



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département De Maintenance en Instrumentation**

## **MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière : Génie Industriel**  
**Spécialité : Génie Industriel**

### **Thème**

**Application d'une approche de Lean Manufacturing pour l'amélioration de la performance d'un système de production**

Présenté et soutenu publiquement par :

**BELMADANI Fatima Zahra**

Devant le jury composé de :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Islam Hadj Mohamed GUETARNI	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	<b>Président</b>
Mawloud TITAH	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	<b>Encadreur</b>
Yamina AOUIMER	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	<b>Examinatrice</b>

## REMERCIEMENTS

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire Monsieur TITAH M. Je le remercie de m'avoir encadré et accordé sa confiance et une large indépendance dans l'exécution de ce travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur BENAHMED A. F. et Monsieur AIT AHMED F. qui m'ont apporté leur soutien intellectuel tout au long de ma démarche sur le terrain et qui par leurs paroles, leurs conseils, et leurs critiques, ont guidé mes réflexions.*

*J'aimerais exprimer ma gratitude à mes professeurs qui ont accepté de juger mon travail et pris le temps de discuter de mon sujet.*

*Je remercie mes chers parents, et mes deux sœurs, Imene et Djamila, et mes tantes, d'avoir toujours cru en moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.*

*A tous ces intervenants, je présente mes remerciements mon respect, et ma gratitude.*

# DEDICACE

*Ce travail est dédié à ma tendre grand-mère, Hana*

## Résumé

Le Lean Manufacturing peut être décrit comme un ensemble d'outils et de principes basé sur le concept de "moins, c'est plus". Ce travail vise à appliquer une approche Lean Manufacturing dans un contexte de contrôle de qualité et de réduction de défauts en suivant la philosophie Kaizen, l'un des fondements du Lean. Pour ce faire, j'ai proposé une méthodologie cyclique, simple et efficace de résolution de problèmes, "EPE", qui signifie Évaluer, Planifier et Exécuter, pour analyser les causes profondes de défauts dans un processus de production d'emballages en carton ondulé et élaborer ainsi des contremesures.

**Mots clés :** Lean Manufacturing, Kaizen, Outil Pareto, Réduction de défauts.

## Abstract

Lean Manufacturing can be described as a set of tools and principles based on the concept of "less is more". This work aims to apply a Lean Manufacturing approach in a quality control and defect reduction context by following the Kaizen philosophy, one of the foundations of Lean. To do so, I proposed a cyclic, simple and effective problem-solving methodology, "EPE", which stands for Evaluate, Plan and Execute, to analyze the root causes of defects in a corrugated packaging production process and thus develop countermeasures.

**Key words:** Lean Manufacturing, Kaizen, Pareto tool, Defect reduction.

## ملخص

يمكن وصف Lean Manufacturing بأنه مجموعة من الأدوات والمبادئ القائمة على مفهوم «الأقل هو الأكثر». يهدف هذا العمل إلى تطبيق نهج Lean Manufacturing في سياق مراقبة الجودة وتقليل العيوب من خلال اتباع فلسفة Kaizen، وهي إحدى أسس Lean. للقيام بذلك، اقترحت منهجية دورية وبسيطة وفعالة لحل المشكلات، «EPE»، والتي تعني التقييم والتخطيط والتنفيذ، لتحليل الأسباب الجذرية للعيوب في عملية إنتاج عبوات الكرتون المموجة وبالتالي تطوير تدابير مضادة.

**الكلمات الرئيسية:** Lean Manufacturing، Kaizen، Pareto Tool، Defect Reduction.

LISTES DES :  
FIGURES  
TABLEAUX  
ABREVIATIONS

## **LISTE DES FIGURES**

---

<b>Numéro de la figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1. 1</b> : la maison Toyota.....	4
<b>Figure 1. 2</b> : les 7 types de gaspillages.....	8
<b>Figure 1. 3</b> : Exemple de VSM.....	10
<b>Figure 1. 4</b> : l’outil SMED.....	12
<b>Figure 1. 5</b> : Le cycle PDCA.....	14
<b>Figure 2. 6</b> : carton ondulé simple-face .....	17
<b>Figure 2. 7</b> : carton ondulé double-face.....	17
<b>Figure 2. 8</b> : carton ondulé double-double.....	17
<b>Figure 2. 9</b> : vue générale schématique d’une onduleuse.....	17
<b>Figure 2. 10</b> : le principe d’une onduleuse .....	18
<b>Figure 2. 11</b> : le procédé d’impression.....	19
<b>Figure 2. 12</b> : l’organisation de l’usine.....	20
<b>Figure 2. 13</b> : le VSM de l’onduleuse .....	21
<b>Figure 2. 14</b> : Le cycle EPE.....	25
<b>Figure 3. 15</b> : Description du cycle EPE.....	29
<b>Figure 3. 16</b> : Répertoire des défauts et leurs fréquences.....	29
<b>Figure 3.17</b> : le diagramme de Pareto .....	30
<b>Figure 3.17</b> : les pinces de chariots elevateurs.....	31
<b>Figure 3.18</b> : Les types de patins des pinces des chariots élévateurs.....	32
<b>Figure 3.19</b> : Caractéristiques des patins suggérés.....	32
<b>Figure 3.20</b> : les engrenages défectueux au niveau de la HQM.....	33
<b>Figure 3.21</b> : l’application de l’outil les 5 pourquoi.....	34
<b>Figure 3.22</b> : le plan d’Action.....	35

## Liste des tableaux

---

<b>Numéro du Tableau</b>	<b>Page</b>
Tableau 3.1: Tableau de Pareto	30

## Liste d'abréviation

---

**LM:** Lean Manufacturing

**TPS :** Toyota Production System

**JAT :** Juste-à-Temps

**VSM:** Value Stream Mapping

**SMED:** Single Minute Exchange or Die

**PDCA:** Plan, Do, Check, Act

**EPE:** Evaluer, Planifier, Executer

**MF:** Module-Facer

**DF:** Double Facer

**SRV:** Slitter-Scorer

**HQM:** High-Cut-Off

**AS-M:** Automatic-Stacker

# SOMMAIRE

## Table de matière

---

Introduction générale .....	1
Chapitre I.....	2
Chapitre II.....	16
Chapitre III.....	28
Bibliographie .....	
<b>Chapitre I : Revue des Concepts de Base du Lean Manufacturing</b>	<b>2</b>
I.1 introduction .....	2
I.2 développement historique du lean manufacturing .....	2
I.3 LES PRINCIPES DE LA PENSEE LEAN.....	6
I.3.1 Définir la Valeur.....	6
I.3.2 Définir la chaîne de valeur .....	6
I.3.3 Améliorer le déroulement des Flux.....	7
I.3.3.1 La surproduction.....	7
I.3.3.2 L'inventaire .....	7
I.3.3.3 Les produits défectueux .....	7
I.3.3.4 Le transport inutile .....	7
I.3.3.5 Les mouvements.....	7
I.3.3.6 L'Attente .....	8
I.3.3.7 Le Processus inutile ou inefficace .....	8
I.3.4 Tirer la production.....	8
I.3.5 Assurer la perfection.....	8
I.4 BOITES A OUTILS DE L'APPROCHE LEAN .....	9
I.4.1 Outils de gestion visuelle.....	9
I.4.1.1 Carte de flux de valeur (VSM).....	9
I.4.1.2 Kanban .....	10
I.4.2 Outils pour l'amélioration des processus.....	10
I.4.2.1 Poka-yoke.....	10
I.4.2.2 SMED.....	11
I.4.3 Outils pour la gestion des systèmes.....	12
I.4.3.1 5S.....	12
I.4.3.2 Les 5 Pourquoi .....	12
I.4.3.3 PDCA.....	13
I.4.3.4 Rapport A3.....	14

## Table de matière

---

I.5 les facteurs critiques de succès de l'application Lean Manufacturing.....	14
I.5.1 L'engagement et la motivation des cadres supérieurs et l'implication des Employés	14
I.5.2 Investissement dans la formation des employés .....	15
I.5.3 Adoption des outils et des méthodes Lean.....	15
I.6 CONCLUSION.....	15
<b>Chapitre II : Une étude de cas dans une entreprise algérienne - Maghreb Emballage</b>	<b>16</b>
II.1 Introduction.....	16
II.2 Présentation de la société .....	16
II.2.1 Principaux domaines d'activités.....	16
II.2.2 Organisation de l'usine situé à El Karma .....	16
II.2.3 Le Processus de fabrication des emballages en carton ondulé .....	16
II.2.3.1 Généralités sur le carton ondulé .....	16
II.2.3.2 Le processus de Fabrication du carton ondulé.....	17
II.2.3.3 Le processus de Transformation du carton ondulé.....	18
II.3 Etude du processus de production et détection des dysfonctionnement.....	19
potentiels au niveau de l'onduleuse	
II.3.1 L'évènement Kaizen .....	22
II.3.1.1 L'émergence du Kaizen.....	22
II.3.1.2 Termes de base et implémentation du Kaizen.....	23
II.3.1.3 La Méthodologie Proposée.....	24
▪ Évaluer .....	25
▪ Planifier.....	26
▪ Exécuter .....	26
▪ Ré-Évaluer.....	27
II.4 Conclusion .....	27
<b>Chapitre III : Amélioration de la performance de la qualité par la réduction des défauts de production suivant la démarche Kaizen</b>	<b>28</b>
III.1 Introduction.....	28
III.2 Application du cycle EPE (évaluer, planifier, exécuter) pour réduire les défauts	28

## Table de matière

---

III.2.1 Méthodologie.....	28
III.2.1.1 Évaluer .....	29
III.2.1.2 Planifier .....	31
▪ Brainstorming.....	31
▪ Plan d'action .....	35
III.2.1.3 Exécution .....	35
III.3 CONCLUSION .....	36

# INTRODUCTION

### INTRODUCTION GENERALE

Au cours des dernières décennies, les organisations ont mis en œuvre diverses stratégies d'amélioration à l'échelle mondiale, afin d'accroître leurs performances opérationnelles, en augmentant la valeur ajoutée apportée aux clients en termes de productivité, d'efficacité, et de qualité. Aujourd'hui, la crise économique due au COVID-19 a mis en évidence le besoin de stratégies qui aident les organisations et les gouvernements à relancer l'économie tout en préservant les ressources. Un système durable est nécessaire pour améliorer les performances d'une organisation sans avoir à recourir à des technologies avancées ou à des investissements financiers importants. Dans ce contexte, l'approche Lean Manufacturing a démontré un réel potentiel en termes de réduction de défauts et de maîtrise de la qualité.

Le Lean Manufacturing est une philosophie de management qui a pris naissance avec le Système de Production Toyota dans l'industrie automobile japonaise des années 1950 et 1980. Il s'agit d'une approche systémique visant à répondre aux attentes des clients en optimisant la valeur ajoutée à travers la suppression de toute forme de gaspillage. En effet, l'approche Lean considère que la dépense de ressources dans un but autre que la création de valeur pour le client final est un gaspillage, et donc une cible à éliminer.

Le Lean est l'un des concepts les plus populaires, étudié et mis en pratique dans une grande variété d'industries et de services. L'objectif de l'étude rapportée dans ce mémoire est d'appliquer une procédure structurée de résolution de problèmes suivant la philosophie Kaizen pour analyser les défauts et en dériver des solutions appropriées. Le modèle a été testé pour analyser la cause profonde des défauts et des déchets générés au sein d'un processus de production de carton ondulé.

Les objectifs de cette étude sont résumés comme suit :

- Fournir un aperçu approfondi sur la pensée Lean Manufacturing, ses origines, ses principes, et ses outils, et souligner son importance dans la réduction de défauts et la maîtrise de qualité.
- Développer un modèle de mise en œuvre Lean et réaliser un test pratique à travers une étude de cas dans une entreprise algérienne produisant et transformant tout type d'emballage en carton ondulé, Maghreb Emballage.

# CHAPITRE I

## I.1 INTRODUCTION

En réponse à la concurrence exacerbée, à la mondialisation et aux attentes croissantes des clients, de nombreuses entreprises manufacturières ont adopté le Lean Manufacturing (LM).

L'approche LM est issue du Toyota Production System (TPS), et a été reconnue après la publication du livre "La Machine qui a Changé le Monde" [1]. Elle a ensuite été intégrée dans la gestion de la production des entreprises et des industriels, puis s'est étendue à d'autres activités de services. Le LM consiste à "faire plus avec moins" en minimisant les activités sans valeur ajoutée [2] et peut être décrit comme un ensemble d'outils permettant d'atteindre les objectifs de réduction de gaspillages et d'ajout de valeur [3]. Sur le plan interne, au niveau de la production, cela se manifeste, entre autres, par des processus rationalisés, stables et normalisés, des stocks minimaux, une production basée sur la demande réelle en aval, des temps de réglage courts et la participation des employés aux efforts d'amélioration continue. Tous ces aspects peuvent favoriser l'amélioration de différentes dimensions de la performance opérationnelle, telles que la qualité du produit et le coût de production, le délai d'exécution, la flexibilité et la fiabilité du système. Ce premier chapitre explore l'évolution et les principes fondamentaux du LM, ainsi que ses outils d'application.

## I.2 DEVELOPPEMENT HISTORIQUE DU LEAN MANUFACTURING

L'origine de la philosophie Lean est liée aux procédés industriels. Par conséquent, pour comprendre le Lean, il est nécessaire de s'intéresser au Fordisme, un processus américain de production de masse, adopté dans le monde entier, qui produisait de grands volumes de biens standardisés et à faible coût. La production de masse est apparue aux États-Unis d'Amérique (USA) comme une alternative à la production artisanale au début du vingtième siècle, principalement en raison de ses coûts élevés et de son manque d'accessibilité générale. Henry Ford (industriel américain) avec l'introduction de la production de masse, a surmonté les problèmes inhérents à la production artisanale en réduisant drastiquement les coûts tout en augmentant la qualité des produits [1]. Il a mis en place cet impressionnant système de production, en 1913. Là, un ensemble de pratiques et d'outils (pièces interchangeables et travail normalisé) a été mis en place de manière tellement intégrée qu'il a permis de fabriquer des produits à des vitesses incroyables, avec des temps de passage très courts et une cohérence élevée. Ce système n'était cependant pas très flexible puisqu'un seul produit était traité dans cette ligne, et par conséquent, la "Leanness" précoce de Ford n'a pas été maintenue à long terme.

