



PROJET DE FIN D'ETUDES

Licence Sciences & Techniques

BIOPROCEDES HYGIENE ET SECURITE DES ALIMENTS

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

Présenté par :

-Mr OFQUIR HAMZA

Encadré par :

-Pr A.BELRHIT Aziz (FSTF)

-Mr TIMOUCHE (Société)

SOUTENU LE 12 JUIN 2019

Devant le jury composé de :

Pr. A.BELRHITI ALAOUI

Mr TIMOUCHE

Pr. S.SEFRIOUI



Année universitaire

2018/2019

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier par ce projet de fin d'études mes parents ainsi que ma famille dont je suis très reconnaissant et qui ont participées par leurs encouragements de loin et de près durant tout mon cursus et sans eux rien de cela n'existera.

Mes formateurs pour leurs efforts, aides et orientation durant mon stage et qui étaient présents à tous moments et prêts à répondre à toutes mes ambiguïtés.

Je remercie mon encadrant le Pr. BALRHITI ALAOUI qui m'a accompagné et a su m'orienter vers le bon chemin et qui était mon principale armature durant mon apprentissage.

Je tiens à remercier aussi le directeur général de la société « LESAFFRE MAROC », Mr. LESAFFRE Damien qui a eu la bonté de m'accepter au sein de cet établissement.

Je remercie aussi tous le personnel, spécialement Monsieur EL BARGUI AZIZ avec qui j'ai partagé un moment chaleureux et qui était non pas seulement présent professionnellement mais aussi personnellement.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Produits et marques de référence	03
Tableau 2 : Composition du milieu pour 1 kilogramme de glucose	09
Tableau 3 : Quantité des pertes dans le sécheur GLATT	20
Tableau 4 : Quantité des pertes dans le sécheur T10.....	20
Tableau 5 : Production réelle des deux sécheurs	21
Tableau 6 : Quantité de gâteau utilisé pour le séchage pour chaque crème	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure d'une cellule de la levure	06
Figure 2 : Clarificateur	10
Figure 3 : Filtre rotatif en vue externe	14
Figure 4 : Filtre rotatif en vue interne	14
Figure 5 : Schéma du système de séchoir utilisé dans la société	15
Figure 6 : Evolution du débit d'air en fonction des phases	16
Figure 7 : Evolution de la température en fonction des phases.....	16
Figure 8 : Dessiccateur	19

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Explication
ATP	<i>Adénine Tri Phosphate.</i>
pH	<i>Potentiel d'Hydrogène</i>
MD	<i>Mélasses diluées clarifiées</i>
MDC	<i>Mélasses diluées clarifiées</i>
MDCS	<i>Mélasses diluées clarifiées stérilisées</i>
SPH	<i>Sphérule de Panification Instantané</i>
SPI	<i>Sphérule de Panification Hydratée</i>

SOMMAIRE :

INTRODUCTION	01
Présentation générale de la société LESAFFRE MAROC	03
Historique du groupe	04
PREMIER CHAPITRE : ETAPES DE FABRICATION DE LA LEVURE	05
I. LA LEVURE	06
I.1. Définition	06
I.2. Développement de la levure	06
II. FERMENTATION	07
II.1. Définition	07
II.2. Etapes de fabrication de la levure	08
a. Milieu de culture à l'échelle du laboratoire	08
b. Milieu de culture à l'échelle industrielle	09
b.1. Traitement de la mélasse	09
b.2. Pré-fermentation	10
b.3. Fermentation	11
b.4. Séparation	11
b.5. Stockage	11
DEUXIEME CHAPITRE : PROCEDES DE SECHAGE DE LEVURE	12
I. PROCEDE DE SECHAGE	13
I.1. Définition	13
I.2. Avant séchage	13
I.3. Séchage à lit fluidisé	14
a. Principe du fonctionnement	15
b. Phases de séchage	16
TROISIEME CHAPITRE : EVALUATION ET OPTIMISATION DES PERTES ..	18
I. INTRODUCTION	19
I.2. Evaluation des pertes	19
a. Suivi de la production des pertes réelles	21
b. Calcul de la production théorique et des pertes théoriques	22
c. Les points ou les pertes sont localisées	23
I.3. Interprétation des résultats	24
a. Solution pouvant être proposée	25
b. Inconvénient de la solution	25
I.3. Optimisation des pertes	25
a. Etablissement du diagramme d'Ishikawa	25
b. Interprétation du diagramme d'Ishikawa	26
II. CONCLUSION	27

INTRODUCTION :

La notion de biotechnologie correspond à l'application de la science et de la technologie à des organismes vivants, de même qu'à ses composantes, produits et modélisations, pour modifier des matériaux vivants aux fins de la production de connaissances, de biens et de services.

Or cette discipline reste indispensable dans plusieurs domaines de fabrication industrielle tels que l'industrie alimentaire, pharmaceutique et beaucoup d'autres secteurs.

La fermentation et parmi les bioprocédés les plus reconnus et les plus utilisés en vue de son importance et de son emploi dans plusieurs secteurs essentiels.

Le mot levure nous fait penser automatiquement à tous ce qui a relation avec la boulangerie et la panification, alors que ce n'est pas le cas car la levure est utilisée dans plusieurs domaines notamment dans la fabrication du vin, bière, la fabrication du biocarburant (éthanol)...

Mais l'utilisation de la levure ne s'arrête pas seulement dans le domaine agro-alimentaire mais elle intervient aussi :

- Dans l'utilisation médicale, on peut citer comme exemple la reconstitution de la flore intestinale de l'Homme souffrant de maladie diarrhéique.
- Dans le secteur du textile comme un agent de paraffinage
- Dans la nutrition, comme complément alimentaire.
- En environnement pour la dépollution et valorisation des déchets

Durant mon stage, j'ai eu l'occasion d'approfondir mes connaissances théoriques pour mieux assimiler les procédés de fabrications en général et plus particulièrement celui de la levure, cette occasion m'a été donnée par la société de fabrication de levure « LESAFFRE MAROC » connue par son expertise et sa position mondiale dans le domaine de fabrication de levure.

Le sujet sur lequel j'ai travaillé concernait spécifiquement la partie séchage de la levure qui est une partie très sensible et qui nécessite une grande précaution puisqu'on sait bien que le séchage est un facteur primordial contrôlant la durée de conservation et la qualité du produit fini qui est destiné aux consommateurs.

Durant cette période j'ai effectué le suivi des pertes pour les deux sécheurs présent dans la société LESAFFRE MAROC et ma mission consistait à analyser et à comparer les deux

sécheurs et les paramètres qui contrôlent ces pertes et de proposer des solutions pouvant diminuer et contrôler les pertes des deux sécheurs.

PRESENTATION DE LA SOCIETE LESAFFRE

Créée en 1975, LESAFFRE MAROC est détenue actuellement par le groupe français LESAFFRE. Elle est devenue la première entreprise qui a été privatisée au Maroc, dotée de son expérience et de sa maîtrise technique, elle est actuellement le leader mondial dans la fabrication de levure de panification.

Connu sous le nom de SODERS, ce dernier a été remplacé le 1^{er} juin 2007, et ce dans le but de répandre le label LESAFFRE dans tout le Maroc.

Détenant le savoir-faire du groupe, LESAFFRE MAROC possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques. La qualité des produits est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : forces, fermentatives, pureté et stabilité par rapport aux conditions climatiques.

