



Année universitaire : 2016/2017

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes pour
l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en

Industries Agricoles & Alimentaires



**Amélioration de la ligne de production des olives noires dénoyautées
en rondelles selon Lean Management**

Réalisé par l'élève ingénieur :

Nom et Prénom : KHALIL Nasima

Encadré par :

Mr. SOUHA Hammou FST Fès

Mr. BAHHOUS Khalid SICOPA

Présenté le 20 Juin 2017 devant le jury composé de :

- Pr. SOUHA Hammou FST Fès
- Pr. MAAZOUZI Nadia FST Fès
- Pr. HARRACH Ahmed FST Fès

Réalisé au sein de la société : SICOPA - Fès (Société Industrielle de Conserve d'Olives et
Produits Agricoles)



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail,
Qui est le fruit de ma formation,
De mes études,
Et de mon effort :*

*A mes parents, étant la source de ma vie,
Pour leur amour et leur sacrifice,
A mes chers frères et sœurs,
Ainsi qu'à toute ma famille.
A mes amis pour leur fidélité,
A mes respectueux enseignants chercheurs,
Et à toute personne que j'ai aimée et respectée.*

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à tous mes enseignants qui m'ont préparé théoriquement et pratiquement durant mes années de formations, ainsi que tout le corps administratif de la FST de FÈS.

Je remercie ainsi tous les responsables de la société SICOPA pour m'avoir accepté comme stagiaire au sein de leur établissement, en particulier Mr. BRAHIM El jai. Directeur de la société.

Je tiens également à remercier sincèrement toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier Mr. HANINE Mohammed pour son aide et ses encouragements.

Ainsi je présente mes vifs remerciement en particulier à :

- *Mr. SOUHA Hammou, Mon encadrant à la FST de Fès*
- *Mr. BAHHOUSS Khalid, Responsable maintenance et mon encadrant à la société SICOPA de Fès.*
- *Mr. HAZM Jamal eddine, Responsable de la filière d'ingénieur IAA à la FST de Fès.*

Mes remerciements sont également adressés à tous les autres agents de la Société SICOPA pour leur présence à mon côté et leur serviabilité.

Et aux membres du jury : Mr. SOUHA Hammou, Mme. MAÂZOUZI Nadia, et Mr. HARRACH Ahmed, Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de siéger à mon jury.

Je tiens à vous exprimer mes vifs remerciements tout en vous priant d'agrèer, Messieurs, Mesdames, les considérations de mon profond respect.

Avec tous mes sentiments de gratitude anticipés, veuillez accepter l'expression de ma reconnaissance, admiration et respect.

Avant-propos

« Se réunir est un début. Rester ensemble est un progrès. Travailler ensemble est la réussite. »

Henry Ford

« Tirer le profit le meilleur de ce qui est : s'ingénier à l'améliorer plutôt que de chercher à le changer. »

André Gide (Journal, 4 juillet 1933)

« The most dangerous kind of waste is the waste we do not recognize »

Shigeo Shingo

Glossaire

D

Diagramme de GANTT : C'est un outil utilisé en gestion de projet permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Il permet ainsi de représenter graphiquement l'avancement du projet et par conséquent simplifie la communication et la réactivité.

Diagramme bête à corne : C'est un outil d'analyse fonctionnelle du besoin. Permettant de définir le besoin sous forme de fonctions simples « fonctions de bases » que devra remplir un produit.

Diagramme d'ISHIKAWA : ou diagramme de cause à effet, est une représentation structurée de toutes les causes qui conduisent à une situation. Son intérêt est de permettre d'avoir une vision précise des causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer les moyens pour y remédier.

L

Lean : Le Lean (signifiant « *maigre* » en anglais) est une approche systématique visant à identifier et éliminer tous les gaspillages (ou activités à non-valeur ajoutée) au travers d'une amélioration continue, en vue d'atteindre l'excellence industrielle. L'objectif est ainsi d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison tout en impliquant le personnel par une démarche participative. Ces points optimisés de la performance permettent d'atteindre l'excellence industrielle.

Lead time : « Délai de production » est le temps entre la commande et la livraison du produit. Le client s'attend à avoir un lead time (délai) le plus court possible.

P

Pareto : Méthode de classement de données par ordre d'importance, afin de cibler en toute efficacité le produit demandant des actions d'amélioration en priorité.

5P : C'est un outil qualité utilisé dans la résolution de problème. Il permet de remonter jusqu'à la source du problème en se posant la question : « Pourquoi ? », afin de pouvoir proposer des solutions efficaces et définitives.

Q

QOOQCP : C'est un outil simple et fréquemment utilisé permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels. Elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

T

TRS : Taux de Rendement Synthétique est un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation des machines. C'est le ratio entre le temps où la machine produit des pièces conformes à sa cadence normale et le temps pendant lequel la machine est engagée pour produire ce qui est attendu. C'est une mesure de l'efficacité d'une ligne de production.

Temps de Cycle : Temps nécessaire pour produire une unité.

Takt Time : C'est un terme allemand désignant le rythme de production avec lequel se prépare la demande client. C'est le ratio représentant le temps de travail total disponible pour la production (en minute), divisé par la demande totale des clients pour la période considérée (en unités).

Tâche à valeur ajoutée : Toute tâche qui apporte de la valeur à la fonction du produit.

Tâche à non-valeur ajoutée : (encore désignée sous le nom de gaspillage ou Muda) est une action prenant du temps, consommant des ressources ou occupant de l'espace, tout ceci sans apporter de valeur au produit final.

V

VSM : « Value Stream Mapping » est le premier outil du Lean Management, c'est une cartographie descriptive du processus permet d'illustrer les flux physiques et les flux d'information depuis les approvisionnements en matière premier jusqu'au client. Il permet ainsi d'obtenir une vision simple et claire d'un processus, en prenant en compte l'ensemble des ressources et des étapes impliquées.

Liste des abréviations

- **SICOPA** : Société Industrielle de Conserves d'Olives et de Produits Agricoles
- **LM** : Lean Management
- **ONS** : Olives Noires dénoyautées en rondelles (Slices)
- **VA** : Valeur Ajoutée
- **NVA** : Non-Valeur Ajoutée
- **PDCA** : Plan-Do-Check-Act
- **VSM** : Value Stream Mapping
- **TC** : Temps de Cycle
- **TT** : Takt Time
- **LT** : Lead Time
- **TRS** : Taux de Rendement Synthétique
- **QQOQCP** : Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Pourquoi
- **5M** : Matière, Matériel, Main d'œuvre, Méthode, Milieu
- **5P** : 5 Pourquoi
- **INMAA** : Initiative Marocaine d'Amélioration

Liste des figures

FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE L'USINE SICOPA	4
FIGURE 2 : PROCESSUS DE LA RECEPTION ET DE L'OXYDATION DES OLIVES	5
FIGURE 3 : PROCESSUS DE LA LIGNE DE DENOYAUTAGE.....	6
FIGURE 4 : DIAGRAMME «BETE A CORNE» DES BESOINS EXPRIMES PAR L'USINE SICOPA	7
FIGURE 5 : DIAGRAMME DE GANTT DU DEROULEMENT DU STAGE	8
FIGURE 6 : LES 7 MUDAS.....	11
FIGURE 7 : SCHEMA DE LA DEMARCHE LEAN	13
FIGURE 8 : MISE EN ŒUVRE METHODIQUE DU TRAVAIL	15
FIGURE 9 : EXEMPLES DE SYMBOLES UTILISES DANS L'ELABORATION D'UN VSM.....	16
FIGURE 10 : COURBE A CRENEAUX (« TIME LINE ») REFERENÇANT LES TEMPS D'EXECUTION ET TEMPS D'ATTENTE D'UN PROCESSUS	17
FIGURE 11 : DECOMPOSITION DU TEMPS D'OUVERTURE.....	18
FIGURE 12 : EXEMPLE DE L'APPLICATION DE LA METHODE DES 5 POURQUOI	21
FIGURE 13 : DEMARCHE DE CONSTRUCTION DE VSM.....	23
FIGURE 14 : CARTOGRAPHIE DE FLUX DE VALEUR	26
FIGURE 15 : METHODOLOGIE DE SUIVI DU TRS	27
FIGURE 16 : EVOLUTION MENSUELLE DU TRS POUR LA LIGNE ONS.....	30
FIGURE 17 : DIAGRAMME PARETO DES ARRETS SURVENUS SUR LA LIGNE ONS	31
FIGURE 18 : SUIVI DU RENDEMENT DES MACHINES DENOYAUTEUSES	35
FIGURE 19 : RESULTAT DU BRAINSTORMING	37
FIGURE 20 : DIAGRAMME D'ISHIKAWA (DIAGRAMME CAUSE-EFFET)	37
FIGURE 21 : CARTE DE CONTROLE DU TAUX DES DECHETS DES MACHINES DENOYAUTEUSES	40
FIGURE 22 : REPARTITION DU TEMPS D'OUVERTURE	42
FIGURE 23 : MACHINE DE CONDITIONNEMENT TOYO1.....	46
FIGURE 24 : PROCESSUS DE CONDITIONNEMENT	46
FIGURE 25 : MACHINE DE DENOYAUTAGE	50

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : FICHE SIGNALÉTIQUE DE SICOPA	4
TABLEAU 2 : LA METHODE QQQQCP.....	20
TABLEAU 3 : COLLECTE DES INFORMATIONS POUR LA CONSTRUCTION DE VSM.....	24
TABLEAU 4: DIFFERENTS TYPES D'ARRETS.....	28
TABLEAU 5 : RAPPORT DU SUIVI MENSUEL DU TRS DE 20 MARS AU 13 AVRIL.....	29
TABLEAU 6 : POURCENTAGE DES DIFFERENTS ARRETS AU NIVEAU DE LA LIGNE ONS	31
TABLEAU 7 : RENDEMENT THEORIQUES DES MACHINES DENOYAUTEUSES	34
TABLEAU 8 : COMPARAISON DE LA CAPACITE DE PRODUCTION	34
TABLEAU 9 : DEFINITION DU PROBLEME PAR QQQQCP	36
TABLEAU 10 : MISE EN PLACE DES ACTIONS CORRECTIVES : MAIN D'ŒUVRE.....	39
TABLEAU 11 : MISE EN PLACE DES ACTIONS CORRECTIVES : MATIERE	40
TABLEAU 12 : MISE EN PLACE DES ACTIONS CORRECTIVES : MACHINE	40
TABLEAU 13 : SUIVI DU TAUX DES DECHETS DU MOIS DE MARS	54

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ET DU PROCESSUS DE FABRICATION.....	2
I. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCEUIL	3
I.1. Généralité sur la société SICOPA	3
I.2. Historique	3
I.3. Fiche signalétique.....	4
I.4. Organigramme.....	4
II. PROCESSUS DE FABRICATION	5
II.1. Réception et oxydation.....	5
II.2. Dénoyautage et découpage en rondelles.....	5
II.3. Conditionnement et stérilisation.....	6
II.4. Etiquetage et stockage	6
III. CONTEXTE GENERAL DU PROJET	7
III.1. Contexte pédagogique	7
III.2. Problématique.....	7
III.3. Besoin exprimé.....	7
III.4. Acteurs du projet	8
III.5. Planification.....	8
III.6. Contraintes.....	8
CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LE SYSTEME LEAN MANAGEMENT	9
I. INTRODUCTION AU LEAN MANAGEMENT.....	10
I.1. Définition.....	10
I.2. Origine et historique du LM	10
II. PRINCIPE DU LEAN MANAGEMENT	10
II.1. Suppression des gaspillages	11
II.2. Une production en flux tendus	12
II.3. La réduction des cycles de développement des produits	12
II.4. Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients	12
II.5. Gestion de la qualité	13
III. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE LA DEMARCHE	13
III.1. Préparation.....	13
III.2. Diagnostic.....	14
III.3. Planification.....	14
III.4. Mise en œuvre	14
III.5. Pérennisation des résultats : Regarder plus loin et au-delà.....	14

IV. METHODES ET OUTILS DU LEAN MANAGEMENT	15
IV.1. Outils pour le diagnostic et l'analyses de l'existant	15
IV.1.1. Value Stream Mapping (VSM)	15
IV.1.2. Taux de rendement synthétique (TRS).....	17
IV.1.3. Le Diagramme de Pareto	19
IV.2. Outils pour la résolution de problèmes.....	19
IV.2.1. le QOQOCP.....	19
IV.2.2. Le Diagramme d'ISHIKAWA	20
IV.2.3. Les cinq pourquoi	21
CHAPITRE 3 : APPLICATION DU LEAN MANAGEMENT DANS LA LIGNE DE PRODUCTION DES OLIVES NOIRES DENOYAUTEES EN RONDELLES	22
Introduction	23
I. DIAGNOSTIC ET ANALYSE DE L'EXISTANT.....	23
I.1. Construction de cartographie de flux de valeur.....	23
I.1.1. Collecte des informations	24
I.1.2. Dessin de l'état actuel.....	26
I.1.3. Analyse de la VSM.....	27
I.2. Suivi du taux de rendement synthétique.....	27
I.2.1. Préparation de la mesure	28
I.2.2. Analyse des résultats	30
I.2.3. Synthèse.....	32
II. PLANIFICATION ET MISE EN PLACE DES ACTIONS CORRECTIVES	33
II.1. Attente de matière.....	33
II.1.1. Plan d'action.....	33
II.1.2. Mise en œuvre	33
II.1.2.1. Calcul de la capacité de production.....	33
II.1.2.2. Application des 5M	36
II.1.2.3. Analyse des résultats	39
II.1.3. Mise en place des actions correctives.....	39
II.1.4. Résultats	41
II.2. Manque de charge	42
Discussion	Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION GENERALE.....	43
Références bibliographiques.....	44
Table des annexes	45

INTRODUCTION GENERALE

A l'échelle de l'économie mondiale, les entreprises sont désormais poussées par une concurrence très féroce. Cherchant normalement à se différencier par leur compétitivité en termes de coût, qualité et de service, les entreprises font de plus en plus appel aux techniques les plus efficaces qui ont fait leur preuve dans le Management : le Lean Management.

Le Lean Management, historiquement développé par les industries automobiles japonaises Toyota, est une démarche reposant sur l'évolution de la culture et le déploiement de méthodes et outils permettant d'améliorer et optimiser les performances industrielles. La démarche proposée par le Lean Management a pour objectif d'éliminer petit à petit la non-valeur ajoutée de processus. L'implication de l'homme dans cette démarche d'amélioration continue est primordiale, afin de garantir la pérennité des méthodes et outils mis en œuvre.

Soucieux d'améliorer ses performances industrielles, SICOPA a opté pour une démarche Lean pour chasser les gaspillages et améliorer la productivité, Afin de préparer la ligne olives noires dénoyautées en rondelles (ONS) à un marché de plus en plus concurrentiel et pour rester compétitif sur la gamme ONS.

De cette perspective de mise en place de la démarche Lean Management, dérive la philosophie de notre projet de fin d'étude intitulé " Amélioration de la ligne de production des olives noires dénoyautées en rondelles selon Lean Management ".

Le présent mémoire décrit la démarche du travail effectué en trois chapitres :

Le premier chapitre donnera une présentation de l'entreprise d'accueil, et son processus général de fabrication des olives noires dénoyautées en rondelles, et par la suite définira le contexte général du projet. Le deuxième chapitre aura pour objet de définir le concept du Lean Management, ainsi que la démarche suivie pour amener une étude avec ce concept, et par la suite les outils utilisés durant l'étude que nous avons menés. Le dernier chapitre, sera consacré à la procédure d'application de Lean Management, qui consiste à établir un diagnostic minutieux de la ligne existante par le biais de deux piliers à savoir : la création de la cartographie du flux de valeur (VSM) et le suivi du taux de rendement synthétique (TRS), et à mettre en place des actions d'amélioration afin de remédier à certains types d'arrêt et minimiser les pertes qui jalonnent la ligne ONS.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ET DU PROCESSUS DE FABRICATION

Avant d'entamer notre projet, il convient d'abord de présenter le contexte général du projet. Dans ce cadre nous allons consacrer ce chapitre pour la présentation de l'entreprise d'accueil en mettant le point sur son historique et son organisation en premier lieu, et en second lieu on abordera les différentes étapes du processus de production des olives noires dénoyautées en rondelles tel qu'ils se font au sein de l'entreprise accueillante.

I. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCEUIL

I.1. Généralité sur la société SICOPA

La SICOPA (Société Industrielle de Conserves d'olives et de Produits Agricoles du Maroc) a été créée à Fès en 1974 par la famille BENZAKOUR KNIDEL.