En 1950, Taiichi Ohno (un ingénieur industriel) travaillait pour un petit constructeur automobile japonais au bord de la faillite, Toyota. À cette époque, Toyota devait réduire ses

coûts et améliorer son efficacité. Eiji Toyoda (membre de la famille fondatrice de Toyota) et T. Ohno étaient convaincus qu'en adaptant le système Ford à leur échelle et à leur réalité, ils pouvaient faire de Toyota une force compétitive sur le marché automobile. T. Ohno se rend donc aux États-Unis pour étudier les chaînes de montage de Ford.

De retour au Japon, au moment où Ohno et son équipe développaient le nouveau TPS, l'entreprise ne vendait pas un seul modèle en quantité suffisante pour justifier la mise en œuvre des techniques de production de masse de Ford. Ils n'avaient pas les moyens d'investir dans des équipements complexes connus pour être la clé de l'amélioration de la productivité, et ont donc essayé de développer un système qu'ils imaginaient qu'Henry Ford aurait pu utiliser dans leur situation. [4] T. Ohno [4] constate que des stocks excessifs entraînent une augmentation des coûts, un besoin accru d'espace physique et des produits défectueux. Par la suite, il réussit à identifier un certain nombre de failles dans le système de production de l'entreprise. T. Ohno [4] définit alors sept catégories de Muda (gaspillages). Il décide également que les employés devraient participer activement aux décisions de l'entreprise, car ils connaissaient bien les mécanismes et les défaillances de la production. Par conséquent, lui et son équipe ont déployé des efforts considérables pour éliminer les pertes de temps et les activités inutiles (gaspillages) à chaque étape du processus de production, ce qui leur a permis de réduire considérablement les coûts et les délais de production.

T. Ohno a écrit : "Tout ce que nous faisons, c'était d'examiner le délai entre le moment où un client nous passe une commande et le moment où nous encaissons l'argent, et nous réduisons ce délai en éliminant les gaspillages sans valeur ajoutée" [5].

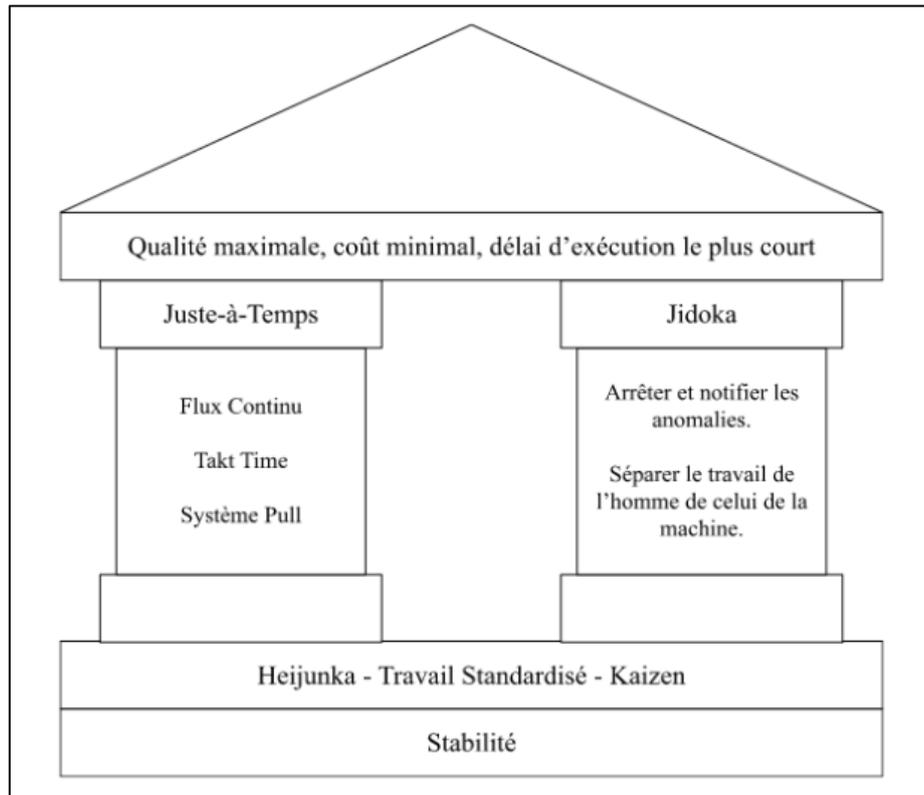
Parmi les autres changements mis en place, des équipes de travail, regroupées par secteur d'activité, ont été créées, et se retrouvaient périodiquement pour faire des suggestions d'amélioration continue : le kaizen (terme japonais signifiant "changement pour le mieux"). Ces employés d'usine avaient pour instruction d'arrêter le travail dès qu'une erreur était détectée (Jidoka). De cette façon, toute l'équipe se réunissait pour trouver une solution au problème et éviter qu'il ne se reproduise.

On conclut alors que le TPS se caractérise par la philosophie d'amélioration continue, axée sur la réduction de gaspillages grâce à l'implication et à la participation de tous, visant à améliorer la qualité et la sécurité, et à réduire les coûts et la durée des processus. Le TPS a permis à ce constructeur de produire des véhicules en continu, bien plus rapidement et efficacement que ses concurrents, ce qui lui confère un avantage déterminant.

En Occident, c'est une étude du Massachusetts Institut of Technology (MIT) sur l'industrie automobile, publiée dans le livre "Le système qui va changer le monde" en 1980, qui

fit connaître ce nouveau système de pensée et déclencha un grand intérêt pour ces nouvelles méthodes. Le TPS est devenu le modèle d'application de ce qui est devenu un mouvement mondial connu sous le nom de Lean [6].

On trouve plusieurs définitions du Lean dans la littérature, mais toutes partagent le même principe de base : faire plus avec moins. Le Lean Manufacturing repose donc sur le concept de la « Maison de Toyota ». La « Maison de Toyota » (figure 1) a été créée par Taiichi Ohno et Eiji Toyoda pour expliquer plus facilement le TPS aux employés et fournisseurs.



**Figure 1.1** : La Maison Toyota.

Ils ont choisi la forme d'une maison car c'est une forme familière, qui véhicule une idée de stabilité. Le toit contient les principaux objectifs du TPS : qualité supérieure, réduction des coûts et des délais de livraison par l'élimination des gaspillages.

Les deux piliers sur lesquels reposent le toit sont les principes du Juste-à Temps (JIT) et du Jidoka. Le premier se caractérise par le fait de produire exactement ce que les clients veulent, quand ils le veulent et dans les quantités qu'ils veulent. En d'autres termes, ni plus tôt ni plus tard, ni plus ni moins : seulement le nécessaire. Il repose sur trois principes de base : les systèmes pull, le flux continu et le Takt Time.

Le flux continu est basé sur une production sans interruption, où le flux de l'article va du fournisseur au client, évitant directement la surproduction, l'accumulation et l'attente [7].

Le système pull, ou flux tiré, dans ce système, un signal est envoyé pour déclencher la production. Le signal agit comme un ordre de production ; si le signal n'est pas envoyé, la production ne commence pas. La logique Pull est utilisée lorsqu'il n'est pas possible de réaliser un flux continu [8].

Le Takt (Lead) Time, ou le délai d'exécution, est le temps d'attente entre l'acceptation de la commande et la livraison au client. Le Takt time est le cœur du système Lean, calculé en divisant le temps disponible par la demande. Son objectif est d'aligner la production du service sur la demande.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Temps disponible}}{\text{Demande du client}}$$

Le second pilier, le Jidoka, donne à l'opérateur ou à la machine l'autonomie d'arrêter le traitement dès qu'une anomalie est détectée dans la machine. En cas de complications telles qu'un dysfonctionnement de l'équipement, des problèmes de qualité ou des retards dans le calendrier, les capteurs d'anomalie ou les opérateurs au sein du processus donnent le signal d'arrêter le service. Cela permet d'éviter automatiquement les défauts, ce qui se traduit par des économies de retraitement [9]. Jidoka peut être expliqué comme l'automatisation avec une touche humaine [4].

Les fondations sur lesquelles la maison repose représentent des valeurs fortes de stabilité opérationnelle des processus et du personnel. Le Heijunka (prononcé hey-june-kuh) est un mot japonais qui signifie mise à niveau (nivellement). Dans le cadre du Lean, il désigne une technique visant à faciliter la production JAT. Heijunka a pour but de stabiliser la quantité et le type de production tout en réduisant le nombre de lots. Ford Motor était autrefois connu pour fabriquer des voitures par lots. Toyota a utilisé Heijunka pour minimiser les lots et créer un processus de fabrication plus efficace. L'objectif est de réagir aux variations de demande et réduire au maximum les stocks, les coûts d'investissement, la main-d'œuvre et le temps de production.

Le Travail Standardisé s'agit de la mise en place de procédures de travail précises pour chacun des opérateurs d'un processus de production [5]. L'amélioration continue dépend de la normalisation du travail. Toute tâche ou processus réalisé par une personne doit être documenté afin de générer des produits comme prévu. C'est la définition claire de l'activité de l'employé.

Le takt time doit être connu, la séquence des tâches à exécuter dans le takt time et les matériaux standardisés. De cette façon, les niveaux de qualité, de productivité, de sécurité et d'ergonomie peuvent être maintenus.

Quant au Kaizen, c'est un terme japonais qui signifie "changement pour le mieux" ou "amélioration continue". Selon le Japan Industrial Standard, le kaizen est une activité menée par un petit groupe ou un petit nombre de personnes, pour étudier un système de gestion global ou une partie de celui-ci afin d'en améliorer la performance. Le kaizen, ou processus d'amélioration continue, est souvent considéré comme l'élément de base de toutes les méthodes de production Lean.

Le kaizen se concentre sur l'élimination des gaspillages, l'amélioration de la productivité et l'amélioration continue des activités et processus ciblés d'une organisation.

### **I.3 LES PRINCIPES DE LA PENSÉE LEAN**

De manière générale, le Lean est axé sur le client et s'améliore continuellement en ajustant parfaitement les processus à la chaîne de valeur [6]. La poursuite de cette perfection nécessite l'élimination continue des gaspillages ou des éléments sans valeur afin que le client reçoive des prestations de plus grande valeur. Fixer la valeur, déterminer le flux de valeur, établir un flux, mettre en œuvre le système pull et atteindre l'idéal de perfection, ce sont les lignes de force pour une mise en œuvre réussie de la pensée Lean. Une fois que les principes de la pensée Lean deviennent compréhensibles, la mise en œuvre de leur philosophie devient plus facile. Ces principes reposent sur l'hypothèse fondamentale que les organisations sont constituées de processus et qu'en appliquant ces principes de manière séquentielle, par étapes, les organisations peuvent ajouter de la valeur, réduire le gaspillage et améliorer continuellement les processus [10].

#### **I.3.1 Définir la valeur**

Identifier la valeur pour le client et déterminer ce qui donne effectivement des résultats pour lesquels le client est prêt à payer. Une faible fraction du temps et des efforts totaux dans toute organisation ajoute de la valeur pour le client final. En définissant clairement la valeur d'un produit ou d'un service spécifique du point de vue du client final, toutes les activités sans valeur - ou gaspillages - peuvent être ciblées pour être éliminées. Pour identifier la valeur des clients, il est important de répondre aux questions suivantes : Que veulent les clients ? Quand et comment le veulent-ils ? Quelle combinaison de caractéristiques, de capacités, de disponibilité et de prix sera préférée par eux ?

#### **I.3.2 Définir la chaîne de valeur**

La chaîne de valeur est l'ensemble des processus et des activités impliqués dans la livraison d'un produit ou d'un service. Elle représente le processus intégral qui fournit de la valeur au client. Les activités peuvent être divisées en trois types :

Les activités à valeur ajoutée augmentent la valeur du produit ou du service du point de vue du client.

Les activités qui n'apportent pas de valeur ajoutée, ne sont pas nécessaires, et le client final ne les paierait pas. Elles doivent être éliminées à court terme car elles consomment des ressources et ajoutent des coûts.

Les activités qui n'ajoutent pas de valeur, et le client final ne les paierait pas non plus, mais qui sont nécessaires, elles doivent, si possible, être éliminées à long terme.

### **I.3.3 Améliorer le déroulement des Flux**

Muda est le terme japonais pour " gaspillage " : plus précisément, toute activité humaine qui consomme des ressources mais ne crée aucune valeur, ce qui entraîne un gaspillage d'efforts, de matériaux et de temps [1]. Les gaspillages peuvent être classés, selon T. Ohno [4], en sept catégories (Figure 2) :

#### **I.3.3.1 La surproduction**

Fabriquer alors qu'il n'y a pas de demande. Cela augmente les coûts de stockage et la manipulation supplémentaire des produits à vendre, et crée la mise au rebut ou la vente à prix réduit.

#### **I.3.3.2 L'inventaire**

Excédent ou manque de matériaux, de stocks en cours ou de produits finis, entraînant des délais de livraison plus longs, des produits endommagés, des frais de transport et de stockage. Ce gaspillage cache des problèmes tels que le manque de perspectives de vente, le déséquilibre de la production, les livraisons tardives des fournisseurs, le manque de fiabilité des équipements, le manque de synchronisation entre les personnes, les équipements en réparation et les longs délais de préparation.

#### **I.3.3.3 Les produits défectueux**

Le retraitement des pièces ; réparer les défauts, retraiter les pièces défectueuses, est une énorme source de dépenses excessives.