D'autres parts, le service qualité de la société LESAFFRE MAROC assure un suivi des produits de façon quotidienne, depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison aux clients. Chaque étape doit être impérativement validée selon le cahier de charge strict posé par le GROUPE.



Tableau 1 : Produits et marques de référence :

Levure fraîche

- JAOUDA levure fraîche

Levure sèche

- Levure sèche instantanée (NEVANA, Levure RAFIA)
- Levure sèche active à réhydrater (JAOUDA)

Améliorants

- Améliorant IBIS
- Améliorant MAGIMIX

- **Historique du groupe résumé comme suit :**

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.

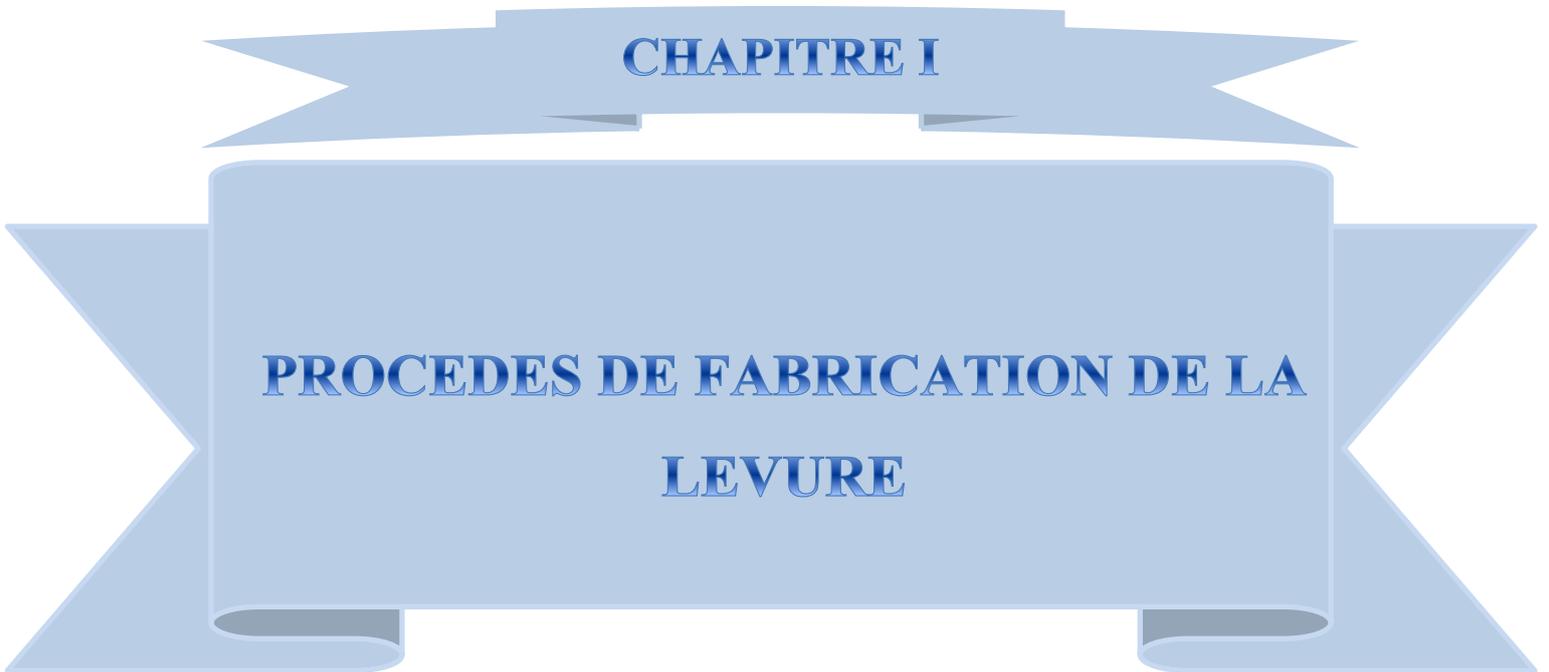
1930 : L'environnement est déjà une préoccupation majeure pour LESAFFRE. C'est donc l'une des premières levurières au monde à opter pour la solution d'évaporation en remplacement de l'épuration des rejets (couteuse et imparfaite), cette technique induit une fermentation en milieu très concentré qui permet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



CHAPITRE I

**PROCEDES DE FABRICATION DE LA
LEVURE**

I. LA LEVURE :

I.1. DEFINITION :

Les levures sont des champignons microscopiques qui se multiplient par bourgeonnement ou sporulation. Elles ont la capacité de fermenter des matières organiques, minérales ou végétales pour produire des substances variées utilisés dans plusieurs types de fabrication : Vin, Bière, Panification, utilisé aussi pour l'alimentation animale.

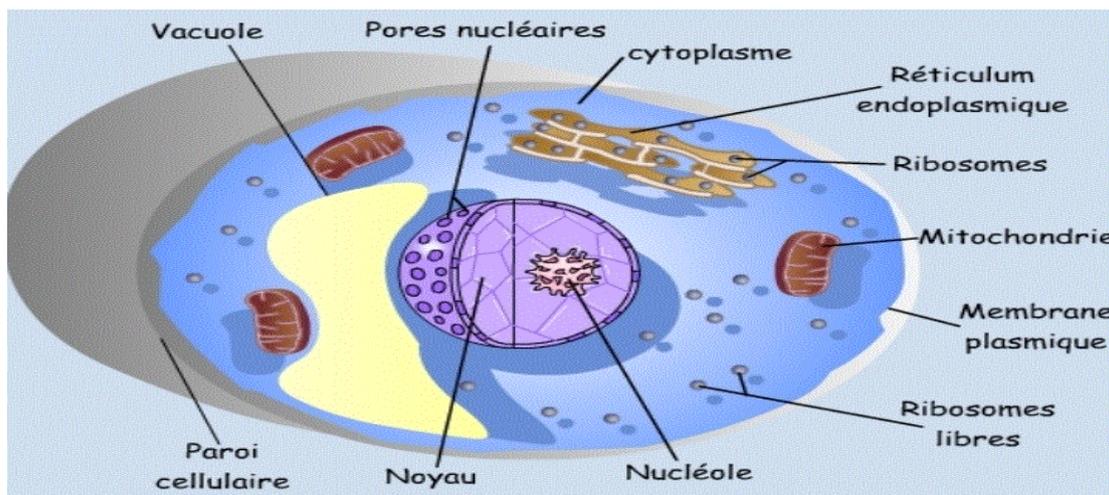


Figure 1 : Structure d'une cellule de la levure

Il existe trois cent cinquante espèces de levures connues, regroupées en trente-neuf genres différents. La cellule de levure constitue à elle seule une véritable usine métabolique miniaturisée.

Les levures sont capables de :

- dégrader les aliments qui se trouvent dans leur milieu de culture grâce à une gamme très étendue d'enzymes d'hydrolyse telle que des lipases, protéases, saccharases, lactases.
- effectuer toutes ou presque les synthèses dont elles ont besoin pour leur croissance.

Il existe plusieurs espèces de levures dont quelques-unes ont une importance commerciale parmi celles-ci nous nous sommes intéressés à l'espèce *Saccharomyces cerevisia*, une levure courante dans la nature, air, sol et sur les plantes et elle est fréquemment utilisée dans l'agro-alimentaire.

