 3 : Diagramme d'Ishikawa.....	38



## Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	<i>explication</i>
<b>ATP</b>	<b><i>Adénine Tri Phosphate.</i></b>
<b><i>pH</i></b>	<b><i>Potentiel d'Hydrogène.</i></b>
<b><i>MD</i></b>	<b><i>Mélasse Diluée</i></b>
<b><i>MDC</i></b>	<b><i>Mélasse Diluée Clarifiée</i></b>
<b><i>MDCS</i></b>	<b><i>Mélasse Diluée Clarifiée Stérilisée</i></b>
<b><i>SPI</i></b>	<b><i>Sphérule de Panification Instantanés</i></b>
<b><i>SPH</i></b>	<b><i>Sphérule de Panification Hydratée</i></b>
<b><i>m<sub>h</sub></i></b>	<b><i>Masse du corps Humide</i></b>
<b><i>m<sub>s</sub></i></b>	<b><i>Masse du corps Sèche</i></b>



## *sommaire*

Introduction générale.....	1
Présentation de la société LESAFFRE.....	2
<b><i>PREMIER CHAPITRE : PROCÉDE DE FABRICATION DE LA LEVURE</i></b>	
<b>I. GENERALITE SUR LA LEVURE.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1. DEFINITION.....</b>	<b>5</b>
<b>I.2. DEVELOPPEMENT DE LA LEVURE.....</b>	<b>6</b>
<b>II. LA FERMENTATION.....</b>	<b>6</b>
<b>II.1. DEFINITION.....</b>	<b>6</b>
<b>II.2. LA FERMENTATION AU SEIN DE LA SOCIETE.....</b>	<b>7</b>
<b>III. ETAPE DE FABRICATION DE LA LEVURE. ....</b>	<b>8</b>
<b>III.1. TRAITEMENT DE LA MELLASSE.....</b>	<b>8</b>
<b>a. Définition.....</b>	<b>8</b>
<b>b. Procédé de traitement de mélasse.....</b>	<b>8</b>
<b>III.2. PREPARATION DES SELS NUTRITIFS.....</b>	<b>11</b>
<b><i>III.3. PROCÉDE DE PRODUCTION DE LA LEVURE.....</i></b>	<b><i>11</i></b>
<b>a. Echelle laboratoire.....</b>	<b>11</b>
<b>b. Echelle industriel.....</b>	<b>11</b>
<b>DEUXIEME CHAPITRE : LES ETAPES DU SECHAGE.</b>	
<b>I. GENERALITE SUR LE SECHAGE. ....</b>	<b>18</b>
<b>II. LE SECHEUR A LIT FLUIDISE.....</b>	<b>18</b>
<b>III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....</b>	<b>19</b>
<b>IV. CONDISIONEMENT.....</b>	<b>20</b>
<b><i>TROISIEME CHAPITRE: ÉVALUATION ET OPTIMISATION DES PERTES DE LA LEVURE SECHE.</i></b>	
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>24</b>
<b>I. CALCUL DES PERTES.....</b>	<b>24</b>
<b>II. INTERPRETATION DES RESULTATS. ....</b>	<b>30</b>
<b>III. OPTIMISATION DES PERTES.....</b>	<b>31</b>



<b>IV.1. L 'OPTIMISATION DES PERTES PAR LE PLAN D'EXPERIENCES.....</b>	<b>31</b>
<b>a. Généralité sur le plan d'expériences.....</b>	<b>31</b>
<b>b. application du plan d'expériences sur les pertes.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.2. DIAGRAMME D'ISHIKAWA. ....</b>	<b>36</b>
<b>a. Généralité sur le Diagramme d'Ishikawa. ....</b>	<b>36</b>
<b>b. Application du diagramme d 'Ishikawa sur l'effet des pertes de levure sèche ....</b>	<b>38</b>
<b>C. Interprétation du diagramme d'Ichikawa.....</b>	<b>38</b>
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>39</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>40</b>
<b>Référence.....</b>	<b>41</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>42</b>





## *Introduction générale*

Le projet de fin d'études entre dans le cadre de l'ouverture de l'université Marocaine, notamment l'Université Sidi Mohamed Ben Abdel de Fès vers son environnement socio-économique.

L'encouragement de l'enseignement et la formation professionnelle des étudiants, concernant l'aspect technique et managérial, rentre parfaitement dans la stratégie adoptée par la société LESAFFRE. C'est dans ce contexte que j'ai réalisé mon stage de projet de fin d'études à la société industrielle LESAFFRE.

L'objectif global de mon stage de Fin d'études s'articule autour de deux volets ; Le premier consiste à se familiariser avec un nouvel environnement socio-économique (Industrie Marocaine), et à avoir une vision globale sur la production à l'échelle industrielle dans une entreprise multinationale telle que LESAFFRE. Le deuxième concerne l'évaluation et l'optimisation des pertes de levures sèches.

Ce mémoire présente le cadre dans lequel s'est réalisé mon stage en introduisant tout d'abord la filière de production de la Levure, l'entreprise, le procédé de fabrication de Levure et les étapes de séchage. Puis nous présenterons une étude sur les pertes de levure sèche, ce volet est d'une grande importance en but d'essayer d'optimiser ces pertes en utilisant le plan d'expériences et diagramme d'Ichikawa.



## *Présentation de la société LESAFFRE*

Créé en 1975, LESAFFRE MAROC est depuis 1993 majoritairement détendue par le groupe français LESAFFRE. Elle est ainsi devenue la première entreprise privatisée au Maroc, elle bénéficie de l'expérience et de la maîtrise technique du leader mondial de la fabrication de levure de panification.

LESAFFRE MAROC c'est le nom qui a remplacé SODERS depuis le 1<sup>er</sup> Juin 2007, et ce dans le souci de répandre le label LESAFFRE à travers tout le Maroc.

LESAFFRE MAROC fabrique et commercialise la levure et les améliorants de panification : les marques JAOUUDA en levure fraîche et sèche, et RAFIÄÄ en levure sèche, les améliorants de panification IBIS BLEU et MAGIMIX ainsi que des arômes. Sa large gamme de produits a fait d'elle aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels.

Bénéficiant du savoir-faire du groupe, LESAFFRE MAROC possède un laboratoire d'analyses qui effectue, chaque jour, de nombreux tests physico-chimiques. La qualité des levures est ainsi, sans cesse, évaluée afin d'optimiser leurs performances : forces, fermentatives, pureté, stabilité par rapport au contexte climatique.

Par ailleurs, le service qualité du groupe 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 charges très strict.

Vue cette qualité remarquable de ses produits, LESAFFRE MAROC a reçue deux trophées de mérite :

- ✓ Trophée du prestige Arabe en 1984 à Barcelone.
- ✓ Trophée international de qualité en 1985 à Madrid.



- Historique du groupe

1853 : Louis Lesaffre-Roussel et Louis Bonduelle-Dalle créent une distillerie d'alcool de grains et de genièvre à Marquette-lez-Lille.

1863 : Acquisition du premier moulin à Marcq-en-Baroeul. 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 branche levure du Groupe.

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.

1930 : L'environnement est déjà une préoccupation majeure pour LESAFFRE. C'est donc l'une des premières levurières au monde à opter pour la solution d'évaporation en remplacement de l'épuration des rejets (couteuse et imparfaite), cette technique induit une fermentation en milieu très concentré qui permet d'obtenir une qualité irréprochable.

1973 : Première production de levure sèche instantanée.

1975 : LESAFFRE s'est installé au centre nord du Maroc, à Fès dès 1975, d'abord sous le nom de SODERS puis LESAFFRE Maroc en 2007.

2001 : Création de LESAFFRE International (société de service du groupe LESAFFRE) et acquisition de la société américaine Red Star Yeast & Products.

2007 : Construction d'une usine d'extrait de levure en Iowa, Construction d'une unité de production en Chine, Acquisition des activités levure de Gilde (Amérique du Sud, Royaume-Uni, Export).



**PREMIER CHAPITRE :**  
**PROCEDE DE FABRICATION DE La**  
**LEVURE**



## I. GENERALITE SUR LA LEVURE.

### I.1. DEFINITION.

Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et eucaryotes, elles sont utilisées dans la fabrication du vin, du pain, de la bière et sont souvent utilisées comme aliments pour le bétail en raison de leur richesse en protéines et en vitamines B.

Elles sont capables de :

- ✓ Dégrader les aliments qui se trouvent dans leur milieu de culture grâce à une gamme très étendue d'enzymes d'hydrolyse telles que des lipases, protéases, saccharases et lactases.
- ✓ Effectuer les synthèses dont elles ont besoin pour leur croissance.

Il existe plus de 500 espèces de levures, mais seulement une petite partie de celles-ci est considérée comme ayant une importance commerciale, parmi elles, celle utilisée dans la fabrication de la levure boulangère *Saccharomyces cerevisiae* qui est naturellement présente dans l'air et peut se déposer sur la paroi des végétaux ou sur les aliments. En absence d'air, elle tire l'énergie nécessaire à sa vie du processus de fermentation panaière. En présence d'air, elle réalise des réactions de respiration et se multiplie abondamment. Ce processus est exploité lors de sa production industrielle (figure 1).

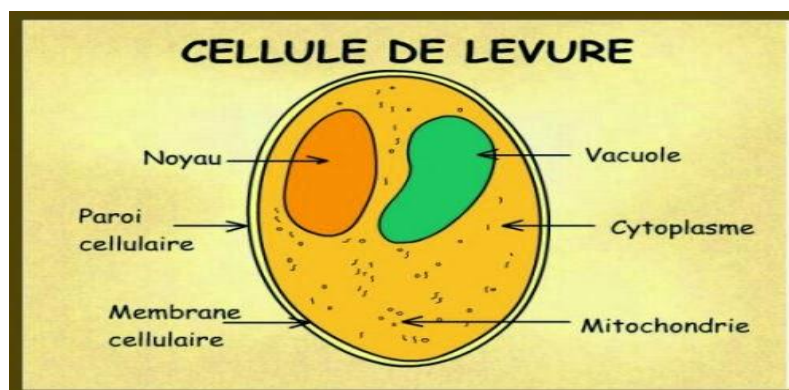


Figure 1: Structure d'une cellule de la levure.



