

Année Universitaire : 2011-2012

Filière ingénieurs Industries Agricoles et Alimentaires



Rapport de stage PFE

**Etude, suivie et évaluation des pertes des matières premières au
niveau de la ligne de production des yaourts**

Réalisé par:

Mansouri Ahmed

Encadré par:

- **Mr. Loudrhiri Soufiane & Mme.Bensaid Jihane : *Domaine Doueit***
- **Pr. Lotfi Aarab : *FST Fès***

Présenté le 26 Juin 2012 devant le jury composé de:

- **P_r. HAUDI Amal**
- **P_r. El HADRAMI El Mestafa**
- **P_r. TAZi Abdelali**
- **P_r. Al FGUIGUI Jamila**

Stage effectué au Domaine Doueit, Site Oued Nja

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Composition générale du lait	10
- Tableau2 : Matière première utilisé au Domaine Doueit site Oued Nja	20
- Tableau3 : Pertes de matière première entre 31/10/2011 et 29/02/2102	27
- Tableau 4 : Pertes des ingrédients entre 31/10/2011 et 29/02/2012.	28
- Tableau 5 : Pertes de l'emballage entre 31/10/2011 et 29/02/2012	30
- Tableau 6 : Analyse des pertes	31
- Tableau7 : Dosage de l'arome dans le yaourt.	33
- Tableau 8 : Dosage du fruit dans le yaourt brassé	35
- Tableau 9 : Suivi de pertes systématiques au niveau de l'opercule	38
- Tableau 10 : Pertes au niveau de l'opercule	39
- Tableau 11 : Suivi des pertes systématiques au niveau de la banderole	48
- Tableau 12 : Pertes au niveau de la banderole	49
- Tableau 13 : Suivi des pertes systématiques au niveau de la feuille	58
- Tableau 14 : Pertes au niveau de la feuille	59
- Tableau 15 : Plan d'action pour la maitrise des pertes au niveau de la matière première.	63

Liste des figures

- Figure 1 : organigramme de l'usine	8
- Figure 2 : Triglycérides entourés d'une membrane protéique	11
- Figure 3 : Diagramme de fabrication du yaourt	19
- Figure 4 : Thermoformage des pots	21
- Figure 5 : système d'étirement de l'opercule	22
- Figure 6 : Le cycle de décoration des pots	23
- Figure 7 : La conditionneuse du yaourt en pots	24
- Figure 8 : Représentation graphique des pourcentages cumulés des pertes monétaire des ingrédients	29
- Figure 9 : Représentation graphique des pourcentages cumulés des pertes monétaire de l'emballage	30
- Figure 10 : Représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles	39
- Figure 11 : Facteurs reliés à l'apparition des pertes au niveau de l'opercule	41
- Figure 12 : Stock tampon des opercules	42
- Figure 13 : La représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles au niveau de la banderole	49
- Figure 14 : Facteurs reliés à l'apparition des pertes au niveau de la banderole	50
- Figure 15 : Banderole déchirée	51
- Figure 16 : Stock tampon des banderoles	51
- Figure 17 : Les bobines des banderoles dans la salle du conditionnement	52
- Figure 18 : La représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles au niveau de la feuille	59
- Figure 19 : Facteurs reliés à l'apparition des pertes au niveau de la feuille	60
- Figure 20 : Feuille déformée au niveau de mandrin	61

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
°D	Degré Dornic
DFC	Datte céréale
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis Critical Control Point</i>
HR	Humidité Relative
ISO	<i>Organisation internationale de normalisation</i>
ISO 22000	<i>Norme internationale de management de la sécurité des aliments</i>
ISO 9001	<i>Norme internationale de management de la qualité</i>
OMS	<i>Organisation Mondiale de la Santé</i>
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
pH	Potentiel Hydrogène
T°	Température
UHT	Ultra haute température
Y.B	Yaourt Brassé

INTRODUCTION GENERALE

Avec un chiffre d'affaire annuel de plus de 10 milliards de dirhams, un rythme de croissance de 76% en moyenne sur les cinq dernières années et surtout une moyenne annuelle de 16% de croissance pour les produits dérivés sur les cinq dernières années. Le marché des produits laitiers présente une plateforme d'expansion et un potentiel de croissance très fort.

Cet évident progrès est le fruit d'une stratégie solide adoptée par l'état qui se traduit par le lancement du grand projet « le plan Maroc Vert » en 2008 et la signature du contrat-programme public-privé 2009-2015 relatif au pact national pour l'émergence industriel, mettant particulièrement l'industrie sur la voie du développement.

Dans ce contexte, le DOMAINE DOUEIT, s'est trouvé obligé d'accompagner ce changement, par l'allocation des investissements importants en terme de qualité du produit, recherche et développement, achat des équipements et formation du personnel, ainsi que la mobilisation du staff administratif et technique, y compris les stagiaires, dans le but de remédier à toutes les défaillances de la chaine de production (pertes, pannes des machines,...) afin d'arriver à diminuer le coût de revient de la production et faire augmenter les bénéfices.

Dans ce présent stage qui fait l'objet de mon projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en industries agroalimentaires, et qui représente une occasion pour concrétiser les connaissances acquises durant toutes les années de formation, il m'a été confié de résoudre le problème « des pertes au niveau de la matière première » au sein du DOMAINE DOUEIT (site **Oued Nja**) par l'interprétation des différentes causes et la suggestion des mesures correctives adéquates.

I. Description du PFE

1- Problématique et Objectif du travail

Les pertes de matière sont parmi les contraintes qui freinent la progression des industries, pour cela il est normal de trouver des investissements importants consacrés par les industriels à la maîtrise de ces pertes.

Les pertes sont de plusieurs types et on peut les trouver dans tous les stades de la transformation ainsi qu'elles peuvent affecter toutes les composantes de la production (matière première, produit fini, produit de nettoyage, matériel et pièces de rechanges...etc.). Comme toutes les industries, le DOMAINE DOUEIT (site Oued Nja) souffre aussi d'un problème de pertes, notamment au niveau de la matière première (ingrédients, emballage). Dans le but de minimiser leurs pertes, la direction du site **Oued Nja** a proposé comme sujet l'étude des pertes en identifiant toutes les causes possible et de trouver des mesures correctives adéquates pour remédier à ce problème.

2-

Travail effectué

- Dans le but de se renseigner sur les pertes de la matière première au niveau de la société, nous avons pris comme référence, les pertes de la matière première pour la période étalé de **31/10/2011 à 29/2/2012. Pour ces données, nous avons réalisé :**
 - un criblage des articles pour pouvoir déterminer les plus touchés par les pertes (diagramme de Pareto).
 - une identification des types de pertes pour chaque article suivi d'un classement en deux catégories :
 - Systématique
 - Accidentelles
 - Une étude des causes de chaque type de pertes en procédant à :
 - Une collecte d'informations sur les articles (conditions de stockage, mode d'utilisation, la manipulation...).
 - Un suivi de pertes.
 - Une analyse des causes.
 - Une élaboration de mesures correctives
 - Un établissement d'un plan d'action



II. PRESENTATION DE LA SOCIETE

1. Historique et évolution

Les origines du **Domaine Douiet** remonte aux années 70, plus exactement c'est en 1977 qu'a été créée la ferme mais dont la production a été destinée uniquement aux propriétaires. Et ce n'est qu'en 1997 qu'une nouvelle usine destinée à la production laitière a été créée dont le but essentiel était d'élargir le champ de commercialisation et de viser une nouvelle clientèle. Après un an, c'est-à-dire en 1998, la société a vu la création de trois départements distincts à savoir celui de l'élevage, l'horticulture, et les produits laitiers. Il s'étend sur une superficie de 600 Hectares et emploie un effectif qui varie entre 700 et 1000 personnes selon les saisons.

2. Site Oued Nja

Créé en 2011 le site de Oued Nja où j'ai effectué mon stage, est une unité de production consacrée pour le lait et ses dérivés, il est composé de :

- Service laboratoire : pour le contrôle de qualité du produit tout au long de la chaîne de production.
- Service maintenance : chargé de toutes les réparations au sein de l'usine afin d'assurer le bon déroulement de la production.
- Un magasin de stockage : où il est entreposé la matière première (emballage et ingrédients)
- Une salle de reconstitutions : pour la préparation des mix et ajout des ingrédients.
- Une salle de process : elle inclut les cuves de stockage, de maturation et tampon, les autoclaves et les écrémeuses.
- Une salle de conditionnement : composée de trois lignes de production
 - Ligne carton : Lait pasteurisé : entier et écrémé et Leben : nature, raïb aromatisé et beldi
 - Ligne yaourt : Yaourt ferme : (nature, chèvre et aromatisé), Yaourt brassé (fruités et aromatisés)

- Ligne bouteille : Jus de fruits lacté et le yaourt à boire fruité (vanille, fraise, avocat, pêche et amande)

- Des chambres chaudes pour la maturation des produits
- Des chambres froides pour le stockage du produit fini et la matière première

Afin de maîtriser au mieux les points critiques de chaque étape de la production, la société a décidé dans l'an 2000 de mettre en place un système HACCP qui lui permettra de mener à bien cette mission. En 2003, le Domaine Douiet obtient une certification ISO 9001 qui le conduit à instaurer une boucle d'amélioration de tous les processus de l'entreprise afin de répondre aux besoins de ses clients. Cette certification sera reconduite en 2006, même année où la société sera certifiée en ISO 22000.

3- Organigramme de l'usine

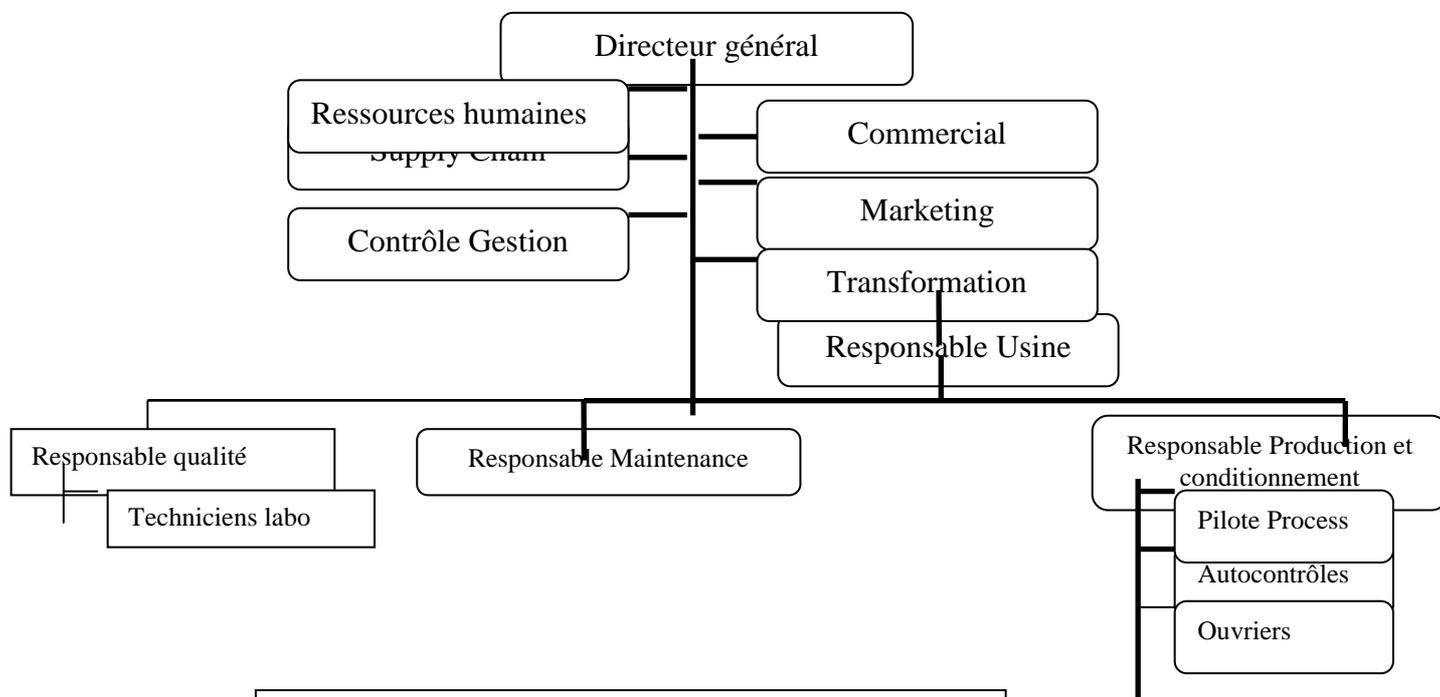


Figure 1 : Organigramme de la société

Partie I

Revue bibliographique

I. Généralités sur le lait

1. Lait

Le lait est défini comme « le produit intégrale de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ». Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (tableau 1).

Les laits destinés à la consommation humaine peuvent être classés actuellement en deux catégories :

- Lait non traité thermiquement : lait cru ou microfiltré
- Lait traité thermiquement : pasteurisé ou stérilisé.

Tableau1 : Composition générale du lait

Constituants	Pourcentage
Eau	87 - 89
Extrait sec totale	12
- Matière grasse	3 - 4
- Extrait sec dégraissé	8,5 - 9
➤ Protéines	2,7
• Caséine	0,5
• Albumine	0,05
• Globuline	
➤ Glucides	4,4 – 5,2
➤ Seles minéraux	0,96

1-1- Composition chimique du lait

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants. Quatre composants sont dominants du point de vue quantitatif: l'eau, les matières grasses, les protéines et le lactose; les composés mineurs sont représentés par les matières minérales, les enzymes, les vitamines, les gaz dissous

- Eau

L'eau représente environ 87% du volume du lait, les autres éléments constituent la matière sèche totale ou extrait sec et représentent de 125 à 130 g litre de lait. L'eau du lait se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée (4 %) à la matière sèche.