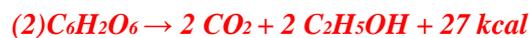
I.2. Devloppement de la levure :

Elle peut produire son énergie nécessaire à sa survie et à sa reproduction de deux manières différentes, en fonction du milieu ambiant. Ces deux modes de production d'énergie sont :

- **La voie aérobie** : respiration, transformation du glucose en dioxyde de carbone et ATP à l'aide de l'oxygène ou utilisation de l'éthanol avec consommation d'O₂ (transition diauxique). Cette voie permet la multiplication des cellules par bourgeonnement, le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau, avec la libération d'une quantité importante d'énergie selon la réaction (1), ceci est exploité par les levurières pour la multiplication des cellules.



- **La voie anaérobie** : ou la fermentation alcoolique du glucose se déroule. cette effet en peut l'apercevoir dans le cas d'une panification ou la levure utilise le sucre fournis par la farine transformé en alcool (qui s'évapore durant la cuisson) libérant du gaz carbonique (responsable de la levée de la pâte) et donnant une faible énergie calorifique et ceci selon la réaction (2).



L'espèce *Saccharomyces cerevisiae* est ainsi une levure métaboliquement adaptée en fonction des conditions ou elle se trouve, c'est-à-dire présence ou non d'oxygène.

II. FERMENTATION :

II.1. DEFINITION :

La fermentation est un processus métabolique convertissant généralement des glucides en acides, en gaz ou en alcools pour en extraire une partie de l'énergie chimique tout en ré-oxydant les coenzymes réduites par ces réactions. Elle se caractérise par une dégradation partielle de la substance fermentescible et ne permet qu'une production d'énergie limitée. Elle a lieu chez des levures et des bactéries en conditions anaérobies.

La première étape commune à tous les modes de fermentation est la glycolyse, convertissant le glucose en pyruvate avec phosphorylation de deux molécules d'ADP en ATP et réduction de deux molécules de NAD^+ en NADH :



L'ATP formé est ainsi utilisé par les processus cellulaires qui requièrent de l'énergie, tels que les biosynthèses, le transport actif à travers les membranes, ou encore la motilité des cellules. En revanche, le NADH doit être ré-oxydé en NAD^+ pour permettre au métabolisme cellulaire de se poursuivre

Cependant on trouve plusieurs types de fermentation parmi eux :

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE : réalisée par des levures dont la levure de boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*). Cette fermentation est à la base de la production du vin, de la bière et du pain.

LA FERMENTATION ACETIQUE : transformation du vin en vinaigre. Cette oxydation de l'éthanol en acide acétique peut être réalisée par des bactéries comme *Acetobacter* et *Gluconobacter*.

LA FERMENTATION LACTIQUE : aussi appelée la fermentation homolactique, ou encore lacto-fermentation. Elle est réalisée par *Streptococcus*, *Lactobacillus* et certains *Bacillus*. Cette fermentation du lait conduit à la formation des fromages et des yaourts.

II.2. ETAPES DE FABRICATION DE LA LEVURE :

a. Milieu de culture à l'échelle du laboratoire :

Le processus de fabrication de la levure commence tout d'abord par la préparation des quatre tubes importés de la France, deux d'entre eux contiennent une souche destinée à la préparation de la levure fraîche et 2 autres pour la levure sèche, cette préparation débute par un repiquage pour effectuer une régénération des souches dans 30 tubes pour chaque type de souche, ainsi un tube sera utilisé par jour pendant 60 jours. Le choix de la souche dépend de la demande.

Le tube choisi passera par une série de mise en culture dans différents récipient qui diffèrent par leurs volumes et ceci en passant d'abord par un récipient de 250 mL appelé Van-Lear la durée de mise en culture est de 8 heures à 30°C suivis d'un tube encore plus volumineux de 7 L appelé CARLSBERG.

A savoir : Les deux types de souches n'étant pas encore adaptées, la culture est réalisée avec un milieu contenant du glucose.

Tableau 2: Besoin nutritifs de la levure pour sa croissance pour 1 kilogramme de glucose :

Sels minéraux	Quantité	Vitamines	Quantité
K_2SO_4	24 g	B1	25 mg
$MgSO_4, 7H_2O$	12 g	B2	1,25 mg
$CaCl_2, 2H_2O$	1,6 g	B5	95 mg
Oligoéléments		B6	12 mg
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2, 6H_2O$	1025 mg	Biotine	0,5 mg
$ZnSO_4, 7H_2O$	192 mg	Acide p-aminobenzoïque	5,8 mg
$CuSO_4, 7H_2O$	30 mg	Acide nicotinique	40 mg
$MnSO_4, H_2O$	17 mg	Acide nicotinamide	40 mg
H_3BO_3	23 mg		
$Na_2MoO_4, 2H_2O$	23 mg	Inositol	1440 mg
KI	11 mmg	Ribitol	43 mg

milieu (composition type de milieu, brevet de Plomb) [Loiez, 2003].

b. Milieu de culture à l'échelle industrielle :

Après la mise en adaptation de la souche, cette dernière est transférée dans une cuve de 800 L ou cette fois-ci, il y'aura l'utilisation de la mélasse comme source de carbone, mais avant l'utilisation de cette dernier, elle passe par une étape de clarification et de stérilisation pour qu'elle soit utilisable.

b.1. Traitement de la mélasse :

Définition :

Composé visqueux issu du procédé de raffinage du sucre extrait de la betterave ou canne à sucre, renfermant en elle une quantité non négligeable de glucide et sucre, donc une source de carbone pour la levure économiquement rentable pour la société, aussi une source d'oligoéléments et de vitamines.

Préparation :

Après réception de la mélasse, cette dernière est stockée dans de grande cuve à l'extérieur et elles seront utilisées selon le besoin et ceci en passant par les étapes suivantes :

Etape de dilution :

Une étape essentielle, la mélasse que la société reçoit est très visqueuse à l'état brut, cette étape a pour but de diminuer la viscosité de cette dernière afin qu'elle soit utilisable au niveau des clarificateurs, cela est réalisé en introduisant la mélasse dans une cuve ayant une capacité de 15 m² ou elle sera diluée deux fois par de l'eau chaude à 70°C.

+ Etape de clarification :

Au niveau de cette étape la mélasse diluée (MD) passe par des clarificateur qui permettent d'éliminer toute impureté tels que la boue et les matières colloïdales pour obtenir en fin de clarification une mélasse diluée clarifiée (MDC).



Figure 2 : Clarificateur

+ Etape de stérilisation :

A cette étape la MDC passe par un échangeur thermique qui permet de soulever sa température à environ 90°C, pour qu'elle passe ensuite à travers une canalisation où il y a injection de vapeur, ensuite à travers un serpentin, ce dernier permet d'élargir le temps de stérilisation pour les micro-organismes résistants.

A la fin de cette étape il y a sortie de la mélasse diluée clarifiée stérilisée (MDCS) avec une température voisine à 130°C ou elle sera canalisée vers deux cuves de stockages.

b.2.Pré-fermentation :

Après la fermentation dans la cuve de 800 L, il y a le passage du contenu vers une étape de pré-fermentation où il y a l'ajout des éléments nécessaires en quantité précise :

- Eau
- Mélasse stérile
- Acide sulfurique
- Sels minéraux
- Oligo-éléments et vitamines
- L'air

A ce niveau il y a un contrôle rigoureux du pH, taux d'alcool, le brix, la mélasse, l'air... etc. et si jamais il y a un dérapage une mesure de correction est adaptée par l'intervention des personnes responsables à la salle de contrôle.

b.3. Fermentation :

A l'achèvement de la pré-fermentation on obtient un mout qui va êtreensemencé lors de l'étape de fermentation dans de grands cuves ou la fermentation se déroulera pendant une durée de 14/16 heures pour obtenir à la fin la levure mère qui va être séparée et stockée.