#### **I.3.3.4 Le transport inutile**

Le déplacement de l'article en cours, des matériaux, des pièces ou des produits finis dans les installations, à l'intérieur ou à l'extérieur du stock, ou entre les processus. Distances de transport inefficaces ou longues.

#### **I.3.3.5 Les mouvements**

Les mouvements inutiles sont tous les mouvements gaspillés que les employés doivent faire au cours de leur travail, comme chercher quelque chose, atteindre quelque chose, ou

empiler des pièces et des outils. Les déplacements inutiles dus à un mauvais agencement constituent également un gaspillage.

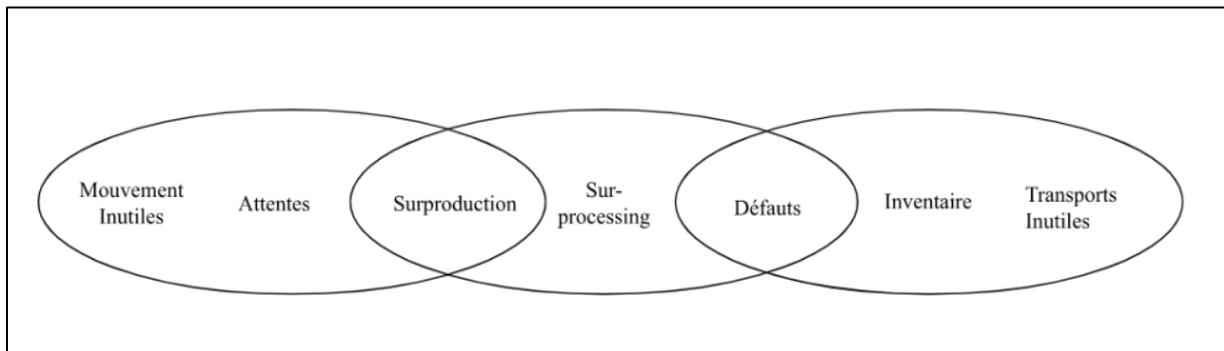
### I.3.3.6 L'Attente

Périodes d'inactivité pendant lesquelles les employés observent ou attendent le prochain processus, outil, entrée, pièce, etc. Ou encore, lorsqu'il n'y a pas de travail en raison d'un manque de matériel, de retards, ou d'interruptions. Il en résulte une réduction du flux et des délais de livraison prolongés.

### I.3.3.7 Le Processus inutile ou inefficace

Un outil ou une procédure qui entraîne des opérations et/ou des défauts inutiles. Également, lorsque des produits de qualité sont offerts à un coût plus élevé que nécessaire en raison de l'utilisation d'outils inutilement complexes et inefficaces.

Ce principe consiste à éliminer ces différents gaspillages, réduire les délais de conception des produits, de traitement des commandes et d'inventaire, et aligner les étapes restantes en un flux continu, en fabriquant des produits ou des services au rythme où ils sont commandés par le client.



**Figure 1.2** : Les 7 Types de Gaspillages.

### I.3.4 Tirer la production

Ne produire que la quantité requise par le client, en évitant la surproduction et les stocks excédentaires. Laisser le client tirer la valeur de l'entreprise. Inverser les méthodes "push" utilisées par les entreprises dont les temps de réponse sont importants et qui visent à convaincre les clients qu'ils veulent ce que l'entreprise a conçu ou produit.

### I.3.5 Assurer la perfection

Ce principe revient à transformer les quatre principes précédents en une habitude de recherche d'amélioration continue. Lorsque l'on suit une culture d'amélioration continue, le potentiel d'amélioration est toujours infini. En d'autres termes, la production Lean vise la perfection - un objectif inatteignable - et se prête donc toujours à des activités d'amélioration. Par conséquent, une fois que la valeur, la chaîne de valeur, le flux et l'attraction ont été

établis, elle recommence sa quête de la perfection où la valeur idéale est créée avec zéro gaspillage.

En suivant ces cinq principes du Lean, nous mettons en œuvre une philosophie fondée sur le concept "moins, c'est plus". Nous nous assurons que nous nous dirigeons vers une stratégie organisationnelle globale en examinant constamment nos processus afin de garantir que ceux-ci apportent une valeur ajoutée constante et cohérente à nos clients.

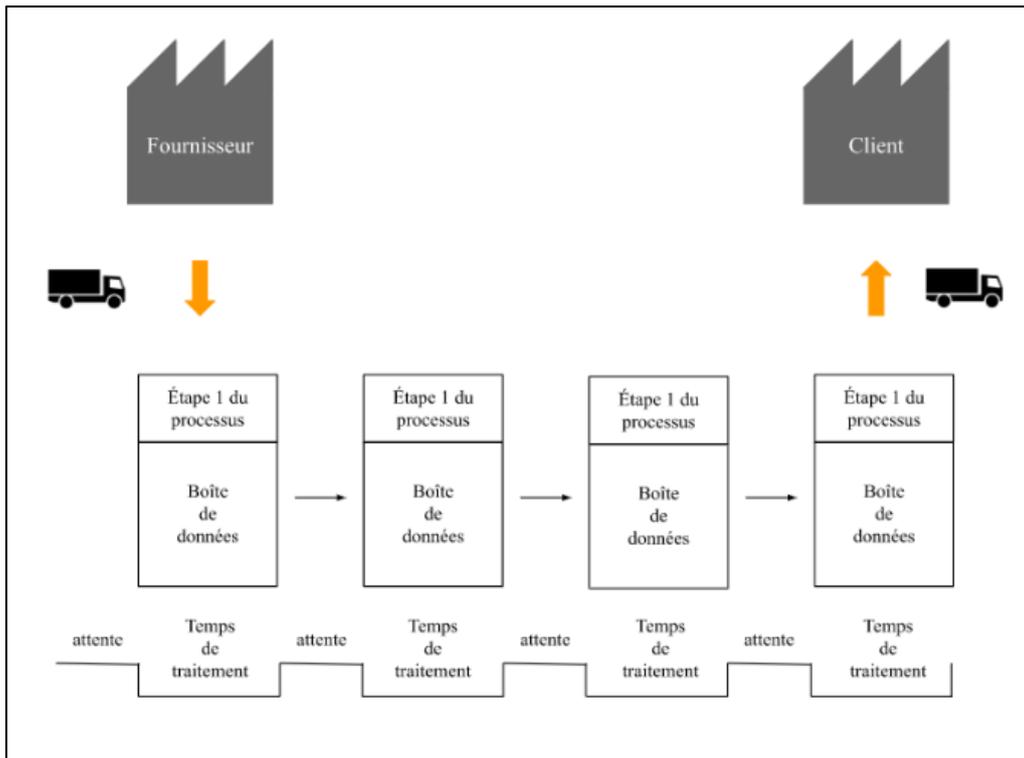
## **I.4 BOITES A OUTILS DE L'APPROCHE LEAN**

Il existe de nombreux outils Lean à appliquer permettant de contribuer à l'évaluation des activités et à la reconfiguration des processus organisationnels. Mais leur application n'a de sens que si elle s'inscrit dans une stratégie de mise en œuvre correcte [11]. Dans la première phase, il est important de savoir comment identifier et quantifier les problèmes des organisations, c'est-à-dire identifier où se trouvent les pertes et les opportunités d'amélioration, ainsi que déterminer les causes profondes [12]. Après ce diagnostic, il est nécessaire de choisir les outils d'amélioration à employer. À cet égard, les différents exemples d'outils Lean liés à l'analyse et à la résolution de problèmes sont les suivants :

### **I.4.1 Outils de gestion visuelle**

#### **I.4.1.1 Carte de flux de valeur (VSM)**

Cet outil Lean représente graphiquement l'ensemble des étapes constituant le processus de production de manière que l'utilisateur de cette technique puisse facilement comprendre la circulation du flux (matières, informations). Le VSM permet d'identifier les activités à valeur ajoutée pour le client et celles sans valeur ajoutée et permet donc de rendre l'ensemble du processus de fabrication plus efficace. Cet outil peut s'appliquer à pratiquement tous les secteurs d'activité, mais elle est principalement utilisée pour la chaîne logistique, le développement de produits et les processus administratifs.



**Figure 1.3 :** Exemple de VSM

#### I.4.1.2 Kanban

Le Kanban, un terme japonais qui signifie "carton" [13]. Cet outil de communication visuelle autorise la production ou le déplacement de matériel en indiquant le besoin en entrées. Le Kanban est un système visuel qui, en fonction de la demande du client, déclenche la production d'un article spécifique dans des quantités définies [7]. Il permet également la gestion et le suivi du travail fur et à mesure qu'il avance dans un processus. Le Kanban se retrouve fréquemment dans les systèmes en flux tiré.

### I.4.2 Outils pour l'amélioration des processus

#### I.4.2.1 Poka-yoke

Ce terme japonais désigne un système qui prévient les défauts dans les processus et/ou dans l'utilisation des produits. Il permet la détection d'anomalies et fournit un retour d'information immédiat. Le poka-yoke permet une inspection à 100% par un contrôle automatique et évite les erreurs de travail telles que le mauvais choix d'entrée, l'assemblage incorrect et l'oubli de composants [9].

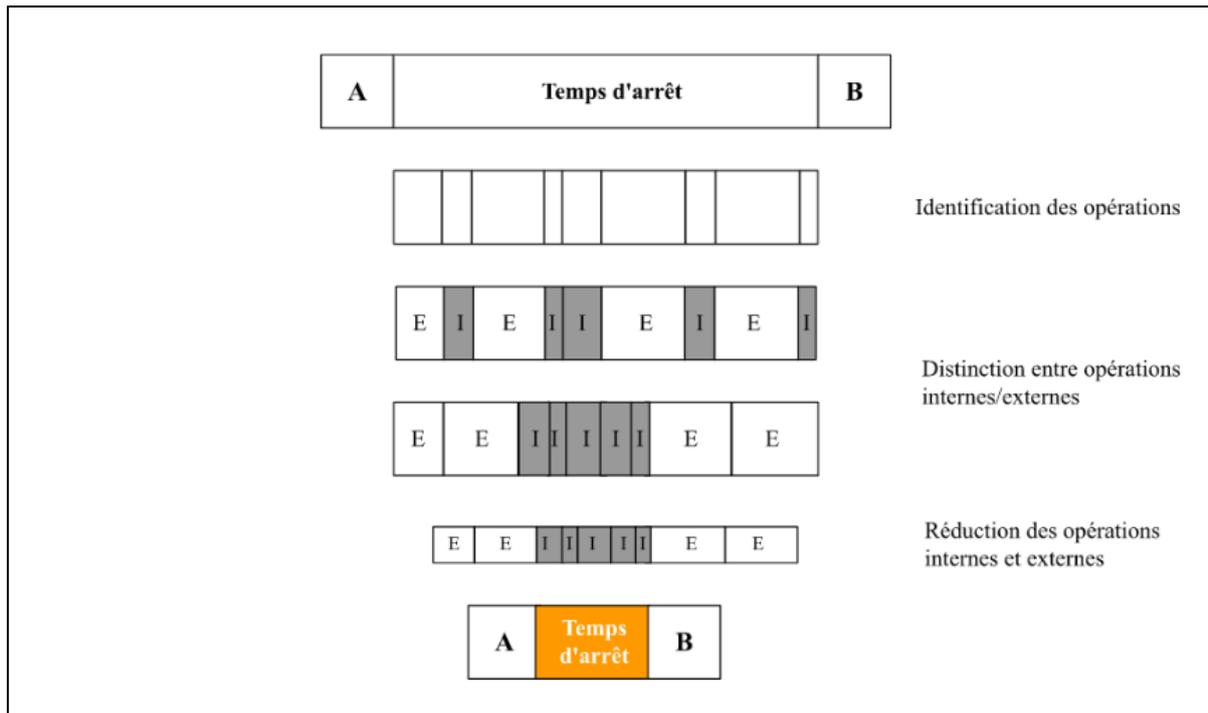
Exemple, une alarme qui se déclenche automatiquement lorsque nous quittons une voiture sans éteindre les phares. Autre exemple : un tapis roulant qui rejette un produit dont le poids est insuffisant. L'objectif est de prévenir les erreurs automatiquement, sans inspection humaine.

### I.4.2.2 SMED

SMED est l'abréviation de Single-Minute Exchange or Die. L'objectif du SMED est de réduire les temps de changements et de démarrages à 10 minutes. Chaque étape doit durer une minute ou moins. En réduisant le temps de préparation, les usines peuvent améliorer considérablement leur efficacité. Le SMED a été inventé par Shigeo, un ingénieur industriel japonais qui a connu un succès remarquable auprès des entreprises en les aidant à réduire considérablement leur temps de changement. Le temps de changement peut être divisé en trois périodes principales [14] :

- L'arrêt ou le nettoyage, qui consiste à retirer les matériaux restants de la production précédente et à les nettoyer.
- Le réglage, qui consiste à convertir physiquement les machines pour permettre la fabrication de nouveaux produits.
- L'exécution ou le démarrage, qui consiste à rétablir une fabrication en régime permanent, en respectant les taux de productivité et de qualité requis, et qui comprend généralement des réglages et des contrôles de qualité.

Ces tâches doivent être classifiées comme internes ou externes. Tâches internes : éléments qui doivent être complétés pendant que l'équipement est en arrêt. Et les tâches externes : éléments qui peuvent être réalisés pendant que l'équipement est en marche. Le processus SMED vise à rendre le plus grand nombre possible de tâches externes, et à simplifier et rationaliser toutes ces tâches.



