

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

**Projet de Fin d'Etudes**

Etude et analyse de la ligne  
d'emballage

**Lieu : SIOF Sidi Brahim**

**Référence : 09/18GI**

**Préparé par :**

- DAHMANI Meriem
- El BOUZAIDI-TIALI Anass

**Soutenu le 06 Juin 2018 devant le jury composé de :**

- Pr H.Kabbaj (Encadrant FST)
- Pr L'H.Hamedi (Examineur)
- Pr. N.El Ouazzani (Examineur)
- Mr. Berrada Hicham (Encadrant Société)

## Dédicaces

Tous d'abord, nous remercions DIEU qui nous a donné grande volonté, courage et confiance en nous-mêmes pour pouvoir mener à terme ce présent travail.

Nous offrons ce modeste projet, à notre cher encadrant Mr Hassane KABBAJ, à nos jurys Mr L'H.Hamedi et Mr N.El Ouazzani et à tous nos chers professeurs, sans aucune exception.

Nous offrons également ce travail à nos chers parents, et aucune dédicace ne serait témoin de notre profond amour, notre immense gratitude et notre plus grand respect, car nous ne pourrions jamais oublier la tendresse, le soutien et l'amour dévoués par lesquels ils nous ont toujours entourés depuis notre enfance.

Nous dédions aussi ce projet, à toutes nos familles, pour leur soutien moral. A tous nos amis, et à toutes les personnes qui nous ont prodigué des encouragements et se sont données la peine de nous soutenir durant ces années d'études.

## Remerciements

Avant de commencer la présentation de cette expérience professionnelle, nous profitons par le biais de ce rapport pour exprimer nos vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.

En premier lieu, nous tenons à remercier vivement l'ensemble des fonctionnaires de la société industrielle oléicole de Fès qui nous ont permis de vivre cette expérience enrichissante.

Nous présentons une profonde reconnaissance à notre professeur, KABBAJ Hassane, pour ses remarques, ses directives, sa disponibilité et l'intérêt qu'il porte à ses étudiants, nous tenons à lui exprimer aussi nos sincères remerciements pour son suivi et ses orientations.

Nous ne pouvons laisser passer cette occasion sans rendre hommage à tout le corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Aussi, nous adressons nos remerciements à Mr BERRADA Hicham, le responsable conserverie olive et notre encadrant qui nous a formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup d'écoute, de disponibilité et de patience.

Nous présentons aussi nos remerciements à Mme BENJELLOUN Maha, étudiante en 2<sup>ème</sup> année Master génie industriel, également stagiaire au sein de la SIOF, pour son écoute, ses conseils et ses directives.

Une grande reconnaissance est dédiée à nos parents pour leur soutien, leur patience et leurs orientations.

Enfin, Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre à réaliser ce modeste projet.

## Liste des figures

Figure 1 : l'organigramme de la société de la SIOF.

Figure 2 : description du processus de production d'olives.

Figure 3 : la saumure des olives vertes.

Figure 4 : la saumure des olives noires.

Figure 5 : la saumure des olives tournantes.

Figure 6: la saumure des olives noires façons Grèce.

Figure 7 : citernes souterraines.

Figure 8 : machine du calibrage.

Figure 9 : machine sélectionneuse.

Figure 10 : ligne de dénoyautage.

Figure 11 : remplisseuse.

Figure 12 : engin stérilisateur.

Figure 13: fardeleuse étudiée.

Figure 14 : phase d'emballage du produit.

Figure 15 : processus du convoyage et positionnement.

Figure 16 : rétraction du film sur la barquette.

Figure 17 : description des actionneurs du système.

Figure 18 : la phase 1 réalisée par la fardeleuse.

Figure 19 : la phase 2 réalisée par la fardeleuse.

Figure 20 : la phase 3 réalisée par la fardeleuse.

Figure 21 : la phase 4 réalisée par la fardeleuse.

Figure 22 : la phase 5 réalisée par la fardeleuse.

Figure 23 : la phase 6 réalisée par la fardeleuse.

Figure 24 : la phase 7 réalisée par la fardeleuse.

Figure 25 : la phase 8 réalisée par le système.

Figure 26 : diagramme d'Ishikawa.

Figure 27 : diagramme de Pareto.

## Liste des tableaux

Tableau 1 : la fiche signalétique de la société.

Tableau 2 : les olives conservées dans les boites.

Tableau 3 : les olives conservées dans des seaux.

Tableau 4 : la décomposition fonctionnelle de la fardeleuse.

Tableau 5 : la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits étiquetés.

Tableau 6 : la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits illustrés.

Tableau 7 : les éléments du milieu extérieur.

Tableau 8 : propositions d'améliorations pour la ligne d'emballage.

Tableau 9 : application de la méthode AMDEC sur la fardeleuse.

Tableau 10 : la fréquence dans la méthode AMDEC.

Tableau 11 : la gravité dans la méthode AMDEC.

Tableau 12 : la détectabilité dans la méthode AMDEC.

Tableau 13 : calcul de la criticité et propositions d'actions à engager.

Tableau 14 : diagramme de Pareto.

## Sommaire

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil.....</b>	<b>2</b>
I. Historique de la SIOF.....	3
II. Activités de la SIOF .....	4
III. Fiche signalétique de la SIOF.....	4
IV. Produits de la SIOF .....	5
1. Les olives conservées dans les boites.....	5
2. Les olives conservées dans les seaux.....	6
3. Les olives conservées dans des sachets sous vide.....	7
V. Organigramme de la SIOF .....	8
<b>Chapitre 2 : Description du processus d'industrie d'olives.....</b>	<b>9</b>
I. Le processus de production d'olives.....	10
1. La réception et le pré calibrage.....	10
2. La désamérisation.....	10
3. La fermentation.....	11
4. Le calibrage.....	11
5. Le triage.....	13
6. Le dénoyautage.....	14
7. Le conditionnement.....	14
8. L'emballage.....	15
II. Schéma descriptif du processus de production.....	16
<b>Chapitre 3 : Etude et analyse du mode de fonctionnement de la ligne d'emballage.....</b>	<b>17</b>
I. Mode de fonctionnement dans la ligne d'emballage.....	18
1. Emballage du produit.....	18
2. Convoyage et positionnement.....	19
3. Rétraction du film plastique sur le produit.....	20
II. Décomposition fonctionnelle de la fardeleuse.....	20
III. Analyse fonctionnelle de la fardeleuse et étude de son comportement.....	22

1. Analyse fonctionnelle de la fardeleuse.....	22
2. Etude du comportement de la fardeleuse.....	23
<b>IV. Caractéristiques des produits dans la ligne d’emballage.....</b>	<b>27</b>
1. La cadence de la ligne d’emballage au sein de la SIOF.....	27
2. Les éléments du milieu extérieur.....	29
3. Les causes intervenants au retard de la ligne d’emballage.....	29
4. Quelques propositions d’amélioration de la ligne d’emballage.....	30
<b>Chapitre 4 : Démarche AMDEC - diagramme de Pareto - maintenance préventive.....</b>	<b>31</b>
I. Application de la méthode AMDEC.....	32
1. Analyse des modes de défaillances et leurs effets.....	32
2. Calcul de la criticité.....	33
3. Diagramme de Pareto pour la criticité.....	36
II. Actions préventives pour le bon fonctionnement de la machine.....	37
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>40</b>





## Introduction générale

Le secteur agroalimentaire est un secteur d'activité correspondant à l'ensemble des entreprises des secteurs primaires (les exploitations agricoles) qui produisent des aliments et secondaires (l'industrie agroalimentaire) et transforment ceux-ci en aliments industriels.

Il regroupe deux ensembles :

- le secteur agricole, qui élève le bétail (cheptels moyens à importants), cultive les végétaux (grandes cultures) et vend les productions agricoles obtenues à l'industrie agroalimentaire ;
- l'industrie agroalimentaire, qui transforme le bétail et les végétaux cultivés en produits alimentaires industriels.

Actuellement, le secteur agro-alimentaire oléicole occupe une place importante dans l'industrie du royaume.

Ces dernières années, la production du secteur a progressé d'un pourcentage important. Cette percée significative s'explique par une rapide évolution du mode de consommation, notamment en milieu urbain. Ce secteur bénéficie également d'une demande internationale croissante (10 et 11).

La société de SIOF (La Société Industrielle Oléicole de Fès) est parmi les grandes sociétés agroalimentaire au Maroc. Depuis plus de 50 ans, la SIOF offre aux consommateurs nationaux et internationaux une large gamme de produits du secteur oléicole.

Pour cela, nous avons choisi de réaliser notre projet de fin d'études au sein de la SIOF, dans le but d'approfondir nos connaissances dans le domaine professionnelle et notamment dans le secteur industriel.

Notre projet de fin d'études a pour but l'analyse et l'étude de la ligne d'emballage, ce choix est dû à une absence de maintenance et d'entretien de la fardeleuse et à des arrêts successifs de la production sans analyse des causes. Pour mettre fin à ces problèmes nous avons étudié le fonctionnement de la ligne d'emballage et analyser ses causes d'arrêts en effectuant un suivi de production, un diagramme d'Ishikawa, une démarche AMDEC pour la fardeleuse, un diagramme de PARETO pour la criticité et une maintenance préventive.

# CHAPITRE 1 :

## Présentation de l'organisme d'accueil

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'historique de la SIOF, ses activités et ses types de produits sur le marché national et international.

Nous allons également donner un aperçu sur la fiche signalétique et l'organigramme de la société.

## **I. Historique de la SIOF :**

La Société Industrielle Oléicole de Fès (SIOF) est une société anonyme à vocation agroalimentaire, plus précisément dans les domaines de l'extraction, du raffinage, du conditionnement des huiles alimentaires et du conserve des olives.

La SIOF est une réalisation familiale qui n'a pas cessé de développer ses moyens, de diversifier et d'améliorer la qualité de ses produits, crée en 1961 sous forme d'une Société à responsabilité Limitée (S.A.R.L), avec la trituration d'olives, l'extraction d'huile de grignon et le conserve d'olive.

- ✓ En 1966, La SIOF a eu l'autorisation de créer une usine de raffinage des huiles alimentaires.
- ✓ En 1972, elle a acquis des équipements nécessaires pour la fabrication d'emballage et conditionnement des huiles alimentaires.
- ✓ En 1978, la distribution du produit SIOF s'est étendue sur tout le royaume du Maroc.
- ✓ En 1980 et 1984 : la modernisation de l'outil de production.
- ✓ En 1982 : la modernisation de l'unité de raffinage.
- ✓ A partir de 1985, elle s'est transformée en une société anonyme S.A avec un capital de 30 millions de dirhams dont les actions sont réparties entre la famille LAHBABI.
- ✓ Puis en 1986 la SIOF s'est développée et elle s'est étendue sur la totalité du royaume chérifien.
- ✓ 1995 : La construction de la première usine d'extraction d'huile de grignon.
- ✓ Ensuite en 1996 après la libéralisation au Maroc, la SIOF a modernisé l'unité de conserve d'olive et a augmenté la capacité d'extraction d'huile de grignon.
- ✓ En 2003 La SIOF a modernisé toutes ses lignes de conditionnement suite à l'interdiction du PVC.
- ✓ En 2004 : la société a installé deux machines de soufflage pour la fabrication des bouteilles en PET.