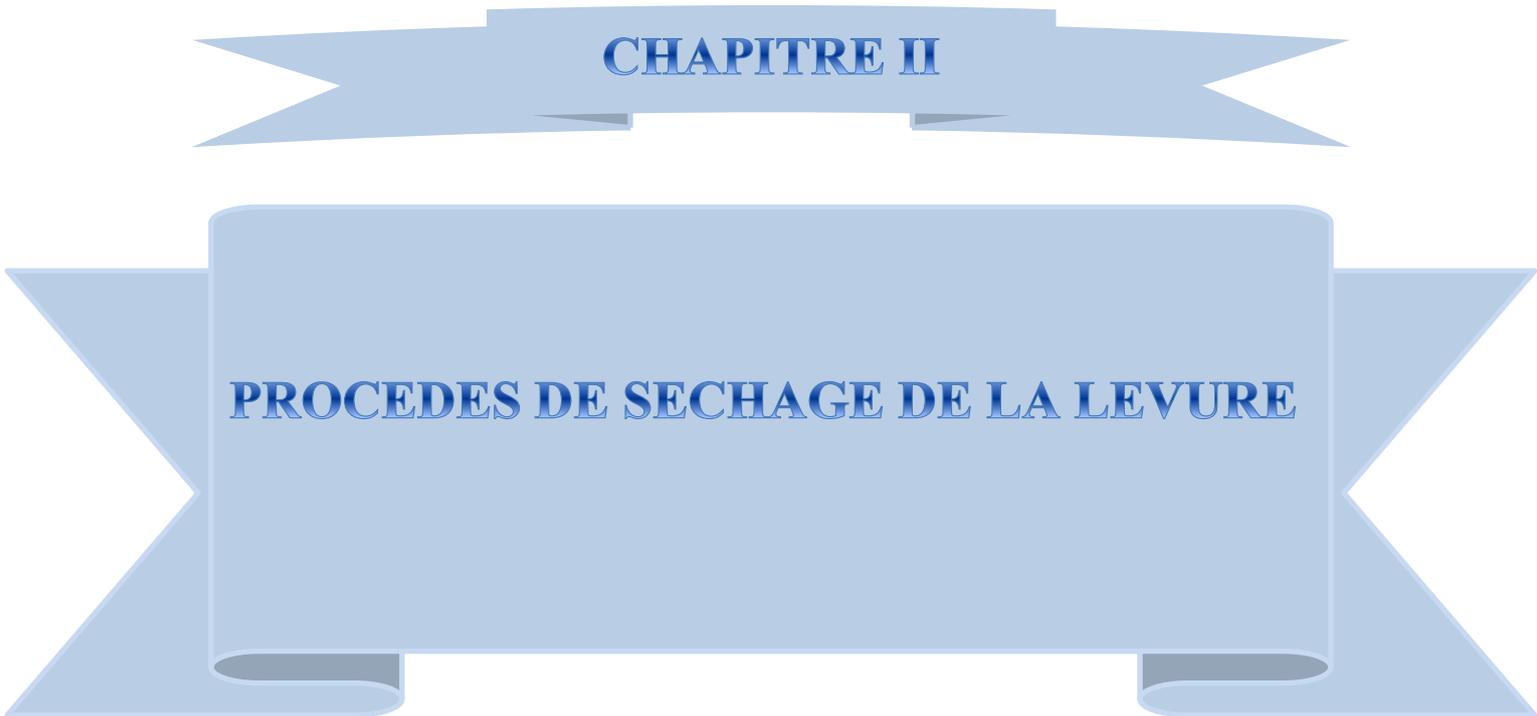
b.4. Séparation :

A cette étape la partie qui contient la levure sera séparée du mout dans des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation.

b.5. Stockage :

Le procédé de fabrication est ainsi achevé par le stockage du produit final à 4°C dans des cylindres de stockages avec l'ajout de :

- ✚ Acide sulfurique pH = 2 pour éviter la contamination.
- ✚ Du sel qui joue un rôle très important dans la régulation du taux de la matière sèche.



CHAPITRE II

PROCEDES DE SECHAGE DE LA LEVURE

I. PROCÉDE DE SECHAGE

I.1. Définition :

Le séchage est un procédé unitaire dont le rôle principal consiste à faire éliminer une partie d'eau libre ou la presque totalité présente dans l'élément qu'on désire sécher et ceci en réalisant un transfert d'énergie thermique afin de provoquer une évaporation du liquide imprégnant un solide ou un liquide.

Ceci permet par la suite d'arriver à divers buts technologiques :

- 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.

I.2. Avant séchage :

Lors de l'étape de séparation par centrifugation de la levure mère, on obtient ce qu'on appelle une crème qui est composée de levure et d'eau.

Avant que le séchage commence, la crème stockée passe par des filtres rotatifs qui permettent de filtrer l'eau présente dans la crème pour laisser tomber le gâteau qui présente 35% de la matière sèche et le reste en eau. Ce dernier passera au niveau d'un malaxeur avec l'ajout d'un produit appelé émulsifiant qui a pour but la protection de la levure au cours du séchage et pour donner aussi la couleur blanche à la levure, le passage donnera un gâteau sous forme de vermicelles qui alimenteront les sécheurs T10 et GLATT, la quantité alimentée dépend du produit final désiré, or on trouve :

[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 500 Kg à 1000 Kg de gâteau.

[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.



Figure 3 : Filtre Rotatif

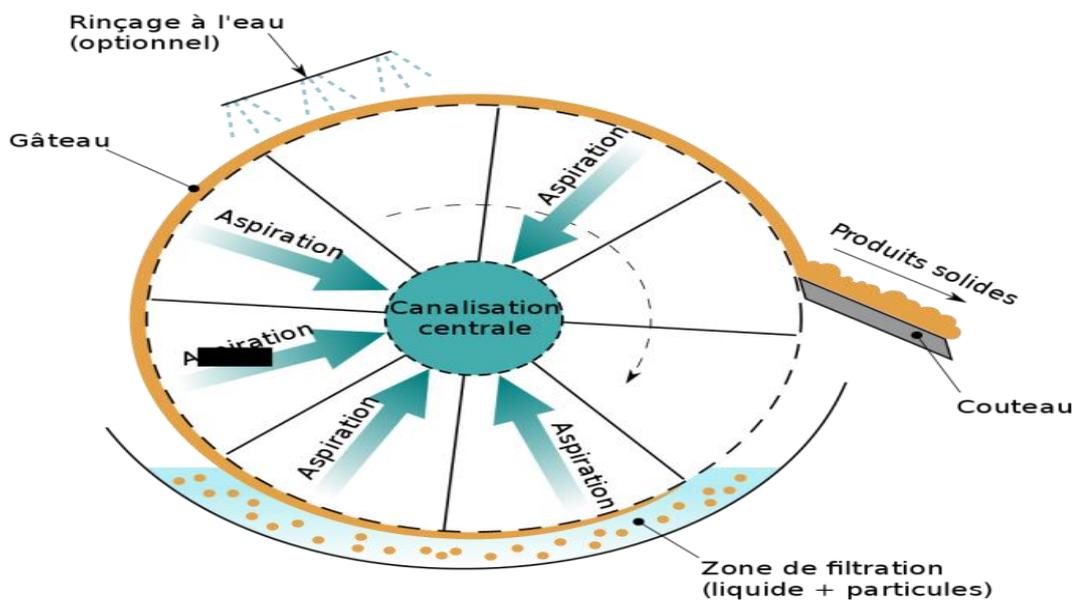


Figure 4 : Filtre Rotatif (vue interne)

I.3. Séchage à lit fluidisé :

Plusieurs méthodes de séchages sont connues jusqu'à maintenant, la société actuellement adopte la méthode de séchage à lit fluidisé, son principe est basé sur le fait d'injecter sous un lit de levure (gâteau) un gaz ou un liquide sous pression. Ce fluide va « soulever » et disperser les grains de sable.

