Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

N° d'ordre 50 /2022

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mr : BOUTAYEB Abdelouahed

Spécialité : Génie Industriel

Sujet de la thèse : CONTRIBUTION À L'EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE DANS UN CONTEXTE LEAN : UNE NOUVELLE APPROCHE DE CONCEPT LEAN MANAGEMENT- APPLICATION A L'INDUSTRIE AUTOMOBILE.

Formation Doctorale : Sciences de l'ingénieur Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique.

Thèse présentée et soutenue le 02 juillet 2022 devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Mohammed EL HAMMOUMI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Abdelmajid DAYA	PES	Faculté des Sciences et Techniques Errachidia	Rapporteur
Laila EL ABBADI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kenitra	Rapporteur
Anas CHAFI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Abdelhamid TOUACHE	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examinateur
Salaheddine KAMMOURI ALAMI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examinateur
Abdelali EN-NADI Abderrahim CHAMAT	PES PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeurs de thèse

Laboratoire d'accueil : Techniques Industrielles.
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Remerciements

Tout d’abord, je me fais le devoir d’adresser mes remerciements à dieu le tout puissant pour m’avoir donné la force, la foi, la santé, le courage nécessaire dans l’accomplissement de cette thèse.

Au moment de mettre la dernière main à ce travail, il m'est agréable de penser à toutes celles et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à sa réalisation. Ils sont nombreux à m'avoir accompagné patiemment, pour un bout de chemin, ou tout au long de mon parcours de recherche, ou encore dans des moments de recul et de distanciation par rapport à mon objet d'étude. Je tiens à leur présenter, ici, l‘expression de ma reconnaissance.

Je tiens spécialement à remercier chaleureusement les membres du jury, un à un, d’avoir accepté de rapporter et d’examiner mes travaux et de s’être déplacé à Fès, en souhaitant être à la hauteur de leurs attentes.

Durant ces années, j'ai ressenti la confiance, l'exigence, mais aussi la bienveillance de mes directeurs de thèse, les Professeurs A. EN-NADI et A. CHAMAT. Ils ont cru en mes capacités, avant de parvenir à m'en convaincre, ont accepté mes choix et m'ont accompagné dans leur concrétisation. J'ai beaucoup apprécié : l'autonomie qu'ils m'ont accordée, les défis qu'ils m'ont rapidement poussé à relever, leurs soutiens et leurs précieux conseils aux différentes étapes de ce travail. Leurs accompagnement, ponctué de critiques avisées et de judicieux conseils, tout au long des quatre dernières années, tant d'un point de vue scientifique que d'un point de vue humain, m'a permis de progresser au-delà des objectifs que je m'étais fixés et je leur en suis très reconnaissant.

Je tiens à remercier également Monsieur M. EL HAMMOUMI, Directeur du Laboratoire Techniques Industrielles et Monsieur M. IJJAALI, doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, de m’avoir donné l’opportunité de m’inscrire au Centre d’Etudes Doctorales au sein de leurs prestigieux laboratoire et établissement.

Je souhaite plus particulièrement exprimer aux Professeurs A. TOUACHE, A. BOUMANE et A. EL HAKIMI ma gratitude pour leurs soutiens constant et leurs remarques tout au long de la thèse. Ce serait un honneur de continuer à échanger autour de projets de recherche à venir.

Je remercie aussi les évaluateurs anonymes et autres chercheurs qui, aux détours de colloques, ateliers doctoraux ou échanges plus informels, m'ont permis d'améliorer mes travaux et des articles qui composent certains des chapitres de ma thèse. Le voyage de thèse conduit à de multiples rencontres, dont certaines sont plus marquantes que d'autres. Encore merci à tous mes compagnons et a toutes les personnes rencontrées au cours de ce voyage !

Je souhaiterais terminer ces remerciements en pensant à ma chère famille, mes amis et mes proches, dont les encouragements et le soutien ont été indispensables à l'aboutissement de mes études.

En fin, Je remercie tout particulièrement ma femme pour avoir toujours été présente et m’avoir soutenue, pour sa patience et sa générosité envers les obligations familiale dont je suis responsable.

Principales abréviations

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité

AT : Accidents de Travail

BI : Business Intelligence

CMIM : Caisse Mutualiste Interprofessionnelle Marocaine

CPS : Canon Production System

CS : Changement de Série

DAX: Data Analysis Expressions

DMAIC: Define; Measure; Analyze; Improve; Control

DPMO : Défauts Par Million d'Opportunités

EPI : Equipements de Protection Individuelle

GE : Grande Entreprise

IMPV: International Motor Vehicle Program

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

ISO: International Organization for Standardization

JIT: Just-In-Time

LM : Lean de Management

LMP : Lean Management Plus

LSS : Lean Six-Sigma

LTI : Laboratoire Techniques Industrielles

MOFF : Menaces – Opportunités – Forces – Faiblesses

NTIC : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

NVA : Non-Valeur Ajouté

OIT : Organisation Internationale du Travail

P.N.C : Produits non-conforme

PME : Petites et Moyennes Entreprises

PQS : Un système qualité pharmaceutique

PRISMA: Systematic Reviews and Meta-Analyses

PSA : Peugeot Société Anonyme

QCD : Qualité, Coût et Délai

QCDESE : Qualité, Coût, Délai, Ergonomie, Sécurité et Environnement

QQOQCCP : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?

SCM : Supply Chain Management

SMART : Simple, Mesurable, Acceptable, Réaliste, Temporellement défini

SMED: Single Minute Exchange of Dies

SPT : Système de Production Toyota

SPV : Système de Production Valeo

SRL : Revue Systématique de la Littérature

SWOT : Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats

TD : Taux de Disponibilité

TMS : Troubles Musculo – Squelettiques

TP : Taux de Performance

TPM : Total Productive Maintenance

TPS : Toyota Production Système

TPS : Toyota Production Système

TQ : Taux de Qualité

TRS : Taux de Rendement Synthétique

TRSP : Taux de Rendement Synthétique Plus

UMT : Union Marocaine du Travail

VA : Valeur Ajoutée

Sommaire

THESE DE DOCTORAT **1**

Remerciements ***2***

Principales abréviations ***4***

Sommaire ***6***

Introduction Générale ***12***

CHAPITRE 1. Etude et Cadre conceptuel de la recherche ***16***

Introduction **16**

Parti I : Le contexte du travail **16**

1. La thématique du manuscrit **21**

1.1. Le concept Economique et Social 21

1.2. Le conflit Economiques et Sociaux 23

1.3. Le secteur et le domaine d'étude de recherche 24

2. Le plan et la chronologie du travail de recherche suivi **24**

3. Les objectifs de l'étude de recherche **25**

3.1. Objectif 1 : Le concept de la revue littérature 26

3.2. Objectif 2 : La démarche d'étude et d'analyses des données 27

4. Supply chain management (SCM) **28**

5. Le système de production **30**

5.1. Historique du système de production 30

5.2. Définition 31

5.3. Taylorisme : 31

5.4. Fordisme : 32

5.5. Toyotisme 33

5.6. L'adoption des aspects des systèmes de production 35

5.1.1. Aspect économique et financière 36

5.1.2. Aspect Social 37

6. La performance industrielle **40**

7. retour littérature **42**

8. Synthèse et résume **43**

Parti II : Lean 44

1. Définition Lean 44

2. Les outils de Lean 45

2.1. Les 5S : 48

2.2. La méthode SMED : 50

2.3. La démarche PDCA 51

2.4. Le Poka-Yoké 52

2.5. Kaizen 52

3. Lean et le Gaspillage 53

3.1. Muda 53

3.2. Muri et Mura 55

4. L'adaptation de Lean 56

4.1. Lean Manufacturing et Lean Management 56

4.2. Lean six-sigma 57

4.3. Autres adaptations de Lean 58

4.4. L'implémentation de Lean 59

4.4.1. Les étapes et les conditions de réussite 59

4.4.2. La résistance au changement 62

5. Conclusion 63

CHAPITRE 2. Recherche et investigation statistique 65

1. Introduction 65

2. Méthodologie utilisée dans le sondage 65

2.1. Méthode et procédure d'échantillonnage 66

2.2. Conception du questionnaire 66

2.3. Choix de population : 67

2.4. Distribution du questionnaire 68

3. Résultats de l'enquête 68

3.1. Informations générales 68

3.1.1. Secteurs d'activité et Pays d'entreprises : 69

3.1.2. Les services et les métiers interrogés : 70

3.1.3. Effectif de l'entreprise 70

3.2. Profil des personnes interrogées 71

3.2.1. Type de Formation et Niveau d'Etude 71

3.2.2. Fonction ou poste 72

3.2.3. Expériences 73

3.2.4. Facteur formation « continue » des personnels 73

3.2.5. Mission et l'état de lieu des chantiers Lean 74
3.3. Le CHOIX DE L'INDICATEUR DE PERFORMANCE 74

4. Résultats et discussion 75
4.1. Corrélation des deux facteurs Ergonomie et Sécurité : 76
4.2. Corrélation des deux facteurs Ergonomie et Environnement : 77
4.3. Corrélation des deux facteurs Sécurité et Environnement : 78

5. Conclusion 79

CHAPITRE 3. Des concepts de nouveau modèle proposé (LMP) 81

1. Introduction 81

2. Analyse et discussions des données 82

3. Synthèse des avantages et des inconvénients de Lean 85
3.1. Définition 85
3.2. Matrice SWOT : Les avantages et des inconvénients de Lean 86

4. Principes de base 87
4.1. Le concept Lean : La Maison de TPS 88
4.2. Synthèse et positionnement 89
4.3. Discussion et conclusion 90

5. Présentation du nouveau Modèle LMP 91
5.1. Caractéristique du nouveau modèle LMP 91
5.2. VERS UN SYSTEME DE PRODUCTION « Socio – Economique » adapté 92
5.3. Les principes de fonctionnement de LMP 93
5.4. Démarche d'implémentation de LMP 94
5.5. Les obstacles et les contraintes de l'implémentation de Lean 96
5.6. Synthèse et Conclusion 98

6. Détermination du nouvel indicateur TRSP 99
6.1. Les indicateurs 99
6.1.1. Définitions 99
6.1.2. Choisir de bons indicateurs : SMART 101
6.1.3. Exemples des indicateurs 101
6.2. Le Taux de Rendement Synthétique TRS 102
6.3. Le Taux de Rendement Synthétique Plus TRSP 105

7. Expression de l'indicateur TRSP 106
7.1. Taux « Disponibilité, Performance, Qualité » 106
7.1.1. Disponibilité : T_D 106
7.1.2. Qualité : T_Q 107

7.1.3. Performance : T_p 107
7.2. Taux « Sécurité, Ergonomie et Environnement » 108
7.2.1. Démarche AMDEC 108
7.2.2. La Criticité C 109
7.2.3. Taux de l'Environnement 111
7.2.4. Taux d'Ergonomie 111
7.2.5. Taux de Sécurité 112
7.3. La formule finale de l'indicateur TRSP 112

8. Conclusion 113

CHAPITRE 4. Etudes de cas pratiques 114

Cas pratique 1 : Contribution de LMP - SMED à la diminution du temps de changement d'outil et l'amélioration des conditions de travail dans une GE. 114

1. Introduction 114

2. Généralité sur l'entreprise 115
2.1. Présentation du produit 115
2.2. Présentation du processus de fabrication des diaphragmes 116
2.2.1. Découpe d'une rondelle 116
2.2.2. Découpe des fentes : 117
2.2.3. Rectification 117
2.2.4. Poinçonnage central 118
2.2.5. Rayonnage 118
2.2.6. Trempe sous forme 118
2.2.7. Opération de revenu 118
2.2.8. Grenaillage 118
2.3. Contexte général du sujet 119

3. Description et analyses des besoins 120
3.1. Description du sujet de travail 120
3.2. Description et analyses du projet 121

4. Approche de résolution de problème 122
4.1. Démarche d'implémentation de LMP 122
4.1.1. Constitutions de l'équipe du chantier LMP-SMED 123
4.1.2. Étapes de mise en œuvre 123
4.1.2.1. Réaliser un état de lieu 124
4.1.2.2. Le coaching, la formation de l'équipe 128
4.1.2.3. Identifier les facteurs de performance QCDESE 128
4.1.2.4. Identifier les pistes de performance 132
4.1.2.5. Résultats et discussions 140

5. Conclusion : 142

Cas pratique 2 : Contribution de LMP– 5S au développement de l'atelier d'assemblage d'une PME de construction métallique 143

1. Introduction 143

2. Contexte Générale 143

2.1. Principes de LMP -5S 144
2.2. Description et Etude 144
2.3. Méthode 145

3. Généralité sur l'entreprise 146

3.1. Introduction 146
3.2. Présentation de la société 146
3.2.1. Unité de conception et découpe 147
3.2.2. Chaudronnerie 147
3.2.3. Mécano - soudure 148
3.2.4. Assemblage industriel 148

4. Démarche d'implémentation de LMP 148

4.1. Réaliser un état de lieu 148
4.2. Analyse de l'état de lieu : 149
4.3. Le coaching, la formation de l'équipe 152
4.4. Identifier les facteurs de performance QCDESE 152
4.4.1. Facteurs de performance QCD 153
4.4.2. Facteurs de performance ESE 154
4.5. Identifier les pistes d'amélioration 156
4.5.1. Introduction 156
4.5.2. Implémentation et Mise en place 156
4.5.3. Surveiller et Contrôler les résultats 158
4.5.4. Standardiser et pratiquer 158

5. Résultats et discussions 161

Chapitre 5 : Développement d'un Tableau de Bord « Power Performance » de gestion et de surveillance des indicateurs de TRSP 164

1. Introduction au contexte de développement du tableau de bord 164

1.1. Contexte de la pandémie COVID-19 164
1.2. Cadre de l'industrie 4.0 165

2. Concept de la plateforme 165

2.1. Introduction : Logiciel de conception 166

2.2. Objectif de Power Performance 166

3. Présentation de l'application et mode de programmation 166

3.1. Phase de préparation des données et Extraction 166

3.2. Transformation des tables par Power Query 167

3.3. Les 2 types de modélisation : 170

3.4. Calcul avec langage DAX (Data Analysis Expressions) 170

3.5. Réalisation de liaison et des relations entre modèles 171

3.6. Création des visuels et développent des interfaces du tableau de bord 173

4. Création du compte Microsoft Power BI et Interface de connexion 174

4.1. Création du compte Microsoft Power BI 174

4.2. Accès et partage en toute sécurité 176

4.3. Comment utiliser l'application en mode lecteur 178

5. Conclusion 184

Conclusion Générale et Perspectives 185

Liste des Tableaux : 189

Liste des Figures : 190

Références 192

Table des annexes 198

Annexe 1 : Etats des références 5S de quelques zones de l'atelier 199

Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S 200

Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S 201

Annexe 3 : Méthode de cotation 202

Annexe 4 : Formulaire du Sondage de l'impact de Lean Management sur les conditions de travail 203

Introduction Générale

La croissance du marché après la seconde guerre mondiale a créé une grande évolution de la demande par rapport à l'offre. L'augmentation du pouvoir d'achat des ménages entraînent une augmentation massive de la consommation. Actuellement, le client est devenu de plus en plus exigeant en termes de diversité, de prix, de qualité et de délai. Les entreprises font appels aux outils d'amélioration continue pour répondre à ces exigences et aux évolutions du marché [1]. Depuis une trentaine d'années, les démarches d'amélioration continue de la performance connaissent un vaste succès dans le monde entier. Selon Michael, l'amélioration de la performance industrielle est l'objectif principal des entreprises pour améliorer les indicateurs en qualité, coût et délai afin d'atteindre l'excellence opérationnelle [2].

Les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) et la compétitivité ont aussi un effet important sur les habitudes des consommateurs et favorisent une mondialisation globale dans un environnement complexe et concurrentiel. Ceux-ci poussent les entreprises à développer leurs processus, leurs systèmes et leurs organisations pour adapter et développer leurs stratégies avec les nouvelles exigences du marché. Ces changements permettant de créer des organisations compétitives et des systèmes plus flexibles, ayant un impact direct sur leurs productivités et la qualité de leurs produits [3, 4].

Toujours à la recherche de la performance pour se distinguer, plusieurs démarches d'amélioration continue sont connues et utilisées dans les secteurs industriels. Ces démarches visent à transformer les processus des organisations en se concentrant sur l'élimination de gaspillages et le développement de leurs structures [5]. Les approches Lean de Management « LM » et Lean Six-Sigma « LSS » ont apparu comme les meilleures démarches pour concevoir et améliorer les processus de production des entreprises. Actuellement, LM et LSS sont deux méthodologies populaires qui ont été utilisées dans différentes industries depuis leur introduction [6]. Pendant des années, il a été prouvé que, lorsqu'elles sont mises en œuvre correctement, les résultats sont remarquables en termes de réduction du coût, de rentabilité et d'efficacité pour accroître la satisfaction des clients.

Face à ces défis économiques d'un marché compétitif qui impose de produire plus vite et avec une meilleure qualité et au moindre coût, les entreprises sont toujours à la recherche de la performance pour conquérir le marché. La plupart des entreprises priorisent le volet Technique qui vise à réduire le gaspillage et à produire mieux, plus rapidement et à moindre coût. Pour répondre à la demande du marché et s'orienter vers la satisfaction du client, les entreprises ont

instauré des démarches d'améliorations continues. Les entreprises se sentent obligées de se développer, d'améliorer leur compétitivité, d'optimiser le coût, le délai et la qualité de leurs biens et de services pour y rester dans le marché.

Notre travail consiste à développer une stratégie permettant aux entreprises de réagir rapidement face aux changements du marché et aux variétés des demandes. Pour atteindre ce but, il est préconisé de mettre en place des outils pour transformer les processus et l'orientation client selon la philosophie LM et LSS, y compris les principes d'améliorations continues [7]. Nous clarifierons donc, au premier lieu, l'état actuel de l'exploitation de la méthodologie Lean et de ses principes fondamentaux. Nous aborderons ensuite les impacts des outils Lean sur les facteurs contextuels comprenant l'organisation de l'entreprise et les indicateurs de performance Sociaux-Economiques. Ensuite, nous fournirons une aperçue sur les conflits entre les facteurs Sociaux-Economiques, ainsi que leurs impacts sur le rendement de l'entreprise dans le contexte Lean. Pour tenir compte de tous ces facteurs, nous avons proposé une nouvelle démarche de notre nouveau concept Lean Management Plus (LMP), en décrivant en détaille la démarche d'implantation du projet LMP et la gestion des objectifs stratégiques de l'entreprise. En outre, nous allons présenter les différentes étapes de calcul des nouveaux indicateurs d'évolution de la performance industriel, que nous l'avons appelé le Taux de Rendement Synthétique Plus « TRSP », afin de mettre fin à ce conflit entre les objectifs Sociaux- Economiques. Enfin, pour répondre au besoin des pilotes et des managers, nous avons proposé un Tableau de Bord comme une plateforme de coopération à distance dans le contexte du Covid-19 et de la perspective de l'industrie 4.0.

En plus de l'Introduction général et des Conclusions et Perspectives, le manuscrit est articulé en huit chapitres :

- Le premier chapitre présente un aperçu sur le développement de la démarche d'amélioration continue et de Lean, puis une étude globale des objectifs de notre thèse de recherche. L'impact des projets d'amélioration continue sur les facteurs Sociaux- Economiques est également présenté dans ce chapitre.
- Le deuxième chapitre vise à élaborer un cadre conceptuel de notre travail de recherche en représentant les notions et le développement du système de production dans le monde industriel, ainsi les autres secteurs d'activités.
- Le troisième chapitre permet à partir des études bibliographiques de présenter l'évolution et la déclinaison du concept Lean, ainsi que les avantages et les inconvénients de ce concept.
- Le quatrième chapitre présente une étude d'un sondage scientifique en consultant des experts dans le domaine Lean et Six Sigma, pour un objectif de réaliser une synthèse comparative sur

l'impact de Lean sur les facteurs économiques et sociaux.

- Le cinquième chapitre présente notre nouveau concept LMP qui permet d'englober les facteurs économiques et sociaux et de surveiller l'évolution de ces facteurs à l'aide d'un indicateur TRSP.
- Le sixième chapitre présent un premier cas pratique au sein d'une Grand Entreprise « GE » dans l'industrie automobile : Contribution de LMP à la diminution du temps de changement d'outil et à l'amélioration des conditions de travail.
- Le septième chapitre présente un deuxième cas pratique : la mise en œuvre de notre nouveau concept dans une petite entreprise de construction métallique « Contribution de LMP– 5S au développement de l'atelier d'assemblage d'une PME de construction métallique ».
- Finalement, dans le huitième chapitre nous avons mis en place un Tableau de Bord de gestion et de pilotage des projets pour fournir au manager toutes les informations nécessaires pour prendre les meilleures décisions.

CHAPITRE 1. Etude et Cadre conceptuel de la recherche

INTRODUCTION

En deuxième moitié du XIX^{e} siècle Frederick Winslow Taylor est considéré comme le précurseur dans la recherche de l'amélioration de la performance industrielle. Selon lui, la notion de performance industrielle représente la vision stratégique de l'entreprise et fait référence de son organisation pour assurer sa survie [8]. L'amélioration de la performance industrielle d'une entreprise dans ce contexte actuel en termes économiques et financières permet de garder une place dans un marché compétitif. C'est l'objectif principal de la plupart des organisations industrielles pour répondre aux changements économiques et aux demandes de clients. Ceci nécessite une transformation de leurs systèmes de production et une amélioration des facteurs Sociaux- Economiques.

Historiquement, Lean a été développé par les Japonais dans le secteur automobile, après la seconde guerre mondiale. Il a réalisé un grand succès en termes d'amélioration de la qualité, le coût et le délai dans le domaine manufacturier. Lean a permis de développer le management des entreprises à travers une amélioration de la valeur ajoutée et d'assurer une stabilité à long terme dans le marché. Selon Rauch, Lean est un concept qui regroupe un ensemble des outils et des mécanismes de gestion industrielle, permettant aux entreprises d'atteindre leurs objectifs financière et économique dans le meilleur délai [9].

En Effet, les entreprises industrielles cherchent en continue d'une organisation efficace en termes de gestions des ressources et des processus de toutes les activités relatives à la production afin d'atteindre une production optimale. Actuellement, Lean se considère comme la meilleure démarche d'amélioration continue, notamment avec le retour positive des consultants et des organisations (formation et de coaching) sur le succès de Lean dans les différents domaines d'activités [10]. De ce fait, il y a une demande massive ces dernières années sur l'implémentation de Lean par tous les secteurs d'activité (privé ou publique).

PARTI I : LE CONTEXTE DU TRAVAIL

Dans ce travail nous étudions un sujet très peu évoqué dans la littérature. Il s'agit d'un problème de l'évaluation des risques liée aux différents axes de performance après l'implémentation de Lean : la sécurité, l'ergonomie des personnels et l'environnement ont un impact direct sur l'implication et la motivation des personnels [11 ; 1 ; 9]. L'évaluation de l'impact de Lean sur

l'ensemble des axes de performance est très complexe vu le nombre de variables et les contraintes à identifier.

Malgré la révolution et le développement des outils de préventions et les moyens de protection, nous avons toujours des mauvais résultats en termes d'accident et des maladies professionnels. A cet effet, les dépenses des accidents du travail coutent trop cher pour les entreprises, exemple de la France : « 9 milliards d'euros de prestations nettes ont été versées en 2018 » pour « 794 400 sinistres qui ont donné lieu à un arrêt de travail, dont 651 100 accidents du travail, 97 550 accidents de trajet et 45 750 maladies professionnelles. (Sources : DSS : Direction Sécurité Sociale Edition 2019 : Les chiffres clés de la Sécurité sociale en France). En outre, pour la seule année 2009, l'Organisation Internationale du Travail (OIT), comptabilisait 2,3 millions de personnes mortes du fait de leur travail. 360 000 des conséquences directes de l'accident et 1,95 million de maladies professionnelles incurables.

D'après le rapport annuel de l'Assurance des Maladies et des Risques professionnels en 2018 pour la France, les statistiques des Accidents de Travail « AT » sont présentées sur « la Figure. 1 » ainsi que l'évolution du nombre moyen de jours d'arrêt à « la Figure. 2 ».

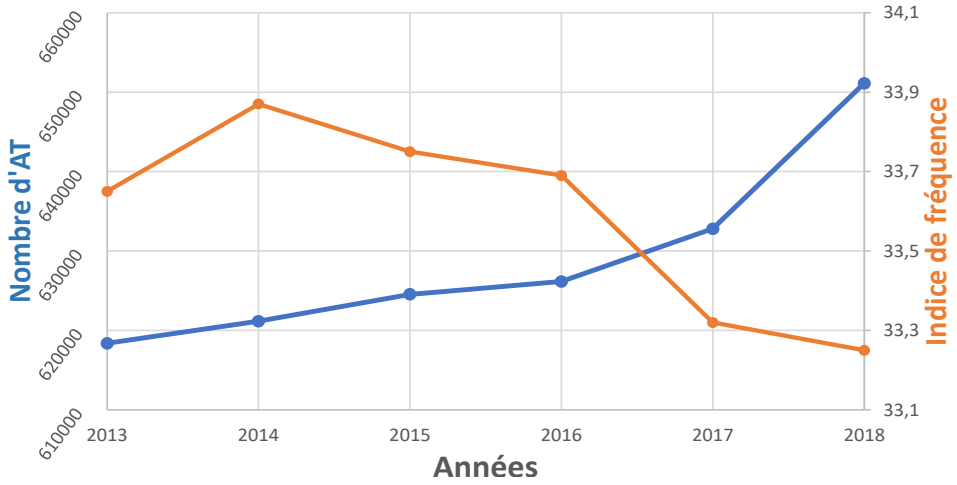


Figure 1 : Évolution du nombre et de la fréquence des AT « 2013-2018 » (France) [12].

Le nombre des AT est en augmentation depuis 2013, même si l'indice de fréquence a légèrement diminué concomitamment. En effet, il est passé de 618 274 à 651 100 AT en 2018 ce qui équivaut à une augmentation de 5 %, c'est un niveau qui n'était plus atteint depuis 2012. Selon Mario DI STEFANO, chaque année en France, plus de 500 personnes meurent d'un accident sur leurs lieux de travail. En prenant en compte les maladies professionnelles, 1 100 personnes sont mortes en 2018. Les suicides provoqués par des motifs relatifs au travail de la personne ne sont généralement pas comptabilisés comme accidents du travail [12].

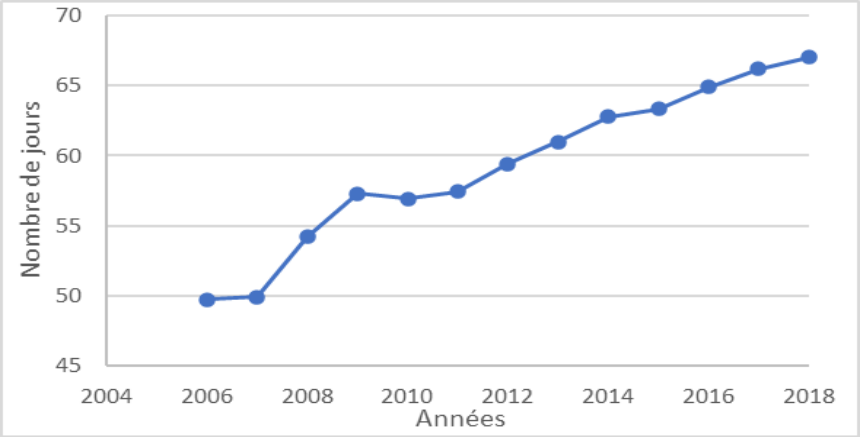


Figure 2 : L'évolution du nombre moyen de jours d'arrêt entre 2006 et 2018.

L'évolution du nombre moyen de jours d'arrêt en France « figure. 2 », représente une augmentation très significative de 36%. En effet, il a été passé de 49,55 jours en 2007 à 67,41 jours en 2018.

En Grande-Bretagne, le stress, la dépression ou l'anxiété représentaient 50 % de tous les cas de maladie professionnelle auto déclarée en 2020-2021 [13]. Au cours des dernières années, avant la pandémie de coronavirus, le taux de stress, de dépression ou d'anxiété auto déclaré lier au travail avait montré des signes d'augmentation, figure. 3. En effet, le taux était de 2 480 cas pour 100 000 travailleurs en 2020-2021 ce qui représente une augmentation de 2,5 % vis-à-vis de l'état de 2018-2019.

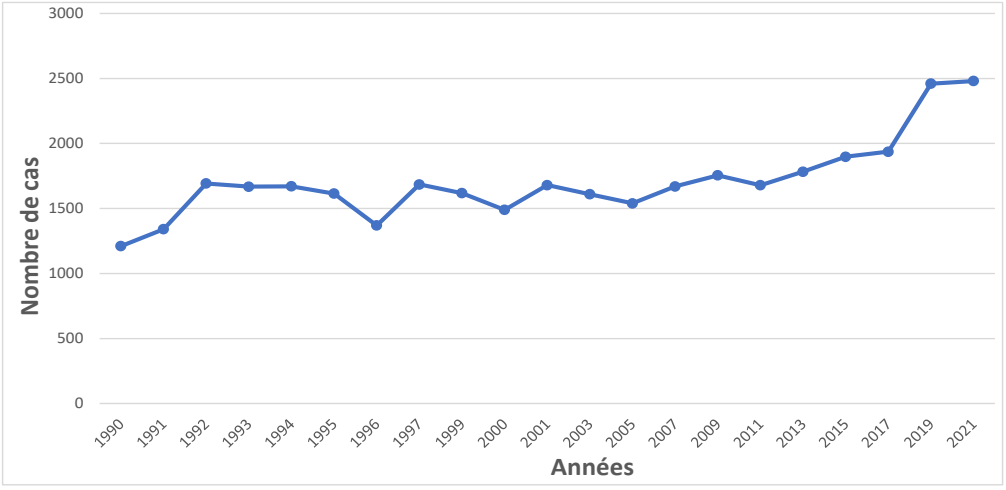


Figure 3 : Estimation du taux de stress autodéclaré lier au travail pour 100000 travailleurs, Grande-Bretagne.

Par ailleurs, l'Assurance Maladies en France déclare que « au moins 530 personnes sont mortes sur leurs lieux de travail en 2017. Et cela sans compter les 264 tuées sur leurs trajets, ou les cas de suicide nécessitant souvent un passage par le tribunal pour être reconnus comme des accidents du travail ». En effet, plus de dix décès au travail chaque semaine en France a été déclaré.

L'Union Marocaine du Travail (UMT), déclare que la situation de la santé et de la sécurité au travail demeure très inquiétante. Une moyenne de 45000 AT est déclarée chaque année dont 3000 décès. Et selon la Caisse Mutualiste Interprofessionnelle Marocaine (CMIM) « la prévention des risques professionnels constitue une réponse idéale pour améliorer la performance des entreprises et celles des ressources humaines. Il s'agit d'un passage obligé dans la mesure où il entraîne des résultats concrets aussi bien pour les travailleurs que pour les entreprises ».

La prise de conscience des exigences environnementales devient obligatoire pour sécuriser les activités professionnelles. Lathin et Mitchell affirment que l'impact de Lean sur une activité professionnelle risque d'engendrer des changements sur l'axe environnemental que nous devons le maîtriser et le contrôler pour éviter tous risques de sa dégradation [11]. En effet, les opportunités de gains économiques seront, en principe, plus aisées pour les entreprises qui entament la mise en œuvre de programmes environnementaux que pour celles qui sont déjà avancées dans le domaine. Ainsi que, l'anticipation des normes et le cycle de renouvellement des équipements sont généralement lents. Dans ce cas, il est en effet plus difficile ou plus long d'intégrer l'évolution des contraintes environnementales dans la conception des nouveaux procédés. Cependant, dans les secteurs d'activités plus jeunes, à forte croissance, et où l'innovation technologique est plus rapide (électronique, informatique, etc.), les changements fréquents dans les méthodes de production permettent au contraire d'adapter de façon plus souple et plus efficiente les procédés aux nouvelles normes environnementales [173].

En outre, la plupart des stratégies de prévention de la pollution permettent en fait d'économiser de l'argent. Peu d'idées de prévention de la pollution seraient volontairement mises en œuvre si elles ne faisaient qu'augmenter le coût de production. Si l'objectif de la prévention de la pollution n'est pas d'augmenter l'efficacité de la production en soi, et l'objectif de la production allégée n'est pas de minimiser les déchets environnementaux en soi, les deux disciplines tendent à aboutir aux mêmes résultats finaux, ou du moins à des résultats finaux cohérents [174].

Du point de vue de l'EPA (Agence de Protection Environnementale), « Lean peut être utilisé pour produire davantage d'améliorations environnementales, en comblant les principaux " angles morts " qui peuvent apparaître lors de la mise en œuvre du Lean ». En effet, de nombreux cas d'études montre que les outils Lean ont des "angles morts" en ce qui concerne les risques environnementaux et les impacts sur le cycle de vie [18]. Ces études indiquent qu'un nombre relativement limité de procédés industriels ont le potentiel de poser et de respecter « les exigences réglementaires de l'environnement » pour les organisations qui mettent en œuvre des outils Lean, notamment :

- La gestion des produits chimiques au point d'utilisation ;
- Le traitement chimique ;
- Les procédés de finition des métaux ;
- La peinture et le revêtement ;
- Le nettoyage et le dégraissage des pièces.