## I.2. DEVELOPPEMENT DE LA LEVURE.

### Sans air :

En anaérobiose (absence d'air), le sucre est en grande partie transformé en alcool au détriment de l'énergie libérée. C'est le cas de la panification, la levure ne trouve plus d'oxygène. Le sucre fourni par la farine est transformé en alcool (évaporeré à la cuisson) et en gaz carbonique selon la réaction (1). Chez le boulanger, la levée de la pâte résulte de cette production de gaz carbonique. Là encore, de l'énergie est libérée, mais en faible quantité, suffisamment pour vivre mais pas pour se multiplier.



*Glucose → Gaz carbonique + Ethanol + Energie faible.*

### Avec air :

En aérobiose (présence d'air), les levures respirent et se multiplient abondamment, sans formation d'alcool. Le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau selon la réaction (2). Ce phénomène s'accompagne d'une libération importante d'énergie qui leur permet de croître et de se multiplier par bourgeonnement. Lorsque les deux cellules ont la même grosseur, elles se séparent et le bourgeonnement des cellules se poursuit. Ce processus métabolique est celui de la respiration. Il est exploité par les levurières pour multiplier les cellules.



*Glucose + Oxygène → Eau + Gaz carbonique + Energie importante.*

## II. LA FERMENTATION.

### II.1. DEFINITION.

La fermentation est un processus biologique se déroulant dans un milieu privé d'oxygène, elle permet de produire de l'énergie même en absence d'oxygène, mais avec un rendement plus faible. Elle est utilisée par un très grand nombre d'organismes, depuis la bactérie jusqu'à l'être humain.



Certains organismes utilisent exclusivement cette voie métabolique, d'autres alternent entre fermentation et respiration, en fonction des conditions (présence d'O<sub>2</sub>, concentration en glucose, etc.).

La fermentation est aussi utilisée dans de nombreux processus industriels, comme la production de fromage, d'alcool etc.

Il existe différents types de fermentations :

- la fermentation éthylique, qui produit de l'éthanol.
- la fermentation lactique, qui produit de l'acide lactique CH<sub>3</sub>CH(OH) COOH.

Le rendement de ce processus biochimique est inférieur à celui de la respiration cellulaire, qui utilise une chaîne de transport d'électron, dont l'accepteur final est l'oxygène. Par exemple, la fermentation lactique permet de produire 2 molécules d'ATP (Adénine Tri Phosphate) par molécule de glucose utilisée, alors que le processus de respiration cellulaire en produit 36 à 38.

## II.2. LA FERMENTATION AU SEIN DE LA SOCIÉTÉ.

Le mélange préparé dans les préfermenteurs est ensuite envoyé dans les fermenteurs qui sont des grosses cuves de fermentations, remplies de substances alimentaires et de sucre (Sous forme de mélasse) d'une part, et surtout de grandes quantités d'air stérile d'autre part, insufflés par compresseur.

Ce processus de fermentation est entièrement géré par ordinateur. Des paramètres comme la température, le pH, le débit d'air et l'apport de mélasse sont continuellement suivis.

Pendant la fermentation, la levure est rafraîchie en permanence afin d'en réguler le développement (Figure 2).





Figure 2 : Réacteurs à fermentation de la levure.

### III. ETAPE DE FABRICATION DE LA LEVURE.

#### III.1. TRAITEMENT DE LA MELLASSE.

##### *a. Définition.*

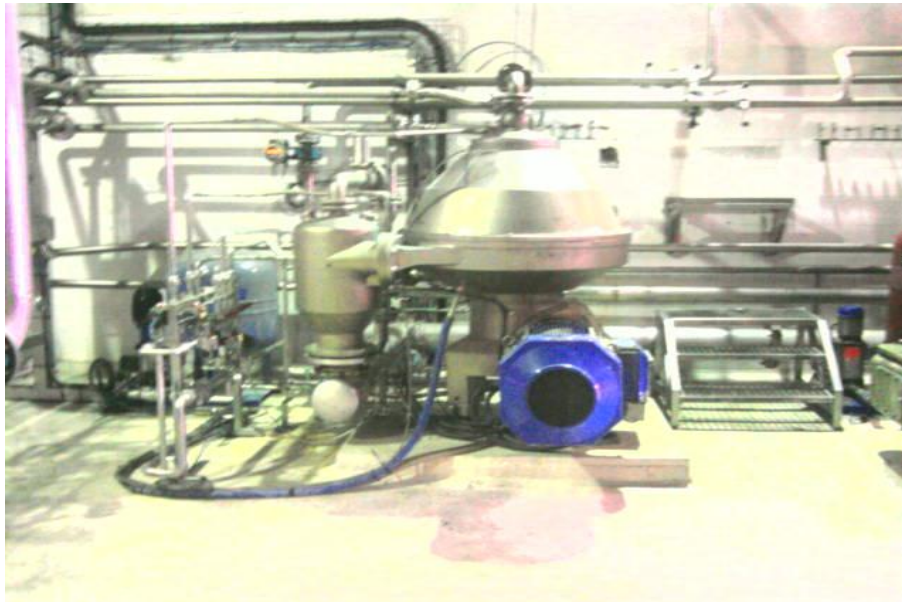
La mélasse est un sous-produit visqueux issu de la transformation de la canne à sucre ou de la betterave sucrière, c'est une source d'énergie rapide et riche en minéraux. En comparaison à d'autres sources d'énergie, la teneur en Azote de la mélasse de canne est élevée (jusqu'à 2 %), alors qu'elle procure un faible apport en phosphore. La mélasse de canne fournit également un apport élevé en sodium, en potassium (présent sous forme de chlorure), en magnésium et en soufre. La mélasse de betterave fournit un apport plus élevé en potassium et en sodium, mais un taux inférieur en calcium.

##### *b. Procédé de traitement de la mélasse.*

✓ La dilution : La mélasse passe à 20°C vers une grande cuve dans deux canalisations, l'une pour la betterave et l'autre contient la canne, on ajoute de l'eau chaude à 65°C (cette eau provient de son contact avec la mélasse stérilisée au niveau de l'échangeur thermique). On injecte par la suite, la vapeur par une électrovanne du bas de la cuve pour élever la température à 70°C. en fin, on mélange le tout grâce à un agitateur ; on parle d'une mélasse diluée (MD) dont la température est de 70°C.



- ✓ La clarification : La mélasse diluée subit par la suite, une opération de clarification dans des clarificateurs. Cette opération a pour but d'éliminer la boue et les matières colloïdales pour avoir à la fin une mélasse diluée clarifiée (MDC) (figure 3).



**Figure 3 : Système de clarification « un clarificateur ».**

- ✓ La stérilisation : la MDC passe par un échangeur thermique à plaque (pour gagner un peu de chaleur au niveau du stérilisateur) et sort à une température au voisinage de 90°C avant sa stérilisation par injection de vapeur, puis elle passe à travers un serpentin pour tuer toutes les bactéries qui ont besoin d'un grand temps de stérilisation. La mélasse diluée, clarifiée et stérilisée (MDCS) sort à une température de 130°C puis stockée dans deux cuves. Le temps de stérilisation est de 2 à 3 min selon le débit de la mélasse.
- ✓ La distribution : Afin d'être utilisée pour la fermentation, la MDCS qui est à la température de 120 °C passe dans l'échangeur à plaque dans le but d'augmenter la température de la MDC qu'on fait aussi passer dans le même échangeur, le rôle de cette opération est de diminuer la température de MDCS de 120 °C à 90°C et d'augmenter celle de la MDC de 70°C à 90°C. En se basant sur l'échange thermique qui se produit au sein de l'échangeur, on fait passer la MDCS (90°C) dans d'autres échangeurs à plaque en contact avec l'eau froide pour avoir la MDCS à 30°C et par le même principe thermique la chaleur de l'eau augmente à 65 °C, ce dernier permet la dilution de la mélasse.

La figure suivante montre le procédé de traitement de la mélasse.