- ✓ 2007 : La Création de la filiale Domaine El Hamd : une plantation de 220 hectares d'olivier et une unité d'extraction d'huile. (9)

## **II. Activités de la Siof :**

La société de la SIOF a prouvé depuis longtemps son dynamisme industriel. Le groupe SIOF est doté d'un complexe agro-alimentaire moderne qui comprend le Raffinage des Huiles Alimentaires, Une unité de trituration d'olive, Une unité de conserve d'olive, Une unité de fabrication d'emballage et conditionnement des produits, et l'extraction d'huile de grignon.

Dans le but d'atteindre ses objectifs en termes de production, la société de la SIOF s'est installée progressivement dans trois sites dans la ville de Fès.

Le premier se trouve au quartier industriel DOKKARAT qui s'occupe du raffinage et conditionnement des huiles alimentaires.

Le deuxième au quartier industriel SIDI BRAHIM à Fès qui intègre l'extraction des huiles de grignon et la conserve et le conditionnement d'olives de table.

Et le troisième à Ain Taoujdate, spécialisé en extraction des huiles de grignon et qui intègre l'amont agricole.

La SIOF commercialise ses produits au Maroc à travers un grand réseau de distribution ainsi qu'à l'international avec des partenaires de grande envergure. (9)

## **III. Fiche signalétique de la SIOF :**

Notre stage a pris part dans le site de Sidi Brahim dont la fiche signalétique est présentée dans le tableau 1 suivant :

<b>Directeur Général Adjoint</b>	Youness Er-RAFIK
<b>Date de création du site Sidi Brahim</b>	1961
<b>Adresse du siège social</b>	29, Rue Pictet Dokkarat-30000 Fès
<b>Téléphone</b>	+212535625952
<b>Capital</b>	60.000.900 Dirhams
<b>Forme juridique</b>	Société anonyme
<b>Activité</b>	Agroalimentaire : Oléicole

Tableau1 : la fiche signalétique de la société (3)

## **IV. Produits de la Siof**

La SIOF produit une grande variété d'olives, cueillis et traitées afin de conserver leur couleur et leur saveur.



Cette variété comprend quatre types d'olives :

- \* Olives vertes
- \* Olives noires mures .
- \* Des olives tournantes.
- \* Des olives noires façons Grèce.

Nous allons présenter ci-dessous les variétés que la SIOF offre à ses clients. (9)

### **1. Les olives conservées dans les boîtes :**

La SIOF produit des olives conservées dans des boîtes en métal illustrées ou étiquetées en différentes formes comme le montre le tableau 2 :


Produit	Description
	<p>Des olives noires entières (ONE) : elles ne sont pas dénoyautées. Ce genre d'olives peut être naturel comme il peut être vert et oxydé. Elles sont logées dans une saumure spéciale pour les olives noires.</p>
	<p>Des olives noires dénoyautées (OND) dont le noyau est enlevé. Elles sont aussi logées dans la saumure des olives noires.</p>

	<p>Des olives vertes entières (OVE) : ce genre d'olives contient de la saumure spéciale pour les olives vertes.</p>
	<p>Des olives vertes dénoyautés (OVD), logées aussi dans la saumure</p>

Tableau 2 : les olives conservées dans les boites

## 2. Les olives conservées dans les seaux :

La SIOF offre également des olives conservées dans des seaux en plastique présentés dans le tableau 3 :

Produits	Description
	<p>olives dénoyautés piquantes (ODP) en laurier et piment fort.</p>

	<p>Des olives vertes slice : elles sont coupées en rondelles parallèles d'épaisseur à peu près uniforme.</p> <p>Ce type d'olives peut être également conservé dans des boîtes métalliques.</p>
	<p>Olives noires façon Grèce (ridées)</p> <p>Cette catégorie d'olives est initialement noire, elle n'est pas oxydée.</p>
	<p>Olives tournantes en saumure ayant une teinte légèrement rose clair à violet. elles peuvent être entières ou cassées au naturel avec du fenouil et du citron</p>

Tableau 3 : les olives conservées dans les seaux

### **3. Les olives conservées dans des sachets sous vide :**

La SIOF offre ses produits également sous forme des sachets sous vide, ce type de conserve d'olives concerne uniquement les olives noires façon Grèce.

## V. Organigramme de la société

L'organigramme de la société de la SIOF est présenté dans la figure 1 (3) :

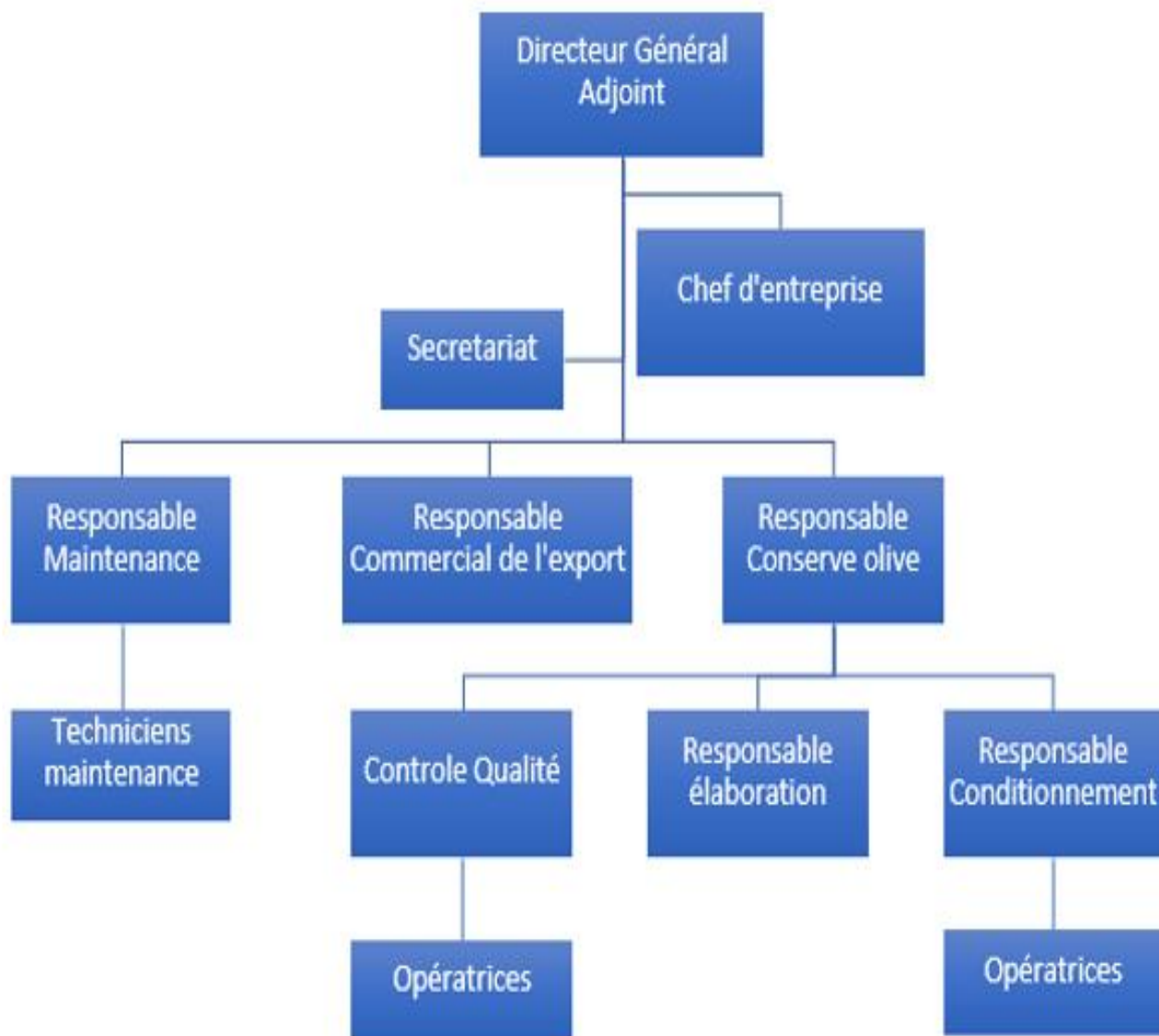


Figure 1: l'organigramme de la société SIOF



## CHAPITRE 2 :

### **Description du processus d'industrie d'olives**

Nous allons présenter dans ce qui s'ensuit, les étapes importantes par lesquelles passent les olives au sein de la SIOF, pour arriver enfin à un produit fini.

## **I. Processus de production d'olives**

Le processus d'industrie d'olives dans la SIOF est constitué de plusieurs étapes indispensables (5) :

### **1. La réception et le pré-calibrage :**

La première étape, celle de la réception est réalisée dans les mois d'octobre et novembre dans laquelle la récolte est jugée bonne.

Donc, dès l'arrivée des olives on leur effectue un pré-calibrage et un effeuillage pour éliminer les petites olives de calibres (40- 50), les feuilles et les rameaux.

Cette opération est effectuée par un pré-calibreur qui fonctionne avec un ventilateur et des filets à câbles divergents pour différencier les bonnes olives des déchets.

### **2. La désamérisation :**

La deuxième étape est la désamérisation; consiste à enlever l'agent responsable du goût amer des olives. Pour cela on leur ajoute de la saumure.

Cette dernière est composée de l'eau, du sel et d'autres produits chimiques selon le type d'olives.

Nous présentons ici la saumure utilisée dans chaque type d'olives (3) :

#### **a. Les olives vertes :**

Dans chaque cuve d'oxydation de 9000 kg, on a 6,5 kg de chlorure de calcium, 5kg d'acide lactique, 5kg d'acide acétique, 36 kg d'acide Citrique mono, du huile végétale et du sel, comme le montre la figure 3 :

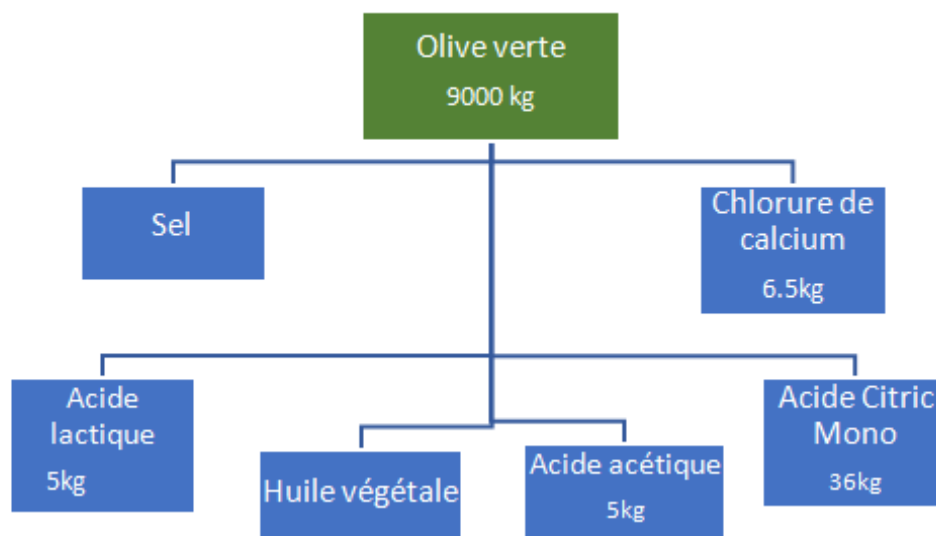


Figure 3: la saumure des olives vertes

### **b. Les olives noires :**

Pour chaque cuve de 6000 kg, on met 55,25kg de la soude, 5kg d'acide acétique, 0,1 p/p de gluconate et du sel (figure 4).