De même C. Herrmann que les outils de Lean ne sont pas nécessairement respectueux de l'environnement et il peut exister certains conflits dans les objectifs des entreprises [4].

Selon la norme ISO 14001 qui cible tout type d'organisation (entreprise, association, service public…), la mise en place d'un système de production, de gestion et de fonctionnement qui s'intègre dans une perspective dynamique de maîtrise des impacts environnementaux « humain et naturel » est devenue aujourd'hui nécessaires. Ceci oblige les entreprises à intégrer cet axe dans leurs perspectives pour faire évoluer et adapter leurs systèmes aux exigences environnementales. En effet, Une recherche a révélé que les efforts de mise en œuvre de la méthode allégée créent de puissants effets d'entraînement pour l'amélioration de l'environnement. Dans la mesure où l'amélioration des résultats environnementaux peut suivre le changement de culture Lean, les entreprises et l'amélioration de l'environnement y gagnent [18].

Parmi les effets néfastes de LM sur les facteurs sociaux et organisationnels, il y a l'engagement et la motivation des employés [14 ; 15]. Ces facteurs représentent une source de stress professionnel présentant des perturbations de la sécrétion et du cortisol et des troubles musculo – squelettiques « TMS » [3 ; 16 ; 18]. Des recherches faites sur les effets du Lean sur la santé des personnels ont montré des effets paradoxaux entrainant une réelle instabilité dans les postes de travail. En effet, Berg et Kalleberg (2006) confirment qu'il existe un lien entre Lean et le stress des employés [19]. Selon les travaux de Bruère, il existe plusieurs articles qui confirment que Lean ayant des effets négatifs (TMS et stress) sur la santé des travailleurs [20]. De même Valeyre et Ardenti, considèrent que Lean est une source de stress et TMS [21 ; 22]. En outre, il y a des employés qui sont trop impacté par ces changements aux postes de travail, qui se manifeste souvent par l'incapacité d'exercer leurs fonctions et parfois deviennent une source néfaste sur ces salariés (Crises, malades graves, suicides… etc.) [17].

En revanche, il y des chercheurs qui soulignent que le stress n'est pas lié aux principes et aux outils Lean, mais principalement aux décisions des pilotes ou des dirigeants lors de l'implémentation de la démarche Lean [14]. Ceci est parmi les principaux arguments de ce travail de recherche afin de mettre en place un nouveau modèle qui permet de verrouiller ce problème de mauvaise décision.

En outre, les dispositives actuels ne sont plus suffisants pour traiter les causes racines des accidents et des maladies professionnels ainsi que les dommages environnementaux. En plus, ils sont incapables de maîtriser les effets négatifs d'implémentation de Lean Management sur les conditions de travail afin de bien gérer ce conflit entre les objectifs Economiques et Sociaux. De ce fait, nous avons pensé à renforcer et intégrer ces notions d'améliorations des conditions de travail dans notre concept à savoir Lean Management Plus. En effet, l'amélioration de la qualité de vie de travail dans le monde professionnel devient de plus en plus imposée par les partenaires sociaux. Réellement, la majorité des travailleurs passent plus d'un tiers de leurs journées dans leurs lieux de travail.

Actuellement, le sujet d'améliorations des conditions de travail prend une place importante et déterminante dans la stratégie des entreprises, notamment le côté sécuritaire, ergonomique et environnement. Ces conditions de travail sont de plus en plus imposées dans les objectifs de l'entreprise, par la prise en compte de changement ou d'amélioration de poste de travail qui ne sont plus considérés comme des axes secondaires. On prend comme exemple de l'actualité mondiale « Covid 19 », qui impose la mise en place des nouveaux Equipements de Protection Individuelle (EPI) et des mesures sanitaires pour la reprise de n'importe quelle activité dans le monde entier. Les gouvernements exigent le respect des nouvelles mesures sanitaires à tous types d'activités privées ou publiques. En effet, les employeurs doivent contribuer à la protection de leurs employés contre le risque du Covid-19 Afin de limiter la propagation du virus. Le médecin de travail est le garant de la mise en place des mesures de prévention des infections et d'assurer les bonnes pratiques d'hygiène dans le milieu de travail. Ainsi que, les entreprises doivent s'adapter et réagir aux changements de ces mesures vis-à-vis aux différentes dégradations de la situation épidémique pour maintenir ses activités.

1. LA THEMATIQUE DU MANUSCRIT

1.1. Le concept Economique et Social

Compte tenu de l'accroissement de la concurrence commerciale féroce et les exigences du marché en termes de Qualité, Coût et Délai « QCD » dans le monde entier, les entreprises doivent continuellement améliorer leurs processus pour réduire les pertes, rester compétitifs et assurer la pérennité tout en s'adaptant aux exigences du client [23]. En plus, il faut tenir compte des changements actuels du marché qui propose une grande diversité des produits avec des cycles de vie plus courts et beaucoup plus complexe. Pour cela, les dirigeants cherchent à déployer des

nouvelles démarches et techniques en simplifiant et en améliorant leurs processus pour obtenir des avantages concurrentiels [1 ; 24]. Selon Sivananda Devi le Lean est devenue la stratégie du travail le plus populaire exploité par les systèmes de manufacturiers et de services du monde entier [10]. Le Lean est une philosophie de gestion permet à l'entreprise d'améliorer sa production, de développer sa qualité et d'accroître sa valeur pour le client [15 ; 25]. En outre, LSS est une démarche puissante pour atteindre l'efficacité et l'efficience des processus pour améliorer la satisfaction des clients et les résultats financiers. Selon Albliwi, LSS est une méthode structurée de management vise à améliorer la qualité et l'efficacité des processus [26].

Dans ce contexte concurrentiel et pour mieux satisfaire le client, les organisations sont obligées de chercher des moyens pour améliorer le processus, la qualité de leurs produits et de leurs services. Cependant, il faut assurer les meilleures conditions de travail de leurs employés afin d'obtenir les avantages concurrentiels. En effet, une condition défavorable de travail est devenue un obstacle pour l'évolution de plusieurs organisations et une source de dégradation de la performance économique des entreprises [1 ; 23]. Selon B. Mahesh, l'engagement et la motivation du personnel sont deux facteurs clés de succès de la mise en place d'un projet d'amélioration continue [16 ; 27]. Malgré les efforts déployés par les chercheurs dans le développement industriel dans les Supply Chain Management, on constate une insuffisance des recherches abordant l'impact de Lean & LSS sur le volet social et culturel. La dégradation des conditions de travail par la démarche Lean a pour conséquence une répercussion sociale et économique importantes sur l'entreprise [1]. Le déploiement de Lean exige une vigilance sur l'interaction entre les objectifs techniques et/ou économiques et le système social et/ou culturel de l'entreprise [28 ; 29 ; 30]. En effet, cette interaction conduit à des mauvais résultats sur les différents facteurs que ce soient économiques ou sociaux, suite à la dégradation aux niveaux des conditions de travail [31 ; 32]. En plus Belfanti et Alkhoraif ont confirmé que les résultats obtenus après la mise en place de Lean ne seront plus durables [7 ; 33]. L'amélioration des conditions de travail est une condition nécessaire pour le succès de Lean & LSS qui exigent un engagement complet de la direction et la participation de tous les salariés [34 ; 25]. De même la motivation et le comportement des personnels sont nécessaires pour une intégration réussite du Lean [3, 4, 31]. Ceux-ci sont devenus une obligation pour la survie d'une entreprise à moyen et à long terme et assurer la durabilité des résultats obtenus par Lean [17].

1.2. Le conflit Economiques et Sociaux

Dans ce contexte économique complexe et en pleine mutation, le principal défi des organisations industrielles se focalise sur l'amélioration de leurs compétitivités à l'échelle nationale et internationale. Pour relever ce défi, le marché a besoin des différents produits, des processus de fabrications compétitifs et flexibles pour atteindre une meilleure performance et répondre aux exigences accrues du client final.

Dans cette optique, les entreprises ont concentré essentiellement leurs efforts sur les critères de la performance industrielle à savoir la Qualité, le Coût et le Délai pour atteindre leurs objectifs économiques et financiers. De ce fait, ces dernières années les organisations visent à déployer les principes de Lean, pour améliorer leurs processus de productions et d'approvisionnements de la chaine logistique. Par ailleurs, certaines chercheures scientifiques, des syndicats, des ergonomistes et des médecins montrent que le déploiement de Lean a des impacts significatifs sur la sécurité, la santé et la motivation des employés [14, 2]. En plus, une dégradation des conditions de travail a été observée [33]. C'est dans ce cadre conflictuel que notre travail a été proposé. L'objectif est d'étudier la relation existante entre le concept Lean et son impact sur les facteurs Socio-Economiques. En effet, la gestion efficace de ces facteurs est indissociable pour un meilleur pilotage de la performance afin de mieux gérer ce conflit d'intérêt des objectifs Economiques ou/et sociaux. En plus la maîtrise de ces facteurs est un composant essentiel de la démarche stratégique de toutes les entreprises et qui permet d'assurer une bonne gestion des demandes des clients.

Compte tenu des éléments cités ci-dessus, il s'agit dans un premier temps de présenter les principales sources d'influence de la réussite d'implémentation d'un chantier Lean. Dans le deuxième temps, on relève les effets néfastes de Lean sur les facteurs Socio-Economiques et l'absence d'un indicateur de performance pour surveiller l'ensemble de ces facteurs. C'est donc autour de ces thématiques que nous proposons ce travail de recherche.

L'étude bibliographique détaillée et le sondage sur terrain justifient les intérêts principaux de notre étude de recherche. Ceux-ci montrent d'une manière pertinente l'impact de Lean à la fois sur la performance économique et aussi sur le côté social. Face aux attentes des entreprises pour atteindre l'excellence opérationnelle dans le côté économique, notre thème de recherche s'oriente vers le sujet sociaux-économiques en définissant la problématique suivante : comment peut-on assurer l'amélioration des conditions de travail en terme social sans dégradation des indicateurs économiques et financières prévus après le déploiement du Lean ?

1.3. Le secteur et le domaine d'étude de recherche

Cette section vise à présenter en général les domaines de notre recherche théorique et le champ des études pratiques, tel que les deux secteurs suivants :

- Le secteur automobile pour lequel ont été adaptées plusieurs démarches d'amélioration continue notamment la démarche Lean pour laquelle des outils, des indicateurs et des principes d'amélioration ont été développés.
- Le secteur aéronautique qui a exploité la majorité des démarches d'amélioration continue et qui a eu dernièrement des exigences très sévères en termes de qualité et de sécurité.

Les entreprises sujettes de nos études de cas sont situées aux plus grandes villes industrielles au Maroc « Tanger et Casablanca » pour tester notre démarche proposée. Pour notre sondage, nous avons consulté des experts dans le domaine d'application de Lean &LSS ayant une grande expérience au service coaching et consulting.

Pour mettre ce travail de recherche en pratique et de tester et de fiabiliser notre démarche proposée, nous avons réalisé des cas pratiques dans le secteur automobile.

2. LE PLAN ET LA CHRONOLOGIE DU TRAVAIL DE RECHERCHE SUIVI

Dans le but d'analyser les pratiques existantes concernant la gestion des objectifs financiers et sociaux employées par les différentes entreprises, nous avons proposé la démarche représentée dans la figure. 4. Pour ce faire, deux voies ont été exploitées : la première est basée sur une étude bibliographie des différents articles traitant le sujet de Lean management. La deuxième s'articule autour d'un sondage auprès des professionnels et des experts dans le domaine pour avoir un retour d'expérience sur le déploiement des différentes démarches d'améliorations continues. Le résultat de cette étude permet de fournir un état de lieu de l'application de la démarche Lean et son impact sur les différents facteurs sociaux-économiques. Une synthèse comparative entre les résultats obtenus et les données relevées dans la recherche bibliographique sera établie.

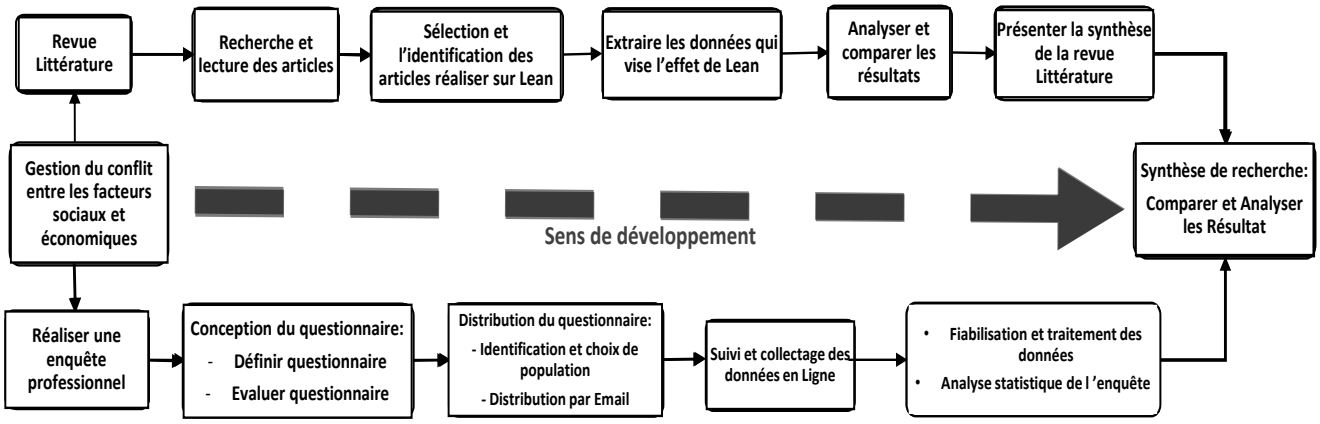


Figure 4 : La démarche utilisée pour exploiter la voie de recherche et de retour d'expérience.

Le plan opérationnel de ce travail de recherche permet de :

- Proposer une lecture de la littérature sur le thème de recherche « impact de Lean sur les facteurs Socio-Economiques » en identifiant des références et des revues pertinentes.
- Mener un sondage descriptif auprès des consultants et des professionnels de l'industrie dans la gestion et l'implémentation des projets d'amélioration continue.
- Elaborer un nouvel concept d'amélioration continue qui prendra en charge les facteurs Economiques et sociaux dans leur processus d'implémentation.
- Proposer un nouvel indicateur pour contrôler et maîtriser l'évolution de ces facteurs sociaux et/ou économiques, ce qui permet d'appliquer efficacement cette nouvelle démarche proposée.
- Appliquer et valider notre nouveau modèle par la mise en pratique de l'indicateur dans des secteurs industriels.

Ce mémoire de thèse est le résultat d'une collaboration avec des professionnels, des consultants dans le secteur industriel et des chercheurs dans le domaine de Génie Industriel. Il nous a permis de créer un lien entre la recherche scientifique et le domaine professionnel puis de proposer une démarche d'amélioration au service de l'entreprise.

3. LES OBJECTIFS DE L'ETUDE DE RECHERCHE

La démarche d'amélioration continue présente un énorme avantage pour l'industrie, car elle permet de maintenir un effort continu pour améliorer les services ou les processus et les produits. Cette amélioration est très marquée au niveau économique en termes d'augmentation du volume de production, d'amélioration de coût et de la qualité des produits. Selon Assarlind, l'amélioration continue est une méthodologie qui vise à améliorer progressivement et continue d'une situation afin de la rendre performante [35]. Autrement dit, c'est une démarche basée sur un processus

d'évolution de la performance pour atteindre la qualité et l'excellence opérationnelle [11]. En outre, les objectifs sociaux ont un énorme impact sur le progrès et le rendement de l'entreprise, d'où vient la nécessité de les mettre en prioritaires dans la stratégie de l'entreprise [36].

En effet, le résultat attendu de ce travail de recherche consiste à fournir un nouveau concept de Lean Manufacturing et de son Taux de Rendement Synthétique. Ce concept va permettre aux industriels de traiter et maîtriser les écarts sociaux dégradant les conditions de travails et de réduire les réclamations des syndicats, des médecins de travail et des ergonomistes. C'est ainsi que les entreprises peuvent répondre aux exigences des nouveaux normes de la sécurité et de l'ergonomie et d'aller chercher de l'excellence industrielle dans les meilleures conditions.

3.1. Objectif 1 : Le concept de la revue littérature

L'un des objectifs principaux de la revue de littérature est l'évaluation critique des travaux antérieurs dans un domaine de recherche. Le travail vise à résumer, combiner, analyser les publications et ouvrages sur le sujet de la recherche scientifique. Une vue globale des avancées scientifiques est ainsi obtenue. Il existe plusieurs types de revues de la littérature aidant à l'élaboration de nouveaux projets de recherche.

Plusieurs méthodes de recherches existantes permettent de synthétiser et d'étudier en profondeur les différentes approches du sujet étudié. Parmi celles-ci, les méthodes Revue Systématique de la Littérature « SRL » et Revue Systématique Cochrane et Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses « PRISMA » sont les plus connues et les plus utilisées.

Stone 2012, Danese et al. 2018, Psomas et Antony 2019 ont sélectionné SRL pour l'analyse et le diagnostic des données sur Lean. De même, Albliwi et al. 2014, Tranfield, Yadav et Desai 2016, Yadav et al. 2021, Laureani et Antony 2019 ont exploité la démarche SRL pour LSS & GLSS. Une des raisons d'opter pour le choix de la méthode SRL dans notre recherche littérature, pour identifier et sélectionner les articles dans le domaine de Lean et de la démarche d'amélioration continue entre 2001 et 2020 qui impactent les facteurs Qualité, Coût, Délai, Ergonomie, Sécurité et Environnement « QCDESE ».

Selon Caulley, une Revue Systématique de la Littérature est le type qui se concentre sur une question de recherche particulière [37]. Elle sert à identifier, examiner et synthétiser les meilleures recherches disponibles sur une question de recherche spécifique. En effet, Elle est utilisée pour aider à la prise de décision fondée sur les meilleures données probantes disponibles. Elles permettent aussi, d'identifier certaines lacunes et de développer de nouveaux domaines de recherche [38].

Les étapes principales d'une revue systématique de la Littérature sont [37] :

- Définir la question de recherche et identifier une méthode objective,
- Recherche de données pertinentes provenant d'études de recherche existantes répondant à certains critères,
- Extraire des données des études sélectionnées,
- Examiner et évaluer la qualité de l'information,
- Analyser et combiner toutes les données pour obtenir un résultat global.

3.2. Objectif 2 : La démarche d'étude et d'analyses des données

Cette section représente la démarche utilisée pour analyser et évaluer la littérature existante, ainsi d'identifier des articles pertinents et de formuler une synthèse des données relevées pour une période donnée, afin d'approfondir et de prospecter sur un sujet de recherche donné. La revue de la littérature est une phase indispensable dans la recherche permettant de présenter les données et les connaissances publiées d'une étude ciblée.

En effet, nous avons identifié et sélectionné les articles menés dans trois bases de données scientifiques Google Scholars, Scopus et Web of Science. A l'aide de la base de données Scopus englobant une gamme complète de revues à comité de lecture de grands éditeurs, nous avons effectué la recherche de mots-clés. Pour identifier les articles pertinents dans ces bases de données scientifiques, nous avons utilisé les combinaisons de mots-clés suivantes « Lean, Lean Manufacturing, Lean Management, Lean Green, LSS, facteurs sociaux, facteurs économiques ». La Figure. 5, montre notre processus SLR suivi pour assurer la sélection des articles importants dans notre revue littérature. Après avoir combiné les résultats de toutes les bases de données, nous avons eu 870 articles. La suppression des doublons et le maintien uniquement des articles de recherche originaux en anglais a réduit le nombre à 290 articles. Nous avons procédé à une première sélection des 290 articles résultants en fonction du titre et du résumé pour s'assurer que les articles identifiés correspondaient à notre objectif. Ensuite nous avons gardé que les articles évalués par des pairs et publiés dans « Emerald, Inderscience, Elsevier, Taylor & Francis, Springerlink ». Enfin, cette recherche est basée sur une analyse documentaire de 117 articles publiés sur le thème Lean au cours des 20 dernières années.

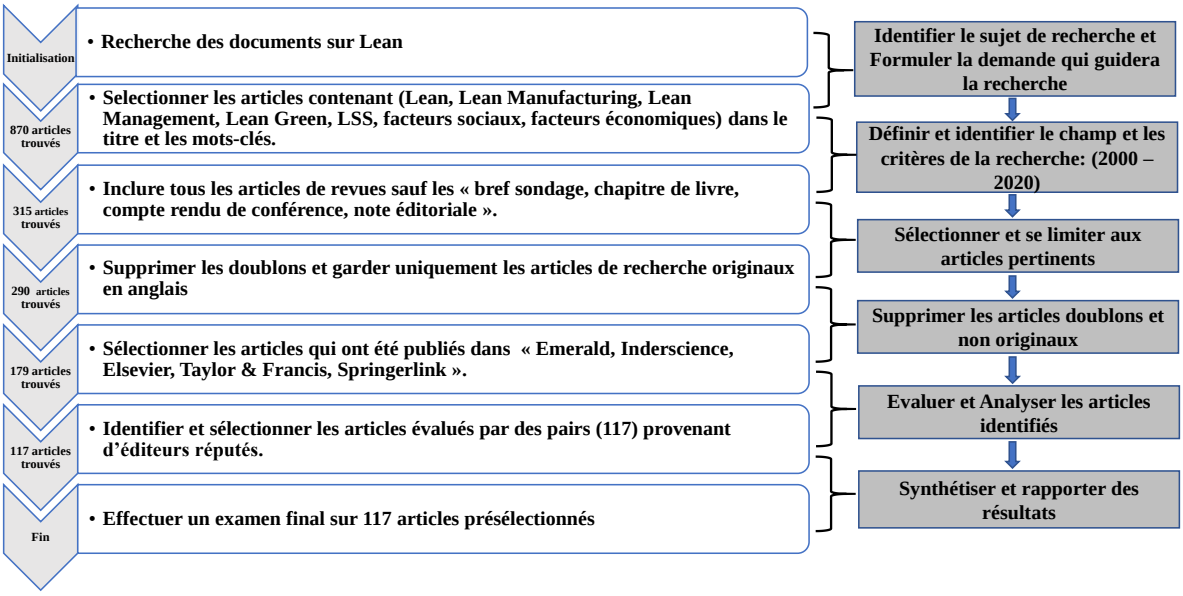


Figure 5 : Les étapes principales de la recherche adoptée pour la revue littérature (SRL).

Dans notre cas d'étude bibliographique, l'exploitation de la méthode SLR se décompose en 5 phases (Figure. 5). Elle commence par la phase initiale de l'identification du sujet de recherche et la formulation de la demande du contexte de la recherche. Dans la seconde phase, il faut définir les mots-clés de recherche suivant (Lean, Lean Manufacturing, Lean Management, Lean Green, LSS, facteurs sociaux, facteurs économiques) pour cerner le sujet de recherche en précisant la durée de publications des articles. Puis, nous avons appliqué les critères d'exclusion des articles des revues suivantes : « bref sondage, chapitre de livre, compte rendu de conférence, note éditoriale ». Dans la troisième phase, il faut sélectionner et se limiter aux articles pertinents en anglais publiés dans « Emerald, Inderscience, Elsevier, Taylor & Francis, Springer Link ». Dans la quatrième phase, il faut explorer et sélectionner que les revues évaluées par des paires éditeurs. La cinquième phase, il faut synthétiser et rapporter les résultats obtenus.

4. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)

Partant d'une revue littérature de Supply chain management (SCM), nous avons constaté que la gestion de la chaine logistique se caractérise par un ensemble de définitions du management. Selon Monnet « la chaîne logistique est une forme organisationnelle étendue, regroupant des acteurs –marchandiseurs, détenteurs, récupérateurs, opérateurs, acteurs politiques- selon un intérêt commun lié à la circulation des flux physiques de déchets et d'informations associées. » [39]. Dans ce contexte, les différentes dimensions de SCM dans la chaine logistique peuvent se limiter à une fonction support et participer à la stratégie globale de l'entreprise, ou bien jouer un rôle opérationnel à la coordination des différents acteurs appartenant à la même chaîne

d'approvisionnement. Ces différentes dimensions sont définit comme suit : Fonction support de la stratégie générale et vecteur de nouvelles stratégies ; philosophie managériale transverse et intégrative (Fabbe-Costes et Lancini, 2009) ; Réseau d'organisations (Véronneau et al, 2008) ; Philosophie managériale (Gozé-Bardin, 2009 ; Fabbe-Costes et Lancini, 2009)… pour un objectif principale de créer une synergie, entre tous les paramètres de SCM, au long de la chaîne plutôt que de se concentrer sur un de ses maillons en particulier.

En effet, le SCM est un ensemble des relations très interconnectées pour manager l'amélioration et le développement de la relation entre le client et le fournisseur [40, 41]. Il contient un ensemble de principes et méthodes de management visant à gérer et coordonner toute la chaine logistique, depuis les fournisseurs de matières premières jusqu' au consommateur final. Dans ce contexte, la réduction des coûts et l'optimisation de la Supply chain constituent un enjeu stratégique pour les entreprises.

La plupart des entreprises cherche à améliorer leurs performances au-delà de leurs frontières, à travers les meilleures gestions d'information et de relations avec leurs clients et fournisseurs [40]. Elles s'appuient sur des chaînes devenues mondiales : « L'impact de l'approvisionnement global sur les réseaux logistiques est clair. Les entreprises profitent de coûts d'achat et de production réduits grâce à une main-d'œuvre à bas prix. En contrepartie, ces entreprises voient leurs délais d'approvisionnement se rallonger et leurs activités logistiques se compliquer. » [42]. Ceci rendre la chaîne d'approvisionnement une entité principale pour les paramètres et les facteurs de performance des entreprises [43].

Dans cette optique, la concurrence intense oblige les entreprises à créer des relations étroites avec leur partenaire en amont et en aval [44]. Dans l'environnement concurrentiel, la plupart des entreprises de pointe ont réalisé qu'en transférant les coûts vers l'amont ou vers l'aval, elles n'augmentent en fait pas leur compétitivité, puisque tous les coûts finissent par se rendre aux consommateurs [45]. Pour Cigolini, la gestion de la chaîne d'approvisionnement guide les entreprises à coopérer avec un objectif commun. Elle augmente les ventes et la rentabilité globales des canaux, plutôt que de rivaliser pour une plus grande part d'un bénéfice fixe. De ce fait, la démarche Lean est considérée comme un levier fort pour répondre aux exigences et les attentes du consommateur [46]. Alors, l'effet du concept Lean en tant que stratégie n'est pas consacré uniquement à la fabrication, mais pour toutes la chaîne d'approvisionnement, ce qui a suscité beaucoup d'intérêt de la part de l'industrie (y compris les services).

5. LE SYSTEME DE PRODUCTION

5.1. Historique du système de production

Historiquement, les premières phases de développement et d'évolution des principes de l'amélioration continue ont été initialisées par Marcus Fabius Quintilianus [67], enquêteur au 1er siècle avant J.-C. Il a décrit l'outil « QQOQCCP » : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? Qui permettait d'exposer certains sujets très compliqués et de bien présenter des problèmes de production [24]. Ensuite, il y a des traces de l'existence d'un système original de travail à la chaîne de la construction de bateau, daté de XVIe siècle à Venise. Dans un chantier naval, les vénitiens ont réalisé l'assemblage des différents composants d'un bateau déplacé le long d'une ligne de production, selon un ordonnancement pertinent [77]. Puis, en 1759 le père des sciences économiques modernes Adam Smith a publié son premier ouvrage « la Théorie des sentiments moraux » et qui est le 1er théoricien de la division du travail. La division du travail ou d'une tâche complexe nécessite des travailleurs qualifiés, d'où l'idée est de la diviser en plusieurs tâches unique et simple à faire avec des travailleurs débutants. Ceci a permis de contribuer fortement dans l'augmentation de la puissance de productivité du travail à l'époque.

En 1799, Maudslay a piloté la fabrication de 42 tours à bois, qui a permis de produire 130 000 pièces de gréements par an avec seulement dix ouvriers au lieu de 110 qualifiés. Dans cette période, il y'avait l'initialisation des principes d'industrie, de l'amélioration continue et la naissance des notions de la culture de la performance. Ces notions ont eu des changements et des évolutions, selon l'organisation du travail, et ont engendré parallèlement des méthodes et des outils de gestion de production. Ces derniers ont permis en effet d'accélérer l'évolution de manufacturier depuis la production artisanale.

La naissance et la révolution de l'automobile à un effet considérable, durant la révolution industrielle, sur les développements et les changements des pays en XIXe siècle. À cette époque, la construction et la fabrication d'automobile étaient artisanale. En effet, les transformations technologiques et les orientations vers une société commerciale et industrielle ont rendu ce type de fabrication inutile pour répondre au besoin du marché. De ce fait, le modèle de production de masse a fait une révolution dans le monde industrielle au début du XXe siècle.

Aux Etats-Unis en 1822, l'Arsenal de Springfield a mis en place pour la 1ère fois des cellules autonomes de production, puis le théorème de Taylorisme par Frederick Winslow Taylor et les travaux de Henry Ford ont développé le concept des flux continu au début du 20ème siècle. L'industrie aéronautique allemande a créé le concept du Takt-Time en 1930. En 1937, Sakichi

Toyoda a défini le concept Just In Time, puis la création de « Ishikawa » en 1940 par Kaoru Ishikawa ingénieur chimiste japonais.

5.2. Définition

Selon Giard (1988), un système de production est l'ensemble des ressources en machines et matières conduisant à la création ou à la transformation de biens ou de service [34]. Le terme production peut se traduire par l'opération de transformation des matières premières en produits semi-fini ou bien finis [51]. En résumé, le système de production est l'ensemble de mécanismes et de ressources permettant de réaliser des transformations des matières premières en produits finis [17].

Dans un contexte de guerre économique, les exigences des consommateurs et l'évolution du marché ont conduit les entreprises à développer leurs propres systèmes de production pour améliorer leur performance industrielle. En effet, les entreprises ont intégré la notion de performance industrielle afin de garantir les résultats souhaités et d'assurer leurs survies par leurs propres moyens. Ce nouveau modèle de système de production inspiré initialement du modèle Toyota pose de nombreuses questions permettant de prévenir les risques professionnels et de proposer des améliorations en continues conduisant à une stabilité de poste de travail [53]. Initialement Toyota a adopté quelques méthodes d'améliorations de production inspirée de modèle Ford. Ensuite, Sakichi Toyoda le fondateur de Toyota a amélioré et a développé ces méthodes pour éliminer les valeurs non ajoutés (Muda, Muri et Mura) par la mise en place d'un atelier « Kaizen » [4 ; 61].

Dans cette partie, nous allons présenter les grands changements des systèmes de production depuis le premier système, quasi artisanal, en passant par un système de production de masse développé par les modèles de Taylor et Ford, vers un système de production au plus juste adopté par Toyota.

5.3. Taylorisme :

Le **Taylorisme** est inventé par l'ingénieur américain Frederick Winslow Taylor en 1880. Cette méthode de gestion de la production est basée sur l'organisation scientifique du travail (OST). Ce modèle est connu par des techniques organisationnelles visant à produire beaucoup avec un prix bas. Cette organisation consiste en l'analyse des techniques de production (gestes, rythmes, cadences) et à la définition de tâches mise en place dans l'industrie automobile par Henry Ford [54]. Elle consiste à décomposer le travail en opérations élémentaires mesurées, chronométrées et

bien étudiées. Pour rendre le travail plus efficace, Taylor a insisté sur l'affectation en permanence des tâches spécialisées pour chaque ouvrier.

Frederick Winslow Taylor (1856-1915) a formalisé et a diffusé à la fin de XIXème siècle les notions de la démarche de gestion et de l'organisation des ateliers de production. Il a développé les principes de cette organisation dans son ouvrage « la direction scientifique des entreprises » (Taylor, 1957). Ce sont des principes de Taylorisme souvent appelé OST. Elles visent l'amélioration de la productivité, les données de base pour le développement et l'application de Takt-time en éliminant le gaspillage [55]. La première mise en place de taylorisme a été initialisée dans l'industrie américaine en 1910. Puis en France en 1912 par Louis Renault qui a adopté ces principes pour satisfaire une forte demande [56].

F. W. Taylor a étudié le temps d'opération et a standardisé des tâches à travers des observations des méthodes de travail. Puis, l'analyse des opérations et les mouvements des opérateurs ont été suivis par F. Gilbreth en introduisant les notions de la motivation du personnel. Selon Jean Pierre Durand et Robert Boyer, le Taylorisme c'est un mode de production succédant au fordisme pour atteindre plusieurs objectifs simultanément [57] au lieu de la recherche d'un seul objectif par les directions des entreprises en se différenciant de la pensée économique classique à l'époque.

5.4. Fordisme :

La recherche d'amélioration de la performance industrielle a été continuée avec Henry Ford (1863-1947), qui a développé un modèle unique dans ses usines d'automobiles de Détroit. Ce Fordisme est inventé en 1908. C'est un modèle d'organisation et de développement d'entreprise. En effet, ce modèle a initialisé l'intégration de flux continue au niveau de l'assemblage en intégrant l'utilisation des machines et les chaines de production dans les usines de production [58].