- Lipides ou matières grasses

La matière grasse du lait est à l'état d'émulsion dans le lait sous forme de globules sphériques d'un diamètre variant entre 0,1 et 10^{-6} m. elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%).

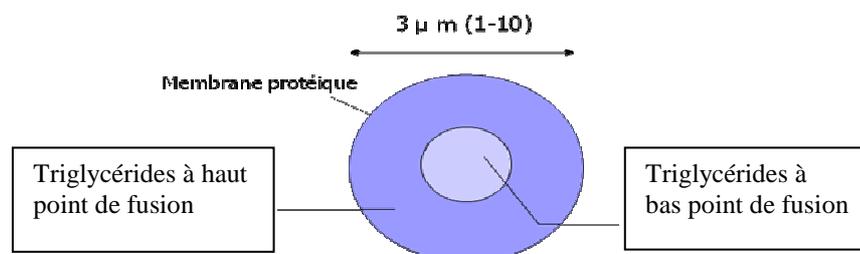


Figure 2 : Structure d'un globule gras du lait

- Protéines

Les matières protéiques du lait sont représentées principalement par la caséine qui est la protéine caractéristique du lait. Elle est composée de plusieurs fractions et associée au phosphate de calcium sous forme d'agrégats hétérogènes subsphériques de petites dimensions, appelés micelles. Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation.

Les protéines dites solubles correspondent aux protéines qui ne précipitent pas par acidification, d'où leur appellation; elles représentent environ 20% des protéines solubles et sont constituées de plusieurs fractions dont les principales sont les albumines, les globulines, les protéases peptones. Ces protéines solubles ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont déstabilisées par la chaleur.

- **Lactose**

Le lactose est le sucre caractéristique du lait, il est responsable par son goût sucré et par sa concentration élevée de la saveur douce et agréable du lait frais (son pouvoir sucrant est six fois moins élevé que celui du saccharose). A l'état de solution, il est éliminé avec l'eau lors de l'égouttage des fromages et forme le constituant principal du lactosérum.

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers:

Fermentation lactique, propionique, alcoolique et butyrique:

- **Matières minérales**

Le lait apporte de nombreux minéraux.les plus important sont :

- Le calcium : 1,2 g/L
- Le phosphore : 0,9 g/L
- Le potassium : 1,5 g/L
- Le magnésium : 0,13 g/L
- Le chlore : 1,2 g/L

Le lait apporte également des oligo-éléments à l'état de trace : zinc ($3,5 \cdot 10^{-3}$ g/l), iode ($2 \text{ à } 10 \cdot 10^{-5}$ g/l), Cuivre. Par contre, il est carencé en fer ($0,3 \cdot 10^{-3}$ g/l).

Dans le lait, toutes les matières minérales ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines..

- **Biocatalyseurs**

Un grand nombre d'autres constituants se trouvent à l'état de traces dans le lait: ce sont des enzymes (phosphatases, lipase, réductases, etc ...), des vitamines (A, B, C, D, E, H, PP) et des facteurs de croissance ou d'inhibition des micro-organismes.

1-2- Composition microbiologique du lait

Le lait contient toujours un nombre variable de cellules; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène qui sont la plupart des micro-organismes contaminants.

De très nombreuses variétés de micro-organismes peuvent contaminer le lait: bactéries, moisissures, levures. L'importance et la nature des contaminants dépendent de l'état sanitaire de

l'animal, mais également des conditions hygiéniques observées lors de la traite, de la collecte et de la température de conservation du lait.

- Bactéries acidifiantes
- Bactéries productrices de gaz
- Bactéries protéolytiques
- Bactéries lipolytiques
- Levures et moisissures.

1-3- Propriétés physicochimiques du lait

- pH

L'acidité du lait est entre 6,4 et 6,6 L'acidité du lait s'exprime en % de l'acide lactique, elle est de 0,14 % à 0,17 %. Elle peut aussi être exprimé en "degré dornic " dont elle est de 16° à 18° D avec 1°D = 0,1g d'acide lactique/l.

- Le chauffage peut causer l'augmentation de l'acidité (par précipitation de phosphate tricalcique, décomposition du lactose...).

- Point de congélation

- Il est en relation directe avec la concentration du soluté dans le lait. Le point de congélation du lait est entre -0,52°C et -0,56°C.
- Un point de congélation supérieure à -0,52°C c'est un indice de mouillage.

- Point d'ébullition

- Le point d'ébullition du lait est de 100,5°C. Il est en fonction du nombre de particules en solutions.
- Il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression.

- Densité du lait

- La densité du lait à 25°C est entre 1,028 et 1,035, elle Dépend de la concentration d'éléments dissous et en suspension (hors corps gras), et de la proportion de matières grasses.

- Il convient de mesurer la densité à 30°C pour que la matière grasse à l'état liquide.

2- Technologie laitière

Les produits laitiers sont généralement divisés en deux grands groupes : les laits de consommation (entiers, demi-écrémés, écrémés, aromatisés) et les produits laitiers élaborés (beurres, fromages, yaourts, crèmes glacées, ...).

- Les laits de consommation
 - Lait cru
 - Laits traités thermiquement
 - Lait pasteurisé
 - Lait de longue conservation (stérilisé et UHT)
 - Lait microfiltré
 - Lait concentré
 - Laits spéciaux (infantiles, supplémentés, modifiés)

- Les produits laitiers élaborés
 - Lait fermenté
 - Dessert lacté
 - Fromage
 - Crème et beurre
 - Glaces et crèmes glacées
 - Produits déshydratés
 - Ingrédients protéiques (caséines et caséinates, concentrés des protéines laitières).
 - Lactose

II. PROCEDE DE FABRICATION DU YAOURT

Selon la F.A.O /O.M.S : le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à *lactobacillus bulgaricus* et *streptococcus thermophilus* du lait pasteurisé ou concentré avec ou sans addition de lait en poudre, etc. les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants.

Le yaourt est classifié par types de la façon suivante :

- Type ferme, dont la fermentation a lieu en pots, ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés.
- Type brassé, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement, c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.
- Type boisson, similaire au type brassé mais dont le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement.
- Type glacé, à incubation en cuve et congélation comme de la crème glacée.
- Concentré, à incubation en cuve, concentration et refroidissement avant le conditionnement. Ce type de yaourt est quelquefois dénommé *yaourt filtré*.

1- Etapes de fabrication

- Réception

Après réception du lait frais, collecté au plus tard 72 h après la traite, il doit être Contrôler pour produire un lait de consommation de qualité irréprochable, avec le goût désiré, une belle apparence et une longue conservabilité, selon les critères suivants, puis stocké à froid (<5°C).

- Examen sensoriel (odeur, goût, apparence)
- Température
- Point de congélation (mouillage)
- Substances inhibitrices.
- Degré d'acidité
- Réductase
- Déterminations des teneurs, en particulier teneur en MG
- Dénombrement des cellules
- Détermination du nombre de germes

- Epuration mécanique

Avant sa transformation, le lait doit être clarifié mécaniquement. Cette étape s'effectue le plus souvent déjà lors de la réception du lait.

Une clarification intensive peut être effectuée par un filtre

- **Dégazage**

Après traite et collecte dans une baratte ou un tank de réfrigération, le lait peut contenir 5,5 à 7,0 % d'air par volume, 6 % constituant le chiffre moyen.

Il est encore introduit de l'air dans le lait durant sa manipulation à la ferme et son transport à la laiterie, ceci jusqu'à la réception à la laiterie. Il n'est pas exceptionnel que le lait entrant contienne 10% d'air par volume ou même davantage.

A la réception le lait passe par un éliminateur d'air avant d'être stocker dans les cuves.

- **Thermisation**

La thermisation est généralement effectuée à une température située entre 57 et 68 °C avec une durée de chambrage de 30 s au maximum. Celle-ci tue tous les microorganismes thermosensibles.

La thermisation est souvent utilisée pour améliorer l'aptitude à la conservation avant la transformation.

Le lait thermisé ne doit pas être commercialisé comme lait prêt à la consommation. La thermisation ne remplace en aucun cas la pasteurisation.

- **Ecrémage**

L'écémage est une séparation mécanique de la crème et du lait écrémé par des forces centrifuges.

La différence de densité entre la graisse du lait (~0.93 g/cm³) et le lait écrémé (~1.035 g/cm³) est proportionnellement importante, ce qui permet de séparer au moyen d'une écèmeuse le lait en lait écrémé et en crème.

- **Standardisation**

La standardisation de la matière grasse consiste à ajuster la teneur en matière grasse du lait à un certain pourcentage.

Celle-ci est effectuée avec une installation de standardisation (installation de mélange en continu)

Le yaourt peut avoir une teneur en matière grasse de 0 à 10%. Toutefois, le taux de matière grasse le plus courant est de 0,5-3,5%.

Le yaourt peut être regroupé dans des groupes suivants, conformément au code et aux principes FAO/OMS :

- Yaourt M.G. minimales 3 %
- Yaourt partiellement écrémé M.G. maximales moins de 3 %
- M.G. minimales plus de 0,5 %
- Yaourt écrémé M.G. maximales 0,5 %

- **Homogénéisation**

Ce traitement permet pour les yaourts gras une stabilisation de l'émulsion grasses ainsi que la remonté de crème, il a aussi comme avantage une meilleur digestibilité des graisses.

- Préparation du lait

L'extrait sec du lait de fabrication est un facteur important dans la fabrication car il conditionne la consistance et la viscosité du produit. Les protéines, tout en améliorant la texture, masquent aussi l'acidité, les matières grasses donnent une saveur plus douce et plus crémeuse et un arôme meilleur et masquent l'acidité.

Pour augmenter l'extrait sec du lait on procède à l'enrichissement par addition de poudre du lait écrémé.

A cette étape on note aussi l'ajout du sucre ou des édulcorants et des stabilisateurs pour obtenir une meilleure qualité organoleptique du produit fini.

- Traitement thermique

Le barème de traitement thermique est de 90°-95°C pendant 3 à 5 minutes. Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, il détruit les germes pathogènes et indésirables et inactive des inhibiteurs de croissance de genre lactopéroxydases.

- Fermentation lactique

Le lait enrichi et traité thermiquement est refroidi à la température de fermentation 40 – 45°C, cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries. C'est l'étape caractéristique de la fabrication du yaourt on peut la décomposer en phase d'ensemencement et phase d'incubation.

- L'ensemencement c'est l'inoculation de deux germes spécifiques du yaourt : *lactobacillus bulgaricus* et *streptococcus thermophilus* dans le rapport strepto/lacto 1,2 à 2 /1 pour le yaourt ferme et jusqu'à 10/1 pour le yaourt brassé.
- L'incubation : elle correspond au développement de l'acidité et la gélification du milieu avec modification structurales irréversibles par la dégradation du lactose en acide lactique.

En outre, ces bactéries produisent des composés carbonylés volatils (l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoine, l'acétate d'aldéhyde) et des exopolysaccharides qui participent respectivement à l'élaboration de l'arôme et de la texture des yaourts.

- Arrêt de la fermentation

Lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70 – 80°D dans le cas des yaourts étuvés et 100 – 120°D dans le cas des yaourts brassés), il est nécessaire de bloquer l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactiques par un abaissement considérable de la température (2 à 4°C), c'est la phase dite de refroidissement.

- Commercialisation

Après leur fabrication, les laits fermentés doivent être maintenus à une température maximale de + 6 °C pendant leur transport et leur entreposage, et de + 8 °C lors de la remise au consommateur.