L'activité de la SICOPA est exclusivement orientée vers l'exportation des produits alimentaires marocains dans le monde entier et bien sûr selon la demande. Elle est avant tout spécialisée dans l'olive "Beldi", typique du Maroc, ainsi que dans d'autres produits.

La SICOPA est dotée d'un parc machines très performant. De cette façon, elle offre un produit de "tradition" au goût typiquement Méditerranéen tout en l'adaptant aux exigences qualitatives modernes.

La SICOPA a diversifié ses produits au rythme des récoltes et de la demande sur le marché international. Elle commercialise ainsi des produits tels que l'oignon sauvage, les artichauts, les tomates confites, les légumes grillés.

L'entreprise est composée de deux sites de production complémentaire sur la région de Fès, la **SICOPA1**, le siège de l'entreprise (situé au QI sidi Brahim), et la **SICOPA3** ou PAM-FOOD, (situé sur la route de Séfrou), pour garantir la disponibilité permanente des matières premières en stock, ainsi que d'autres filiales à l'étranger pour assurer sa présence sur le marché mondial [1].

L'activité principale de la SICOPA1 est :

- ✓ Traitement de différentes variétés d'olives, mini-poivrons et légumes
- ✓ Conditionnement, emballage et commercialisation.

I.2. Historique

Depuis sa création en 1974, la société n'a cessé d'évoluer. Son historique retrace l'acquisition de son avantage compétitif sur le marché international. Ainsi, la 'SICOPA' s'est "pérennisée", sachant conserver la Tradition tout en continuant d'avancer en intégrant les meilleurs procédés.

A partir de 2008, SICOPA fut acquise par Maroc Invest, qui est une société de gestion de fonds d'investissement et filiale de Tun Invest Finance Group, leader dans les métiers du capital investissement au Maghreb et en Afrique Subsaharienne.

I.3. Fiche signalétique

Tableau 1 : Fiche signalétique de SICOPA

Raison sociale	Société Industrielle de Conserve d'Olives et de Produit Agricoles
Secteur d'activité	Conserverie des olives, câpres, poivrons et légumes grillés
Forme juridique	Société anonyme
Date de création	1974
Effectif	141 personnes permanentes et 237 occasionnelles
Directeur Général	Mr. BRAHIM EL JAI
Adresse	Quartier industriel Sidi Brahim, Rue Ibn Bannaa BP 2049-30000 FES MAROC
Téléphone/ Fax	05 35 64 46 98 / 05 35 65 82 61
Email	sicopa@menara.com

I.4. Organigramme

La société possède différents services, chacun ayant un rôle bien défini. L'organigramme suivant illustre l'organisation des différents services :

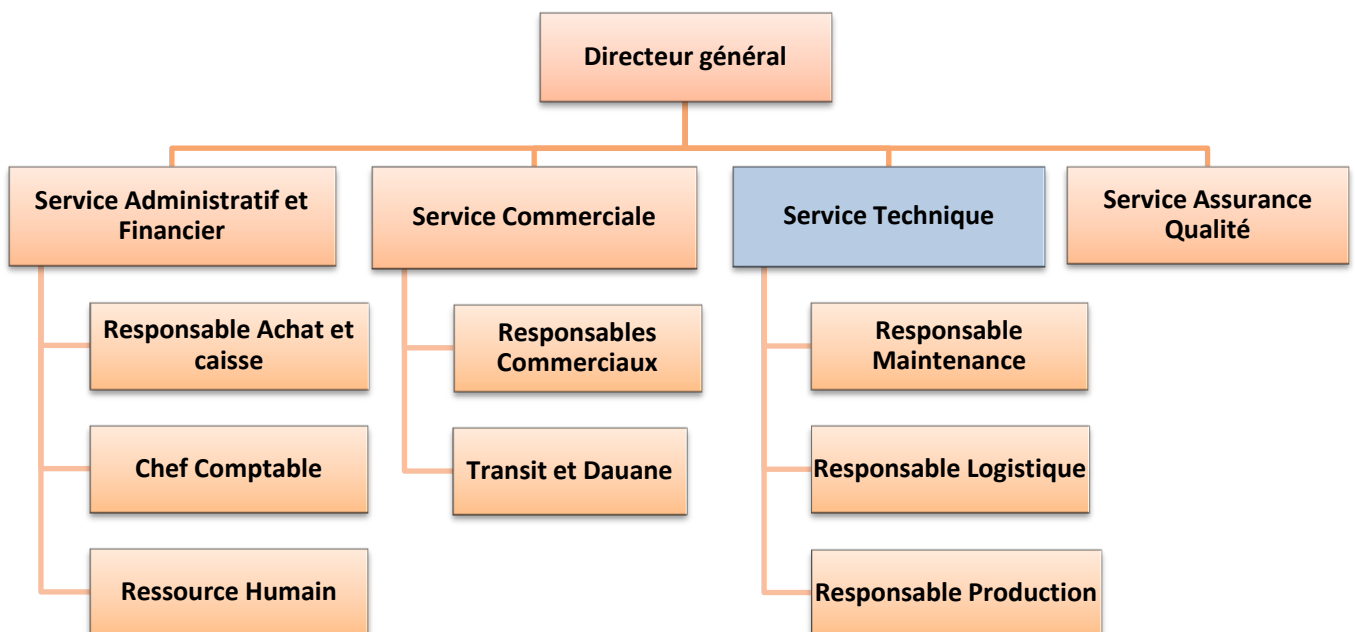


Figure 1 : Organigramme de l'usine SICOPA

II. PROCESSUS DE FABRICATION

Face à la variété des produits qu'elle fabrique, la SICOPA comprend plusieurs lignes de production saisonnières et permanentes, dont la principale ligne de production est la ligne d'olives noires dénoyautées en rondelles.

Le processus de fabrication et les étapes ci-dessous décrivent la production des olives noires rondelles confites en poches.

II.1. Réception et oxydation

Le transport de la matière première au site se fait à l'aide des camions citernes, le schéma suivant explique les étapes de la réception et de l'oxydation des olives.

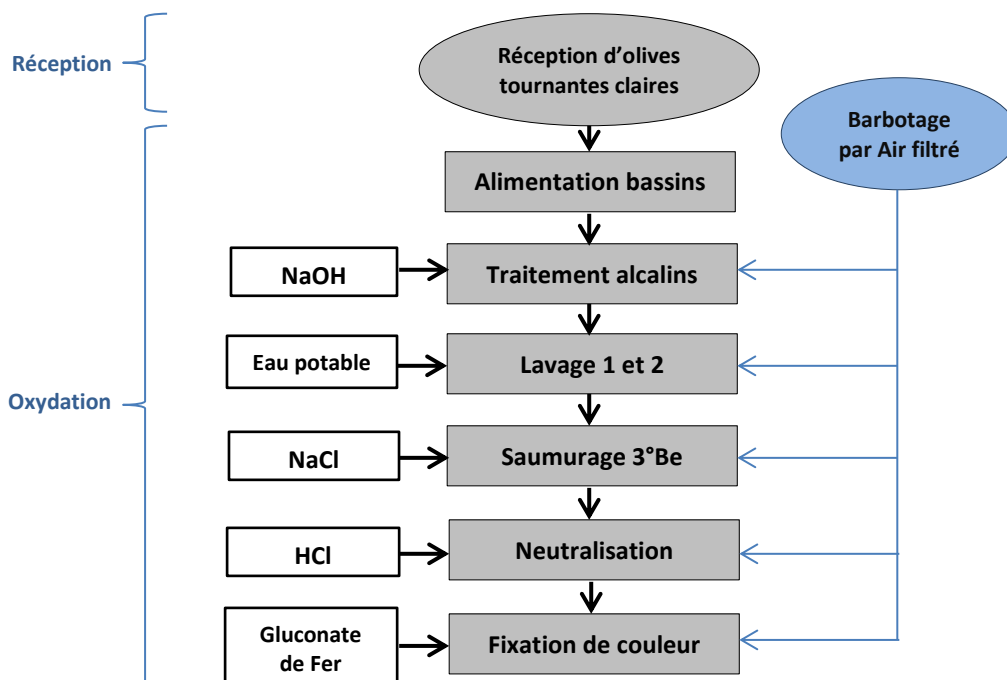


Figure 2 : Processus de la réception et de l'oxydation des olives

II.2. Dénoyautage et découpage en rondelles

L'étape qui suit l'oxydation est l'étape du dénoyautage et découpage des olives en rondelles, ceci se fait dans une ligne équipée de 10 machines qui assurent à la fois les 2 étapes (dénoyautage et découpage).

Le schéma suivant résume les étapes du dénoyautage.

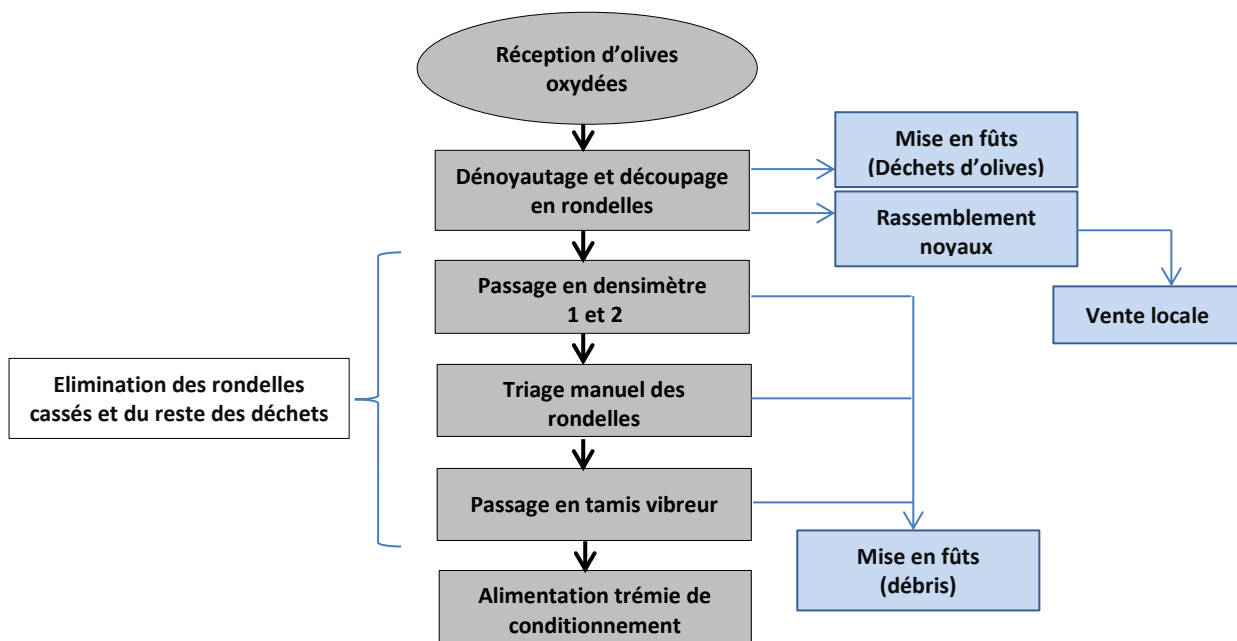


Figure 3 : Processus de la ligne de dénoyautage

II.3. Conditionnement et stérilisation

Après le dénoyautage et le découpage, la matière est transférée vers une trémie attachée à la machine de conditionnement. Les poches sont remplies automatiquement avec un jutage à chaud. Après soudure et stockage dans des chariots, ils subissent une stérilisation pendant une durée de 16 min à $T= 121^{\circ}\text{C}$.

II.4. Etiquetage et stockage

L'étape qui suit la stérilisation, c'est l'étiquetage et le passage par les rayons X et vient ensuite la mise en carton et la palettisation.

Le produit fini est stocké à température ambiante pendant une durée de 10 jours (dite période d'incubation) avant d'être expédié.

III. CONTEXTE GENERAL DU PROJET

III.1. Contexte pédagogique

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Industries Agricoles et Alimentaires délivré par la Faculté des Sciences et Techniques de Fès. Ce stage a été effectué au sein de la SICOPA (Société Industrielle de Conserves d'olives et de Produits Agricoles du Maroc) à Fès.

III.2. Problématique

Suite à une analyse des historiques de production, nous avons pu constater que la ligne des olives noires dénoyautées en rondelles (ONS) rencontre plusieurs problèmes qui engendrent une diminution de la performance des équipements et opérateurs et un manque d'hygiène et de sécurité, d'où la nécessité d'une intervention immédiate.

L'objectif de ce travail est de contribuer à la détection et analyse des dysfonctionnements dont le but de les éliminer de la manière la plus adéquate tout en se basant sur une démarche Lean.

III.3. Besoin exprimé

Les besoins correspondant aux attentes de l'entreprise d'accueil à travers la mise en place de ce projet se résument dans le diagramme « Bête à corne » suivant :

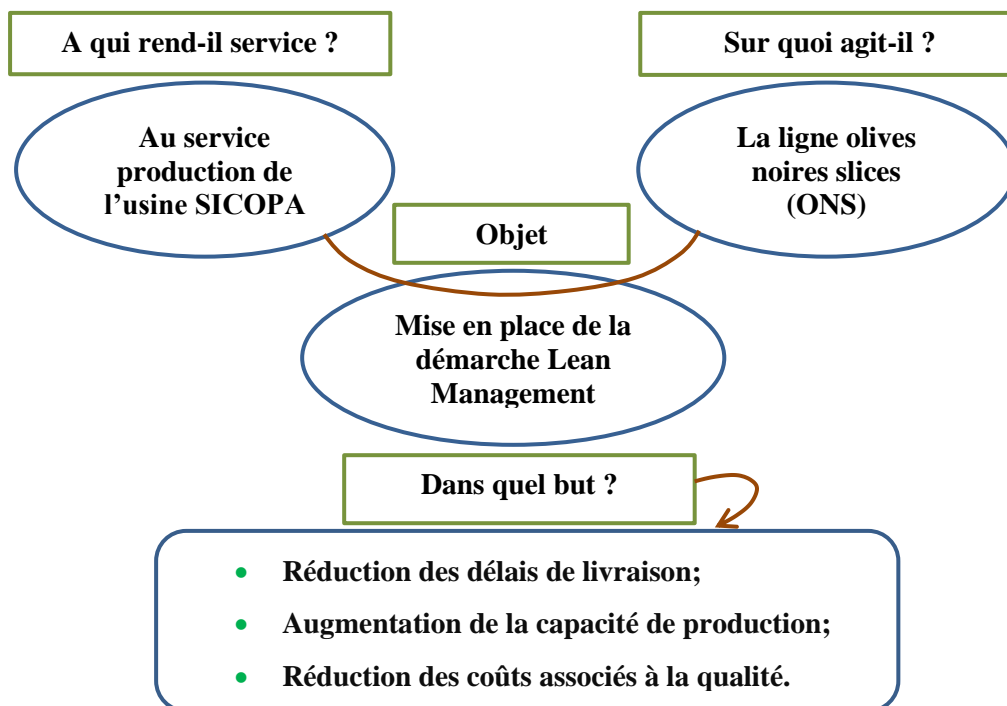


Figure 4 : Diagramme «Bête à corne» des besoins exprimés par l'usine SICOPA

III.4. Acteurs du projet

Les acteurs intervenant dans ce projet sont :

Maître d'ouvrage : Mr BAHHOUSS Khalid responsable maintenance

Equipe projet : elle est composée de :

- Maître d'œuvre : KHALIL Nasima : Elève ingénieur d'état en industries agricoles et alimentaires.
- Pilotes ligne ONS

III.5. Planification

Le planning de réalisation de notre projet est présenté dans la figure ci-dessous :

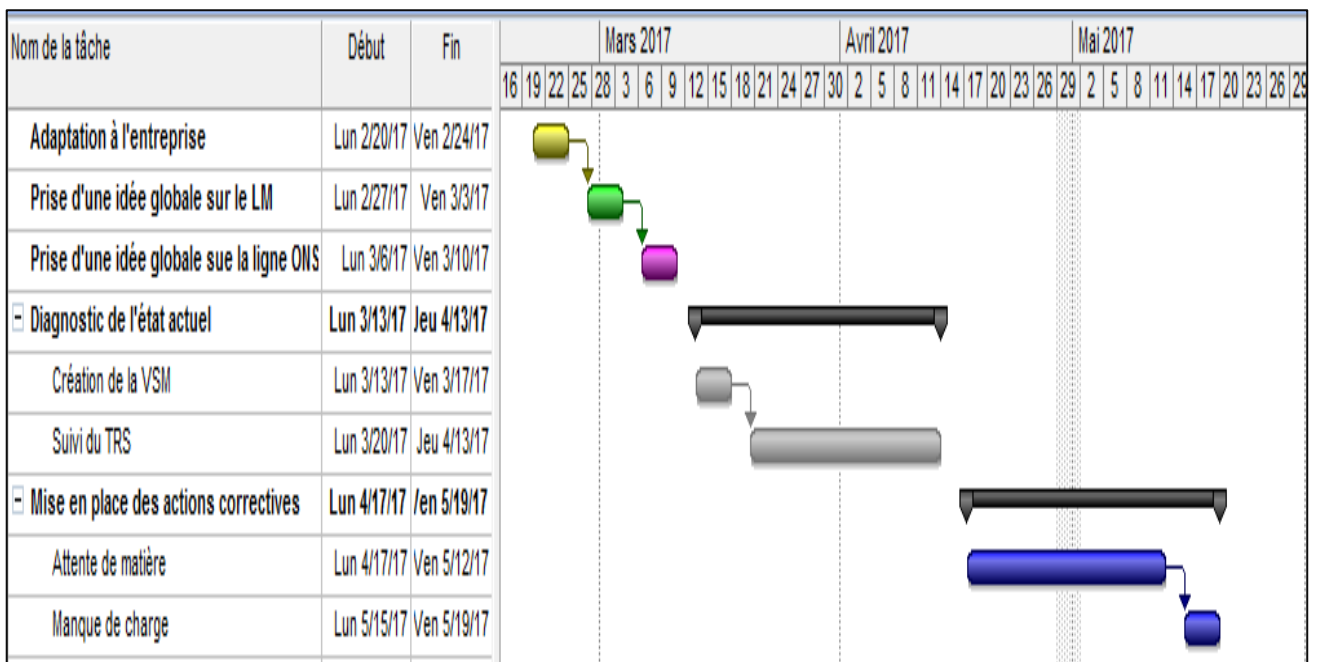


Figure 5 : Diagramme de Gantt du déroulement du stage

III.6. Contraintes

- Contrainte du temps : Le projet nécessite plus du temps
- Absence de prérequis en outils d'amélioration continue notamment Lean Management
- Inaccessibilité à des informations au sein de l'entreprise vu l'aspect confidentiel des données.
- Difficultés pour motiver les équipes et les faire adhérer aux projets d'amélioration.