Henry Ford, le fondateur de l'entreprise FORD Motor Company en 1903, a eu des succès avec l'arrivée du Ford T en 1908, en proposant le modèle universel à cette époque, pour répondre à la demande qui dépassait l'offre. Le développement d'une nouvelle forme d'organisation productive « Production de masse » par Henry Ford en 1926 a été inspiré du modèle du taylorisme sur OST. Cette méthode est fondée sur le mode de production en série (ligne d'assemblage) et sur le facteur économique d'augmentation du pouvoir d'achat pour les employés de l'entreprise. Selon Gramsci, pour augmenter le pouvoir d'achat et lutter contre le renouvellement de la main d'œuvre, un système de rémunération provisoire a été installé pour imposer indirectement des conditions dures

de travail. Ce modèle a permis d'obtenir des croissances remarquables en production et en consommation, ainsi d'obtenir les meilleures productivités [59].

Ford a introduit le principe de cadence avec l'initialisation de quelques notions de la simplicité qui seront bien améliorées dans le Toyotisme [60].

En résume, le modèle de fordisme est basé sur l'exploitation des principes de l'OST comme suit [54] :

- La standardisation des produits et l'interchangeabilité des pièces pour une production en grandes séries.
- La production sur des chaînes et des lignes d'assemblage afin de rythmer le travail des ouvriers et réduire les déplacements des opérateurs : Le travail à la chaine.
- Le modèle économique en agissant sur l'augmentation du salaire et le pouvoir d'achat pour les employés.
- Les économies d'échelle et l'orientation vers la croissance des unités de production ciblant la réduction des coûts de revient.
- La décomposition des travaux en opérations simples et parcellisation des tâches : division du travail.

5.5. Toyotisme

Le Toyotisme est un modèle de management né au Japon dans les années 1950. Il a été appliqué dans les usines de « Toyota City » à partir des années 1960, fondé par Taiichi Ōno, et à travers lequel la production est commandée par la demande du marché [61]. Tout d'abord, le toyotisme est la suite des améliorations des deux modèles précédents, le taylorisme et le fordisme, pour leurs insuffisances à répondre aux besoins du marché.

Après la seconde guerre mondiale, le marché a connu une forte demande supérieure à l'offre. La crise financière et le conflit social dû à l'accroissance de la productivité ont obligé les industriels de rechercher de nouveaux modèles de gestion de la production. Ainsi le modèle Toyotisme est né. Il a pris une dizaine d'années de développement et d'adaptation dans les processus au Japon [62]. Le déploiement du toyotisme a bien bénéficié de la découverte et de développement des nouvelles technologies notamment l'automatisation et la révolution informatique entre 1950 et 1970. Ces changements technologiques exercent une grande influence sur la qualité, la production et l'amélioration de la productivité.

Le toyotisme repose sur le concept de la « Maison de Toyota » qui a été créé par Taiichi Ohno et Eiji Toyota, Figure. 6. Il est composé de deux piliers « juste-à-temps et Jidoka » comme indiqué

sur la Figure. 6. Le Toyotisme se définit par le principe des cinq zéros : zéro panne, zéro délai, zéro défaut, zéro papier administratif et zéro stock. Une entreprise appliquant ce principe de travail à flux tendus réalise des économies de temporels et satisfaire la demande du client sans posséder de stocks [63].

L'intégration de tous ces principes et méthodes donne en 1954 la naissance de la philosophie du travail Toyota Production System mise en place par certains principes :

- Le juste-à-temps (Just-In-Time « JIT ») : Historiquement, est une méthode d'organisation et de gestion de la production. Le JIT vise à fabriquer le produit en quantité avec le juste nécessaire, au moment voulu et disponible à l'endroit voulu (Ohno, 1988). Elle consiste à minimiser les encours et les stocks de fabrications en organisant les flux en amont et en aval de la même manière [56]. Les quatre étapes pour mettre en place le Juste à Temps sont :
    - ✓ Stabiliser et Lisser la production,
    - ✓ Mettre les machines en ligne,
    - ✓ Produire au Takt,
    - ✓ Mettre en place du flux tiré.
- Le Jidoka ou bien (« l'autonomisation » ou « auto- activation ») : Jidoka est un terme japonais vise l'autonomisation des machines en interdisant la non-qualité. Il permet aux personnels de production d'identifier rapidement les problèmes et les défauts. Jidoka s'est basé sur l'équipement de l'ensemble des machines par des systèmes d'arrêts automatiques lorsqu'une anomalie ou un défaut est décelé. Selon DREW et al, (2009), Jidoka développe des machines et des processus capables d'améliorer la qualité des produits et progresse la productivité [26].
- Le Kaizen ou bien l'amélioration continue : c'est un terme japonais qui est composé en deux mot « Kai = changement » et « Zen = meilleur » : Signifie le changement pour le bien en impliquant toute l'équipe pour réaliser des améliorations à « petits pas » et faites de façon continue et quotidiennement. Kaizen est basé sur le principe d'autonomisation des équipes à travers la séparation des diverses opérations de fabrications d'un produit et la standardisation des temps de production [64]. La bonne exploitation de Kaizen réalise des meilleurs progrès au sein d'un processus et atteindre les objectifs de l'entreprise et l'excellence industrielle. L'engagement de la direction et le changement de la culture de l'entreprise sont les principaux axes pour la réussite de Kaizen.

- Le Heijunka ou bien lissage de la charge de travail : c'est une technique d'ordonnancement basée sur le fractionnement de la taille des lots. Heijunka vise à stabiliser les flux de production par le nivelage d'une production donnée par un équilibrage ou un lissage du programme de fabrication de l'entreprise [52]. En effet, le service ordonnancement doit organiser et répartir la charge de travail globale, de façon équitable entre les équipes sur chaque période de travail.
- Le travail standardisé : c'est de définir la méthode la plus efficace de production pour éliminer toutes les sources de variabilité et d'assurer la continuité des actions d'amélioration précédemment déployées. C'est l'un des piliers de base pour chercher l'excellence opérationnel par la démarche Lean [52].

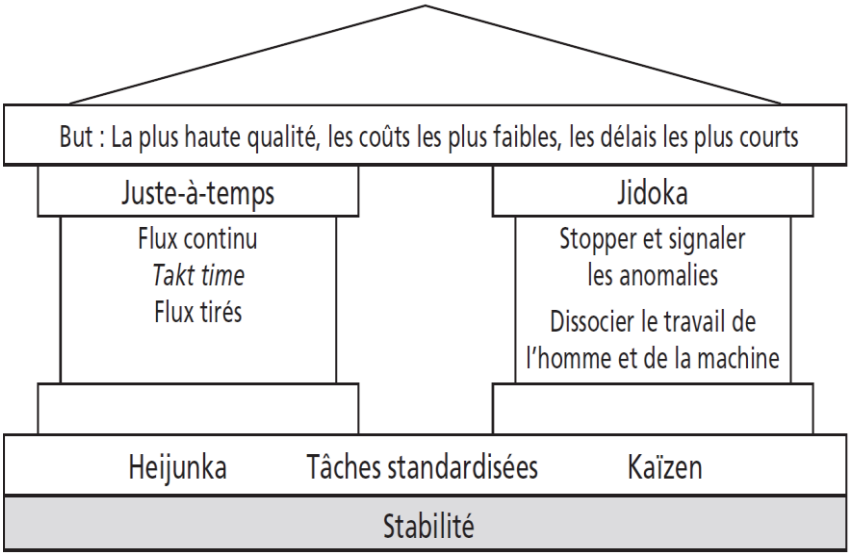


Figure 6 : Modèle historique de Toyota : « La maison » du système de production [65].

5.6. L'adoption des aspects des systèmes de production

La notion du système production a été adoptée par plusieurs groupes industriels qui ont préféré de développer leur propre système. Notamment après le succès et les gains potentiels qu'il a apporté à l'entreprise de l'automobile japonaise lors de la crise de pétrole en 1973, comme a été présenté dans la section précédente. Le TPS « Toyota Production Système » ou bien le SPT en français « Système de Production Toyota » est un système sociotechnique intégré, développé par le constructeur automobile Japonais « Toyota » en 1973. Au long des décennies de tâtonnements, d'apprentissage par essais et erreurs, le concept de "Lean" s'est enrichi [62]. Le TPS organise la fabrication et la logistique du constructeur, y compris l'interaction avec les fournisseurs et les clients [68]. La création TPS est constituée sur la base de la démarche Lean ; il s'agit d'un système de production focalisé sur :

- ✓ Des flux tendus évitant des stocks élevés et des encours importants « juste à temp »,
- ✓ La satisfaction des clients à travers l'identification et la création des valeurs répondant à leurs besoins,
- ✓ L'élimination de tous types de gaspillages.

Avant les années 1980, d'autres groupes industriels ont adopté et développé leur système de production. Il s'agit des groupes « Peugeot-Citroën » et Renault [69]. Par la suite, d'autres secteurs industriels ont été intéressés par la révolution et le succès réalisé par les industries automobiles et ils ont adopté également leurs propres systèmes de production à la fin des années 80, comme :

- ➢ Le système de Production Valeo « SPV »,
- ➢ Le système Faurecia de la même stratégie que le groupe Valeo,
- ➢ Le Système de Production « SPP » du groupe PSA (Peugeot Société Anonyme), puis l'adoption du Système d'excellence PSA,
- ➢ Le système « Schneider Production System »,
- ➢ Le système « Canon Production System » (CPS) du groupe Canon,
- ➢ Le système « Un système qualité pharmaceutique (PQS),
- ➢ Le système « Siemens Production System ».

5.1.1. Aspect économique et financière

Au cours de la dernière décennie, les méthodes d'amélioration continue ont connu un intérêt considérable dans le secteur industriel et dans la recherche scientifique, et surtout le sucée énorme de la démarche Lean. Pour faire face aux changements continus du marché, les entreprises favorisent l'aspect technique dans leurs processus. De même la majorité des chercheurs se sont focalisés sur les facteurs économiques et techniques de la démarche Lean [36]. En effet, les entreprises cherchent souvent des moyens pour rendre le processus plus flexible et adaptable aux conditions de changement rapide concernant la variété des produits et le volume de production [14].

Actuellement, le triptyque « Qualité-Coût-Délai » est le dispositif de management de la performance le plus utilisé au sein des entreprises [16]. Face aux exigences actuelles du marché, les entreprises cherchent à comprendre et à définir les aspects en termes techniques et économiques. Les exigences commerciales, deviennent trop sévères, sont gérées par un client qui exige des produits en meilleurs coût, très bonne qualité et dans un meilleur délai. Ainsi que le marché propose des produits avec plusieurs gammes et très similaires, provoquant une grande

concurrence sur le marché. Ceci oblige, les entreprises à proposer des produits en meilleur coût, en bonne qualité et dans un meilleur délai avec un grand nombre de variantes de produits [17].

Le système actuel de performance des entreprises, représenté sur le Figure. 7, est reconnu par la plupart des entreprises et favorisé par plusieurs chercheurs. Il est basé sur le suivi de la performance économique en s'articulant autour de trois dimensions principales « Qualité, Coût et Délai ».

Dans ce cadre, les entreprises cherchent à améliorer les aspects techniques et économiques pour répondre aux exigences du client. En fait, il y a diverses recherches qui se sont focalisé sur le système technique pour exploiter Lean afin de répondre au besoin du client [67 ; 32 ; 70 ; 7]. Ainsi que les entreprises cherchent toujours à mettre moins d'investissement en moyennes ou outils, en main d'ouvre et en espace dans les meilleurs délais [63 ; 52 ; 30].

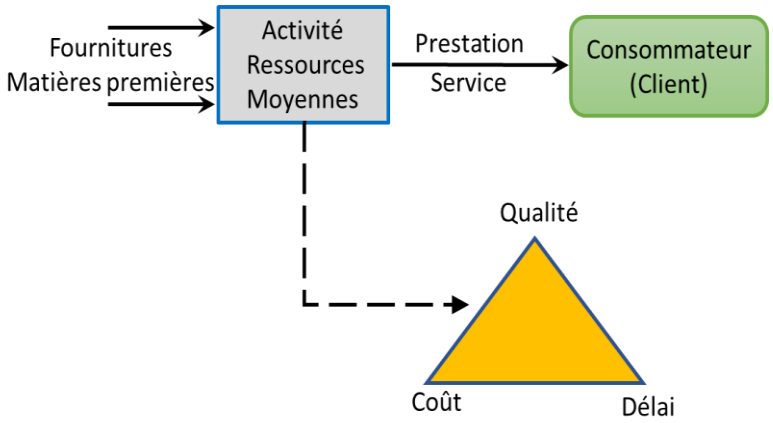


Figure 7 : Système de performance économique actuel.

Ce système est conforme avec la notion proposée par de nombreux chercheurs [57, 65, 68, 55, 30] et il est utilisé par la majorité des organisations. Actuellement, la plupart des directeurs et des pilotes des projets Lean priorisent ce modèle qui prend en charge que la partie économique et technique pour réaliser les objectifs [71, 64].

5.1.2. Aspect Social

Selon Felix Behling, l'aspect social de l'emploi est le contrat social entre l'employeur et l'employé, représenté comme suit :

- La relation hiérarchique entre employeur et employé en politiques de ressources humaines,
- La responsabilité perçue de l'employeur quant au niveau de vie des employés et la promesse de fournir un revenu et des conditions de travail adéquats, même si les idées de ce qui est "adéquat" peuvent varier.

Dans ce contexte, il existe peu de revues qui s'intéressent à la prise en compte des facteurs sociaux dans la stratégie de l'entreprise comparées à celles concernant la démarche Lean [1]. Malgré, les nouvelles exigences des normes internationales et les demandes des associations de travail pour améliorer les conditions de travail. Les facteurs sociaux restent négligés aujourd'hui dans la plupart des usines, bien qu'ils fassent la différence dans les performances de l'organisation [3, 31, 67, 51]. AMN Rose, 2011 ; C. Silva, 2013 ; T. J Kull, 2014 confirment que LM est une source d'implication et de motivation des salariés [34, 53, 59]. De même, plusieurs revues de recherche confirment que Lean est une démarche d'amélioration continue basée sur le facteur humain pour éliminer le gaspillage [71, 14, 66, 25]. La durabilité des objectifs et la réussite de LM reposent sur un aspect social favorable et bien intégré dans la stratégie de l'entreprise. En effet, une organisation qui prend en considération les facteurs sociaux dans sa vision stratégique réussit facilement leurs objectifs. En outre, l'implication des personnels est primordiale pour la réussite d'un projet de transformation qui offre un climat de motivation aux employés au sein de l'entreprise [63, 73, 33].

L'INRS en France (l'Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) déclare que l'augmentation du stress au travail et son intensification, la dégradation des conditions de travail et certains troubles Musculo - Squelettiques « TMS » sont directement liés à l'installation d'une démarche d'amélioration basée sur le Lean management. De même, Papadopoulou confirme que la pratique Lean augmente le stress et dégrade la motivation et les conditions de travail [1]. De même Landsbergis et Cahill confirment que l'augmentation de la charge de travail par l'implémentation de la démarche Lean représente une source des maladies et des problèmes de santé type TMS [74]. Ainsi que Euzenat et al. (2011) déclarent que les employés travaillant sous le concept Lean sont plus exposés aux accidents de travail [75].

Selon le retour de Valeyre (2007) « les conditions de travail souvent moins bonnes que dans les organisations tayloriennes, notamment en matière de nuisances thermiques, de risques toxiques, d'horaires atypiques, longs ou flexibles, et d'intensité du travail liée aux délais, ou comparables en ce qui concerne un grand nombre de pénibilités physiques, les nuisances sonores, les irradiations, le travail en soirée ou l'intensité du travail liée à des cadences élevées ou au manque de temps » [114]. Ainsi que, le rapport annuel de 2019 (en Décembre 2020) de L'Assurance Maladie - Risques professionnels, déclare : « Le nombre d'accident de travail augmente en 2019 par rapport à 2018 (+ 0,6 %), à un niveau qui n'était plus atteint depuis 2012. Suivant la même évolution, le nombre de journées d'incapacité temporaire continue d'augmenter en 2019 comme

les années précédentes, et plus fortement aussi, avec une augmentation de 5,2% par rapport à 2018 ».

En effet, les normes de sécurité, d'ergonomie et de l'environnement deviennent de plus en plus sévères. Cela exige que pour chaque état de changement ou de nouvelle transformation ait moins de contraintes sur ces facteurs. Ce sont des normes difficiles à respecter, même pour les systèmes de production des grandes entreprises. En conséquence, de nombreuses organisations cherchent des moyens ou des méthodologies pour les respecter. Finalement, nous pouvons conclure que le système social ne bénéficie pas de la même attention par les chercheurs comme dans le système économique, et cela malgré le grand nombre d'articles publiés sur le thème du (Lean, Lean Manufacturing, amélioration continue…). En tout cas peu d'articles ont abordé l'influence de ces démarches sur les facteurs ESE (ergonomie, sécurité et environnement) [36].

De ce fait, pour atteindre l'excellence opérationnelle, il faut favoriser les facteurs d'Ergonomies, de Sécurités et d'Environnements dans les projets d'améliorations continues. Le schéma « Figure. 8 » présente le modèle de notre système Socio - Economique, qui sera la base de notre nouveau concept, et prendra en compte plusieurs facteurs combinant entre le système économique et le système social.

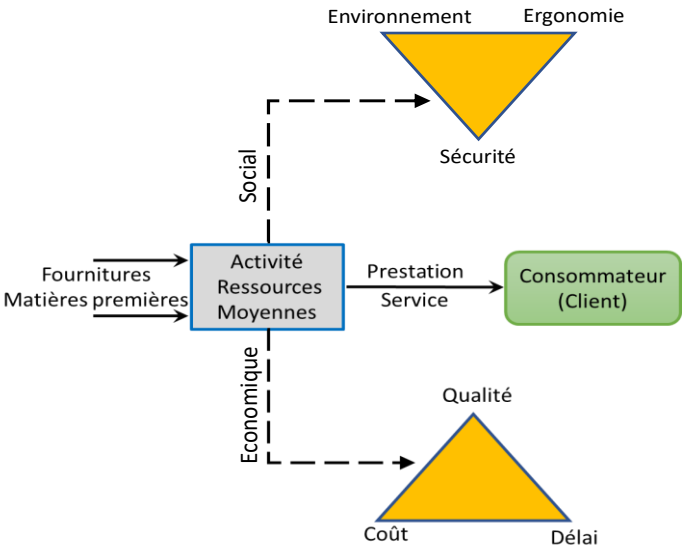


Figure 8 : Nouveau système de performance « Socio - Economique ».

En effet, la Figure. 8 représente la conception et les principes de fonctionnement de notre proposition d'un nouveau système « Socio - Economique ». Cette proposition favorise le côté social et organisationnel en intégrant l'ensemble des axes de performances « Qualité, Coût, Délai, Ergonomie, Sécurité et Environnement ». Pour appuyer notre proposition, nous avons mis en place un sondage pour confirmer l'effet et l'exploitation de Lean sur le volet technique et sociale.

6. LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE

Dans le contexte actuel, le but principal des organisations est de fournir des produits compétitifs pour répondre aux exigences du client afin de garder un avantage concurrentiel dans le marché.
La plupart des organisations ont une philosophie basée sur « la recherche continue de la performance », visant l'excellence industrielle en termes de l'élimination de gaspillage et de l'augmentation de la flexibilité de production [53].
L'excellence industrielle est un mode de fonctionnement dont la clé principale est l'excellence opérationnelle permettant d'assurer et d'obtenir les trois objectifs suivants :

- Qualité : Obtenir le meilleur niveau de la qualité des produits fabriqués,
- Coût : Assurer des produits et des services avec le coût le plus bas,
- Délai : le délai le plus court et la performance du processus de fabrication afin de présenter un avantage concurrentiel à l'entreprise.

L'Excellence opérationnelle définit la capacité d'une entreprise à produire des services au coût le plus bas possible. Ce résultat ne peut être obtenu que par des processus optimisés et avec une grande efficacité, ainsi une compétence très élevée. Sa compétitivité s'appuie sur la flexibilité de ses processus et sa capacité à développer rapidement de nouveaux produits. Ceci permettant de tenir debout dans un marché compétitif et d'atteindre les objectifs de performance, ainsi de garantit la progression vers l'excellence industrielle.
Le terme « Performance » a eu plusieurs changements et adaptation avec le développement du monde industriel. Renaud et Berland, l'a défini comme l'ensemble des aspects économiques, sociales et environnementales [32]. Ce qui représente la notion actuelle de la performance globale de l'entreprise.
La recherche continue de l'excellence industrielle passe à travers l'amélioration de la performance globale du système industriel de l'entreprise. Selon BOSCH-MAUCHAND et Benoît EYNARD, « Un système industriel, par exemple, réunit l'ensemble des moyens nécessaires pour créer la valeur ajoutée industrielle d'un produit ; il est caractérisé par rapport à cette valeur ajoutée, aux flux qui le parcourent ainsi qu'aux aspects temporels, économiques, environnementaux, ..., autant d'éléments sur lesquels est généralement attendu un niveau élevé de la performance » [66]. La réussite de cet objectif nécessite un appel des outils Lean et des méthodes d'amélioration continue pour agir sur : le débit, la vitesse et la qualité de la valeur ajoutée, qui caractérisent les dimensions principales de la performance globale d'un processus.

La performance économique a été toujours représentée par les résultats de succès des entreprises. Selon Mathieu (2008), la mesure de la performance d'une organisation est basée sur les mesures économiques, sociales et environnementales au cours de ces dernières années [67]. Pour Renaud et Berland, l'approche de la performance ne concerne plus seulement l'aspect financière vis-à-vis de la situation ou économique du marché, mais elle est propagée à des approches plus globales introduisant des autres aspects (Sociaux, Environnementaux, culturel…) [32]. De ce fait, la littérature de la recherche scientifique et managériale a adapté un nouveau terme c'est « la performance globale de l'entreprise ». Dans ce contexte, les objectifs principaux à atteindre par le pilotage de l'industriel sont :

- Vendre au plus juste : Synchroniser l'effort commercial et la politique de prix aux capacités instantanées de production (quantité, prix de vente, délai),
- Concevoir au plus juste : Synchroniser la conception des produits aux exigences clients (caractéristiques) et aux impératifs de production (délai),
- Acheter au plus tard : Synchroniser les fournisseurs aux besoins de production (quantité, caractéristiques MP, délai),
- Produire au plus juste : Synchroniser le plan de production à la demande clients (quantité, caractéristiques PF, délai),
- Expédier au plus tôt : Synchroniser les prestataires logistiques aux résultats de production,
- Maintenir au plus juste : Synchroniser les actions de maintenance aux exigences de production (disponibilité et usure du parc).

La recherche de l'excellence oblige l'entreprise à maîtriser l'ensemble des facteurs de performance, notamment l'amélioration des facteurs sociaux qui jouent un rôle principal dans la réussite de l'atteinte de ces objectifs. En effet, la réussite d'un projet d'amélioration continue ne peut être consolidée correctement que si les employés sont motivés et impliqués dans leurs travails [68].

En effet, la performance globale d'une entreprise est utilisée généralement dans la gestion des objectifs de développement durable. Elle a des notions d'équilibrage entre les objectifs économiques, sociales et environnementales. Renaud et Berland affirment que : « Le concept de performance globale est désigné dans la littérature managériale pour évaluer la mise en œuvre des stratégies de développement durable par les entreprise ».

7. RETOUR LITTERATURE

A partir de nombreux articles étudiés en appliquant la méthode SRL, une analyse et une exploitation de ces données ont permis de présenter les objectifs et les résultats des différents articles sélectionnés dans ce travail. Selon les analyses détaillées des données de notre littérature, la figure. 9 représente une synthèse de l'étude de Lean et son impact sur les différents axes [36].

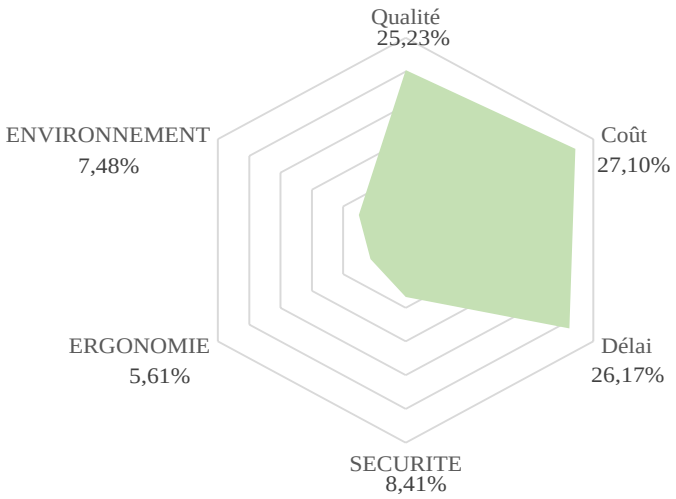


Figure 9 : Impact de Lean sur les axes Techniques et sociaux.

On remarque un très grand favoritisme de système technique par rapport au système social dans l'implémentation de Lean :

- 78.5% des chercheurs se concentrent uniquement sur le système technique : 25.23% sur la qualité, 27.10% sur le coût et 26.17% sur le délai.
- Seulement 21.5% des chercheurs prennent en considération le système social : 8.41% sur la sécurité, 7.78% sur l'environnement et 5.61% sur l'ergonomie.

Ceci permet de donner une image claire sur les priorités des auteurs et de la recherche dans ce domaine. La plupart des articles s'intéressent seulement à l'approche Lean comme démarche d'amélioration économique. Cependant, les chercheurs minimisent la prise en compte de l'impact de la démarche Lean sur les facteurs sociaux ESE. En effet, l'analyse montre qu'il y a encore un long chemin pour imposer le système social sur les organisations et les services durant l'intégration de Lean.

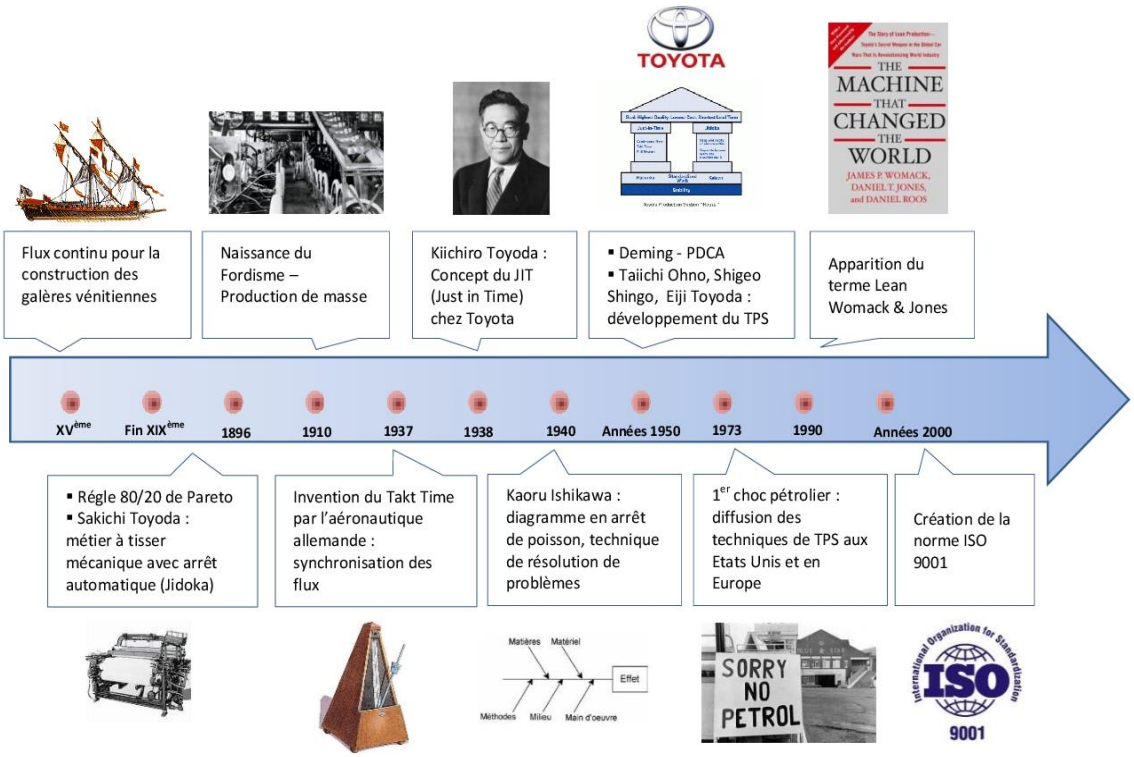
Pour corroborer et renforcer cette analyse bibliographique, nous avons réalisé un sondage professionnel, à travers un questionnaire, sur l'implémentation de la démarche Lean et son impact sur les facteurs sociaux. Le chapitre 2 « Recherche et investigation statistique » représente les

résultats obtenus à partir de l'analyse des données d'une enquête descriptif des effets de Lean sur les facteurs ESE.

8. SYNTHESE ET RESUME

Le schéma de la figure. 10 représente, en résumé, les différentes notions historiques et chronologiques relatives aux démarches et outils de Lean.

Figure 10 : Historique et Chronologie du Lean (Flauder, 2015 [76]).



Ces démarches et outils ont permis à de nombreuses entreprises en général et manufacturières en particulier de mener à bien des programmes d'amélioration continue. Les principaux avantages de ces méthodes de gestion sont la création de valeur, l'élimination des gaspillages et la satisfaction des usagers. Une revue de littérature détaillée montre que les chercheurs ont étudié à la fois l'impact social des démarches sur la performance technique et économique. En revanche, peu des travaux ont abordés le volet social, culturel et leur effet sur la performance globale. Selon la revue littérature, il y a plusieurs pratiques de LM ayant un impact négatif sur l'excellence opérationnel des entreprises bien que les aspects techniques et économiques soient améliorés. Ceci est une conséquence du non prise en compte des facteurs de l'ergonomie, la sécurité et l'environnement dans leurs projets de développement.

Puisque la mise en place du Lean a fait une révolution en termes de qualité, coût et délai, suite aux gains potentiels apportés aux entreprises, la démarche est devenue très connu dans le monde entier. En effet, une forte demande, ces 30 dernières années par les différents secteurs d'activités privées ou publiques, a été remarquée. En revanche, beaucoup de réclamations sur les effets négatifs de Lean, notamment sur les facteurs de sécurité, de santé et de motivation des employés ont été recensés.

Pour essayer d'expliquer le phénomène étudié et d'approfondir cette problématique, notre Laboratoire Techniques Industrielles « LTI » de recherche m'a confié ce sujet afin de réaliser une analyse détaillée sur l'impact de Lean sur les facteurs sociaux. Pour ce faire, notre recherche a été effectuée sur une base de données en double sources, la recherche bibliographique et un sondage professionnel cible les professionnels du domaine.

PARTI II : LEAN

1. DEFINITION LEAN

Littéralement le terme Lean est traduit par (mince maigre), or Lean c'est un ensemble de pratique, de principes, d'outils pour l'élimination des gaspillages afin d'éradiquer les sources de mauvaise performance industrielle [29]. Lean est un concept permet aux entreprises d'améliorer et d'optimiser en permanence leurs processus de fabrication d'un produit ou service.

L'amélioration continue présente une source d'évolution des systèmes industriels et se base sur des démarches pour développer les services, les processus et les produits. Le concept Lean fait partie de cette démarche. Il a été développé par le TPS et vise à accroître la valeur pour le client et à améliorer les performances sur la base de l'élimination des déchets [60]. C. Hohmann propose la définition suivante : « Lean est un système générant de la valeur ajoutée (VA) maximale au moindre coût et au plus vite possible, toute en employant les ressources juste nécessaires pour fournir aux clients ce qui fait de la valeur à leurs yeux » [62]. Le Lean est une approche systématique qui élimine toutes les sources d'inefficacité dans les chaînes de valeur et comble le fossé entre les performances réelles et les demandes des clients et des actionnaires [34]. Le Lean trouve son originalité dans le TPS dans les années 1940. Une équipe des ingénieurs Japonais « Shingeo Shingo et Taiichi Ohno » avec Sakichi Toyoda, après avoir étudié la méthode Ford, a donné la naissance d'une approche au TPS. Grace à la mise en œuvre de leur approche, l'entreprise Toyota est devenue le numéro 1 mondial de l'industrie automobile [24].

Lean c'est le cœur de la SCM qui englobe toutes les activités liées à la chaîne de valeur, depuis la conception du produit jusqu'au consommateur. Selon Shahram Taj, les organisations cherchent toujours des améliorations progressives en appliquant un ensemble d'outils Lean et de méthodologies d'améliorations continues. L'objectif visé est l'élimination de toutes les formes de gaspillage [5]. En effet, le Lean possède une structure flexible permet à un individu de sélectionner et d'aligner des méthodes en fonction des besoins et des circonstances liés à son entreprise. Le Lean est adaptable à tous les secteurs et les entreprises en exploitant les meilleurs outils pour optimiser leurs coûts, ressources et moyens. Malheureusement, la plupart des auteurs ne se sont intéressés que par le lien entre le Lean et la performance économique afin de gérer et de traiter les demandes de marché [11].