**Figure 1.4** : Description de l'Outil SMED

### I.4.3 Outils pour la gestion des systèmes

#### I.4.3.1 5S

5S est l'acronyme de Trier (Seiri), Simplifier (Seiton), Nettoyer (Seiso), Standardiser (Seiketsu), et Être rigoureux (Shitsuke). L'objectif de l'outil 5S est de fournir le meilleur environnement de travail grâce à une approche systématique où l'employé ne perd pas de temps à chercher des objets ou des informations. Il permet de créer un lieu propice au déroulement des activités à valeur ajoutée en maintenant chaque chose à sa place. Le processus 5S est considéré comme l'une des premières mesures qu'une organisation doit prendre pour mettre en œuvre la philosophie Lean. Le management visuel rend le processus de production transparent, simple et sûr pour tous les intervenants sur le site grâce à des panneaux d'affichage numériques, des signes de sécurité et des tableaux de bord graphiques. Ces outils facilitent énormément le processus de production et améliorent la performance de la communication entre les coordinateurs du projet, en créant un environnement contenant uniquement les équipements et matériaux nécessaires, en reconnaissant toute désorganisation, en réduisant les pertes de temps et en évitant les erreurs potentielles.

#### I.4.3.2 Les 5 Pourquoi

L'analyse des causes profondes est une méthode Lean de résolution de problèmes qui vise à atteindre la source d'un problème. Cet outil repose sur l'idée qu'il est plus efficace de traiter la cause profonde d'un problème que ses symptômes évidents. En traitant la cause

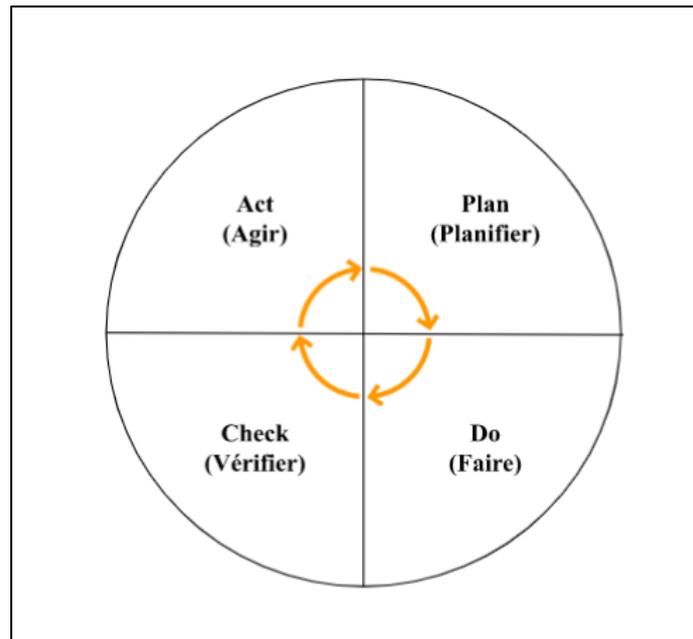
profonde, les industriels peuvent éliminer des problèmes plus importants à l'avenir. Néanmoins, l'analyse des causes profondes ne résout généralement pas les problèmes en une seule fois et constitue généralement un processus itératif.

Les cinq pourquoi sont une méthode de résolution de problèmes qui explore les causes et les effets sous-jacents d'un problème donné. L'objectif principal est de déterminer la cause profonde d'un défaut ou d'un problème en posant successivement la question "Pourquoi ?". Dans certains cas, il faut plus ou moins de "pourquoi", en fonction de la complexité de la cause profonde. Cette méthode a été développée par Sakichi Toyoda, le fondateur de Toyota Industries. Elle s'est largement répandue chez Toyota Motor Corporation et est encore fréquemment utilisée à ce jour.

### I.4.3.3 PDCA

Le cycle PDCA, également connu sous le nom de Roue de Deming ou de Shewhart [15], est une méthodologie de LM qui a été développée en 1930. Selon plusieurs auteurs, le créateur du cycle PDCA original était un statisticien américain nommé Walter A. Shewhart [16,17]. Cependant, c'est William Edward Deming qui, dans les années 1950, a mis au point cette méthode, et l'a présenté lors d'un séminaire sponsorisé par l'Union Japonaise des Scientifiques et des Ingénieurs (JUSE). A l'origine, le cycle PDCA était utilisé comme un outil de contrôle de la qualité [16,18]. Actuellement, PDCA est caractérisé par une approche d'amélioration continue [19] et il est reconnu comme un programme logique qui permet d'améliorer les activités de l'entreprise au niveau organisationnel [16,18,20]. Les lignes suivantes décrivent les quatre étapes du cycle PDCA :

- Plan : Dans cette étape, les opportunités d'amélioration sont identifiées. L'analyse est élaborée à l'aide de données cohérentes. Les causes du problème sont déterminées, et des solutions possibles sont proposées pour le résoudre.
- Do : Dans cette phase, le plan d'action doit être mis en œuvre, les informations doivent être recueillies et documentées.
- Check : Au cours de cette étape, les résultats des actions mises en œuvre dans l'étape précédente sont analysés. Une comparaison avant-après est effectuée pour vérifier s'il y a eu des améliorations et si les objectifs fixés ont été atteints.
- Act : Cette phase consiste à développer des méthodes visant à standardiser les améliorations (dans le cas où les objectifs ont été atteints). On répète en outre l'épreuve pour obtenir de nouvelles données et retester l'amélioration.



**Figure 1.5 : Le Cycle PDCA**

#### **I.4.3.4 Rapport A3**

Le rapport A3 est considéré comme un outil Lean de résolution de problèmes où des analyses de problèmes, des actions correctives et des plans d'action sont décrits sur une feuille de papier de taille A3, de préférence accompagnée de graphiques et de cartes de flux de valeur [21]. Ces rapports sont utilisés pour promouvoir l'amélioration continue, aligner les initiatives et mettre en œuvre des mesures stratégiques dans l'organisation, les processus et les activités.

## **I.5 LES FACTEURS CRITIQUES DE SUCCES DE L'APPLICATION LEAN MANUFACTURING**

Les facteurs critiques de succès sont des caractéristiques, des conditions ou des variables qui, si elles sont correctement maintenues ou gérées, peuvent avoir un impact significatif sur le succès de la mise en œuvre de toute nouvelle approche managériale. L'adoption de la méthode LM en tant que philosophie administrative dans l'organisation requiert l'existence d'un ensemble de conditions et d'exigences qui garantissent le succès de cette approche et la réalisation de ses objectifs. Parmi les plus importantes de ces exigences, nous mentionnons :

### **I.5.1 L'engagement et la motivation des cadres supérieurs et l'implication des employés**

Comme on l'en a pu voir avec Toyota, les dirigeants étaient volontaires pour étudier et se former auprès de leurs concurrents afin de repérer leurs éventuelles lacunes et pouvoir repenser leur processus de production. De plus, ils ont fait preuve d'un grand sens du leadership en encourageaient activement la participation des employés dans la création de leur nouveau

système de production. Ce faisant, ils ont instauré un environnement de travail axé sur l'amélioration continue et la communication efficace, dans lequel les employés avaient le sentiment de faire partie de quelque chose de plus grand que leurs tâches journalières.

### **I.5.2 Investissement dans la formation des employés**

Sans connaissances sur le Lean, une entreprise a peu de chances de réussir sa mise en œuvre. Des séances de coaching et de formations doivent être organisées pour transmettre aux employés la nouvelle façon de penser et de fonctionner, et leur enseigner pourquoi il est essentiel de s'améliorer en permanence et de placer la qualité et la satisfaction du client au centre de la production. En d'autres termes, l'explication de la raison pour laquelle le Lean est synonyme de changement pour le mieux. Comprendre le pourquoi est aussi important qu'apprendre le comment.

### **I.5.3 Adoption des outils et des méthodes Lean**

Enfin, l'application des outils et méthodes Lean. Les outils et méthodes Lean mentionnés dans ce premier chapitre étaient, entre autres, l'élimination des gaspillages, le JIT, le Jidoka, le Kaizen, le VSM, et les 5S. Les outils et les méthodes sont efficaces et nécessaires pour réussir la mise en œuvre du LM dans une usine, mais ils ne sont pas suffisants en soi ; les deux autres facteurs de réussite doivent compléter les outils et les méthodes.

## **I.6 CONCLUSION**

Le Lean est une philosophie qui intègre un ensemble de principes, d'outils et de techniques dans les processus de production afin d'optimiser le temps, les ressources, les actifs et la productivité, tout en améliorant le niveau de qualité des produits et services offerts aux clients. Toutefois, l'engagement des dirigeants, l'implication des employés, la communication efficace, la volonté de toujours s'améliorer, et les capacités d'analyse et de résolution de problèmes, tous ces facteurs sont essentiels à l'application de la pensée LM. Ce premier chapitre nous a permis de mieux assimiler le concept du Lean avant d'aller de l'avant avec une mise en œuvre pratique.

## CHAPITRE II

## II.1 INTRODUCTION

Afin d'appliquer l'approche LM, une analyse approfondie du système de production étudié doit être réalisée. Ceci est important pour bien comprendre les différentes opérations qui constituent l'ensemble du processus et pouvoir identifier les éventuels dysfonctionnements. Pour réaliser mon étude et mettre en œuvre l'approche Lean, j'ai effectué mon stage au sein d'une entreprise algérienne qui produit des emballages en carton ondulé, Maghreb Emballage.

## II.2 PRESENTATION DE LA SOCIETE

### II.2.1 Principaux domaines d'activités

Maghreb emballage est spécialisée dans la production et la transformation du carton ondulé dans toutes ses dimensions et ses formes. L'entreprise compte plus de 700 employés dont une équipe d'ingénieurs et techniciens formés dans le domaine de la maintenance et de la qualité, répartis sur 03 sites de production sur une surface de 50.000 m<sup>2</sup> à Oran et sa banlieue. Maghreb emballage est présente dans tous les secteurs d'activité et couvre l'ensemble du territoire national et assure un service de proximité au quotidien, avec des représentations au centre à l'est et à l'ouest du pays. [22]

### II.2.2 Organisation de l'usine situé à El Karma

L'usine comprend un magasin de matière première, une chaudière et une cuisine de colle qui représentent l'alimentation de l'onduleuse, une zone de production, une zone de transformation, puis la partie finition et expédition. L'usine est également dotée d'un magasin de pièces de rechange, un service de préparation de clichés, un autre pour la préparation des formes de découpage, et une station d'encre.

A la réception de la commande, le bureau d'études et le commercial se chargent d'établir une étude précise de la commande et de créer une fiche de produit (type de papier, dimensions, forme de découpe, cliché d'impression...) qui répondent aux exigences du client.

Le service planning et ordonnancement des commandes prépare l'ordre de fabrication en respectant les critères suivants :

- Même type de cannelure.
- Même composition.
- Même laize (largeur) de bobine.

### II.2.3 Le Processus de fabrication des emballages en carton ondulé

#### II.2.3.1 Généralités sur le carton ondulé

Le carton ondulé est constitué de l'assemblage par encollage de papiers de couverture plane maintenus à équidistance par des papiers de cannelure de forme ondulée dont l'épaisseur

des profils varie de 1 mm environ à 8 mm et dont le poids moyen est de 575g/m<sup>2</sup>. Les feuilles planes externes sont appelées « couvertures ». Les feuilles planes internes sont appelées « médianes ». Les feuilles ondulées formant entretoises sont appelées « cannelures ».

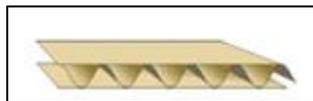
Les couvertures participent à la résistance mécanique et climatique de l'emballage et servent de support de communication et/ou d'information. Les cannelures assurent la rigidité de l'emballage mais aussi une élasticité maximale puisqu'elles servent d'amortisseurs en cas de chocs. [23] Pour offrir le maximum d'utilisations, le carton ondulé se décline sous de nombreuses formes dont les principales sont :

- Simple Face : une couverture unique avec une cannelure solidarisée par un joint de colle.



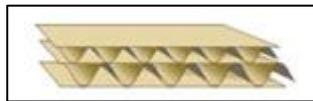
**Figure 2.6 :** Carton Ondulé Simple-Face

- Double Face : une seconde couverture s'ajoute à la simple face.



**Figure 2.7 :** Carton Ondulé Double-Face

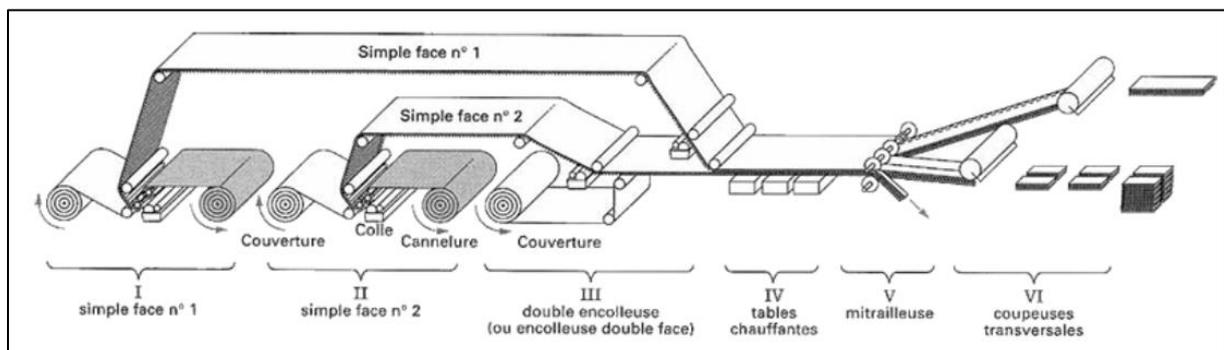
- Double Cannelure ou Double-Double : 3 Simple-Faces s'associent à une couverture.