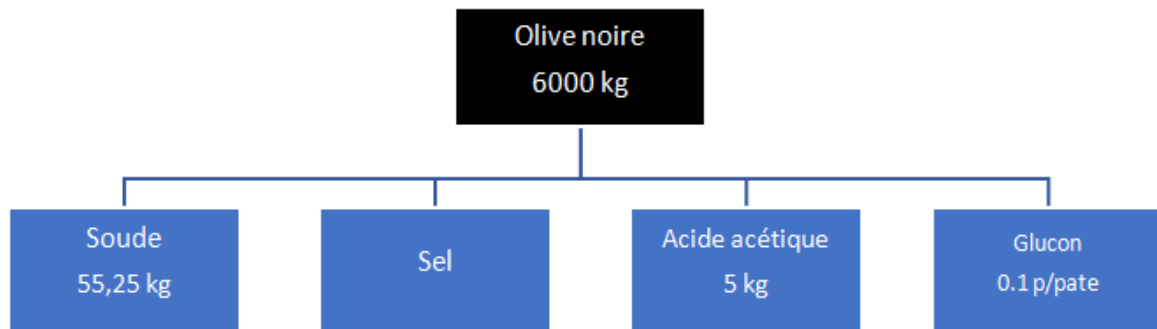


Figure 4: la saumure des olives noires

### **c. Les olives tournantes :**

Pour chaque cuve de 160 kg, on met 200g d'acide acétique, 640g d'acide Citrique et du sel  
Comme on peut le voir dans la figure 5 :

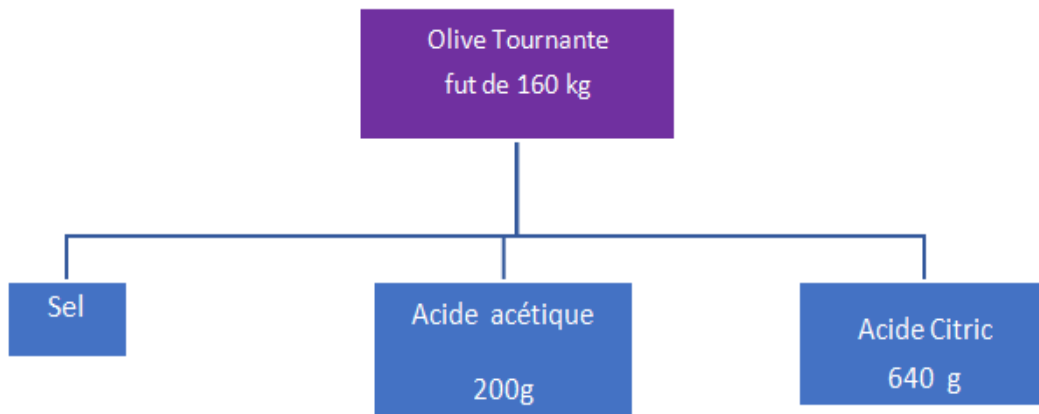


Figure 5 : la saumure des olives tournantes

### **d. Les olives noires façons Grèce :**

Pour chaque cuve de 9000 kg, on a 0,001 p/p du Sorbate de potassium, 82,87 kg de la soude, du huile végétale, et 15 p/p du sel (figure 6).

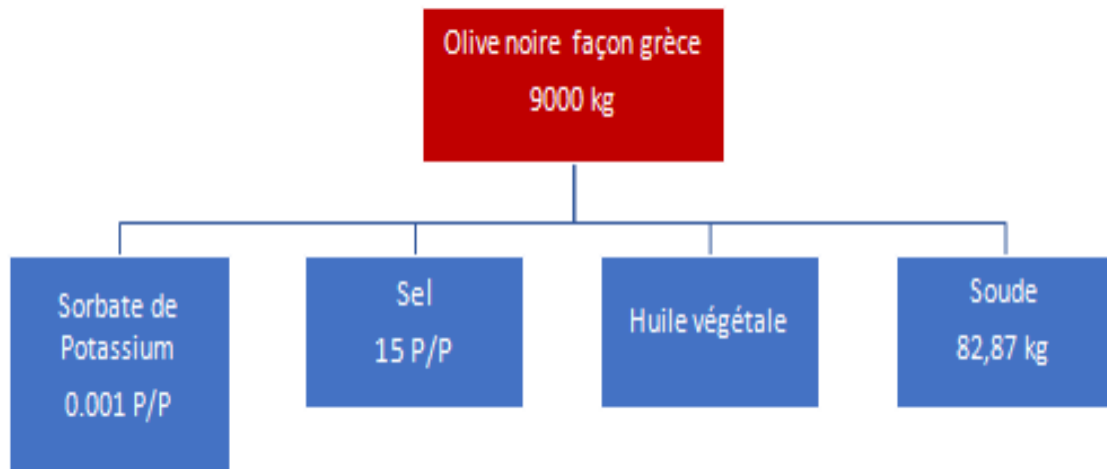


Figure 6 : la saumure des olives noires façon Grèce.

### **3. la fermentation :**

Après avoir enlevé le goût amer des olives, elles passent par une fermentation.

La fermentation des olives est effectuée dans des citernes souterraines contenant de la saumure de 6m de profondeur, pour une durée d'un mois à deux mois, selon la commande du client.

La figure 7 montre les citernes souterraines dans lesquelles la fermentation est effectuée :



Figure 7 : citernes souterraines

### **4. le calibrage :**

Dans cette étape, on sépare les olives en fonction de leurs tailles (dimension) et on distingue 9 calibres :

16 /18 ,19/21 ,22/25 ,26/29 ,30/33 ,34/37,38 /42, 40/50 et Pc (petit calibre)

Ces calibres représentent le nombre d'olives par 100g.

Cette opération se déroule dans une machine à câbles divergents pour éliminer les olives de petites tailles.

La figure 8 montre la machine de calibrage :



Figure 8 : machine du calibrage

### 5. Le triage :

L'étape du triage est effectuée par une sélectionneuse automatisée avec une caméra, cette machine sépare les olives par qualité : première qualité, deuxième qualité, troisième qualité. Et elle les sépare également par couleur.

La figure 9 montre la sélectionneuse mise en place au sein de la SIOF :



Figure 9 : machine sélectionneuse.

L'opération du triage est effectuée également dans un tapis roulant par des ouvrières avant le calibrage et aussi après le calibrage.



Après cela, on fait un contrôle de triage. Dans cette étape on se base sur les défauts et les tolérances présentés par la norme pour classer les olives, et qui consiste à ne pas dépasser 12% des déchets dans un échantillon.

Le déchet peut contenir des taches, des rameaux ou des éléments étranges au type d'olives. (Par exemple : l'élément étrange dans les olives noires dénoyautées est le noyau).

## **6. Le dénoyautage :**

Cette étape consiste à dénoyauter les olives :

Ici, ces dernières peuvent passer par une coupeuse qui coupe en rondelle, et elles peuvent également rester entières, cela dépend de la demande du client.

La figure 10 nous montre la ligne de dénoyautage au sein de la SIOF.



Figure 10 : ligne de dénoyautage

## **7. le conditionnement :**

Dans cette étape, les olives sont conditionnées, et remplies dans des boîtes en métal illustrées ou étiquetées.

Les boîtes illustrées sont les boîtes ayant une illustration déjà imprimé.

Les boîtes étiquetées sont les boîtes qui demandent un étiquetage manuel auprès des ouvrières.

(Elles peuvent aussi être remplies dans seaux en plastique).

Les boîtes passent par une juteuse qui y met de la saumure (figure 11) et les transmettent à travers un convoyeur à une sertisseuse qui fait assembler les boîtes à leurs couvertures.



Figure 11 : remplisseuse

Puis, elles passent par un stérilisateur dont le rôle est détruire tous les micro-organismes du métal de façon durable. (Figure 12).



Figure 12 : Engin stérilisateur

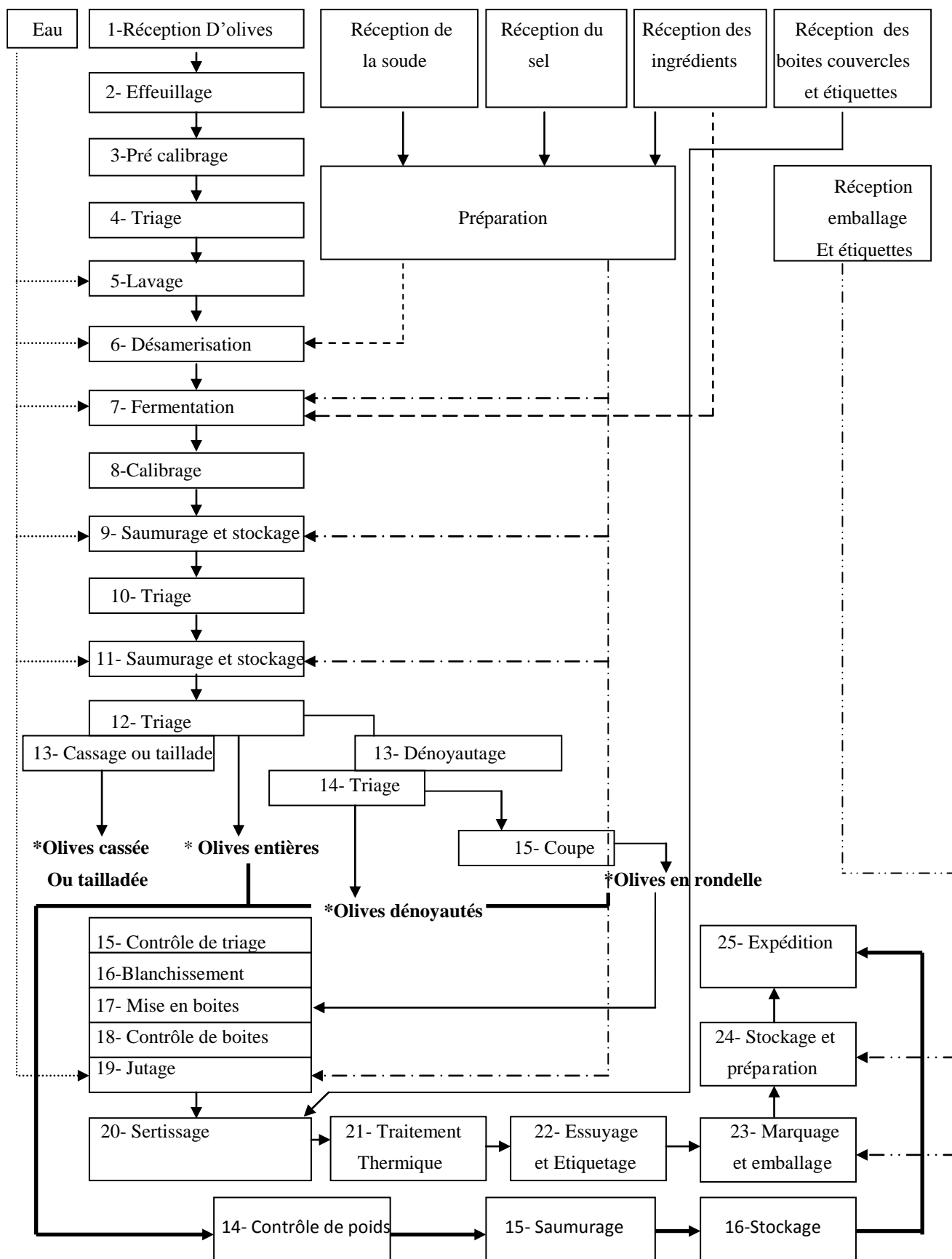
### **8. l'emballage :**

La dernière étape consiste à emballer les boites par une fardeleuse, après les avoir mis dans des barquettes selon le type de la boite :

- \* les produits 5/1 : 3 boites dans la barquette.
- \* les produits 4/4 : 6 boites dans la barquette.
- \* les produits 1/2 : 24 boites dans 2 barquette placées en parallèles l'une sur l'autre.