Selon la synthèse des revues concernant la définition du concept Lean, trois ont été sélectionnées dans ce travail :

- Lean est une philosophie qui développe une culture d'amélioration continue en se focalisant sur les différentes ressources de l'entreprise [57, 55, 60]
- Lean est une démarche basée sur l'élimination des gaspillages et de traitement des sources de non-valeur ajouté « NVA » [54, 62, 15].
- Lean est une série de pratiques de management et de gestion individuelles [57, 65, 11].

2. LES OUTILS DE LEAN

Le Lean propose plusieurs outils d'amélioration qui jouent un rôle majeur dans le développement de l'environnement industriel. Ces outils permettent d'améliorer l'organisation, d'augmenter le rendement et d'atteindre les objectifs fixés par l'entreprise. La philosophie de Lean s'oriente toujours vers l'augmentation de la valeur ajouté « VA » qui représente la valeur du bien ou du service payé par le client [25 ; 78]. Selon les chercheurs le Lean est un concept qui se repose sur la culture et l'exploitation des principes et des outils permettant de réaliser des progrès et d'optimiser des performances industrielles [7 ; 33 ; 79].

Dans la littérature de recherche, il existe plusieurs outils Lean exploités dans le programme régulier de l'environnement économique et social des systèmes de production et/ou de service. Cet ensemble de techniques est utilisé notamment dans les tâches quotidiennes au sein des industries. Chaque organisation utilise un type d'outil adapté à un problème particulier afin d'atteindre une production optimale.

Selon les différentes recherches théoriques, le tableau 1 regroupe les 30 outils les plus utilisés dans les industries intelligentes, une courte explication concernant leurs principes et mode d'application.

Tableau 1 : Les outils Lean les plus utilisés dans les industries intelligentes.

Outils	Désignation	Explication
Kaizen	Modéliser les processus pour les améliorer	Etat d'esprit doit venir de la direction. Il vise l'amélioration perpétuelle de l'organisation du travail quotidien. La participation des employés est une force pour progresser pas à pas.
Kanban	Maitriser la surproduction et le stockage	Méthode vise à équilibrer la production en fonction de la demande. En bref, une gestion de la production sans gaspillage avec le minimum de stock.
5S	Aménagement des espaces de travail	Il se divise en 2 actions : Actions sur terrain : tri, rangement, nettoyage Actions de progrès : standardisation et autodiscipline
Management visuel	Outil d'organisation du travail et de gestion de la production qui cherche à limiter le gaspillage pour plus d'efficacité et de performance.	Le management visuel, aussi appelé « Gestion et organisation par la vue » est une démarche du Lean Management reposant sur un ensemble de techniques de communication. L'objectif est de faciliter la transmission d'informations entre toutes les parties prenantes et pour chaque niveau hiérarchique.
SMED	Single Minute Exchange of Die : réduire le temps de changement de série	La méthode comporte cinq étapes * Identifier les opérations réalisées, * Déterminer les opérations internes et externes, * Regrouper les opérations externes, * Réduire le temps des opérations internes, * Réduire le temps des opérations externes.
Value Stream Mapping (VSM)	Analyser les processus et identifier les freins.	Outil d'analyse permet d'identifier et de visualiser de manière synthétique l'ensemble des flux physiques et d'information d'un processus.
Juste à temps (JIT)	Élimination des pertes et réduction réussie des stocks de sécurité, des grands tampons et des encours de produits et de pièces.	Chacun des éléments, nécessite une opération sur un produit à un poste de travail, arrive juste au moment où il est nécessaire pour cette opération avec la juste quantité.
Heijunka	Production Leveling, Permettre la production en flux continu quand les commandes ne sont pas régulières	Une solution Lean prend en charge les systèmes JIT et pull en fabriquant des produits à un rythme constant afin que d'autres étapes du processus puissent également être effectuées à un rythme constant et prévisible. Heijunka est dicté par la demande des clients
5P	Bien montré qu'il ne faut pas s'arrêter aux évidences et faire une analyse rigoureuse d'un problème avant de pouvoir définir les solutions.	Le principe est de ne pas s'arrêter à la première cause d'un problème (le premier pourquoi) mais d'analyser le problème jusqu'à identifier la ou les causes racines.
Andon	Montrer là où un problème apparaît afin de le corriger au plus vite et informer simultanément toutes les personnes concernées afin que chacun intervienne selon ses responsabilités.	Un affichage lumineux est déclenché lorsqu'un problème est détecté sur un poste de travail afin de le corriger au plus vite.
Jidoka	Économiser la main d'œuvre, les rebuts ou les retouches, ainsi qu'un accroissement de la productivité induite en corrigeant les problèmes de qualité au plus tôt et en évitant qu'ils ne se reproduisent.	L'arrêt automatique d'une machine ou équipement en cas de détection de défaut.
Flux Continu	Minimise les niveaux de stocks d'encours et diminue le temps de cycle de production	La production en flux continu consiste à produire un seul produit à la fois à chaque étape du processus contrairement à la production en lot qui consiste à en produire plusieurs à la fois.

Gaspillages	Simplification de processus et de réduction de leur variabilité par l'identification puis la réduction des gaspillages surtout les Muda non nécessaires.	Muda : activités sans valeur ajoutée pour le produit final ; certaines de ses activités sont néanmoins nécessaires, comme le contrôle qualité ou les réglages Muri : activités excessives ou trop difficile Mura : variabilité subie
Gemba	Inspection et vérification des faits afin de prendre les bonnes décisions.	Il s'agit du déplacement d'un responsable sur le lieu de travail pour une connaitre exacte les conditions de travail et les problèmes éventuels à résoudre
Hoshin Kanri	Gestion de la direction, c'est un complément de l'amélioration continue.	Méthode de déploiement de la politique ou stratégie d'entreprise, ou dans un sens plus large de déploiement de grands changements comme des programmes de transformation.
(Chantier) - Kaikaku	Obtenir des résultats visibles et plus rapides qu'avec l'amélioration continue plus classique.	Un atelier de travail d'un à cinq jours (la semaine entière), focalisé sur une zone et un thème précis, avec pour objectif d'y apporter un changement significatif.
PDCA	Permet l'amélioration continue : mettre en œuvre des actions de manière à obtenir les résultats attendus et tester une idée ou un concept et de les modifier après une phase d'apprentissage	Plan : planifier les actions, après avoir défini ce que l'on veut mettre en œuvre et les objectifs, Do : réaliser les actions, Check : contrôler la réalisation des actions et l'atteinte des objectifs, comprendre les résultats, Act : Agir, mettre en place des actions correctrices ou d'amélioration
Poka-Yoke	D**étrompeur :** Système détrompeur (anti-erreur)	Permet d'empêcher les erreurs d'assemblage, de montage, de branchement ou même de procédure.
Standard (Travail standardisé)	Améliorer la reproductibilité et stabiliser la production, faciliter l'apprentissage ou le partage des méthodes entre équipes ainsi que l'interchangeabilité des personnes entre équipes, et enfin de réduire le coût de fabrication des outils ou pièces standardisées.	Consiste à standardiser les processus, modes opératoires, outils mais aussi par extension des pièces et composants.
TPM - Total Productive Maintenance	Une meilleure prévention associée à une maîtrise des coûts de maintenance et réduction du temps d'arrêt des machines.	Elle repose sur deux principes : * Productive : réaliser au maximum la maintenance sans arrêt de la production, * Totale : inclure tous les facteurs influençant le bon fonctionnement des machines et y associer tout le monde.
KPI (Key Performance Indicator)	Indicateurs clés de performance.	Mesures conçues pour suivre et encourager les progrès vers les objectifs critiques de l'organisation. Les KPI fortement promus peuvent être des pilotes extrêmement puissants de comportement.
Taux de rendement global (TRG)	Un moyen de suivre les progrès dans l'élimination des gaspillages d'un processus de fabrication. 100% de TRG signifie une production parfaite (fabrication uniquement de bonnes pièces, aussi vite que possible, sans temps d'arrêt).	Un cadre pour mesurer la perte de productivité pour un processus de fabrication donné. Trois catégories de perte sont suivies : * Disponibilité (par exemple : temps d'arrêt), * Performance (par exemple : cycles lents), * Qualité (par exemple : rebus).
Les objectifs SMART	Méthode qui aide à s'assurer que les objectifs sont efficaces.	La méthode SMART consiste à fixer des objectifs qui sont : * Spécifiques, * Mesurables, * Atteignables, * Réalistes, * Temporellement définis.
QQOQCCP	Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi appelé aussi méthode du questionnement est un outil d'aide à la résolution de problèmes comportant une liste quasi exhaustive d'informations sur la situation.	La méthode QQOQCCP est un outil adaptable à diverses problématiques permettant la récolte d'informations précises et exhaustives d'une situation et d'en mesurer le niveau de connaissance que l'on possède. Elle Sert à 3 objectifs : * Identifier avant d'agir : précède toute action, * Obtenir un consensus préalable au travail en groupe, * Faire le tour de son objet d'analyse.

Le Takt Time	Il aligne la cadence de production avec la demande des clients.	Il est défini comme le ratio Temps de production prévu / Demande du client. Le Takt Time fournit une méthode simple de cadencement de la production. Il peut être facilement élargi pour fournir un objectif d'efficacité pour l'usine (Pièces réelles / Pièces cibles).
Ishikawa	Le diagramme causes-effets d'Ishikawa est un outil qualité utilisé pour identifier les causes d'un problème. Cet outil visuel a pour finalité de lister les causes qui ont une influence sur un effet (une situation), de les classer, de les hiérarchiser.	Il suit la démarche des 6M : * Matières : Les entrées : matières premières, sous-ensembles, * Matériel : Les matériels de production et de suivi, * Milieu : Le contexte de travail, * Méthodes : Méthodes Techniques et procédures, * Main-d'œuvre : Le personnel, * Management : Le management des hommes.
Pareto	Un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Il est donc basé sur le principe que : (20%) des causes seulement soient responsables de la majeure partie des effets (80%). Ce diagramme permet de représenter graphiquement ce 20% à fort impact et de lui accorder un effort prioritaire d'amélioration.	* Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite. * Une ligne de cumul indique l'importance relative des colonnes. * Cet outil permet, une fois les causes connues, de retenir celles qui sont les plus importantes, et d'en décider les actions à mener.
Brainstorming	C'est une technique de créativité qui facilite la production d'idées d'un groupe. Son utilisation permet de trouver le maximum d'idées originales dans le minimum de temps grâce au jugement différé.	L'application de la technique consiste essentiellement à énoncer dans un premier temps, une grande quantité d'idées et de s'assurer de suspendre le jugement. * Ce n'est que dans un deuxième temps, après avoir sorti le plus d'idées possibles que l'on a la permission de critiquer les idées trouvées. * On peut alors prendre soin de transformer les idées brutes en solutions adaptées à la situation.
AMDEC	Analyse des modes de défaillance et de leurs effets et criticité : est un outil utilisé dans la démarche qualité et dans le cadre de la sûreté de fonctionnement. L'AMDEC consiste à analyser : les défaillances, leurs causes et leurs effets.	* Cette méthode est à vocation préventive. * La démarche propose de lister puis d'organiser les modes de défaillances prévisibles et les conséquences lors de la conception d'un produit ou de la mise en œuvre d'un processus.
Matrice d'aide à la décision	C'est un outil : □ d'aide à la décision, □ Facilite la prise de décision concernant le choix de solutions à mettre en œuvre. Ce type de matrice permet de classer des solutions selon des critères pondérés.	La démarche est la suivante : * Réunir le maximum d'informations, * Définir les critères de sélection, * Pondérer les critères selon l'importance qu'on leur accorde, * Noter les solutions par rapport aux critères de sélection, * Effectuer le total des cotations de tous les critères par solution, * Choisir la solution qui présente le total le plus élevé.

Cette section vise à présenter en détaille les notions et les principes des outils les plus utilisés et pratiqués de Lean dans l'industrie. Ainsi que les outils que nous avons exploité dans nos cas d'études « dans les chapitres 4 » pour tester et valider notre concept LMP et son indicateur de performance TRSP à savoir : 5S, SMED, PDCA, Poka-Yoké, Kaizen.

2.1. Les 5S :

L'objectif principal de 5S est de construire et maintenir un environnement de travail fonctionnel de qualité dans une organisation [80]. Elles permettent aussi à l'entreprise de gagner : en temps,

en espace, en sécurité, en efficacité et en confiance du client [81, 31, 23]. La méthode 5S a été appliquée pour la première fois en tant que processus kaizen, dans une entreprise en 1980 par Takashi Osada (1989, 1991) [84]. Au début les 5S ont été utilisé pour développer les activités de maintenance dans la maintenance productive totale (en anglais : Total Productive Maintenance « TPM ») [85].

Selon la revue littérature, la méthodologie 5S n'est pas perçue de la même manière dans toutes les entreprises, à savoir que sa pratique est une culture [29]. C'est l'un des outils le plus exploité dans le monde industriel par les PME, GE et permet d'améliorer l'ergonomie et la sécurité des postes de travail [57]. La méthode permet également de fixer et de consolider les bases du progrès, de sécurité, de qualité, de performances et de conditions de travail [63, 73]. Pour être performant et efficace, il faut appliquer les 5S dans tous les postes de l'entreprise avec attention et quotidiennement [26]. La méthode 5S est basée en premier lieu sur le rangement et le nettoyage. En effet, ce type de pratique permet de reconnaître la zone et de redécouvrir les moyens et les outils de travail et donc une optimisation des ressources et une bonne gestion de l'espace [8]. En deuxième lieu, les principaux axes de la réussite et la durabilité des actions d'améliorations proposées, par cette méthode doivent être respecté quotidiennement, sont la rigueur, la régularité et surtout la simplicité [86].

En résume, les 5S sont les initiales de cinq mots japonais. Chaque mot représente une étape composant la méthodologie [87, 66]. Le tableau 2 rassemble les principes et les objectifs de chaque étape de la méthode 5S.

Tableau 2 : Les principes et les objectifs des 5S.

	Traduction littéraire	**Notion et Principe**	**Objectif**
Seiri	Ranger, organiser, trier	Supprimer l'inutile : Retirez tous les outils et pièces inutiles.	Mettre en place les outils utiles pour un travail efficace et ne pas être gêné par l'inutile.
Seiton	Ordre, arrangement, rationalisation	Situer les choses : Organisez le travail, les travailleurs, l'équipement, les pièces et les instructions de manière que le travail se déroule en efficacité.	Ne plus chercher les objets dont on a besoin.
Seiso	Nettoyage, briller	Scintiller : Nettoyez l'espace de travail et toutes les machines ou équipements	Ne plus salir.
Seiketsu	Normaliser, contrôle visuel	Standardiser : Assurer que Les situations normales et anormales sont distinguées, à l'aide de règles visibles et simples.	Ne pas oublier les meilleures pratiques.
Shitsuke	Soutenir, éduquer, discipline et habitude	Suivi : Veiller au respect rigoureux des règles et procédures.	Utiliser les meilleurs pratiques et les améliorer en permanence.

2.2. La méthode SMED :

Single Minute Exchange of Dies (SMED) : c'est une méthode vise à réduire le plus possible le temps de changement de série (CS), afin d'assurer un changement rapide et efficace du produit en cours d'exécution au suivant. Conformément à Sherali, ce temps est consacré au nettoyage et au changement des pièces de la machine et à la configuration du produit suivant [81]. L'échange de matrices en une seule minute décrit par Shingo, suppose qu'un changement doit avoir lieu dans un temps exprimé à un seul chiffre (moins de 10 minutes) [89].

Le temps de changement de type de fabrication est la durée qui s'écoule entre la dernière pièce bonne produite de la série A et la première pièce produite bonne de la série B. Le cas idéal, après la mise en œuvre de la méthode SMED, est de parvenir à faire passer en « temps masqué » (sans arrêt de la machine) toutes les opérations de CS et ainsi arriver au point où il n'est pas nécessaire d'arrêter la production de A qu'au moment où l'on peut réellement démarrer la production de B « Figure. 12 ». La mise en œuvre appropriée du système d'amélioration SMED peut représenter le facteur clé dans un objectif de réduction de la taille des lots, ce qui assurerait plus de flexibilité et un flux de produits amélioré dans la zone de fabrication [3].



Cas « idéal » après l'application de la méthode SMED :

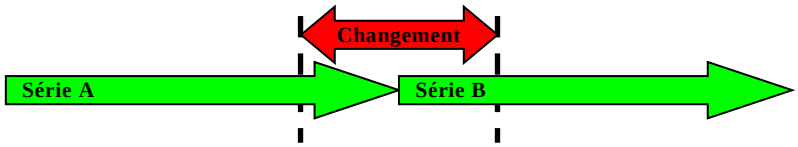


Figure 11 : Cas avant la mise en place de la méthode SMED.

De nos jours, les techniques pour atteindre un temps de changement à un chiffre ont été acquises et mises en œuvre dans les zones de fabrication [90]. Nous analysons la démarche et la méthodologie actuelle du CS puis nous allons réaliser les principales étapes du SMED comme suit [91] :

- Supprimer les tâches inutiles dans le CS.
- Séparer les activités internes et externes.
- Convertir un maximum de tâches en « tâches effectuées en temps masqué » et réduire la durée des autres tâches par des innovations (techniques, organisationnelles …)
- Rationaliser le processus de transition et de formation continue.

Les résultats attendus renverront un avantage économique reflété par la réduction de stock et l'augmentation de la production de produits. Au-delà des avantages économiques par la réduction de gaspillage et augmentation de VA, le temps de transition est diminué, d'autres réalisations de l'amélioration des conditions de travail, la standardisation, le travail d'équipe et l'environnement du lieu de travail.

2.3. La démarche PDCA

PDCA ou La roue de Deming a été inventé par un statisticien américain Walter A. Shewhart dans son Livre « Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control » [92]. En 1950, le statisticien William Edwards Deming, a popularisé le principe de Shewhart, en exploitant le cycle de Shewhart qui a été ensuite appelé la roue de Deming au sein de l'organisation patronale japonaise. PDCA est une théorie organisationnelle utilisée dans de nombreux domaines : sciences, management, production, maintenance, qualité …etc [92]. Elle permet le suivi et le traitement des problèmes en quatre étapes principales (Figure. 13) :

Plan : C'est la planification ou la préparation de ce que nous allons réaliser dans un planning, en identifiant les problèmes et les causes racines.

Do : C'est la deuxième étape qui consiste à réaliser les actions planifiées précédemment en respectant les dispositions définies dans le plan, comme exemple :

- Réaliser la cartographie de l'état des lieux,
- Construire le plan d'action.

Check : Après la réalisation du plan d'action, nous devons s'assurer que les objectifs définis à la première étape « Plan » sont atteints, en utilisant les indicateurs de performance.

Act : Dans cette dernière étape, il est nécessaire de sortir avec un bilan de réalisations, c'est-à-dire standardiser et mis en place. Puis, exploiter le retour d'expérience pour évaluer et analyser les objectifs qui ne sont pas atteints et avoir la possibilité de recommencer la roue.



Figure 12 : La roue de Deming « PDCA ».

2.4. Le Poka-Yoké

Historiquement, Poka - Yoké est un affichage visuel des standards ainsi que des techniques de détrompage développé par Toyota afin d'aider les opérateurs à détecter les défauts et les anomalies. Le terme Poka – Yoké est un terme japonais qui se traduit par la prévention d'erreur. Les systèmes Poka – Yoké servent à alerter sur les anomalies et même d'arrêter tout processus dans lequel une anomalie grave est détectée. Cet arrêt peut être effectué manuellement pour un système d'alerte, ou bien automatiquement si le mécanisme d'arrêt est intégré au processus de détection. En tout cas, le principe de ce système est de stopper un processus lorsqu'un défaut ou un problème est détecté [169].

La Figure. 14, illustre un exemple d'un système de Poka-Yoké qui permet d'éviter un défaut ou une erreur lors du branchement d'une prise dans son embout. C'est un exemple concret sur le développement d'un système de connexion en toute sécurité.

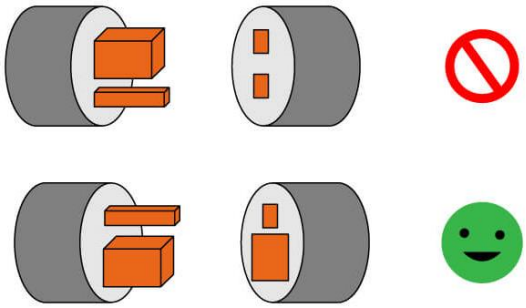


Figure 13 : Système Poka-Yoke : Technique pour améliorer la qualité et éviter les erreurs.

Un bon système Poka – Yoke doit permettre d'éviter tous les erreurs afin d'atteindre le « zéro défaut ». L'objectif est d'éliminer les contrôles de qualité et de permettre aux opérateurs de se concentrer sur leurs travails sans avoir besoin de fournir des efforts pour la prévention des erreurs.

2.5. Kaizen

Kaizen (ou amélioration continue) est le pilier du concept Lean. Il permet d'atteindre l'excellence industrielle et le progrès au sein d'un processus tout en réduisant les gaspillages. Le mot Kaizen est la contraction de deux mots japonais : « Kai : changement », et « Zen : meilleur », donc la traduction du Kaizen est « amélioration continue ». Kaizen est une stratégie d'améliorer en continue par le bon sens, mais nécessitant l'implication de tous les membres de l'entreprise avec un engagement fort de la Direction et un changement de culture de l'entreprise [163]. Le Kaizen n'est pas une amélioration brutale, mais graduelle fondé sur des actions concrètes. Il consiste à

proposer de petites actions pour une réalisation rapide. C'est une méthode de gestion de la qualité basée sur l'amélioration à « petits pas » faites au quotidien.

Kaizen est une méthode de résolution des problèmes existants dans un lieu de travail en se basant sur les principes de fonctionnement de PDCA [170]. La démarche Kaizen est une procédure de base pour la résolution des problèmes de façon scientifique, rationnelle, efficace, et effective. Son développement et son apparition se font au Japon après la seconde guerre mondiale.

3. LEAN ET LE GASPILLAGE

Afin de faire face à la concurrence féroce, les industries ont déployé des efforts considérables visant le développement de l'efficacité de la fabrication et l'amélioration du processus. Ils se basent sur les principes de Lean pour chasser tout gaspillage le long du processus de fabrication [16].

Les gaspillages sont des activités qui n'ont pas de VA et consomment des ressources et se sont donc les sources de tous types des pertes. Selon T. Ohno le fondateur du TPS, il y a 3 familles de gaspillages : Muda, Muri et Mura.

3.1. Muda

Muda est un terme Japonais qui signifie (gaspillage ; gâchis) ou bien les activités NVA. On distingue deux types de muda qu'on doit les chercher pour les éliminer :

- Type 1 : ce sont les activités définies comme des gaspillages essentiels et nécessaires pour réaliser des opérations.
- Type 2 : ce sont les activités désignant les pertes réelles et n'ajoutent aucune valeur pour les clients et l'entreprise.

En effet, il existe sept catégories de gaspillages qui sont les plus connus dans le monde industriel [93] :

- Gaspillages provenant de la surproduction : Produire plus que ce qui est demandé ou bien produire en avance est considéré comme de la surproduction. Ce type de gaspillage représente une production en surnombre considérée comme une source de consommation des ressources (espace, main d'œuvre, matières, Machine, matériel…), perdues. Toutefois, ce gaspillage correspond aussi à une production avant la commande. Ce type de gaspillage entraîne les six autres catégories.
- Gaspillages provenant de temps d'attente : ce type représente le temps d'attente de quelque chose à produire. En effet, des étapes mal synchronisées ou temps de

changement de série trop long ou postes de travail goulots d'étranglements dans un processus de fabrication, sont considérés comme des sources d'attente. Ce temps d'attente peut également provenir de retard d'arrivée de matériaux, d'inactivité des salariés à cause des pannes machine, rupture de matières premières, changement d'outils ou d'un équipement d'une capacité de production insuffisante....

- Gaspillages dus aux pièces défectueuses (non-qualité : rebuts-rejets) : La non-qualité des pièces fabriquées ou du service effectué entraîne de nombreux problèmes, tels que les retouches et les déchets. Ce gaspillage engendre des coûts de retouche liés à la gestion de la non-conformité ou non-qualité, des éventuelles retouches et des retours clients. Tous ces actions de correction ne représentent aucune VA pour l'entreprise et elles sont des pertes d'argent et du temps, ainsi que de la crédibilité : Coût de la pièce plus coût indirect (arrêt de chaîne chez le client, transport spéciaux, relance de fabrication...). Ainsi des pertes de temps pour une entreprise mais aussi un risque de ne pas pouvoir fournir au client la qualité et les délais demandés.
- Gaspillages dus aux stocks inutiles : Le surstockage représente de l'argent immobilisé et de l'espace de stockage perdu pour l'entreprise. Les stocks des produits finis ou semi finis sont des sources qui augmentent la consommation des coûts. La mobilisation des machines, d'équipements, matières et l'utilisation d'espace représentent de bons exemples à citer. L'immobilisation du capital (une réduction de la trésorerie) et des ressources ne représentent pas de VA. L'objectif est de baisser les stocks afin d'améliorer la circulation au sein des ateliers. Pour éviter le surstockage, il faut mettre en place un bon suivi de la demande, de gestion de planification et le suivi attentif des quantités fabriquées.
- Gaspillages occasionnés par les transports : généralement tous les transports sont des actions à NVA. Le transport inutile de matériaux ou de produits en cours, au cours d'un processus de fabrication, représente des sources de gaspillage. Chaque déplacement a un coût, augmente les délais et multiplie les éventuelles erreurs. Le transport d'une pièce d'une machine à l'autre ne lui confère aucune valeur ajoutée. Par exemple : déplacement avec des pièces vers les stocks ou vers les ressources, acheminement vers les postes de contrôle ou de travail sont des transports inutiles peuvent produire des dégradations des pièces lors du transport. Eliminer des transports inutiles est parmi les principes de Lean et qui représente une action importante à effectuer.

- Gaspillages dans les processus de fabrication (processus et méthodes inadaptées) : Les étapes sans valeur ajoutée sont communes lors de processus excessifs, le processus de conception est mauvais, envisager à le redéfinir. C'est un processus qui comporte diverses étapes d'immobilisation (stockage excessif), ou encore d'étapes intermédiaires n'ayant pas de réel intérêt dans la fabrication des pièces. Afin de réduire ce gaspillage, il faut alors rechercher les opérations inutiles en appelant les outils et les méthodes d'améliorations continues.
- Mouvements inutiles : Ce gaspillage représente les gestes et les mouvements inutiles que les opérateurs doivent faire au travail et qui n'apportent aucune VA au client. Ce gaspillage résulte d'une mauvaise organisation et ergonomie du poste de travail. Ces mouvements inutiles sont considérés comme des valeurs non ajoutées et qui sont généralement facile à éliminer. Les plus difficiles à traquer sont les mauvaises habitudes que les employés développent spontanément. Dans les mouvements inutiles, il faut inclure les allées et venues inutiles, les risques de dégradation du matériel en raison des déplacements multiples, ergonomie des postes, aménagement des ateliers, ...

3.2. Muri et Mura

Les MURI et les MURA sont d'autres types de gaspillage qui se représentent comme suit [94] :

- Mura, ce terme est d'origine Japonaise, désigne l'irrégularité, la variabilité : Il s'agit de tous types de variation du processus dues à des déséquilibres et de manque de régularité, conduisant à de la non-valeur ajoutée. Les sources de variabilité sont nombreuses et ces variabilités engendrent des gaspillages [62]. Elles influent sur les caractéristiques du produit, qui s'éloignent des standards définis et peuvent être à l'origine de certains Muda tels que les sur-stockages. En effet, les caractéristiques physiques de la matière première et les réglages des machines peuvent varier. La variabilité est donc source de gaspillage.
- Muri traduit par « qui n'est pas raisonnable » : ce terme est d'origine Japonaise (tâche excessive, trop difficile, impossible), peut être classifié comme excès ou surcharge. Muri désigne le fait d'exercer une pression excessive sur les employés, les machines ou les moyens et les équipements. Il correspond aussi à l'inadéquation entre les moyens et le besoin, ce sont les surcharges ou le déraisonnable. Il s'agit d'employer des moyens humains ou matériels surdimensionnés par rapport au besoin ou au résultat attendu [16].

4. L'ADAPTATION DE LEAN

4.1. Lean Manufacturing et Lean Management

Le Lean Management trouve ses racines dans le Lean Manufacturing. Selon de nombreux chercheurs le Lean Management est une extension du Lean Manufacturing « Figure. 15 ». Lean Manufacturing est une démarche d'amélioration et d'optimisation des méthodes de production située autour de la chaîne de production. En revanche, Lean Management se positionne sur les zones managériales qui permettent l'optimisation de la stratégie commerciale et des modes de management. Donc il s'adresse principalement aux managers et au comité de direction.

Selon Lathia & Voskobojnyk, Lean Manufacturing est une méthode systématique d'élimination de gaspillage au sein d'un système de fabrication sans sacrifier la productivité, ce qui peut poser des problèmes [95]. En outre, Lean Manufacturing prend également en compte les gaspillages crées par l'engagement : la surcharge et le NVA créés par le déséquilibre et l'irrégularité des charges de travail. En effet, le Lean Manufacturing cherche en continue de rendre évident ce qui ajoute de la valeur, en réduisant tout type de gaspillages et en améliorant le délai & la qualité des produits. Cette philosophie de gestion a été développée au sein de Toyota, se focalise sur la réduction des sources de gaspillage qui n'apportent rien au client [95]. Cependant, pour atteindre les objectifs de la démarche, il faut suivre les trois étapes suivantes :

- Concevoir un système de fabrication simple,
- Reconnaitre la possibilité de l'améliorer toujours,
- Améliorer continuellement la conception du système Lean Manufacturing.

Le Lean management est un système de management de production adopté par les grandes entreprises aussi que par les plus petits groupes et même les start-ups. Selon Asquin & Wissler, « Lean management correspondrait, par conséquent, à un projet de mise sous pression et sous tension de l'organisation mais qui limiterait le stress des individus et des équipes grâce aux efforts permanents de prospective, de communication interne et de simplification des structures et/ou des processus » [96]. Le LM est un concept basé sur la mise en place des pratiques et des idées par les entreprises, en exploitant les méthodes et les outils de Lean pour accroître leur productivité. D. Bösengerg et H. Metzen soulignent que LM apparait comme une condition technico-économique pour alléger les structures et les coûts tout en perdant la rigidité de l'organisation [97]. Les cinq idées suivantes constituent la base de l'approche LM :

- Une attitude prospective,
- Une disponibilité pour le changement, résultant de capacités sensitives et/ou cognitives,

- Une vision systémique ou globale,
- Une volonté de valorisation de toutes les ressources acquises ou développées,
- Un souci d'économie, en évitant tout gaspillage.

Parmi les principaux objectifs de LM sont :

- L'amélioration de la flexibilité et la réactivité face aux demandes des clients,
- L'élimination des sources de gaspillages impactant la productivité et la rentabilité,
- Renforcement de l'autonomie du personnel en contact.

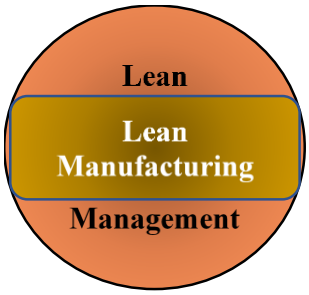


Figure 14 : Représentation schématique du lien entre Lean Management et Lean Manufacturing.

4.2. Lean six-sigma

Lean Six Sigma se compose en deux approches Lean et Six Sigma qui sont deux méthodologies différentes. Le Six Sigma a été développée chez Motorola par l'ingénieur Bill Smith au milieu des années 1980 puis par General Electric en 1990. C'est une démarche qui cherche à éliminer les défauts de production sur la base du calcul statistique [62]. Le principe est de réaliser la maximisation des profits pour répondre aux exigences des clients. Il a été mis en œuvre avec succès par la société de téléphonie cellulaire "Motorola" en 1986 et depuis lors, d'autres sociétés l'ont également adoptée [98]. En 1990, Jack Welch le PDG de General Electric, a décidé de l'utiliser dans l'ensemble du groupe. Ceci a contribué de manière significative à l'amélioration de la qualité et la productivité des entreprises [65]. Aujourd'hui, Six Sigma est une stratégie commerciale importante utilisée par de nombreuses entreprises pour améliorer leurs processus commerciaux ainsi que les critères, les exigences et les tolérances de qualité. Il sert à créer un avantage concurrentiel et à augmenter une rentabilité et une part de marché [99]. La mise en œuvre de telle démarche a permis aux entreprises de faire des transformations au niveau de leur stratégie. Généralement, Six Sigma permet aux entreprises de développer leur système en deux termes :

- En termes statistiques : Dans un système de production, Six Sigma fait référence à 3,4 défauts par million d'opportunités (DPMO). Sigma (σ) représente la variation d'un processus moyenne.

- En termes commerciaux : Six Sigma est une stratégie utilisée pour améliorer la rentabilité de l'entreprise en éliminant les déchets, en réduisant les coûts d'une gestion de mauvaise qualité et en améliorant l'efficacité de toutes les opérations pour répondre aux attentes des clients.