2- Diagramme de fabrication du yaourt

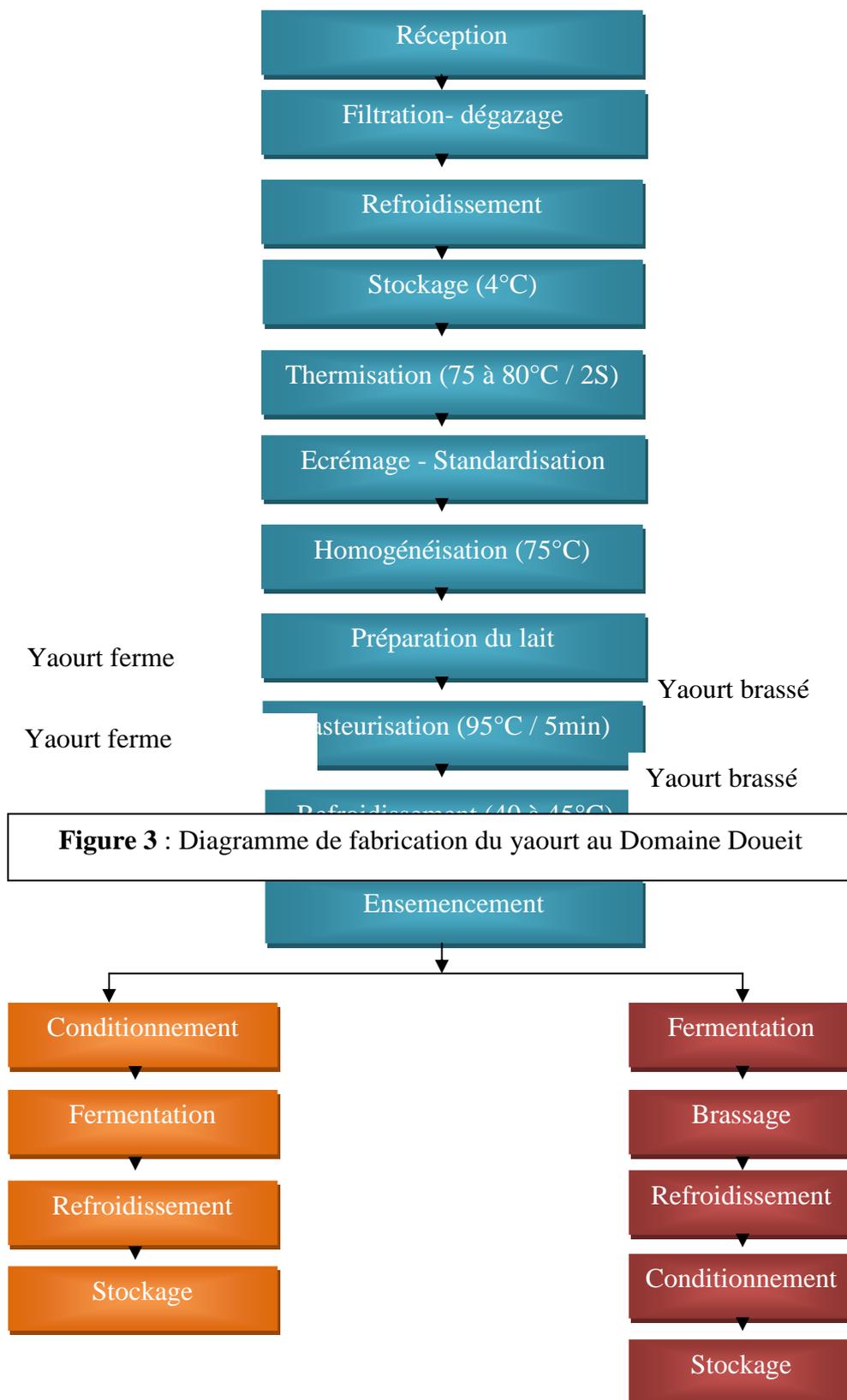


Figure 3 : Diagramme de fabrication du yaourt au Domaine Doueit

III. MATIERES PREMIERES DE LA SOCIETE

1- Emballage

L'emballage et tout produit constitué de matériaux de toute nature, destiné à contenir et protéger des marchandises données, allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisation et en assurer leur présentation « la directive européenne 94/62/CE »

Il assure de multiples fonctions indispensables aussi bien aux consommateurs qu'aux professionnels, de la fabrication à la distribution : protection, conservation, hygiène, information, identification, présentation, regroupement, transport stockage

2- Ingrédients

Les ingrédients sont tous les éléments alimentaires qui entrent dans la composition du produit de la préparation jusqu'à l'obtention du produit fini (tableau 2).

Tableau 2 : Matières premières utilisées au Domaine Doueit site Oued Nja

Matière première	
Ingrédients	Emballage
<ul style="list-style-type: none"> - Lait cru <ul style="list-style-type: none"> • Bovin • Caprin - Lait en poudre - Sucre granulé - Texturant - Epaississant (pectine) - Arôme - Fruit - Préparation jus - Ferment - Edulcorant (stévia) - Sorbate - Acide citrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Banderole - Opercule - Feuille (PEHD) - Polyéthylène brute (PEHD) - Carton 1 litre - Carton ½ litre - Sleeve (banderole des bouteilles) - Bouchon - Film - Étiquette

VI. GENERALITES SUR LA CONDITIONNEUSE

La conditionneuse utilisée dans la société est une machine de thermoformage (thermoformage = former à chaud), elle est destinée à conditionner de façon automatique le produit frais. Elle intègre en continue les opérations de

1-Thermoformage des pots à partir d'une bande plastique (Feuille)

Ce fait partir d'une bande plastique que l'on chauffe, c'est de mettre en forme sous l'action combiné des poinçons et de l'air (figure 4).

L'outil de formage est composé :

- En partie basse, d'un moule.
- En partie haute, d'un contre-moule, muni d'une circulation d'eau, dans lequel manoeuvrent des poinçons de formage.

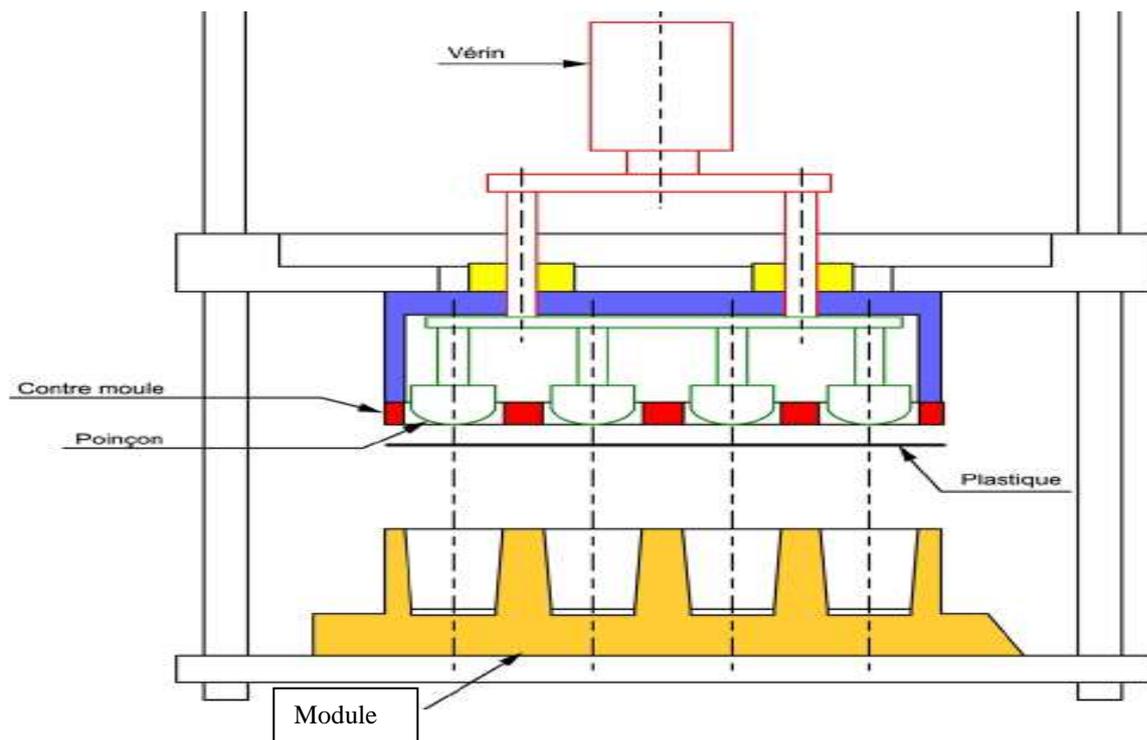


Figure 4 : schéma d'un thermoformage des pots

2-Dosage des pots avec le produit à conditionner

Les doseurs sont sur un châssis extérieur à la machine, ce sont des doseurs à piston, donc volumétrique.

La machine possède 8 doseurs remplissant 8 pots à la fois, avec une cadence maximale de 28 coup / min (coup == > remplissage de 8 pots).

3-Thermo scellage d'un film d'opercule

La bobine est placée sur le dérouleur, l'opercule est raccordé avec la table de raboutage est renvoyé à l'intérieur de la machine, il défile devant une cellule de détection de spot de repérage.

L'opercule passe ensuite dans le système d'étirement et continue à travers les colonnes de presses de découpe et de thermo scellage, il est donc plaqué contre la bande plastique et revient à l'outillage de soudure où il sera thermocollé à la bande plastique (**figure 5**).

- **Table de raboutage** : la partie où il s'effectue les raccordements des bobines.
- **Système d'étirement** : composé de deux pinces et d'un patin chauffant (environ 100°C).

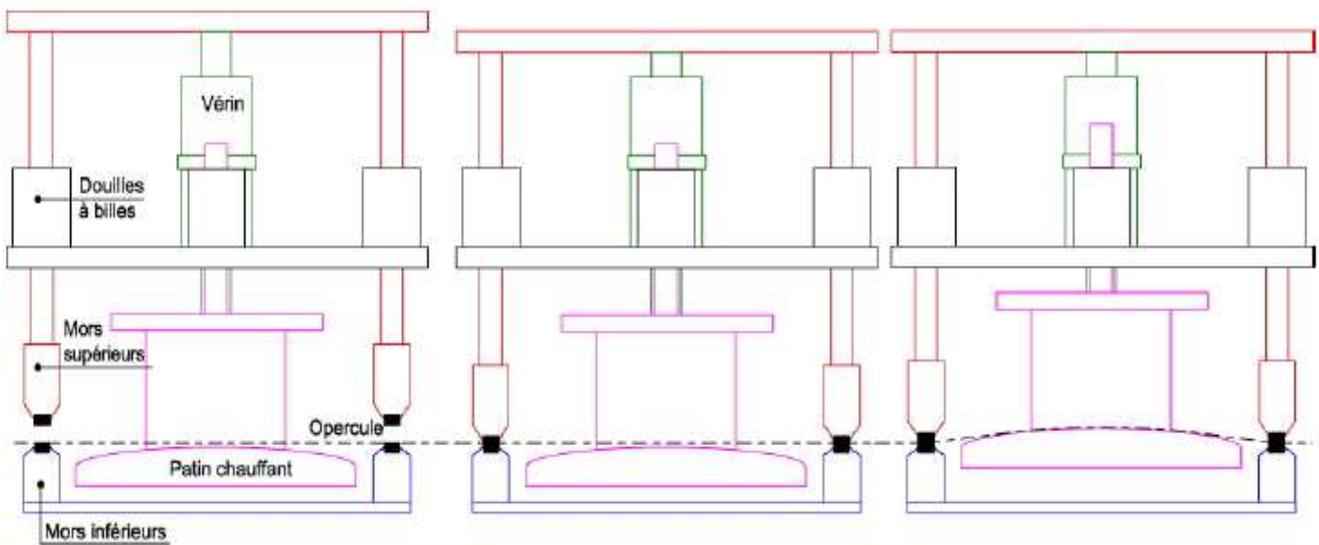


Figure 5: Schéma d'un système d'étirement de l'opercule

Fonctionnement : l'opercule est pris par les pinces, puis le patin l'étire, le patin chauffant redescend, les pinces s'ouvrent et l'opercule défile.

4-Décoration des pots (banderolage latérale)

Pour la mise en place des décors dans le moule, le système est divisé en quatre opérations :

- Le premier module (dérouleur papier), qui se trouve sur un châssis extérieur, comporte le tronçonnage des bobines de papier (découpe des bandelettes).

Le tronçonnage permet de couper huit bandelettes de largeur identique.

- Le second module (découpe festonnage) + la découpe triangle permettent la découpe au format du papier.
 - Festonnage : Une fois tronçonnées, les bandelettes se rejoignent pour passer par l'outil de découpe "festonnage". Cette découpe, effectuée par cisaillement, donne le profil extérieur de la bandelette.

- Une fois le festonnage effectué, les bandelettes, guidées par les rouleaux d'entraînement, passe par la découpe triangle cette découpe effectuée par cisaillement, donne le profil intérieur de la bandelette.
- Le troisième module (bloc d'introduction papier), permet la dépose de la bandelette dans le moule (figure 6).