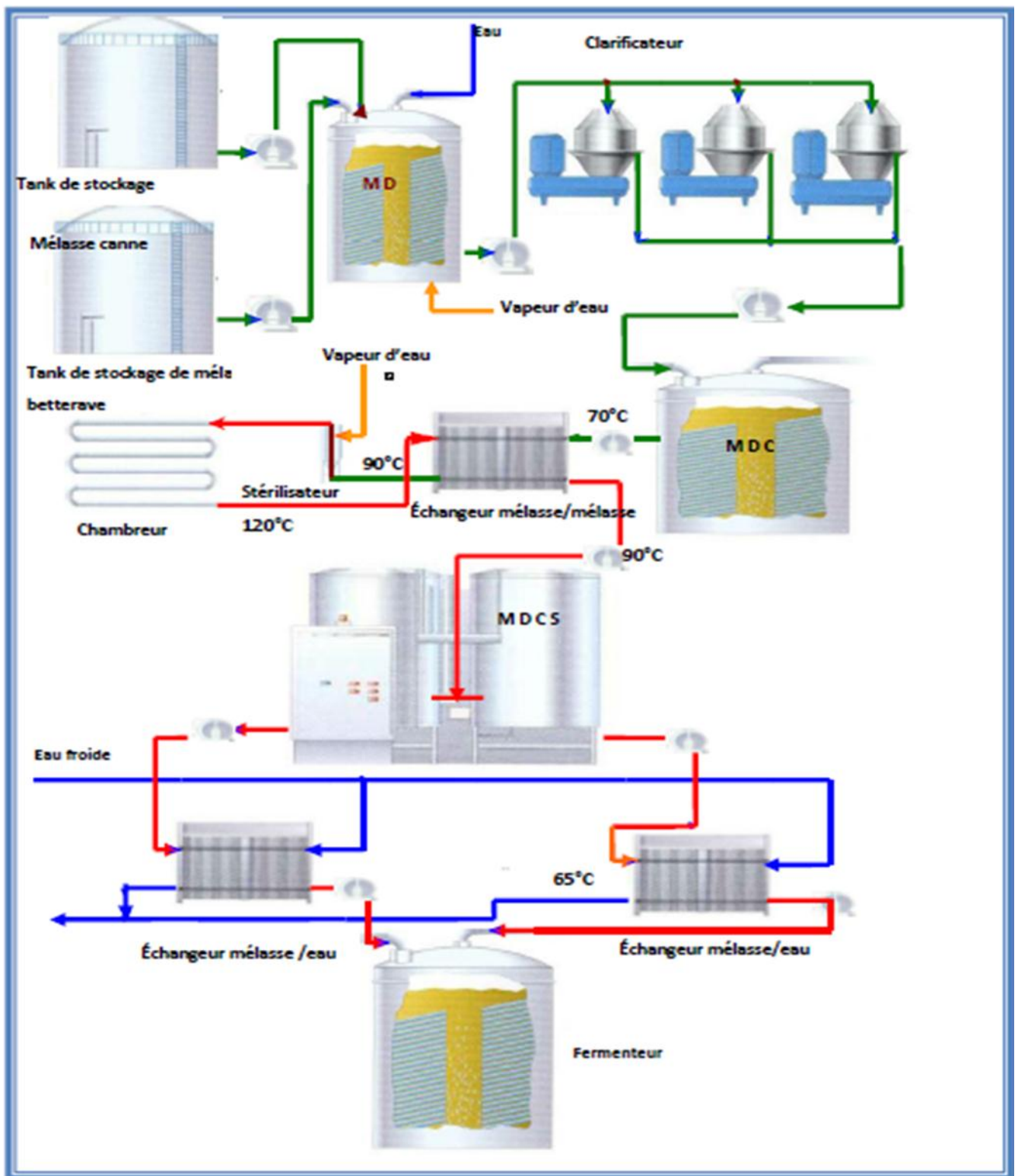


Figure 4 : Procédé de traitement de la mélasse.



### III.2. PREPARATION DES SELS NUTRITIFS.

La mélasse, l'urée, le sulfate d'ammonium et le mono ammonium phosphate sont des éléments essentiels dont la levure a besoin au cours de sa fermentation.

- Préparation de la mélasse : la mélasse présente pour la levure une source de carbone sa préparation (75% betterave + 25% canne) consiste à une dilution, décantation, stérilisation et clarification.
- Préparation de l'urée, sulfate d'ammonium et le mono ammonium phosphate : ses sels nutritifs offrent pour les levures les sources d'azote et du phosphate et leurs préparations comprennent seulement une dilution. Après la préparation, chaque élément sera stocké dans une cuve, en attendant sa consommation lors de la phase de fermentation.

### III.3. PROCEDE DE PRODUCTION DE LA LEVURE.

#### *a. Echelle laboratoire.*

A partir d'une souche soigneusement sélectionnée, on obtient une cellule de "Saccharomyces cerevisiae" cette dernière est inoculée dans un ballon de culture appelé Van Lear à une température inférieure à 5°C, contenant un milieu nutritif pour favoriser la première multiplication et donc obtenir de plusieurs cellules. Après 24 heures, les levures obtenues sont inoculées dans une autre verrerie nommée Carlsberg à une température de 28°C puis on les laisse 24 heures sous agitation pour l'aération de la levure.

On obtient ainsi une quantité de levure suffisante pour passer à l'échelle semi industriel qui se déroule dans une cuve de 800 litres, en ajoutant cette fois la mélasse et d'autres ingrédients tels que l'urée qui contient de l'azote et le phosphate que la levure nécessite ainsi qu'une quantité d'air (O<sub>2</sub>).

#### *b. Echelle industriel.*

##### ✓ Pré-fermentation :

Cette opération se poursuit dans un pré-fermenteur bien nettoyé par la soude, à une température de 90 °C et rincé à l'eau. Avant le refoulement du volume de 800 litres dans ce pré-fermenteur, le milieu doit être préparé comme suit : la cuve est remplie par le volume



d'eau nécessaire, on ajoute le sulfate de magnésium, l'eau de javel pour la stérilisation et l'acide sulfurique pour ajuster le pH.

La mélasse, le sulfate d'ammonium et le mono ammonium phosphate sont ajoutés graduellement au cours de la pré-fermentation selon les besoins de la levure. L'air aussi est apporté graduellement avec le temps, suivant la concentration de la levure dans le milieu.

✓ Fermentation de la levure mère :

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation de la levure mère qui se fait dans des grandes cuves. Dans cette étape, l'alimentation en mélasse et les autres ingrédients est poursuivie. Après une durée de 17 heures en fermentation, on aura une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le MOUT.

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

✓ Séparation de la levure mère :

Dès que la fermentation de la levure mère touche sa fin, on arrête la nutrition, le moût levuré est envoyé vers un séparateur centrifuge afin de séparer la phase solide (crème) de la phase liquide (moût délevuré). La crème obtenue, sera stockée dans des cuves munies d'un système de refroidissement pour assurer une température de 4°C.

✓ Fermentation de la levure commerciale :

La crème déjà séparée, constitue le pied d'ensemencement pour la fermentation commerciale. Cette étape de fermentation se déroule dans des fermenteurs de capacité plus grande, elle permet d'obtenir le produit fini, son principe est le même que celui de la fermentation de la levure mère, Après 17 heures de fermentation, le contenu est refoulé vers la station de séparation.



✓ Séparation de la levure commerciale :

La station de séparation comporte deux lignes de séparation en parallèle, au niveau de chaque ligne se trouvent deux séparateurs montés en série. Le premier sépare le moût délevuré de la crème et le deuxième fini le travail en mélangeant la crème avec l'eau pour éliminer le maximum de moût délevuré et éclaircir sa couleur. La crème commerciale ainsi obtenue, est stockée dans des cuves de garde à une température de 4°C.

✓ La filtration :

La société LESAFFRE utilise des filtres rotatifs à tambour de 8cm<sup>3</sup> de surface pour une meilleure filtration. On ajoute de la saumure (NaCl +H<sub>2</sub>O) à la crème, on aura donc une différence de concentration entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule de la levure, ce qui favorise une diffusion de l'intérieure vers l'extérieur (figure5).

On met une pré- couche d'amidon, dissoute dans l'eau, sur des filtres d'épaisseur 2 à 3 cm .Cette pré- couche permet de filtrer la levure et faire passer uniquement l'eau.



**Figure 5: Filtre rotatif.**





La figure 6 détaille le processus général de fabrication de la levure.

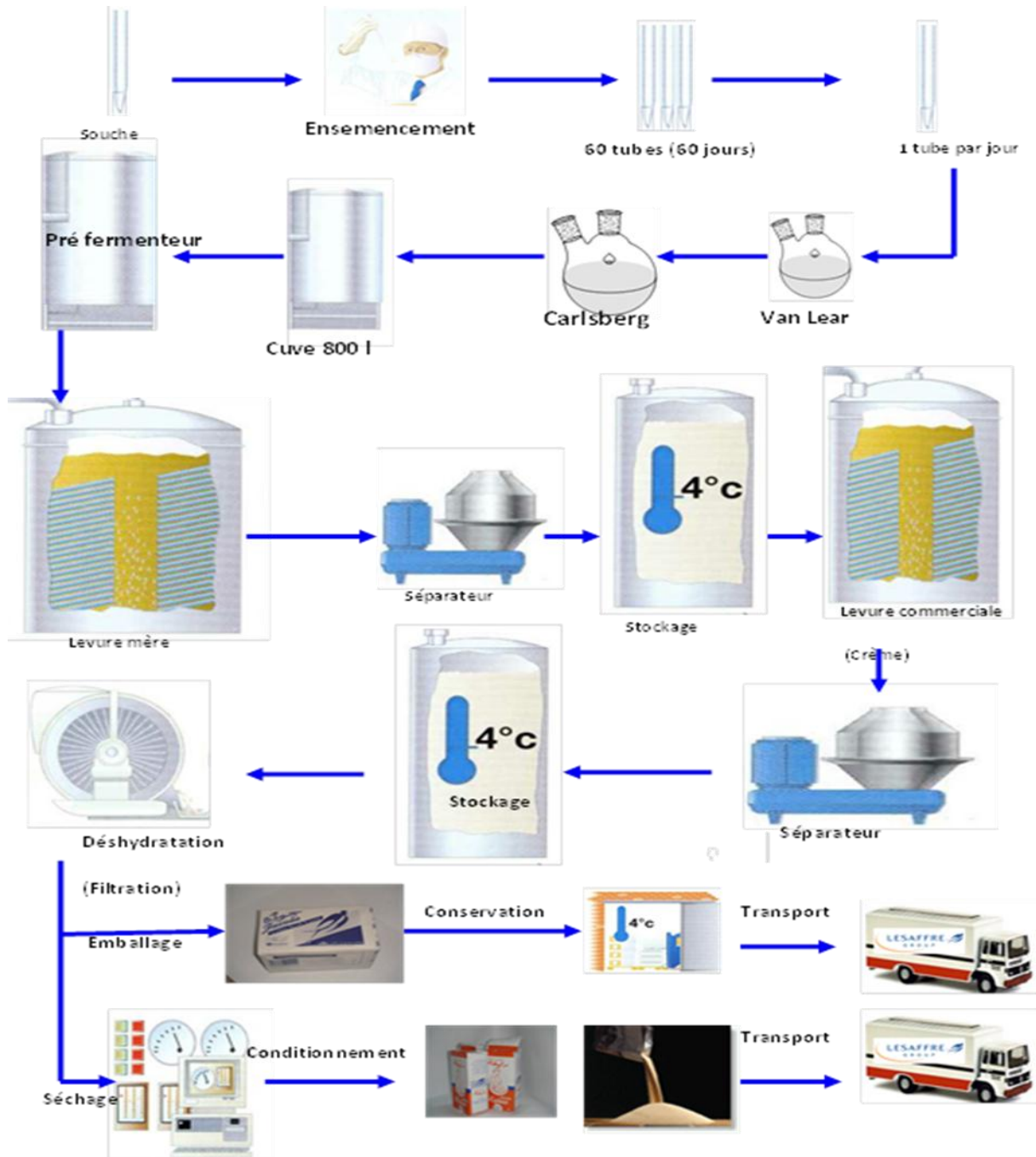


Figure 6 : Processus général de fabrication de la levure.