Et finalement, elles sont transmises vers le stock.

## II. Schéma descriptif du processus de production d'olives





## CHAPITRE 3 :

### **Etude du fonctionnement de la ligne d’emballage et analyse de ses causes d’arrêts**

La ligne d'emballage au sein de la SIOF connaît plusieurs arrêts de la production, cela revient à certaines causes dépendantes du milieu du travail, de l'organisation et de la maintenance de la fardeleuse.

L'objectif de ce chapitre est d'effectuer un suivi continu de la production et une étude du comportement de la fardeleuse, dans le but d'arriver à des actions amélioratives.

## **I. Mode de fonctionnement dans la ligne d'emballage :**

Après avoir conditionné les boîtes, elles passent par un stérilisateur et sont mises dans un chariot ou une palette et transmises vers la ligne d'emballage.

La ligne d'emballage est constituée de deux convoyeurs, une marqueuse et une fardeleuse.

Au début, si les boîtes sont neutres, elles sont étiquetées par un groupe d'ouvrières, et essuyées pour enlever l'eau et les résidus, si elles sont illustrées, elles sont uniquement essuyées.

Une opératrice commence par mettre les boîtes sur le convoyeur où un marquage de date est effectué.

Puis une autre ouvrière effectue un contrôle de marquage et un contrôle de boîtes pour s'assurer qu'elles sont conformes. Ensuite elle les met dans des barquettes de 3, 6 ou 12 boîtes, selon leurs tailles (boîtes 5/1 à 5kg, boîtes 4/4 à 1kg et les boîtes de ½ kg) pour arriver à la fardeleuse.

Le procédé de fardelage présente l'avantage de s'adapter à tous les formats et permet un emballage jusqu'à 6 faces ; cela consiste à déposer un film plastique thermo-rétractable puis à le chauffer dans un four pour qu'il épouse la forme du produit à emballer, comme le montre la figure 13.

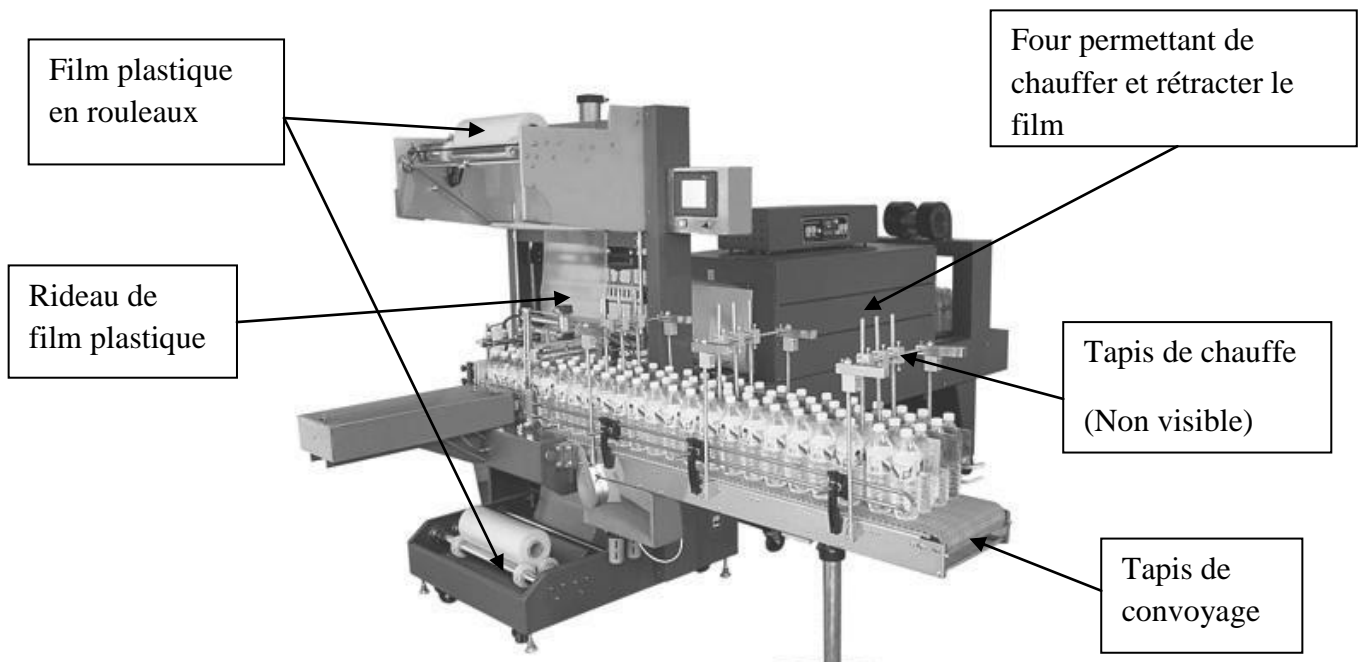


Figure 13: Fardeleuse étudiée (1)

Pour continuer à comprendre le mode de fonctionnement dans la ligne d'emballage, nous présentons ici le procédé de fardelage effectué par la fardeleuse.

Le système de fardelage peut être décomposé en trois phases : une phase d'emballage de la barquette, une phase de convoyage et positionnement de la barquette, et la troisième phase qui consiste à chauffer le film plastique et le rétracter sur le produit.(1)

### 1. Emballage du produit:

La phase d'emballage des barquettes est la première fonction effectuée par la fardeleuse, Elle passe par les étapes montrées dans la figure 14 :

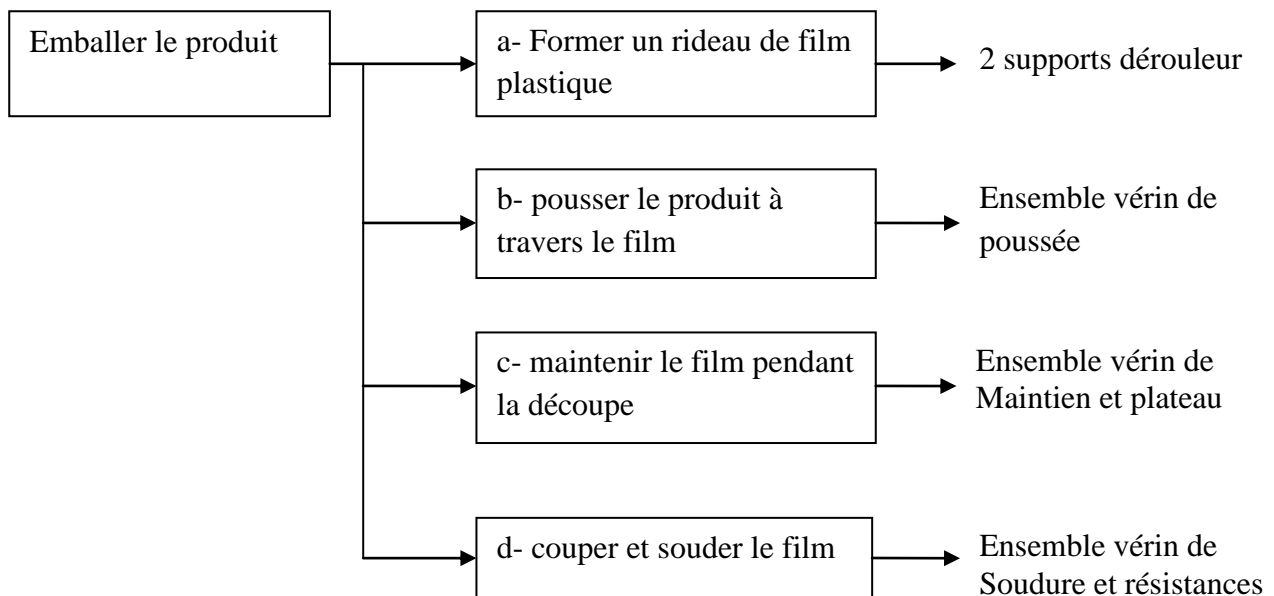


Figure 14 : phase d'emballage du produit

### 2. Convoyage et positionnement :

Après avoir emballé le produit, il passe par un convoyeur pour entrer dans le four.

La figure 15 montre la deuxième fonction technique effectuée par la fardeleuse.