CHAPITRE 2 :

GENERALITES SUR LE SYSTEME LEAN MANAGEMENT

Dans ce chapitre, on va commencer par définir le concept du Lean Management, son origine et son historique ainsi que la démarche suivie pour amener une étude avec ce concept. On va détailler par la suite, les outils de la démarche Lean Management utilisés durant l'étude que nous avons menée.

I. INTRODUCTION AU LEAN MANAGEMENT

I.1. Définition

Le Lean (signifiant « *maigre* » en anglais) est une approche systématique visant à identifier et éliminer tous les gaspillages (ou activités à non-valeur ajoutée) au travers d'une amélioration continue, en vue d'atteindre l'excellence industrielle [2].

L'objectif du Lean est ainsi d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison tout en impliquant le personnel par une démarche participative. Ces points optimisés de la performance permettent d'atteindre l'excellence industrielle [3].

Cette excellence industrielle est atteinte par l'obtention de 3 objectifs principaux :

- La meilleure qualité des produits fabriqués ;
- Le coût le plus bas ;
- Le délai le plus court, ou la performance du processus de fabrication.

I.2. Origine et historique du LM [4]

Dans le monde économique, le seul moyen pour une entreprise de subsister consiste à maintenir des marges bénéficiaires suffisantes. Toutefois, dans l'économie de marché, qui est l'environnement actuel, *gagner plus en vendant plus cher* est difficile à cause de la situation de concurrence ; il reste donc à *dépenser moins en agissant sur les coûts*.

Ce modèle était adopté en premier temps par les entreprises japonaises et principalement par Toyota à partir des années 1950, les concepts essentiels de cette philosophie industrielle n'ont cessé de se développer au cours des dernières décennies.

Le concept de Lean Management peut être vu comme une évolution des concepts de production au plus juste développés dans nos entreprises à la fin du XX^e siècle.

II. PRINCIPE DU LEAN MANAGEMENT

Le Lean Management a pour objectif d'améliorer la performance industrielle tout en dépensant moins, Pour atteindre ce niveau dans une entreprise, on doit s'appuyer sur un certain nombre de points clés [4] :

- La suppression de toute sorte de gaspillages ;
- Une production en flux tendus ;
- La réduction des cycles de développement des produits ;
- Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients ;
- Une gestion de la qualité.

II.1. Suppression des gaspillages [3]

Le lissage ou la réduction des gaspillages a pour objectif de réduire le Lead Time (délai entre la formalisation de la demande du client et la mise à disposition du produit fini auprès du client). L'analyse de ce temps total permet d'identifier deux types de tâches au cours d'un processus de fabrication :

- **Les tâches à valeur ajoutée (VA)** : qui apporte de la valeur à la fonction du produit.
- **Les tâches à non-valeur ajoutée (NVA)** (encore désignée sous le nom de gaspillage ou Muda) est une action prenant du temps, consommant des ressources ou occupant de l'espace, tout ceci sans apporter de valeur au produit final.

Le Lean Management intervient plus particulièrement sur l'identification, l'élimination ou la réduction des Muda.

Les Muda sont représentés par 7 types de gaspillages, synthétisés en Figure 6 :



Figure 6 : Les 7 Mudras

Le Kaizen (ou amélioration continue) est au centre de la roue et permet, par la réduction des Mudras, de faire tourner cette roue, amenant à améliorer le progrès. La standardisation du travail permet d'éviter la régression des actions d'amélioration précédemment déployées (la standardisation est ici modélisée par une calée, ne permettant à la roue de ne pouvoir qu'agir en améliorant le progrès).

Chacun des 7 Mudras est décrit ci-après.

1. Surproduction : Produire plus que le besoin du client ou produire en avance par rapport à la date de besoin du client

2. Attentes : Personnel ou pièces qui attendent pour compléter un cycle de production.

3. Déplacements inutiles : Mouvement d'opérateurs, de pièces ou de machines qui n'apportent pas de valeur ajoutée

4. Transport : Déplacements de pièces superflus entre les différents processus.

5. Sur- Qualité (rebut- rejets) : Produire au-delà de la qualité requise par le client

6. Sur-stockage : Matières premières, pièces en cours ne recevant aucune valeur ajoutée ou produits finis immobilisés

7. Retouches : Répétition ou correction d'un processus; tâches additionnelles qui n'ajoutent aucune valeur au produit ou service et induisent un surplus d'énergie pour corriger le dysfonctionnement.

II.2. Une production en flux tendus [4]

Jean de La Fontaine avertissait : « Il ne faut pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué. » Le Lean Management nous dit au contraire : « Ne tuez pas l'ours avant d'avoir vendu sa peau, cela risque de faire du stock, la peau peut s'abîmer et vous n'êtes pas sûr de la vendre ! ». Cette petite boutade nous permet de bien saisir les différences fondamentales qui existent entre la gestion traditionnelle et le Lean Management. Dans le premier cas, on fabrique puis on vend, dans le second, on vend puis on fabrique. En revanche, la production en flux tendus permet à l'entreprise d'organiser la production de façon qu'elle ne produit que ce que le marché demande.

II.3. La réduction des cycles de développement des produits [4]

Le délai de développement est un facteur décisif de compétitivité. Il est donc vital de réduire les temps de cycle. Traditionnellement, le processus de développement est un processus séquentiel composé d'une succession d'étapes et de jalons. Pour pouvoir commencer l'étape $n + 1$, on attend d'avoir terminé l'étape n . Cette façon de faire est très consommatrice de temps. Un développement Lean consistera à économiser du temps en faisant le plus d'étapes possibles en parallèle ou au moins en chevauchement.

II.4. Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients [4]

Pour pouvoir réagir rapidement, une entreprise doit se doter d'une structure agile et réactive, mais il lui faut également développer des organes quasi sensoriels pour se placer à l'écoute de la société.

Pour se mettre à l'écoute des clients, il faut engager une action en profondeur dans leur sens. Il est donc indispensable d'instaurer un système d'étude de marché permanent et le plus complet possible pour bien identifier les besoins.

II.5. Gestion de la qualité [4]

Parallèlement aux évolutions constatées en gestion industrielle, la qualité a également beaucoup évolué ces dernières décennies. Initialement, la tâche principale de la qualité concernait le contrôle de conformité des produits. Par la suite, on s'est intéressé à l'organisation de la structure de l'entreprise afin de donner confiance aux clients. Désormais, le rôle de la fonction qualité dépasse la seule qualité du produit pour intéresser la performance de l'entreprise.

III. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE LA DEMARCHE

La mise en œuvre ou la gestion d'une démarche Lean qui se base sur les principes de la roue PDCA passe par plusieurs étapes qui facilitent l'identification puis l'élimination de toutes sortes de gaspillage qui jalonnent de la chaîne de valeur. Etant une démarche, le LM suit un cheminement de type :

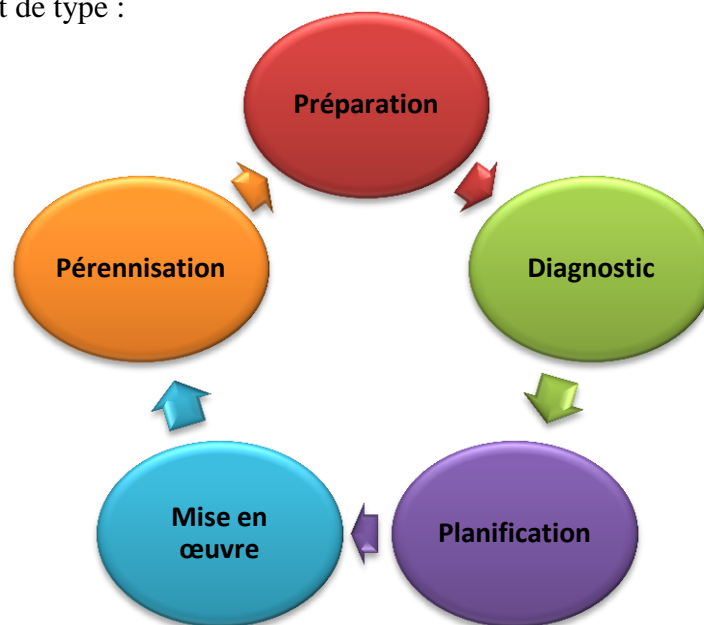


Figure 7 : Schéma de la démarche Lean

III.1. Préparation

La préparation est l'élément clé pour garantir le succès du démarrage de la phase de diagnostic, elle se base sur trois éléments :

- ✓ **Constitution de l'équipe** : Construire l'équipe qui sera impliquée à temps plein et au quotidien dans cette étude. L'équipe doit être constituée des différents responsables des services, des chefs de lignes, des opérateurs et des ouvriers.
- ✓ **Organisation et planification** : Etablir le plan et l'emploi du temps sur un délai précis pour organiser la démarche et minimiser les pertes du temps.
- ✓ **Initiation à la collecte de données** : Envoyer les requêtes de collectes de données pour les analyses devant être effectués.

III.2. Diagnostic

Pour une transformation Lean, il fallait tout d'abord comprendre la situation actuelle de l'entreprise par la réalisation d'un diagnostic. L'objectif est l'identification des sources de pertes, et de comprendre des lacunes et les faiblesses dans le mode de gestion du processus.

Outils utilisés:

- Value Stream Mapping (VSM)
- Taux de rendement synthétique (TRS)

III.3. Planification

Le diagnostic nous a permis de définir les problèmes et les lacunes qui provoquent des pertes de rendement, et sur lesquels nous devons agir. Afin de résoudre ces problèmes et réduire l'influence des lacunes sur la performance de l'entreprise, un planning doit être établi et doit rassembler : Le plan de travail, les réunions, le suivi hebdomadaire et la formation de l'équipe consacrée à la mise en œuvre.

III.4. Mise en œuvre

Selon le problème défini auparavant, ses causes principales et l'environnement de l'entreprise un plan d'action efficace devrait être mis en action.

Ce plan d'action et le suivi de sa réalisation est une étape qui nécessite l'engagement de l'ensemble du personnel et l'adoption de la philosophie Lean.

III.5. Pérennisation des résultats : Regarder plus loin et au-delà

Nous ne pourrions nous arrêter à ce niveau, car une fois que les causes principales ont été identifiées, il conviendrait de trouver une solution qui permettrait de pérenniser nos résultats à long terme.

IV. METHODES ET OUTILS DU LEAN MANAGEMENT

Le Lean Management propose de nombreux indicateurs et outils, leur mise en place et leur déploiement ayant pour objectif d'améliorer la performance industrielle.

Afin d'atteindre les objectifs fixés lors de leur déploiement, il est important de s'appuyer sur une mise en œuvre méthodique, pouvant être divisée en deux grandes étapes :

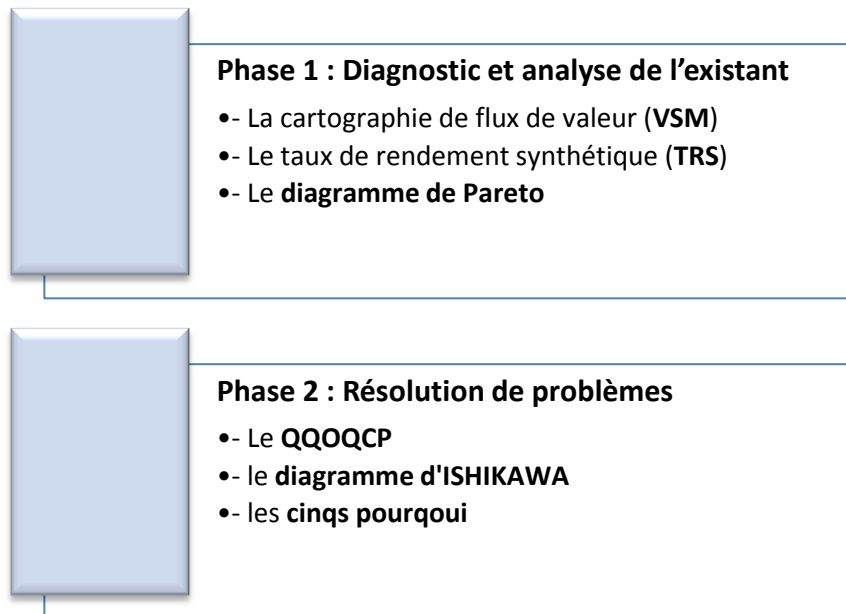


Figure 8 : Mise en œuvre méthodique du travail

IV.1. Outils pour le diagnostic et l'analyse de l'existant

IV.1.1. *Value Stream Mapping (VSM)*

L'amélioration d'un processus de production commence toujours par une phase d'analyse, un excellent moyen pour y procéder est d'établir la cartographie du processus en lui agissant pour illustrer les flux physiques et les flux d'information depuis les approvisionnements en matière premier jusqu'au client [3]. Il permet d'obtenir une vision simple et claire d'un processus, en prenant en compte l'ensemble des ressources et des étapes du processus.

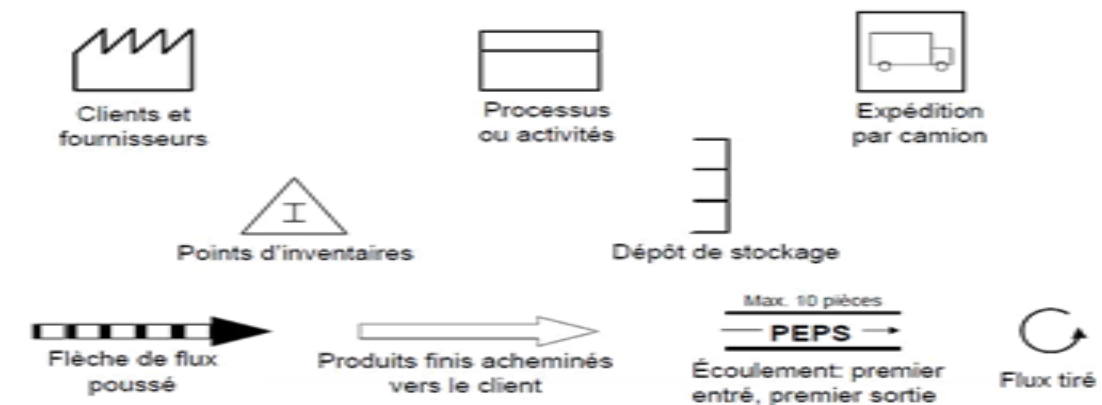
Un des objectifs principaux de la VSM est de pouvoir rendre compte du Lead Time (ou temps de défilement) d'un produit déterminé. L'analyse de la VSM permettra par la suite de cibler les étapes critiques n'amenant pas de valeur ajoutée et devant donc être optimisées [3]. En effet, cet outil permet de mettre en avant les étapes à valeur ajoutée et celles à non-valeur ajoutée, et ainsi d'identifier les types de gaspillages existants tout au long du processus [5].