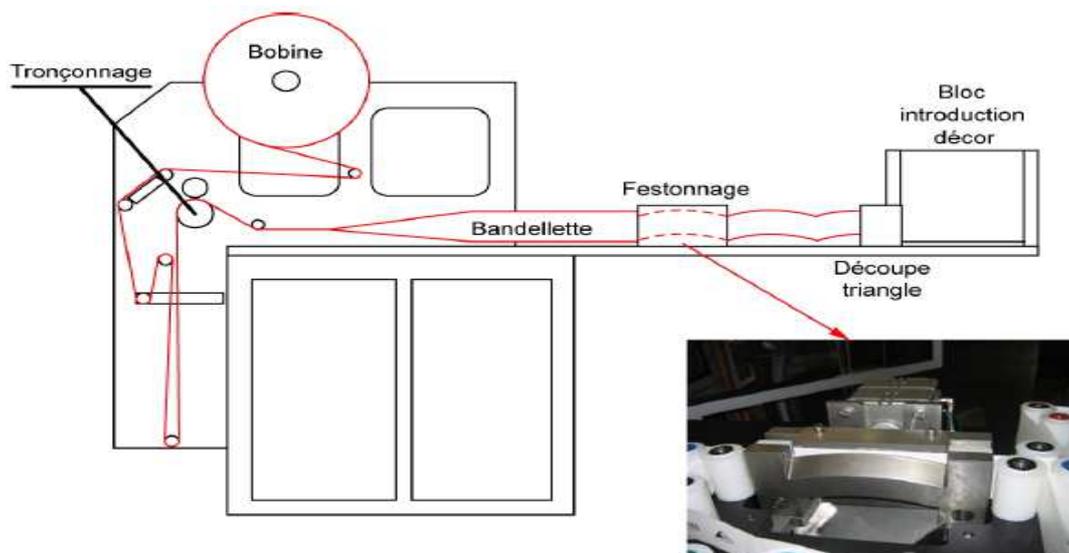


Figure 6 : Schéma du cycle de décoration des pots

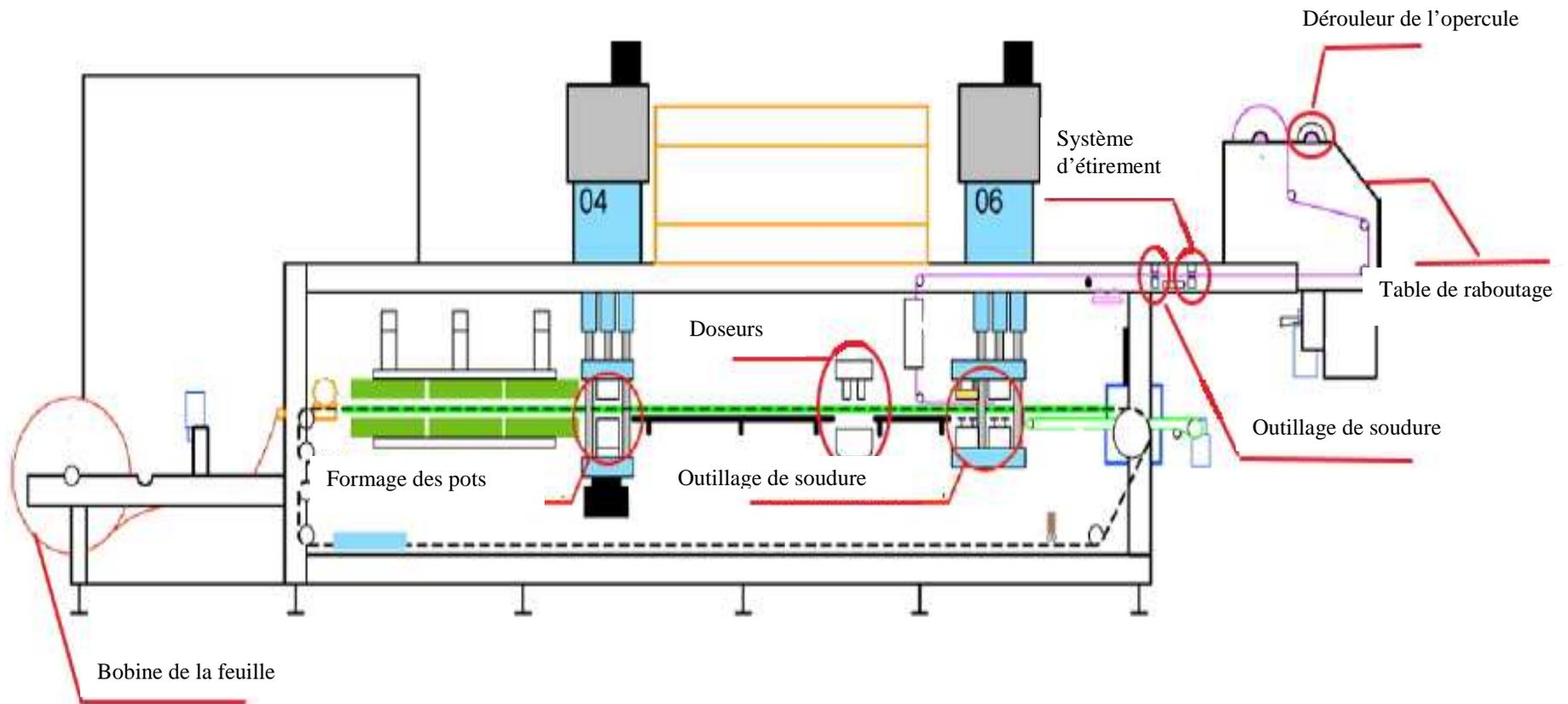


Figure 7 : Schéma de La conditionneuse du yaourt en pots

5- Changement de l'opercule

- Faire un arrêt cycle.
- Mettre la nouvelle bobine en place.
- Désaccoupler l'axe de la bobine se finissant à l'aide du volant. La bobine neuve sera accouplée.
- Maintenir l'ancien rouleau d'opercule sur la table de raboutage à l'aide de ruban adhésif et le couper
- Passer l'opercule correctement (par le balancier) jusqu'à la table de raboutage.
- Positionner l'opercule de manière à superposer le spot de celui-ci avec le spot de l'ancien rouleau.
- Le maintenir sur la table de raboutage à l'aide de ruban adhésif.
- Couper le nouveau rouleau.
- Avec du ruban adhésif, coller les 2 films d'opercule, en prenant garde de ne pas se décaler latéralement.
- Redémarrer la machine.

6-Changement de la banderole

- Maintenir l'ancienne bande décor sur la table de raboutage à l'aide de ruban adhésif.
- Couper le papier.
- Enlever l'ancienne bobine.
- Mettre la nouvelle bobine préalablement préparée sur le support bobine et l'accoupler au moteur.
- Aligner les deux bobines par rapport au graphisme en prenant le spot en référence (collage spot à spot).
- Avec du ruban adhésif ou le vide, maintenir le nouveau papier contre la table de raboutage.
- Couper le papier (la coupe s'effectue contre la lame).
- Avec du ruban adhésif, raccorder le nouveau papier au papier allant dans la machine. Eviter les raccords de ruban adhésif dans la zone de recouvrement.
- Retirer le ruban adhésif qui maintient le papier sur la table de raboutage.
- Redémarrer la machine.

Partie II

Etude de pertes de matières premières le long des chaînes de fabrication des yaourts

I. PERTES DE LA MATIERE PREMIERE

La majorité des articles de la matière première que ce soit emballage ou ingrédients est touchée par les pertes, la valeur de ces pertes est variable et dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ Le coût de la matière première.
- ✓ La quantité utilisée.
- ✓ Le mode d'utilisation...etc.

Le tableau ci-dessous regroupe les pertes de tous les articles de la matière première (ingrédients et emballage) du DOMAINE DOUEIT site Oued Nja (tableau 3).

Tableau 3 : Pertes de la matière première entre 31/10/2011 et 29/02/2102

Matière première	Stock initial	Entrée	Total consommation	Stock final	Ecart	Perte
Ingrédients						
Poudre de lait 26%	2757 kg	76575 kg	76103 kg	3206 kg	23 kg	0,03%
Poudre de lait 1%	3071 kg	161925 kg	159783 kg	1204 kg	400 9kg	2,42%
Fruit	269 kg	78303 kg	74197 kg	431 kg	3944 kg	5,00%
Pectine	100 kg	13950 kg	13930 kg	120 kg	0 kg	0,00%
Acide citrique	44 kg	5900 kg	5806 kg	58 kg	80 kg	1,34%
Arôme	134 kg	2528 kg	2218 kg	92 kg	352 kg	13,22%
Sorbate	58 kg	1750 kg	1657 kg	6 kg	146 kg	8,00%
Ferment	94 kg	3006 kg	2989 kg	33 kg	77 kg	2,48%
Crémise	0 kg	10825 kg	10448 kg	60 kg	317 kg	2,90%
Stévia	2 kg	40 kg	35 kg	2 kg	5,2 kg	12,30%
Emballage						
Carton 1L	13800 unités	1970100 unités	1932546 unités	21350 unités	30004 unités	1,50%
Carton 1/2L	24125 unités	2290575 unités	2240410 unités	33075 unités	41215 unités	1,78%
Banderole	15210 m ²	255461 m ²	232134 m ²	22230 m ²	16307 m ²	6,02%
Opercule	14615 m ²	94596 m ²	87835 m ²	8690 m ²	12686 m ²	11,61%
Feuille	1015 kg	86812 kg	82088 kg	870 kg	4869 kg	5,50%

1- Pertes au niveau des ingrédients

Les ingrédients sont parmi les composantes critiques de la production, vu leur aptitude à être affecter par les pertes.

Au DOAMINE DOUEIT (site Oued Nja) les ingrédients font l'objet d'un problème de pertes jugé significatives, d'où la société doit y faire face.

Le tableau ci-dessous rassemble les pertes des ingrédients exprimés en valeur monétaire (tableau 4).

Tableau 4 : Pertes des ingrédients entre 31/10/2011 et 29/02/2012.

Article	Coût de perte en DHs	Le cumul des pertes en DHs	% de perte monétaire	% cumulé des pertes monétaire
Poudre de lait 1%	116140,73	116140,73	40%	40,04%
arome /fruit	101124,16	217264,89	34,86%	74,91%
arome	46692,8	263957,69	16,09%	91,00%
crémise	8495,6	272453,29	2,92%	93,94%
sorbate	8146,8	280600,09	2,80%	96,75%
ferment	6945,4	287545,49	2,40%	99,14%
acide citrique	1187,2	288732,69	0,40%	99,55%
Poudre de lait26%	911,95	289644,64	0,31%	99,87%
Stévia	377	290021,64	0,13%	100%

- Hiérarchisation des pertes

La classification des pertes est une démarche qui a pour but d'identifier les articles qui ont la grande influence sur la somme des pertes au niveau des ingrédients.

Pour cet objectif nous avons utilisé **le diagramme de Pareto** qui se base sur le principe que 80% de la variabilité est expliquée par 20% des causes.

Il s'agit d'un histogramme illustrant l'importance décroissante des facteurs contribuant à un problème et permettant ainsi de déterminer rationnellement les priorités d'intervention et distinguer ses causes majeures de ses causes mineures (figure 8).

Préalables à la construction d'un diagramme de Pareto

1- Définir l'étude

Commencez par définir l'objet de l'étude : la population concernée, le ou les critères à étudier.

2- Classifier le critère selon l'ordre décroissant

On classera l'ensemble de la population selon l'ordre décroissant du critère

3- Calcul des cumuls

On calculera la population cumulée et le critère cumulé

4- Calcul des pourcentages cumulés

On calcule les pourcentages cumulés de la population et du critère.

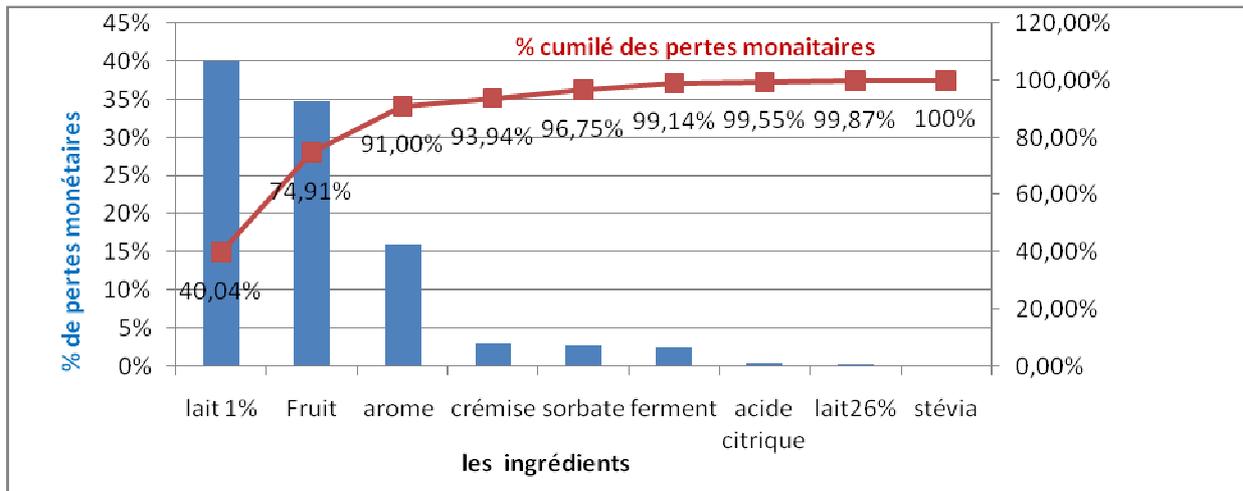


Figure 8 : Représentation graphique des pourcentages cumulés des pertes monétaire des ingrédients

Après cette analyse (diagramme de Pareto) nous avons trouvé que les pertes au niveau du lait 1%, fruits et aromes représentent un pourcentage cumulé de **91 %** par rapport au totale des pertes des ingrédients.

2- Pertes au niveau de l’emballage

Conformément aux ingrédients l’emballage aussi fait l’objet d’un problème de pertes, jugé considérable vu le coût qu’il génère.

Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs des pertes en (DH) des différents articles de l’emballage (tableau 5).

Tableau 5 : Pertes de l’emballage entre 31/10/2011 et 29/02/2012

Article	cout de perte en DHs	le cumul des pertes en DHs	% de perte monétaire	% cumulé des pertes monétaires
opercule	95779,3	95779,3	30,84%	30,84%
banderole	90666,92	186446,22	29,20%	60%
feuille	89556,5	276002,72	28,83%	88,87%
Carton 1L	17522,336	293525,05	5,64%	94,51%
Carton 1/2L	17021,8	310546,85	5,48%	100%

- Hiérarchisation des pertes

Dans le but de s’informer sur les emballages les plus touché par les pertes, nous avons procédé à une classification de type 20/80 (figure 9).