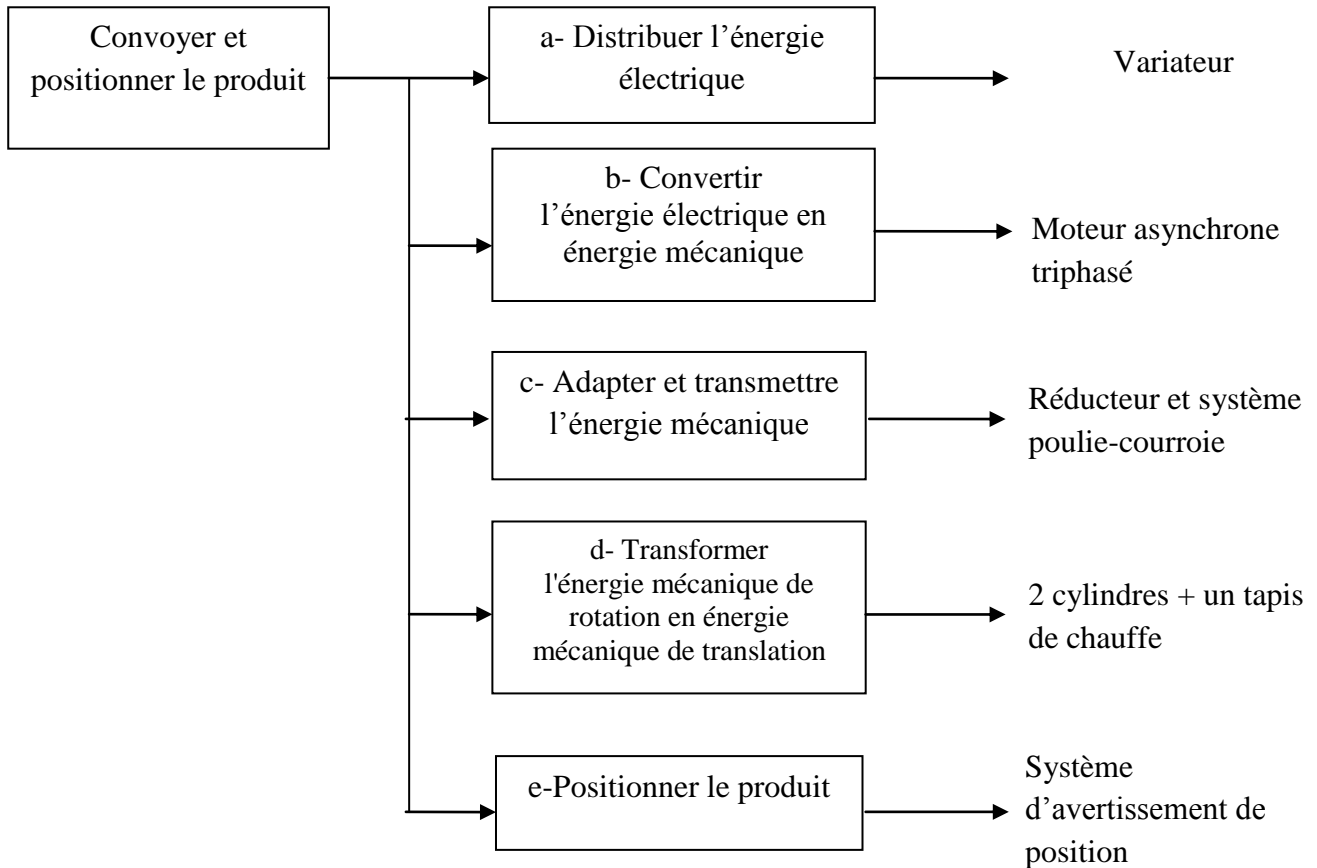


Figure 15 : processus du convoyage et positionnement

### 3. Rétraction du film sur le produit :

Cette étape consiste à chauffer le film plastique et le rétracter sur la barquette (figure 16) :

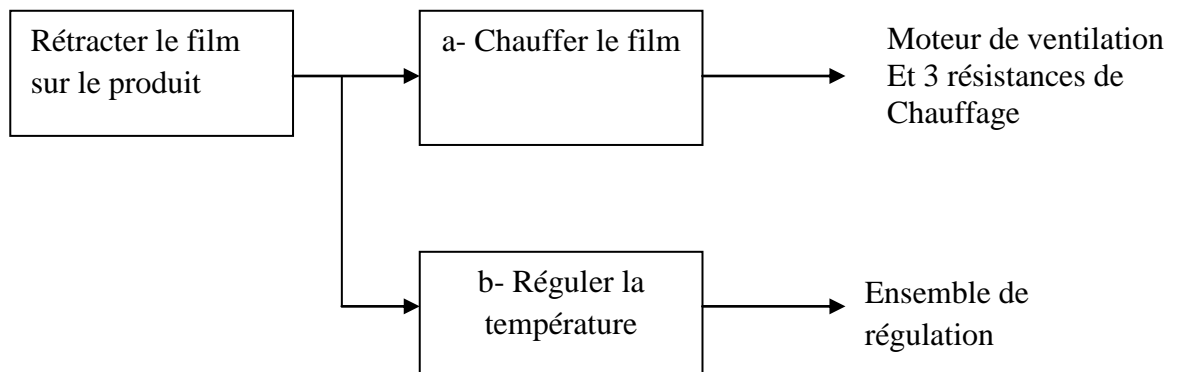


Figure 16 : rétraction du film sur la barquette

## II. la décomposition fonctionnelle de la fardeleuse :

la fardeleuse sera décomposée fonctionnellement en unités fonctionnelles, ces derniers seront décomposés en ensembles de fonctions différentes, puis la décomposition deviendra matérielle au niveau des pièces élémentaires.

Ce découpage va nous permettre de connaître tous les éléments constitutifs de la machine.

Le tableau 4 présente la décomposition fonctionnelle de la fardeleuse (2):

Unité fonctionnelle		ensemble		organe	
01	Alimentation	01	Table élévatrice	01	Table
				02	Vérin de montée-descente
				03	Chaîne de table
				04	Pignon
				05	Tiges de guidage
				06	Paliers
				07	Capteurs
				08	Contrepoids
				09	Chaîne d'équilibrage
				10	Bras de centrage
				11	Vérins de centrage
				12	Chaines de centrage
		02	introduction	01	Vérins d'introduction
				02	Tige de guidage
				03	Paliers
				04	Glissières
				05	Galets
				06	Ensemble FRL
				07	Distributeurs
02	Fardelage	01	Déroulement film supérieur	01	Moto- réducteur
				02	Chaîne d'entraînement
				03	Pignons
				04	Rouleau d'entraînement film
				05	Rouleau de défilement film
				06	Balancier
				07	Rouleau porte-bobine
		02	Déroulement film inférieur		Idem Déroulement film supérieur
		03	Barre de soudage	01	Guidage linéaire
				02	Vérin de soudage
				03	Barre de soudage

				04	Mâchoires
				05	Barre d'appui
				06	Protection mobile
				07	Guidage d'ouverture de protection
				08	Dispositif de nettoyage
		04	Butée de passage	01	Guide linéaire
				02	Vérin butée mobile
		05	Retenue de paquet	01	Guidage linéaire
				02	Vérin de retenue
		06	Tapis de liaison	01	Moto- réducteur
				02	Chaine d'entraînement
				03	Pignons
				04	Rouleau d'entraînement
				05	Rouleau tendeur
				06	Rouleau de renvoi
				07	Tapis
		07	Armoire fardeuse	01	Automate
				02	Variateur
				03	Régulateur température barre de soudage
03	Rétraction	01	Guidage film	01	Tôles
				02	Pignons
				03	Chaines
				04	Paliers
				05	Pistolets soufflants
		02	Convoyeur métallique	01	Plateau
				02	Tapis métallique
				03	Rouleau d'entraînement
				04	Rouleau de renvoi
				05	Moto- réducteur
				06	Chaine d'entraînement
				07	Pignons
				08	Chaine tapis
				09	Guide chaine
				10	Guide inférieur tapis
					Ventilateur refroidissement

			11	tapis
	03	Tunnel four	01 02 03	Ventilateur de circulation air chaud Résistances électriques Cellules contrôle de bourrage
	04	Armoire tunnel	01 02	Régulation de chauffe Régulation vitesse de tapis

Tableau 4 : la décomposition fonctionnelle de la fardeleuse

### III. analyse fonctionnelle de la fardeleuse et étude de son comportement :

#### 1. Analyse fonctionnelle de la fardeleuse

Dans cette partie, nous allons décrire les constituants de la chaîne fonctionnelle qui pousse le produit à travers le film.

La figure 17 nous présente les actionneurs du système de la fardeleuse (1).

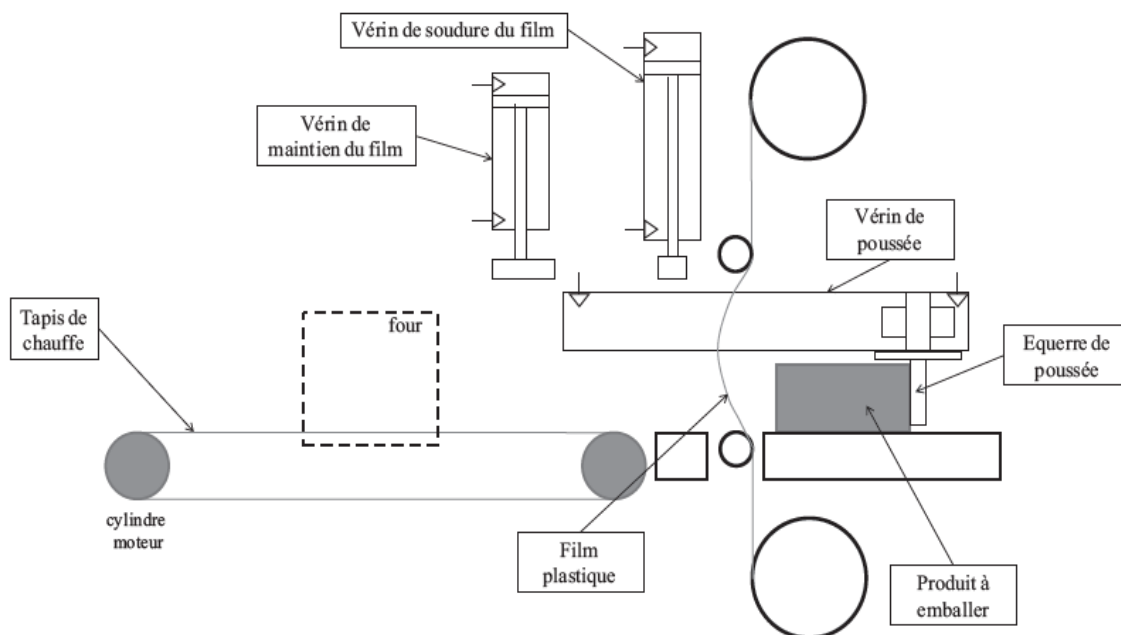


Figure 17 : Description des actionneurs du système

## 2. Etude du comportement de la fardeleuse :

Le comportement de la fardeleuse est décrit dans les figures ci-dessous.

Toutes les phases qui seront décrites sont réalisées successivement.

La figure 18 montre la première phase de la fonction technique de la fardeleuse :

Le vérin de poussée pousse le produit sur le tapis et entraine le film thermoplastique

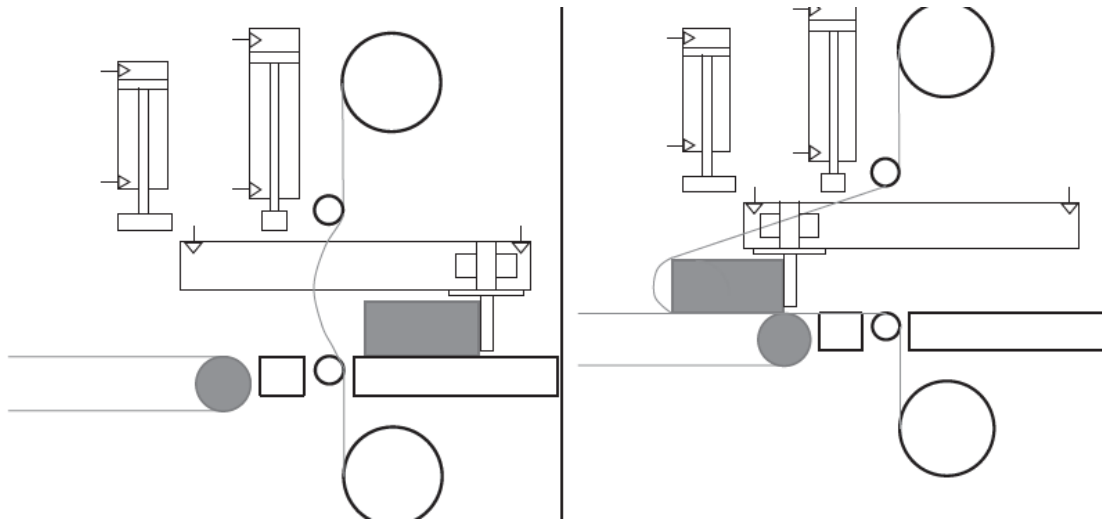


Figure 18: la phase 1 réalisée par la fardeleuse

La figure 19 montre comment le vérin de poussée revient en position initiale.