- **Réalisation d'une VSM**

Afin de créer une cartographie relatant avec précision la situation actuelle, il est important d'analyser au préalable l'état actuel : cette analyse permet d'étudier et de comprendre la situation actuelle et l'organisation de l'atelier [3].

Des symboles propres au « langage VSM » sont à utiliser et permettent une compréhension facile des flux. Une liste non exhaustive est présentée en Figure 9.

Icônes de flux de matières :



Icônes générales :



Icônes de flux d'information :

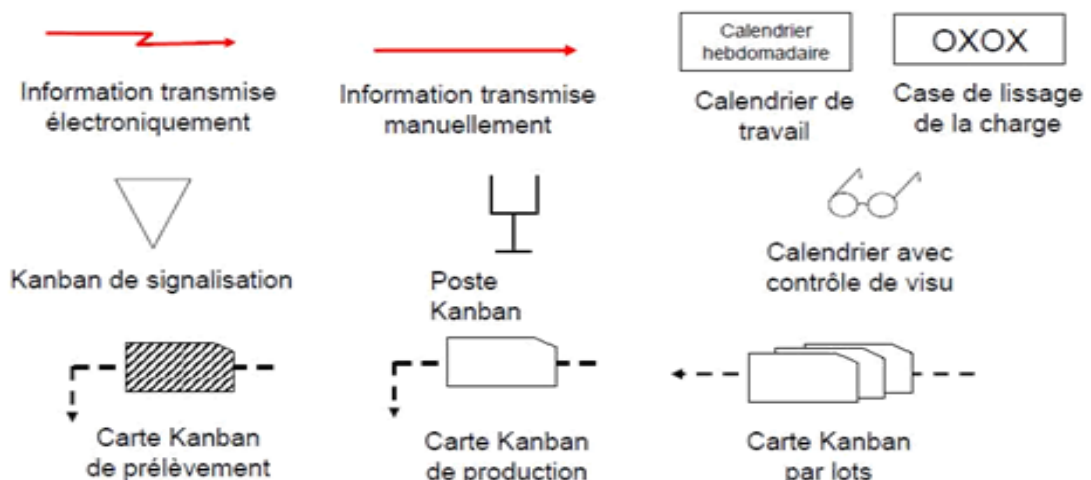


Figure 9 : Exemples de symboles utilisés dans l'élaboration d'un VSM

Chaque opération à valeur ajoutée est caractérisée par un temps d'exécution (ou temps à valeur ajoutée). Entre chacune de ces opérations, un temps d'attente est renseigné (très souvent dû au stockage) [3]. La Figure 10 illustre une courbe à créneaux (appelée « Time Line ») permettant de visualiser ces données :

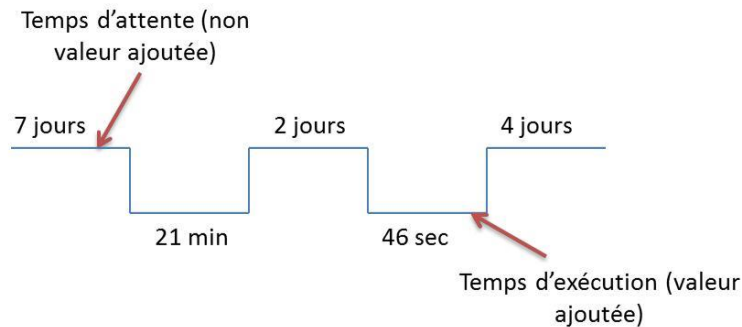


Figure 10 : Courbe à créneaux (« Time Line ») référençant les temps d'exécution et temps d'attente d'un processus

L'ensemble des données collectées permet de dessiner la cartographie de la situation actuelle. A partir de l'analyse de la cartographie dessinée, des pistes de modification du processus sont envisageables et donc à étudier.

IV.1.2. *Taux de rendement synthétique (TRS)*

Le Taux de Rendement Synthétique est un indicateur fondamental de la mesure de la performance industrielle. Il est employé dans la majeure partie des cas dans des industries de manufacture (Système de production) [3]. Son objectif principal est de mesurer l'importance des fluctuations aléatoires (arrêts, non-qualité, ralentissements) sur l'efficience des équipements de production, et en particulier sur les contraintes [6].

Il exprime la réalité de fonctionnement par rapport à un idéal de fonctionnement, et permet de visualiser les différentes pertes de rendement d'utilisation, de performances et de qualité.

- **Calcul du TRS**

La collecte des données relatives aux différents types d'arrêts permis de calculer le TRS. Afin de simplifier les mesures, la figure 11 illustre le schéma explicatif de la mesure du TRS, et le calcul se fait en se basant sur les formules ci-dessous :

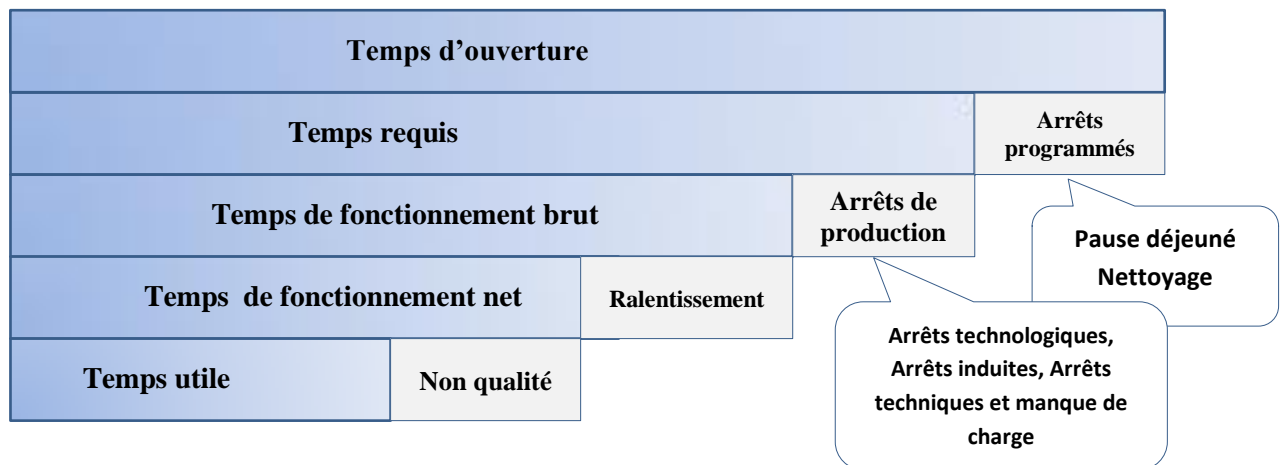


Figure 11 : Décomposition du temps d'ouverture

Temps d'ouverture : représente le temps pendant lequel l'usine est chargée à produire, le temps qui permet de répondre à la demande commerciale. Donc on peut dire que le temps d'ouverture ici est de 8h.

$$\text{Temps requis} = \text{Temps d'ouverture} - \text{Arrêts programmés} \quad \text{A}$$

$$\text{Temps de Fonctionnement brut} = \text{Temps requis} - \text{Arrêts de production}$$

$$\text{Temps de Fonctionnement net} = \text{Temps de fonctionnement brut} - \text{Ralentissement}$$

Avec :

$$\text{Ralentissement} = \text{temps de fonctionnement} - \text{Non qualité en min} - \text{Temps utile}$$

$$\text{Temps utile} = \text{quantités conformes} / \text{cadence machine} \quad \text{B}$$

$$\text{Non qualité en min} = (\text{quantités à recycler} + \text{quantités non conformes} + \text{perte en emballage}) / \text{cadence machine}$$

$$\text{Disponibilité machine} = \text{temps de fonctionnement brut} / \text{temps requis} \quad \text{C}$$

$$\text{Performance ligne} = \text{temps de fonctionnement net} / \text{temps de fonctionnement brut} \quad \text{D}$$

$$\text{Taux de qualité} = \text{temps utile} / \text{temps de fonctionnement net} \quad \text{E}$$

Le calcul du TRS se fait selon la formule suivante (Défini par la norme NF E60-182) [7] :

$$\text{TRS} = C * D * E = B / A$$

L'exploitation des résultats obtenus doit être effectuée de façon journalière (afin de corriger rapidement les dérives et d'être réactif) et de façon mensuelle (dans le but d'engager des actions d'amélioration sur les points les plus importants).

IV.1.3. Le Diagramme de Pareto

Le diagramme de PARETO (ou « diagramme des 80/20 ») est une alternative pour pouvoir cibler en toute efficacité le produit demandant des actions d'amélioration en priorité. Ce diagramme, présenté sous forme d'histogramme, permet de visualiser les éléments les plus importants et l'importance relative des éléments entre eux [8].

En référence à sa dénomination (« diagramme des 80/20 »), l'analyse de ce diagramme repose sur le repérage sur la courbe des pourcentages cumulés de l'atteinte des 80% (en ordonnées). A ce point correspond des éléments en abscisse : tout élément à gauche de ce point en abscisse est considéré comme élément à étudier en priorité [3].

Cette analyse via le diagramme de PARETO permet donc de cibler le produit sur lequel l'on souhaite travailler.

IV.2. Outils pour la résolution de problèmes

Pour certains problèmes détectés, les causes ne sont pas encore clairement identifiées. Les solutions proposées ne permettent donc pas de les résoudre.

Il est donc capital d'identifier les causes d'origine. Pour cela, le Lean Management propose divers outils pour la résolution de problèmes.

IV.2.1. le QQQCP

Le QQQCP est un outil simple et fréquemment utilisé pour définir, caractériser ou décrire une situation ou plus précisément un produit, un service ou un événement.

Cet outil comporte six questions clés, posées systématiquement afin d'obtenir une réponse précise et spécifique :

✓ **Quoi ? , Qui ? , Où ? , Quand ? , Comment ? et Pourquoi ?**

Le Tableau suivant décrit chacun des six points de cet outil, ainsi que les questions à poser [8].

Tableau 2 : La méthode QQQQCP

QQQQCP	Description	Questions à poser
Quoi ?	Description de la problématique, de la tâche, de l'activité	De quoi s'agit-il ? Que s'est-il passé ? Qu'observe-t-on ?
Qui ?	Description des Personnes concernées, des parties prenantes, des Intervenants	Qui est concerné ? Qui a détecté le problème ?
Où ?	Description des lieux	Où cela s'est-il produit ? Où cela se passe-t-il ? Sur quel poste ?
Quand ?	Description du moment, de la durée, de la fréquence	Quel moment ? Combien de fois par cycle ? Depuis quand ?
Comment ?	Description des méthodes, des modes Opératoires	De quelle manière ? Dans quelles circonstances ?
Pourquoi ?	Description des raisons, des causes, des objectifs	Dans quel but ? Quelle finalité ?

IV.2.2. Le Diagramme d'ISHIKAWA

Le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme causes/effet, également nommé « diagramme en arête de poisson ») consiste à classer par famille les causes susceptibles d'être à l'origine d'un problème, afin de rechercher les solutions pertinentes [3].

Les causes sont donc classées en cinq familles, encore nommées 5M :

- **Matière**
- **Matériel**
- **Main d'œuvre**
- **Méthode**
- **Milieu**

IV.2.3. Les cinq pourquoi

La méthode des 5 Pourquoi (ou « 5 Why ») consiste à remonter jusqu'à la source du problème en se posant la question : « Pourquoi ? ».

La Figure 12 permet de comprendre cette méthode par l'application à la situation problématique suivante : « les aliments ne sont plus frais ». La question « Pourquoi » est ainsi posée cinq fois, à la réponse précédemment déterminée. Des actions sont donc proposées afin de remédier au problème [3].

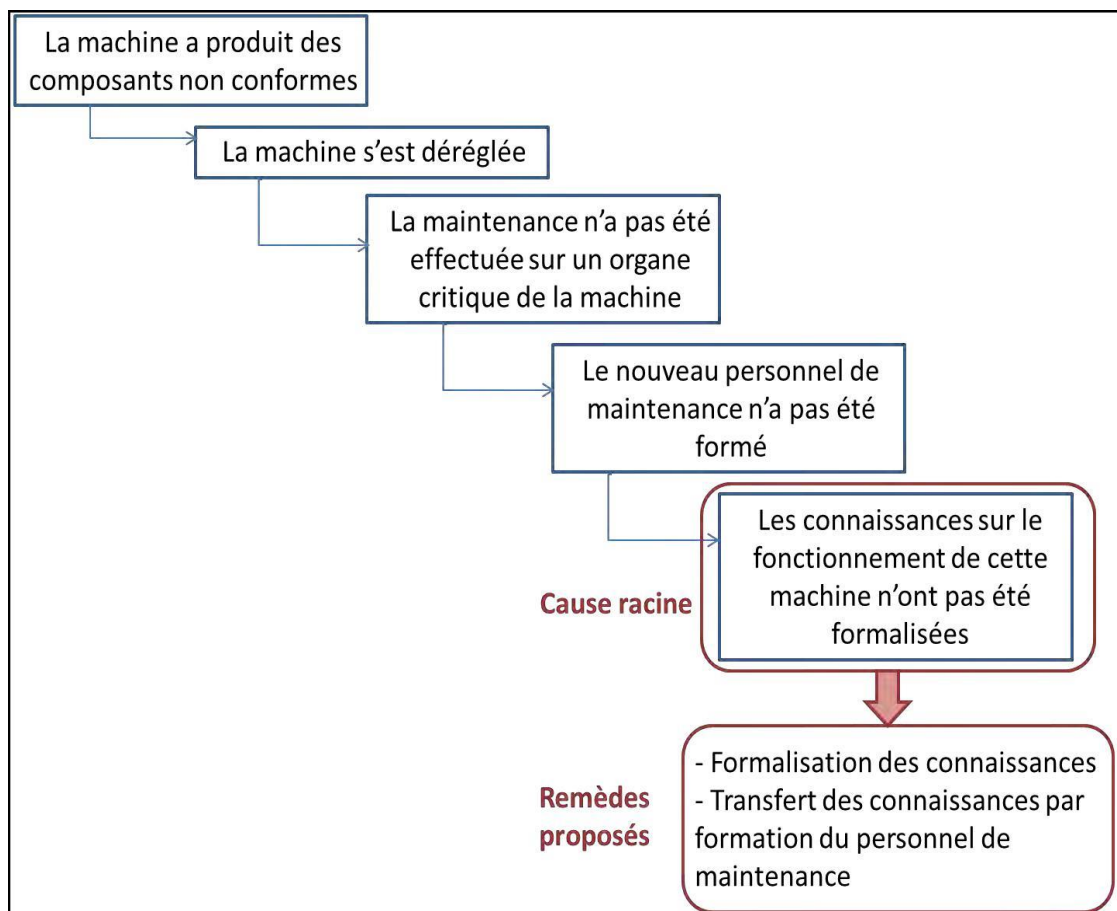


Figure 12 : Exemple de l'application de la méthode des 5 Pourquoi.

Cette méthode permet ainsi de déterminer les causes premières d'un problème. Elle peut s'utiliser dans un cadre préventif comme dans un cadre curatif.

Ces trois méthodes de résolution de problèmes permettent de cibler avec plus de précision un problème non résolu, d'en comprendre le contexte et ainsi de trouver les causes racines afin de solutionner le problème identifié.

CHAPITRE 3 :
APPLICATION DU LEAN MANAGEMENT DANS LA LIGNE
DE PRODUCTION DES OLIVES NOIRES DENOYAUTEES
EN RONDELLES

Après avoir défini le périmètre de notre étude, nous avons procédé à un diagnostic de l'existant afin de révéler les sources de pertes les plus pénalisantes, ensuite nous déterminerons les actions d'amélioration en vue de palier aux différents types de pertes.

Introduction

La Ligne (ONS) est la principale ligne de la société qui permet la production de plus de 9000 poches d'olive par jour (842400 Kg). Elle est responsable de 80% des bénéfices, vu son importance, la SICOPA a consacré la grande partie des améliorations à cette dernière depuis son engagement au programme INMAA en 2013.

Après avoir défini le périmètre de notre étude, nous avons procédé à un diagnostic de l'existant. Ce diagnostic s'opère par le biais de deux outils suivants :

- Construction de la cartographie de flux de valeur (VSM) pour collecter les informations sur le processus de façon rapide et visuelle afin d'aider à cibler les problèmes.
- Suivre la disponibilité, la performance et la qualité de la ligne par l'indicateur TRS pour déterminer les sources de faiblesse de la ligne étudiée.