- **Remarque :**

La société produit deux types de levure :

La levure fraîche : Le conditionnement de cette levure débute par la filtration de la crème sur des filtres rotatifs sous vide. Donnant après boudinage la levure bien fraîche que le boulanger recherche, 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.

La levure sèche : qui se devise aussi en 2 types :

- **La levure sèche active ou SPH :**

Sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ 4 heures pour une quantité de 400 kg à 500 kg, et s'effectue à 45°C, emballées sous air dans des sachets de 50 g, 100 g, et 500 g (Jaouad).

- **La levure sèche instantanée ou SPI :**

Sous forme de bâtonnets, elle a une durée de séchage de 20 min environ pour une quantité de 300 Kg. Elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la SPH, emballées sous vide dans des sachets de 125 g, 13 g (Rafiaa) ou 500 g (Nevag).

Comparaison entre levure sèche et levure fraîche :

- ✓ La levure sèche est une levure fraîche déshydratée obtenue par séchage sous vide et à basse température, elle est de conservation plus longue.
- ✓ La levure sèche contient très peu d'eau (elle est séchée sous vide à basse température). Cette caractéristique la rend très stable, résistante pendant le transport, il faut qu'elle se conserve très bien dans un endroit frais et sec (jusqu'à 6 mois).
- ✓ La levure fraîche de boulangerie est une pâte de couleur jaune grisâtre, très friable, au touché soyeux, frais et agréable, partiellement débarrassée de son eau, avec une odeur légèrement acidulée rappelant celle des produits de la fermentation.



✓ La levure fraîche est plus hydratée et a besoin d'un endroit frais (autour de 4°C) pour se conserver (pendant de 2 semaines). Elle doit avoir un aspect clair, humide et sans odeur acide. Elle est plus fragile.





**DEUXIEME CHAPITRE :**  
**LES ETAPES DU SECHAGE.**



## **I. GENERALITE SUR LE SECHAGE.**

Le séchage est un procédé de conservation extrêmement ancien dont l'objectif principal est de convertir des denrées périssables en produits stabilisés, par abaissement de l'activité de l'eau, diminuer la disponibilité d'eau libre, interdire ou minimiser toute activité de détérioration : microbienne, biochimique, chimique.

En dehors de son premier objectif, le séchage a pour intérêt de :

- Faciliter la conservation des produits.
- Diminuer la masse et le volume des aliments pour réduire leur encombrement et faciliter leurs emballages, transports.
- Donner une présentation, une structure ou une fonctionnalité particulière aux produits.
- Avoir une stabilité et une standardisation du produit final (teneur en eau constante, produit fini homogène). L'abaissement de l'activité d'eau par séchage permet d'obtenir une inhibition des phénomènes microbiens et une stabilité des produits.

Les aliments séchés en général, ne nécessitent pas de réfrigération pour se conserver.  
La société LESAFFRE utilise le sécheur à lit fluidisé.

## **II. LE SECHEUR A LIT FLUIDISE.**

Son principe consiste à envoyer le courant du gaz, chauffé en dessous d'une plaque perforée, sur laquelle est placé le solide à sécher au débit qui correspond à son fluidisation. La réalisation de ce type de séchage peut se faire en disposant le solide dans un récipient muni d'un double fond, la paroi supérieure de ce dernier étant une plaque perforée, l'alimentation se fait en continu et le produit séché sort en continu par le trop-plein. Après le raclage, le gâteau tombe dans la boudineuse puis il est mélangé avec un produit appelé émulsifiant qui conserve la levure qui sort sous forme de vermicelle à l'aide d'une grille pour faciliter le séchage.



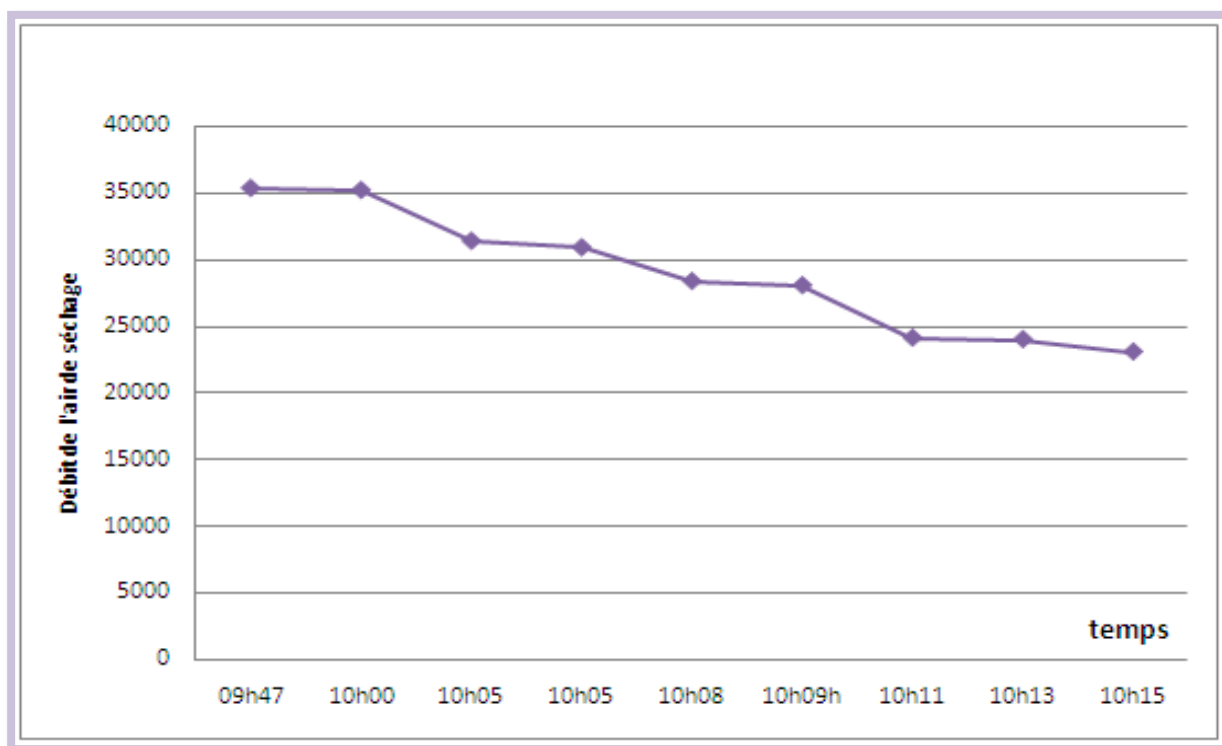
### III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

L'air ambiant entre par les volets, est aussi filtré pour éliminer la poussière, puis il passe par le système froid afin d'éliminer le maximum d'humidité et avoir un air sec. Ensuite, il passe par les batteries de chauffes puis il traverse le séchoir et entre en contact avec la levure qui a un pourcentage de 60% d'eau. On aura donc un gradient de température et un gradient de concentration en eau ce qui permet une diffusion de l'eau de la levure vers l'air sec.

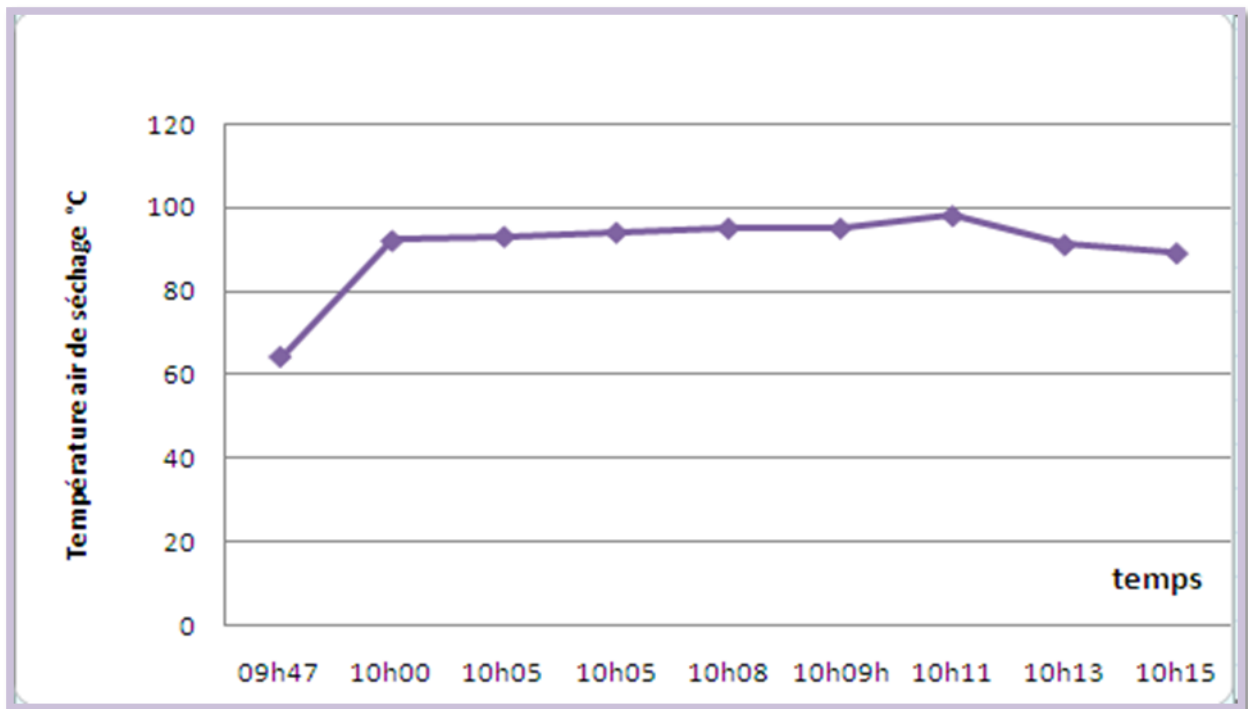
L'extraction de l'eau de levure se fait en 3 étapes :