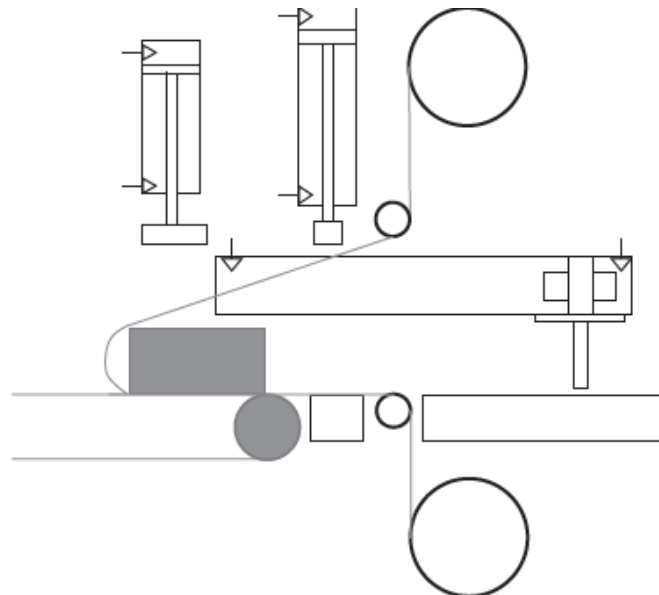


Figure 19 : la phase 2 réalisée par la fardeleuse



La figure 20 montre comment le vérin de maintien plaque l'ensemble produit-film sur le tapis.

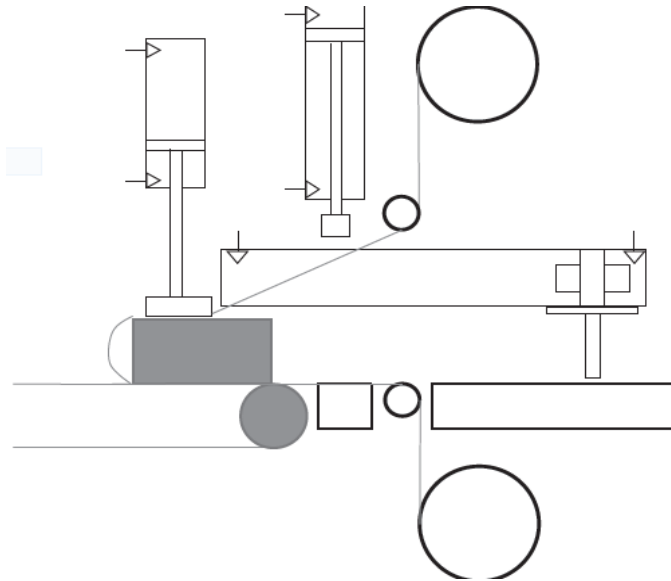


Figure 20 : la phase 3 réalisée par la fardeleuse

Le vérin de soudure descend pour découper et souder le film. Pour réaliser une bonne soudure, la résistance doit être chauffée pendant un temps  $t_1$  à partir du contact entre le fil de résistance et le film plastique à découper et à souder comme le montre la figure 21.

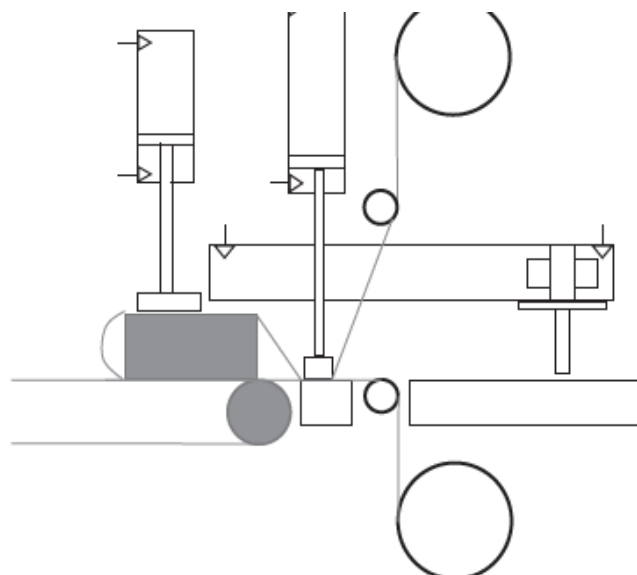


Figure 21 : la phase 4 réalisée par la fardeleuse

les vérins de soudure et de maintien remontent. Comme le montre la figure 22 :

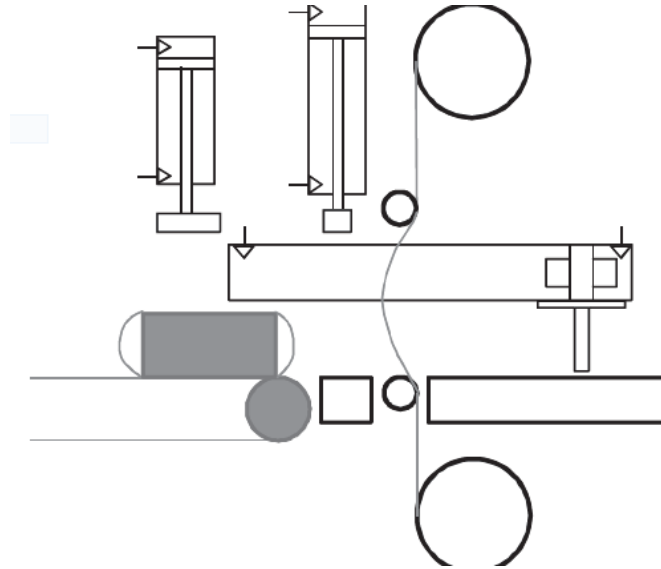


Figure 22 : la phase 5 réalisée par la fardeleuse

Ensuite, le tapis déplace le produit de la position d'origine à la position du four. (figure 23).

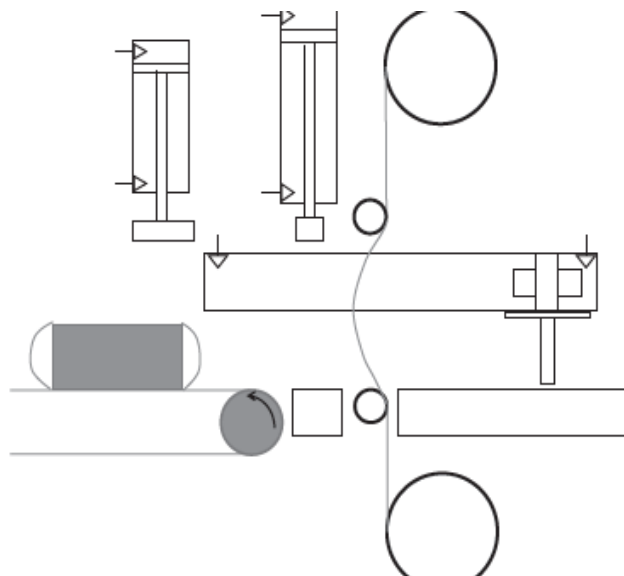


Figure 23 : la phase 6 réalisée par la fardeleuse

Le produit à l'arrêt dans le four est chauffé pendant un temps  $t$ . (figure 24)

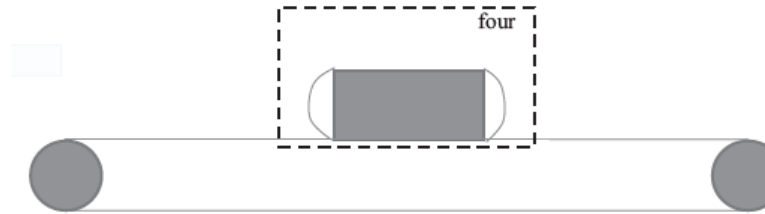


Figure 24 : la phase 7 réalisée par la fardeleuse

La phase 8 du système consiste à évacuer le produit du four à une position suffisamment éloignée. (figure 25)



Figure 25 : la phase 8 réalisée par le système

#### **IV. Caractéristiques des produits dans la ligne d'emballage :**

Pour étudier et analyser les causes qui empêchent le bon déroulement de la production, nous avons effectué un suivi dans chacun des types des produits de la SIOF qui passent par la fardeleuse.

Nous avons réparti ce suivi entre deux étapes, la première concerne les boîtes dans le convoyeur de la marqueuse, et la deuxième concerne les barquettes qui passent par la fardeleuse afin de comparer la cadence des deux machines et vérifier les causes d'arrêt entre elles.

##### **1. les éléments du milieu extérieur :**

Pour avoir une idée sur quelques équipements du milieu extérieur dans lequel fonctionne la fardeleuse, nous avons pris les mesures mentionnées dans le tableau 7 :

Nom	Barquette à emballer			Film plastique thermo-rétractable		
	Dimension des produits 5/1	Dimension des produits 4/4	Dimension des produits 1/2	Température de rétraction	Epaisseur	Largeur
Valeur	$L*1*h=$ $47*16,5*24=$ $18612 \text{ cm}^3$	$L*1*h=$ $32*20,5*11,5=$ $17544 \text{ cm}^3$	$L*1*h=$ $30,5*22,5*22=$ $15097,5 \text{ cm}^3$	129°C	1,5 mm	63 cm

Tableau 7: les éléments du milieu extérieur(1)

## 2. la cadence de la ligne d'emballage au sein de la SIOF :

Nous présentons dans les tableaux suivants les résultats de notre suivi de production après un chronométrage de plusieurs fois.

- ✓ La cadence réelle est égale la moyenne des mesures effectuées.
- ✓ La cadence maximale est la plus grande valeur entre ces mesures.