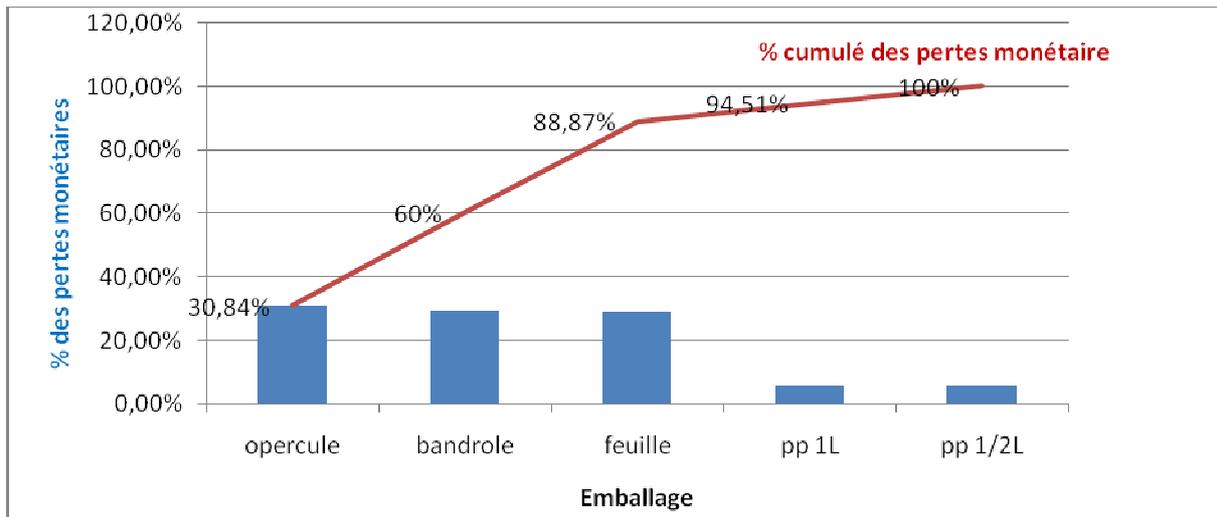


Figure 9 : Représentation graphique des pourcentages cumulés des pertes monétaire de l’emballage. Après cette analyse (Pareto) nous avons trouvé que les pertes aux niveaux de l’opercule, banderole et feuille représentent 88,87 % du totale des pertes.

3- Conclusion

Le tableau ci-dessous rassemble les articles (emballage et ingrédients) les plus touchés par les pertes, c'est-à-dire les articles qu’il faut suivre pour interpréter leurs pertes.

Vu l’importance des pertes de ces articles par rapport à la somme des pertes trouvé dans la matière première, une étude rigoureuse va permettre de remédier à une grande partie du problème des pertes (tableau 6).

Tableau 6 : Analyse des pertes

Article	Les produits	Etape d’ajout	Consommation	Conditions de stockage
Poudre de Lait 1%	Tous les produits sauf LBN beldi	La reconstitution	3% pour les yaourts	- Température ambiante
fruit	Yaourt à boire (fraise, pêche, avocat)	conditionnement	4%	- Froid négatif
	Yaourt brassé (ananas, abricot, fraise, bifidus pomme, bifidus figue et muesli)	conditionnement	8% - 9%	
	Yaourt brassé 0% (poire, dfc, myrtille, cerise)	conditionnement		
arome	Yaourt brassé 0% (vanille, fraise)	conditionnement	1g/kg	
	Lbn (banane, citron)	Reconstitution		
	Yaourt ferme	Conditionnement		
Opercule	Les yaourts (fermes et brassés)	conditionnement	1 m ² /180 unités	- T° : 15 à 30°C - HR : 50% à 70%

banderole			1 m ² /65 unités	
Feuille	Les yaourts (fermes et brassé)	conditionnement	Une bobine/54000 unités	- Température ambiante

Remarque : les articles qui ont été effectivement suivi sont tous utilisés pendant l'étape du conditionnement et concerne seulement le yaourt (ferme, brassé) comme produit fini.

Pour la poudre de lait 1%, il n'a pas été possible de l'étudier parce que la majorité des préparations sont faites hors de mon horaire du stage.

II. INTERPRETATION DES PERTES ET MESURES CORRECTIVES

a- Ingrédients

1- Arome

Les arômes sont des composés organiques très volatiles qui appartiennent aux différentes classes de la chimie ; hydrocarbures, aldéhydes, acides, alcools, ester ; ils produisent un stimulus au contact de la muqueuse olfactive et ils n'apportent aucune valeur nutritive aux aliments dans lesquels ils se trouvent.

Les arômes utilisés au site **Oued Nja** sont des substances liquides conditionnés dans des bidons de 10 kg.

1-1- Type des pertes

- Pertes systématiques

Les pertes trouvées au niveau des arômes sont uniquement liées au rendement de la production (tableau 7).

- Pertes liées au rendement : Les pertes au niveau du rendement sont la somme des quantités du produit fini purgés lors du changement de produit et aussi les quantités de produit fini non conforme qui sont jetés.

Les pertes dues au rendement sont liées aux plusieurs causes :

- ✓ Les purges
- ✓ Planification
- ✓ Autres

Tableau 7 : Dosage de l'arôme dans le yaourt.

jour	Produit	Quantité de produit fini	Quantité d'arôme utilisée	dosage	Rendement
02/04/2012	Crème vanille	1037,52 kg		0,99 g / 1kg	93%
03/04/2012	Finesse vanille	1092,96 kg			91%
05/04/2012	Crème vanille	1552,1 kg			92%
10/04/2012	Finesse vanille	1185,8 kg			74,5%

16/04/2012	Crème vanille	1591,92 kg			92%
17/04/2012	Finesse vanille	1045,44 kg			88%
TOTAL		7505,74 kg	7,5 kg		
26/04/2012	Crème vanille	1663,2 kg	1,54 Kg	0,925 g / 1kg	89,5%
26/04/2012	Crème citron	1336,28 kg	1,3 kg	0,97g / 1 kg	89,5%
30/04/2012	Crème vanille	1180,08 kg	1,08 kg	0,915 g / 1 kg	90,5%
30/04/2012	Jnan vanille	3094,52 kg	3 kg	0,97 g/ 1 kg	90,5%
MOYENNE		1477,98 kg	2,88 kg	0,954 g/ kg	89,05%
Observation		Il ya pas de perte au niveau du dosage d'arôme			

NB : Les pertes dans le rendement sont principalement sous forme de quantités de produit fini perdus par les pousses dans le process, celles perdus par les purges dans les conditionneuses et la quantité du produit fini non conforme.

1-2- Analyse des causes

1-2-1- Purges

Ce type de perte se produit lors du changement de produit, il est sous forme de produit fini non conforme (produit fini mélangé, banderolage non conforme, operculage non conforme), il est en partie inévitable, alors qu'une quantité non négligeable de perte est due au choix du moment de changement de l'opercule et de la banderole.

== > ce type de pertes est lié à la main d'œuvre.

1-2-2- Planification

La programmation de plusieurs produits par jour augmente la fréquence de changement de produit, alors il va augmenter la quantité des purges.

1-2-3 Autres

Ce sont les problèmes qui génèrent du produit fini non conforme : bourrage, déchirure de l'opercule ...etc.

1-3- Mesures correctives

- Diminuer de la fréquence de changement des produits.
- Adopter de la méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de la quantité restante dans les conduites afin de diminuer la quantité de produit fini purgée.
- Limiter les problèmes de type déchirure de l'opercule et bourrage, qui surviennent pendant le conditionnement et qui génèrent des produits fini non conformes.

2- Fruit

C'est un concentré de fruit sous forme de purée ajouté dans les yaourts pour les aromatisés, conditionné dans des sacs de 20 kg.

2-1- Type de pertes

- Pertes systématique

- La manipulation du fruit par l'opérateur : La quantité contenue dans le sac n'est pas totalement versée dans la cuve, il reste une quantité estimée de 1 kg à 2 kg qui est non utilisée (tableau 8).
- Pertes liées au rendement : Les pertes au niveau du rendement sont la somme des quantités du produit fini purgés lors du changement de produit et aussi les quantités de produit fini non conforme qui sont jetés.

Les pertes dues au rendement sont liées aux plusieurs causes

- ✓ Les purges
- ✓ Planification
- ✓ Autres

Tableau 8 : Dosage du fruit dans le yaourt brassé

Date	Produit	Quantité initiale de fruit	Quantité perdue	Quantité de fruit utilisée	Quantité de produit	La dose	Rendement
10/04/2012	Finesse poire	80 kg	1,5 kg de fruit en moyenne restant collé aux parois du sac	74 kg	951,5 kg	7,77%	87%
11/04/2012	Finesse DFC	100 kg		92,5 kg	974,16 kg	9,50%	81,5%
11/04/2012	Y.B ananas	140 kg		129,5 kg	1457,28 kg	8,88%	81,5%
17/04/2012	Finesse DFC	80 kg		74 kg	1155,22 kg	6,40%	83%
23/04/2012	Y.B muesli	100 kg		92,5 kg	1241,24 kg	7,45%	89%
24/04/2012	Finesse poire	80 kg		74 kg	950,4 kg	7,78%	90,5%
MOYANNE		96,66 kg		89,41 kg	1121,63 kg	7,96%	85,41%
Observation		Il ya pas de pertes au niveau du dosage du fruit					

NB : Les pertes dans le rendement sont principalement sous forme de quantités de produit fini perdus par les pousses dans le process, celles perdus par les purges dans les conditionneuses et la quantité du produit fini non conforme.

2-2- Analyse des causes

2-2-1- Purges

Ce type de perte se produit lors du changement de produit, il est sous forme de produit fini non conforme (produit fini mélangé, banderolage non conforme, operculage non conforme), il est en partie inévitable, alors qu'une quantité non négligeable de perte est due au choix du moment de changement de l'opercule et de la banderole.
== > ce type de pertes est lié à la main d'œuvre.

2-2-2- Planification

La programmation de plusieurs produits par jour augmente la fréquence de changement de produit, alors il va augmenter la quantité des purges.

1-2-3 Autres

Ce sont les problèmes qui génèrent du produit fini non conforme : bourrage, déchirure de l'opercule ...etc.

2-3- Mesures correctives

- Inciter l'opérateur à exploiter la totalité du fruit existant dans le sac.
- lors du changement des produits
- Diminuer la fréquence de changement des produits.
- Adopter une méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de la quantité restante dans les conduites afin de diminuer la quantité du produit fini purgées
- Limiter les problèmes de type déchirure de l'opercule et bourrage, qui surviennent pendant le conditionnement et qui génèrent des produits fini non conformes.

b- Emballage

1- Opercule

C'est un complexe de papier métallisé et imprimé, utilisé comme couvercle pour les pots de yaourt. Les opercules sont conditionnés en bobines de 450 m² de papier.

1-1- Type des pertes

- Pertes systématique

- Montage : lors du montage l'opercule doit être conforme ; sèche, propre et exempte de déchirure ; si non l'opérateur supprime les parties non conformes de l'opercule pour assurer le bon déroulement de l'operculage.
- Changement d'arôme : le changement d'arôme implique qu'il ya deux produits aromatisés différemment qui sont en contact dans les conduites.

== > Les pertes qui apparaissent à cette étape dépendent du moment de montage du nouvel opercule (tableau 9).

NB : les pertes de cette opération sont sous forme d'opercule, banderole, feuille et produit fini.

- Les quantités mortes : ce sont les quantités du papier restantes à la fin de la bobine, elles sont appelées mortes car elles ne peuvent pas être utilisées après.

Les quantités mortes sont difficiles à déterminer, car elles sont variables et relatives à la taille du lot qu'on veut conditionner.

Tableau 9 : Suivi des pertes systématiques au niveau de l'opercule.

Date	Pertes e m ²							Cout de perte en dhs
	Montage	Fréquence	Pertes/jour	Changement d'arôme	Fréquence	Pertes/jour	Total	
13 / 04	2,7	3 fois/jour en moyen	8,1	1	3 fois/jour en moyen	3	11,1	83,8
14/04	2,85		8,55	1		3	11,55	87,2
14/ 04	2,91		8,73	1		3	11,73	88,56
17/04	3		9	1		3	12	90,6
23/04	2,7		8,1	1		3	11,1	83,8
23/04	2,7		8,1	1		3	11,1	83,8
23/04	2,85		8,55	1		3	11,55	87,2
24/04	2,57		7,71	1		3	10,71	80,86
24/04	2,55		7,65	1		3	10,65	80,4
Moyenne des pertes	8,27 m²/jour			3 m²/jour			11,27	85,08

- **Pertes accidentelles**
 - **Déchirure de l'opercule** : Ce problème est produit au niveau du système d'étirement de l'opercule à cause de sur-chauffage de ce dernier.

Un tel problème génère des pertes relativement considérables (5 m d'opercule au minimum)

- **Conclusion**

Après avoir quantifié les pertes, nous avons pu déterminer le pourcentage de chaque type des pertes par rapport à la somme des pertes au niveau de l'opercule (tableau 10).

Tableau 10 : Pertes au niveau de l'opercule

Type de perte	Quantité en m ²	Coût en DH
perte totale en 4 mois	12686	95779,3
perte /jr	105,71	798,16
perte systématique/jr	11,27	85,08
Pertes accidentelles/jr + quantités mortes	94,45	713,15

NB : la quantité des pertes systématiques n'inclue pas les pertes liées aux quantités mortes.