A la lumière de ce diagnostic, nous avons pu mettre le point sur les sources de pertes les plus pénalisantes de la ligne ONS. Ceci nous a guidé à la proposition des actions d'amélioration qui doivent être mises en place, en prenant le soin de palier aux différents types de pertes.

I. DIAGNOSTIC ET ANALYSE DE L'EXISTANT

I.1. Construction de cartographie de flux de valeur

Le Value Stream Mapping (VSM) est un outil fondamental dans une démarche Lean, utilisé pendant la phase de diagnostic pour visualiser la chaîne de production dans son ensemble, allant de la matière première jusqu'au produit fini.

Afin de répondre à ce besoin, nous avons constitué la cartographie de flux de valeur de l'état actuel de la ligne ONS.

Pour ce faire nous avons opté la démarche suivant :



Figure 13 : Démarche de construction de VSM

I.1.1. Collecte des informations

Pour tracer la cartographie de l'état actuel, on a besoin des informations qui figureront sur la cartographie, C'est pour cela on a procédé à une collecte des informations.

La présentation des résultats de cette collecte est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Collecte des informations pour la construction de VSM

Exigences du client	<p>Le client est REMA, la marque « Subway »</p> <p>La demande client est de l'ordre de 2 996 400 poches/an, soit 277 TC/an, sachant la capacité de chargement du container (TC) est de 13200 poches soit 1320 cartons.</p>
Fournisseurs	<p>Dans le cas de la ligne ONS, il y a plusieurs fournisseurs à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none">• SICOPA3 : qui fournit de la matière première d'olives nécessaire à la production du produit ;• Magasin : qui livre les poches (emballage primaire) requis pour l'étape de conditionnement, l'emballage secondaire pour la mise en carton, et les étiquettes ;• Fournisseurs du sel, soude, HCl, et Gluconate de fer.
Etapes de processus	<p>Le produit passe par les étapes citées précédemment (Chapitre I)</p>
Nombre d'opérateurs	<p>Une seule équipe se succède sur la conduite de la ligne ONS, chaque étape est composée de plusieurs opérateurs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Oxydation : 2 opérateurs• Dénoyautage : 5 opérateurs• Conditionnement : 5 opérateurs• Traitement thermique : 3 opérateurs• Mise en carton : 10 opérateurs• Incubation : 1 opérateur

Cadence	<p>La vitesse de production, est la quantité théoriquement réalisable par unité de temps.</p> <p>La cadence de la machine de conditionnement TOYO1 est de 28.5 poches/min.</p>														
Cycle time	<p>Temps de cycle = Temps nécessaire pour produire une unité</p> <table border="1" data-bbox="513 533 1394 981"> <thead> <tr> <th data-bbox="513 533 954 600">Etape</th> <th data-bbox="954 533 1394 600">Temps de cycle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="513 600 954 667">Oxydation</td> <td data-bbox="954 600 1394 667">TC = 96h</td> </tr> <tr> <td data-bbox="513 667 954 734">Dénoyautage</td> <td data-bbox="954 667 1394 734">TC = 0.0005h</td> </tr> <tr> <td data-bbox="513 734 954 801">Mise en poches</td> <td data-bbox="954 734 1394 801">TC = 2.11 s</td> </tr> <tr> <td data-bbox="513 801 954 869">Traitement thermique</td> <td data-bbox="954 801 1394 869">TC = 58 min</td> </tr> <tr> <td data-bbox="513 869 954 936">Mise en carton</td> <td data-bbox="954 869 1394 936">TC = 5 s</td> </tr> <tr> <td data-bbox="513 936 954 981">Incubation</td> <td data-bbox="954 936 1394 981">TC = 10 j</td> </tr> </tbody> </table>	Etape	Temps de cycle	Oxydation	TC = 96h	Dénoyautage	TC = 0.0005h	Mise en poches	TC = 2.11 s	Traitement thermique	TC = 58 min	Mise en carton	TC = 5 s	Incubation	TC = 10 j
Etape	Temps de cycle														
Oxydation	TC = 96h														
Dénoyautage	TC = 0.0005h														
Mise en poches	TC = 2.11 s														
Traitement thermique	TC = 58 min														
Mise en carton	TC = 5 s														
Incubation	TC = 10 j														
Takt time	<p>Le TT (cadence de la demande de client) est un ratio représentant le temps de travail total disponible pour la production (en minute), divisé par la demande totale des clients pour la période considérée (en unités).</p> <table border="1" data-bbox="513 1301 1394 1480"> <thead> <tr> <th data-bbox="513 1301 863 1406">Temps de travail disponible</th> <th data-bbox="863 1301 1174 1406">Demande client</th> <th data-bbox="1174 1301 1394 1406">Takt time</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="513 1406 863 1480">320 342</td> <td data-bbox="863 1406 1174 1480">2 996 400</td> <td data-bbox="1174 1406 1394 1480">0.11 min</td> </tr> </tbody> </table>	Temps de travail disponible	Demande client	Takt time	320 342	2 996 400	0.11 min								
Temps de travail disponible	Demande client	Takt time													
320 342	2 996 400	0.11 min													
Lead time	<p>Le LD ou délai de production, est le temps entre la commande et la livraison du produit. Le client s'attend à avoir un lead time (délai) le plus court possible.</p>														

I.1.2. Dessin de l'état actuel

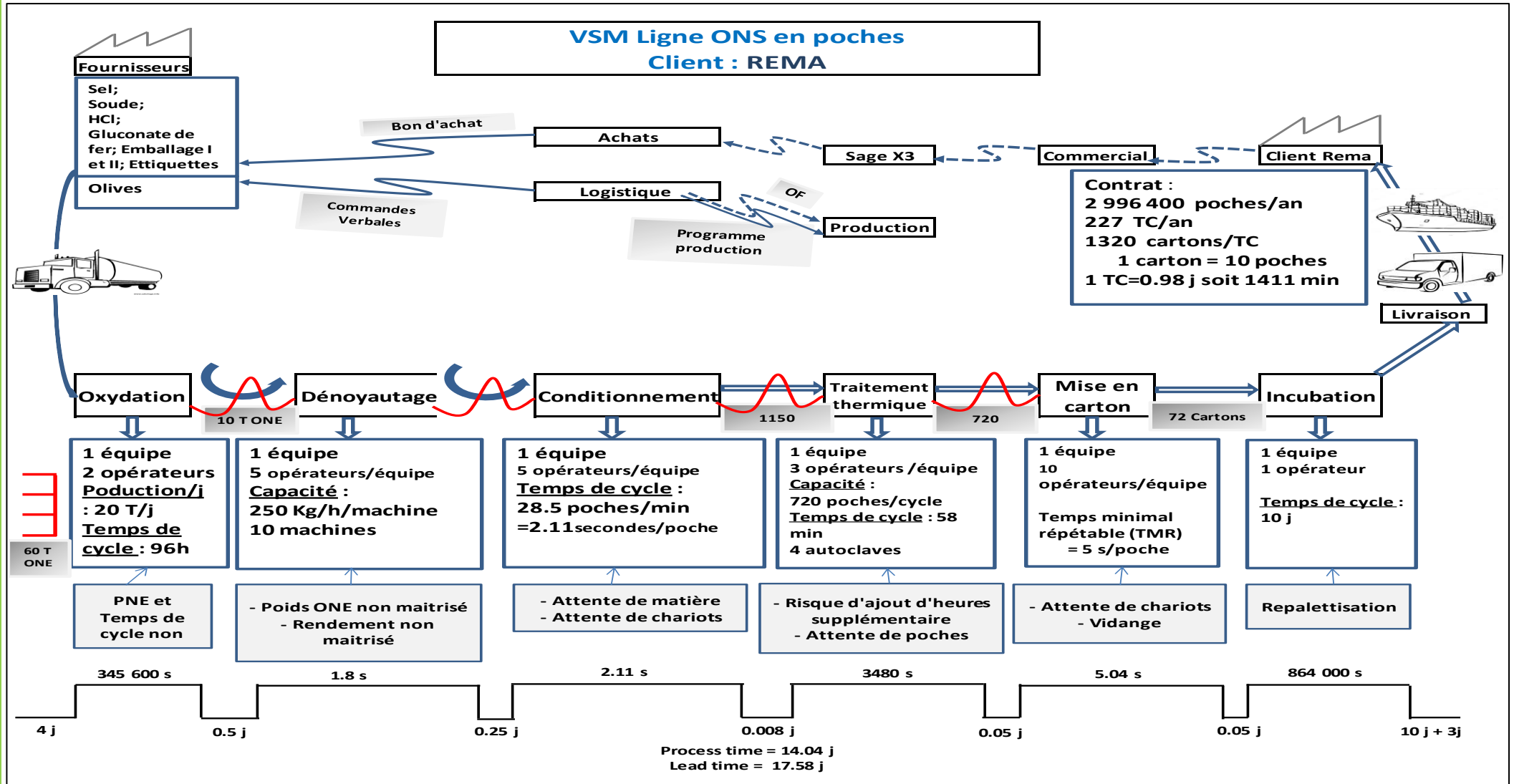


Figure 14 : Cartographie de flux de valeur

I.1.3. Analyse de la VSM

Le temps nécessaire pour produire la commande annuelle demandée par le client est de 105 136.8 min sachant que la cadence de la machine de conditionnement TOYO1 est de 28.5 poches/min, alors qu'elle a été exécutée réellement dans 320 342 min. donc lorsqu'on compare le temps du travail théorique et celui réel, on constate qu'il y existe une grande différence, alors on se demande de déterminer d'où vient ce temps perdu ?

Cet écart nous a permis de mettre en évidence les différentes causes susceptibles de générer le dysfonctionnement des machines et engendrent l'arrêt répétable de la ligne, par conséquent provoquent des pertes de temps de production. A la lumière de cette analyse, on constate que la machine de conditionnement TOYO1 est l'étape critique de la ligne ONS et qui sera donc le piste d'amélioration, d'où le suivi du taux de rendement synthétique (TRS), est l'indicateur clé qui permet de donner une vision synthétique et exacte sur le niveau de performance de la ligne étudiée.

I.2. Suivi du taux de rendement synthétique

Taux de rendement synthétique (TRS) est un indicateur clé de performance, son intérêt principal réside dans sa faculté à fournir une vision synthétique et claire de la performance atteint dans une ligne de production.

Afin de mesurer l'efficacité de la ligne ONS, on a procédé à un suivi mensuel de cet indicateur afin d'assurer la traçabilité des arrêts survenus sur la ligne et mettre en évidence les causes de perte de performance sur lesquelles un plan d'action est mis en place.

L'étude que nous avons réalisé a était focalisée sur la zone de conditionnement d'olives en poche, équipée par l'ensacheuse TOYO1. (**Voir annexe 1**)

Pour cela nous avons adopté la méthodologie suivant :

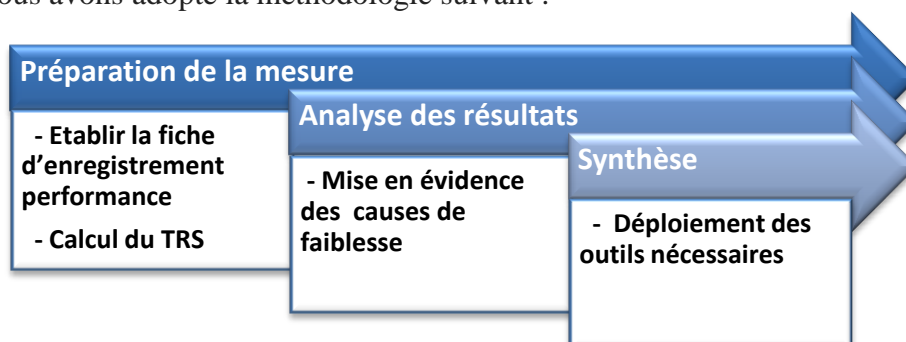


Figure 15 : Méthodologie de suivi du TRS

1.2.1. Préparation de la mesure

A- Fiche d'enregistrement performance

Pour effectuer le suivi de cet indicateur, nous avons proposé de standardiser le travail par la mise en place des fiches d'enregistrement performance ligne olives noires slices (**voir annexe 2**), nous avons détaillé essentiellement de façon claire les différents types d'arrêts cités ci-dessous, avec la collaboration du responsable de la machine de conditionnement TOYO1 et l'équipe maintenance.

Tableau 4: Différents types d'arrêts

Arrêts programmés	Ce sont les arrêts planifiés au préalable et dont la durée d'arrêt est connue. Ce type comprend : Pause déjeuner Nettoyage
Arrêts technologiques ou opérationnels	Ce type d'arrêts concerne : Les arrêts pour changement de téflons pour barre de soudure. Les arrêts pour nettoyage de téflons Les arrêts pour changement de séries Les arrêts pour réglage de la machine
Arrêts induits	Ils concernent : Les arrêts pour attente de matière Les arrêts dus à la matière insuffisante pour alimenter la machine Les arrêts dus au manque de poches Les arrêts pour attente de chariots
Arrêts techniques	Ils sont composés des : Pannes techniques Micro arrêts
Manque de charge	Ce type d'arrêt dépend de la charge de production (programme de production)

B- Calcul du TRS

La collecte des données relatives aux différents types d'arrêts, nous a permis de faire des suivis quotidiens et hebdomadaires du TRS, un rapport mensuel a été élaboré afin de bien visualiser les taux de disponibilité, de qualité et de performance de la ligne étudié.

Le tableau suivant représente alors le rapport du suivi mensuel du TRS.

Tableau 5 : Rapport du suivi mensuel du TRS de 20 mars au 13 avril

		Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Mois
Arrêts programmés	temps d'arrêts prévu (mn)	360	360	270	360	1350
Arrêts technologiques ou opérationnels	Arrêt pour changement de séries (mn)	0	0	0	0.27	0.27
	Arrêt pour changement de téflons et nettoyage de la machine	34.08	25.85	16.06	19.43	95.42
	Arrêt pour réglage de la machine	4.14	4.77	6.03	4.02	18.96
Arrêts induites	Arrêt pour attente matières (mn)	64.95	147.03	51.93	63.68	327.59
	Arrêt pour matière insuffisante (mn)	15.47	8.74	15.6	17.39	57.2
	Arrêt pour attente chariots (mn)	0	0	0	0	0
	Arrêt pour manque de poches	0.6	0.1	0.2	1.32	2.22
Arrêts techniques	Arrêt pour panne technique (mn)	4	29.2	28.13	0	61.33
	Micro arrêts	0.93	1.86	0.35	0	3.14
Manque de charge	Arrêt de production (épuisement matières)	101	57	42	101	301
	Ralentissement & Micro-arrêts (mn)	23.555	129.09	34.375	48.44	235.46
	Quantité conforme (pièces)	37375	39770	31052	37200	145397
	Quantité défectueuses (Pièces)	62	91	213	46	412
	Quantité à recycler (pièces)	28	35	30	24	117
	Temps d'ouverture (mn)	1920	2160	1560	1920	7560
	Temps de fonctionnement brut (mn)	1334.83	1525.45	1129.7	1352.89	5342.87
	Temps de fonctionnement net (mn)	1311.275	1396.36	1095.325	1304.45	5107.41
	Temps utile (mn)	1308.125	1391.95	1086.82	1302	5088.895
	Temps non-qualité (mn)	3.15	4.41	8.505	2.45	18.515
	Taux de disponibilité	85.57%	84.75%	88.14%	86.72%	86.30%
	Taux de performance	98.26%	92.30%	96.88%	96.42%	95.97%
	Taux de qualité	99.76%	99.68%	99.29%	99.81%	99.64%
	Taux de rendement synthétique %	83.85%	78.09%	84.76%	83.46%	82.54%

I.2.2. Analyse des résultats

Pour faciliter l'interprétation des résultats, une représentation graphique des taux de disponibilité, qualité et performance ainsi que la moyenne TRS du mois est effectuée comme suit :