**Figure 2.8 :** Carton Ondulé Double-Double

### II.2.3.2 Le processus de Fabrication du carton ondulé

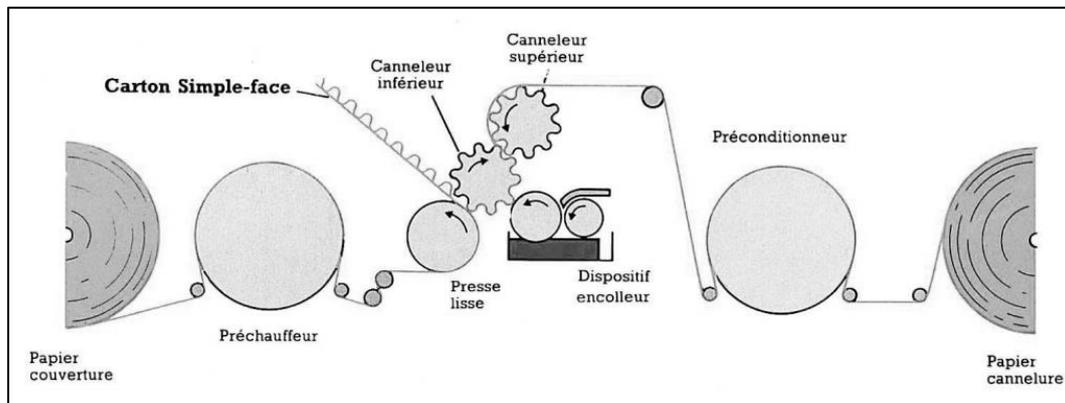
Le carton ondulé est produit par des machines appelées onduleuses. Ces machines très techniques peuvent produire jusqu'à 400 mètres de carton ondulé par minute. Les réglages dont elles disposent permettent de faire varier les ondulations des cannelures en fonction des usages auxquels est destiné le carton ondulé.



**Figure 2.9 :** Vue générale schématique d'une onduleuse.

La description de base du processus est la suivante :

- Les bobines de papier sont montées sur des supports de déroulement et tirées dans la machine au niveau de la partie humide de l'onduleuse.
- Le papier support est traité à la chaleur et à la vapeur, ce qui le rend plus souple et lui permet de prendre la forme de cannelures sur les cylindres cannelés.
- Les cylindres cannelés (cylindres en forme d'engrenage) façonnent le matériau en une structure cannelée.
- De la colle est appliquée sur les extrémités des cannelures et le premier liner (également traité à la vapeur et à la chaleur) est pressé sur la colle du support cannelé.
- Sous l'effet de la chaleur, de la pression et de la vapeur, l'adhésif forme un gel qui crée une liaison entre les deux papiers. C'est ce qu'on appelle un carton simple face.
- La bande simple face passe ensuite dans l'onduleuse jusqu'à la station double face, où une deuxième couverture est appliquée en ajoutant de l'adhésif aux extrémités cannelées de l'autre côté du support.
- Le carton passe sur des plaques chauffées dans une section de plaques chauffantes.
- Lorsque les planches sortent de la section des plaques chauffantes, elles sont découpées en plaques qui répondent aux exigences du client.



**Figure 2.10 :** Le Principe d'une Onduleuse

### II.2.3.3 Le processus de Transformation du carton ondulé

Une fois passées par l'Onduleuse, les plaques de cartons sont acheminées vers les machines de Transformation pour le découpage et l'impression. La plaque est imprimée entre deux cylindres (porte-cliché et contrepartie). Le cliché est en relief avec l'encre sur les parties en saillie. C'est le procédé d'impression le plus couramment utilisé pour les emballages en carton ondulé. Maghreb Emballage dispose entre autres :

- D'un parc de 4 machines dernière génération « case maker » pour la fabrication des caisses dite américaines à rabats.

- D'une DRO 1628 NT dernière génération avec une impression haute définition.
- 5 couleurs pour la découpe rotative.
- D'une table de découpe assistée par ordinateur de la marque ESKO destinée à la modélisation et la réalisation de tout type de prototypes et d'échantillons destinés aux clients pour validation avant passage à la production industrielle.

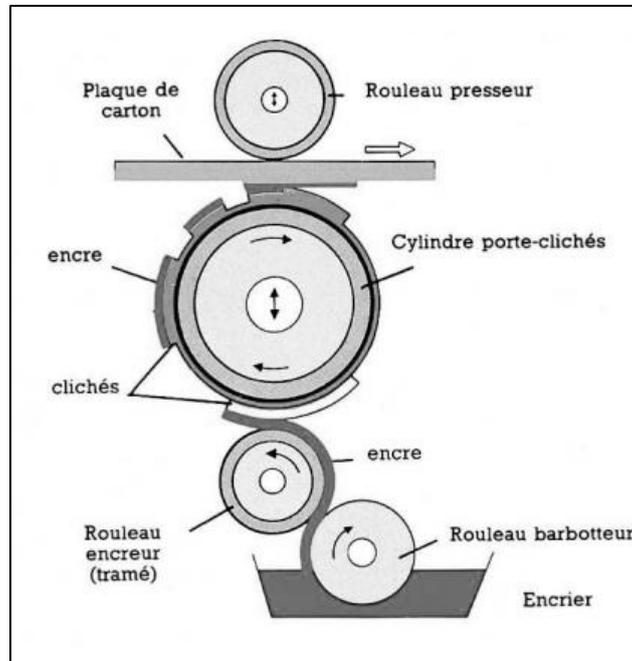


Figure 2.11 : Le procédé d'impression.

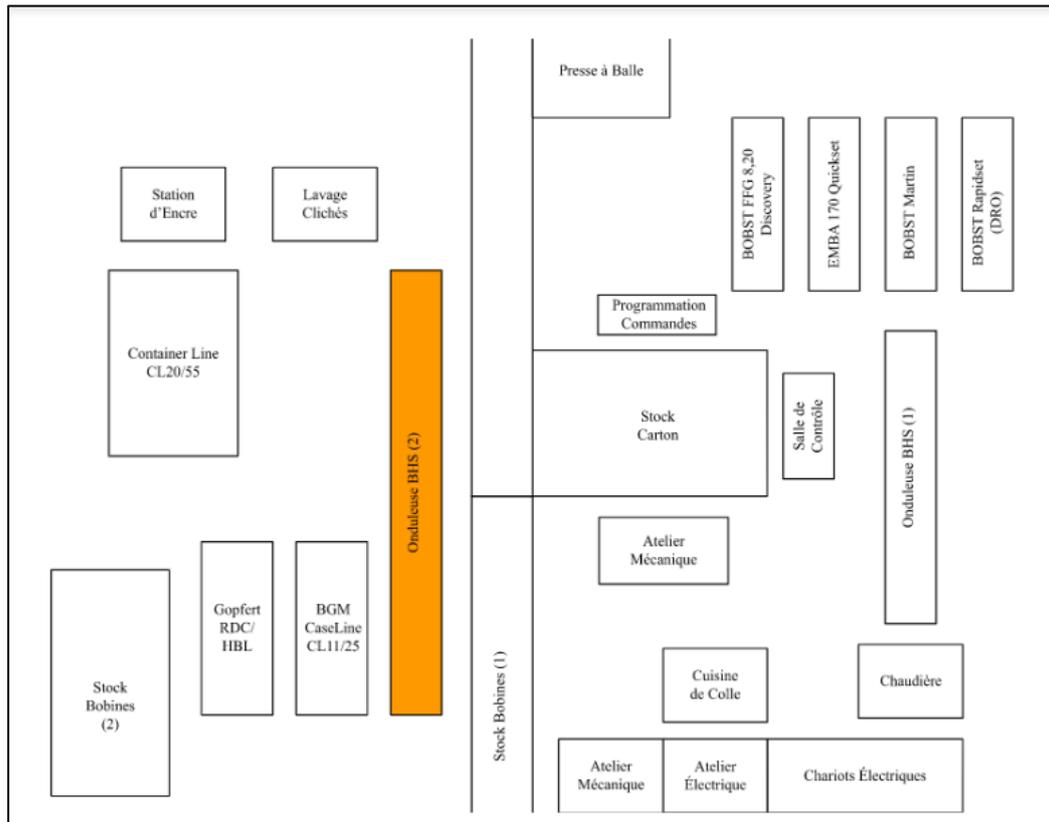
### II.3 ETUDE DU PROCESSUS DE PRODUCTION ET DETECTION DES DYSFONCTIONNEMENTS POTENTIELS AU NIVEAU DE L'ONDULEUSE

L'onduleuse étudiée est une installation BHS récente (2021) de fabrication allemande. Elle permet de traiter une large gamme de laizes et est très efficace pour la production par lots. Avec une largeur de travail maximale de 2 800 m et des composants durables conçus pour un fonctionnement 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, cette ligne peut atteindre des volumes de production mensuels de 15 millions de m<sup>2</sup>.

Pour évaluer l'état actuel, nous devons collecter les données et les informations relatives au processus en parcourant le flux de production (Fig. 12) et en interrogeant les personnes qui effectuent les tâches. Un Gemba Walk, un mot japonais qui représente l'endroit où les activités se déroulent, est nécessaire car il permet de connaître la réalité des organisations, par l'observation directe et l'implication avec les employés qui exécutent les processus. Le Gemba Walk est bénéfique pour deux raisons :

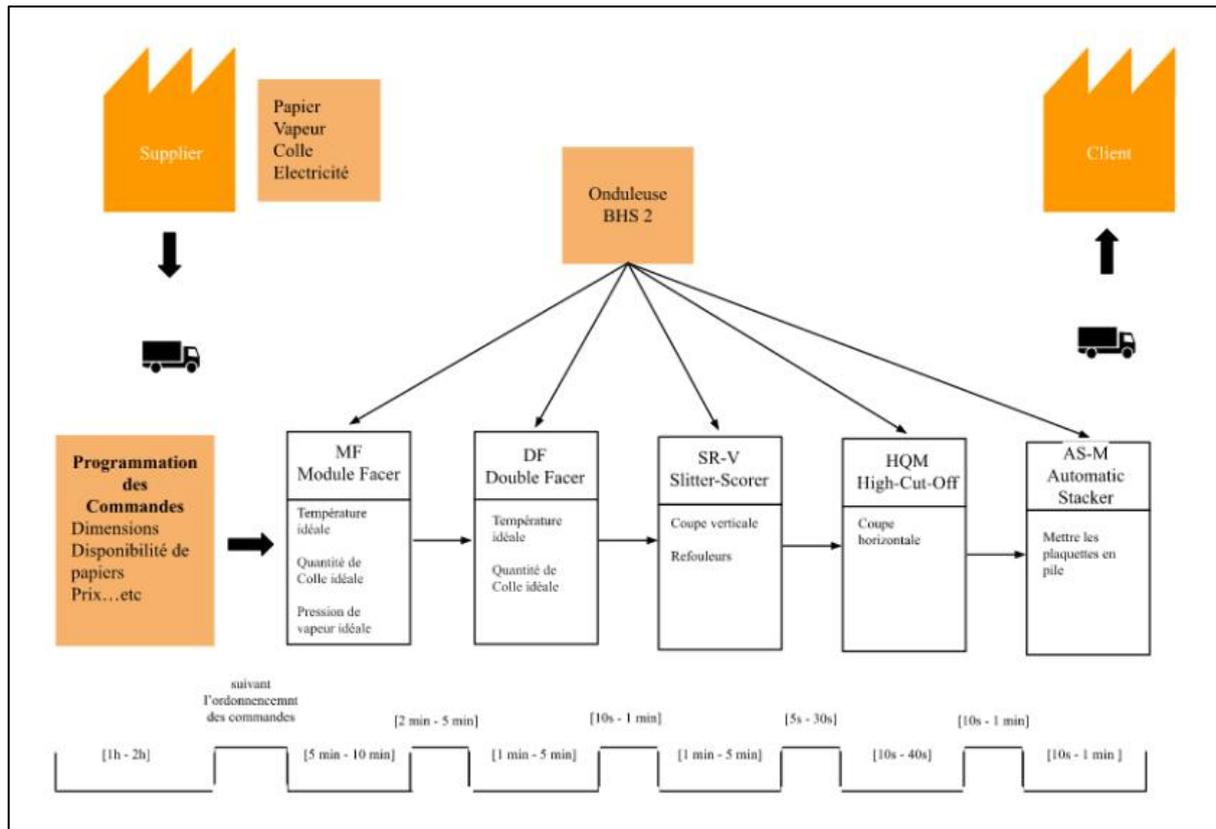
- Nous aurons l'occasion de voir l'ensemble du processus et de repérer de manière plus efficace ce qui peut être amélioré.
- Les personnes qui effectuent le travail (par exemple, les opérateurs, les assembleurs, les techniciens) peuvent mieux nous clarifier la façon dont les tâches sont effectuées.

Il n'est pas nécessaire que les informations recueillies soient parfaites ou excessivement détaillées, tant que les données fournissent une image relativement claire des principaux problèmes.



**Figure 2.12** : L'organisation de l'usine.

Après deux semaines de formation sur le processus de production, j'ai eu l'occasion de parcourir personnellement le flux de production au niveau de l'onduleuse (2), le VSM ci-dessous a été utilisée pour comprendre le processus de l'onduleuse et identifier une opportunité d'amélioration. Cela m'a amené à observer un très grand volume de produits finis défectueux. En demandant à l'équipe de production de me communiquer les données disponibles relatives au contrôle qualité lié à ce problème, il s'est avéré qu'aucune étude n'avait été menée jusqu'à présent.



**Figure 2.13** : Le VSM du processus de l'onduleuse.

Cela signifie que, dans l'état actuel du processus de production, il n'y a pas de retour d'information, de feedback, de la part du service de contrôle qualité, ni d'outils disponibles pour étudier les éléments à l'origine des défauts. Dès qu'un défaut est détecté, il est directement éliminé du processus de production et expulsé vers la presse à balle sans qu'aucune étude ne soit menée à ce sujet.

Comme indiqué dans le premier chapitre concernant les principes du Lean, les défauts sont considérés comme l'un des 7 gaspillages dans les systèmes LM. Les défauts font référence à un produit qui s'écarte des normes de sa conception ou des attentes du client. Les produits défectueux constituent un gaspillage de manipulation, de temps, de ressources et d'efforts. Ils ajoutent donc des coûts supplémentaires aux opérations sans apporter de valeur au client. C'est pourquoi, leur élimination est indispensable. C'est précisément le problème sur lequel notre étude se focalisera.