Selon Antony (2011), l'intégration de ces deux approches Lean et Six Sigma peut obtenir des meilleurs résultats dans le monde industriel [99]. Également, ces deux approches identifiées comme l'un des facteurs clés pour les améliorations continues. La combinaison et l'intégration de Lean et Six Sigma permettent d'atteindre l'excellence opérationnelle et les objectifs de l'entreprise. En effet, Lean est une démarche qui joue un rôle important pour l'élimination de déchets et les activités sans valeur ajoutée « NVA » et Six Sigma est une approche basée sur l'exploitation des outils statistiques et techniques pour faire progresser l'entreprise à un niveau élevé et améliorer la performance des processus [100]. L'année 1986 a connu la première apparition de Lean Six Sigma (LSS) aux USA dans le George Group. LSS Littéralement signifie « Mince Zéro Défaut », c'est une approche puissante vise la satisfaction de client en s'appuyant sur la démarche DMAIC : Define ; Measure ; Analyze ; Improve ; Control.

Selon Albliwi (2015) LSS est une méthode structurée de management qui vise à améliorer la qualité et l'efficacité des processus [26]. Elle a été élargie à tous les processus administratifs, logistiques, bancaires, commerciaux, publiques… [55]. Actuellement, la méthode est considérée comme la dernière génération des méthodes d'amélioration. C'est une méthodologie d'amélioration rigoureuse qui cible la satisfaction du client, la performance économique de l'entreprise et la réalisation des objectifs stratégiques de l'entreprise [100]. En effet, Six Sigma accompagne la démarche Lean afin de fournir les différents outils pour traiter les problèmes spécifiques et améliorer la qualité et l'efficacité des processus. En 2000 c'est la première fois que le terme LSS est introduit dans la littérature et depuis 2003, son déploiement dans l'industrie a reconnu une augmentation notable [55].

4.3. Autres adaptations de Lean

Le terme Lean est composé en plusieurs méthodes et démarches définies par les chercheurs comme suit : Lean Manufacturing et Lean Production : (« fabrication maigre », « production au plus juste ») [101, 102], Lean Thinking (« manière de penser maigre ») [25], les techniques du management et Lean Management (« management maigre ») [103]. Ce sont les fruits de développement et d'adaptation de Lean aux objectifs des différents secteurs d'activités.

Le secret principal de la réussite de Lean est la flexibilité de l'adaptation et le développement de ce concept aux différents systèmes de production ou secteurs d'activités. Il permet d'accompagner

les stratèges des organisations et de répondre aux contraintes spécifiques des différents processus. Le bon fonctionnement de tous ces composants dépend de la préparation, la formation et la mise en œuvre correcte du concept. Ci-après la présentation de quelques modèles de Lean :

- Lean Production : Ce modèle a été adapté dans l'industrie automobile, dans l'industrie manufacturière et même dans d'autres activités telles que les soins sanitaires qui ont montré des exemples réussis. C'est un modèle de gestion souvent adapté ou déformé pour y parvenir.
- Le Lean Mining : c'est un modèle focalisé sur la Chaine Logistique minière pour exploiter mieux les ressources naturelles avec moins de ressources matérielles consommées. Ce modèle permet également d'améliorer les processus de production et de réduire les ressources de gaspillage (ressources naturelles gaspillées, matières premières consommées…) à partir de l'élimination des activités de NVA qui engendrent des gaspillages colossaux.
- Lean Green : est une approche alternative et complémentaire au concept Lean pour respecter la nature et réduire l'utilisation des ressources non renouvelables. Selon Hines (2009), il existe plusieurs types de gaspillage spécifique à ce concept Lean Green : La consommation excessive de l'énergie ; la consommation excessive de l'eau ; la consommation excessive des ressources (soit naturel ou autres…) ; la pollution ; le déchet ; l'effet de stresse ; la mauvaise santé ; la sécurité et l'eutrophisation [104]
- Lean Thinking : permet de créer une culture Lean dans les entreprises et améliorer les processus en éliminant les différentes sources de gaspillage, tout en minimisant les surcoûts inutiles pour les clients. Le terme "Lean Thinking" a été inventé par James P. Womack et Daniel T. Jones, puis a été développé au sein de l'automobile en se basant sur cinq principes [79 ; 105] :
  - Spécifier ce qui est la valeur aux yeux du client,
  - Identifier le flux de valeur,
  - Favoriser l'écoulement de ce flux pour minimiser les gaspillages,
  - Viser la perfection pour atteindre l'excellence,
  - Tirer les flux.

4.4. L'implémentation de Lean

4.4.1. Les étapes et les conditions de réussite

Les étapes d'implémentation varient d'une structure ou d'une organisation à une autre. Mais selon notre revue littérature, on rencontre les étapes suivantes :

- Impliquer tous les acteurs de l'entreprise : Le comportement et l'engagement de la direction et des dirigeants est un très bon révélateur pour Lean. En effet, les managers peuvent être des sources d'implication, de motivation, d'accompagnement, de soutien et d'assistance des collaborateurs pour prendre des décisions aux bons moments et contribuer très fortement au bon déroulement du plan d'actions. De même, l'engagement et la participation des tous les employés et les services représente un facteur clé pour la réussite de Lean.
- Définir le projet : les objectifs, doivent être bien fixés en termes de résultats attendus, et le bon point de départ sont considérés comme une étape primordiale, avant d'utiliser les outils Lean. Ce qui va permettre d'identifier les écarts et de cadrer le processus.
- Former l'équipe : Assurer les formations nécessaires et certifier les compétences des collaborateurs pour garantir le bon déroulement du projet Lean.
- Identifier les valeurs ajoutées : déterminer ce qui créé de la valeur pour le client en identifiant factuellement les écarts et les dysfonctionnements. En conséquence, il faut prioriser les chantiers qui englobe l'ensemble des facteurs sociaux et économiques, en construisant un projet d'amélioration avec des objectifs bien précis.
- Animer et piloter : Animer de façon quotidienne, hebdomadaire et mensuelle sur terrain en identifiant l'ensemble des anomalies et problèmes à traiter. Ensuite, il faut assurer une communication et un pilotage rigoureux de ces projets.
- Définir des indicateurs pertinents : Sélectionner et créer des indicateurs pertinents et convenables aux objectifs du projet Lean. Ensuite, il faut Définir les variables à mesurer, les outils et comment les mesurer en identifiant les VA et les NVA. Puis, adapter et utiliser ces indicateurs pour pouvoir anticiper, analyser, corriger, manager et décider.
- Déployer les outils Lean : Exploiter les outils de créativité pour sélectionner les actions efficaces et les solutions les plus pertinentes en s'appuyant sur les données constatées dans l'analyse de l'état de lieu.
- Préparer et ajuster les actions proposées : Assurer la préparation de tous les éléments et les ressources pour le déploiement des solutions, en testant à chaque fois le chantier piloté.
- Standardiser et transversaliser : assurer la standardisation des actions et des indicateurs de suivi sur terrain en exploitant le retour d'expérience pour faire des ajustements.

Pour rendre ce travail efficace, il faut mettre en place tous les ressources et les outils nécessaires afin de réussir un projet Lean. En effet, la résolution et la gestion de ces éléments permettent aux chercheurs et aux chefs d'entreprise à atteindre leurs objectifs d'amélioration ou de changement

d'un processus dans un contexte Lean. En outre, la littérature suggère que Lean a des effets et des conséquences sur les objectifs réalisés. Le tableau 3, représente une synthèse des obstacles et des sources, recensés par des groupes de chercheurs, qui ont des effets et des conséquences significatifs sur les facteurs ESE (Environnement, Sécurité, Ergonomie) que Lean doit prendre en considération pour surmonter ces limitations.

Tableau 3 : Les principaux effets et conséquences sur les facteurs ESE.

Références	**Effets et conséquences**	**Facteurs Impactés**	**Éléments et sources manquants**
Lauver et al, 2020 ; Khurana et al, 2020 ;	État d'esprit non stable des employés ; l'absence de la sécurité d'emploi ; résistance culturelle au changement.	Security ; Environnement	Implication des employés ; management support ; Formation ; Motivation
Babu Purushothaman et al, 2020 ; dos Santos et al, 2015	Stress dans le système ; comportements inappropriés ; la santé affectée ; une atmosphère stressante ; démotivation des personnels	Ergonomie ; Environnement	Formation et implication des personnels ; Formation et Engagement des managers
Brito, 2019 ; Sahoo, 2019	Changements sociaux et culturels ; mouvements répétitifs ; le rendement de l'entreprise ; succès des pratiques ; le moral des employés et la sécurité ; stress	Sécurité ; Ergonomie	Engagement de la haute direction et des ouvriers ; Formation ;
Bevilacqua et al, 2017 ; Antomarioni et al, 2019 ; Alkhoraif et McLaughlin, 2020	Mauvaise compréhension de Lean ; manque de ressources ; échec de l'implémentation de Lean ; Manque de récompenses et de la reconnaissance	Facteurs culturels ; environnement	Formation de tous les membres du personnel ; implication et de l'engagement des personnes ; dimensions culturelles
Omogbai et Salonitis, 2016 ; Pampanelli, 2014	La fatigue des employés ; manque une culture d'amélioration ; augmente les erreurs	Ergonomie	Mauvaise dimensionnement des objectifs ; pression ; Implication et motivations des personnels
Alok et al, 2018 ; Aydınoğlu et al, 2017	Manque de soutien de la direction ; absence de Motivation et de confort des travailleurs ; résistance au changement ; Manque de participer personnellement.	Environnement	Environnement de travail paisible et rassuré ; Formation et implication des personnes

Le tableau 3, présente des éléments précieux des sources du conflit entre les facteurs économiques et sociaux au sein des entreprises, après le déploiement du Lean ou LSS. Ces éléments représentent des effets négatifs sur les facteurs sociaux qui ont un impact direct sur le rendement de l'entreprise.

Nous constatons d'après ce tableau de la synthèse des effets significatifs : qu'il y a 4 groupes des auteurs sur 6 évoquent l'effet négatif de Lean sur l'environnement, 2 sur 6 l'effet sur la sécurité,

3 sur 6 l'effet de l'ergonomie et 1 sur 6 l'effet de la culture. Tous ces problèmes peuvent être l'origine de :

- Mauvaise compréhension de la démarche Lean,
- Manque d'engagement de la direction de l'entreprise,
- Manque implication et l'engagement des employés dans le projet Lean,
- Manque de formation sur Lean pour l'équipe de projet Lean et les ouvriers,
- Absence et manques de suivi des indicateurs d'évolution du climat social,
- Manque de suivi et de traitement des anomalies sociaux liés à des changements dans un contexte Lean,
- Manque des objectifs dédiés aux facteurs sociaux dans le contrat d'implémentation de Lean.

4.4.2. La résistance au changement

L'échec d'un projet d'amélioration ou de changement organisationnel est dû aux nombreux facteurs. La résistance au changement est parmi la principale cause d'échec des changements voulus [171]. En effet, les réactions des employés contre les changements et les améliorations d'un projet Lean représentent un souci pour les entreprises. Pour cela, les organisations doivent compter sur la coopération de leurs employés en les impliquant dans tous projets.

Concernant les principaux facteurs qui rendent les réactions des employés à un changement organisationnel complexes sont généralement :

- Le manque d'information sur le type de changement voulu et les mauvaises communications sur ce sujet,
- L'absence de participation et d'implication des employés aux démarches d'organisation et d'identification des objectifs de ce changement,
- Le manque de confiance à la direction et aux managers qui pilotent ces changements. Ceci est dû aux mauvaises expériences ou bien aux caractéristiques de la situation actuel et du travail quotidienne,
- La demande des objectifs trop flous, trop ambitieux ou même contradictoire peut mener un plan d'actions sur une pente négative,
- Des objectifs exigeants trop vagues.

En outre, il faut bien évidemment prendre en contre-pied de ce qui présenter précédemment dans la section précédente.

5. CONCLUSION

Le Lean est la méthode originale à partir de laquelle beaucoup d'outils ont été générés pour répondre aux besoins des entreprises. Ces outils représentent une démarche très intéressante pour les organisations et les entreprises en gestion de la chaîne d'approvisionnement en terme technique et économique dans les différents secteurs d'activités (Industrie, Banques, Mines, publics…).

Le Lean est une démarche d'amélioration de la qualité et d'élimination des gaspillages dans des conditions de travail favorable et dans un milieu motivant [110, 132]. Cependant, des études scientifiques prouvent que le Lean a des effets négatifs sur la sécurité, l'environnement, la santé et la motivation des employés. En effet, la majorité des articles sur les thèmes (Lean, Lean de Management, l'implémentation de Lean, ...) se concentrent plus sur la relation entre la mise en œuvre de la démarche Lean et la performance économique de l'entreprise bien qu'il y ait souvent des réclamations sur la dégradation de l'environnement et les conditions de travail. Notamment dans les PME et les pays sous-développés.

La raison principale de ce travail de recherche est de clarifier les faiblesses de Lean et de proposer un nouveau modèle qui permet le traitement et la surveillance de ces effets. Comme synthèse ci-après la figure. 16, représente la généalogie et le développement du concept Lean :

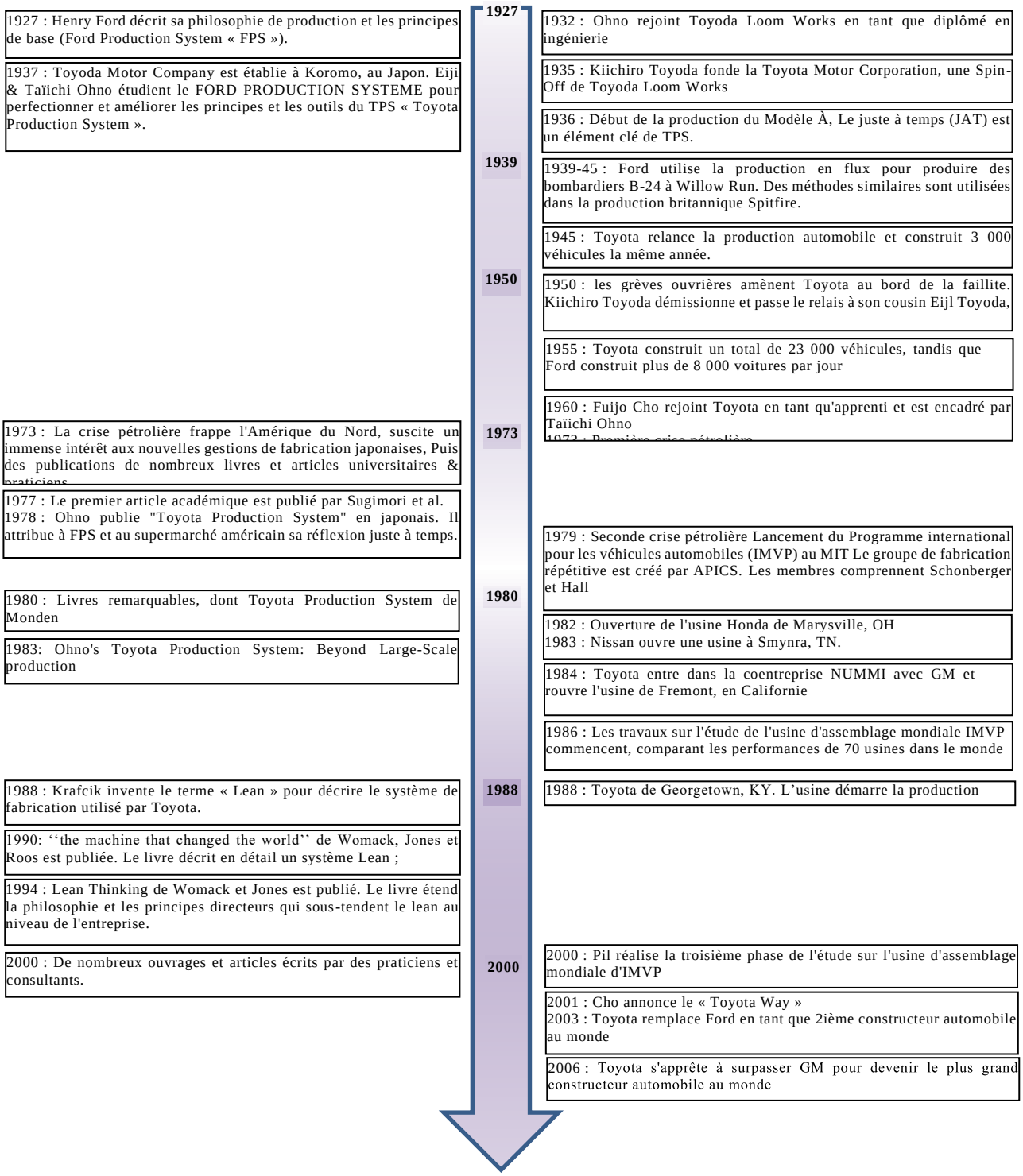


Figure 15 : la généalogie et le développement du concept Lean.

CHAPITRE 2. Recherche et investigation statistique

1. INTRODUCTION

Ce chapitre est basé sur un sondage descriptif, partagé avec 374 participants de différentes organisations, en utilisant le service en ligne pour les enquêtes Google Form©. Malgré le grand nombre d'articles publiés sur le thème Lean, Lean Manufacturing ou Lean Management, qui montre l'impact de la démarche Lean sur les facteurs sociaux, les pratiques de Lean dans les entreprises restent loin de ce constat. Dans ce cadre-là ce chapitre de statistique professionnel permet à partir d'un sondage descriptif d'obtenir une image claire sur l'application du Lean dans le monde industriel. Les données de ce sondage permettent de présenter le retour d'expérience des effets de Lean sur les facteurs financiers et économiques, et aussi l'impact des projets Lean sur les facteurs sociaux et les conditions de travail. Pourtant, il ne faut perdre de vue que l'amélioration continue est le principal objectif de toutes les entreprises pour obtenir la meilleure qualité et atteindre l'excellence opérationnelle.

2. METHODOLOGIE UTILISEE DANS LE SONDAGE

L'enquête par sondage, permet la collecte d'information auprès d'un grand nombre d'individus et offre l'avantage d'une grande souplesse. Le choix des variables étudiées peut être déterminé de façon à permettre la vérification quasi-expérimentale de telle ou telle hypothèse théorique posée à priori. Elle permet d'obtenir des témoignages et des informations généralisables à l'ensemble de la population consultée pour analyser et comprendre l'environnement d'un phénomène quelconque. Au sens le plus large, c'est l'étude d'une question grâce à des témoignages, adressée à un échantillon représentatif de la population étudiée. Afin d'obtenir les informations, les documents et les données nécessaire pour étudier une hypothèse.

Nous avons constaté dans le chapitre 1 que les changements et les améliorations obtenues par Lean a des effets négatifs sur les facteurs sociaux. À cet effet, nous avons réalisé un sondage industriel de la préoccupation des entreprises des deux systèmes technique et social. Ce sondage est un moment fort dans notre démarche de recherche et c'est une partie essentielle pour la conduite de ce travail de recherche. D'une part, pour exploiter les résultats des analyses de notre sondage et d'essayer d'extraire les contraintes de la mise en place de Lean. D'autre part, pour identifier les obstacles de l'intégration de la démarche Lean dans les pays sous-développés. En

fin, ce travail offre une opportunité pour faire le lien entre la partie recherche bibliographique et le retour d'expérience des opérationnels comme une réalité sur terrain.

2.1. Méthode et procédure d'échantillonnage

Nous avons réalisé un questionnaire riche pour collecter plusieurs informations sur l'entreprise, les personnes/pilotes, services, les formations, les types de chantiers de Lean et d'amélioration continue. Pour un objectif de présenter les activités et les types des projets d'amélioration continue, ainsi d'identifier un état de lieu de ces organisations vis-à-vis de l'implémentation de Lean. Ce questionnaire va nous fournir tous les éléments nécessaires pour décrire le lien entre les intérêts économiques et les améliorations des conditions de travail.

La sélection de l'échantillon est reconnue comme étant l'étape la plus critique et celle qui détermine la généralité des résultats. De ce fait, nous avons appuyé sur les réseaux social et professionnel comme la plateforme Linkedin afin de sélectionner les organisations et les personnes à consulter. Le sondage a ciblé des organisations qui appliquent le Lean ou d'autre démarche d'amélioration continue (Lean Green, Lean Six Sigma, GLSS, Lean Mining…) dans les différents pays. Ainsi les personnes visées ont déjà piloté ou participé dans des projets Lean. Le but est de générer une base de données pour montrer certains malentendus entre la théorie et la pratique de la démarche Lean. En même temps, c'est une opportunité pour approuver ce conflit et confirmer le lien étroit entre le système technique et social.

2.2. Conception du questionnaire

Un sondage descriptif a été réalisée dans un contexte de recherche sur l'intégration de Lean, ainsi le retour d'expérience sur l'impact de Lean sur les facteurs économiques « QCD » et sociaux « ESE ». Pour la préparation de ce sondage nous avons ciblé des cadres supérieurs et moyens ainsi que les employés et les ouvriers chargés de la supervision des machines.

Le présent paragraphe décrit les diverses phases de processus de déroulement de ce sondage. D'abord le questionnaire élaboré pour ce sondage comportait quatre parties : La première partie du sondage visait à recueillir des informations générales sur les entreprises participantes, telles que le secteur d'activité, chiffre d'affaires, la taille de l'entreprise, le pays, les services de pilotage de Lean … etc. La deuxième partie visait à obtenir le profil des personnes interrogées, telles que le type de formation, la pratique de la démarche Lean, la fonction, le service d'activité ou le département, les expériences, le pilotage des chantiers ou autres projets pratiqués de Social/Economique/gestion de l'amélioration continue … etc. la troisième partie visait à collecter

des données sur les méthodes de l'amélioration continue utilisées par ces entreprises, les chantiers Lean ou Kaizen de l'amélioration de la performances technique ou social, les indicateurs de suivis … etc. La quatrième partie visait à relever les avantages et les inconvénients de la mise en œuvre du Lean, à identifier les objectifs de ces chantiers y compris les aspects et les axes de performance ciblées, les facteurs et les bénéfices obtenus et bien d'autres encore.

Tous d'abord, l'évaluation de ce sondage a été initialisée par une consultation de quelques experts Lean dans une organisation de consulting afin d'obtenir un premier feedback pour fiabiliser et finaliser notre formulaire. Ce questionnaire comprend une liste de questions sur l'intégration de Lean et son impact sur l'économie en tenant en compte le système technique et social. Les personnes interrogées sont des femmes et des hommes de terrain qui ont participé à ce questionnaire par une ou plusieurs réponses. En outre, ils peuvent également donner des exemples ou des cas réels vécus sur terrain.

2.3. Choix de population :

La sélection de la population pour ce sondage a été faite d'une façon bien structurée, dont les éléments de choix sont assez homogènes afin de favoriser la réussite de cette étude. Pour identifier les personnes et les organisations qui vont participer à ce sondage, nous avons exploité la plateforme de Linkedln. Elle permet d'obtenir des informations professionnelles à travers un réseau très large qui rassemble des millions de membres. Cette plateforme offre aux professionnelles la possibilité de créer leurs profils personnels gratuitement, de tisser des liens entre eux et de favoriser le contact avec les différentes entreprises. Selon les chercheurs, Linkedln est considéré comme une source d'inspiration pour la recherche, notamment les sujets dans le secteur professionnel.

Dans ce contexte, nous avons effectué une recherche sur la plateforme LinkedIn® en utilisant le mot clé "Lean" avec un filtre d'une expérience minimum 2 ans dans l'industrie en Avril 2020. En effet, il y a une face de préparation pour sélectionner les profils qui ont minimum un BAC et qui sont à jour sur Linkedln afin de retenir des coordonnées récentes et à jours. Après le processus de nettoyage et d'analyse des profils qui sont bien détaillé, activé et à jour, nous avons identifié 1455 personnes qui répondent à nos critères. Ensuite nous avons sélectionné 785 profils parmi l'ensemble, qui ont une formation Lean dans leurs parcours professionnels ou académiques. Ensuite, nous avons ajouté un autre filtre pour garder que les profils qui ont pratiqué Lean au cours de ces 3 dernières années au moins.

Parmi les 785 personnes qui ont été contacté, il y a 411 qui n'ont pas accepté de participation à notre sondage. Alors, sur une base de 374 personnes, 130 y ont répondu, ce qui représente un taux de réponse de 34,76%.

2.4. Distribution du questionnaire

Nous avons préparé un lien de questionnaire qui a été distribué par des Emails à partir de juillet 2020 aux différents participants sélectionnés. Ces Emails accompagnées d'une lettre explicative de l'objectif principal du sondage et du lien internet pour accéder au site web du formulaire du sondage. Après 18 jours nous avons envoyé des Emails de rappel pour inviter les personnes qui n'ont pas encore rempli le questionnaire et des remerciements pour ceux qui ont donné un retour. Durant cette période, les résultats obtenus avec la collecte de données ont été surveillés quotidiennement grâce à un tableau de bord fournis par la plateforme « Google Form » en ligne. Ce dernier permet d'obtenir une base de données sous forme Excel de l'ensemble des réponses des intervenants pour ce sondage.

Nous avons choisi de mettre ce sondage anonyme et en ligne afin de faciliter l'accès aux différentes populations ciblées et éviter les effets de rédaction qui génèrent des retards. En effet, la réalisation des enquêtes Google Form© permet de collecter et d'organiser le maximum de données et d'augmenter le taux de retour, d'une part [115]. D'autre part, c'est un outil performent qui sert à exploiter les données collectées dans un court délai et présente une plateforme facile à exploiter.

3. RESULTATS DE L'ENQUETE

Les résultats obtenus de ce sondage présentent en détail la cohabitation des objectifs économique et social durant la mise en œuvre de Lean. Cette section dévoile le retour des différentes informations de notre sondage en termes des données obtenues dans notre sondage. L'analyse de ces données permet de présenter l'état actuel des effets de Lean sur les facteurs sociaux et économiques dans les organisations industriels. Puis, cela sera un moyen de base pour identifier et diagnostiquer les sources de négligence de ces facteurs.

3.1. Informations générales

Selon le retour de l'analyse des données sur les caractéristiques des organisations participantes, la majorité sont de grandes entreprises avec un taux de (57%), suivies par des moyennes

entreprises avec (27%) et des petites entreprises avec (16%). Ce chapitre contient des renseignements sur les entreprises et les organisations qui ont participé à ce sondage de recherche.

3.1.1. Secteurs d'activité et Pays d'entreprises :

Cette section vise à présenter les données recueillis des organisations participées. Les éléments suivants ont été adoptés pour distinguer ces organisations et qui seront des sources d'information pour ce travail : la taille de l'entreprise, le secteur d'activité, le chiffre d'affaires, l'Effective. En effet, la figure. 17 fournit les informations collectées sur les types d'activité des entreprises participées dans ce sondage : Industrie manufacturière (40%) ; Automobile (13%) ; Aéronautique et Câblage (13,85%) ; Consulting et Service (10%) ; Energie et BTP (6,15%) ; Pharmaceutique (4,62%) ; Logistique (4,62%) ; Plasturgie (3,08%) ; Industrie minière (2,31%) ; d'autres secteurs d'activités sont présentés (2,37%).

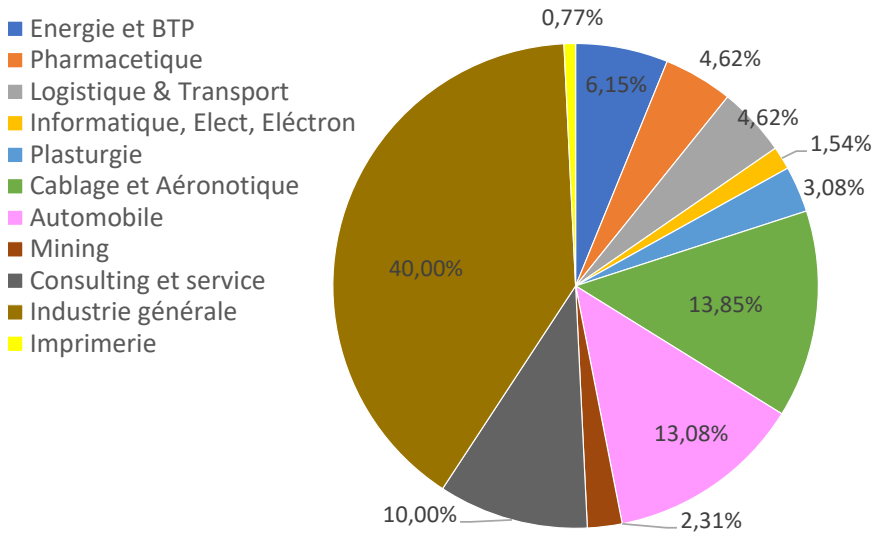


Figure 16 : Types de secteur d'activité des entreprises participées.

Concernant les pays des organisations ayant participées à ce sondage, plus de 70% sont localisées au Maroc et en France avec un score de 45% et 27% respectivement. Le pourcentage (≈28%) est partagé par d'autres pays comme le montre la figure. 18.

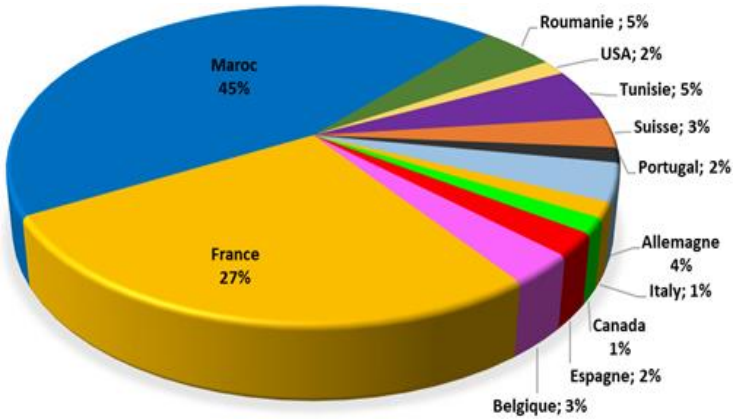


Figure 17 : Les Pays des entreprises participantes au sondage.

3.1.2. Les services et les métiers interrogés :

En effet, il y a de nombreux services qui ont été sollicité pour ce sondage : Services Qualité (4,62%) ; Maintenance (13,08%) ; Commerce & Après-vente (2,31%) ; Production (38,46%) ; Logistique (8,46%) ; Amélioration continue et performance (10,77%) ; Ingénierie (14,62%) ; Administration (4,62%) et d'autres services sont présentés dans la Figure. 19.

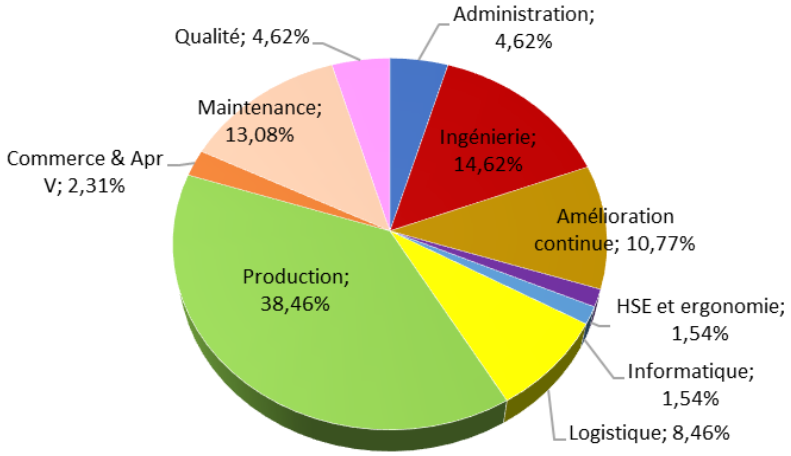


Figure 18 : Les services et métiers des organisations participantes.

3.1.3. Effectif de l'entreprise

Pour l'effectif des organisations participantes dans ce sondage nous avons obtenu le résultat suivant « Figure. 20 » [154] :

- 51,54% des entreprises avec un effectif supérieur à 1000 employés : TGE
- 25,38% des entreprises avec un effectif entre 500 à 1000 employés : GE
- 14,62% des entreprises avec un effectif entre 100 à 500 employés : ME
- 8,46% des entreprises avec un effectif inférieur à 100 employés : PE

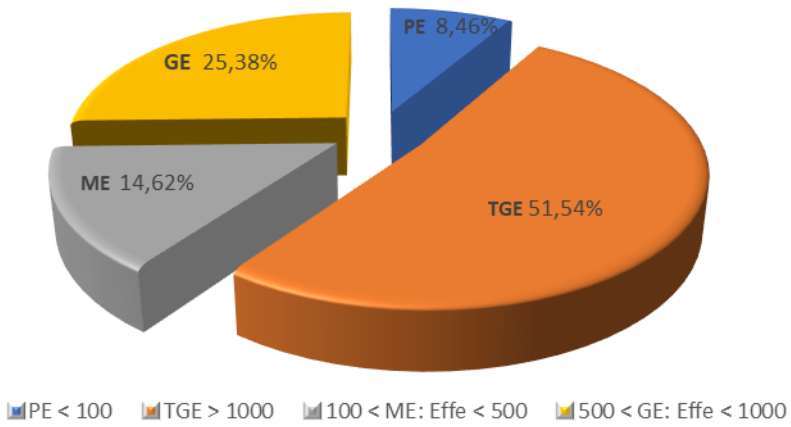


Figure 19 : Effectif des entreprises participantes.