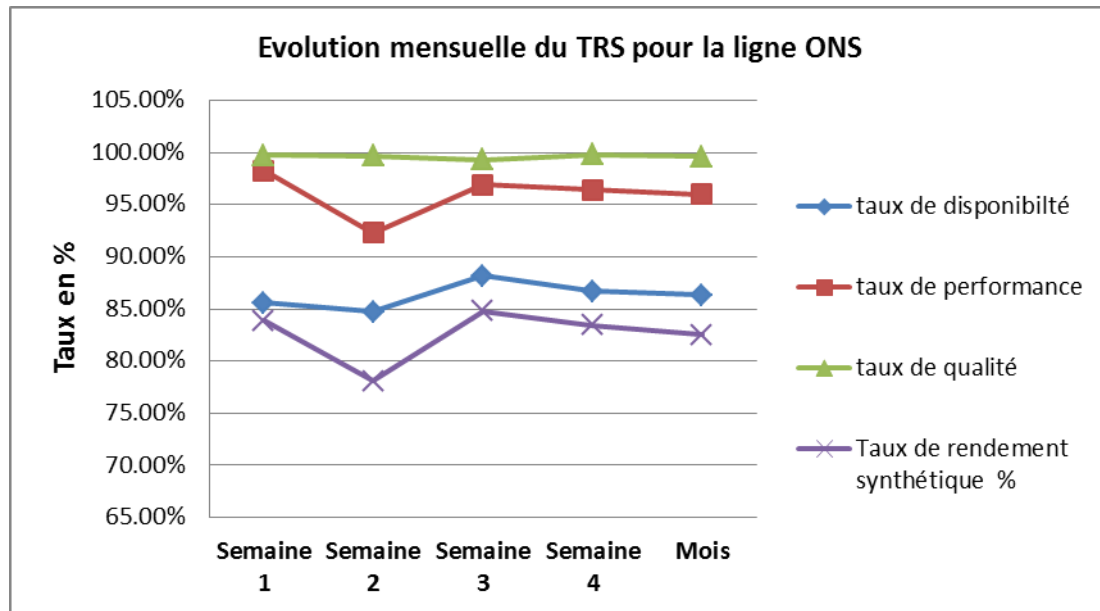


Figure 16 : Evolution mensuelle du TRS pour la ligne ONS

➤ Interprétation

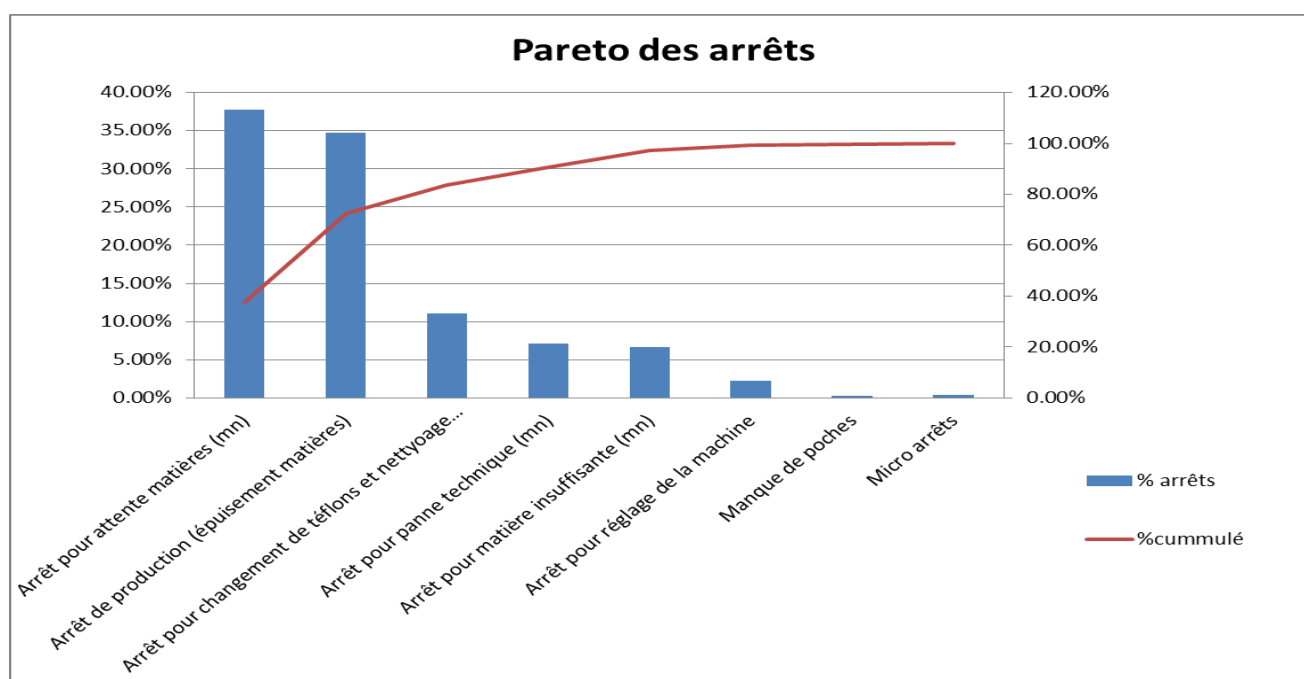
Les résultats de la figure montrent un TRS diminuant fortement durant la deuxième semaine et graduellement de la troisième à la quatrième semaine d'étude. On obtient finalement un TRS globale de l'ordre de **82.54%** sur les quatre semaines. Ce dernier n'atteint pas une valeur supérieure ou égale à la valeur visée qui est de 95%, donc la ligne ONS est critique.

Ces valeurs du TRS sont dues au faible taux de disponibilité de la machine de conditionnement TOYO1 qui ne dépassent pas 88.14 %, ce faible pourcentage nécessite d'analyser en détail les pertes engendrées par les temps d'arrêts pour se focaliser sur les plus pénalisants.

Pour ce faire, nous avons cumulé tout au long de cette période, les durées d'arrêts survenues sur la ligne en minutes. L'objectif est de mettre en évidence les pertes importantes par rapport au moins importantes comme le montrent le tableau et le diagramme de Pareto suivants :

Tableau 6 : Pourcentage des différents arrêts au niveau de la ligne ONS

Type d'arrêts	Temps (mn)	% arrêt	% cumulé
Arrêt pour attente matières	327.59	37.79	37.79
Arrêt de production (épuisement matières)	301	34.72	72.51
Arrêt pour changement de téflons et nettoyage de la machine	95.42	11.01	83.52
Arrêt pour panne technique	61.33	7.07	90.60
Arrêt pour matière insuffisante	57.2	6.60	97.19
Arrêt pour réglage de la machine	18.96	2.19	99.38
Arrêt pour manque de poches	2.22	0.26	99.64
Micro arrêts	3.14	0.36	100.00
Arrêt pour attente chariots	0	0.00	100.00
Total	866.86		



D'après les données du tableau ci-dessus nous traçons le diagramme Pareto des arrêts :

Figure 17 : Diagramme Pareto des arrêts survenus sur la ligne ONS

I.2.3. Synthèse

On remarque d'après le graphique de Pareto que les deux premiers arrêts sont responsables de **72,51%** du temps perdu, d'où la nécessité de les retenir ainsi les arrêts auxquels nous allons essayer d'y trouver des solutions sont les suivantes :

- Arrêts pour attente de matière
- Arrêts de production (manque de charge)

Pour les arrêts induits tel que l'attente de matière, un plan d'action est mise en place afin de mettre en évidence les causes de ce type d'arrêt.

Pour les arrêts dûs au manque de charge, il convient de saturer au maximum le programme de fabrication en optimisant l'ordonnancement en fonction des commandes avec le service gestion de la chaîne logistique afin d'améliorer le TRS de la ligne.

Alors que pour les arrêts dûs au changement de téflons et nettoyage de la machine, l'établissement des standards permettra la réduction du temps perdu par ces changements.

II. PLANIFICATION ET MISE EN PLACE DES ACTIONS CORRECTIVES

II.1. Attente de matière

Le diagnostic que nous avons réalisé sur la ligne ONS, nous a permis de constater que lorsque la ligne de production fonctionne, un problème d'attente de matière provient. Due en principe à des problèmes au niveau de la zone de dénoyautage qui précède le conditionnement. SICOPA dispose de 10 machines dénoyauteuses qui fonctionnent en parallèle dont chacune peut traiter jusqu'à 635 Kg/h (**voir annexe 3**).

Une diminution de la capacité des machines dénoyauteuses entraîne des arrêts de temps en temps spécifiquement au niveau de la machine de conditionnement TOYO1 (à un moment donné l'opérateur de la machine ne trouve pas de la matière pour remplir les poches des ONS, il arrête la machine en attendant que la matière soit disponible). En se basant sur cela nous avons rédigé un plan d'action.

II.1.1. *Plan d'action*

Selon le problème défini, et ses causes principales un plan d'action efficace était mis en action s'articule dans :

- Calcul de la capacité de production
- Application des 5M
- Analyse des résultats

Ce plan d'action et le suivi de sa réalisation est une étape qui nécessite l'engagement de l'ensemble du personnel et l'adoption de la philosophie Lean afin d'assurer une amélioration continue de la productivité.

II.1.2. *Mise en œuvre*

II.1.2.1. **Calcul de la capacité de production**

Face au problème défini, on a procédé dans un premier temps à une comparaison de la capacité de production de la machine de conditionnement TOYO1 avec les machines dénoyauteuses afin de déterminer les causes responsables du problème d'attente de matière.

❖ Capacité de production de la machine de conditionnement TOYO1 :

La cadence de la machine de conditionnement TOYO1 est de 28.5 poches par minute, et chaque poche pèse entre 0.936 Kg et 0.972 Kg. Donc la capacité de production de la machine de conditionnement est entre **1600** et **1662 Kg/h**.

❖ Capacité de production des machines dénoyauteuses

La capacité de production des machines dénoyauteuses dépend de la vitesse donnée par le constructeur de la machine, ainsi que du calibre d'olives traitée, sachant que chaque calibre a un coefficient correspond au pourcentage du taux des noyaux à éliminer.

Le tableau suivant représente alors le rendement théorique des machines dénoyauteuses par heure.

Tableau 7 : Rendement théoriques des machines dénoyauteuses

Vitesse	Calibre d'olives	Coefficient	Rendement (Kg/h/machine)	Rendement (Kg/h) (10machines)
1950	26/29	0.75	319	3190
2100	30/33	0.7	280	2800
2150	34/37	0.66	240	2400
2200	38/42	0.62	205	2050

Et sachant que la zone de dénoyautage dispose de 10 machines dénoyauteuses, le rendement théorique sera alors de **2050 à 3190 Kg/h** en fonction du calibre d'olives.

Tableau 8 : Comparaison de la capacité de production

Capacité de la zone de dénoyautage	Capacité de la zone de conditionnement
2050 – 3190 Kg/h	1600 – 1662 Kg/h

On comparant ces valeurs théoriques, on peut dire que la capacité de production de la zone de dénoyautage est suffisante pour alimenter en continu la machine de conditionnement.

D'après ces résultats et pour chercher les causes responsables à la chute du rendement des machines dénoyauteuses provoquant l'arrêt répétable de la machine de conditionnement, on a procédé dans un premier temps de faire un suivi d'heure en heure du rendement des machines dénoyauteuses à partir des données recueillies sur le terrain.

N.B : les machines de 1 à 5 traitent les olives ayant un calibre de 26/29 (c'est à dire un échantillon de 100g contient 26 à 29 grains d'olives), et les machines de 6 à 10 pour un calibre de 30/33 (c'est à dire un échantillon de 100g contient 30 à 33 grains d'olives)

Les résultats sont illustrés dans la figure suivante :

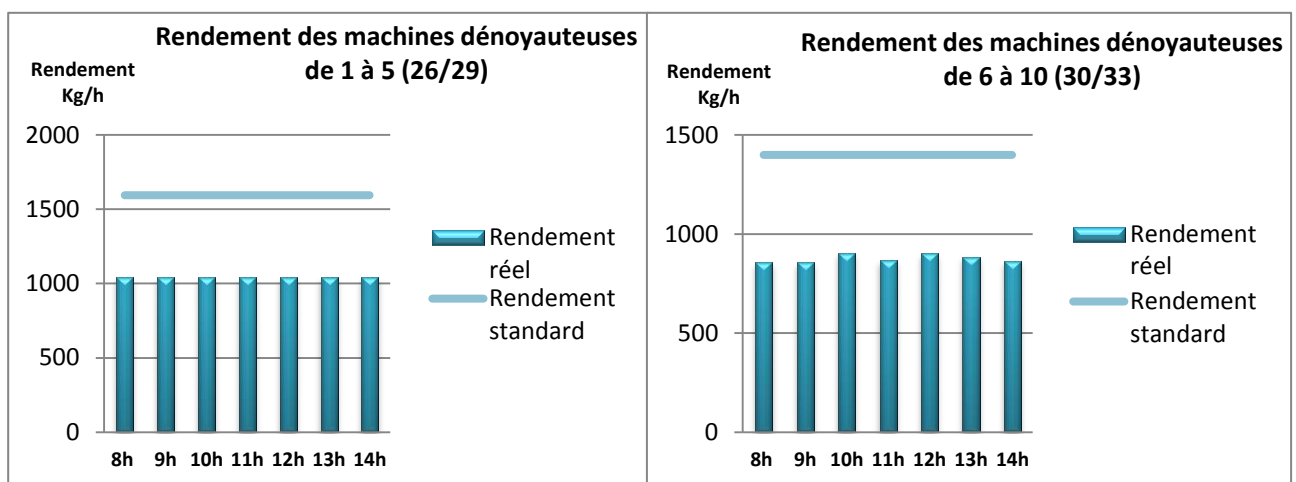


Figure 18 : Suivi du rendement des machines dénoyauteuses

➤ **Interprétation :**

Les résultats de la figure montrent que le rendement des machines dénoyauteuses n'atteint pas les valeurs standards, donc lorsqu'on compare le rendement réel et celui théorique, on constate qu'il y existe une grande différence, alors d'où vient ce rendement perdu ?

Cet écart nous a permis de mettre en évidence les différentes causes susceptibles de générer le dysfonctionnement et engendrent la chute du rendement des machines dénoyauteuses, par conséquent provoquent des pertes de temps au niveau du conditionnement. Donc l'application des 5M, est l'outil clé qui permet d'extraire les causes qui peuvent être à l'origine du défaut.

II.1.2.2. Application des 5M

L'application des 5M permet de cibler avec plus de précision le problème non résolu, d'en comprendre le contexte et ainsi de trouver les causes racines afin de solutionner le problème identifié.

A. Définir le problème par QQQQCP (Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Pourquoi)

La méthode QQQQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels.

Elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

Le tableau 9 définit notre problématique dans sa globalité :

Tableau 9 : Définition du problème par QQQQCP

Qui ?	Quoi ?	Où ?	Quand ?	Comment ?	Pourquoi ?
Unité de production	Rendement des machines dénoyauteuses	Sur la ligne de production des olives noires dénoyautées en rondelles (ONS)	Pendant toute la durée de stage	Chute du rendement des machines dénoyauteuses	-Vitesse, méthode, organisation du travail... -Procédures, règlements, consignes.... -Equipements, matière...

B. Déterminer les causes possibles par Brainstorming

Le Brainstorming est une technique qui a pour but de produire un maximum d'idées pour comprendre le problème.

Suite à une réunion avec le responsable dénoyautage et l'ensemble des opérateurs, on a pu extraire les principales causes qui peuvent être à l'origine du problème.

La figure suivante représente le résultat de différentes idées proposées :

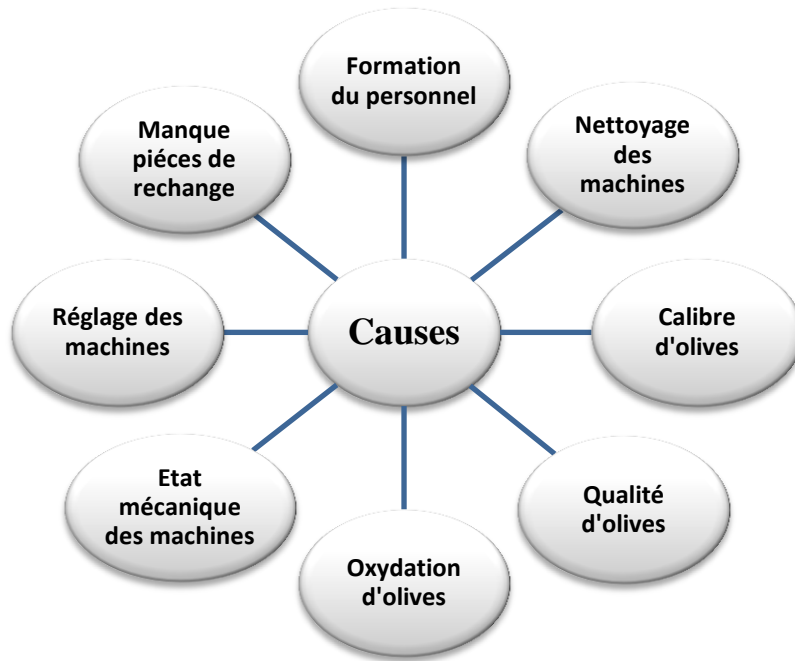


Figure 19 : Résultat du Brainstorming

C. Classer les causes dans les 5 catégories

La méthode d'ISHIKAWA utilise une représentation graphique (Diagramme) pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes et leurs effets, ainsi de classer ces différentes causes selon leurs catégories.