Pour réduire ou éliminer les gaspillages tels que les défauts, dans une entreprise de production, le LM propose 25 méthodes, techniques ou outils [24]. Certains d'entre eux sont les 5S, le juste-à-temps, Kaizen, et le cycle Plan-Do-Check-Act (PDCA).

Comme notre stage n'est que pour une durée d'un mois, et qu'il ne restait que deux semaines, et que de plus, aucun historique de données relatives au contrôle qualité n'est disponible, la solution la plus adaptée à ce genre de situation est de faire appel à l'outil Kaizen.

### II.3.1 L'évènement Kaizen

Kaizen est la combinaison de deux mots japonais : Kai, qui signifie changement, et zen, qui signifie bien. Lorsqu'ils sont réunis, leur sens peut se traduire par une amélioration continue, harmonieuse et constante. L'objectif est d'atteindre un grand succès et une grande qualité grâce à des améliorations simples mais continues. [25]

Le kaizen se concentre sur les petits pas, qui mènent à de grandes améliorations. On considère qu'aucune idée n'est trop petite, et que chaque mouvement, même le plus petit, pour le mieux, contribue à l'entreprise. Les solutions Kaizen ne nécessitent généralement pas de grands investissements financiers, elles ne sont pas risquées, et on s'attend donc à ce qu'elles soient de plus en plus répandues [26]. Voici quelques valeurs fondamentales du Kaizen [27] :

- Garder les choses telles quelles a un impact négatif sur l'entreprise. Tout change, et pour une entreprise prospère, il est nécessaire de s'adapter à ces changements.
- L'amélioration doit être quotidienne. Les possibilités d'amélioration sont illimitées et ne devraient jamais cesser.
- Si quelque chose ne fonctionne pas, il faut la réparer. Le pire est d'ignorer l'erreur car les dégâts ne font qu'être amplifiés.
- Chacun doit pouvoir participer aux améliorations de l'entreprise. Chaque employé représente une partie du puzzle et ce n'est qu'en travaillant ensemble que l'on peut obtenir de bons résultats.
- Le kaizen stimule l'économie de l'entreprise. Il impose des solutions pour lesquelles la mise en œuvre de l'entreprise ne doit pas dépenser beaucoup d'argent et qui lui permettent de faire de meilleures affaires.

#### II.3.1.1 L'émergence du Kaizen

Bien qu'il soit issu du système de valeurs et de la culture traditionnels du Japon (du XVIIe au milieu du XXe siècle), le kaizen est en fait une philosophie d'entreprise moderne. Elle a vu le jour et s'est développée au Japon peu après la fin de la Seconde Guerre mondiale, à la fin des années 1940. L'économie japonaise continuait à se remettre des opérations de guerre et les ressources étaient rares. Les États-Unis ont joué un rôle important dans la reconstruction du Japon. Dans le cadre de l'aide globale, les experts et les industriels japonais ont eu l'occasion de se familiariser avec les concepts de fabrication américains modernes et les efforts visant à améliorer l'efficacité du travail. Étant donné que les ressources du Japon étaient minimes, les

dirigeants des grandes entreprises japonaises ont compris qu'il fallait en tirer le meilleur parti et organiser au mieux le processus de production afin de maximiser les économies et donc la rentabilité. En faisant progresser la production, ils sont allés quelques pas plus loin que les entreprises américaines [28]. Cette philosophie, née au Japon, a été appliquée avec succès dans le monde entier. Le plus méritant est Masaaki Imai, le père de la philosophie Kaizen, et le fondateur et directeur du Kaizen Institute Consulting Group. Masaki est également l'auteur du livre : "Kaizen : La clé du succès des entreprises japonaises", le premier livre dans ce domaine à populariser ce terme dans le monde entier. L'Institut a été fondé en 1986, dans le but d'aider les entreprises du monde entier à se familiariser avec les concepts, les systèmes et les objectifs de la philosophie commerciale japonaise. Aujourd'hui, cet institut possède des antennes dans plus de 30 pays du monde entier et emploie plus de 400 consultants qui réalisent des projets dans plus de 50 pays du monde. En 2011, une fusion avec Gemba Research Company a été réalisée, renforçant encore la capacité professionnelle de l'entreprise. C'est un pionnier, un innovateur et un groupe de conseil de premier plan qui fournit des services dans le domaine de l'amélioration des processus d'entreprise et de l'excellence opérationnelle. L'Institut organise des formations sur site, des consultations, des événements publics et des séminaires [29].

#### **II.3.1.2 Termes de base et implémentation du Kaizen**

- Gemba (lieu réel) est l'endroit où le processus se déroule. Dans la production, c'est une usine. Dans le Kaizen, aller au Gemba est considéré comme crucial pour le succès d'une entreprise. Si les managers se fient uniquement aux rapports reçus des travailleurs, cela peut entraîner une mauvaise prise de décision, car ces rapports peuvent ne pas être exacts [30].
- Gembutsu (chose réelle) désigne l'équipement, le matériel, le produit ou tout autre objet physique impliqué dans le processus. Toutes ces entités doivent être correctement entretenues et prises en charge. En cas d'erreurs, elles doivent être rapidement éliminées [30].
- Genjitsu (faits réels) désigne les actifs intangibles (non matériels) d'une entreprise. Il s'agit de données, de caractéristiques, de faits, d'informations, de savoir-faire, d'innovation, de culture d'entreprise, de travail d'équipe, d'image, etc. Dans le contexte actuel, ces actifs ont une valeur croissante car, à l'heure actuelle, il est crucial de disposer de la bonne information au bon moment pour mener à bien son travail. Par conséquent, les entreprises investissent de plus en plus de bénéfices dans la connaissance, la formation et l'apprentissage continu [30].

Kaizen a établi 5 principes de base. Le premier principe est le suivant : chaque fois que quelque chose ne fonctionne pas ou qu'une anomalie se produit, il faut d'abord aller au Gemba. Le deuxième principe dit que le Gembutsu doit être vérifié - inventaire, machines, outils. Si l'on ne trouve toujours pas la raison de ce qui ne va pas, on se demande pourquoi, non pas une fois, mais cinq fois. Souvent, la première réponse n'est pas la cause première. Le troisième principe consiste à prendre des contre-mesures. Le quatrième principe est d'éliminer la cause profonde du problème. Enfin, le cinquième principe est qu'une fois la cause identifiée, une norme doit être établie pour éviter qu'elle ne se reproduise. La mise en œuvre du Kaizen implique de suivre les étapes suivantes :

- Rejeter les vieilles idées conventionnelles et réfléchir à la manière de faire quelque chose, et non pas à la raison pour laquelle on ne peut pas la faire.
- Ne pas faire d'exceptions et chercher des excuses et des justifications. Commencer par poser des questions sur les habitudes, les pratiques et les coutumes actuelles.
- Ne pas rechercher ou exiger la perfection. Si l'on commet une erreur, il ne faut pas la dissimuler mais essayer de la corriger immédiatement et, si nécessaire, demander l'aide de collègues.
- Ne pas dépenser des sommes importantes pour le Kaizen, mais réfléchir. Chercher la cause profonde en posant cinq fois la question "pourquoi".
- Les idées Kaizen sont infinies.

### **II.3.1.3 La Méthodologie Proposée**

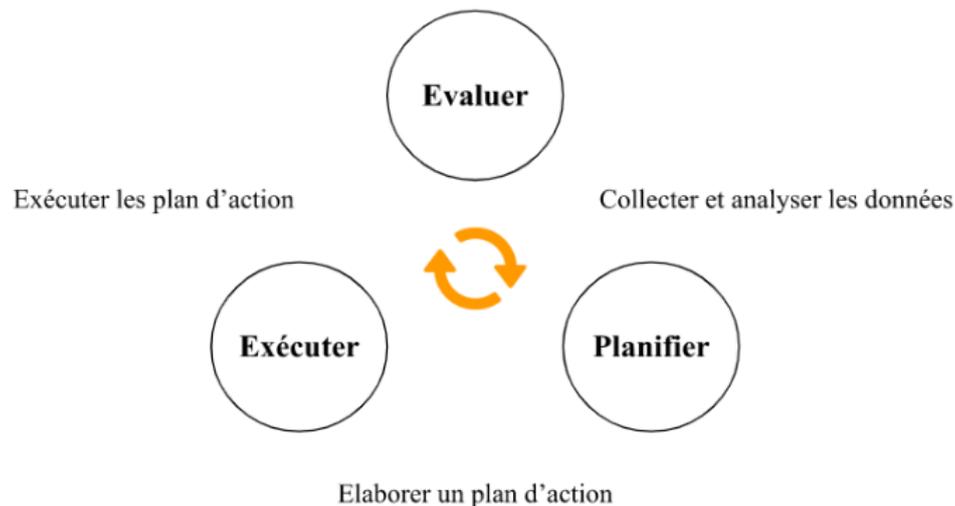
En consultant d'autres études de cas au sujet de l'application du LM portant sur le contrôle qualité à l'aide de Kaizen, j'ai trouvé que souvent, le kaizen est appliqué en suivant le cycle PDCA ou la roue de Deming. Mais comme il n'y a pas d'historique de données et que ma durée de stage est très limitée, j'ai pensé à un autre modèle de résolution de problème adapté à cette situation. La méthode de mise en œuvre Kaizen proposée sera décrite en utilisant le terme EPE (Fig. 14) dont les étapes sont les suivantes :

E : Évaluer : Examiner l'état des lieux. Collecter et analyser les données.

P : Planifier : Mettre en œuvre un plan d'action.

E : Exécuter : Exécuter le plan.

E : Ré-Évaluer : Revoir et analyser, recommencer.



**Figure 2.14** : Le cycle EPE.

Cette méthode est une tentative ou un test de changement. Il s'agit d'un cycle continu qui est constamment répété. Ce n'est que de cette manière que des progrès permanents et à long terme sont possibles. Les éléments de base d'un EPE dans un contexte de contrôle qualité sont les suivants :

- **Évaluer**

L'observation de processus (Process Observation) est une méthode de collecte de données qui permet à un observateur (gestionnaire, expert, analyste) d'étudier un processus particulier et d'obtenir un aperçu de ses principales caractéristiques du processus, telles que l'état actuel, le niveau de performance, les problèmes, etc. Cette méthode permet d'analyser les processus, les activités ou les comportements humains afin de déterminer les problèmes qui compromettent l'efficacité des processus. Le terme est utilisé dans diverses méthodologies de gestion de projet, notamment Kaizen. Cette phase est donc composée de deux étapes : la collecte de données, puis l'analyse de ces données. Pour cela, un outil nous sera utile : l'outil Pareto.

Pour effectuer ces étapes de manière optimale, il est nécessaire de faire appel à des outils de qualité. Ces outils qualité peuvent aider essentiellement à analyser le problème et à définir les actions à mettre en œuvre [38]. Parmi les outils qualité les plus utilisés par les entreprises, on trouve les 5S, le brainstorming, le diagramme de Pareto, l'organigramme, les histogrammes, le SMED, et le Poka-Yoke. Dans ce travail, les outils graphiques du diagramme de Pareto et de l'organigramme, ainsi que le brainstorming seront employés. [38]

Également appelé : Diagramme de Pareto, analyse de Pareto, règle des 80-20. Le diagramme de Pareto est un type particulier de graphique à barres dans lequel chaque barre

représente une catégorie ou une partie différente d'un problème [31]. Il a été développé lorsque le scientifique italien Vilfredo Pareto a découvert que 80% des biens étaient détenus par 20% des personnes en Italie [32]. Ce type de graphique illustre la fréquence de distribution de données décrites classées en catégories. Ces catégories sont placées sur l'axe horizontal et les fréquences sur l'axe vertical [31,32]. Les catégories doivent être en ordre descendant de gauche à droite, tandis que le pourcentage cumulé des fréquences est représenté par une ligne. Les barres les plus élevées représentent les catégories qui contribuent le plus au problème. Les diagrammes de Pareto permettent d'identifier l'influence de certains facteurs spécifiques sur un problème par rapport à d'autres facteurs, c'est-à-dire que les diagrammes de Pareto permettent d'identifier les meilleures opportunités d'amélioration.

En résumé, on peut affirmer qu'un nombre restreint de causes sont responsables de la plupart des conséquences. De cette manière, il est possible d'améliorer la situation en identifiant les 20% d'éléments qui exercent une influence déterminante sur le phénomène analysé et constituent 80% d'une caractéristique donnée. Le diagramme de Pareto apporte les avantages suivants [31] :

- Il décompose un problème en catégories ou en facteurs.
- Il identifie les catégories clés qui contribuent le plus à un problème spécifique ; cela signifie qu'il faut donner la priorité aux problèmes vitaux plutôt qu'aux problèmes mineurs.
- Il montre où il faut centrer les efforts.

La revue de la littérature [33, 34, 35, 36, 37] montre que le diagramme de Pareto est un outil utile pour détecter les défauts les plus fréquents dans un processus ou un produit. Par conséquent, nous avons choisi le diagramme de Pareto pour détecter les défauts les plus fréquents dans le processus de l'onduleuse 2.

#### ▪ **Planifier**

Une fois que nous avons bien compris le déroulement du processus, que les données nécessaires ont été mesurées et analysées, et que les principales causes de défauts ont été détectées, il faut établir un plan d'action décrivant les étapes à suivre pour atteindre nos objectifs. Un élément important est la sensibilisation de tous les employés.

#### ▪ **Exécuter**

Nous assurons le suivi du plan d'action. Les autres étapes de la mise en œuvre comprennent la documentation, le respect des procédures opérationnelles et la mise en place de lignes de communication internes et externes.