Le séchage est contrôlé par 3 paramètres principaux : Temps, Température, Débit d'air.

a. Principe du fonctionnement :

Le fonctionnement du sécheur commence tout d'abord par le traitement de l'air du séchage ce dernier provient de l'extérieur pour qu'il traverse ensuite des filtres pour retirer tous éléments macroscopiques tels que les insectes et poussière, suivis d'un passage à travers un système froid pour éliminer le maximum possible d'humidité afin d'obtenir un air sec, et dernièrement un passage à travers des batteries de chauffes qui permettront d'obtenir un air sec chaud qui sera canalisé vers les séchoirs T10 et GLATT.

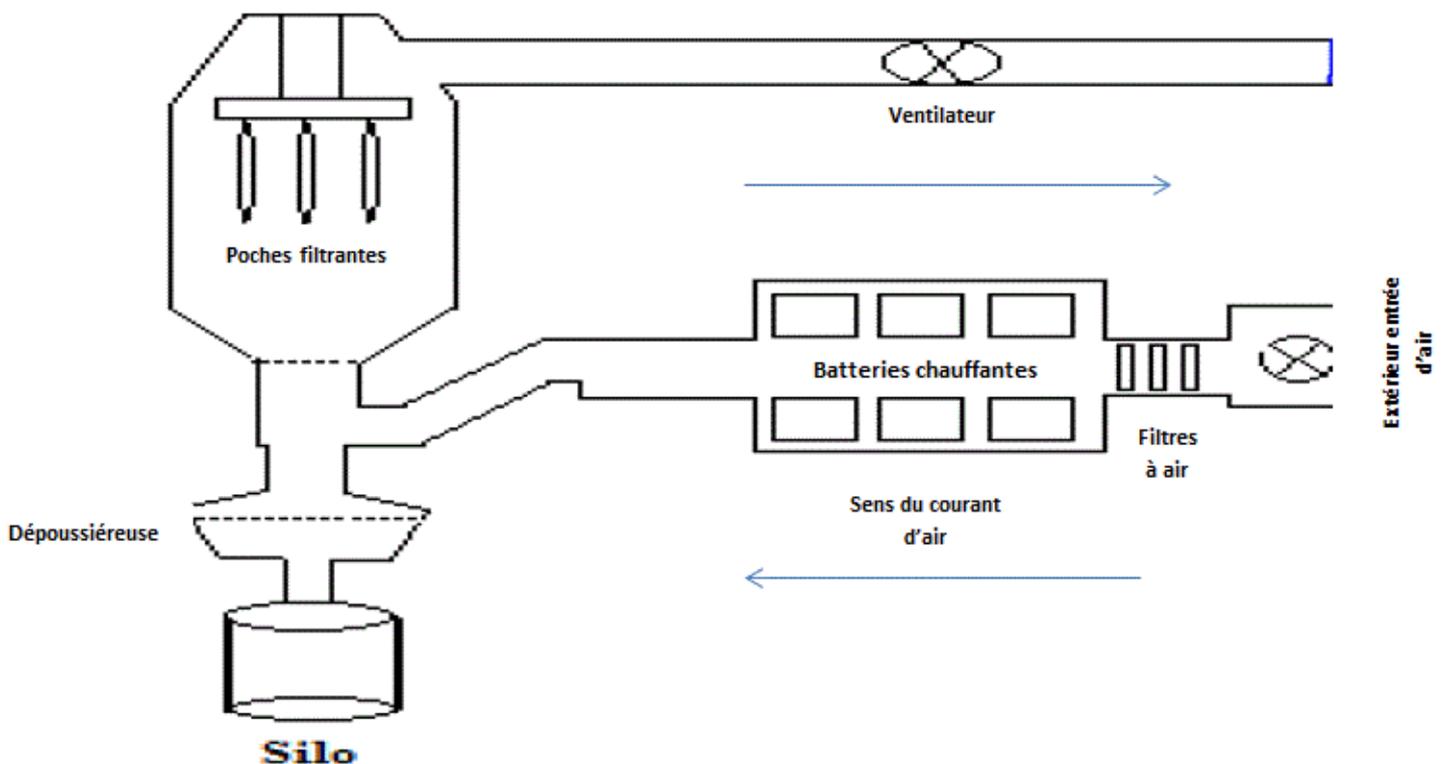


Figure 5: Schéma du système de séchoir utilisé par la société

Différence entre le sécheur GLATT et T10

GLATT est un séchoir récent ayant la capacité d'introduire une quantité plus élevée de gâteau par rapport à T10 et ayant deux bols qui peuvent s'alterner pour une production plus importante en un temps court par rapport à T10. Physiquement, le sécheur GLATT présente des poches qui ont pour rôle d'emmagasiner la poussière à l'extérieur du sécheur contrairement à T10 qui présente des poches à l'intérieur de ce dernier.

b. Phases de séchage :

L'élimination de l'eau présente dans la levure s'effectue en trois étapes représentée par les courbes suivantes :