Ce suivi peut être divisé entre deux parties, la première concerne les produits étiquetés, et la deuxième concerne les produits illustrés :

### a. Les produits étiquetés :

Le tableau 5 présente la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits étiquetés :

Type de produit	Les produits 5/1		Les produits 4/4		Les produits 1/2	
Type du convoyeur	Convoyeur de la marqueuse / (par boîte)	Convoyeur de la fardeleuse/ (par barquette)	Convoyeur de la marqueuse / (par boîte)	Convoyeur de la fardeleuse/ (par barquette)	Convoyeur de la marqueuse / (par boîte)	Convoyeur de la fardeleuse/ (par barquette)
<b>La cadence réelle/min</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>1</b>
<b>La cadence maximale/min</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>2</b>

Tableau 5 : la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits étiquetés

### b. Les produits illustrés :

Le tableau 6 présente la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits illustrés :

Type de produit	Les produits 5/1		Les produits 4/4	
Type du convoyeur	Convoyeur de la marqueuse / (par boîte)	Convoyeur de la fardeleuse/ (par barquette)	Convoyeur de la marqueuse / (par boîte)	Convoyeur de la fardeleuse/ (par barquette)
<b>La cadence réelle/min</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>7</b>
<b>La cadence maximale/min</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>51</b>	<b>12</b>

Tableau 6 : la cadence de la ligne d'emballage concernant les produits illustrés

### c. Remarques :

D'après ce suivi on remarque que :

- le nombre des produits illustrés est toujours plus grand que celui des produits étiquetés, car ces derniers demandent un étiquetage manuel auprès des ouvrières.
- la cadence de la ligne d'emballage diminue quand le poids du produit à emballer augmente, cela présente une exception pour les barquettes ½ puisqu'elles contiennent 24 boîtes et sont remplies manuellement.
- Le convoyeur de la marqueuse et le convoyeur de la fardeleuse sont successifs, pourtant leurs cadences sont contradictoires, cela revient aux nombreuses tâches manuelles effectuées entre eux.

### 3. Les causes d'arrêt de la production :

Au cours de notre suivi de la cadence de production dans la ligne d'emballage, nous avons remarqué certaines causes qui empêchent la production réelle d'atteindre la production maximale, ces causes dépendent des moyens, des matériaux, de la main d'œuvre, du milieu, et aussi des méthodes utilisées.

Nous présentons dans la figure 26 le diagramme d'Ishikawa décrivant ces causes :

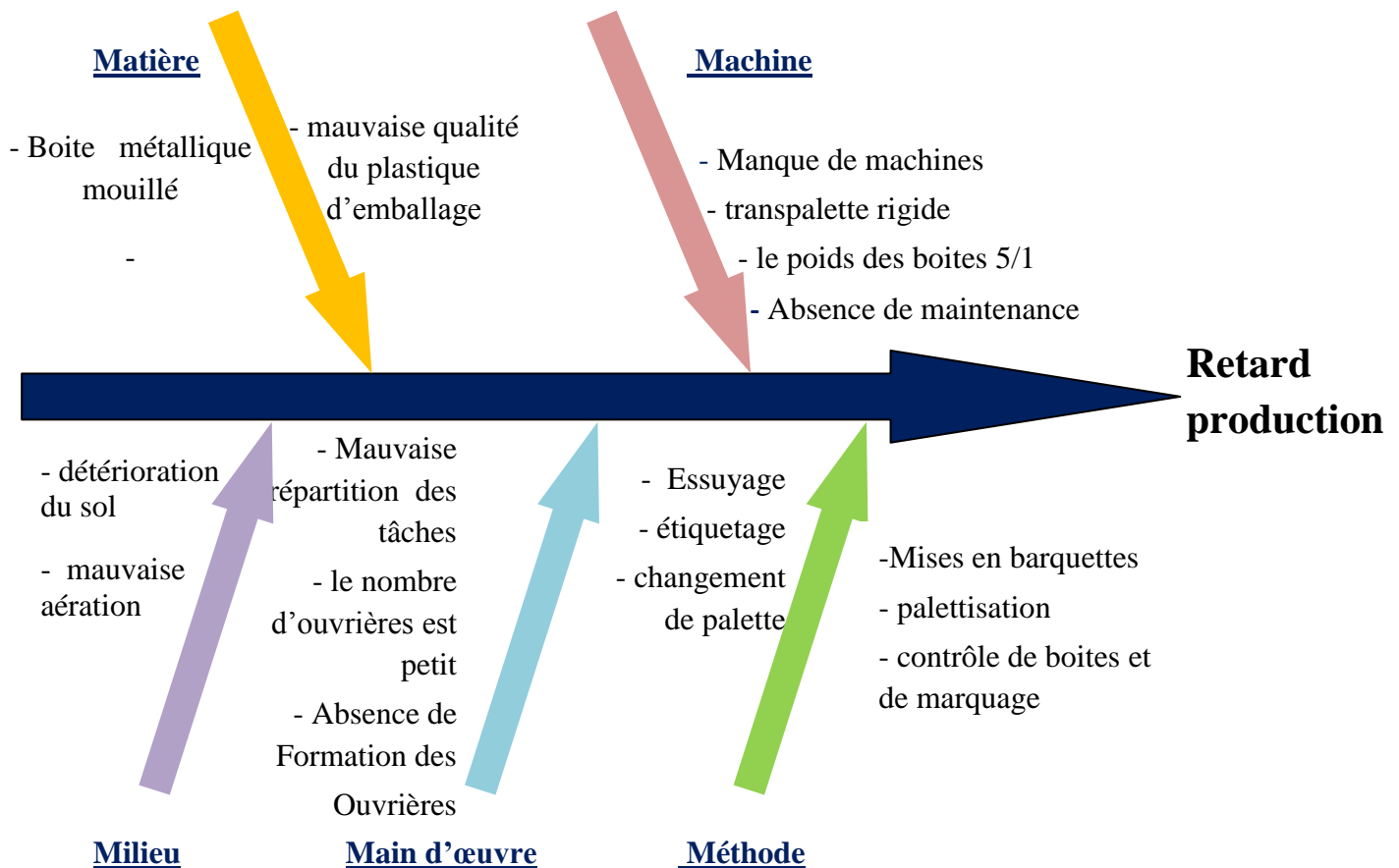


Figure 26 : Diagramme d'Ishikawa

#### 4. Quelques propositions d'améliorations pour la ligne d'emballage :

La majorité des causes détectées sont les tâches manuelles, donc nous avons pensé à quelques actions amélioratives selon le temps moyen perdu par heure, afin de diminuer les arrêts et les en-cours dans la ligne d'emballage (tableau 8) :

<b>Les causes d'arrêts de la production</b>	<b>le temps moyen perdu par heure</b>	<b>propositions d'améliorations</b>
L'étiquetage des boites	35 min	L'achat d'une étiqueteuse.
L'essuyage des boites	20 min	Mise en place d'une laveuse des métaux.
Le changement de la palette (cette tâche est effectuée par toutes les opératrices en même temps)	10 min	-La bonne répartition des tâches entre les ouvrières. -Mise en place d'un palettiseur - Achat d'un transpalette de bonne qualité
Le contrôle des boites	6 min	Mise en place d'une inspectrice

Tableau 8 : propositions d'améliorations pour la ligne d'emballage

L'absence de maintenance des machines est un sérieux problème qui demande des actions bien planifiées pour accrocher de bons résultats au niveau de la production.

C'est dans ce cadre que nous avons appliqué des méthodes préventives pour éviter les pannes continues de la fardeleuse.

# CHAPITRE 4 :

## **Démarche AMDEC**

### **Diagramme de PARETO**

### **Maintenance préventive**

La société SIOF de Sidi Ibrahim connaît plusieurs problèmes au niveau de la machine d'emballage à cause de l'absence de la gestion de la maintenance.

À notre arrivée à la société, on a remarqué que cette machine ne connaît aucun entretien et par suite on a décidé de :

- mettre en place un planning de la maintenance préventive pour cette machine.
- définir la politique de maintenance adéquate au sein de service en utilisant la démarche AMDEC.

## **I. Application de la méthode de l'AMDEC :**

### **1. Définition de l'AMDEC :**

La méthode AMDEC est l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs effets et de leur criticité. L'AMDEC est un outil utilisé dans la démarche qualité et dans le cadre de la sûreté de fonctionnement.

L'AMDEC consiste à analyser :

- les défaillances,
- leurs causes,
- leurs effets.

L'AMDEC est réalisée grâce à des contrôles :

- de différents points de la chaîne de production,
- du produit ou du service fini. (8)

### **2. Analyse des modes de défaillances et leurs effets :**

L'application de la méthode de l'AMDEC sur la machine d'emballage est décrite dans le tableau 9 (4 et 6)

<b>Elément</b>	<b>Fonction</b>	<b>Mode de défaillance</b>	<b>Cause de la défaillance</b>	<b>Effet de la défaillance</b>	<b>Détection</b>
Résistances électrode de soudure	Chauffer la lame pour couper et souder le film	- Résistances grillées	- la_Surcharge électrique. -l'utilisation Excessive et continue	- le film plastique n'est pas coupé, et par suite le produit n'est pas emballé	- inspection visuelle - bruit
Tunnel de rétraction	Chauffer le four pour rétracter le film	- Résistances grillées	- la_Surcharge électrique. -l'utilisation Excessive et continue	- Le film plastique n'est pas rétracté sur le produit.	- inspection visuelle au niveau du régulateur de température



Les câbles des résistances	La transmission du courant électrique vers les résistances	- la fatigue des câbles - court circuit	- surchauffe électrique	- les résistances ne chauffent pas le film plastique, et par suite il n'est pas rétracté sur la barquette	- odorat - inspection visuelle
Les moteurs des films plastiques inférieur et supérieur	- déroule le film à l'aide d'un tambour caoutchouté entraîné par un motoréducteur	- rotation inversée - pas de rotation	- le ressort de blocage mal réglé - les guides ajustables de la bobine sont resserrés	- produit non emballé - arrêt de la production	- inspection visuelle - bruit
Le vérin de la poussée du produit	-pousse la barquette pour s'emballer	- coincement du vérin	- un vice s'est desserré - manque de la pression de l'air qui passe dans les tuyaux pour pousser le vérin - manque de lubrification	- produit non emballé - arrêt de la production	- inspection visuelle - bruit
Les capteurs	- détection de l'arrivée des barquettes	- problème de réglage ou fixation	- les vibrations	- marche à vide du vérin - retard de production	- inspection visuelle
Arceau de barre de soudure	Couper et défiler le film	blocage	- passage de l'eau dans le distributeur de l'air - contact du recouvrement en panne	- produit non conforme	- inspection visuelle - bruit
Moto réducteur	Communiquer le mouvement au convoyeur	- Le moteur ne tourne pas - blocage	- usure des roulements - usure de pignon	- arrêt de la chaîne	- inspection visuelle - bruit

Tableau 9 : Application de la méthode AMDEC sur la fardeleuse

### 3. Calcul de la criticité :

#### \* Analyse AMDEC :

L'analyse AMDEC a été faite pour chaque élément. L'évaluation de la criticité « C » a été réalisée par les trois indicateurs suivants :

F : la fréquence d'apparition d'une défaillance ;

G : la gravité de la défaillance ;

N : la probabilité de non détection de la défaillance.

La valeur de « C » est obtenue par le produit des 3 notes :  $C = F \times G \times N$  (7).