- **Ré-Évaluer**

Nous surveillons les opérations pour évaluer si les objectifs et les cibles sont atteints. Dans le cas contraire, l'entreprise prend des mesures correctives. Nous examinons les résultats de l'évaluation. Le plan est alors révisé pour optimiser l'efficacité de l'EPE. L'étape de révision crée une boucle d'amélioration continue pour une entreprise, ce qui est l'essence même du Kaizen.

## **II.4 Conclusion**

Kaizen est une philosophie Lean japonaise fondée sur la recherche de l'amélioration continue. Elle repose sur le fait que rien n'est parfait et doit être constamment amélioré et mis à jour. La philosophie de base du Kaizen est fixe, tandis que les outils et les techniques permettant de mettre en œuvre cette philosophie peuvent évoluer dans le temps, être complétés et perfectionnés. L'objectif de ce chapitre est de développer une méthodologie suivant la philosophie Kaizen pour réduire les défauts et améliorer la qualité des produits. L'élément clé de la production Lean est la simplicité et l'efficacité. La méthode EPE peut servir d'outil pour aider les entreprises et les employés à mettre en œuvre des projets Kaizen. Cette méthodologie se concentre sur la participation du travailleur à l'analyse et au développement des améliorations liées à son lieu de travail. Comme mentionné précédemment, le Kaizen consiste davantage à réfléchir et à rechercher des solutions innovantes qu'à réaliser de grands investissements financiers. Cela permet de réaliser de grandes économies et d'améliorer considérablement tous les processus de l'entreprise à long terme.

## CHAPITRE III

### III.1 INTRODUCTION

Les défauts sont considérés, comme évoqué dans le premier chapitre, un gaspillage dans les systèmes LM qui affecte négativement les délais de livraison, le coût et la qualité des produits, conduisant les entreprises manufacturières à faire face à une situation critique avec les clients.

En effet l'un des principaux objectifs du LM est de garantir une qualité optimale au moindre coût en plaçant le contrôle de la qualité au centre du processus de production. La philosophie Lean permet aux organisations d'identifier et d'éliminer les gaspillages grâce à l'application de divers outils.

Ce chapitre vise à appliquer le modèle de résolution de problèmes, proposé dans le chapitre précédent, EPE (Évaluer, Planifier, Exécuter), basé sur la philosophie Kaizen, un des fondements du LM, en intégrant également les autres outils Lean. Afin de valider la méthodologie développée, EPE a été mis en œuvre dans une entreprise de fabrication d'emballages en carton ondulé située à Oran, en Algérie.

### III.2 APPLICATION DU CYCLE EPE (EVALUER, PLANIFIER, EXECUTER) POUR REDUIRE LES DEFAUTS

Le défaut est un écart de performance entre un résultat souhaité et un résultat observé.

Les défauts générés au niveau de l'onduleuse BHS 2 doivent être investigués. Il est nécessaire de déterminer les causes profondes des défauts générés dans cette zone de production.

L'attribution des défauts à leur source conduira à une définition rapide et significative de la cause première des défauts.

#### III.2.1 Méthodologie

Le cycle EPE a été appliqué pour mener à bien le projet Kaizen. Comme mentionné ci-dessus, le cycle EPE comprend 4 phases : Évaluer, Planifier, Exécuter, et Réévaluer. Les sous-sections suivantes décrivent comment chaque phase EPE a été appliquée dans ce projet.

Phase	Description
Évaluer	Collecte des données nécessaires au problème pour évaluer la performance du processus et analyser les causes profondes des défauts et les sources de variation.
Planifier	Les causes profondes étant identifiées, c'est à ce stade que des solutions au problème sont élaborées pour éliminer les défauts et accélérer les processus.
Exécuter	La mise en œuvre comprend la documentation, le respect des procédures opérationnelles et la mise en place de lignes de communication internes et externes.
Re-Évaluer	Puisqu'il s'agit d'une manière circulaire d'aborder les problèmes, après avoir exécuté le plan, nous revenons à la première étape qui est l'évaluation pour vérifier et contrôler nos progrès.

Figure 3. 15 : Description du cycle EPE

### III.2.1.1 Évaluer

Dans cette phase, le contrôle des produits a été effectué visuellement, ce qui m’a permis d’identifier les différents types de défauts et leurs fréquences par nombre de plaques sur une période de cinq jours. Les données ont été collectées manuellement dans l’usine de production au niveau de l’AS-M (l’empileur) de l’onduleuse 2.

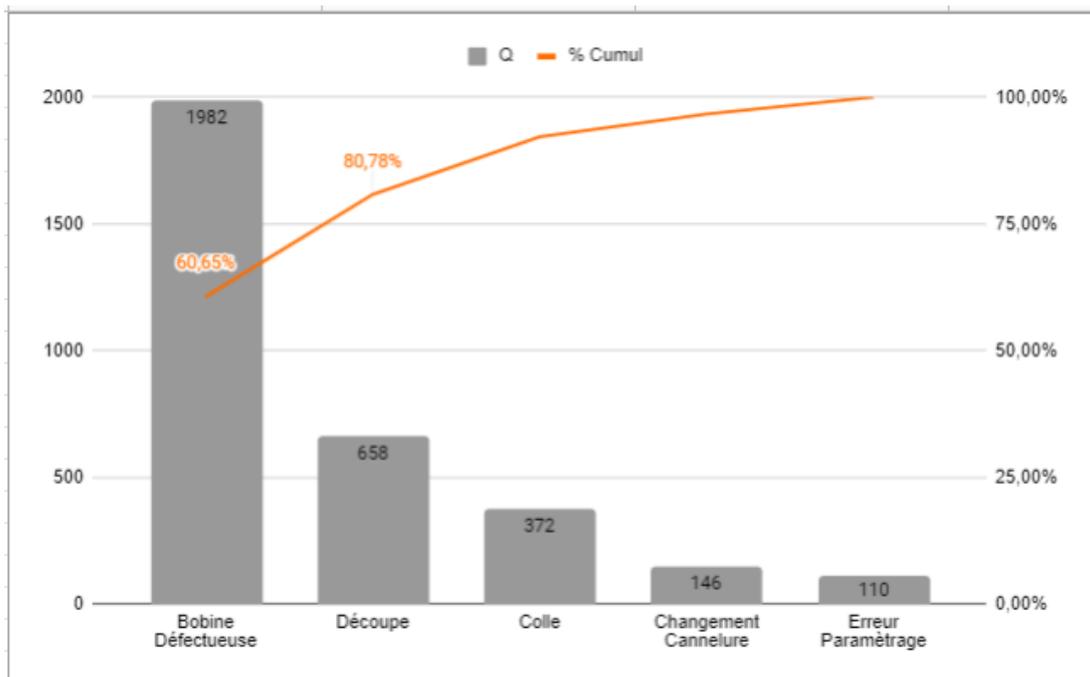
Défaut	Période					Total
	08/05/22 08:30 - 12:30	09/05/22 08:30 - 12:30	10/05/22 08:30 - 12:30	15/05/22 08:30 - 12:30	15/05/22 08:30 - 12:30	
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	
Bobine défectueuse	1350	132	135	130	235	1982
Découpe	10	36	400	82	130	658
Colle	24	168	130	-	50	372
Changement de cannelures	-	22	24	-	100	146
Erreur de paramétrage	-	-	-	-	110	110
<b>Total</b>						<b>3268</b>

Figure 3. 16 : Répertoire des défauts et leurs fréquences.

Une fois les défauts répertoriés, l'étape suivante consiste à trouver ceux qui se sont manifestés en plus grand nombre. Cette étape a été réalisée au moyen d'un diagramme de Pareto.

**Tableau 3.1 :** Tableau de Pareto.

<b>Quantité</b>			
<b>Totale : 3268</b>			
<b>Type de Défaut</b>	<b>Q</b>	<b>Cumul</b>	<b>% Cumul</b>
Bobine Défectueuse	1982	1982	60.65%
Découpe	658	2640	80.78%
Colle	372	3012	92.17%
Changement de Cannelure	146	3158	96.63%
Erreur de Paramétrage	110	3268	100.00%



**Figure 3. 17 :** Diagramme de Pareto

Nous souhaitons que seules quelques barres du côté gauche du diagramme de Pareto soient à l'origine de la plupart, disons 80 %, des problèmes. Les principaux défauts détectés dans le processus de fabrication du papier ondulé, qui représentaient 80,8 % de tous les défauts, étaient les défauts liés à la bobine de papier et de la découpe. Il est clair quelles pistes devons-nous suivre ; la matière première (bobines de papier) et le couteau au niveau de la HQM.

### III.2.1.2 Planifier

- **Brainstorming**

La Bobine défectueuse :

Ce problème a généré un nombre très élevé de plaques défectueuses, soit 1982 plaques de carton ondulé au total, ainsi que 27 mètres de papier gaspillé, soit plus de 60% du nombre total des pièces défectueuses. Ce problème a également causé un arrêt de production de 16 min au total durant les jours de collecte de données. Pour étudier cette problématique, j'ai suivi les principes du Kaizen et j'ai commencé par faire la marche Gemba pour voir comment les bobines de papier sont transportées et maniées dans l'usine. Ensuite, j'ai poursuivi avec une inspection du Gembutsu (Figure 17), dans notre cas, il s'agit des chariots élévateurs à pinces :



**Figure 3. 17** : Pince des chariots élévateurs.

Le chariot élévateur à bobines est conçu pour pincer et retourner à 360° les bobines cylindriques de papier. Il est extrêmement important de choisir la pince à bobine de papier adaptée à notre application, et le choix des patins de contact adéquats ne fait pas exception. En effet, le choix du patin approprié est crucial pour une manipulation parfaite du papier. Les bons patins de contact optimisent la force de serrage, ce qui permet de réduire les dommages.

Cette société utilise des patins universels à usage général conçus pour la manutention plupart des types de papier, toutefois, il existe une grande variété de patins destinés à des usages variés en fonction de la densité du papier.

Deux modèles de patins spécifiques permettent de réduire les forces de serrage sur les papiers et garantissent ainsi une manutention du papier sans dommages (figure 18) :



**Figure 3.18** : Les types de patins des pinces des chariots élévateurs.

Type de Patins	caractéristiques de conception
RXH Caoutchouc hachuré	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caoutchouc durable non marquant avec une surface hachurée pour éviter l'effet ventouse et augmenter la friction.</li> <li>- Protection des bords en métal pour éviter que le caoutchouc ne s'écaille.</li> </ul>
Bolt-On-UDP Urethane Profilé bombé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'uréthane est un excellent matériau de rembourrage pour les papiers difficiles à manipuler.</li> <li>- La surface ovale bombée aide à prévenir l'action des ventouses dans les climats humides, augmente la friction et la résilience de la surface du tampon.</li> <li>- Durabilité similaire à celle du caoutchouc.</li> </ul>

**Figure 3.19** : Caractéristiques des patins suggérés.

Le choix d'un patin adapté à l'application prévue est indispensable pour une manutention parfaite des bobines de papier. Ils constituent un élément essentiel de la prévention des dommages. Nous pouvons envisager ces deux options et concevoir un revêtement plus adéquat au patins déjà existants et fonctionnels afin de prévenir l'effet ventouse et réduire les points de pression et éviter de marquer la bobine sans investir dans de nouveaux patins

Il faut également souligner que l'opérateur a sa part de responsabilité dans cette problématique. En effet, la force de serrage, le contrôle de la rotation et le contrôle de

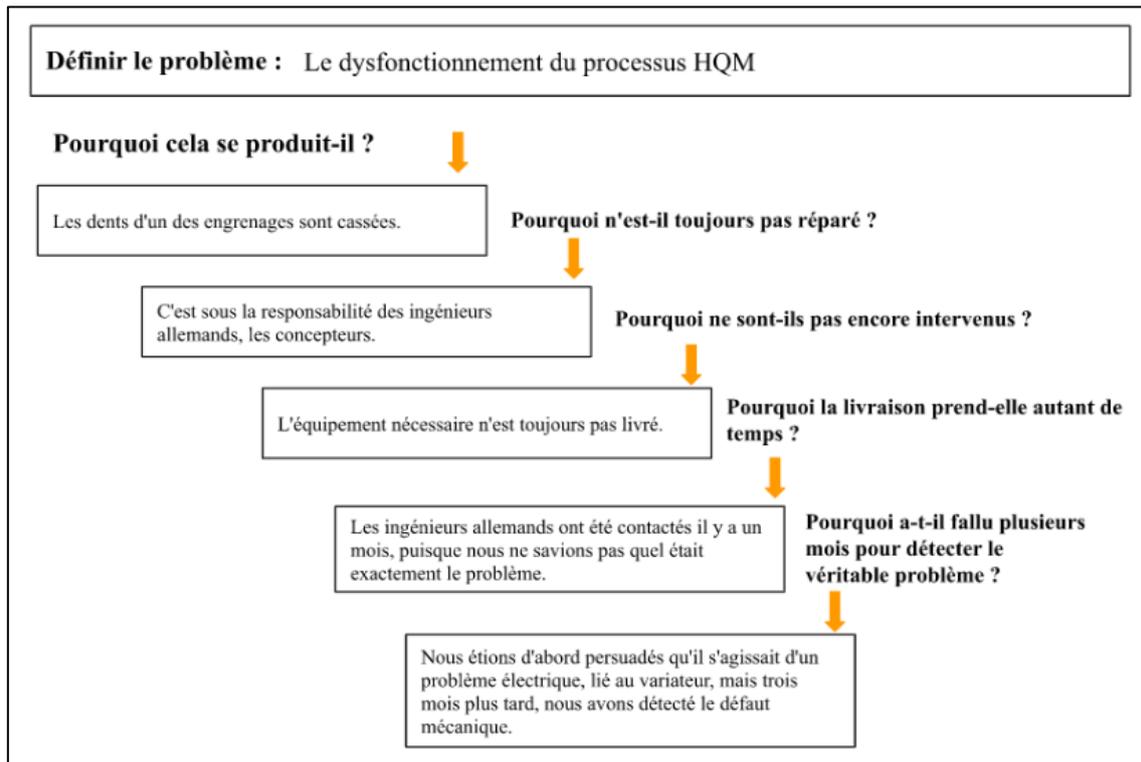
l'inclinaison participent à la déchirure et aux éraflures du papier. C'est donc un élément à prendre en considération.