3.2. Profil des personnes interrogées

Dans ce sondage, les personnes interrogées sont de 23% des femmes et de 77% des hommes. Nous avons utilisé cinq critères pour présenter les personnes consultées qui sont : la Formation, la Fonction, l'Expériences, Former ou non sur Lean et le Nombre de chantier piloté ou participé.

3.2.1. Type de Formation et Niveau d'Etude

L'objectif de prise en compte de niveau de formation des individus intégrés dans notre sondage est d'évaluer l'impact de cet axe sur les résultats de notre recherche. Ainsi le type de formation en général permet à identifier les pistes et les axes à traiter durant notre analyse des résultats. Les catégories de niveau de formation ciblés et leurs scores sont présentés dans la figure. 21 : Bac (5,38%), Bac +2 (10,77%), Bac +3 (13,08%), Bac +4 (13,85%), Bac +5 (48,46%), > Bac +5 (8,46%). Cependant, pour détailler la grande partie de 48,46% du BAC +5, il y a deux parties : Master 40% et Ingénieur 60%.

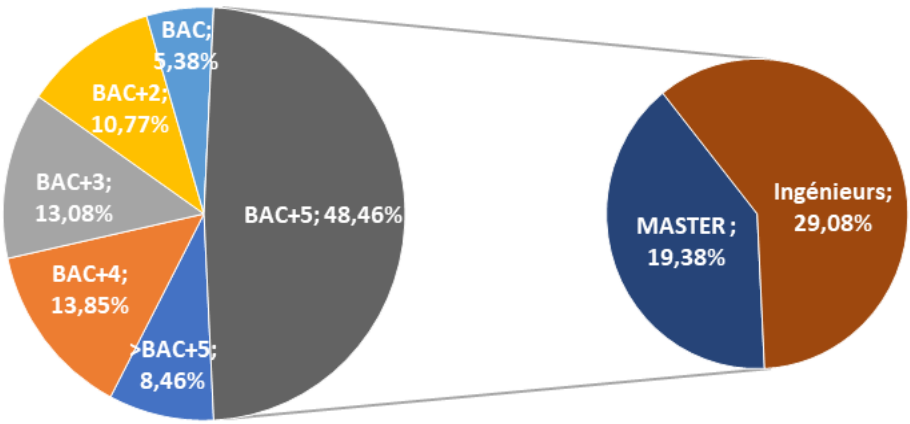


Figure 20 : Niveau d'étude des personnes interrogées.

En contrepartie, il y a plusieurs types de formation identifiée au cours de notre sondage. La Figure. 22 fournit les types de formation le plus présentatif sur notre population.

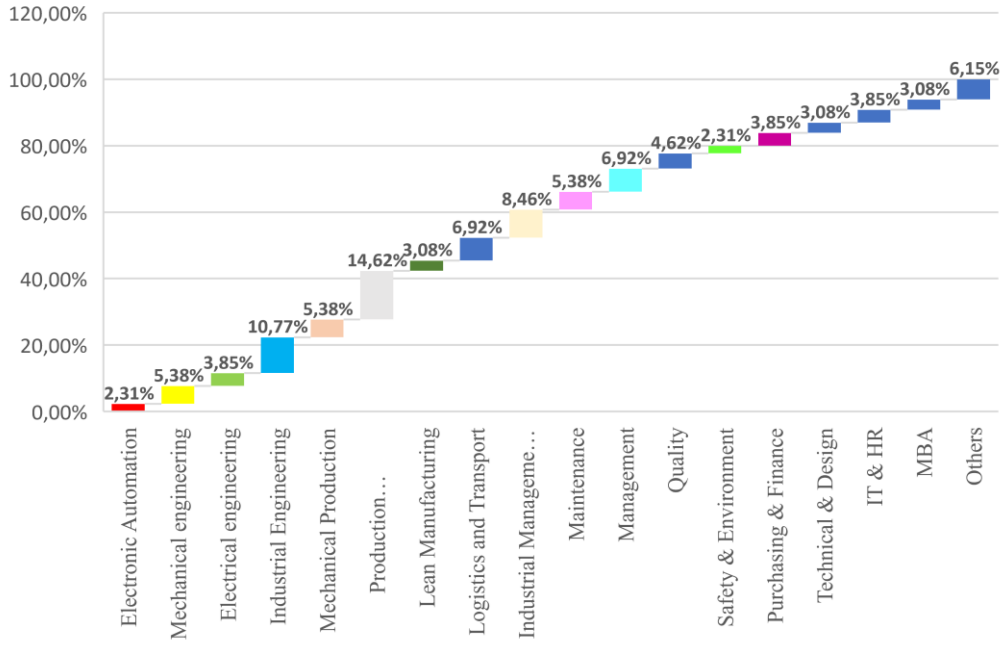


Figure 21 : Types de formation le plus présentatif.

3.2.2. Fonction ou poste

Ce travail a été réalisé auprès de plusieurs secteurs et de différentes hiérarchies pour les organisations interrogées : PDG, Directeurs, responsables services, chefs projets, ingénieurs, responsables de production, qualité, sécurité, environnement, etc. La figure. 23 présente le pourcentage des fonctions participantes dans notre sondage.

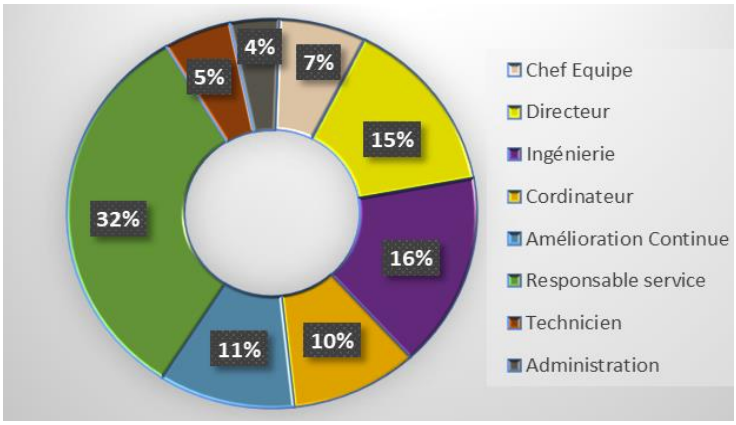


Figure 22 : Types des fonctions participantes.

Ci-après plus de détails sur les fonctions présentées dans la Figure. 23 :

- Chef Equipe : Chef d'équipe, Superviseur, Pilote Chantier…
- Directeur : Directeur Site, Directeur Logistique, PDG, Directeur Fabrication, Qualité…
- Ingénierie : Ingénieur Process, Produit, Système, Préparateur Programme, Moyenne…

- Coordinateur : Pilote Planification, Coordinateur Flux, Système, Planification, Transport…
- Amélioration Continue : Consultant, Pilote Performance, Pilote Kaizen, Organisateur Industriel….
- Responsable service : Chef d'atelier, responsable Formation, production, maintenance, qualité, logistique, produite, environnement, HSE, …
- Technicien : Technicien de Maintenance, Conducteur d'installation, Automaticien…
- Administration : Acheteur, Financière, Resource humain…

3.2.3. Expériences

Cette section présente le pourcentage de la durée d'expérience de la population consultée. Les durées choisies dans cette enquête sont : moins de 3ans, entre 3 et 5 ans, entre 5 et 10 ans et plus de 10 ans d'expériences. La figure. 24 présente le pourcentage obtenu pour chaque catégorie. En effet, nous avons 44% des personnes participées ont au minimum 10 ans d'expériences et 30% de 5 à 10 ans d'expériences.

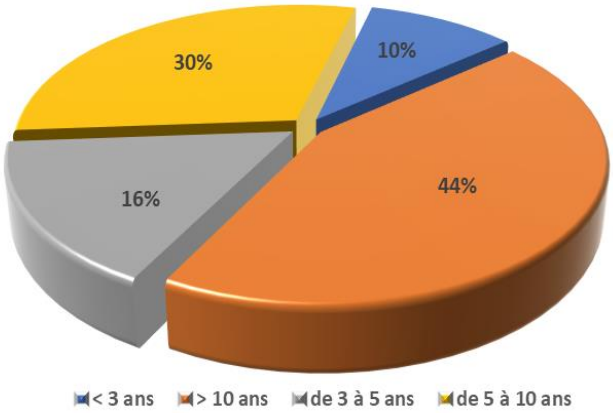


Figure 23 : Les différentes durées d'expériences des participants.

3.2.4. Facteur formation « continue » des personnels

Nombreux chercheurs considèrent que la formation est une clé de réussite pour tous types de projet [106, 27]. De ce fait, nous avons favorisé ce facteur de formation sur « la démarche Lean » pour les personnes interrogées et de vérifier si les entreprises proposent des formations pour leurs collaborateurs. Nous avons constaté que 48,46% des personnes ont eu une formation sur Lean durant leurs parcours académiques ou professionnels et que 56,92% de ces entreprises ont assuré une formation basique sur Lean ou ces outils à leurs collaborateurs. La figure. 25 présente l'état de lieu sur la formation Lean de notre population des organisations participantes.

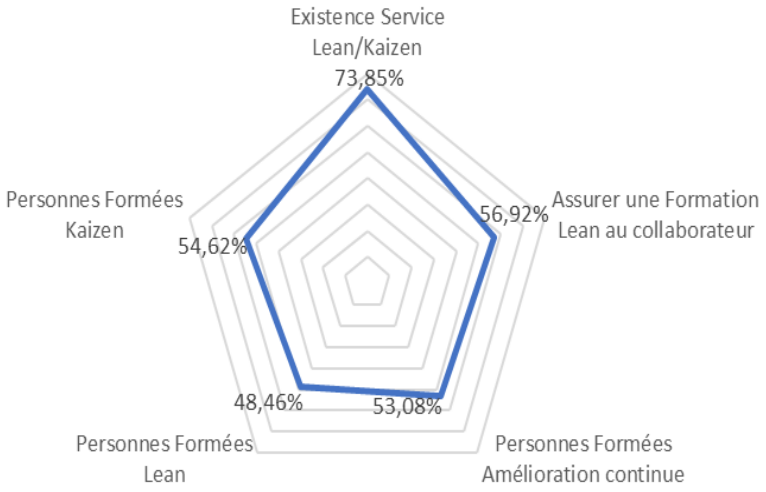


Figure 24 : La gestion de la formation des personnels des organisations participantes.

3.2.5. Mission et l'état de lieu des chantiers Lean

Pour l'interprétation et l'analyse des données, nous avons réalisé un tableau qui représente la mission ou le rôle de ces personnes consultées. Le tableau 4 montre que la majorité des personnes consultées ont pilotés, participés ou assistés de 1 à 10 projets Lean. Ceci permet de présenter le retour d'expérience de notre population interrogée et aussi une source de donnée à exploiter pour étudier l'impact de Lean sur les facteurs économiques « QCD » et sociales « ESE ».

Tableau 4 : Classification de nombres des chantiers par rapport au rôle des personnes interrogées.

Nombre Chantiers	Nombres des personnes ayant :		
	Pilotés	Participés	Observés
1	16	9	13
2 à 10	70	53	55
11 à 50	24	40	42
50 à 100	15	19	11
> 100	5	9	9

3.3. Le Choix de l'indicateur de Performance

Après avoir discuté et analysé les résultats de notre questionnaire adressé aux entreprises industriels, nous allons identifier les problèmes liés aux gestions de conflit entre les objectifs de performance Socio-Economique. Cette étude a dévoilé un niveau insuffisant d'implication de la direction et de personnels aux démarches d'implémentation des projets d'amélioration continue. Ceci a été confirmé par les résultats de l'étude bibliographique et aussi par l'analyse des résultats de notre sondage. Face à tout cela et à l'absence d'un outil de surveillance de l'ensemble des

facteurs QCDESE, nous avons pensé à la conception et au développement d'un indicateur de performance de suivi de ces facteurs, reflétant les aspects de performance Socio-Economique. Il sera efficace et aide à la décision de la gestion des projets d'amélioration continue.

En effet, le TRS est un indicateur clé dont l'analyse fournit à la fois la mesure de la performance et les plans d'action pour l'amélioration. Il est à ce titre un outil d'investigation efficace, en particulier lorsqu'on cherche à augmenter l'efficacité globale de l'usine. Selon les résultats d'analyse du sondage, 78,7% des réponses confirment que le TRS est l'indicateur principale dans leur entreprise, témoignant que le TRS est l'un des indicateurs très connu et le plus utilisé dans l'industrie. Ceci permet d'intégrer facilement notre nouvel indicateur basé sur les principes de TRS. De ce fait, nous avons choisi cette piste dans notre étude de recherche pour répondre à nos besoins et pour développer un indicateur qui permet de surveiller l'ensemble de ces facteurs QCDESE.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

D'après le suivi quotidien du sondage, à travers un tableau de bord de gestion des données fournis par la plateforme « enquêtes Google Form© » en ligne, les données ont été traitées et classées dans le tableau 5.

Tout d'abord, nous avons classé les avis de notre donnée de sondage en deux catégories :

- Avec impact « Oui » : En regroupant les avis « il y a une fort dégradation » et « il y a une dégradation » des personnes qui ont confirmé que la démarche Lean dégrade les facteurs ESE.
- Pas d'impact « Non » : Les avis inverses « Pas de dégradation » qui sont contre la proposition que Lean dégrade les facteurs ESE.

Les réponses « Oui » ou « Non » ont été regroupés et classés dans le tableau 5 afin de présenter une synthèse du sondage pour chaque facteur ESE.

Tableau 5 : Résultats d'analyse descriptive du sondage.

	Ergonomie		Sécurité		Environnement	
Pas de dégradation	33	25,38%	51	39,23%	49	37,69%
Il y une dégradation	74	53,85%	62	47,69%	53	40,77%
Fort dégradation	23	20,77%	17	13,08%	28	21,54%
TOTAL	130	100,00%	130	100,00%	130	100,00%

Les résultats du sondage confirment le manque d'intérêt aux facteurs sociaux dans le domaine professionnel. Il y a même tendance entre les chercheurs et le retour des opérationnels qui favorisent seulement l'approche Lean comme démarche d'amélioration technique et économique. En effet, l'analyse de notre sondage confirme les résultats obtenus dans l'analyse de la revue littérature « figure. 9 » d'une part. D'autre part, ce conflit des objectifs sociaux et économiques a des conséquences énormes sur le rendement opérationnel et aussi sur la performance globale de l'entreprise.

Le tableau 5 montre que la plupart des intervenants affirment que la démarche Lean dégrade les facteurs sociaux ESE. Il y a 74,62% des personnes qui suggèrent que Lean Dégrade l'ergonomie. De même il y a 60,77% pour la sécurité et 62,31% pour l'environnement. En raison de ces résultats, la démarche Lean à une influence négative sur les facteurs sociaux ESE. Pour plus de détail sur cette influence, il faut réaliser un test de corrélation afin de vérifier le lien entre ces facteurs vis-à-vis de la démarche Lean. La question suivante permet de développer l'analyse des données de ce sondage :

Q1 : Existe-t-il une corrélation sur l'influence de la démarche Lean entre les facteurs ESE ?

Dans cette section nous avons choisi le test Khi2 pour présenter la corrélation entre ces facteurs sociaux ESE. Selon les données obtenues par notre questionnaire, ce test de corrélation a été appliqué sur les facteurs à deux par deux. En effet, Nous avons défini l'hypothèse nulle pour chaque combinaison de deux facteurs pour vérifier leur indépendance, avec un intervalle de confiance de 95%. Ensuite, pour tester l'intensité et évaluer la force de liaison entre ces facteurs, nous avons calculé le coefficient V de Cramer « Tableau 6 ».

Tableau 6 : Cramer's V interprétation.

Absolute value of V	Interprétation
Between 0 and 0.05	No linkage
Between 0.05 and 0.1	Very weak
Between 0.1 and 0.2	Low
Between 0.2 and 0.4	Moderate
Between 0.4 and 0.8	Strong
Between 0.8 and 1	Co-linearity

4.1. Corrélation des deux facteurs Ergonomie et Sécurité :

Pour effectuer le test de corrélation entre l'ergonomie et la sécurité, nous avons défini l'hypothèse nulle H0 et les alternatives Ha comme suit :

- H0 : il n'existe pas de lien entre le facteur ergonomie et le facteur de sécurité.
- Ha : il existe un lien entre le facteur ergonomie et le facteur de sécurité.

Tableau 7 : La corrélation et la fréquence entre l'ergonomie et la sécurité.

Summary for Ergonomics, Safety	
Missing	0
DDL	4
Khi2	103.203
p (Khi2)	< 0.0001
G-squared	.
p (G-squared)	.
Contingency factor	0.665
Cramer's V	0.630

Frequency observed for Ergonomics, Safety

	1	2	3	Totaux
1	31	2	0	33
2	19	49	2	70
3	1	11	15	27
Totaux	51	62	17	130

Les résultats obtenus de test Khi2 « tableau 7 » montre que p0 est inférieur à 5%, donc l'hypothèse nulle H0 pourrait être rejetée. Ha c'est l'hypothèse qui a été retenue, de ce fait il existe un lien entre le facteur ergonomie et le facteur de sécurité. Dans même optique, le test Khi2 montre que la corrélation entre ces deux facteurs présente un effet positif (de même sens). En outre, Le coefficient de Cramer obtenu entre les deux facteurs est de V = 0,63%. Cette valeur montre qu'il existe une forte liaison entre ces deux facteurs (voir tableau 6).

4.2. Corrélation des deux facteurs Ergonomie et Environnement :

De même, pour effectuer le test Khi2 de corrélation entre l'ergonomie et l'environnement, nous avons défini l'hypothèse nulle H0 et les alternatives Ha comme suit :

- H0 : il n'existe pas de lien entre le facteur ergonomie et le facteur d'environnement.
- Ha : il existe un lien entre le facteur ergonomie et le facteur d'environnement.

Les résultats obtenus de test Khi2 « tableau 8 » montre que p0 est inférieur au 5%, donc l'hypothèse nulle H0 pourrait être rejetée. Ha c'est l'hypothèse retenue, donc il existe un lien entre le facteur ergonomie et le facteur d'environnement. Ensuite la corrélation entre ces deux

facteurs présente un effet positif (de même sens). En outre, Le coefficient de Cramer obtenu entre ces deux facteurs est de V = 0,75%. Cette valeur montre qu'il existe une forte liaison entre ces deux facteurs (voir tableau 6).

Tableau 8 : La Corrélation et la fréquence entre l'ergonomie et l'environnement.

Summary for Ergonomics, Environment	
Missing	0
DDL	4
Khi2	145.874
p (Khi2)	< 0.0001
G-squared	.
p (G-squared)	.
Contingency factor	0.727
Cramer's V	0.749

Frequency observed for Ergonomics, Environment

	1	2	3	Totaux
1	30	3	0	33
2	19	48	3	70
3	0	2	25	27
Totaux	49	53	28	130

4.3. Corrélation des deux facteurs Sécurité et Environnement :

En fin, pour effectuer le test Khi2 de corrélation entre la sécurité et l'environnement, nous avons défini l'hypothèse nulle H0 et les alternatives Ha comme suit :

- H0 : il n'existe pas de lien entre le facteur sécurité et le facteur d'environnement.
- Ha : il existe un lien entre le facteur sécurité et le facteur d'environnement.

Les résultats obtenus de test Khi2 « tableau 9 » montre que p0 est inférieur au 5%, donc l'hypothèse nulle H0 pourrait être rejetée. Ha c'est l'hypothèse retenue, donc il existe un lien entre le facteur sécurité et le facteur d'environnement. En effet, la corrélation entre ces deux facteurs présente un effet positif (de même sens).

En outre, Le coefficient de Cramer entre le facteur de sécurité et d'environnement présente une forte liaison entre ces deux facteurs puisque V est de 0,62%.

Tableau 9 : La Corrélations et La fréquences entre la sécurité et l'environnement.

Summary for Safety, Environment	
Missing	0
DDL	4
Khi2	98.958
p (Khi2)	< 0.0001
G-squared	.
p (G-squared)	.
Contingency factor	0.657
Cramer's V	0.617

Frequency observed for Safety, Environment

	1	2	3	Totaux
1	37	11	3	51
2	11	42	9	62
3	1	0	16	17
Totaux	49	53	28	130

En résume, les résultats du sondage confirment ceux de la revue littérature présentée dans la (figure. 9). En effet, il y a une même tendance entre les chercheurs et le retour d'expérience des opérationnels qui favorisent seulement l'approche Lean comme démarche d'amélioration technique et économique. Grâce à notre sondage, nous avons démontré qu'il existe un lien fort entre les facteurs sociaux étudiés.

5. CONCLUSION

Les principes et les outils du Lean ont permis à de nombreuses entreprises manufacturières de mettre en œuvre des programmes d'amélioration et, à ce titre, elles ont bénéficié de cette méthode de gestion, notamment en ce qui concerne la création de valeur, l'élimination des déchets et la satisfaction des utilisateurs.

En outre, le retour de questionnaire des organisations Marocaines affirme que Lean dégrade les indicateurs de la sécurité, de l'ergonomie et de l'environnement. En effet, les taux d'évaluation des participants Marocains sont plus élevés par rapport à notre résultat global du sondage, qui a atteint 75,89% pour l'ergonomie, 63,57% pour l'environnement et 62,34% pour la sécurité.

Les résultats de sondage ont mis en évidence que la mise en œuvre de Lean est encore en phase de développement pour les organisations dans les pays en voie de développements, exemple le Maroc. Depuis 2011, le Maroc a mis en place des réformes structurelles pour développer une plateforme et relever les défis de la mondialisation. Les résultats de cette étude présentent les

facteurs critiques de succès et fournissent également les avantages et les obstacles de la mise en œuvre du Lean dans les organisations marocaines.

Lean Manufacturing et ses outils sont des méthodologies très intéressantes pour les organisations et les entreprises dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement sur l'aspect technologique et économique, dans les différents secteurs d'activité (Industrie, Banques, Mines, Public...). En fait, le Maroc a fait un grand pas dans cette direction, pour assurer l'inclusion du Lean afin d'avoir une meilleure introduction d'un système de Lean Management. De cette façon, l'approche Lean aide les entreprises marocaines à améliorer leurs performances et à accroître leur compétitivité au niveau local et international.

Toutefois, malgré tous les efforts déployés par le Maroc dans le domaine du développement industriel et toutes les améliorations enregistrées par les grandes entreprises installées au Maroc, il existe toujours des écarts sur l'exploitation des outils de Lean, en raison de :

- La lourdeur de la fiscalité locale et parafiscale,
- La faible intégration des industries marocaines dans les chaînes des valeurs mondiales,
- La difficulté de pénétrer les marchés et d'obtenir les financements nécessaires,
- La lourdeur des procédures douanières pour les entreprises exportatrices,
- Les coûts liés au transport et à la logistique et à la couverture du risque de change,
- La difficulté d'adaptation des produits aux normes internationales et à l'absence d'une main d'œuvre qualifiée.

Le sondage a été conçu pour collecter des données provenant des différents secteurs d'activités industriels des différents services et de nombreux Pays. Une analyse détaillée de ces données nous a permis d'obtenir les éléments et les informations concernant l'effet de la démarche Lean dans l'industrie. Ces informations seront les données de base générique et l'image de l'impact actuel de l'implémentation de la démarche Lean sur les différents facteurs de performances. Ces données auront une contribution fort dans nos travaux de recherche (chapitre suivant) afin d'identifier les facteurs et les obstacles sociaux critiques pour la réussite de Lean et aussi de proposer un nouveau modèle pour traiter et combler ces lacunes.

CHAPITRE 3. Des concepts de nouveau modèle proposé (LMP)

1. INTRODUCTION

Le rayonnement de l'implémentation de la démarche Lean dans les entreprises a eu des résultats inattendus dans plusieurs secteurs industriels. Développant ses prémisses dans l'industrie de l'automobile, le Lean Management s'est sollicité par d'autres secteurs et notamment ceux des services administratifs (Lean office), le développement de produit (Lean Development) – de projets (Lean Project).

Selon les experts ayant mené ces projets de Lean, la réussite de la mise en place d'un projet dépend toujours de la motivation et l'implication du personnel et de l'engagement de la direction. Alors, pour atteindre l'excellence, il faut viser dans chaque projet d'amélioration continue les facteurs d'Ergonomies, Sécuritaires et Environnementaux. Ces facteurs ont été toujours négligés dans le champ d'étude de Lean Management actuel. Dans ce travail nous proposons un nouveau concept que nous appellerons Lean Management Plus (LMP) et prendra en charge plusieurs facteurs de performance industrielle, Figure. 26.

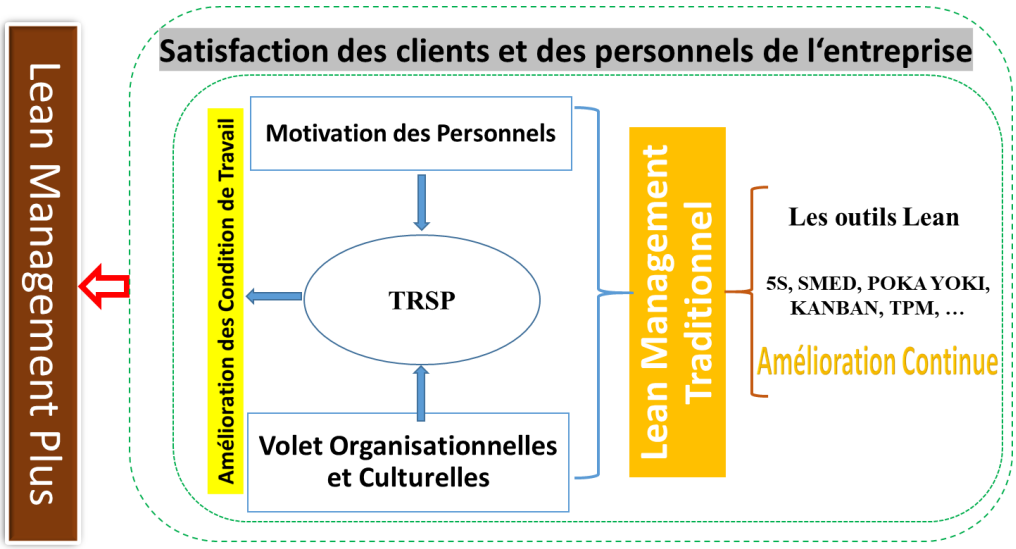


Figure 25 : Présentation de la démarche de Lean Management Plus « LMP ».

Ainsi, la prise en compte de côté social (l'épanouissement de l'employé et le volé organisationnel) dans la mise en œuvre d'un projet LEAN, va permettre aux organisations d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Une présentation schématique de ce nouveau concept est donnée par la figure. 26.

En outre, ce travail de recherche met en évidence l'influence des facteurs sociaux sur le rendement de la performance globale dans un contexte Lean. La Figure. 27, représente l'ensemble des facteurs principaux de LMP pour réussir les défis économiques et la création d'un environnement motivant pour l'ensemble des personnels. Cependant, le facteur clé de la réussite d'un chantier LMP est d'identifier les meilleurs outils LM pour assurer un plan de convergence et des changements durables. LMP permet de réaliser un progrès significatif sur l'ensemble des facteurs de performances QCDESE et de satisfaire les demandes des clients. Ainsi de raccourcir le temps du processus de fabrication en éliminant les sources de gaspillage et d'adopter un processus de fabrication standard et efficace. Ceci permet de suivre la tendance industrielle de la flexibilité des process de ligne de fabrication qui doit être le plus efficace possible pour pouvoir répondre à la demande du marché et aux objectifs de productivité.



Figure 26 : Présentation des facteurs clés de la réussite de LMP.

En résumé, la réussite d'un projet d'amélioration continue nécessite une forte implication et une motivation des employés dans leurs travails. Cette section propose la procédure de mise en pratique de la démarche LMP afin de réussir les défis économiques et la création d'un environnement motivant pour les personnels. LMP permet de fournir les outils nécessaires aux managers et les membres de la direction pour assurer l'engagement et l'implication des personnels.

2. ANALYSE ET DISCUSSIONS DES DONNEES

Une nouvelle logique voit le jour sous l'effet conjugué des exigences accrues des clients et d'une concurrence de plus en plus féroce. Il ne s'agit plus de proposer un produit, mais de concevoir

une offre complète, sur mesure, sans défauts et dans les plus brefs délais. Pour ce faire, l'entreprise doit se focaliser sur la valeur ajoutée du produit, et produire au plus juste, avec l'élimination de tous les gaspillages dans les meilleures conditions de travails. En effet, l'engagement et l'implication forte de personnels sont des conditions nécessaires pour réussir les objectifs de l'entreprise [107]. En conséquence, toute déficience dans la dynamique de fabrication ou de la livraison du produit peut entraîner des rejets coûteux, des coûts supplémentaires ou des réclamations qui font un tort considérable à l'entreprise.

Selon I. Tajri et A. Cherkaoui « Si la mise en place d'un ensemble de techniques et d'outils sont essentielle au succès d'un projet Lean, la dimension humaine d'une telle transformation doit impérativement être considérée. La prise en compte des facteurs humains (surtout cognitifs) fait en effet la différence entre les entreprises utilisant avec succès le Lean, et les autres. » [108]. Zélio Geraldo Dos Santos affirme que l'intégration des solutions ergonomiques et sécuritaires dans le poste de travail à un effet direct sur l'engagement et l'efficacité des employés, ainsi augmente leur satisfaction [109]. En effet, cette satisfaction sera d'avantage augmentée avec la nouvelle approche « Qualité Coût Délai Ergonomie Sécurité Environnement » (QCDESE).

Lean est un mode de management qui dépend du facteur humain et suggère que le personnel ait un état d'esprit orienté vers la réduction des pertes et le traitement des sources de gaspillages [7 ; 110]. Aussi, Il est considéré comme une démarche de réduction des risques des accidents de travail et de l'amélioration des conditions ergonomiques.

Le tableau 10 présente une synthèse de l'ensemble des points de vue des chercheurs sur l'effet de LM sur les axes de performances Ergonomie, Sécurité et Environnement « ESE » [111].

Selon le tableau 10, il semble très logique d'exprimer le besoin de la mise en place d'un nouveau concept pour maitriser ces trois axes et rendre facile leur suivi. Notre nouvelle démarche devra mettre en place des dispositifs pour évaluer tous types d'impact de LM sur ces facteurs ainsi que les changements ou les modifications des processus qui peuvent les affectés. De même, nous nous proposons un indicateur standard et reconnu qui va assurer le suivi de l'évolution de l'ensemble des axes de performances QCDESE.

Tableau 10 : Synthèse de la Revue Littérature sur l'effet de LM sur les trois axes de performance ESE (adaptée [111]).

L'impact de LM sur la sécurité :	**L'impact de LM sur l'ergonomie :**	**L'impact de LM sur l'environnement :**	**L'impact de LM sur la sécurité et l'ergonomie :**
****15% :*** - LM dégrade la sécurité -LM source des accidents.	***23% :*** - LM impact négativement l'Ergonomie - LM sources de fatigue et dégradation sociale.	***10% :*** - LM dégrade l'environnement.	***29% :*** - LM néglige la Sécurité et l'Ergonomie. - LM sources de dégradation de Sécurité et l'ergonomie.
55% : - LM améliore la sécurité - LM priorise la sécurité sur les autres axes. - La sécurité sources de motivations et d'implications des personnels.	***52% :*** - LM améliore l'Ergonomie. - L'ergonomie source d'implication et motivation des salaries. - L'amélioration de l'Ergonomie a un impact positif sur le rendement des opérateurs	***70% :*** - LM sources d'amélioration de L'environnement. - L. Green priorise l'environnement sur les autres axes de performances.	***50% :*** - LM améliore la Sécurité et l'Ergonomie. - La Sécurité et l'Ergonomie font partie de l'amélioration de la performance de l'entreprise. - La Sécurité et l'Ergonomie source d'implication et motivation des salariés
30% : - l'évolution de la sécurité impact l'axe sociale - absences d'un indicateur pour suivre l'évolution de la sécurité.	***25% :*** - Améliorer l'erg, réduction de l'absentéisme - Prise en compte en considération l'ergonomie cognitive. - Evolution de l'ergonomie impact la performance.	***20% :*** - Manque de pilotage et des actions pour l'environnement. - Chaque modification de process impact l'environnement.	***21% :*** - Manque un indicateur de suivi de la sécurité et l'Ergonomie. - Besoin de l'engagement de la direction et de suivre l'évolution de ces axes.

En résumé, le retour de cette étude bibliographique et l'analyse du sondage de la section précédente confirment l'effet d'un marché guidé par la loi de la concurrence sur les orientations des entreprises. Ceci pousse la majorité des chercheurs à s'intéresser seulement à l'approche économique et technique comme méthodologie d'amélioration continue en oubliant son impact sur le côté social et organisationnelle. C'est la raison de ce travail de recherche afin de mettre en place un nouveau concept pratique LMP pour mieux gérer ces anomalies en surveillant plusieurs facteurs : technique de Lean (QCD), et sociale (ESE). Cette image sera bien étudiée et analysée dans la section suivante à travers la matrice SWOT (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats) afin d'obtenir un état de lieu clair sur le Lean et de de fournir des pistes de progrès pour notre sujet de recherche.