- 1ère étape : pour éliminer l'eau externe au maximum, on fait envoyer un courant d'air d'une température de 100°C sur les grains de la levure.
- 2ème étape : on diminue la température de la vapeur pour éviter la mort des cellules.
- 3ème étape : pour augmenter la teneur de la matière sèche, on fait envoyer d'une manière continue et rapide des courants d'air sur les grains.

Les Courbes suivantes (1) et (2) : montrent la variation du débit d'air et leur température en fonction de temps au cours de séchage.



**Courbe 1 : La variation du débit d'air en fonction du temps.**



**Courbe 2 : La variation de la température d'air de séchage en fonction du temps.**

- ✓ A LESAFFRE il existe deux types de séchoir, le premier fonctionne manuellement appelé T10. Le second est automatique lié à un ordinateur, pour un contrôle à distance appelé GLATT et se compose de deux bols, un qui reçoit de la levure fraîche et quand elle est séchée elle fait un pivot à 180° avec l'autre bol pour vidanger la levure sèche. Cette dernière est tamisée par un tamiseur et envoyée au conditionnement à l'aide d'un convoyeur.
- ✓ Pendant le séchage, la poussière se produit et pour éviter la sortie de cette dernière à l'atmosphère il existe des filtres dépoussiéreurs en haut des séchoirs (T10) ou à l'extérieur (GLATT), et quand ils sont pleins on les vide.

#### **IV. CONDISIONEMENT.**

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 blanche caractéristique de la levure (le gâteau).



Le gâteau obtenu est transformé en vermicelle, à l'aide d'une grille de porosité connue, cette dernière est ensuite transférée au sécheur par une conduite vibratoire afin d'éliminer le maximum d'eau restante dans la cellule sans l'endommager, tout en augmentant le taux de matière sèche jusqu'à 94% à 95,5%, Cette levure est ensuite, emballée soigneusement sous vide en sachets d'aluminium et stockée en magasin. Le contact avec l'air, l'eau et la lumière doit absolument être évité afin de préserver la meilleure conservation de la levure déshydratée (Figure 7).

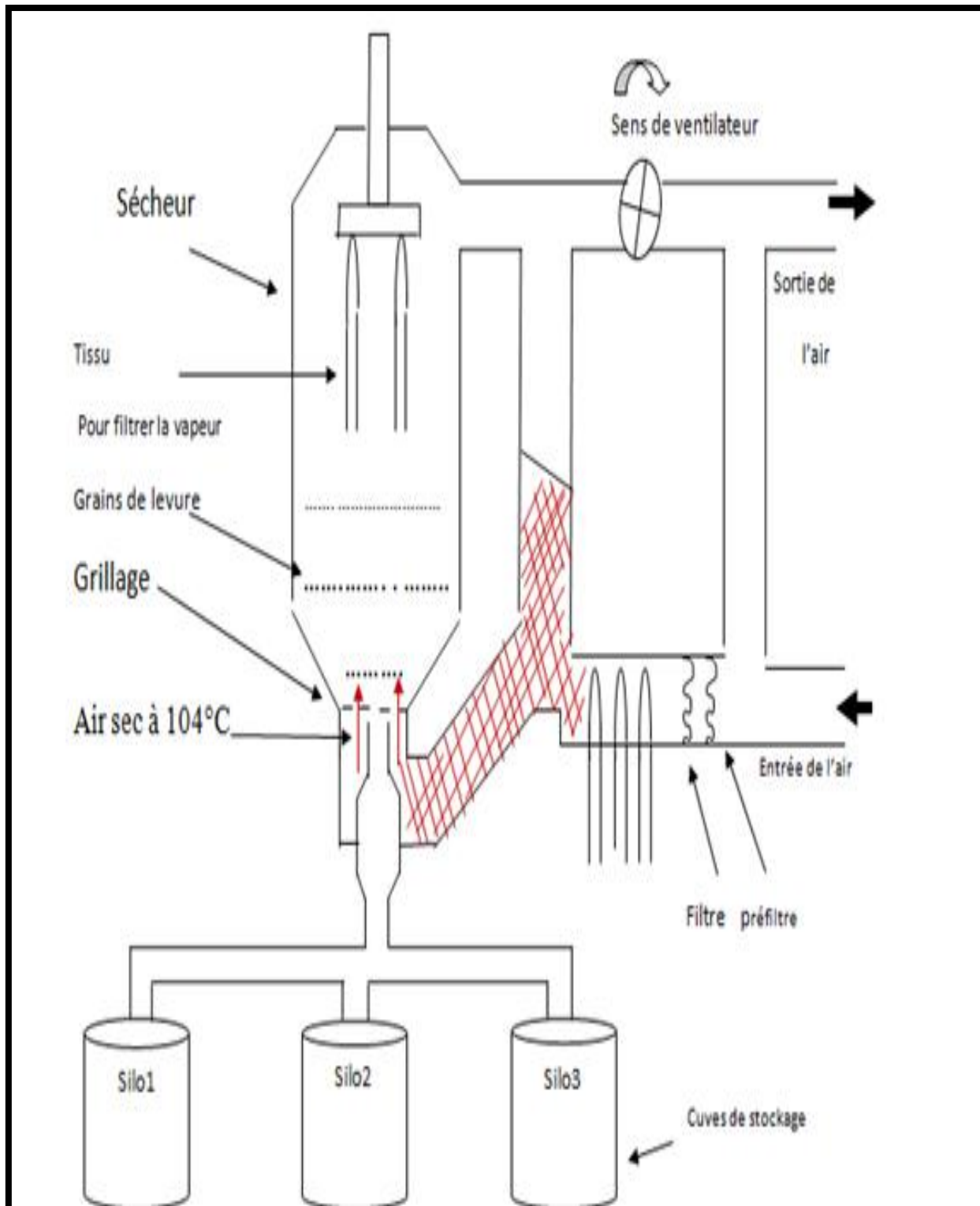


Figure 7 : Processus du séchage.



**TROISIEME CHAPITRE:**  
**ÉVALUATION ET OPTIMISATION DES**  
**PERTES DE LA LEVURE SECHE.**



## I. INTRODUCTION.

Le séchage est une opération unitaire qui a pour but d'éliminer, sous l'effet de la chaleur, le maximum possible de liquide qui accompagne un solide.

Au cours du séchage, il y a des pertes de la levure en différents points soit au niveau des deux sécheurs GLATT et T10 ou avant l'enter dans les sécheurs.

L'objectif du travail qui m'a été confié, durant la période de mon stage au sein de la société, est de déterminer la quantité des pertes par rapport à la quantité de levure sèche produite, et essayer de l'optimiser.

## II. CALCUL DES PERTES.

Les quantités des pertes de la levure au niveau des sécheurs GLATT et T10 ont été déterminée sur une série de crème et pendant une période bien déterminée.

Les tableaux suivants ressemblent les résultats obtenus.

- . Pour le sécheur Glatt.

sécheurs	Numéro de la crème	Nombre de charges	Pertes en Kg			Date
			Pivotage	Dépoussiéreuse	Tamissage	
GLATT	198	23	15,12	137,65	9,12	25/02/2015
	202	19	6,78	120	6	26/02/2015
	210	29	18	160	10	28/02/2015
	217	21	15	125	8	01/03/2015
	220	17	11	120	10	03/03/2015
	223	20	10,27	106	5,24	04/03/2015
	223	30	18,89	161	11	05/03/2015
	227	32	20,01	134	8,47	09/03/2015
	<b>Totales</b>	191	<b>115,07</b>	<b>1063,65</b>	<b>67,83</b>	<b>1246.55 Kg</b>

Tableau 1 : Les quantités des pertes dans le sécheur Glatt.





- Pour le sécheur T10.

	Numéro de crème	Nombre de charges	Pertes en Kg		Date
			Secouage des filtres	Tamissage	
Sécheur T10	198	12	68,01	4,01	25/02/2015
	202	23	114,10	7,91	26/02/2015
	210	10	50,2	4,68	28/02/2015
	217	17	79,8	5,16	01/03/2015
	220	21	82,57	6,05	03/03/2015
	223	11	62,03	2,93	04/03/2015
	223	22	123,01	7,26	05/03/2015
	227	18	77,20	5,08	09/03/2015
	<b>Totales</b>	134	<b>656.92</b>	<b>43.08</b>	<b>700 kg</b>

Tableau 2 : Les quantités des pertes dans le sécheur T10.