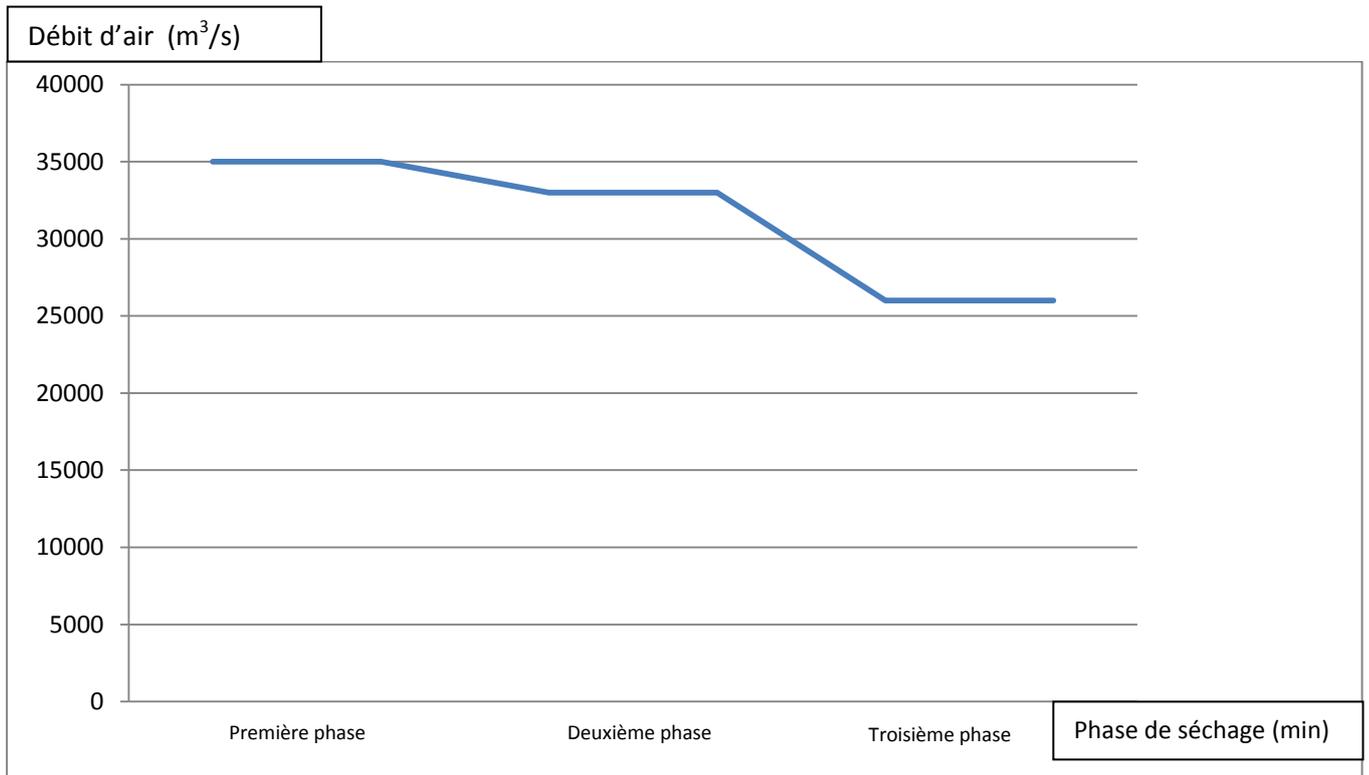


Figure 6 : Evolution du débit d'air en fonction des phases

Interprétation de la figure 6 :

Le séchage commence par un débit d'air de $35\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ et diminue en fonction des phases de séchage jusqu'à la dernière phase où le débit d'air se stabilise à $25\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$

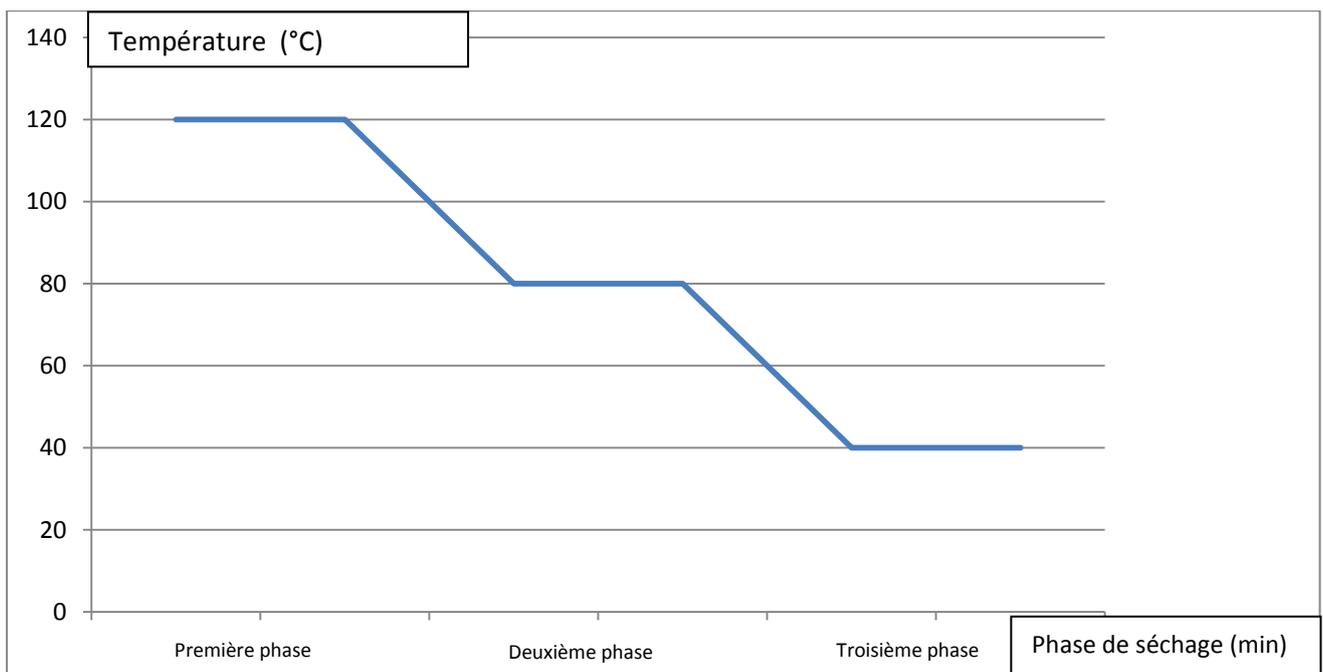


Figure 7 : Evolution de la température en fonction des phases

Interprétation de la figure 7 :

Le séchage commence par une température de 120 °C, elle diminue ensuite progressivement en fonction de la phase de séchage jusqu'à la dernière phase où elle se stabilise à 40°C.

Explication des figures :

Première phase : à ce niveau on envoie un flux d'air avec une température de 120°C ayant un débit de 35000 m³/s afin d'éliminer le maximum possible d'eau externe présent dans le gâteau.

Deuxième phase : à cette phase on diminue la température de la vapeur à 80°C avec un débit d'air de 33000 m³/min pour éviter la mort de la cellule.

Troisième phase : pour qu'on puisse augmenter la teneur en matière sèche, on envoie un débit d'air de 25000 m³/min avec une température de 40°C.

N.B : Le passage d'une phase à l'autre est contrôlé par un système automatisé avec des consignes, lorsque dans la première phase la température interne est atteinte il y a passage vers la deuxième phase et ainsi de suite.



CHAPITRE III



**EVALUATION ET OPTIMISATION DES
PERTES**

I. INTRODUCTION :

On parle de perte lorsque le produit fini désiré n'est pas atteignable à 100%. Ceci est un problème qu'on ne peut pas éviter dans tout domaine de fabrication, néanmoins on peut tout de même le minimiser, pour cela il faut tout d'abord localiser les points qui influencent et qui contrôlent le degré des pertes, d'où le rôle de l'évaluation qu'on a effectuée ainsi que le diagramme d'Ichikawa qu'on a établi afin de déterminer les points influenceurs et leurs degrés, ce qui nous permettra par la suite de proposer la solution la plus convenable.

I.1. EVALUATION DES PERTES

L'évaluation a concerné les deux sècheurs GLATT et T10, cela a débutée par le calcul théorique du produit final qu'on doit normalement obtenir et cela en suivant la logique suivante :

On sait que le pourcentage de la matière sèche avant le séchage et égale au pourcentage de la matière sèche après le séchage car pendant le séchage il y'a que la teneur en eau qui change, ceci nous amène à dire que :

$$(\% \text{ avant séchage}) \times (\text{Masse avant séchage}) = (\% \text{ après séchage}) \times (\text{Masse après séchage})$$

D'où :

$$(\text{Masse après séchage}) = \frac{(\% \text{ avant séchage}) \times (\text{Masse avant séchage})}{(\% \text{ après séchage})}$$

A savoir que la matière sèche est calculée grâce à un dessiccateur qui permet d'évaluer le pourcentage de matière sèche présente dans l'échantillon.