3. SYNTHESE DES AVANTAGES ET DES INCONVENIENTS DE LEAN

Les principes de Lean permettent aux organisations de réaliser un système de production stable et d'améliorer les performances globales. Le système de management Lean a des avantages et des inconvénients comme tous systèmes ou processus de management. Notamment, que la plupart des entreprises se concentrent sur les éléments permettant d'obtenir des évolutions en termes financière et économique. Ceci rend la mission d'un projet Lean en difficulté et même en échec si on ne prend pas en considération les facteurs sociaux. Alors, la direction et les pilotes du concept Lean devront fournir des efforts pour trouver un équilibre entre les objectifs économiques et sociaux, notamment les attentes de leurs collaborateurs en termes social et condition de travail. Selon le retour et l'analyse des données de notre sondage, la plupart des entreprises et des organisations se focalisent généralement sur la réduction des coûts et de l'amélioration de la qualité dans un délai optimal. De ce fait, il y a souvent des impacts négatifs sur le bien-être des salariés, sur le rendement et l'atmosphère de travail. En conséquence, les personnels peuvent rapidement se sentir stressées, fatigués ou même parfois une baisse de moral. Ceci à des conséquences non négligeable sur la santé : "Les situations de travail stressantes peuvent augmenter le risque d'accident du travail ou de trajet et seraient impliquées dans l'apparition ou l'aggravation de troubles hormonaux, de troubles de la fertilité et de certaines pathologies de la grossesse (prématurité)", conclue l'INRS.

En résumé, pour bien encadrer les menaces sur lesquelles on va intervenir dans ce travail de recherche, tout d'abord, nous avons réalisé le tableau 11 qui représente l'analyse de la méthode SWOT sur le fonctionnement réel et actuel de la démarche Lean.

3.1. Définition

Rappelons que la matrice SWOT ou MOFF, pour les Francophones (Menaces – Opportunités – Forces – Faiblesses), est un outil de stratégie d'entreprise permettant de déterminer les options offertes dans un domaine d'activité stratégique. En effet, l'analyse SWOT s'appuie sur l'identification des Forces, Faiblesses, ainsi que les Opportunités et Menaces afin d'obtenir une vue synthétique sur l'ensemble des éléments de la situation étudiée.

La maitrise SWOT est utilisée le plus souvent pour le diagnostic, l'auto-évaluation et la gestion de la planification d'un projet : la définition de stratégies institutionnelles, qui correspond à la phase de programmation [112]. En effet, SWOT est un support pour une démarche bien structurée de réflexion et de prise de décision en groupe :

- Permet aux membres d'une organisation ou aux participants d'un projet d'exprimer leurs

expériences, déceptions, espoirs et inquiétudes par rapport à l'organisation ou le projet.

- Permet l'identification des forces et des faiblesses de l'organisation ou du projet, à la lumière des opportunités et menaces de l'environnement externe.
- Identifie les stratégies qui maximisent le potentiel de forces et d'occasions et qui minimisent l'impact des faiblesses et des menaces.
- Sert à toutes les phases du cycle d'étude et de réalisation d'un projet.

Cette analyse permet aux organisations de mettre en perspective toutes leurs données externes (marché et environnement) et leurs données internes (liées à l'entreprise, process, produit ou marque), et de présenter l'entreprise sous un angle stratégique pour aider les dirigeants à prendre du recul et faire les bons choix tactiques et stratégiques, (figure. 28).

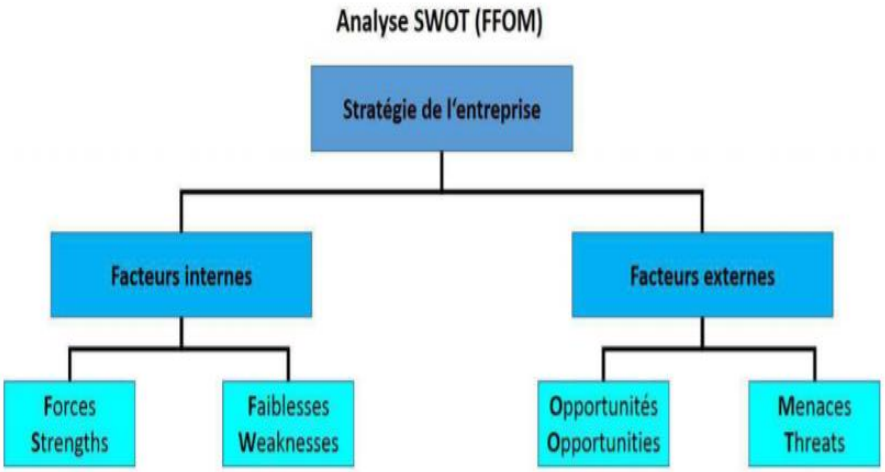


Figure 27 : Principe de fonctionnement du Matrice SWOT [112].

3.2. Matrice SWOT : Les avantages et des inconvénients de Lean

Cette section permet d'identifier les points forts et faibles de la démarche Lean, qui sera notre base de données dans ce chapitre. Ces données sont extrêmement utiles pour bien comprendre les effets de Lean pour revoir la démarche et la stratégie de l'implémentation d'un projet Lean.

En effet, nous pouvons souligner que l'exploitation des données de la revue littérature et le retour de notre sondage dans l'analyse SWOT, va nous permettre de fournir un aperçu complet sur l'état de fonctionnement actuel de la démarche Lean. Ce résultat sera donc l'état initial pour développer notre concept et que le principe de fonctionnement de LMP devrait être axé principalement autour des avantages et des opportunités de Lean.

Tableau 11 : Identification des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces de L'analyse SWOT.

FORCES	**FAIBLESSES**
✓ Déploiement généralisé : son efficacité permettant le redéploiement des ressources vers un autre domaine, ✓ Réussite prouvée : sa méthodologie rigoureuse, applicable, valable et rentable pour toute situation, ✓ Performance des systèmes de production : son impact positif améliore la flexibilité de fabrication, élimine le gaspillage, réduit le stock, standardise les tâches et les procédures et lisse la production… ✓ Motivation des acteurs du changement : qui vont déployer également leurs connaissances dans leurs propres unités, ✓ Implication des salariés par une Culture d'organisation basée sur l'intégration, l'autonomisation et la responsabilisation, ✓ Modification comportementale des managers : L'écoute régulière de ses clients internes (salariés) et externes (clients), l'esprit d'équipe, ✓ Augmentation de la qualité des B&S par la formation : en développant le savoir, les compétences techniques et humaines des salariés, ✓ Augmentation de la valeur des B&S : par la fiabilisation et l'amélioration de la chaîne de valeur ajoutée pour chaque famille de produits, ✓ Augmentation de la productivité et de la satisfaction du personnel : par l'organisation des postes de travail, la polyvalence des opérateurs et l'apport des solutions d'ergonomie et d'hygiène…	✓ L'exigence des concepts et des standards, ✓ L'effort et le temps fourni par les managers de façon permanente pour entraîner la démarche, ✓ Le syndrome de non inventé, ✓ Manque de soutien à la gestion, ✓ Mauvaise présentation des idées, ✓ Préjugés et hostilité, ✓ Présence seulement d'une minorité des experts Lean qui enseignent vraiment cette démarche aux travailleurs et manque des formations et de savoir-faire de la part des personnels, ✓ Instabilité et non durabilité des transformations organisationnelles nécessaires à la mise en œuvre du Lean efficace, ✓ Mise d'accent sur le processus sans prendre en compte des humains : Lean est parfois utilisé comme méthode pour réduire les effectifs, ✓ Impacts néfastes sur la santé, la sécurité et l'environnement, ✓ Manque d'engagement du top management.
OPPORTUNITES	**MENACES**
✓ La récente poussée de réduction des coûts de service a fait prendre conscience de la tendance à la rationalisation, de la réduction des coûts et des délais de maintenance, ✓ La plupart des établissements sont conscients de la nécessité d'une amélioration continue, d'un entretien amélioré, de l'efficacité du travail, d'un travail standardisé, d'un flux de travail fluide, des temps de service et de la réduction des coûts, ✓ Les contraintes externes (client, produit, concurrence, nouveaux ou fournisseur défectueux) nécessitent de rechercher des performances nouvelles, ✓ Intégration simple du Lean management dans une démarche qualité : Un complément performant à une méthode Qualité ISO 9000/14000	✓ Unités pas prêtes à changer, ✓ Des gens bien intentionnés mais inexpérimentés créent des attentes irréalistes sur ce que le Lean peut faire, ✓ Adoption des stratégies à court terme : en raison du manque de connaissance des gains à long terme, ✓ Changement d'orientation du top management, ✓ Perte du savoir et des compétences / méthodes, ✓ Manque de collaboration entre les services : absence d'une démarche collective standardisée, ✓ Marginalisation et ignorassions de la dimension sociale, ✓ Vision managériale non concentrée sur l'aspect social et environnemental, ✓ Obsolescence des compétences du personnel.

4. PRINCIPES DE BASE

La recherche de l'amélioration de la performance est un enjeu continu qui ne peut être établi qu'à travers la mise en place d'un projet d'amélioration continue en évaluant la performance de toute la chaine de fabrication afin de traiter tous types d'anomalies. En effet, ce travail nécessite de

réaliser un diagnostic très détaillé sur l'ensemble des postes de travail en termes économique et social. Ceci permet d'offrir une source importante pour le développement d'une chaine de production. C'est l'objectif de ce travail afin de mettre en place un nouveau modèle pour améliorer l'ensemble des facteurs QCDESE.

L'évaluation de l'impact de Lean sur l'ensemble des axes de performance est très complexe vu le nombre de variables et les contraintes à identifier. Au premier lieu, ce travail propose une nouvelle démarche bien détaillée qui permet d'évaluer l'influence de l'ensemble des facteurs de performance socio - économique. Puis, nous allons développer un nouvel indicateur pour suivre l'évolution de chaque facteur et de gérer le conflit entre ces facteurs. Cet indicateur doit mettre clairement l'évaluation de l'ensemble des risques ou l'impact de Lean dans l'entreprise ainsi que la quantification des évolutions de l'ensemble des facteurs de performance.

4.1. Le concept Lean : La Maison de TPS

Selon Taiichi ohno (Vice President of Toyota Motor Company) : un système de production Lean, est un système qui obéit aux principes TPS, qui cherche à éliminer sans relâche les gaspillages, les variabilités et les rigidités dans l'ensemble du système de production, ainsi à développer le principe du bon du premier coup, dans le but de réduire en permanence les coûts.

Selon Krafess, le Lean manufacturing et ses composantes peuvent être représentés comme une maison, appelée la maison Lean manufacturing. Cette maison est décomposée en trois parties [113] :

- Fondations : il s'agit du lissage de la production, la stabilisation et la standardisation des processus, l'amélioration continue et le management visuel.
- Piliers : les piliers concernent le juste-à-temps et le Jidoka avec l'interaction entre le système opérationnel et le système de management ; ces piliers sont régis par la culture de l'amélioration continue.
- Toit : il concerne tous les éléments permettant de satisfaire le besoin du client tout en réalisant les objectifs QCD.

Le système de production Lean a pour objectif de satisfaire ses clients et pour y parvenir il repose sur deux piliers et des fondations Inspiré de la maison du TPS [61]. La maison du TPS est une Représentation symbolique d'un temple construit avec les outils principaux qu'utilise le système de production Toyota, imaginé par Fujio cho en 1973.

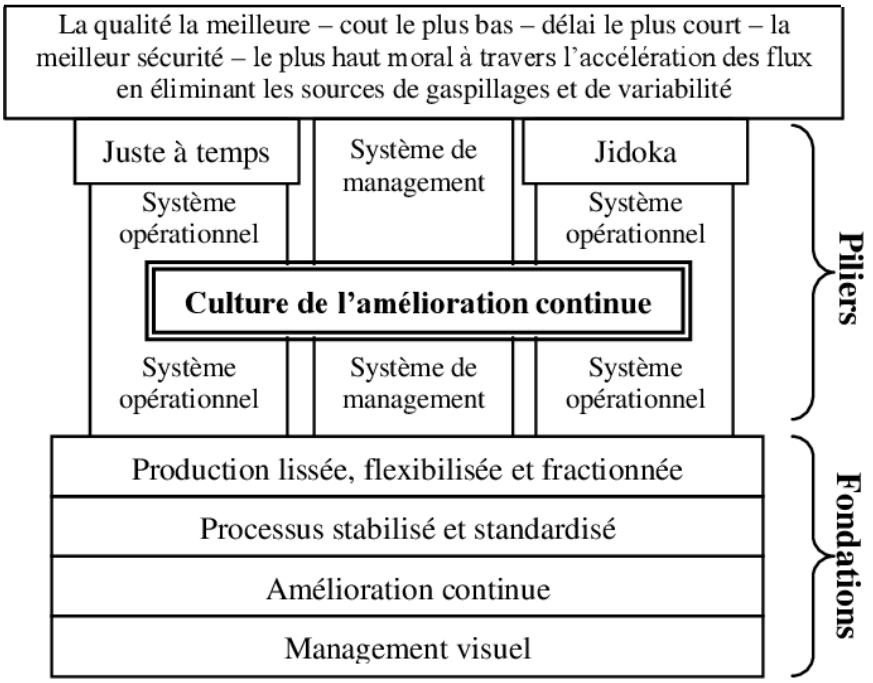


Figure 28 : Modèle de système de production Lean.

Selon Shingo, l'amélioration continue (la démarche Kaizen) permet d'améliorer en continue la manière de travailler en recherchant l'innovation. L'amélioration continue cherche à traiter les causes racines et non pas seulement d'appliquer une solution temporaire [89].

Le mécanisme de fonctionnement d'un processus, stable et standardisé, est assuré par le biais d'un standard. Un standard est un document de référence visuel qui définit et organise la façon de travailler pour garantir la qualité, la sécurité et la productivité. Il est élaboré en commun avec les personnes qui effectuent la tâche codifiée et il est respecté par tous les collaborateurs.

Le dialogue de performance assure que les anomalies ou les idées d'amélioration sont prises en compte et conduisent à des actions au travers de revues d'objectifs et des plans d'actions correctifs.

4.2. Synthèse et positionnement

Au cours de la dernière décennie, le Lean a été développé comme le modèle dominant pour le développement des processus de production non seulement dans l'industrie mais aussi dans les secteurs de la santé, l'administration et les services en général. Le concept s'applique à l'origine dans les industries de production mais les pilotes et les managers l'ont exploité et élargi à l'ensemble des fonctions supports de l'entreprise.

Cependant, les entreprises n'atteignent pas toujours les objectifs fixés et les résultats espérés. Tout d'abord, plusieurs échecs de mise en œuvre de la démarche Lean ont été identifiés par les chercheurs et les managers. Selon Swank, la plupart des entreprises trouvent des difficultés à

mettre en œuvre les principes et les pratiques du Lean manufacturing. Ceci est venu du fait que l'aptitude de ces entreprises de réussir la transformation en Lean manufacturing est limitée par le processus existant [23]. En effet, il existe une variabilité importante des impacts du Lean d'une entreprise à l'autre. Selon Pavnaskar, les outils du Lean manufacturing ont été développés et à chaque fois des nouveaux ont été proposés. Chaque outil du Lean manufacturing est dédié au traitement d'un ou plusieurs problèmes rencontrés par une organisation [116]. De même Kindler, affirme que la mise en place de la philosophie Lean est un objectif permanent et à long terme et sa mise en œuvre peut ne pas atteindre sa destination si l'engagement est à court terme, objectif incorrecte, mauvaise planification, manque d'implication des salariés, méthodes de formation et de transfert des connaissances inadaptés [117].

En outre, une étude réalisée par Alaçon auprès de 77 entreprises du Chili, ayant participé à la mise en place d'un même programme Lean, a permis de déterminer les principales difficultés rencontrées [118]. Selon les participants à ce projet, le principal obstacle à l'implémentation de la démarche Lean a été le manque de temps alloué pour la mise en œuvre d'un nouveau projet, des problèmes d'organisation et le manque de formation. Enfin, les difficultés de pérennisation et le contexte de déploiement de Lean ont également été évoqués dans plusieurs études [119 ; 120]. C'est pourquoi, il est nécessaire de préconiser une logique d'obligation de résultat durable et d'intégrer dès le début du déploiement de la démarche Lean.

4.3. Discussion et conclusion

Alireza affirme que lors de l'implémentation du Lean manufacturing, plusieurs entreprises commettent des erreurs au niveau pratique [121]. Et selon Pavnaskar le problème réside dans le fait de choisir le mauvais outil pour résoudre une anomalie ou un problème quelconque [116]. Cela peut générer du gaspillage au niveau du temps et des ressources confirmées par Marvel et Standridge [122]. En conséquence, notre travail de recherche permet de fournir une feuille de route bien définie afin de la mettre aux mains des pratiquants et des managers avec un référence pour déterminer comment et quand appliquer le nouveau concept LMP d'excellence opérationnelle.

En effet, LMP c'est un concept qui permet de répondre au besoin des managers et des pilotes des chantiers d'amélioration continue. Il sera comme un guide pour réussir les exigences techniques et sociales avisées par « Modèle Actuelle (Toyota) de Lean, Figure. 29 ». Cette démarche est exploitable dans un contexte Kaizen avec un esprit de motiver les employés, de respecter les volets organisationnelles et culturelles. Ceci a pour effet d'améliorer la qualité de vie de travail de

personnels et l'environnement de travail. A ce fin, la mise en place d'un projet LMP doit se faire sur le terrain, par les opérationnels eux-mêmes en prenant en compte les différents axes de performance et l'ensemble des remarques de l'équipe au lieu de se baser sur le calcul financière ou théorique.

5. PRESENTATION DU NOUVEAU MODELE LMP

Quel que soit le système ou l'organisme professionnel, la recherche ou l'amélioration des objectifs liés à l'ensemble des facteurs QCDESE est devenue aujourd'hui incontournable. Ce qui rend l'utilisation du modèle LM traditionnel insuffisant. Cependant, le nouveau modèle LMP proposé sera considéré comme une alternative pour résoudre cette problématique. LMP assure une recherche de l'excellence dans un environnement sain avec un bon esprit d'équipe en rendant ces objectifs mesurables. En effet, un indicateur TRSP sera employé pour quantifier le niveau de conformité de chaque entité considérée.

L'analyse de la synthèse littérature affirme que les entreprises ont besoin d'une nouvelle démarche pour aider les managers à tenir en compte du volé sociale et organisationnel dans le futur changement ou dans l'amélioration continue. Le Lean Management Plus, est une démarche managériale objective pour évaluer l'état des lieux et identifier l'ensemble des écarts au niveau des axes QCDESE (figure 27).

5.1. Caractéristique du nouveau modèle LMP

La démarche Lean possède plusieurs outils d'amélioration continue pour optimiser les ressources et éliminer les sources de gaspillage [68]. En revanche, il y a de nombreux cas pratiques liés à la mauvaise exploitation de ces outils ou bien de leur mauvais choix. Dans ce contexte et à la base de la recherche systématique de l'élimination de toute sources du gaspillage, nous avons proposé notre LMP pour trouver le bon choix et la meilleure exploitation des outils Lean.

LMP est une approche structurée, qui a été développé pour étudier les avantages potentiels de l'intégration de la sécurité, l'ergonomie et l'environnement dans tous types de changement ou dans un projet d'amélioration. LMP met sous supervision un processus donné. Cette mise sous supervision se fait très simplement sous le contrôle d'un indicateur moderne TRSP développé et adapté pour ce nouveau concept, en comparant une situation performante d'une situation dégradée. Cette comparaison se fait d'une manière standard sous forme d'un tableau de bord qui sert à réaliser rapidement un état de lieu et de calculer l'évolution des axes de performance

QCDESE, afin d'identifier les axes en écart et mettre à disposition des actions d'amélioration. La Figure. 30, représente les principes de base et les points forts du modèle LMP.

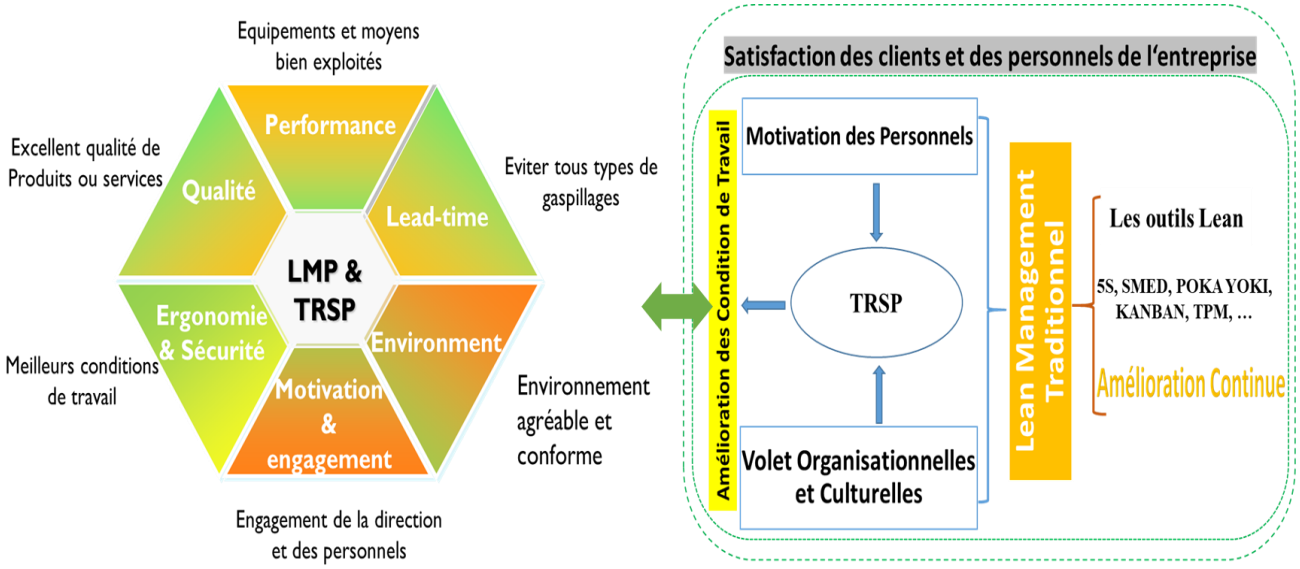


Figure 29 : Schéma synthétique de LMP & TRSP.

En effet, la Figure. 30 représente les différents facteurs clés à respecter pour la réussite d'un projet d'amélioration continue sous le pilotage de LMP. La prise en compte de tous ces facteurs permet de prendre en considération de l'ensemble des objectifs Socio – Economique et de mieux surveiller les paramètres des facteurs de performances QCDESE à travers l'indicateur TRSP. La meilleure gestion de ces facteurs est basée sur l'intégration de ces principes de fonctionnement ci-dessous dans le Mindset (mentalité) de l'entreprise :

- Produire en excellent qualité de biens et de services.
- Exploiter d'une manière efficace et performante tous les moyens et les équipements.
- Respecter les délais en évitant tous types de gaspillages qui peuvent engendrer des retards.
- Assurer un environnement agréable et conforme dans les différents services de l'entreprise.
- Garantir les meilleures conditions de travail en termes d'Ergonomie et de Sécurité.
- Assurer l'implication des personnels et l'engagement de la direction durant tous les phases des projets LMP dans un environnement très motivants.

5.2. VERS UN SYSTEME DE PRODUCTION « Socio – Economique » adapté

L'objectif principal de la démarche LMP est de mettre en place les bons outils de Lean pour éradiquer les sources de gaspillages et les risques des démotivations des personnels ou dégradations de climat social des travailleurs. La mise en place LMP correspond plus à un langage de progrès durable et de performances structurées dans un cadre très motivant avec des conditions

de travail favorables. Ceci permet d'améliorer la qualité des produits ou des services en réduisant le coût et le délai dans une situation de changement, conduisant au développement d'un système de production Socio – Economique adapté. En plus, LMP a d'autres objectifs spécifiques aux managers opérationnels, aux besoins des employés et des pilotes de projets d'amélioration continue :

- Assurer l'évaluation d'état de lieu en identifiant les écarts et les pistes ou les actions d'amélioration des facteurs Socio - Economique.
- Présenter une démarche durable dans des conditions motivantes afin de réaliser tous les objectifs QCDESE.
- Assurer la prise en compte des améliorations côté sociale dans le futur changement ou modifications.
- Maîtriser les modifications techniques et les transformations des processus dans des meilleures conditions de travail.

En effet, LMP est considéré comme une évolution de Lean pour maîtriser les contraintes sociales, qui sont devenues des obstacles entravant la réussite de Lean. De même l'engagement de top direction est crucial pour atteindre l'ensemble des objectifs du projet d'amélioration continue [123, 124]. De ce fait, le concept exige la prise en compte des facteurs sociaux dans les objectifs principaux de l'entreprise. Ceci va permettre de garantir l'engagement et l'implication de tous les personnels. En effet, LMP est un concept qui favorise l'aspect social et qui a une contribution forte à la satisfaction des clients et des actionnaires de l'entreprise. LMP c'est une démarche qui permet de créer et de produire des produits durables dans un environnement agréable et motivant pour les personnels et les processus flexibles.

5.3. Les principes de fonctionnement de LMP

La bonne réussite d'un projet LMP passe par une forte participation des personnels de l'entreprise. En Effet, un engagement fort et volontaire des employés dans un projet va leur permettre de réaliser et améliorer leurs propres conditions de travail, donc une amélioration de la performance des indicateurs de l'atelier et un maintien de ces changements assuré. D'après les chercheurs, si les personnels ne trouvent pas leurs intérêts dans une transformation ou amélioration d'un processus, il est évident que ce dernier ne sera pas durable [106]. Ceci prouve que, sans l'implication de l'ensemble des personnels à la définition des objectifs d'un chantier LMP et à l'amélioration du plan de travail au sein d'un groupe transverse, tous ces changements risquent de disparaitre à court termes. En effet, pour garantir la durabilité des changements, une prise en

compte des objectifs Sociales et Techniques (ST) pour tous les projets d'amélioration continue, doivent être assuré.

Alors, la structure de ce nouveau modèle LMP est basée sur les principes de fonctionnements suivants :

- Impliquer tous les acteurs de l'entreprise depuis la phase initiale du projet.
- Assurer la prise en compte des objectifs sociaux par la direction et les managers.
- Recueillir les propositions et les pistes d'améliorations des contraintes Sociales et Techniques, exprimées par tous les acteurs de l'entreprise.
- Identifier et traiter tous les écarts des changements techniques qui impactent le côté social.
- Surveiller et Mettre en place l'indicateur TRSP de suivi des objectifs du chantier LMP afin de verrouiller la dégradation des conditions de travail.
- Contrôler et vérifier l'avancement des objectifs pour chaque phase l'aide de TRSP.
- Identifier les résultats et présenter les gains du projet LMP pour l'ensemble des acteurs d'entreprise.

Finalement, les principaux objectifs de notre nouveau modèle (LMP ; TRSP) consistent à améliorer et à intégrer tous les facteurs de performances QCDESE dans la stratégie de l'entreprise. Ceci sera une source d'implication forte de tous les services et les acteurs d'entreprise afin de réussir tous types de projet d'amélioration continue.

5.4. Démarche d'implémentation de LMP

Pour l'implémentation de LM, la plupart des chercheurs scientifiques se sont concentrés au début sur le juste-à-temps à cause de son pouvoir de réduire le stock, de diminuer le gaspillage et d'assurer une amélioration continue [123]. Ce fait est étonnant vu que chaque document venant de Toyota pour expliciter son système évoque toujours les deux piliers, le juste-à-temps et le Jidoka de la même attention [127]. Selon Al-Araidah, les outils du Lean Manufacturing ne sont pas onéreux et permettent à l'organisation d'augmenter sa qualité, de réduire ses couts et de garantir la livraison des produits dans les meilleurs délais [128]. Lyonnet affirme que l'application d'un ou plusieurs outils du Lean Manufacturing n'est pas toujours réussie [69]. Cela est renvoyé aux problèmes de communication et de l'incompréhension du besoin du client, confirmé par Simons et de la non-adaptabilité de l'outil avec la culture des utilisateurs [129].

En résumé, les principaux vecteurs de réussite cités par la majorité des experts incluent l'implication et la conviction de la direction, la sollicitation de l'intelligence de l'ensemble du

personnel, l'intégration d'une culture de résolution de problèmes et l'appropriation de la démarche.

Dans cette optique, cette section représente en détaille la démarche d'implémentation de LMP dans une entreprise industrielle afin d'analyser, évaluer ce concept. En effet, LMP c'est un concept qui favorise la prise en compte de la sécurité, l'ergonomie et l'environnement pour tout nouveau projet ainsi les modifications qui impact le processus d'un produit ou d'un système industriel. L'objectif de ce concept est d'exploiter les bons outils LM pour réduire toutes les sources de gaspillage et tous les risques de démotivation des personnels.

Le schéma explicatif (Figure. 31), montre la démarche de notre nouveau concept LMP en prenant le TRSP comme indicateur principal pour contrôler et évaluer l'efficacité de nos actions. Il permet aussi de cibler les axes à prioriser et de choisir l'outil LM adéquat pour effectuer un diagnostic détaillé.

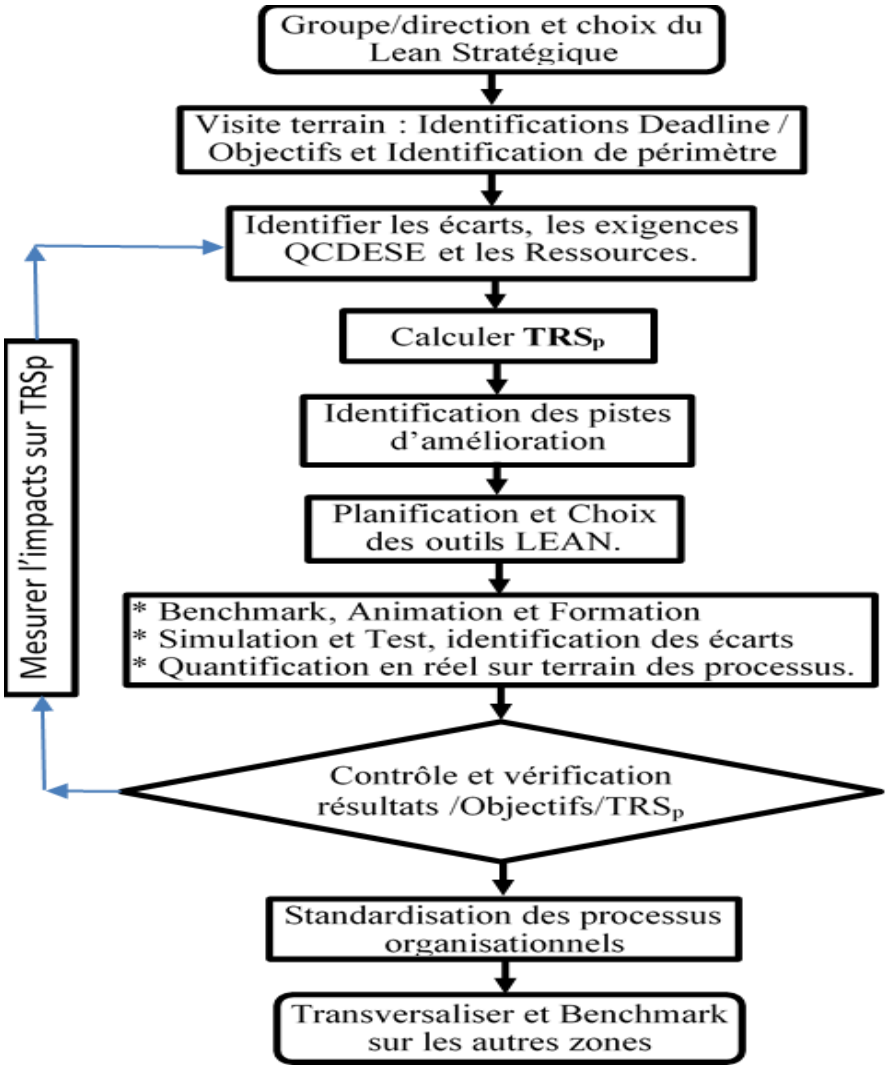


Figure 30 : Schéma détaillé de la mise en place de LMP.

Ce schéma présente en détaille notre nouveau modèle LMP qui sera comme un guide destiné aux pilotes et aux équipes des chantiers LMP. Tout d'abord, il faut prévenir tous les acteurs d'entreprise pour s'accorder sur des objectifs communs techniques et sociaux sous l'engagement de la direction. De ce fait, les pilotes de projets LMP auront un environnement très motivant pour les personnels et l'implication de tous les acteurs d'entreprise afin de réaliser ces objectifs. En effet, pour réussir les objectifs d'un projet d'amélioration continue, il faut respecter les recommandations principales :

a. Faire un état de lieu sur l'ensemble des indicateurs de performance et de recueillir les données ergonomiques, sécuritaires et environnement afin d'intégrer les employés dans la démarche du projet.
b. Identifier les axes QCDESE et les contraintes rencontrées sur le terrain à l'aide de calcul de TRSP initial, qui sera l'indicateur principale pour le suivi des évolutions des axes QCDESE. Ainsi sera parmi les éléments primordiaux pour choisir les outils LEAN adéquates à déployer.
c. Identifier les pistes de performance et les actions à mettre en place pour atteindre l'objectif en mesurant l'évolution de TRSP.
d. Coacher, former, tester les dispositifs à mettre en place pour assurer les objectifs prévisionnels du projet Lean.
e. Contrôler et vérifier les résultats obtenus sur terrain en comparant le TRSP final avec le TRSP initial.
f. Finalement : standardiser et transversaliser.