Représentation graphique des pertes au niveau de l'opercule

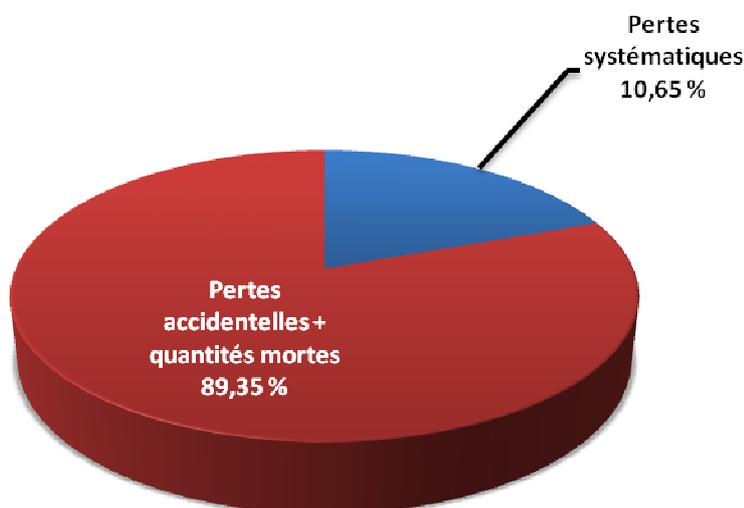


Figure 10: Représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles

1-2- Analyse des pertes

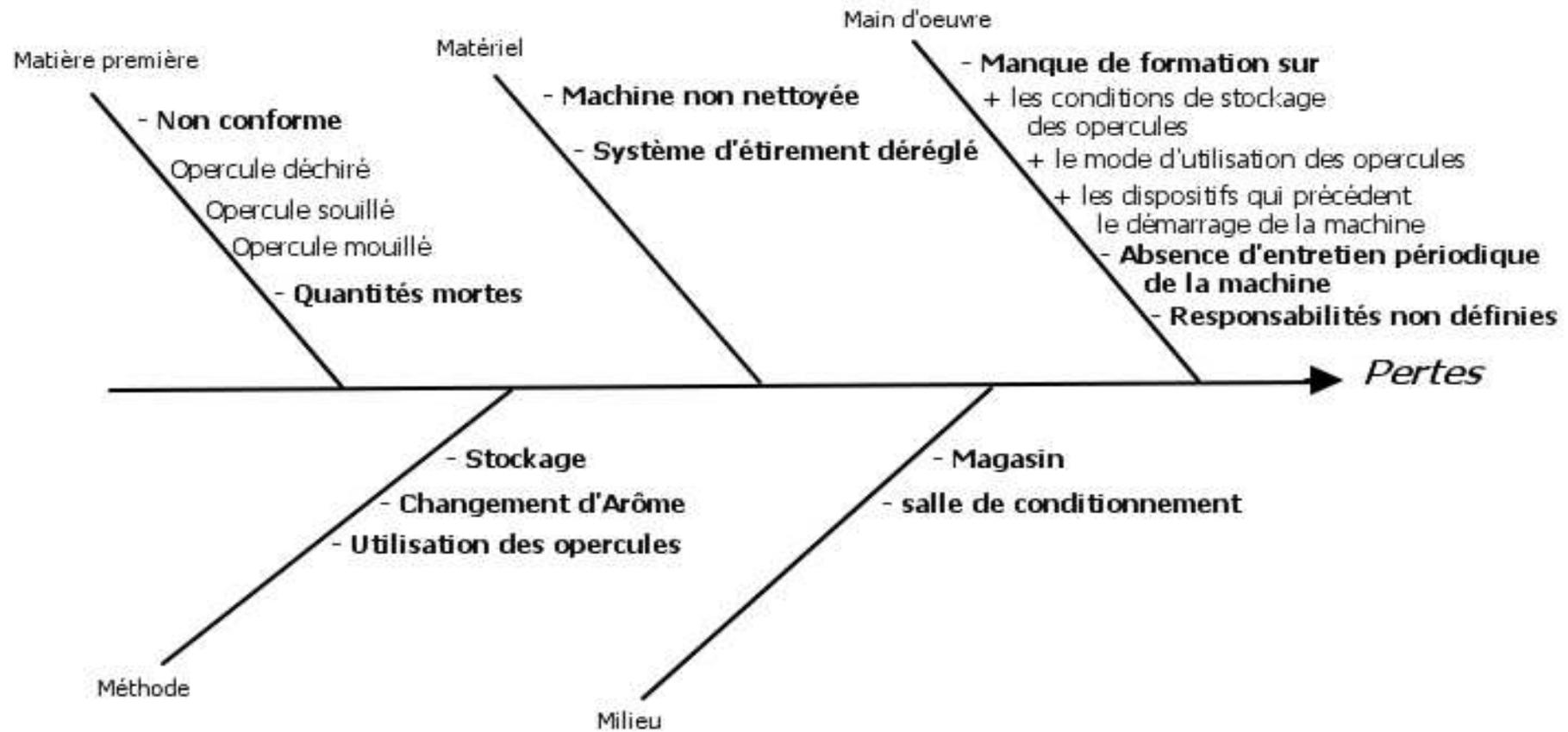
1-4-1 Diagramme d'Ishikawa

- **Définition**

C'est un outil qui permet d'identifier les causes d'un problème. Le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme en arête de poisson, diagramme cause-effet ou 5M) permet de limiter l'oubli des causes et de fournir des éléments pour l'étude des solutions. Cette méthode permet d'agir sur les causes pour corriger les défauts et donner des solutions en employant des actions correctives.

- **Les préalables à la construction d'un diagramme de cause à effet**

- La construction du diagramme d'Ishikawa est basée sur un travail de groupe. Il est important de former une équipe de travail pluridisciplinaire et de faire participer chaque membre ;
- Pratiquer auparavant un brainstorming et trouver toutes les causes possibles au problème. Chacun doit émettre ses opinions librement sur les origines possibles.
- Sélectionner les causes principalement responsables du défaut ou du problème.
- Classer les causes liées au problème posé.



1-4-2- Montage

Les pertes pendant le montage sont liées à deux causes :

- ***La non-conformité des opercules***

➤ **Opercule déchiré**

La déchirure de l'opercule dépend de deux facteurs :

- Lieu de stockage

Les bobines sont déposées n'importe comment dans le magasin, dans des endroits encombrés où le mouvement est perpétuel et la probabilité d'incidence des déchirures est élevée.

- La façon d'entreposage

Les bobines sont entreposées sans encastrement et le papier est en contact direct avec l'extérieur.



Figure 12 : Photo du stock tampon des opercules

➤ **Opercule souillé**

La propreté des opercules dépend de deux facteurs :

- lieu de stockage

Le magasin de stockage est un endroit qui n'est pas propre (présence de souillures et de la poussière), et ceci revient à plusieurs causes :

- ✓ Désordre au niveau de l'entreposage qui rend difficile la maîtrise de la propreté du magasin.
- ✓ La présence des articles autre que l'emballage et les ingrédients (pièces de rechange, produits de nettoyage...) qui n'ont pas les mêmes exigences d'hygiène en entreposage.

- ✓ L'accessibilité de la poussière au magasin à travers la porte de déchargement de la matière première.

- Façon d'entreposage

Les bobines sont entreposées sans encastrement et en contact direct avec l'atmosphère du magasin.

- **Opercule mouillé**

Le mouillage des opercules résulte du mode d'utilisation de ces derniers

- Mode d'utilisation

Des opercules qui sont déposées pendant une longue durée dans la salle de conditionnement.

- ✓ 3 à 4 bobines sont introduites à la fois à la salle de conditionnement.
- ✓ Des bobines laissées dans la salle de conditionnement même après leur utilisation.

==> fortes probabilité qu'elles vont être mouillées à cause du nettoyage fréquent de la salle de conditionnement.

- ✓ Bobines déposées sur des palettes mouillées.

- ***La planification de la production***

La programmation de plusieurs produits par jour augmente la fréquence de changement de l'opercule et aboutit à des pertes multipliées.

1-4-3- changement de l'arôme

Les facteurs qui mènent à l'apparition des pertes pendant le changement d'arôme sont :

- **Main d'œuvre**

L'opérateur peut faire augmenter les pertes lors du changement de l'arôme si le moment de montage du nouvel opercule n'est pas bien choisi.

NB : Il ya des pertes qui sont inévitable lors du changement de l'arôme à cause du mélange d'une partie des produits fini dans les conduites.

- **Planification**

Le grand nombre des produits programmés par jour, fait multiplier les pertes.

1-4-4- Quantités mortes

Vu la diversité des produits, les pertes de type "quantités mortes" devient inévitable.

On peut remédier partiellement à ce problème par l'analyse des causes secondaires suivantes :

- **Entreposage**

Le désordre du stock tampon, rend difficile à estimer la quantité restante dans certaines bobines, de ce fait l'opérateur peut ignorer des bobines qui sont encore valable pour l'utilisation.

- Main d'œuvre

L'habitude des opérateurs à choisir des bobines relativement grandes et ignorer les petites bobines.

1-4-5- déchirure de l'opercule

Les causes de ce problème sont :

- Système d'étirement déréglé

Le déréglage du système d'étirement peut aboutir au déchirure de l'opercule et ceci suite à un surchauffage éventuel de l'opercule.

- Arrêt prolongé de la machine

Un arrêt prolongé de la machine peut aussi causer le déréglage du système d'étirement et alors la déchirure de l'opercule.

1-3- Mesures correctives

1-5-1- Montage

- Opercules non-conformes

➤ Déchirure

- Spécifier un endroit isolé pour le stock tampon des opercules, pour éviter toute sorte de contact entre les bobines et les autres articles du magasin de stockage.
==> Il ya dans le magasin un endroit convenable à cette démarche (voire schème du magasin dans l'annexe).

➤ Opercule souillé

- Réorganiser le magasin du stockage en procédant à :
 - ✓ La gestion de l'espace : réarrangement des articles de façon à laisser des passerelles entre les rangées pour faciliter les opérations du nettoyage.
 - ✓ La gestion de volume : allocation d'un endroit spécifique pour l'entreposage des pièces de rechanges et des produits de nettoyage en dehors du magasin.
- Placer des ventilateurs dans le magasin pour le renouvellement de l'air et l'évacuation de la poussière existante dans le magasin.
- Encastrer les bobines pendant l'entreposage
 - ✓ Les enfermées dans des cartons.
 - ✓ Ou, allocation d'un endroit clos pour le stock tampon des opercules.

➤ Opercule mouillé

- Ramener les bobines une par une à la salle de conditionnement selon le besoin (programme de production).
- Retourner les bobines utilisées au magasin du stockage.
- Utilisation des palettes sèches ou mettre un carton entre la bobine et la palette.

- **Planification**

Diminution de la fréquence du changement de produit par la planification des lots de grandes quantités.

1-5-2- Changement d'arôme

➤ **Main d'œuvre**

Généraliser la méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de la quantité restante dans les conduites pour mieux anticiper le moment de changement de l'opercule.

➤ **Planification**

Diminution de la fréquence du changement de produit par la planification des lots de grandes quantités.

1-5-3- Quantités mortes

Pour diminuer ce type de pertes il faut adopter la démarche suivante.

- Une bonne gestion du stock tampon : arrangement des petites bobines de façon qu'elles soient facilement repérées par l'opérateur.
- Donner la priorité aux bobines du stock tampon pendant l'utilisation.

1-5-4- Déchirure de l'opercule

- Réglage périodique du système d'étirement d'opercule
- Limiter les problèmes qui causent l'arrêt répété de la machine (entretien permanent de la conditionneuse).



2- Banderole

C'est le papier qui entour le pot du yaourt en assurant une triple fonctionnalité :

- Décoration du pot.
- Transmission des informations légale et technique concernant le produit.
- Augmentation de l'épaisseur du pot de yaourt et assurer sa rigidité.

Les banderoles sont conditionnées en bobines de **1355 m²** de papier.

2-1- Types de pertes

- Pertes systématique

- **Montage** : lors du montage, la banderole doit être conforme ; sèche, propre et exempte de déchirure ; si non l'opérateur supprime les parties non conformes de la banderole pour assurer le bon déroulement de la décoration des pots.
- **Réglage** : Ce sont les pertes qui apparaît lors de changement de la banderole, elles concernent la partie du papier (ancien banderole) qui reste dans la table de décoration (entre la table de raboutage et l'outillage de découpage).
- **Changement de l'arôme** : le changement d'arôme implique qu'il ya deux produits aromatisés différemment qui sont en contact dans les conduites.
== > Les pertes qui apparaissent à cette étape dépendent du moment de montage de la nouvelle banderole (tableau 11).

NB : les pertes de cette opération sont sous forme d'opercule, banderole, feuille et produit fini.

- **Les quantités mortes** : ce sont les quantités du papier restantes à la fin de la bobine, elles sont appelées mortes car elles ne peuvent pas être utilisées après.

Les quantités mortes sont difficiles à déterminer, car elles sont variables et relatives à la taille du lot qu'on veut conditionner.

Tableau 11 : Suivi des pertes systématiques au niveau de la banderole

Date	Pertes en m ²										Coût de perte en DHs
	Montage	Fréquence	Pertes/jour	Réglage	Fréquence	Pertes/jour	Changement d'arôme	Fréquence	Pertes/jour	Total	
10/04	1,036	7 fois/jour en moyenne	7,25	4,92	7 fois/jour en moyenne	34,44	2	6 fois/jour en moyenne	14	55,69	308,91
14/04	1,22		8,54	4,67		32,69	2		14	55,23	307,07
14/04	1,34		9,38	4,92		34,44	2		14	57,82	321,47
23/04	1,58		11,06	4,92		34,44	2		14	59,5	330,82
23/04	2,25		15,75	4,67		32,69	2		14	62,44	347,16
24/04	0,75		5,25	5,29		37,03	2		14	56,28	312,91
24/04	0,91		6,37	4,67		32,69	2		14	53,06	295,01
Moyenne des pertes	9,08 m²/jour			34,02m²/jour			14 m²/jour			57,1	317,47

- **Pertes accidentelles**

- **Bourrage** : Problème au niveau de découpage de la banderole en bandelettes de décoration. Ce problème génère des pertes au niveau de la banderole, des arrêts de la production, et une certaine quantité de produit fini non conforme.

NB : Le problème du bourrage se produit fréquemment.

- **Conclusion**

Après avoir quantifié les pertes, nous avons pu déterminer le pourcentage de chaque type des pertes par rapport à la somme des pertes au niveau de la banderole (tableau 12).

Tableau 12 : Pertes au niveau de la banderole

Type de perte	Quantité en m ²	Coût en DH
pertes totale en 4 mois	16307	90667
pertes/jr	135,9	755,55
pertes systématiques/jr	57,1	317,47
pertes accidentelles /jr +quantités mortes	78,81	438,22

NB : la quantité des pertes systématiques n'inclue pas les pertes liées aux quantités mortes.