Figure 8 : Dessiccateur

Pour pouvoir évaluer les pertes nous avons besoin de faire un suivi réel de la production et des pertes obtenues lors du séchage d'une crème, ainsi que les différents points où les pertes peuvent être localisés que ça soit après ou avant séchage.

a. Suivi de la production et des pertes réelles :

- Suivi GLATT :

Le suivi a été réalisé pour GLATT au niveau du tamiseur, dépoussiéreuse et au niveau des bols rotatifs lors de la vidange.

Tableau 3 : Quantité des pertes dans le sécheur GLATT.

N° de crème	Nombre de charges	Tamiseur (Kg)	Dépoussiéreuse (Kg)	Pivotage (Kg)
414	62	8	123,64	11
445	76	7	201	20
476	37	6	40	1
478	49	13	80	12
Total (Kg)		44	444,64	34

Interprétation du tableau :

On peut voir d'après le tableau que pour le sécheur GLATT on a un total de perte de 44 Kg pour le tamiseur, 34 Kg pour le pivotage et 444,64 Kg qui prend une grande partie des pertes et ceci au niveau de la dépoussiéreuse.

Total des pertes réelles GLATT = Tamiseur + Dépoussiéreuse + Pivotage

$$= 44 + 444,64 + 34$$

$$= \boxed{522,64 \text{ Kg}}$$

- Suivi T10 :

Pour T10 le suivi a été réalisé seulement au niveau du tamiseur et la dépoussiéreuse.

Tableau 4 : Quantité des pertes dans le sécheur T10.

N° de crème	Nombre de charges	Tamiseur (Kg)	Dépoussiéreuse (Kg)
414	56	6,4	256,2
445	77	14	25
476	36	4	90
478	45	2	10
Total (Kg)		26,4	381,2

Interprétation du tableau :

On peut voir d'après le tableau que pour le sécheur T10 on a un total de perte de 26,4 Kg pour le tamiseur et 381,2 Kg pour la dépoussiéreuse qui prend une grande partie des pertes.

Total des pertes réelles T10 = Tamiseur + Dépoussiéreuse

$$= 26,4 + 381,2$$

$$= 407,6 \text{ Kg}$$

Total des pertes réelles pour les deux sécheurs = 407,6 + 522,64

$$= 930,24 \text{ Kg}$$

Tableau 5 : Production réelle des deux sécheurs :

N° de crème	Production réelle (Kg)
414	10180
445	12980
476	6230
478	8090
Production totale (Kg)	37480

Quantité de gâteau utilisée :

Ceci est calculé en multipliant le nombre de charge séché par la quantité introduite selon le sécheur.

Exemple pour la crème N°414 :

Pour GLATT : Quantité de gâteau = 62 x 320 = 19840 Kg
Pour T10 : Quantité de gâteau = 56 X 160 = 10640 Kg

TOTAL = 30480 Kg

Tableau 6 : Quantité de gâteau utilisée pour le séchage pour chaque crème

N° de crème	Quantité (Kg)
414	30480
445	35130
476	19085
478	22987
Quantité totale (Kg)	107682

b. Calcul de la production théorique et des pertes théoriques :

- Production théorique :

$$X = \frac{(\% \text{ avant séchage}) \times (\text{Masse avant séchage})}{(\% \text{ après séchage})}$$
$$= \frac{34 \times 107682}{95} = \boxed{38538,82 \text{ Kg}}$$

- Pertes théoriques :

$$Y = \text{Quantité théorique produite} - \text{Quantité produite réelle}$$

$$= 38538,82 - 37580$$
$$\boxed{Y = 1058,82 \text{ Kg}}$$

- Pertes avant le séchage :

$$Y^2 = \text{Pertes théoriques} - \text{Pertes réelles}$$

$$\boxed{= 128,58 \text{ Kg}}$$

- Pourcentage des pertes de la levure avant le séchage :

$$\%P_{AS} = \frac{\text{Pertes avant le séchage}}{\text{Production théorique}} \times 100$$

$$= \frac{128,58}{38538,82} \times 100$$

$$\boxed{= 0,33\%}$$

- Pourcentage des pertes de la levure après le séchage :

$$\%P_s = \frac{\text{Pertes après le séchage}}{\text{Production théorique}} \times 100$$

$$= \frac{930,23}{38538,82} \times 100$$

$$\boxed{= 2,41\%}$$

- Pourcentage total des pertes de la levure après le séchage :

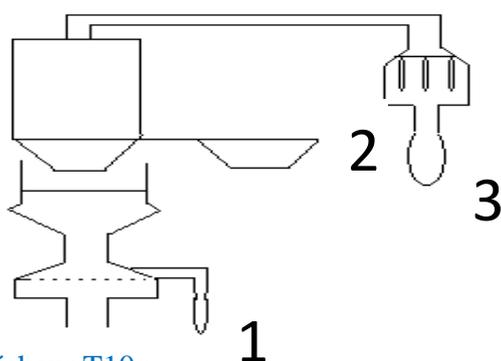
$$\%P_s = \frac{\text{Pertes TOTALES de la levure}}{\text{Production theorique}} \times 100$$

$$= \frac{1058,82}{38538,82} \times 100 = \boxed{2,74\%}$$

c. Les points ou les pertes sont localisées :

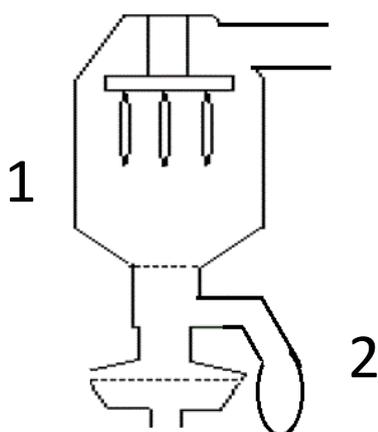
- Les pertes après séchage :

Sécheur GLATT :



1. Localisation au niveau du tamiseur.
2. Localisation au niveau des bols rotatifs lors de la permutation.
3. Localisation au niveau de la dépoussiéreuse.

Sécheur T10 :



1. Localisation au niveau de la dépoussiéreuse.
2. Localisation au niveau du tamiseur.

- Les pertes avant séchage :

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

I.2. Interprétation des résultats :

D'après les résultats qu'on a pu conclure, on voit bien voir que le pourcentage des pertes est plutôt focalisé après le séchage avec un pourcentage de 2,41%.

D'un autre côté, on sait bien qu'il y a une différence entre les deux sècheurs sur le plan mécanique et fonctionnel, ceci dit qu'une différence entre les deux au niveau des pertes sera bien visible, on peut confirmer cela en calculant le pourcentage des pertes par rapport à la quantité que chaque sécheur produit :

Pour T10 : à savoir qu'en moyenne une seule charge produit 60 Kg de levure sèche.

$$\begin{aligned}\%P_{T10} &= \frac{\text{Quantité de pertes}}{\text{Production de levure pour T10}} \times 100 \\ &= \frac{407,6}{12840 \times 100} \times 100 = 3,17\%\end{aligned}$$

Pour GLATT : en sachant qu'une seule charge produit en moyenne 110 Kg de levure sèche.

$$\begin{aligned}\%P_{GLATT} &= \frac{\text{Quantité de pertes}}{\text{Production de levure pour GLATT}} \times 100 \\ &= \frac{518,6}{24640 \times 100} \times 100 = 2,17\%\end{aligned}$$

- Donc, on peut bien voir que les pertes au niveau du sécheur T10 sont plus importantes que celui de GLATT malgré la présence de seulement deux points où on peut avoir des pertes au niveau de T10.
- Donc, l'élément majeur qui a fait cette différence entre les deux sècheurs c'est la dépoussiéreuse qui est présente à l'extérieur pour GLATT, et à l'intérieur pour T10, ce dernier doit être contrôlé et changé quotidiennement pour éviter les pertes au maximum.

a. Solutions pouvant être proposées :

- La meilleure solution pouvant être appliquée c'est de changer le sécheur T10 et opter pour un sécheur comme celui du GLATT.
- Les pertes sont localisés en grande quantité au niveau des dépoussiéreuses donc il faut surveiller soigneusement cette partie et changer les filtres a poches lorsque ceci est nécessaire.

b. Inconvénient de la solution :

La solution ne doit pas être vue seulement au niveau du problème qu'on a soulevé, mais aussi une autre perspective doit être étudiée notamment celle économique. Est-ce que le sécheur mérite d'être changé ? Sera-t-il rentable pour la société ?