Le Couteau au niveau de la HQM :

Ce problème persiste depuis plusieurs mois, depuis janvier 2022 plus précisément. Il entraîne mètres de papier gaspillé), mais il oblige également les opérateurs à travailler uniquement avec l'empileur descendant (Down Stacker) au niveau de l'AS-M, ce qui entraîne un retard important dans la production. Sans compter que cela génère une grande frustration parmi le personnel. C'est une excellente opportunité pour tester l'outil Lean des 5 Pourquoi car il est très curieux de voir que ce problème n'est toujours pas traité alors qu'il génère un grand nombre de défauts et ce depuis plusieurs mois. Pour appliquer cet outil, nous allons formuler 5 fois la question "Pourquoi" et tester la pertinence de cet outil.



**Figure 3. 20** : Engrenages défectueux au niveau de la HQM.



**Figure 3. 21 :** Application de l'outil les 5 Pourquoi.

Cette dernière réponse m'a rappelé une observation que j'ai faite au cours des deux premières semaines de mon stage, lorsque j'ai eu l'occasion d'assister à de multiples interventions de maintenance auprès des équipes électrique et mécanique. J'ai remarqué que ce conflit entre ces deux équipes revient très souvent.

Cette absence de coopération et de communication efficace au sein du service technique provoque un retard énorme dans la production, entraîne un grand nombre de défauts, et crée également des tensions entre les employés ce qui affecte l'environnement global de travail.

Dans ce type de situation, nous pouvons pratiquer le Kaizen hebdomadaire sur une durée donnée : un outil qui vise à former les équipes en organisant des réunions hebdomadaires. Outre l'avantage évident de l'amélioration du processus de production, l'organisation de ces réunions entre les deux équipes de maintenance peut favoriser la résolution de problèmes, la collaboration, et la communication et permettre aux membres de faire preuve de leadership. Le fait d'inciter les employés à identifier les problèmes et à suggérer des améliorations dans leurs espaces de travail favorise un sentiment d'appartenance à l'égard de leur activité, ce qui peut améliorer la motivation générale, le moral et la productivité. Grâce à la fréquence des réunions Kaizen, les équipes restent connectées, ce qui permet d'obtenir un niveau de contrôle et d'efficacité plus important et plus élevé.

- **Plan d'action**

La figure ci-dessous permet de donner forme à notre brainstorming et structurer les solutions suggérées :

Titre de la tâche	Suivi
<b>Gestion de Stocks</b>	
Examiner les conditions de stockage (5S)	
Sélectionner : trier et éliminer les éléments non essentiels	<input type="checkbox"/>
Situer : Ranger et ordonner le lieu	<input type="checkbox"/>
Scintiller : Nettoyer l'espace	<input type="checkbox"/>
Standardiser : Simplifier les règles de gestion de stocks	<input type="checkbox"/>
Suivre : Etablir un planning de contrôle	<input type="checkbox"/>
Planifier la maintenance des chariots élévateurs	
Examiner les patins des chariots, et concevoir un revêtement plus adéquat	<input type="checkbox"/>
Programmer la maintenance préventive des chariots élévateurs	<input type="checkbox"/>
Suivre : Contrôler le déchargement des camions	<input type="checkbox"/>
<b>Les réunions Kaizen Hebdomadaires</b>	
Programmer un jour et une horaire adaptés	<input type="checkbox"/>
Définir la structure de la réunion	<input type="checkbox"/>
Transmettre l'agenda de la réunion	<input type="checkbox"/>
Créer un engagement et une participation active	<input type="checkbox"/>
Rédiger le procès-verbal de la réunion via un rapport A3	<input type="checkbox"/>

**Figure 3. 22 : Plan d'action.**

### III.2.1.3 Exécution

La dernière étape de la mise en œuvre comprend la documentation, le respect des procédures opérationnelles et la mise en place de lignes de communication internes et externes. Un suivi est essentiel pour évaluer l'efficacité de l'EPE. L'étape de réévaluation crée une boucle d'amélioration continue, ce qui est l'essence même de Kaizen.

Cette étape n'a pas pu être achevée car elle nécessite la validation et la coopération des responsables de l'entreprise, et une période de stage prolongée pour voir les progrès. Bien que les avantages de la mise en œuvre de cette méthodologie dans l'organisation soient apparents, cela requiert le soutien des cadres supérieurs, puis celui des autres employés. Il est très important que chaque membre de l'entreprise soit engagé et que l'esprit d'équipe soit présent. Car même si le programme Kaizen ne nécessite pas de grands investissements financiers, des dispositions appropriées doivent être prises. Les avantages éventuels :

- Amélioration de la conformité.
- Conservation des ressources.
- Réduction des coûts.

- Augmentation de l'efficacité.
- Renforcement du travail d'équipe.
- Instauration de la culture de l'amélioration continue.

### **III.3 CONCLUSION**

Ce chapitre présente une mise en œuvre de la philosophie Kaizen, suivant la méthode EPE dans le but de réduire les défauts et améliorer la qualité des produits. Étant une méthodologie dynamique, l'EPE offre une multitude d'applications. Ainsi, elle est censée identifier et résoudre les problèmes dans tout type d'organisation, de manière efficace et efficiente.

Comme nous l'avons vu, le Kaizen permet d'améliorer la qualité, la productivité, la sécurité et la culture du lieu de travail. Cet outil du LM se concentre sur l'application de petits changements quotidiens qui se traduisent par des améliorations majeures au fil du temps. Le kaizen n'est pas un phénomène qui se produit une seule fois, mis en œuvre et livré immédiatement avec des résultats exceptionnels. Il s'agit d'un processus subtil et continu qui implique de petits changements permanents.

Cette étude de cas a montré que les outils Lean constituent une solution simple, efficace et peu coûteuse pour atteindre la productivité et la rentabilité, en se concentrant toujours sur l'élimination des gaspillages et l'amélioration continue des processus de production.

## CONCLUSION

### CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons passé en revue le concept de Lean Manufacturing, ses origines, ses principes et ses outils. Et pour mieux comprendre le concept, nous avons mené une étude de cas dans une usine algérienne.

Notre étude de cas nous a permis de constater que, contrairement à ce que l'on pourrait croire de loin, une marche Gemba (Gemba Walk) peut nous amener à déceler les dysfonctionnements possibles dans le processus de production.

Dans le cas étudié, le processus avait un problème lié à la qualité. Nous avons tenté, par le biais d'un événement Kaizen, l'une des bases fondamentales du lean, de détecter la cause profonde des défauts générés au niveau de l'onduleuse 2 et de les analyser pour élaborer des contre-mesures appropriées qui ne nécessitent pas un grand investissement financier. Tout cela a été fait en suivant la méthodologie EPE.

En suivant la méthodologie EPE de résolution de problèmes, plusieurs outils et techniques Lean ont été utilisés pour réduire les pièces défectueuses de l'entreprise, et par conséquent, la consommation de ressources.

Cela nous a conduit à constater que l'intégration des outils du Lean dans un cadre structuré est un moyen efficace d'améliorer considérablement les performances de production. Il est donc suggéré, pour tout projet Kaizen d'amélioration, de consacrer le temps et les efforts nécessaires pour réaliser des progrès significatifs.

## BIBLIOGRAPHIE

### REFERENCES

- [1] WOMACK, James P., JONES, Daniel T., et ROOS, Daniel. The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry. Simon and Schuster, 2007.
- [2] PRASAD, Suresh, KHANDUJA, Dinesh, et SHARMA, Surrender K. An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2016.
- [3] PANWAR, Avinash, JAIN, Rakesh, RATHORE, Ajay Pal Singh, et al. The impact of lean practices on operational performance—an empirical investigation of Indian process industries. *Production Planning & Control*, 2018, vol. 29, no 2, p. 158-169.
- [4] OHNO, Taiichi et BODEK, Norman. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press, 2019.
- [5] GRABAN, Mark et TOUSSAINT, John. *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement*. Productivity Press, 2018.
- [6] LIKER, Jeffrey K. et MORGAN, James M. The Toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of management perspectives*, 2006, vol. 20, no 2, p. 5-20.
- [7] WOMACK, James P., BYRNE, Arthur P., FIUME, Orest J., et al. *Going lean in health care*. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement, 2005.
- [8] WOMACK, James P. et JONES, Daniel T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 1997, vol. 48, no 11, p. 1148-1148.
- [9] VAN DER WAAL, Johannes WH et THIJSSSENS, Thomas. Corporate involvement in sustainable development goals: Exploring the territory. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 252, p. 119625.
- [10] RADNOR, Zoe J., HOLWEG, Matthias, et WARING, Justin. Lean in healthcare: the unfilled promise?. *Social science & medicine*, 2012, vol. 74, no 3, p. 364-371.
- [11] GARZA-REYES, Jose Arturo, KUMAR, Vikas, CHAIKITTISILP, Sariya, et al. The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 2018, vol. 200, p. 170-180.
- [12] MACHADO, V. Cruz et LEITNER, Ursula. Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2010, vol. 5, no 5, p. 383-392.

## Bibliographie

---

- [13] GRABAN, Mark et TOUSSAINT, John. Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement. Productivity Press, 2018.
- [14] SHINGO, Shigeo et ROBINSON, Alan. Modern approaches to manufacturing improvement: the Shingo system. Routledge, 2017.
- [15] STROTMANN, Christina, GÖBEL, Christine, FRIEDRICH, Silke, et al. A participatory approach to minimizing food waste in the food industry—A manual for managers. Sustainability, 2017, vol. 9, no 1, p. 66.
- [16] SILVA, Adriana S., MEDEIROS, Carla F., et VIEIRA, Raimundo Kennedy. Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. Journal of cleaner production, 2017, vol. 150, p. 324-338.
- [17] TAJRA, F. S., LIRA, G. V., RODRIGUES, Â. B., et al. PDCA as associated methodological Audit Health: report of Sobral-Ceará. Mag. Tempus Actas Collect Heal, 2012, vol. 8, p. 202-215.
- [18] SANGPIKUL, Aswin. Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 2017, vol. 21, p. 83-87.
- [19] DE QUEIROZ ALBUQUERQUE, A. C. R. Evaluation of the Application of the PDCA Cycle in Decision-Making in Industrial Processes; Federal University of Pará: Belém, Brazil. 2015.
- [20] MARUTA, Rikio. Maximizing knowledge work productivity: a time constrained and activity visualized PDCA cycle. Knowledge and process Management, 2012, vol. 19, no 4, p. 203-214.
- [21] HARMON, Paul. Business process change: a business process management guide for managers and process professionals. Morgan Kaufmann, 2019.
- [22] [https://www.maghrebemballage.com/fr/presentation\\_maghreb\\_emballage/](https://www.maghrebemballage.com/fr/presentation_maghreb_emballage/)
- [23] <https://www.cartononduledefrance.org/materiau-et-innovation/materiau-carton/>
- [24] KARAM, Al-Akel, LIVIU, Marian, CRISTINA, Veres, et al. The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. Procedia Manufacturing, 2018, vol. 22, p. 886-892.
- [25] PAPIC, Lj. Quality management. Research Center for Quality and Reliability Management, 2011, pp. 78.

## Bibliographie

---

- [26] ÁLVAREZ-GARCÍA, José, DURÁN-SÁNCHEZ, Amador, DEL RÍO, María de la Cruz, et al. Systematic bibliometric analysis on Kaizen in scientific journals. *The TQM Journal*, 2018.
- [27] NEŠIĆ, Bratimir, VASOVIĆ, Dejan, NEŠIĆ, Luka, et al. Processes, Examples and Experiences in Applying Kaizen Management Concept in Serbia. *PaKSoM 2019*, p. 3.
- [29] [www.kaizen.com/about-us/kaizen-institute.html](http://www.kaizen.com/about-us/kaizen-institute.html) (Accessed: 26.04.2022.)
- [30] [www.economist.com](http://www.economist.com) (Accessed: 26.04.2022.)
- [31] REYNARD, Sue (ed.). *Scatter Plots: Plain and Simple*. Oriell Incorporated, 1995.
- [32] BEHESHTI, Mohammad Hosein, HAJIZADEH, Roohalah, FARHANG DEHGHAN, Somayeh, et al. Investigation of the accidents recorded at an emergency management center using the Pareto chart: A cross-sectional study in Gonabad, Iran, during 2014-2016. *Health in emergencies and disasters quarterly*, 2018, vol. 3, no 3, p. 143-150.
- [33] VENKATESH, VISHAL, SAMSINGH, R. VIMAL, KARTHIK, PRAGADISH, et al. Application of Quality Tools in a Plastic Based Production Industry to achieve the Continuous Improvement Cycle. *Quality-access to success*, 2017, vol. 18, no 157.
- [34] ACHARYA, G. D., ACHARYA, Shailee, et SHELDIYA, Manojkumar. An application of PARETO chart for investigation of defects in FNB casting process. 2018.
- [35] CHOKKALINGAM, B., RAJA, V., ANBURAJ, J., et al. Investigation of shrinkage defect in castings by quantitative Ishikawa diagram. *Archives of Foundry Engineering*, 2017, vol. 17.
- [36] SHARMA, Heena et SURI, N. M. Implementation of quality control tools and techniques in manufacturing industry for process improvement. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2017, vol. 4, no 05.
- [37] NABIILAH, A. R., HAMEDON, Z., et FAIZ, M. T. Improving quality of light commercial vehicle using PDCA approach. *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, 2018, vol. 12, no 1 (2), p. 525-534.
- [38] SILVA, Adriana S., MEDEIROS, Carla F., et VIEIRA, Raimundo Kennedy. Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of cleaner production*, 2017, vol. 150, p. 324-338.