#### a. la fréquence :

Fréquence d'occurrence		Définition
Très faible	1	Défaillance rare : une défaillance par an
Faible	2	Défaillance possible : une défaillance ou plus par trimestre
Moyenne	3	Défaillance fréquente : au moins une défaillance par mois
Forte	4	Défaillance très fréquente : au moins une défaillance par semaine

Tableau 10 : la fréquence dans la méthode AMDEC

#### b. gravité :

Niveau de gravité		Définition
Mineure	1	Arrêt de production < 2min Aucune dégradation notable
Significative	2	Arrêt de production de 2 min à 20min. Remis en état de courte durée ou petite réparation
Moyenne	3	Arrêt de production de 20min à 60min : changement de matériel défectueux
Majeure	4	Arrêt de production de 1h à 2h : intervention importante sur les sous ensemble.
Catastrophique	5	Arrêt de production > 2h : intervention lourde nécessite des moyens coûteux, problèmes de sécurité du personnel

Tableau 11 : la gravité dans la méthode AMDEC

**c. défectabilité :**

Niveau de non détection		Définition
Evidente	<b>1</b>	Défectable à 100% : Détection certaine de la défaillance/ Signe évident d'une dégradation/ Dispositif de détection automatique (alarme)
Possible	<b>2</b>	Défectable : Signe de la défaillance facilement détectable mais nécessite une action particulière (visite)
Improbable	<b>3</b>	Difficilement détectable peu exploitable ou nécessitant une action ou des moyens complexes (démontage)
Impossible	<b>4</b>	Indétectable : Aucun signe de défaillance

Tableau 12 : la détectabilité dans la méthode AMDEC

Les notes attribuées aux indicateurs fréquence, gravité, ainsi que la probabilité de détection de Chaque sous-élément sont déterminées à partir des propositions du groupe de travail.

L'élément	Criticité				Actions à engager
	F	G	N	C	
Résistances électrode de soudure.	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	- acheter une meilleure qualité des résistances - bien vérifier et régler la soudure des résistances.
Tunnel de rétraction.	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	- changement des résistances.
Les câbles des résistances.	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	- bien vérifier le serrage des câbles.
Les moteurs des films plastiques inférieur et supérieur	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	- renforcement - lubrification - vérifier l'alimentation
Le vérin de la poussée du produit	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	- lubrification - vérification du serrage des vis.
Les capteurs	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	- changement des capteurs - réglage manuelle

Arceau de barre de soudure	4	4	3	48	-vérification du filtre d'air -Changement du contact du recouvrement
Moto- réducteur	3	4	2	24	- renforcement - lubrification - vérifier l'alimentation

Tableau 13 : calcul de la criticité et propositions d'actions à engager

#### 4. Diagramme de Pareto pour la criticité :

Le tableau 14 montre le calcul de cumul de la criticité et son pourcentage, dans le but de savoir les éléments qui tombent souvent en panne dans la fardeleuse :

<u>Elément</u>	<u>Coefficient de criticité</u>	<u>Cumul de la criticité</u>	<u>Cumul %</u>
Arceau de barre de soudure	48	48	42%
Motoréducteur	24	72	63%
Le vérin de la poussée du produit	12	84	74%
Résistances électrode de soudure	9	93	82%
tunnel de rétraction	8	101	89%
Les câbles des résistances	8	109	96%
Les moteurs des films plastiques inférieur et supérieur	4	113	99%
Les capteurs	1	114	100%

Tableau 14 : analyse de Pareto

Le diagramme de Pareto est montré dans la figure 27:

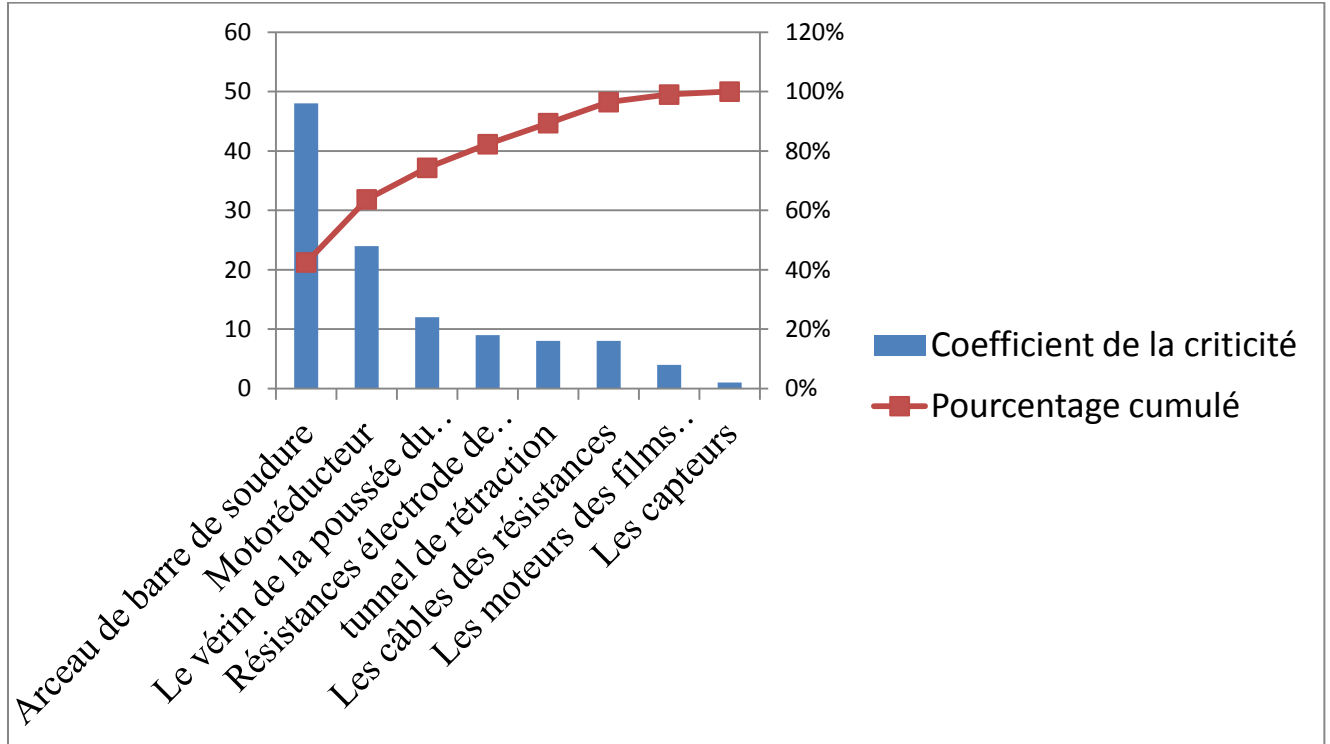


Figure 27 : Diagramme de Pareto

Suite à cette analyse de défaillance nous avons remarqué que l'arceau de barre de soudure, le motoréducteur, le vérin de la poussée du produit et les résistances électrodes de soudure présentent plus de 80% de la criticité des éléments de la fardeuse. Il est donc nécessaire de mettre en place des actions préventives pour réduire leur degré de criticité.

## **II. Actions préventives pour le bon fonctionnement de la machine :**

La maintenance préventive permet de limiter le nombre d'heure d'arrêt et par conséquent, augmenter le nombre d'heures de production. Enfin, elle permet de produire dans des conditions optimales de sécurité et de qualité.

L'opérateur ne doit pas seulement mettre la machine en service au début de la production et l'arrêter à la fin de la production, mais il doit aussi exécuter des opérations de nettoyage et de contrôle de la machine.

Le tableau 15 présente les propositions d'actions préventives pour éviter les pannes de la fardeleuse :

<b>Quotidiennement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vérifier que le produit suit son flux normal correctement.</li> <li>- rectifier le positionnement des capteurs.</li> <li>- renforcer les opérations de nettoyage.</li> <li>- Vérifier que tous les dispositifs de sécurité fonctionnent correctement.</li> </ul>
<b>hebdomadaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier la lubrification constante des parties mécaniques.</li> <li>- bien vérifier la soudure des résistances et le serrage des capteurs</li> <li>- S'assurer du bon fonctionnement du Téflon.</li> </ul>
<b>mensuel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglage des paramètres de température lors de changements de température de milieu.</li> <li>- vérifier le réglage de la pression appliquée sur les vérins.</li> <li>- Vérification du tapis roulant, huile et contrôle des roulements.</li> </ul>
<b>Semestriel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changement des résistances selon la durée de vie du tunnel de rétraction et de la barre de soudure.</li> <li>- changement des roulements motoréducteurs selon la durée de vie</li> <li>- lubrification motoréducteur.</li> </ul>
<b>Annuel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement des machines pour effectuer un nettoyage complet</li> <li>- une codification des équipements.</li> <li>- un inventaire sur tous les équipements de l'usine.</li> </ul>

Tableau 15 : maintenance préventive pour la fardeleuse

## Conclusion générale

La société industrielle oléicole de Fès est parmi les entreprises qui veulent s'imposer dans le domaine de la production des huiles et la conservation des olives. C'est dans ce cadre que SIOF est appelée d'une part, à développer ses procédés de production sur le plan qualitatif et d'autre part à améliorer sa capacité de satisfaire les besoins des consommateurs.

Pour cela, nous avons été amenés à étudier et analyser la ligne d'emballage et ceux en utilisant des outils tels que :

- Diagramme d'Ishikawa
- Méthode AMDEC
- Diagramme de PARETO
- Maintenance préventive

Durant notre stage, nous avons réussi à appliquer la méthode AMDEC et à faire une étude détaillée sur le mode de fonctionnement de la machine d'emballage, sa décomposition et son analyse fonctionnelle. Nous avons également mené une comparaison entre sa cadence réelle et maximale en effectuant un suivi continu de la production. Nous avons finalement proposé quelques améliorations et un plan préventif pour éliminer les pannes de la fardeleuse et les arrêts successives de la production.

Le chemin devant SIOF s'annonce très long pour avoir une notoriété sur le marché national.

Cependant plusieurs pas sont à accomplir; comme l'organisation du travail qui s'impose comme une nécessité impérieuse pour toute unité de production.

Ce stage nous a permis de mettre en pratique nos modestes connaissances acquises pendant nos trois années d'études universitaires, et était également une bonne occasion pour s'impliquer davantage dans l'industrie.

## **Bibliographie**

- 1- Fardeleuse - Concours Communs Polytechniques.
- 2- Cours gestion de la maintenance (Mr Chafi).
- 3- Rapport de PFE, Mme Maha Benjelloun 2017-2018.FSTF. Maroc
- 4- LES DEFAILLANCES.pdf
- 5- Rapport de PFE: ETUDE ET ANALYSE DES ARRETS DANS LA LIGNE DE DENOYAUTAGE.pdf. Salah Tariq et Zine el abidine Zakaria (2014).
- 6- Rapport de PFE : Mise en place de la méthode AMDEC dans une chaine de production, EL MAKHFI Oussama Et EL-ALLAM Taoufik (2015).
- 7- Rapport de PFE : Etude AMDEC et mise en place du planning de la maintenance préventive .pdf Asmae Zorgane et Soukayna L' Kima(2012).

## **Webographie :**

- 8- <https://qualite.ooreka.fr/comprendre/amdec>
- 9- <http://www.siofgroup.com/>
- 10- <http://www.agrimaroc.ma/lindustrie-alimentaire-et-secteur-agroalimentaire-au-maroc/>
- 11- <http://www.cfcim.org/fiches-marches/agroalimentaire>