I.3. OPTIMISATION DES PERTES :

a. Optimisation par l'établissement du diagramme d'Ishikawa :

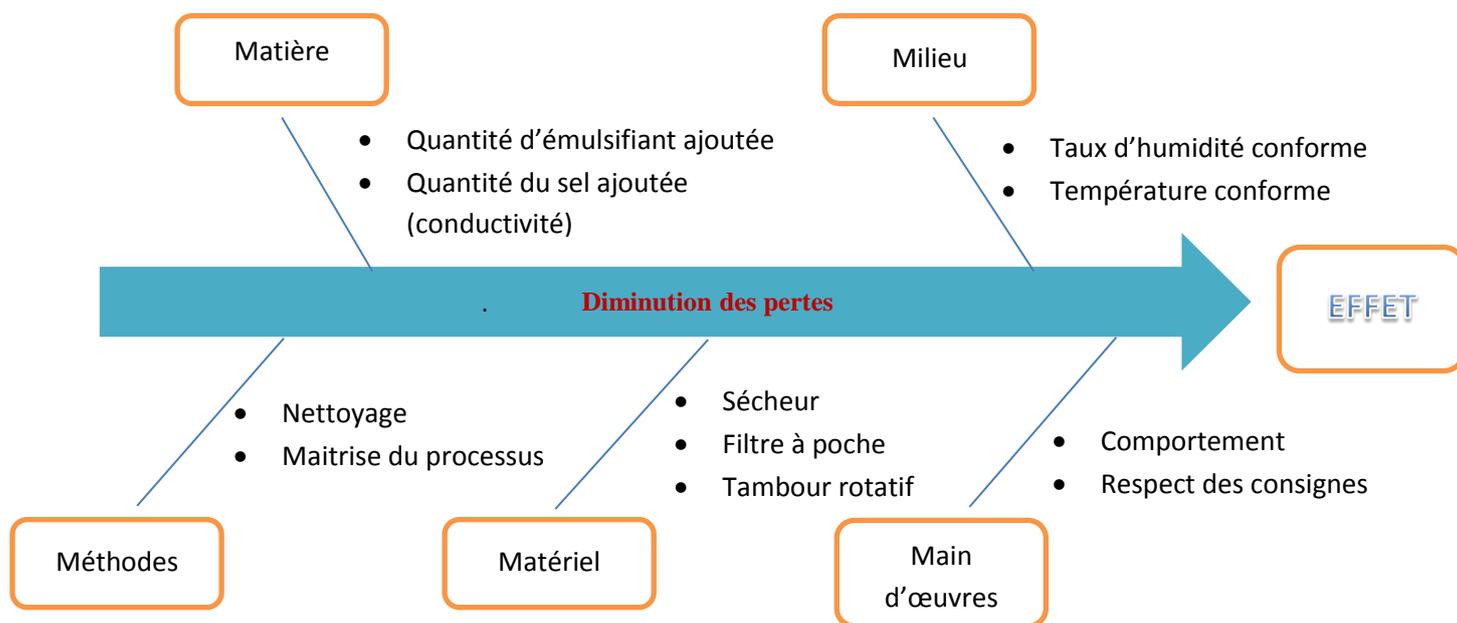
Le diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, ou diagramme en arêtes de poisson ou encore 5M, est un outil développé par Kaoru Ishikawa en 1962 et sert dans la gestion de la qualité.

Ce diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Dans notre cas, il est 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.

Kaoru Ishikawa recommande de regarder en effet l'évènement sous cinq aspects différents, résumé par le sigle 5 M :

1. **Matière** : les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
2. **Matériel** : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
3. **Méthode** : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.
4. **Main-d'œuvre** : les interventions humaines.
5. **Milieu** : l'environnement, le positionnement, le contexte.

Mise en place du diagramme d'Ishikawa sur l'effet des pertes de la levure sèche :



b. Interprétation du diagramme d'Ishikawa :

Pour pouvoir réduire le pourcentage des pertes, il faut penser à améliorer et à respecter les éléments qui peuvent impacter sur ce dernier. Comme le diagramme l'indique on a plusieurs éléments perturbateurs :

Milieu : l'humidité et la température sont deux facteurs essentiels lors du séchage de la levure et elles dépendent de l'air extérieur, par exemple lors de la saison hivernale l'humidité a tendance à être plus élevée, donc le traitement de l'air doit être en fonction de la saison.

Matière : la quantité de sel et d'émulsifiant ajoutées sont les éléments majeurs qui contrôlent la quantité de pertes qu'on peut obtenir, elle doit être ajoutée avec précision pour ne pas avoir une grande quantité de perte.

Matériel : le sécheur doit être entretenu quotidiennement, ainsi que pour les filtres à poche qui doivent être changés quotidiennement pour ne pas avoir une augmentation des pertes, la même chose pour le tambour rotatif qui doit être entretenu pour ne pas avoir des pertes avant séchage.

Méthodes et mains d'œuvres : le personnel doit être qualifié et bien formé pour réaliser un bon nettoyage et une bonne maitrise du procédé du séchage, puisque c'est lui qui a la possibilité de contrôler tous les éléments perturbateurs.

II. CONCLUSION :

On a pu voir de ce qui précède que les pertes sont certainement inévitables, 3,17% pour T10 et 2,17% pour GLATT, des pertes considérés négligeable par rapport à la production des deux sécheurs.

Les quantités perdues sont vendues pour l'alimentation des animaux d'élevage et comme fertilisant, mais malheureusement à des prix très bas, c'est pour cela que la société doit envisager un procédé de recyclage des pertes pour les revaloriser, La remise en culture des pertes de levure reste une très bonne solution à savoir que cette dernière présente un seul problème pour la société étant la contamination, donc il faudrait passer par un système de stérilisation avant la réutilisation.

Au cours de ce stage, nous nous somme plonger dans le domaine de fabrication de levure au sein d'une entreprise multi national (LESAFFRE). Ceci m'a permis de comprendre l'ensemble des composantes de procédé de fabrication de levure.

Ça m'a permis aussi de prendre conscience du fonctionnement d'une entreprise et d'avoir une idée sur ce que c'est qu'un monde professionnel.

Ainsi, je tiens à exprimer ma satisfaction par rapport aux bonnes conditions matérielles et a l'environnement agréable ou j'ai pu travailler.

REFERENCES :

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_causes_et_effets

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Filtre_rotatif

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

<https://www.lesaffre.com>

<https://images.app.goo.gl/7fVsHEX5rDLnmYC6>

<https://images.app.goo.gl/eyS8SLzAP4p38qD56>