A partir des résultats du brainstorming, le diagramme cause-effet est effectué comme suit :

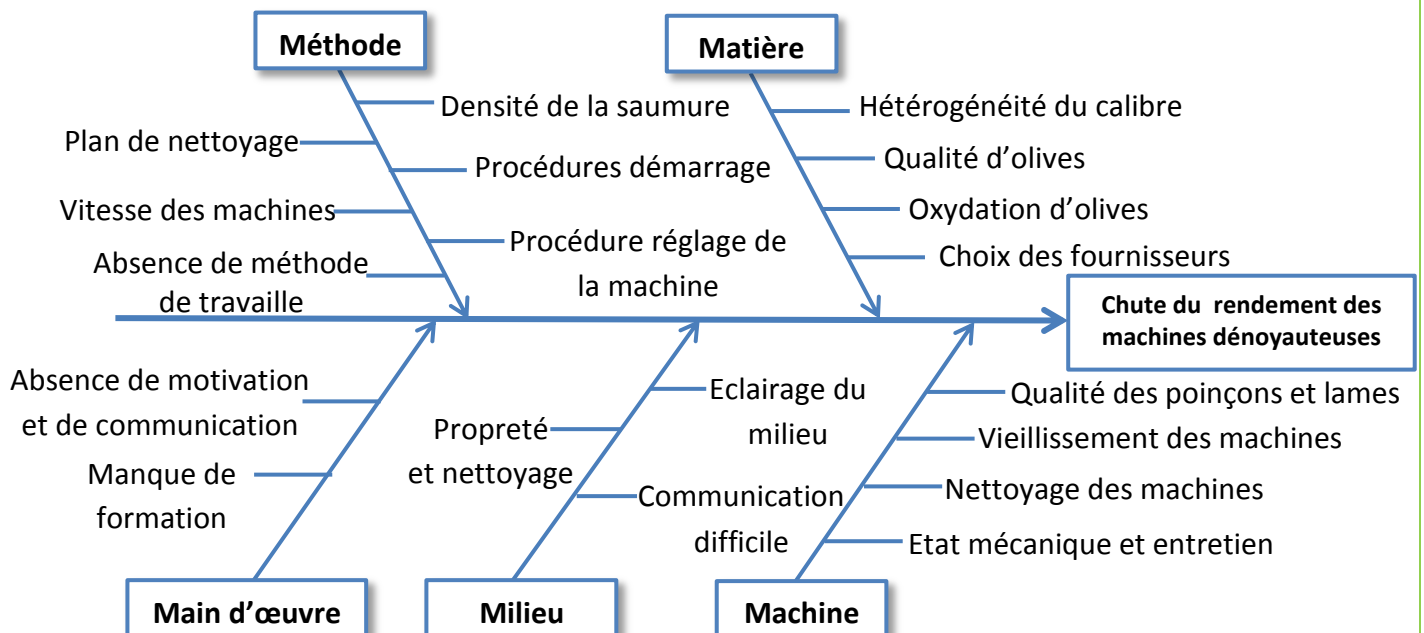


Figure 20 : Diagramme d'ISHIKAWA (diagramme cause-effet)

D. Définir les causes racine par l'outil des 5 pourquoi

Le diagramme d'ISCHIKAWA est souvent associé aux 5 P ou 5 « pourquoi ». Il s'agit de poser 5 fois de suite la question pourquoi, permettent ainsi de remonter jusqu'à la source des problèmes.

Les résultats obtenus ont été collectés d'après une enquête menée auprès des différents opérateurs.

➤ Main d'œuvre :

Problème : Absence de motivation et de communication

Pourquoi ? : Le personnel n'est pas conscient des règles de travail

Pourquoi ? : Les connaissances sur le fonctionnement n'ont pas été formalisées

Pourquoi ? : Manque de communication sur le terrain pour motiver le personnel

Pourquoi ? : Ancienneté du personnel

Pourquoi ? : Manque de recrutement du jeune personnel motivé

← Cause racine

➤ Matière :

Problème : Qualité d'olives

Pourquoi ? : Choix de fournisseurs

Pourquoi ? : Pas de suivi de la qualité d'olives

Pourquoi ? : Pas d'inventaire journaliers

Pourquoi ? : Présences des olives molles et déformées et hétérogénéité du calibre

Pourquoi ? : Modification de la qualité et du calibre au cours de l'oxydation

← Cause racine

➤ Machine :

Problème : Etat mécanique et entretien des machines

Pourquoi ? : Vieillesse des machines

Pourquoi ? : Matériel défaillant

Pourquoi ? : Mal entretenu

Pourquoi ? : Mal nettoyé

Pourquoi ? : Manque d'opérateurs spécialisés

← Cause racine

➤ **Méthode :**

Problème : Rendement des machines dénoyanteuses

Pourquoi ? : Manque de procédure de démarrage et réglage des machines

Pourquoi ? : Manque de méthode de travail

Pourquoi ? : Manque de personnes chargées d'encadrement et de formation

Pourquoi ? : Pas d'engagement de la direction (manque de communication)

Pourquoi ? : Mauvaise gestion des ressources ← Cause racine

II.1.2.3. Analyse des résultats

La collecte des informations sur la zone de dénoyautage nous a permis d'élaborer le diagramme d'ISCHIKAWA par la définition de toutes les causes susceptibles de conduire à la diminution du rendement. Soit en relation avec le milieu, main d'œuvre, matériel, matière, ou avec la méthode. Avec les 5 pourquoi on a pu arriver à différentes causes racines qui sont à l'origine du problème rencontré sur la zone de dénoyautage.

A partir de ces causes racines, on peut proposer des actions correctives adéquates pour leur résolution et maîtrise.

II.1.3. Mise en place des actions correctives

Face aux causes racines prédéterminées, nous avons proposé des actions correctives dont le suivi de leur réalisation est une étape qui nécessite l'engagement de l'ensemble du personnel, afin d'assurer une amélioration continue de la productivité.

Tableau 10 : Mise en place des actions correctives : Main d'œuvre

Main d'œuvre
<ul style="list-style-type: none">- Sensibilisation de la main d'œuvre sur l'importance du respect des règles de travail, et ainsi que les étapes du plan de nettoyage des machines.- Sensibilisation des opérateurs machine sur l'importance de faire un suivi rigoureux des machines et l'importance de leur état opérationnel sur le bon rendement et la bonne qualité des ONS.- Formalisation du personnel pour le motiver et ainsi de le faire adhérer aux projets d'amélioration.

- Recrutement du jeune personnel pour créer de la motivation au sein de la société.
- Faire des réunions (Brainstorming) avec les opérateurs de la ligne pour standardiser les procédures de réglage des machines, et ainsi de créer de la communication manquant.

Tableau 11 : Mise en place des actions correctives : Matière

Matière
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation de la qualité d'olives à la réception par des fiches de contrôle (voir annexe 4). - Contrôle de la qualité des olives après l'oxydation (voir annexe 5), et l'ajout d'une étape de triage avant le dénoyautage pour éliminer les olives molles, déformés et ceux avec pédoncules, et ainsi de standardiser le calibre. - Mise en place des fiches de contrôle de la qualité d'olives à la sortie de chaque machine dénoyauteuses (voir annexe 6), sachant que le technicien laboratoire fait le contrôle après l'étape de triage où les olives sortantes des 10 machines se rassemblent, donc ceci ne permet pas de cibler la ou les machines critiques qui provoquent les dommages d'olives et qui nécessitent une intervention immédiate . - Recyclage des olives qui restent intactes à la sortie des machines dénoyauteuses.

Tableau 12 : Mise en place des actions correctives : Machine

Machine
<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des cartes de contrôle pour suivre le taux des déchets (dommages) des machines dénoyauteuses, qui ne doit pas dépasser le standard de 5%. (voir annexe 7).

Suivi du taux des déchets des machines dénoyauteuses du mois de Mars

Date	Perte en %
1/3/2017	4.5%
2/3/2017	4.8%
3/3/2017	5.0%
6/3/2017	4.8%
7/3/2017	4.5%
8/3/2017	5.5%
10/3/2017	4.2%
13/3/2017	4.0%
14/3/2017	4.2%
15/3/2017	4.8%
16/3/2017	4.3%
17/3/2017	5.5%
18/3/2017	5.5%
20/3/2017	5.0%
21/3/2017	4.5%
22/3/2017	4.6%
23/3/2017	4.6%
24/3/2017	4.5%
25/3/2017	4.5%
27/3/2017	4.6%
28/3/2017	4.7%
29/3/2017	4.6%
30/3/2017	4.6%
31/3/2017	4.5%

Figure 21 : Carte de contrôle du taux des déchets des machines dénoyauteuses

- la carte de contrôle du taux des déchets des machines dénoyauteuses, montre que le taux de la perte dépasse parfois le standard (5%), ceci montre que l'établissement des cartes de contrôles est nécessaire pour suivre le rendement des machines dénoyauteuses et ainsi de faire des interventions immédiate en cas de perte.
- Mise en place de la maintenance préventive afin de diminuer la fréquence d'apparition des pannes provoquant la diminution du rendement et donc l'arrêt de la machine de conditionnement TOYO1.
- Nettoyage des machines selon le plan de nettoyage établi, et sa validation par le responsable hygiène.
- Etablissement des standards de réglages des machines selon le manuel établi par le constructeur de l'équipement.
- Ajustement quotidien avant le démarrage, des Poinçons, Buses, Gommés, Ressort et Lames pour chaque machine dénoyauteuses en fonction du calibre d'olives traitées (**voir annexe 8**).

II.1.4. Résultats

La mise en place de ces actions correctives est un pas très important vers l'amélioration de la performance et du rendement des machines dénoyauteuses, afin de limiter les arrêts répétables de la machine de conditionnement TOYO1 dûs aux attentes de la matière.

Or le gain obtenu par cette amélioration peut être donné comme suit :

Gain en productivité :

- ✓ Augmenter le rendement des machines dénoyauteuses
- ✓ Améliorer la capacité de productivité en réduisant les arrêts de la machine.

Gain en temps :

- ✓ Le total du temps gagné par cette nouvelle politique est presque 327 Min/mois équivalent à 3931 Min/an.

Gain en coût :

- ✓ La ligne de production produit un moyen de 2 996 400 poches/an
- ✓ Alors pendant les 3931 Min/an perdu, la ligne peut produire 3 108 436 poches/an
- ✓ faisant le calcul pour les poches d'ONS, une poche coûte 20 Dh, donc l'entreprise peut gagner pendant une année : 2 240 720 Dh/an.

II.2. Manque de charge : Amélioration du programme de production

Pour les arrêts dus au manque de charge, nous avons trouvé d'après le graphique suivant que ce type d'arrêt représente un pourcentage de 14% des pertes totales subis par la ligne ONS.

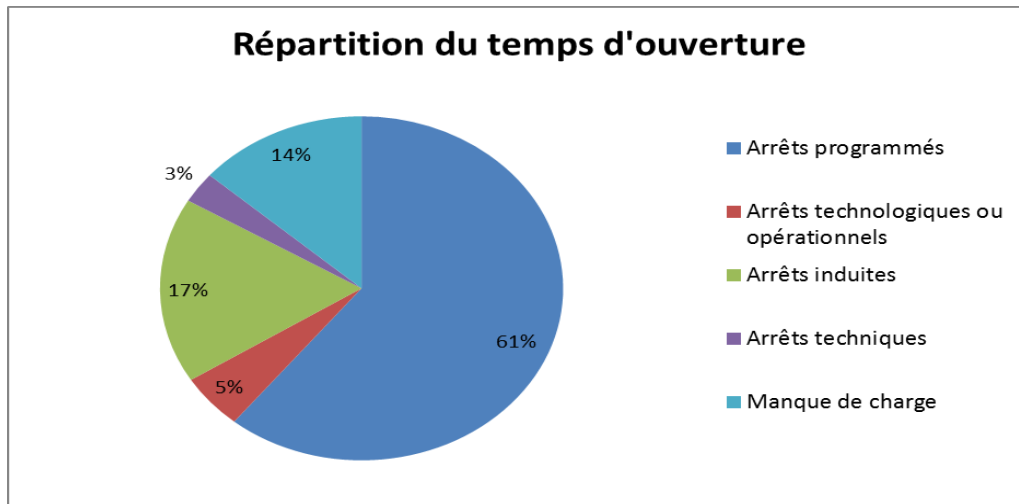


Figure 22 : Répartition du temps d'ouverture

Pour remédier à ce type d'arrêt, il convient de saturer au maximum le programme de fabrication en optimisant l'ordonnancement en fonction des commandes avec le service gestion de la chaîne logistique afin d'améliorer le TRS de la ligne.

Discussion

Après le diagnostic réalisé et la détection des problèmes liés à la zone. L'amélioration de la ligne de production des ONS a été focalisée sur la zone de conditionnement et en particulier sur la machine de conditionnement TOYO1 qui avait une faible performance indiquée par son taux de rendement synthétique.

Le suivi du TRS ainsi que le diagramme Pareto nous ont permis de dévoiler des anomalies au niveau du taux de disponibilité qui s'explique par des arrêts non planifiés à cause de l'attente de matière et manque de charge.

CONCLUSION GENERALE

Comme de nombreuses entreprises, la SICOPA adopte de plus en plus la philosophie du Lean Management afin d'atteindre l'excellence industrielle, tant au niveau de la qualité, de la sécurité que des coûts.

L'application pratique des outils du Lean Management permet de proposer de nouvelles pistes d'amélioration, d'identifier les problèmes, les analyser, les traiter et les suivre. L'utilisation de ces méthodes et outils permettent a pour objectif, la réduction des tâches à non-valeur ajoutée tout en améliorant l'organisation, l'environnement et surtout les conditions de travail.

La mise en œuvre de ce projet exige un engagement total de la direction et de tous les collaborateurs et sa réussite repose sur la motivation de l'ensemble du personnel qui doit en comprendre tout l'intérêt de son rôle au sein du projet, on y parviendra par la formation et l'information.

Notre étude Lean, appliquée au niveau de la ligne de production ONS nous a permis de :

- ✓ Limiter les arrêts dus aux attentes de matière et manque de charge.
- ✓ Augmenter le TRS de la machine de conditionnement TOYO1.
- ✓ Améliorer le rendement des machines dénoyauteuses.
- ✓ Améliorer les conditions du travail (standard de travail, contrôle quotidien de la qualité).

Suite à cette amélioration, nous avons dégagé les gains suivants :

- ✓ Gain en temps (minimiser le temps du processus) ;
- ✓ Gain en productivité (améliorer la capacité de production en réduisant les arrêts de la machine) ;
- ✓ Gain en coût (lorsqu'on limite les arrêts due aux attentes de matière, le gain sera de 2 240 720 Dh).

L'application des actions correctives proposées doit être impérativement mise en œuvre par des personnes motivées, réactives, responsabilisées et formées. C'est aujourd'hui une nécessité pour toutes les entreprises à la recherche de l'excellence industrielle face à la vive compétition internationale.

Références bibliographiques

[1] SICOPA. Qui sommes-nous ? [en ligne]. (22/04/2017). < <http://sicopa.ma/fr/sicopa-fr/qui-sommes-nous> >

[2] PETITQUEUX, A., Implémentation Lean : application industrielle. Techniques de l'Ingénieur, Génie industriel. 2006, AG 5195, 22 p.

[3] VATTIER, E. (2014). Les outils du Lean manufacturing : Application pratique en atelier de production. Thèse de doctorat: Domaine pharmaceutique. Université Toulouse III Paul Sabatier, 133 p

[4] Alain COURTOIS, Chantal MARTIN-BONNEFOUS, Maurice PILLET, 2003. Gestion de production ; Editions d'organisation.

[5] ROTHER, M., SHOOK, J. Learning to See, value stream mapping to add value and eliminate muda, The Lean Enterprise Institute, 1998, 102 p.

[6] GALLAIRE, J.M. Les outils de la performance industrielle. Editions Eyrolles. 2008. 200 p.

[7] La norme AFNOR 60-182 : Mai 2002.

[8] BITEAU, R. Maîtrise des flux industriels, les outils et méthodes pour l'amélioration des performances (Qualité, délais, coûts). Editions d'organisation RB Conseil. 2002. 124 p.