Représentation graphique des pertes au niveau de la banderole

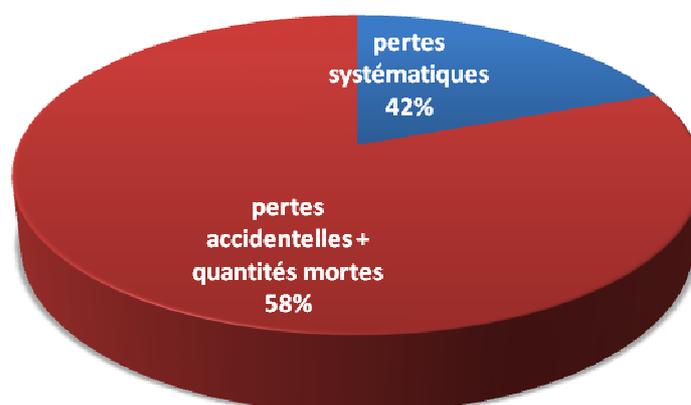
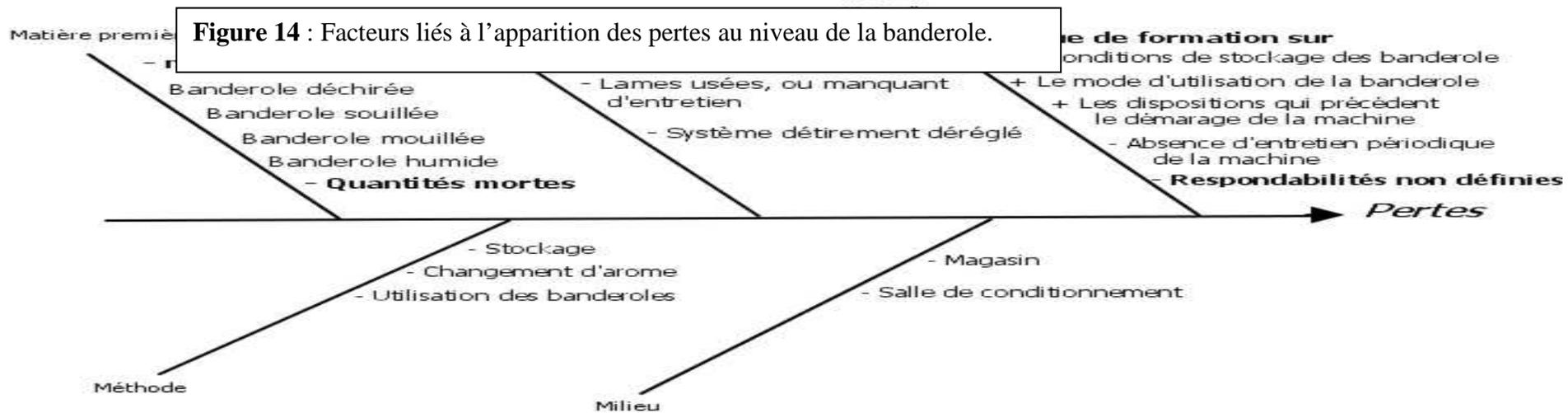


Figure 13 : Représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles au niveau de la banderole

2-2- analyse des pertes

2-4-1 Diagramme d'Ishikawa



2-4-2- Montage

Les pertes lors du montage sont reliées à 2 causes principales :

- La non-conformité des banderoles

➤ **Banderole déchirée**

- Lieu de stockage

Les bobines sont déposées n'importe comment dans le magasin, dans des endroits encombrés ou le mouvement est perpétuel et la probabilité d'incidence des déchirures est élevée.

- La façon d'entreposage

Les bobines sont entreposées sans encastrement et le papier est en contact direct avec l'extérieur



Figure 15 : Photo d'une Banderole déchirée



Figure 16 : Photo du stock tampon des banderoles

➤ **Banderole souillée**

- lieu de stockage

Le magasin de stockage est un endroit relativement n'est pas propre (présence de souillures et de la poussière), et ceci revient à plusieurs causes :

- ✓ Le désordre au niveau de l'entreposage qui rend difficile la maîtrise de la propreté au sein du magasin.
- ✓ Présence des articles autre que l'emballage et les ingrédients (pièces de rechange, produits de nettoyage...) qui n'ont pas les mêmes exigences d'hygiène pendant leur entreposage.
- ✓ Accessibilité de la poussière au magasin à travers la porte de déchargement de la matière première.

- Façon d'entreposage

Les bobines sont entreposées sans encastrement et en contact direct avec l'atmosphère du magasin

➤ **Banderole mouillée**

Le mouillage des banderoles résulte du mode d'utilisation de ces dernières.

- Mode d'utilisation

Des banderoles qui sont déposées pendant une longue durée dans la salle de conditionnement.

- ✓ 3 à 4 bobines sont introduites à la fois à la salle de conditionnement
- ✓ Des bobines laissées dans la salle de conditionnement même après leur utilisation

== > Fortes probabilité qu'elles vont être mouillées à cause du nettoyage fréquent de la salle de conditionnement.

- ✓ Bobines déposées sur des palettes mouillées.

➤ **Banderole humide**

- Mode d'utilisation

Bobines laissées longtemps dans la salle de conditionnement où l'humidité est élevée par rapport à celle recommandée pour les banderoles (50% à 70%).



Figure 17 : Photo des bobines des banderoles au niveau de la salle de conditionnement

- **La planification de la production**

La programmation de plusieurs produits par jour augmente la fréquence de changement de la banderole et aboutit à des pertes multipliées.

2-4-3- Réglage

Ce sont des pertes inévitables et seule la planification (grande fréquence du changement de produit) qui les fait augmenter.

2-4-4- Quantités mortes

Vu la diversité des produits, les pertes de type "quantités mortes" devient inévitable.

On peut remédier partiellement à ce problème par l'analyse des causes secondaires suivantes :

➤ Entreposage

Le désordre du stock tampon, rend difficile à estimer la quantité restante dans certaines bobines, de ce fait l'opérateur peut ignorer des bobines qui sont encore valable pour utilisation.

➤ Main d'œuvre

L'habitude des opérateurs à choisir des bobines relativement grandes et ignorer les petites bobines.

2-4-5- Changement d'arôme

Les facteurs qui mènent à l'apparition des pertes pendant le changement d'arôme sont :

➤ **Main d'œuvre**

L'opérateur peut faire augmenter les pertes lors du changement de l'arôme si le moment de montage de la nouvelle banderole n'est pas bien choisi.

NB : Il ya des pertes qui sont inévitable lors du changement de l'arôme à cause du mélange d'une partie des produits dans les conduites.

➤ **Planification**

Le grand nombre des produits programmé par jour, fait multiplier les pertes.

2-4-6- Bourrage

Le problème du bourrage est suscité par 2 facteurs majeurs

➤ **Matériel**

- Table de décoration non nettoyée : présence de la poussière ou des fines particules au niveau des guides des rouleaux et au niveau des outils de découpage (festonnage, découpage triangle).
- Outils de découpage (festonnage, découpage triangle) manquants d'entretien.

- Présence de la poussière ou des fines particules au niveau des moules qui peut bloquer le découpage.

➤ **Matière première**

Les banderoles non conformes causent le problème du bourrage.

- Banderole mouillée
- Banderole souillon
- Banderole humide

2-5- Mesures correctives

2-5-1- Montage

- **Banderoles non-conformes**

➤ **Déchirure**

- Spécifier un endroit isolé pour le stock tampon des banderoles, pour éviter toute sorte de contact entre les bobines et les autres articles du magasin.

== > il ya dans le magasin un endroit qui est convenable à cette démarche (voire schème du magasin dans l'annexe).

➤ **Banderole souillée**

- Réorganiser le magasin du stockage en procédant à :
 - ✓ La gestion de l'espace : réarrangement des articles de façon à laisser des passerelles entre les rangées pour faciliter les opérations de nettoyage.
 - ✓ La gestion de volume : allocation d'un endroit spécifique pour l'entreposage des pièces de rechanges et des produits de nettoyage en dehors du magasin.
- Placer des ventilateurs dans le magasin pour le renouvellement de l'air.
- Encastrier les bobines pendant l'entreposage
 - ✓ Les enfermées dans des cartons.
 - ✓ Ou, allocation d'un endroit clos pour le stock tampon des banderoles.

➤ **Banderole mouillée**

- Ramener les bobines une part une à la salle de conditionnement selon le besoin (programme de production).
- Retourner les bobines utilisées au magasin du stockage.
- Utilisation des palettes sèches ou mettre un carton entre la bobine et la palette.

➤ **Banderole humide**

- Ramener les bobines une part à la salle de conditionnement selon le besoin (programme de production).
- Retourner les bobines au magasin du stockage après leur utilisation.

- *Planification*

Diminution de la fréquence du changement de produit par la planification des lots de grandes quantités.

2-5-2 Réglage

➤ **Planification**

Diminution de la fréquence de changement de produit par la planification des lots de grandes quantités.

2-5-3 Changement d'arôme

➤ **Main d'œuvre**

Généraliser la méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de la quantité restante dans les conduites pour anticiper le moment de changement de la banderole.

➤ **Planification**

Diminution de la fréquence du changement de produit par la planification des lots de grandes quantités

2-5-4- Quantités mortes

Pour diminuer ce type de pertes il faut adopter la démarche suivante :

- Une bonne gestion du stock tampon : arrangement des petites bobines de façon qu'elles soient facilement repérées par l'opérateur.
- Donner la priorité aux bobines du stock tampon pendant l'utilisation.

2-5-5- Bourrage

➤ **Matériel**

- Faire des nettoyages quotidiens de la table de décoration
- Faire un entretien périodique des outils de découpage et les autres matériels de la décoration

- ##### ➤ **Matière première** : Adoption des mesures correctives déjà citées pour les banderoles non conformes (banderole mouillée, souillée et humide).

3- Feuille

Bande en plastique (polyéthylène haute densité) à partir de la quelle sont formé les pots (thermoformage). La feuille est conditionnée en bobine de 294,8 kg.

3-1- Type de pertes

- *Pertes systématiques*

- Démarrage : ce sont des pertes produites à chaque démarrage de la machine, elles sont obligatoires pour régler le thermoformage des pots et le design de l'opercule sur les pots.
- Changement d'arôme : le changement d'arôme implique qu'il ya deux produits aromatisés différemment qui sont en contact dans les conduites. Les pertes de la feuille à cette étape sont sous forme de pots thermoformés vides ou remplis de produit fini non conforme, elles sont estimées de 144 pots (2 caisses) en moyen (tableau 13).

Tableau 13 : Suivi des pertes systématiques au niveau de la feuille.

Date	Pertes en g							Coût de perte
	Démarrage	Fréquence	Pertes/jour	Changement de produit	Fréquence	Pertes/jour	Totale de pertes	
10 /04	2865,6	4 démarrages par jour	11462,4	561	3 fois par jour	1683	13145,4	241,68
13/04	1512,4		6049,6	561		1683	7732,6	142,18
14/04	1353,2		5412,8	561		1683	7095,8	130,5
14/04	1353,2		5412,8	561		1683	7095,8	130,5
17/04	1333,2		5332,8	561		1683	7015,8	129,03
23/04	1441,44		5765,76	561		1683	7448,76	137
23/04	1401,4		5605,6	561		1683	7288,6	134,05
23/04	1361,36		5445,44	561		1683	7128,44	131,1
15/05	1456,76		5827,04	561		1683	7510,04	138,14
17/05	1389,47		5557,88	561		1683	7240,88	133,17
Moyenne des pertes	1546,8		6187,2	561		1683	7870,2	144,8

- **Conclusion**

Après avoir quantifié les pertes, nous avons pu déterminer le pourcentage de chaque type des pertes par rapport à la somme des pertes au niveau de la feuille (tableau 14).

Tableau 14 : Pertes au niveau de la feuille.