$\Sigma$ des pertes

$$(glatt+T10)=1246.55+700=1946.55 \text{ kg}$$



Numéro de la crème	Quantité de la crème en Kg
198	27780
202	29600
210	27290
217	36400
220	33810
223	36700
227	9670
<b>Quantité totale de la crème consommée</b>	<b><math>\Sigma = 201250</math> Kg</b>

**Tableau 3 : Les quantités de la crème consommée.**

- ✚ La teneur de la matière sèche : C'est le rapport entre la masse d'eau (humidité) et la masse du corps solide ramené à l'état de siccité. On note la teneur de la matière sèche H :

$$H\% = [(m_h - m_s) / m_h] * 100$$

Avec  $m_h$  : masse du corps humide.

$m_s$  : masse du corps sèche.

- ✚ Puisque c'est juste la teneur en eau qui change pendant le séchage, on a donc :

$$\text{Entrée} = \text{Sortie}$$

$$\text{Crème à 32\% de matière sèche} = \text{Levure sèche à 95\% de matière sèche}$$

- ✚ D'après cette relation, on peut calculer la quantité théorique de la levure : X



Entrée de la levure = sortie de la levure

$$201250 \text{ (Kg)} \times 0.32 = X \text{ (Kg)} \times 0.95$$

$$\text{Donc : } X = \frac{201250 \times 0.32}{0.95} = 67789,5 \text{ Kg.}$$

$$\mathbf{X = 67789.5 \text{ Kg}}$$

✚ Durant cette période, la quantité de la levure sèche produite dans le stock était de :

$$\mathbf{\text{Le stock final} = 64976\text{Kg}}$$

✚ On pourra donc calculer la quantité des pertes théoriques :

$$\mathbf{\text{Pertes théoriques} = X - \text{Le stock final} = 67789.5 - 64976 = 2813.5 \text{ kg}}$$

On peut remarquer que cette valeur est différente  
à celle trouvée réellement au cours du séchage

Pertes réelles = 1946.55 kg  
pertes théoriques = 2813.5 kg



- ✚ On déduit qu'il y a aussi des pertes de la levure avant le séchage au niveau de T10 et GLATT :

$$\text{Pertes avant le séchage} = \text{Pertes théoriques} - \text{Pertes réelles} = 2813.5 - 1946.55 = 836.95 \text{ kg}$$

- ✚ D'après les résultats précédents le calcul des pourcentages des pertes est le suivant :

Le pourcentage des pertes de la levure avant le séchage :

$$\frac{\text{Pertes avant le séchage}}{\text{La quantité théorique}} \times 100 = \frac{836.95}{67789.5} \times 100 = 1.23\%$$

Le pourcentage des pertes de la levure pendant le séchage dans GLATT et T10 :

$$\frac{\text{Pertes réelles}}{\text{La quantité théorique}} \times 100 = \frac{1946.55}{67789.5} \times 100 = 2.87\%$$

Le pourcentage total des pertes de la levure sèche après le séchage :

$$\frac{\text{Pertes théoriques}}{X} \times 100 = \frac{2813.5}{67789.5} \times 100 = 4.15\%$$

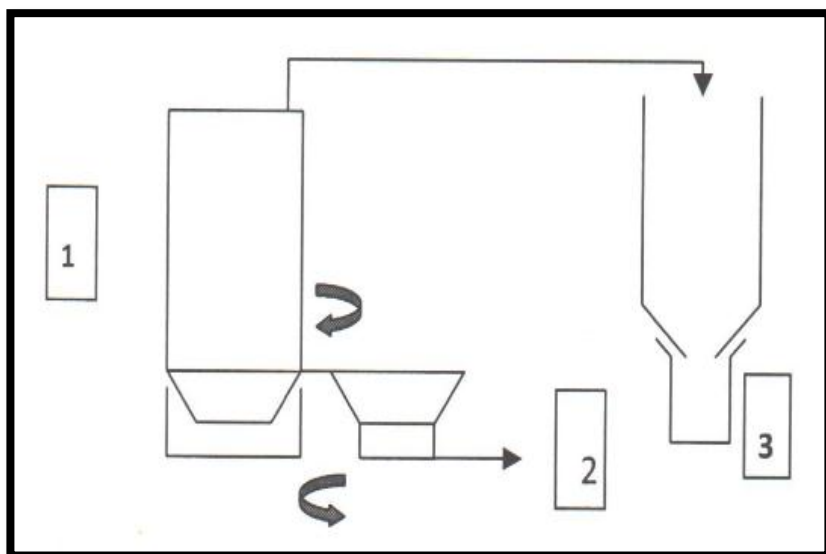
$$\text{Le pourcentage total des pertes de la levure sèche} = 4.15\%$$



- *Remarque*

Les points des pertes de la levure au niveau du séchage :

✚ Pour le GLATT :

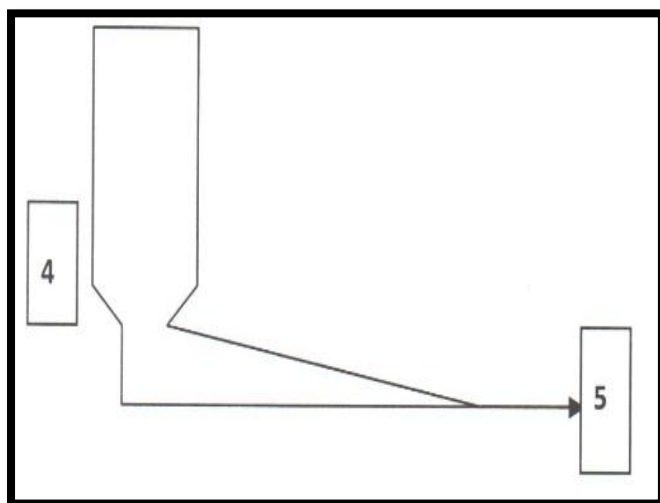


1 : perte de la levure sèche pendant le pivotage.

2 : perte de la levure sèche pendant le tamisage.

3 : perte de la levure sèche au niveau de dépoussiéreuse.

✚ Pour T10 :



4 : perte de la levure sèche récupérée de filtre T10 au secouage

5 : perte de la levure sèche pendant le tamisage T10.



Les pertes de la levure avant le séchage sont observées au cours :

- De la filtration, au niveau de la pompe à vide du filtre rotatif.
- Du nettoyage des têtes de l'extrudeuse.
- Du changement de la pré-couche d'amidon au niveau du filtre rotatif.
- Du nettoyage général.

### III. INTERPRETATION DES RESULTATS.

- 4.15% de la levure sèche est perdu ; 1.23% avant le séchage et 2.87% au cours de séchage, donc le maximum de la perte est observé au cours de séchage.
- Le sécheur Glatt sèche une quantité de levure qui est égale à 246 kg dans une seule charge, alors que le sécheur T 10, sèche 110 kg par charge.

En se servant de ces 2 valeurs , on peut déterminer la quantité de perte dans 1 kg de la levure au niveau des 2 sécheurs.

D'après le suivi des pertes nous avons trouvé (voir tableaux 1et 2) :

✚ Pour GLATT :

191 charges  $\longrightarrow$  1246.55 Kg des pertes.

$$\begin{aligned} \text{La quantité des pertes dans 1 kg} &= \frac{\text{La quantité totale de perte du GLATT}}{\text{Nombre total de charge} \times \text{la quantité d'une seule charge}} \\ &= \frac{1246.55}{191 \times 246} = 0.0265 \text{ kg} = 26.51 \text{ g/ 1kg de levure} \end{aligned}$$

**La quantité des pertes dans 1 kg de la levure séchée dans le sécheur GLATT =26.51 g/1 kg de levure**



✚ Pour T10 :

$$\begin{aligned} 134 \text{ charges} &\longrightarrow 700 \text{ kg des pertes} \\ \text{La quantité des pertes dans 1 kg} &= \frac{\text{La quantité totale de perte du T10}}{\text{Nombre total de charge} \times \text{la quantité d'une seule charge}} \\ &= \frac{700}{134 \times 110} = 0.0474 \text{ kg} = 47.4 \text{ g / 1 kg de la levure.} \end{aligned}$$

**La quantité des pertes dans 1 kg de la levure séchée dans le sécheur T10 = 47.4 g/ 1kg de levure**

D'après ces résultats, on peut conclure que dans le sécheur T10 où la dépoussiéreuse est à l'intérieur il y a plus de perte que dans le sécheur GLATT.

Donc pour diminuer la quantité de perte, il est préférable d'utiliser un sécheur automatique où la dépoussiéreuse est à l'extérieur. C'est le cas de GLATT.

- Il est à noter aussi que d'après le suivi des pertes dans les sécheurs, la grande quantité de cette perte est au niveau de la dépoussiéreuse. Il est donc nécessaire de faire un contrôle des filtres et les échanger périodiquement.

#### **IV. OPTIMISATION DES PERTES.**

##### **IV.1. L'OPTIMISATION DES PERTES PAR LE PLAN D'EXPERIENCES.**

*a. Généralité sur le plan d'expériences.*

- Selon la [Norme ISO 3534-3]: Les plans d'expériences constituent essentiellement une Planification d'expériences afin d'obtenir des conclusions solides et adéquates de manière efficace et économique.
- Facteur : Paramètre expérimental que l'on veut étudier.
- L'objectif du plan d'expérience : Etablir la liste des facteurs, établir la liste des réponses, criblage des facteurs, étude des facteurs, optimisation, formulation.



- Le criblage des facteurs : Rechercher rapidement, parmi un ensemble de facteurs potentiellement influents, ceux qui le sont effectivement dans un domaine expérimental fixé.
- Niveau ou modalité d'un facteur : Un niveau correspond à une valeur ou à un état que l'on donne au facteur. Un plan classique comporte 2 niveaux par facteur, mais on peut définir 3 ou 4 niveaux par facteur sachant que plus il y a des niveaux, plus il y a d'expériences et que le coût augmente, les choix des niveaux étant techniques, l'avis des techniciens est indispensable.
- Matrice d'Hadamard : Arrangement orthogonal : selon la norme ISO 3534-3 un arrangement orthogonal est un ensemble de combinaisons de traitements expérimentaux.