Table des annexes

Annexe 1 : Description de la machine de conditionnement TOYO1

Annexe 2 : Fiches d'enregistrement performance ligne olives noires slices

Annexe 3 : Description des machines dénoyauteuses

Annexe 4 : Contrôle des olives à réception

Annexe 5 : Contrôle des olives après l'oxydation

Annexe 6 : Contrôle du rendement qualité des machines dénoyauteuses

Annexe 7 : Carte de contrôle du taux des déchets des machines dénoyauteuses

Annexe 8 : Contrôle de l'état mécanique des machines dénoyauteuses

Annexe 1 : Description de la machine de conditionnement TOYO1



Figure 23 : Machine de conditionnement TOYO1

La machine de conditionnement TOYO1 (construction japonaise) assure le remplissage des poches par les olives slices avec une cadence de 28.5 poches/min. cette machine fait un remplissage automatique d'une quantité de $(936 \pm 15 \text{ g})$ d'ONS avant qu'il soit déposé à travers la poche, le processus suit les étapes suivantes :

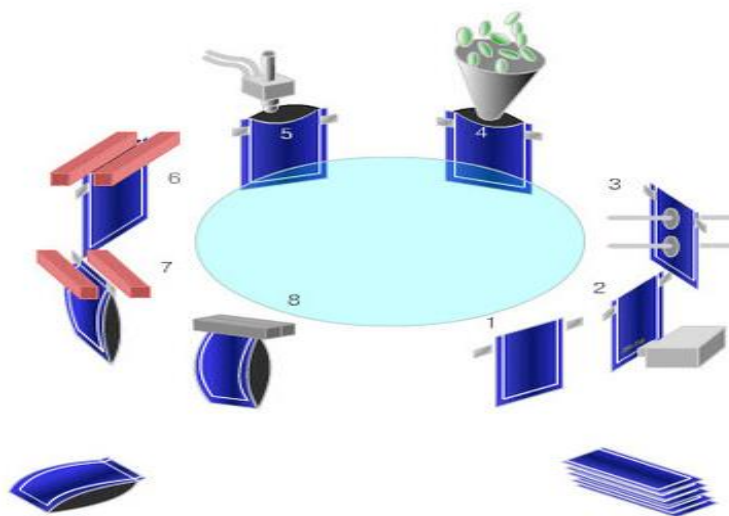


Figure 24 : Processus de conditionnement

- 1) Les poches sont mises dans un magasin de distribution et sont pris par un vérin pneumatique qui va les transmettre à des pinces situés sur la tourelle.
- 2) Passage des poches vides par une imprimante qui détecte leur présence pour marquer la date.
- 3) Des ventouses viennent pour ouvrir la poche à l'aide d'une injection d'air.
- 4) et 5) Remplissage de la poche par une quantité de 936 ± 15 g d'ONS avec un liquide de jus de couverture.
- 6) Premier soudure de la poche, 7) puis la deuxième pour éviter les fuites et les microfuites, avec une température de soudure de 200°C [$196 - 210^{\circ}\text{C}$].
- 8) La poche est dirigée ensuite vers le troisième poste de refroidissement (finition).

Le système dispose d'un écran tactile simple et intuitif pour la communication homme machine qui permet d'accéder aux paramètres de fonctionnement : les consignes de poids, de vitesse, de la température de soudure, les enregistrements d'alarmes, etc...

Annexe 2 : Fiches d'enregistrement performance ligne olives noires slices

Date	temps d'ouverture (mn)	temps d'arrêts prévu (mn)	temps requis (mn)	temps de foctionnement brut (mn)	temps de fonctionnement net (mn)	temps utile (mn)	temps non-qualité (mn)	TC (mn/pièce)	Qte Produite (Pièces)	Qte conforme (pièces)	Quantité défectueuses (Pièces)	Quantité à recycler (pièces)
20/03/2017	480	90	390	348.03	336.42	335.58	0.84	0.035	9605	9588	17	7
21/03/2017	480	90	390	343.55	335.3	334.355	0.945	0.035	9572	9553	19	8
22/03/2017	480	90	390	338.03	337.82	337.155	0.665	0.035	9645	9633	12	7
23/03/2017	480	90	390	305.22	301.735	301.035	0.7	0.035	8615	8601	14	6
semaine 1	1920	360	1560	1334.83	1311.275	1308.13	3.15		37437	37375	62	28
27/03/2017	600	90	510	417.33	325.57	324.555	1.015	0.035	9293	9273	20	9
28/03/2017	480	90	390	331	329.7	328.37	1.33	0.035	9412	9382	30	8
29/03/2017	480	90	390	330.22	325.885	325.115	0.77	0.035	9302	9289	13	9
30/03/2017	600	90	510	446.9	415.205	413.91	1.295	0.035	11854	11826	28	9
semaine 2	2160	360	1800	1525.45	1396.36	1391.95	4.41		39861	39770	91	35
3/4/2017	600	90	510	418.27	411.18	404.18	7	0.035	11731	11548	183	17
4/4/2017	480	90	390	357.74	343.035	342.16	0.875	0.035	9793	9776	17	8
5/4/2017	480	90	390	353.69	341.11	340.48	0.63	0.035	9741	9728	13	5
6/4/2017	480	90	390	351.82	340.55	339.78	0.77	0.035	9725	9708	17	5
semaine 3	1560	270	1290	1129.7	1095.325	1086.82	8.505		31265	31052	213	30
10/4/2017	480	90	390	314.23	303.17	302.54	0.63	0.035	8655	8644	11	7
11/4/2017	480	90	390	335.5	325.325	324.625	0.7	0.035	9289	9275	14	6
12/4/2017	480	90	390	347.33	330.855	330.12	0.735	0.035	9448	9432	16	5
13/4/2017	480	90	390	355.83	345.1	344.715	0.385	0.035	9854	9849	5	6
semaine 4	1920	360	1560	1352.89	1304.45	1302	2.45		37246	37200	46	24

Date	Arrêt pour changement de séries (mn)	Arrêt pour changement de téflons et nettoyage de la machine	Arrêt pour réglage de la machine	Arrêt pour attente matières (mn)	Arrêt pour matière insuffisante (mn)	Arrêt pour attente chariots (mn)	Manque de poches	Arrêt pour panne technique (mn)	Micro arrêts	Arrêt de production (épouséement matières)	Ralentissement & Micro-arrêts (mn)	taux de disponibilité	taux de performance	taux de qualité	TRS %
20/03/2017	0	7.22	0.12	0	6.5	0	0.6	0	0.53	27	11.61	89.24%	96.66%	99.75%	86.05%
21/03/2017	0	13.88	4.02	0	3.55	0	0	0	0	25	8.25	88.09%	97.60%	99.72%	85.73%
22/03/2017	0	7.48	0	16.85	2.64	0	0	4	0	21	0.21	86.67%	99.94%	99.80%	86.45%
23/03/2017	0	5.5	0	48.1	2.78	0	0	0	0.4	28	3.485	78.26%	98.86%	99.77%	77.19%
semaine 1	0	34.08	4.14	64.95	15.47	0	0.6	4	0.93	101	23.555	85.57%	98.26%	99.76%	83.85%
27/03/2017	0	7.35	0	83.03	2.27	0	0.02	0	0	0	91.76	81.83%	78.01%	99.69%	63.64%
28/03/2017	0	6.46	4	28	1.26	0	0.08	0	0.2	19	1.3	84.87%	99.61%	99.60%	84.20%
29/03/2017	0	5.62	0.77	36	4.46	0	0	0	0.93	12	4.335	84.67%	98.69%	99.76%	83.36%
30/03/2017	0	6.42	0	0	0.75	0	0	29.2	0.73	26	31.695	87.63%	92.91%	99.69%	81.16%
semaine 2	0	25.85	4.77	147.03	8.74	0	0.1	29.2	1.86	57	129.09	84.75%	92.30%	99.68%	78.09%
3/4/2017	0	4.92	4.4	51.93	0	0	0	28.13	0.35	2	7.09	82.01%	98.30%	98.30%	79.25%
4/4/2017	0	5.51	1.63	0	5.92	0	0.2	0	0	19	14.705	91.73%	95.89%	99.74%	87.73%
5/4/2017	0	5.63	0	0	9.68	0	0	0	0	21	12.58	90.69%	96.44%	99.82%	87.30%
6/4/2017	0	7.33	0.2	11.37	1.28	0	0	0	0	18	11.27	90.21%	96.80%	99.77%	87.12%
semaine 3	0	16.06	6.03	51.93	15.6	0	0.2	28.13	0.35	42	34.375	88.14%	96.88%	99.29%	84.76%
10/4/2017	0	2.43	0	38.72	3.62	0	0	0	0	31	11.06	80.57%	96.48%	99.79%	77.57%
11/4/2017	0.27	2.7	4.02	11.96	3.55	0	0	0	0	32	10.175	86.03%	96.97%	99.78%	83.24%
12/4/2017	0	7.05	0	13	4.62	0	0	0	0	18	16.475	89.06%	95.26%	99.78%	84.65%
13/4/2017	0	7.25	0	0	5.6	0	1.32	0	0	20	10.73	91.24%	96.98%	99.89%	88.39%
semaine 4	0.27	19.43	4.02	63.68	17.39	0	1.32	0	0	101	48.44	86.72%	96.42%	99.81%	83.46%

Annexe 3 : Description de la machine dénoyauteuse



Figure 25 : Machine de dénoyautage

La machine dénoyauteuse convient à dénoyauter les olives de différents calibres, les olives sont versé sur la bande d'alimentation et sont alimentées dans la machine à dénoyauter. La machine est conçue avec des couteaux qui permettent de trancher les olives de la même manière et de la même épaisseur. La machine munie d'un système de contrôle électronique de vitesse, peut fonctionner à différentes vitesses. Elle est entièrement inoxydable et les parties en plastiques sont de hautes qualités d'ingénierie.

En fonction de la qualité d'olives, le rendement des machines dénoyauteuses en tranches correctes est de l'ordre de 95%. Les 5% des dommages que peut subir les olives se présentent sous 3 formes :

- **Les olives cassées sans dénoyautage** : sont éliminées par les densimètres (grâce aux différences de densités, les olives avec noyaux tombent au fond du densimètre et sont facilement évacuées grâce au système de pompage).
- **Les rondelles cassées et les extrémités des olives** : sont éliminées dans la machine à vibreur (sert à séparer les tranches correctes des bouts et des miettes).
- **Les olives dénoyautés sans découpage** : qui sont éliminées par triage manuelle (assuré par un convoyeur à bande en présence de deux opératrices).

SICOPA dispose 10 machines dénoyauteuses qui fonctionnent en parallèle dont chacune peut traiter jusqu'à 635 Kg/h.

Annexe 4 : Contrôle des olives à réception

	Contrôle des olives à réception	Date de réception: Heure :
---	--	-------------------------------


Caractérisation	Observation	Livraison acceptée ou rejetée	
Fournisseur			
Variété			
Quantité reçue			
Calibre déclaré			
Calibre contrôlé			
Ph / % Sel			
Couleur			
Texture	% Molles		
	% Déformés		
	% Ecrasées		
	% Bosselées		
	% Tachées		
	% Pédonculées		
Corps étrangers			
Autres anomalies			

Raisons de rejet de lot :	
Action :	

Technicien laboratoire :

Responsable qualité :

Annexe 5 : Contrôle des olives après l'oxydation

	Zone d'oxydation	Responsable : Date : Heure :
	Contrôle des olives après l'oxydation	


Caractérisation		Observation
Durée d'oxydation		
Calibre (avant oxydation)		
Calibre (après oxydation)		
Ph / % Sel		
Couleur		
Texture	% Molles	
	% Déformés	
	% Ecrasées	
	% Bosselées	
	% Tachées	
	% Autres défauts	

Observation :






Technicien laboratoire :

Responsable qualité :

Annexe 6 : Contrôle du rendement qualité des machines dénoyautées

	Zone dénoyautage	Responsable : Date :
	Contrôle rendement machine	

N° machine	Calibre	Vitesse (tr/mn)	Rendement				
			% Slice	% 3/4	% Déchets	% F.plateaux	% Entier
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							


Tableau de référence						
Calibre	Vitesse	% Slice	% 3/4	% Déchets	% F.plateaux	% Entier
16/18	1800					
18/20	1850					
20/22	1900					
24/26	1950					
28/30	2000					
30/32	2100					
34/36	2150					
38/40	2200					
40/42	2250					
44/50	2300					
		88 %	7 %	5 %	0 %	0 %

Annexe 7 : Suivi du taux des déchets (dommages) des machines dénoyauteuses

Tableau 13 : Suivi du taux des déchets du mois de Mars

Date	Tonnage d'olives en Kg	Calibre	Perte en Kg	Perte en %
1/3/2017	12990	30/33	606	4.67%
2/3/2017	6500	30/33	604	4.78%
	6130	34/37		
3/3/2017	6110	38/42	620	5.07%
	6120	34/37		
6/3/2017	12270	26/29	589	4.80%
7/3/2017	13060	26/29	594	4.55%
8/3/2017	12690	26/29	710	5.59%
10/3/2017	5500	38/42	704	4.25%
	11080	34/37		
13/3/2017	6080	30/33	740	4.08%
	12040	34/37		
14/3/2017	6080	30/33	767	4.28%
	11850	34/37		
15/3/2017	12140	30/33	604	4.98%
16/3/2017	6100	30/33	266	4.36%
17/3/2017	6110	30/33	700	5.66%
	6250	38/42		
18/3/2017	12190	38/42	689	5.65%
20/3/2017	10970	26/29	576	5.25%
21/3/2017	13470	38/42	608	4.51%
22/3/2017	6600	26/29	598	4.55%
	6530	34/37		
23/3/2017	6590	26/29	606	4.61%
	6550	34/37		
24/3/2017	6640	26/29	609	4.52%
	6830	34/37		
25/3/2017	6870	34/37	604	4.44%
	6720	26/29		
27/3/2017	6720	26/29	610	4.53%
	6740	34/37		
28/3/2017	13060	30/33	615	4.71%
29/3/2017	12960	30/33	598	4.61%
30/3/2017	13100	30/33	604	4.61%
31/3/2017	13200	30/33	608	4.61%

Annexe 8 : Contrôle de l'état mécanique des machines dénoyauteuses

	Zone dénoyautage	Responsable : Date :
	Contrôle machines dénoyauteuses	

N° machine	Calibre	Vitesse (tr/mn)	Plateau	Caoutchouc	Buse	Ressort	Lames	Ressort- lames
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Tableau d'ajustement						
Calibre	Vitesse	Plateau	Caoutchouc	Buse	Etoil	Poinçon
16/18	1800	27	10.7*22	10.5	RGSO388A	7
18/20	1850		10.7*22	10.5 ou 10		
20/22	1900	24	10.7*22	9.5 ou 10		
24/26	1950		9.7*22	9.5		
28/30	2000	22	9.7*22	8.75	213311A	
30/32	2100	20	8.7*21	8.5		
34/36	2150		8.7*21	8.5		
38/40	2200		8.7*21	8.5		
40/42	2250	16	8*21	7.6		6
44/50	2300		8*21	7.6		



*Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat en
Industries Agricoles et Alimentaires*



Résumé

KHALIL Nasima

Année Universitaire : 2016-2017

« Amélioration de la ligne de production des olives noires dénoyautées en rondelles selon le système Lean Management »

Le Lean Management est une démarche reposant sur l'évolution de la culture et le déploiement de méthodes et outils permettant d'améliorer et optimiser les performances industrielles.

Le présent projet de fin d'études (PFE) détaille les méthodes et outils du Lean Management appliqués dans la ligne de production des olives noires dénoyautées en rondelles (ONS) au sein de la SICOPA (Société Industrielle de Conserves d'olives et de Produits Agricoles du Maroc). Le premier volet de ce projet portait sur le diagnostic de l'existant afin de donner une image claire et globale de l'état de la ligne étudiée, soulevant par conséquent les sources de pertes les plus pénalisantes. Le deuxième volet a été consacré à la mise en place des actions d'améliorations, afin de remédier aux pertes décelées au cours du diagnostic.

Les principales améliorations apportées à la ligne ONS se résument comme suit : Limiter les arrêts répétables de la machine de conditionnement TOYO1 due aux attentes de matières et manque de charge afin d'augmenter le TRS la ligne, amélioration du rendement des machines dénoyauteuses et amélioration des conditions du travail de cette zone.

Or le gain obtenu par cette amélioration peut être donné comme suite : gain en temps (minimiser le temps du processus), gain en productivité (améliorer la capacité de productivité en réduisant les arrêts de la machine) et ainsi le gain en coût.

Mots-clés :

Lean Management – Performance – ONS – Source de perte – TRS – Actions d'amélioration – Rendement – Gain.