Type de perte	Quantité en Kg	Coût en DH
pertes totale en 4 mois	4869	89556,5
pertes/jr	40,57	746,3
pertes systématiques/jr	7,87	144,8
Pertes accidentelles/jr	32,7	601,51

Représentation graphique des pertes au niveau de la feuille

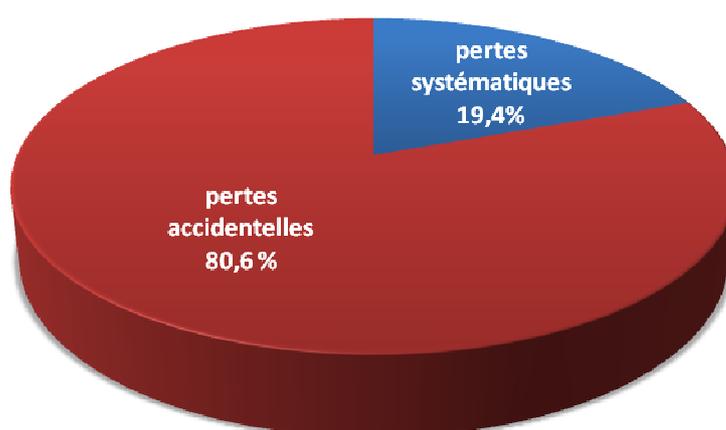


Figure 18 : La représentation graphique des pertes systématiques et accidentelles au niveau de la feuille

Pertes accidentelles

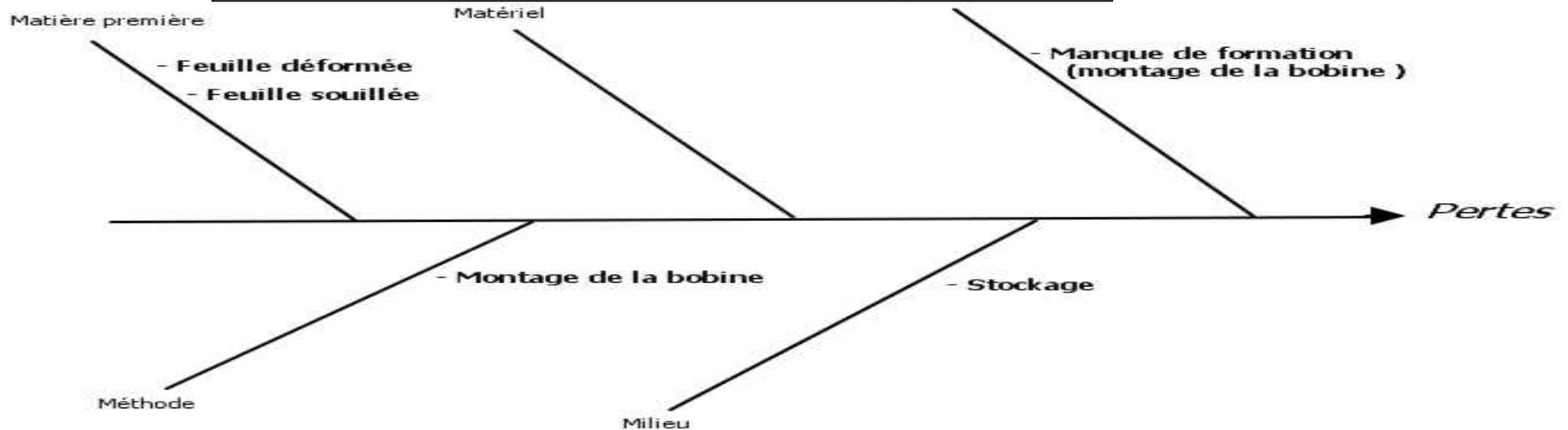
➤ Feuille déformée

C'est un problème qui apparait pendant le montage de la feuille. Un tel problème génère des pertes considérable qui peuvent aller jusqu'à une bobine entière si la déformation affecte le mandrin de la bobine.

3-2- Analyse des causes

3-2-1 Diagramme d'Ishikawa

Figure 19 : Facteurs liés à l'apparition des pertes au niveau de la feuille.



3-2-2- démarrage

Ce type de pertes est inévitable à cause du mode de fonctionnement de la machine.

3-2-3 changement d'arôme

Les facteurs qui mènent à l'apparition des pertes pendant le changement d'arôme sont :

➤ Main d'œuvre

L'opérateur peut faire augmenter les pertes en feuille lors du changement de l'arôme si le moment de montage du nouvel opercule et de la nouvelle banderole n'est pas bien choisi.

NB : Il ya des pertes qui sont inévitable lors du changement de l'arôme à cause du mélange d'une partie des produits dans les conduites.

➤ Planification

Le grand nombre des produits programmé par jour, fait multiplier les pertes.

3-2-4 parties mortes

Sont aussi des pertes inévitables.

3-2-5 Déformation de la bobine

Vu le poids de la bobine (294 kg), la cause de ce type de pertes est la technique de montage qui est artisanale (manuelle).

NB : la technique de montage peut constituer un danger pour les ouvriers.



correctives

3-3-1- changement d'arôme

➤ Main d'œuvre

Généraliser la méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de la quantité restante dans les conduites pour anticiper le moment de changement de l'opercule et de la banderole.

➤ Planification

3-3 Mesures

ndrin

Diminution de la fréquence du changement de produit par la planification des lots de grandes quantités.

3-3-2 Déformation de la bobine

Puisque la méthode de montage ne peut être que manuelle il vaut mieux de charger un nombre suffisant d'ouvrier (au moins 4 personnes) pour accomplir cette tâche.

III. PLAN D'ACTION

Après une analyse profonde des causes des différents types de pertes et l'investigation dans tous les facteurs qui peuvent contribuer à leur génération, nous avons essayé d'établir un plan d'action simplifié qui peut aider la société à résoudre le problème des pertes de la matière première au niveau des lignes de fabrication des yaourts (tableau 15).

Tableau 15 : Plan d'action pour la maîtrise des pertes au niveau de la matière première.

Problème	Solution	Agent chargé	Début de l'activité
Projet de fin d'étude-IAA Déchirure	Mansouri Ahmed Spécifier un endroit isolé pour le stock tampon des opercules, pour éviter toute sorte de contact entre les bobines et les autres articles du magasin.	Le magasinier	Moyen terme
Souillures	<ul style="list-style-type: none"> • Réorganiser le magasin du stockage en procédant à : <ul style="list-style-type: none"> ✓ La Gestion de l'espace : réarrangement des articles de façon à laisser des passerelles entre les rangées pour faciliter les opérations du nettoyage. ✓ La Gestion de volume : allocation d'un endroit spécifique pour l'entreposage des pièces de rechanges et des produits de nettoyage en dehors du magasin. • Placer des ventilateurs dans le magasin pour le renouvellement de l'air et l'évacuation de la poussière existante dans le magasin. • Encastrer les bobines pendant l'entreposage <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les enfermés dans des cartons. ✓ Ou, allocation d'un endroit clos pour le stock tampon des opercules et banderoles. 	1- La direction de l'usine 2- Le magasinier	Court et moyen terme
Mouillage	<ul style="list-style-type: none"> • Ramener les bobines une part une à la salle de conditionnement selon le besoin (programme de production). • Retourner les bobines utilisées au magasin du stockage. • Utilisation des palettes sèches ou mettre un carton entre la bobine et la palette. 	Les opérateurs du conditionnement	Court terme
Humidité	<ul style="list-style-type: none"> • Ramener les bobines une part une à la salle de conditionnement selon le besoin (programme de production). • Retourner les bobines au magasin du stockage après leur utilisation. 	Les opérateurs du conditionnement	Court terme
Quantités mortes	<p>Pour diminuer ce type de pertes il faut adopter la démarche suivante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une bonne gestion du stock tampon : arrangement des petites bobines de façon qu'elles soient facilement repérées par l'opérateur. • Donner la priorité aux bobines du stock tampon pendant l'utilisation. 	1- Le magasinier 2- les opérateurs du conditionnement	Court terme
Année universitaire 2011/2012			
Changement d'arôme	Adoption de la méthode de changement de produit qui se base sur le calcul de	Le conducteur de la	Court terme

- ***Nouvelle méthode de changement de produit***

Le point critique du changement d'arôme est le choix du moment du changement de l'opercule.

Pour remédier à ce problème nous avons suggéré une démarche qui peut être suivie pendant le changement de l'arôme afin de minimiser les pertes au niveau de l'opercule ainsi que la banderole et le produit fini.

Données

- On sait que la quantité du produit fini entre la pompe de l'arôme et les doseurs est estimée de 50 litres.
- 1 litre de produit fini remplit 8 pots de yaourt.
- 50 litres est équivalent de 400 pots yaourts.
- 1 m² d'opercule égale 3,33 mètres linéaire d'opercule.
- 1 m² assure l'operculage de 180 pots.
- Pour operculer 400 pots il nous faut 7,4 mètres linéaire d'opercule.
- Entre la table de rabotage et l'outil de soudure on a presque 5 mètres d'opercule.

D'après ces données notre démarche est la suivante :

Démarche

- 1- Changement de l'arôme
- 2- Conditionnement d'une quantité de 20 litres de produit fini (160 pots).
- 3- Changement de l'opercule et de la banderole.

== > avec cette méthode on va avoir seulement les pertes qui sont dues au mélange du produit dans les conduites et qui sont des pertes inévitables.

CONCLUSION GENERALE

Finalemment et après avoir achevé toutes les analyses en répondant à toutes les hypothèses concernant les causes probable des pertes, par l'implication de toutes les composantes du staff de la production (directeur, responsable production, responsable qualité, ouvriers ...), nous avons pu déceler les causes majeures conduisant aux pertes observées au niveau de la matière première.

Les recommandations ci-dessous constituent la synthèse des mesures correctives des différentes causes de pertes :

Main d'œuvre

- Organiser des formations sur les thèmes de:
 - Bonnes pratiques de stockage et de manipulation de l'emballage.
 - Bonnes pratiques de conditionnement incluant les préparatifs avant-démarrage de la conditionneuse et sa conduction afin de produire le minimum des pertes.

Matériel

- Réaliser des plans de nettoyage, de Maintenance et de Contrôle continu périodiques des conditionneuses.

Milieu

- Réserver un endroit spécifique pour le stock tampon de l'emballage permettant de maintenir la conformité pendant l'entreposage.

La mise en œuvre de ces recommandations suggérées va permettre à la société de pallier aux problèmes des pertes de la matière première au niveau des lignes de fabrication des yaourts (fermes et brassés), et de ce fait baisser leur coût de revient.

Pour conclure je veux signaler que cette expérience à été très bénéfique pour moi, elle m'a apporté beaucoup de choses sur le plan professionnel tant que personnel et elle m'a donnée l'opportunité d'appliquer mes connaissances acquises tout au long des années de formation et de s'approcher d'avantage du monde des industries agroalimentaires.

Annexe

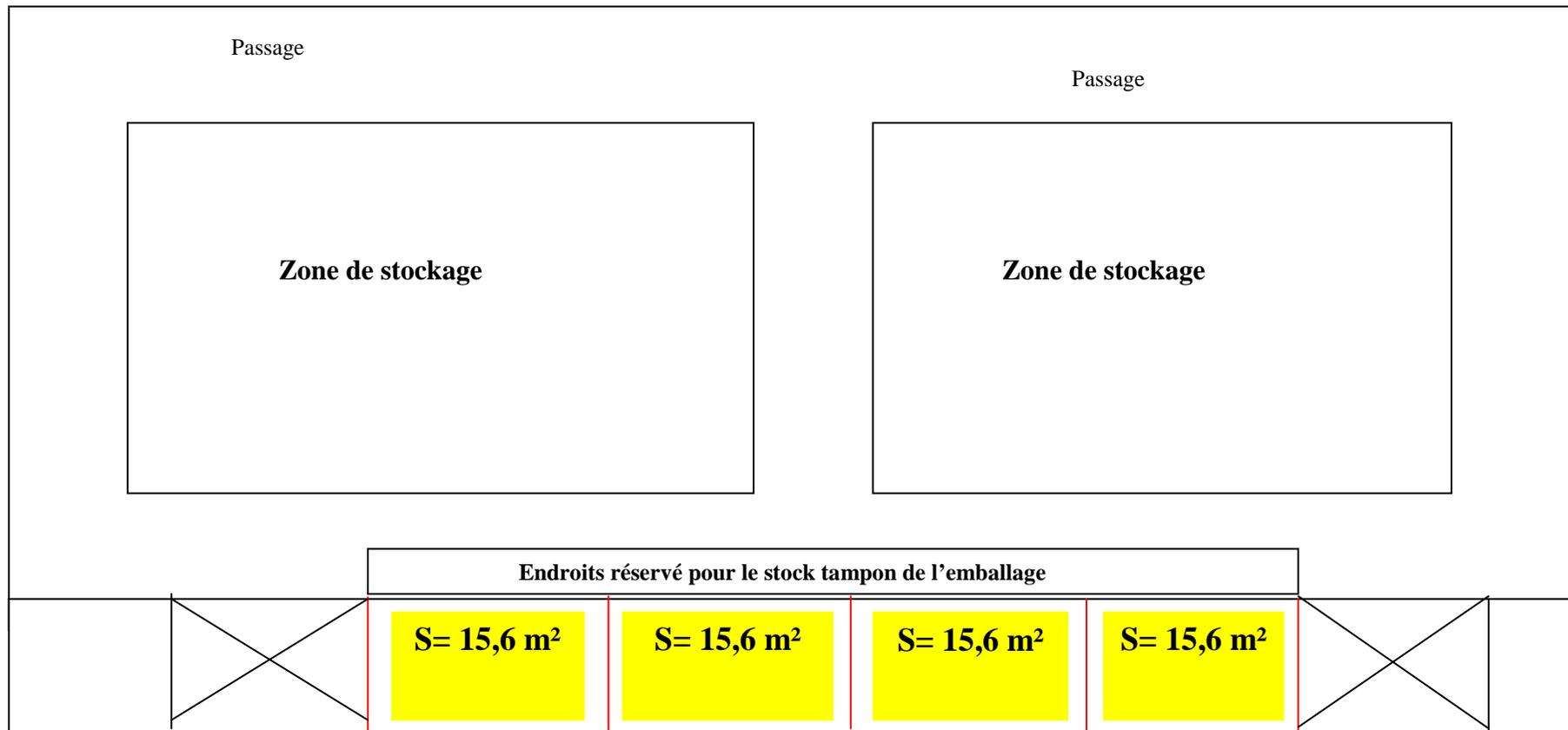


Schéma du magasin de stockage

Références Bibliographiques

- 1- Romain Jeantet, thomas Croguennec, Michel Mahout, Pierre Schuk, Gérard Brulé
Les produits laitiers.. Ed : TEC & DOC, 2008
- 2- François M Luquet. **Lait et produits laitiers. Ed : TEC& DOC, 1990**
- 3- Manuel de transformation du lait. Document Domaine douiet
- 4- ENKELIJDA PACIKORA. **Thèse** : Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur ? . Institut national Agronomique PARIS-GRIGNON. 2004
- 5- La fiche technique de la conditionneuse (ARCIL).

Site internet

www.fao.com



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques
www.fst-usmba.ac.ma