### *6. Application du plan d'expériences sur les pertes.*

- Les facteurs qui influencent les pertes de la levure sèche :
  - Le débit d'air entré dans le sécheur dans la première phase de séchage en ( $m^3/h$ ).
  - La conductivité : est l'aptitude d'un matériau ou d'une solution à laisser les charges électriques se déplacer librement, la conductivité est vérifiée pour s'assurer que le système de filtration fonctionne correctement. Elle est également surveillée pendant le mixage du sel et de la levure ( $\mu S/cm$ ).
  - La durée de séchage : c'est le temps nécessaire pour sécher une charge de la levure en (min).
  - Une quantité d'émulsifiant qui contient l'eau, l'huile de soja et le mono-stéarate de sorbitane (un ester de sorbitane d'acide) sert à conserver et protéger le produit plus longtemps par la formation d'une couche brillante et lisse. Cette dernière permet d'éviter la dégradation de levure à cause de frottement externe des cellules au cours du séchage et donne aussi la couleur blanche caractéristique de la levure (Kg /charge).
- Les niveaux des facteurs : selon l'avis des techniciens nous avons choisi deux niveaux par facteur (tableau 4).





Nom	Débit d'air	Conductivité	Durée de séchage	Quantité d'émulsifiant ajouté
Unité	m <sup>3</sup> /h	μS/cm	min	Kg/charge
Niveau -1	31000	250	20	1.90
Niveau +1	35440	400	30	2

**Tableau 4 : Les niveaux de chaque facteur.**

- Matrice d'Hadamard : donnée automatiquement par le logiciel de plan d'expériences après avoir entré tous les facteurs et leurs niveaux (tableau 4).

N°Exp	X1	X2	X3	X4
1	1	1	1	-1
2	-1	1	1	1
3	-1	-1	1	1
4	1	-1	-1	1
5	-1	1	-1	-1
6	1	-1	1	-1
7	1	1	-1	1
8	-1	-1	-1	-1

**Tableau 5 : Matrice d'Hadamard.**

- Après la réalisation d'expériences présentées ci-dessus par la matrice, nous avons trouvé une réponse pour chaque expérience (Tableau 5).



N°Exp	X1	X2	X3	X4	Y1
1	1	1	1	-1	7.88
2	-1	1	1	1	7.50
3	-1	-1	1	1	5.02
4	1	-1	-1	1	5.50
5	-1	1	-1	-1	7.98
6	1	-1	1	-1	6.98
7	1	1	-1	1	7.04
8	-1	-1	-1	-1	6.40

	Réponse	Unité
Y1	les pertes	kg

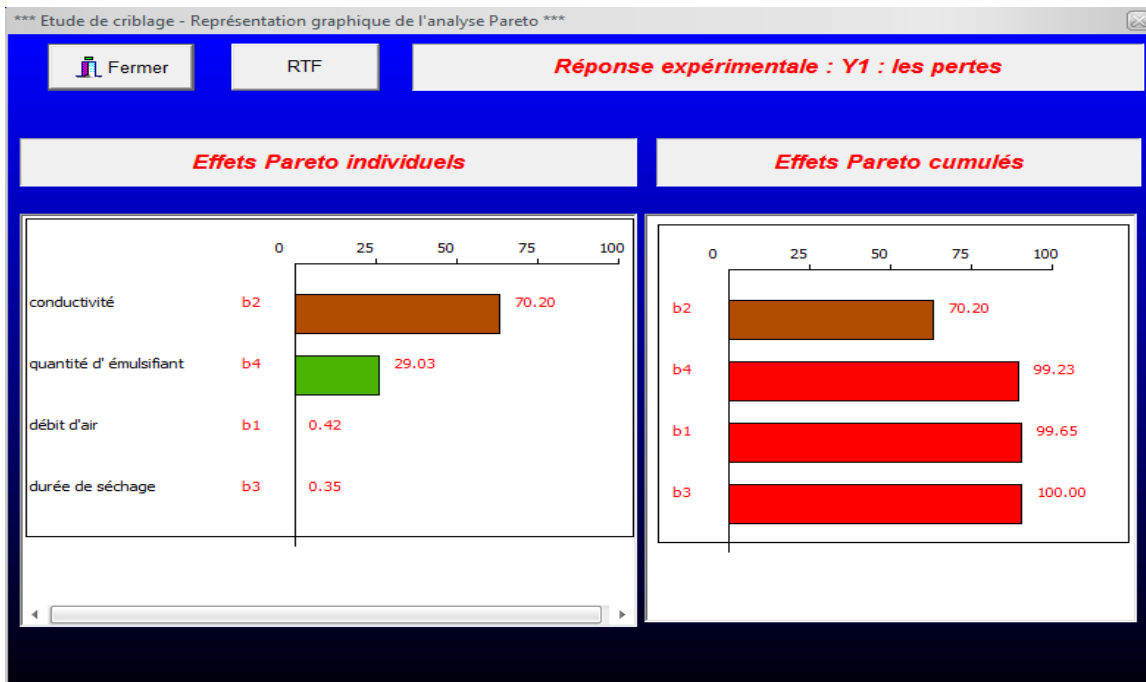
**Tableau 6: Les expériences et leurs réponses.**

Après insertion des résultats dans le logiciel, ce dernier nous donne les effets pareto qui nous révèlent le pourcentage d'influence de chaque facteur. Dans notre cas les facteurs les plus influents sont la conductivité avec un pourcentage de 70.20% et la quantité d'émulsifiant avec un pourcentage de 29.03% ( graphe 1).

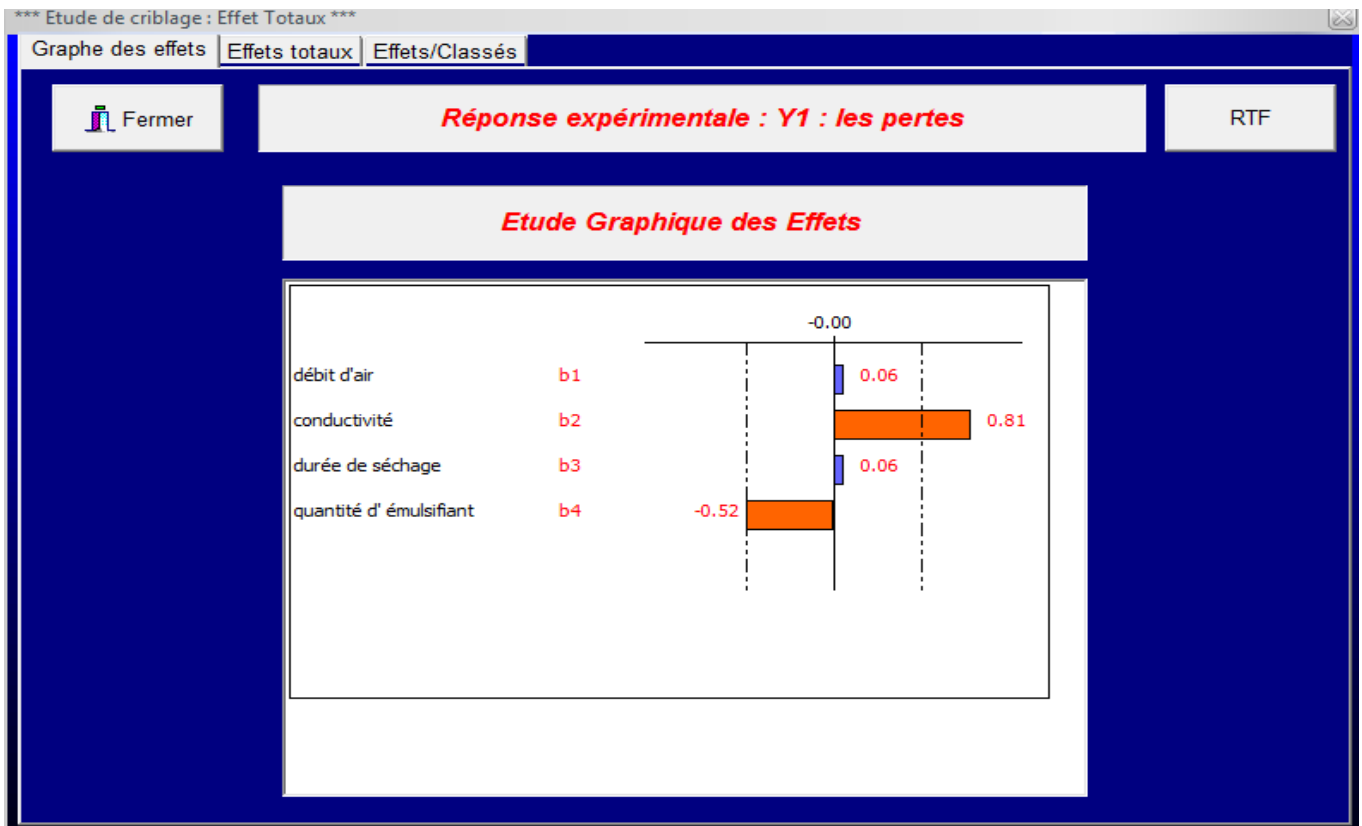
Et le deuxième graphe nous donne le sens d'influence de chaque facteur sur la réponse.  $Y=bx$  (graphe 2).

Y est la réponse, b est la pente, et x est le facteur.

Si b est négatif ça influence négativement sur le facteur et vis versa .



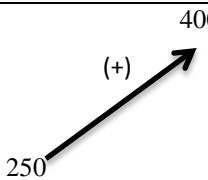
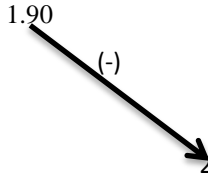
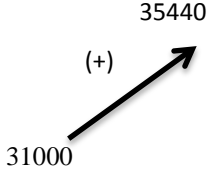
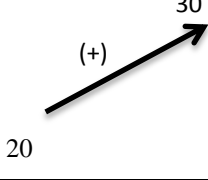
Graph 1 :L'analyse du Pareto individuels et cumulés.



Graph 2 : Etudes de criblage d'effets totaux.



Le tableau suivant rassemble tous les résultats du plan d'expériences (Tableau 7).

<i>La réponse</i>	<i>Les pertes</i>		
<b>Paramètres</b>	<b>Contribution%</b>	<b>Sens d'influence</b>	<b>Plan d'action</b>
<b>Conductivité (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	70.20		<b>250 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></b>
<b>La quantité d'émulsifiant (Kg/charge)</b>	29.03		<b>2 kg/charge</b>
<b>Débit d'air (<math>\text{m}^3/\text{h}</math>)</b>	0.42		<b>31000 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></b>
<b>La durée de séchage (min)</b>	0.35		<b>20 min</b>

**Tableau 7: Interprétation des résultats du plan d'expériences.**

## IV.2. DIAGRAMME D'ISHIKAWA.

### a. Généralité sur le Diagramme d'Ishikawa.

- Le diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, ou diagramme en arêtes de poisson ou encore 5M, est un outil développé par Kaoru Ishikawa en 1962 et sert dans la gestion de la qualité.
- Ce diagramme représente, de façon graphique, les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé comme outil de modération d'un remue-méninge ou bien outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées. Il peut être utilisé dans le cadre de recherche de cause d'un problème ou d'identification et gestion des risques, lors de la mise en place d'un projet.



- Ce diagramme se structure habituellement autour du concept des 5 M. Kaoru Ishikawa recommande de regarder en effet l'événement sous cinq aspects différents, résumés par le sigle et moyen technique 5M :

-Matière : les matières et les matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.

-Matériel : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.

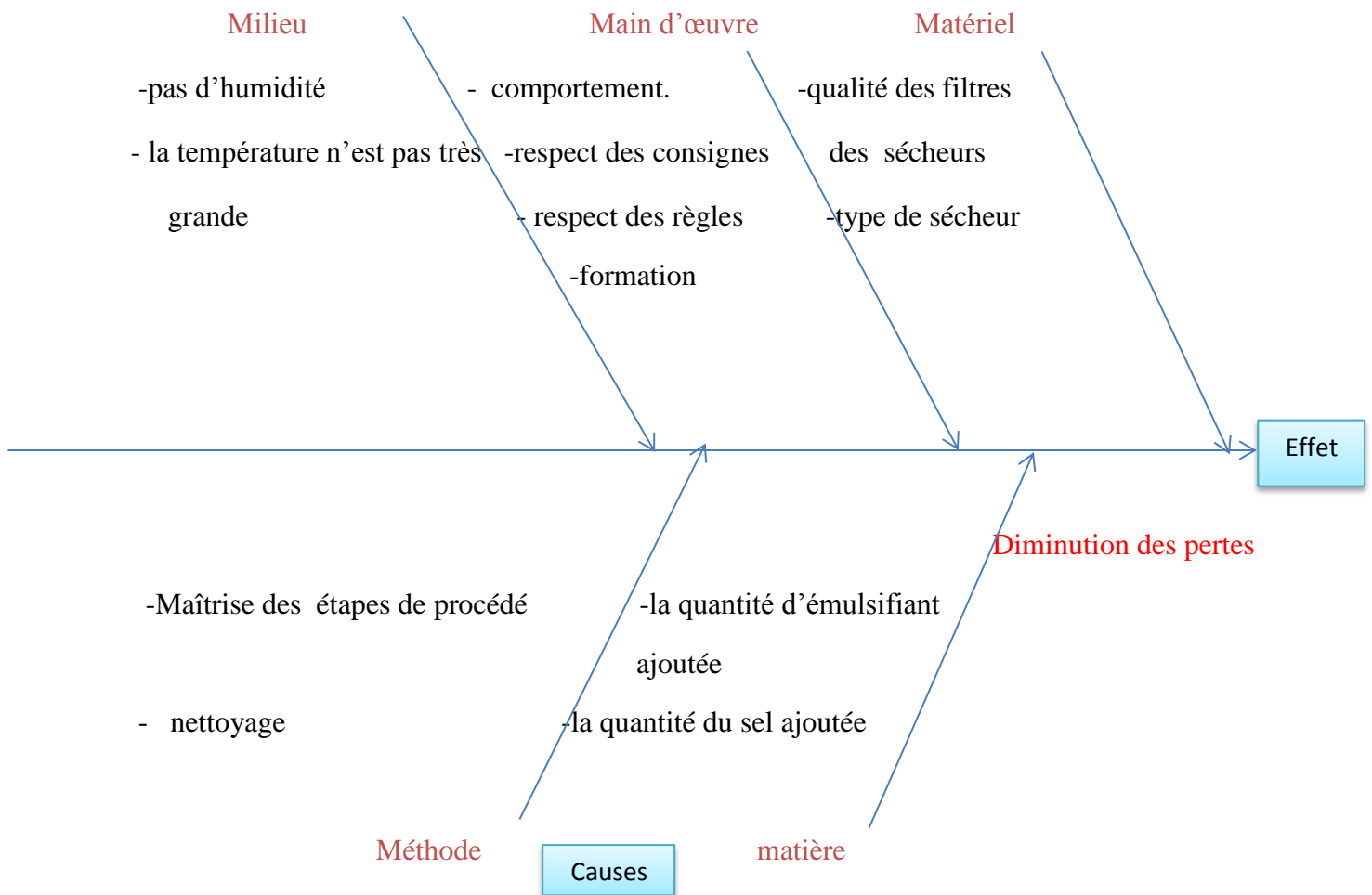
-Méthode : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.

-Main-d'œuvre : les interventions humaines.

-Milieu : l'environnement, le positionnement, le contexte.



6. Application du diagramme d'Ishikawa sur l'effet des pertes de levure sèche



Graph 3 : Diagramme d'Ishikawa.

C. Interprétation du diagramme d'Ishikawa.

Pour pouvoir diminuer les pertes, il faut respecter les causes de cette diminution, que nous avons classée selon les 5M (graphe 3).

- Le milieu : pas d'humidité et la température n'est pas très grande.



- Le matériel : la qualité des filtres des sécheurs et le type de sécheurs.
- La méthode : la maîtrise des étapes de procédé et le nettoyage.
- La matière : la quantité d'émulsifiant et du sel ajouté.
- Main d'œuvre : le comportement, respect des consignes et des règles, et la formation.

## **V. CONCLUSION.**

On peut conclure que ces pertes présentent un pourcentage peu important.

Heureusement ces pertes sont destinées aux aliments de bétails mais ils sont vendus à prix bas. C'est pour cela il est nécessaire de diminuer ces pertes en appliquant les plans d'action de plan d'expériences et respecter les causes de diminution des pertes présentées par le diagramme d'Ichikawa.



## *Conclusion générale*

Nous avons pu, au cours de ce projet, nous plonger dans le domaine de fabrication de levure au sein d'une entreprise multinationale (LESAFFRE) implanté dans la région de Fès.

Ce projet m'a également permis de m'intéresser à une filière de l'agroalimentaire qui a un apport indéniable dans l'économie nationale, d'en comprendre le fonctionnement et les spécificités de l'ensemble des composantes de procédé de fabrication de Levure.

Le stage de fin d'études était une vraie opportunité d'affronter la vie professionnelle et ces problèmes. Il m'a permis également d'acquérir de nouveaux acquis et de nouvelles approches, à savoir la capacité de s'adapter, de réagir aux différentes situations et problèmes, de prendre conscience de fonctionnement d'une entreprise dans sa globalité.

En fin, nous souhaitons que l'objectif de notre stage « l'optimisation des pertes de la levure sèche » soit atteint et que notre rapport reflète résultats escomptés.





## Référence

<http://www.toutsurlalevure.fr/article/la-levure-quest-ce-que-cest>

[http://fr.ekopedia.org/Levure\\_\(champignon\)](http://fr.ekopedia.org/Levure_(champignon))

[http://theses.ulb.ac.be/ETD-db/collection/available/ULBetd-10052006-161610/unrestricted/Partie II Sechage de la levure etat de la question.pdf](http://theses.ulb.ac.be/ETD-db/collection/available/ULBetd-10052006-161610/unrestricted/Partie%20II%20Sechage%20de%20la%20levure%20etat%20de%20la%20question.pdf)

[http://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich6\\_1.htm](http://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich6_1.htm)

<https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9chage>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme\\_de\\_causes\\_et\\_effets](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_causes_et_effets)



## Résumé

Le sujet des pertes est nouveau dans le domaine de la recherche. En effet c'est depuis toujours une notion d'équilibre ménager. Mais devant les quantités colossales qui sont en jeu et l'effet des pertes sur l'ensemble de la biosphère, il redevient une priorité dans les efforts pour assurer la sécurité alimentaire mondiale et dépasse le domaine d'économie ménagère. Cela soulève bien sûr des questions de normes de réglementation, de validation et de recherche de méthodes pour limiter ces pertes.

Les possibilités de valorisation de ces déchets organiques sont une question associée aux pertes qui doit être traitée dans l'analyse de production et de l'utilisation de la levure.

C'est bien que ce rapport par ces points a une approche originale : une revue critique de définitions de pertes, les possibilités de valorisation et d'analyse les étapes de séchage de la levure sèche, des questions de recherche de solutions de réduction des pertes.

Il reste qu'avant de parler d'alimentation durable, une révolution des attitudes est nécessaire : considérer les pertes alimentaires comme anormale est une notion à redécouvrir individuellement et collectivement.