Ce concept semblent tout-à-fait correspondent au besoin des managers et des chercheurs pour traiter les écarts et améliorer la performance des résultats de l'ensemble des axes QCDESE.

5.5. Les obstacles et les contraintes de l'implémentation de Lean

Selon Sim et Rogers (2009), l'implémentation d'une démarche Lean est un parcours long et difficile. Ça peut engendrer des obstacles pour l'entreprise, notamment pour les Petites et Moyennes Entreprises « PME » qui évitent de prendre le risque car cela peut affecter leurs existences [130]. Brun 2011 et Achanga et al.2006 affirment que la mise en œuvre de Lean dans les PME présente certains inconvénients et rend l'implémentation de la démarche difficile [131 ; 168]. L'amélioration de la performance industrielle d'une organisation dans ce contexte économique actuel et les changements fréquentiels des exigences du marché nécessitent une transformation globale du système de production et l'amélioration des facteurs économiques et

sociaux. Toutefois, les consultants et les organismes de coaching & formation confirment que les applications de la mise en œuvre des pratiques Lean dans les PME sont très rares. En effet, un nombre considérable des revues de recherches ont prouvé que Lean est difficile à implémenter dans les PME et que ces entreprises rencontrent plusieurs obstacles dans leurs projets et leurs processus d'amélioration continue [132, 133, 134]. De même, d'autres études de recherche ont également affirmé que le déploiement de Lean est indésirable dans Les PME car ces projets sont généralement longs et très coûteux. En revanche il y a d'autres chercheurs qui affirment que l'implémentation des projets Lean présente des avantages pour les PME [135]. Selon Alaskari (2016), suite à la mise en œuvre réussie de la démarche Lean dans les GE, les PME ont également commencé à adopter cette approche [136]. Puisque les PME se caractérisent par des structures d'organisation simple et un processus de production flexible.

La philosophie actuelle de la plupart des organisations est impactée par les changements économiques et financiers du marché. Dans ce stade, les managers et les directeurs se limitent principalement sur les actions qui représentent un gain financier pour être concurrent et garder une place dans le marché instable [1]. Face à cette concurrence la plupart des entreprises se focalisent sur les facteurs économiques pour réduire le gaspillage, produire mieux plus rapidement et à moindre coût. En conséquence, les conditions de travail seront abandonnées dans la stratégie de l'entreprise et provoqueront une source de stress et de démotivation pour les personnels [14]. En effet, il y a de nombreuses organisations qui galèrent avec les réclamations et les mécontentements de leurs personnels sur les conditions de travail et aussi la non-satisfaction des clients vis-à-vis de la qualité et du retard des commandes.

De même, la majorité des PME sont des fournisseurs de grandes entreprises qui exercent une influence sur elles en termes de qualité, coût et délai. Ainsi que la plupart des grandes entreprises sont certifiées aux normes ISO ce qui présente des exigences économiques et un impact direct sur les fournisseurs. Les exigences économiques rendent les PME sous la pression pour répondre à des objectifs économiques qui les obligent de focaliser leurs stratégies sur les facteurs économiques uniquement.

Selon les travaux précédents et le retour d'expérience, la démarche Lean a été bien développée dans les grandes structures où il y a une grande évolution de leurs systèmes de production et de management [132]. L'étude et l'analyse des avantages et des inconvénients de Lean dans les GE ont été bien menées par des chercheurs et des experts de l'industrie. La plupart des grandes structures de manufacturing travaillent avec la démarche d'amélioration continue et les outils de

Lean. Au contraire, les PME ne possèdent pas ce genre de fonctionnement, ce qui rend leurs systèmes de production non performants [132].

Cependant, la structuration traditionnelle et la façon de gérer les PME en termes de management et le mode de fonctionnement en gestion de recrutement, formation, gestion d'information…, rendent leurs systèmes difficiles à s'adapter aux améliorations et aux changements des process proposés par Lean [137]. Dans ce contexte, les défis et les objectifs pour réaliser des transformations ou des changements du processus au sein d'une PME sont différents de ceux de GE. Parmi les premières contraintes critiques pour la mise en place de Lean dans les PME, c'est la nécessité des investissements initiaux en termes de formation et de disponibilité des ressources [171]. L'embauche des consultants externes, la gestion de formation et la fourniture du matériel pour la gestion visuelle sont en effet des exemples concrets à citer dans le domaine [79].

5.6. Synthèse et Conclusion

Les entreprises se focalisent généralement sur la réduction des coûts et de l'amélioration de la qualité dans un délai optimal, en contrepartie, il y a souvent des impacts négatifs sur le bien-être des salariés. Alors, les personnels peuvent rapidement se sentir stressés, fatigués ou même avoir une baisse de moral. La direction et les pilotes du concept Lean devront fournir des efforts pour équilibrer entre les objectifs économiques et sociaux, notamment les attentes de leurs collaborateurs.

L'adoption d'un nouveau modèle LMP permet de donner une souplesse aux entreprises et d'améliorer leurs processus sans impacter le bien-être des salariés, ainsi de répondre au besoin du marché. Le principe de LMP est de fournir un concept pour développer un état d'esprit de progrès à travers des conditions de travail et un environnement très motivant, toute en favorisant concrètement cet état d'esprit. LMP est une méthode d'amélioration continue qui utilise aux mieux toutes les ressources de l'entreprise, principalement :

- L'engagement et le savoir -faire de tous les personnels de l'entreprises.
- Les moyens et les ressources matérielles.
- Les ressources environnementales et financières.

Alors, l'objectif est de proposer un nouveau modèle capable d'assurer des meilleures conditions de travail toute en optimisant les risques sécuritaires et les contraintes ergonomiques sous le pilotage des outils et des principes Lean. Pour ce faire, nous avons défini un processus LMP bien structuré qui prend en charge les facteurs cités ci-dessus et qui garantit un meilleur cadre d'amélioration de la gestion de production. La section suivante, représente le concept d'un nouvel

indicateur de performance globale de l'entreprise TRSP pour contrôler et suivre l'évolution des différents indicateurs.

6. DETERMINATION DU NOUVEL INDICATEUR TRSP

Cette section a pour but de présenter la description détaillée du mode de calcul d'un nouvel indicateur de contrôle de performance pour l'implémentation de LMP. C'est un indicateur qui s'appuie sur les principes de l'indicateur TRS (Taux de Rendement Synthétique) et que nous appellerons Taux de Rendement Synthétique Plus (TRSP).

En effet, le Modèle LMP a besoin d'un indicateur pour suivre et surveiller l'évolution de l'ensemble des axes de performance QCDESE. Il doit être reconnu et exploiter par la majorité des organisations pour faciliter la mise en place du modèle proposé. Ce qui n'est pas le cas aujourd'hui, car il y a plusieurs indicateurs qui se déversent d'une organisation à l'autre. Nous proposons dans ce travail un indicateur standard et qui va répondre au besoin de l'industrie actuelle.

Tous d'abord, l'implémentation d'une nouvelle méthode LMP permet de traiter et d'éviter les risques de performance liée aux facteurs QCDESE. C'est la raison pour laquelle le nouvel indicateur proposé doit évaluer clairement l'ensemble des risques ou bien l'impact des outils Lean implémentés dans l'entreprise et quantifier les évolutions de l'ensemble de ces facteurs. En effet, le Taux de Rendement Synthétique Plus à un intérêt primordial qui permet d'éviter l'amélioration d'un facteur et de dégrader les autres. La mise en place de TRSP a pour but de mettre également au service des chercheurs, des managers et des pilotes de Lean un nouvel outil d'évaluation des différents facteurs de performance au sein d'une organisation.

6.1. Les indicateurs

6.1.1. Définitions

On entend par « indicateurs » les grandeurs définies et suivies au sein d'une unité opérationnelle (à l'échelle de : entreprise, usine, atelier, groupe autonome, poste, mais aussi service, bureau, etc.) pour mesurer l'activité ou la performance. Les indicateurs peuvent être physiques (délais, volumes, taux, etc.) ou financiers (« équivalents euros »). Ils sont habituellement suivis dans la durée et confrontés les uns aux autres ainsi qu'à des objectifs pour former un « tableau de bord » [138]. Il y a également des indicateurs de résultats et d'action ou de pilotage.

Selon Association Française de Gestion Industrielle, un indicateur de performance est « une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité et/ou l'efficience de tout ou d'une partie d'un processus ou d'un système réel ou simulé, par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé et accepté dans le cadre d'une stratégie d'entreprise » [139]. De même L. Fortuin confirme que "Un indicateur de performance est une variable qui indique l'efficacité ou l'efficience d'une partie ou de l'ensemble du processus ou du système par rapport à une norme, une cible ou un plan donné" [140].

Dans le cadre de processus d'amélioration continue, nous présenterons, la notion d'indicateur et de son émergence dans la pratique industrielle. Un indicateur est un outil qui permet de traduire (un phénomène, une information ou un concept…) sous la forme d'un graphe ou d'un chiffre. Il est considéré comme un outil pratique pour évaluer et simplifier une information pour la rendre compréhensible et simple pour prendre une décision. Il a pour but de rendre l'information assimilable et d'élaborer à partir d'un élément mesurable ou appréciable permettant de considérer l'évolution d'un processus par rapport à une référence. En outre, un indicateur doit être capable de mettre en place des seuils permettant de présenter en détaille une situation, ce qui permet d'apporter un jugement : bon, mauvais, développé, pauvre, riche, etc.

En effet, l'émergence de la notion d'indicateur de performance en pratique, nécessite l'adaptation des outils pour mesurer d'autres aspects que les aspects financiers. Par ailleurs, Il est nécessaire de le compléter par un suivi et une correction des actions entreprises en fonction des écarts. C'est ainsi que le pilotage stratégique, qui planifie les actions et vérifie leur exécution à moyen et long terme, est enrichi par un pilotage opérationnel.

Dans le cadre d'optimisation et d'amélioration continue, les principaux rôles des indicateurs sont :

- Faciliter la communication et la centralisation des informations par un langage standard.
- Permettre d'analyser et d'évaluer les progrès, les risques, les tendances...
- Identifier les mécanismes et les outils propres à un domaine ou à un secteur d'activité.
- Analyser l'efficacité d'un plan d'action de traitement d'un problème ou d'une anomalie.
- Déterminer le nombre et la qualité des dispositifs à mettre en place lors de la perturbation d'un milieu.
- Mettre une évaluation concrète de la performance d'un service ou d'une organisation.
- Fournir une base d'information et d'éducation
- Faciliter la gestion des ressources et des données.
- Gérer et prioriser au mieux les actions prioritaires pour une organisation.

6.1.2. Choisir de bons indicateurs : SMART

Cette section représente les paramètres de base pour le choix des indicateurs. C'est le même principe de définition des objectifs que SMART (Simple, Mesurable, Acceptable, Réaliste, Temporellement défini). En effet, un bon indicateur est un indicateur SMART. La figure. 32 représente les critères SMART à utiliser pour le choix d'un bon indicateur ou un objectif.

Simple	• Ce KPI a-t-il une définition claire ? • Est-il facile à comprendre ? • Peut-il être facilement produit sans calculs complexes ?
Mesurable	• Est-il facile à mesurer ? • Peut-il être comparé aux données d'autres équipes ou externes ? • La mesure peut-elle être définie de façon non ambiguë ?
Acceptable	• L'équipe responsable de l'indicateur peut-elle réellement l'influencer ? • Comprenons-nous les moteurs qui l'actionnent ? • Sommes-nous capables de faire le nécessaire pour influencer les leviers que nous ne maîtrisons pas ?
Réaliste	• Est-elle pertinente pour l'entreprise dans son ensemble ? • Soutient-il nos objectifs de haut niveau ? • Est-il aligné avec la stratégie et les objectifs du business unit ?
Temporellement défini	• Peut-il être mesuré à une fréquence qui nous permettra de résoudre les problèmes dans le cycle de reporting ? • À quels moments le mesurerons-nous ?

Figure 31 : Les critères SMART d'un bon KPI (adapté [141]).

Le choix d'un bon indicateur pour un sujet quelconque permet de révéler tous les problèmes et les anomalies existantes. Il permet d'attirer l'attention pour déclencher l'analyse et le diagnostic approprié afin de mettre les actions de résolution des écarts. Ceci est impossible lorsque des indicateurs consolidés non inadéquat au sujet à suivre ou l'environnement de travail. Généralement, le résultat peut être satisfaisant alors que des évolutions inquiétantes sont masquées par effet de moyen.

L'indicateur est caractérisé par un objectif, une mesure d'efficacité et des variables d'action. Le but principal d'une évaluation des performances d'un système est de mesurer l'écart entre les performances réelles et les performances souhaitées, et de juger le caractère plus ou moins acceptable de cet écart sur lesquels on peut agir.

6.1.3. Exemples des indicateurs

Tout d'abord, la liste des indicateurs proposées n'est pas figée, bien sûr il y en a qui peuvent être évoqués selon le besoin. En effet, un indicateur naît, évolue ou même disparait pour être remplacé

par un autre plus adapté à une situation quelconque, notamment dans le cas d'amélioration d'un processus ou bien d'une évolution des objectifs de l'entreprise. Il faut noter aussi que le vocabulaire n'est pas fixé, et que des noms différents peuvent désigner des indicateurs identiques et vice versa.

Un indicateur est un nombre qui mesure une quantité qui peut avoir plusieurs valeurs. C'est pourquoi il faut distinguer plusieurs types d'indicateurs, [142] :

- Les indicateurs de performance : Ce sont des indicateurs des coûts, de productivité, de qualité, rapportés aux moyens mis en œuvre pour mesurer l'efficacité globale d'un système ou d'un processus.
- Les indicateurs d'activité : Ils mesurent ce qui est effectivement réalisé ou non réalisé.
- Les indicateurs de productivité : Ils mesurent une activité rapportée à une personne ou à une période.
- Les indicateurs de qualité : Ils indiquent le pourcentage d'anomalies (taux d'erreur dans un ensemble de vues numérisées, nombre de retours en magasins non conformes, nombre de lettres à corriger, etc.) ou le nombre de réclamations.
- Les indicateurs de moyens : Effectifs, effectifs productifs (nombre d'agents faisant du classement, nombre d'heure des professeurs de service éducatifs, etc.), chiffres du budget, etc.
- Les indicateurs de sécurité : nombre d'accidents
- Les indicateurs de climat social : jours d'absentéisme, nombre d'idées émises, etc.

6.2. Le Taux de Rendement Synthétique TRS

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) est l'indicateur le plus connu dans le monde industriel et le plus efficace pour maitriser l'évolution de la performance d'un processus ou d'une activité professionnelle, figure. 33. Le TRS est défini par la norme NF E60-182 comme le rapport du temps utile sur le temps requis. Il représente donc le pourcentage du temps passé à faire des pièces bonnes à la cadence nominale, par rapport au temps pendant lequel le moyen était mis à disposition de la production (temps requis). Le TRS a été introduit la première fois par Nakajima dans le contexte de la maintenance totale de la productivité (TPM) [143].

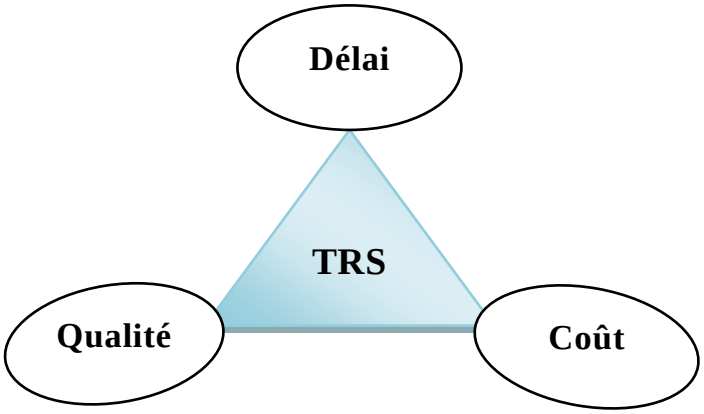


Figure 32 : Les Trois leviers de TRS classique.

Le TRS classique reflète totalement l'état de l'équipement sur le site de production et il est largement utilisé dans l'industrie manufacturing pour analyser l'efficacité de l'équipement [62]. Au départ, la majorité des chercheurs utilisaient le TRS dans le domaine de la maintenance, en revanche plusieurs études ont utilisé la mesure du TRS pour l'évaluation du rendement et l'amélioration de la productivité. [145, 146, 147].

Le TRS peut être décomposé en trois sous-indicateurs : il est le produit du Taux de Qualité, du Taux de Performance et de la Disponibilité Opérationnelle. Sa formule standard est donnée par l'équation 1 en se basant sur les 3 piliers : Qualité, Coût et Délai.

$$TRS = T_D \times T_P \times T_Q \qquad (1)$$

Avec :

- ✓ T_D : Taux de Disponibilité (Taux brut de fonctionnement).
- ✓ T_P : Taux de Performance (pertes par mauvais fonctionnement), ou (taux de cadence).
- ✓ T_Q : Taux de Qualité.

Selon Surya Perdana l'amélioration et la fiabilisation de TRS se basent sur la suppression des grosses pertes d'équipement [148], figure. 34 :

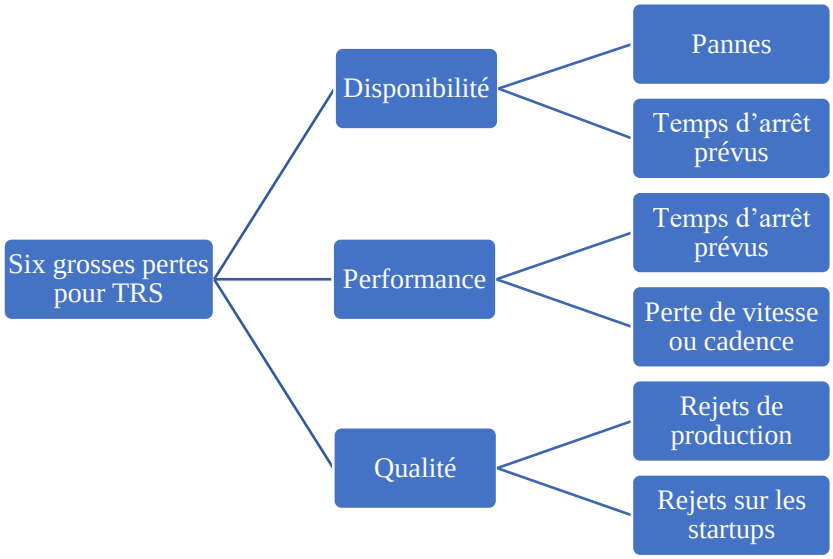


Figure 33 : Les Trois piliers de TRS et les grosses pertes d'équipement (adapté [148]).

Dans ce contexte, il est important de noter que l'amélioration de la productivité gagnera une grande place en fonction des autres effets tels que la taille de la tranche (secteur, poste, ligne, zone, unité) et leurs paramètres caractéristiques. Ainsi que l'amélioration du rendement en raison de la diminution potentiel de l'influence de ces facteurs. En revanche, il y a un large impact sur la productivité par des facteurs bien au-delà des machines ou bien des processus, y compris les conditions de travails, les employés, l'environnement, la recette, les installations, la culture, la planification, l'organisation et les exigences matérielles etc.

Or, cet indicateur n'est pas suffisant pour prendre en compte le côté sociale et organisationnel dans des grandes chaines industrielles, des processus manuels et compliquées. Toutefois, une analyse réussie sur les trois piliers de TRS n'est pas suffisante pour analyser et surveiller tous les facteurs de l'entreprise. Car aucun poste ou machine n'est isolée dans une usine, mais elle fonctionne dans un environnement lié, complexe et divers. Dans ce contexte, nous avons besoin d'une méthode plus large pour intégrer l'analyse des autres facteurs (ESE) et qui doit évaluer en mode continue la performance de tous les facteurs (QCDESE).

En effet, des nombreuses études ont été menées pour l'adaptation de TRS avec d'autres indicateurs et son intégration à d'autres secteurs d'activités. Domingo et Aguado (2015 Réf) confirment que l'utilisation de nouveau indicateur OEEE, permet une compréhension complète du processus de production en termes de disponibilité, de performance, de qualité et de durabilité [149]. De même, Wang et Pan tentent d'utiliser simultanément des autres taux unitaires avec le TRS pour analyser des taux de traitement des équipements [150]. Wudhikarn propose d'améliorer le TRS pour évaluer

les pertes d'équipement [151]. Ainsi que Oechsner et al. (2003 Réf) introduisent des paramètres supplémentaires dans le TRS [152].

6.3. Le Taux de Rendement Synthétique Plus TRSP

Aujourd'hui, le déploiement des indicateurs de TRS est largement installé dans la plupart des entreprises de fabrication, mais pas suffisante pour caractériser un système de fabrication complexe, notamment les processus manuel ou semi-automatique.

Alors, si nous cherchons l'excellence opérationnelle, il nous faut un indicateur qui prend en compte les autres axes à savoir : Ergonomie, Sécurité et Environnement. Ces axes ont un impact significatif sur le climat social et les conditions de travail. Il n'y a rien de moins probable que ce qu'on a préalablement anticipé ou identifié comme source d'anomalie, notamment sur une chaine manuelle avec des moyens compliqués et un nombre des opérateurs très élevés. Donc, pour impliquer et mieux protéger les travailleurs, la prise en compte des axes ESE dans le nouvel indicateur TRSP semble très logique et homogène.

Le concept LMP devient impérativement nécessaire pour répondre à ce besoin à l'aide de TRSP. Ce dernier est utilisé pour maîtriser la performance de l'entreprise et de chercher l'excellence opérationnelle sur l'ensemble des axes QCDESE. Pour cela, nous allons adapter la formule du TRS avec ces exigences en tenant en compte ces facteurs afin d'évaluer la performance des différents postes. Ce nouvel indicateur TRSP a pour rôle de maîtriser les changements, les transformations des processus et d'éliminer les sources de gaspillages dans des meilleurs conditions de travail. Il sert aussi à identifier des pistes et des actions d'amélioration pour les écarts ou les anomalies identifiées.

Pour suivre et réussir la mise en œuvre de la démarche d'exploitation LMP « Figure. 31 », nous présentons son nouvel indicateur TRSP qui représente le rapport entre une production réelle et celle de production maximale théorique (équation 2). La nouvelle formule que nous proposons par l'équation 4 se base sur les 6 piliers suivants : Qualité, productivité, Délai, Ergonomie, Sécurité et Environnement. Le TRSP dépend des évaluations initiales et finales de tous ces facteurs et qui permet aussi de checker et d'analyser l'impact de la démarche LMP, en interconnectant les aspects sociaux. Ceux-ci permettent aux personnes non expertes en Lean et ses outils de prendre des décisions d'amélioration appropriées, en tenant compte également des facteurs sociaux.

Donc :

$$\text{TRSP} = \text{Production réelle} / \text{production maximum théorique} \qquad (2)$$

La relation qui existe fonctionnellement entre TRSP et TRS est naturellement la suivante (équation 3) :

$$TRSP = TRS * T_{Er} * T_S * T_E \qquad (3)$$

Avec :

- ✓ T_{Er} est un taux réel compris entre 0 et 1, lié à l'Ergonomie des personnels ;
- ✓ T_S est un taux compris entre 0 et 1, lié à la Sécurité ;
- ✓ T_E est un taux compris entre 0 et 1, lié à l'Environnement.

Finalement :

$$TRSP = T_D * T_Q * T_P * T_{Er} * T_S * T_E \qquad (4)$$

Le Taux de Rendement Synthétique plus TRSP est un indicateur de maîtrise de tous types de changement en mode projet ou en vie série. En effet, le calcul de TRSP se décompose en deux parties :

- ✓ TRS classique connu et utilisé par la majorité des entreprises. Il se divers d'une entreprise à une autre et qui dépend aussi de mode de fonctionnement et de l'activité de l'entreprise (saisonnière, industriel ou bureautique, manuel ou automatique…).
- ✓ Les Taux (T_{Er}, T_{Se}, T_E) se sont des indicateurs de suivi dans les processus des améliorations ou de changement d'un poste de travail.

7. EXPRESSION DE L'INDICATEUR TRSP

7.1. Taux « Disponibilité, Performance, Qualité »

Selon l'équation 1 et la figure. 33, le calcul de TRS correspond à la multiplication des trois taux « Disponibilité, Performance, Qualité ». Ils sont définis comme suit :

7.1.1. Disponibilité : T_D

Selon la norme NF EN 13306, le Taux de Disponibilité d'un équipement ou d'un système est donné par l'équation suivante :

$$\text{Taux Disponibilité} = \frac{\text{Temps du bon fonctionnement}}{\text{Temps planifié}}$$

Où :

Le Temps du bon fonctionnement = Temps planifié – Temps des arrêts

= Temps planifié – (temps des pannes + temps de maintenance + …)

Donc :

$$\text{Taux Disponibilité} = \frac{\text{temps planifié} - \text{temps des pannes} - \text{temps de maintenance}}{\text{temps planifié}}$$

$$= 1 - \frac{\text{temps des pannes}}{\text{temps planifié}} - \frac{\text{temps de maintenance}}{\text{temps planifié}}$$

$$T_D = 1 - \mathcal{L}p - \mathcal{L}mtn \qquad (5)$$

Avec :

$$\mathcal{L}p = \frac{\text{temps des pannes}}{\text{temps planifié}} \quad \text{Et} \quad \mathcal{L}mtn = \frac{\text{temps de maintenance}}{\text{temps planifié}}$$

7.1.2. Qualité : T_Q

La qualité des produits, des biens matériels ou services, est un facteur essentiel de compétitivité pour toute entreprise. La définition normalisée de la qualité dans ISO 9000 se réfère à toutes les caractéristiques d'un produit ou service exigées par le client.

$$\text{Taux de Qualité} = \frac{\sum (\text{Produit Conforme})}{\sum (\text{Produit Conforme} + \text{Produit Non Conforme})}$$

$$T_Q = \frac{\sum (P.C)}{\sum (P.C + P.N.C)} \qquad (6)$$

Produits non-conforme « P.N.C » : l'ensemble des pièces non conforme « rebut » ou bien une pièce qui nécessite des retouches ou des corrections et qui influence la qualité du produit.

7.1.3. Performance : T_p

Cet indicateur se divers d'une entreprise à l'autre. Il dépend de type d'activité de l'entreprise, de nombre des postes manuels ou automatiques, ainsi de choix et des priorités de la direction de l'entreprise.

$$\text{Taux de performance} = \frac{\boldsymbol{Temps\ de\ cycle - \sum Temps\ Non\ Valeur\ Ajouté}}{\boldsymbol{temps\ de\ cycle}}$$

$$T_P = \frac{Tc - \sum NVA}{Tc} \qquad (7)$$

Pour que le poste soit performant, il faut que le T_p se converge vers 100%. Donc il faut chercher à éliminer toutes les Non-Valeurs Ajoutées.

Alors : l'équation 8 de TRS classique devient :

$$TRS = (\boldsymbol{1 - \mathcal{L}p - \mathcal{L}mtn}) * \frac{\sum (P.C)}{\sum (P.C + P.N.C)} * \frac{Tc - \sum NVA}{Tc} \qquad (8)$$

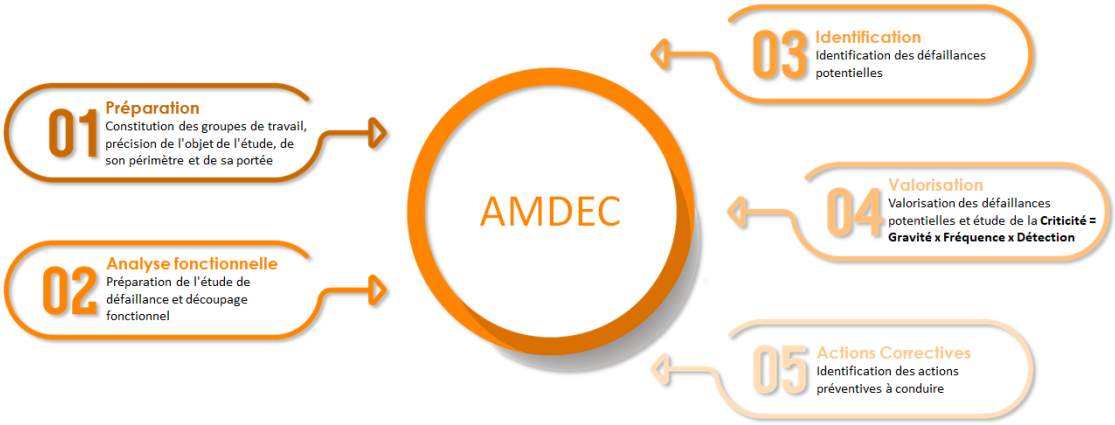
7.2. Taux « Sécurité, Ergonomie et Environnement »

7.2.1. Démarche AMDEC

Cette section représente le mode de calcul des taux (T_{Er},T_S,T_E) afin de surveiller et d'évaluer les facteurs « sécurité, d'ergonomie et d'environnement ». De ce fait, nous avons proposé la mise en place de l'outil AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) pour déterminer les différents Taux (T_{Er},T_S,T_E). Selon (NF x 60-500), l'AMDEC est une méthode conçue spécifiquement pour identifier les défaillances potentielles d'un système, d'un produit, d'un procédé ou d'un processus, afin d'anticiper les problèmes avant qu'ils se produisent (figure. 35). Les défaillances sont analysées afin d'identifier les causes principales des anomalies et de préciser leur criticité. Ensuite, il faut réaliser un diagnostic détaillé afin de définir les actions à mettre en place pour la réduction de ces risques.

AMDEC c'est une méthode développée en 1940 par l'armée américaine aux États-Unis dans l'industrie aéronautique. Selon Mokhtar A. (2012), AMDEC est une méthode ascendante qui permet d'examiner et étudier les composants d'une entité de production, afin de déterminer les effets des défaillances de ces composantes sur les équipements et les performances du système de production [153]. Actuellement le système de production devienne très compliqué, le moindre de dysfonctionnement de ce système peut affecter le processus de production, la qualité des produits et le rendement global de l'entreprise.

Figure 34 : Le mode de de déroulement de l'analyse AMDEC.



Le choix de la méthode AMDEC processus repose sur plusieurs critères, à savoir :

- ✓ L'amélioration continue et la prévention de risques.
- ✓ L'étude des effets qui agissent directement sur l'atteinte des objectifs prédéterminés.
- ✓ L'exigence de pratiquer l'analyse de risques, contenue dans la norme ISO : 2015.
- ✓ Le renforcement de l'approche processus pour prévenir les défauts et améliorer la fiabilité des processus.
- ✓ Le travail en groupe pour profiter de l'expérience et les connaissances de chaque participant.

7.2.2. La Criticité C

La criticité est une échelle de mesure de l'impact d'une défaillance et donc du niveau d'acceptabilité d'un risque. Selon les normes Afnor (2006), « La criticité ou le taux de criticité, est la combinaison de la sévérité d'un effet et de la fréquence de son apparition, ou d'autres attributs d'une défaillance, comme une mesure de la nécessité d'un traitement ou d'une atténuation » [154].

La criticité est définie par le produit mathématique de l'évaluation de la fréquence d'occurrence, de la gravité de l'effet et de la probabilité de non-détection. De même nous allons utiliser la relation (9) de la criticité ci-après pour obtenir l'évaluation d'un risque « Sécuritaire, Ergonomique » ou un impact « environnemental » :

$$C = G*F*M*S \qquad (9)$$

***C** : Criticité,*

***G** : Gravité ;*

***F** : Fréquence ;*

***M** : Maitrise ;*

***S** : Sensibilité du Milieu « réserver pour l'environnement ».*

Pour attribuer une note par critère et pour chaque risque, l'évaluation des critères s'effectue généralement à l'aide d'une échelle de 1 à 4 (Tableau 12). Ceci permet de déterminer en pratique la criticité C en se basant sur la formule (9).

Tableau 12 : Tableau de cotation des critères.

Cotation	Gravité	Fréquence	Maitrise	Sensibilité
1	**M**ineure : Peu d'influence sur environnement.	**F**aible : Impact se produisant une à plusieurs fois par an OU en quantité faible	**S**ituation **M**aitrisée	**N**égligeable
2	**M**oyenne : Impact avec influence moyenne sur l'environnement	**M**oyenne : Impact se produisant une à plusieurs fois par mois OU en quantité non négligeable	**S**ituation **P**erfectible : des améliorations possibles	**F**aible : le milieu est moins sensible à l'impact
3	**I**mportante : Impact avec influence importante	**I**mportante : Impact se produisant une à plusieurs fois par semaine OU en quantité importante	**S**ituation **F**ragile : des points sensibles non maitrisés	**M**oyenne
4	**M**ajeure : forte influence sur l'environnement	**F**ort : Impact se produisant quotidiennement ou en quantité importante	**S**ituation **C**ritique : insuffisances notoires et/ou écart réglementaire	**F**orte : le milieu est très sensible à l'impact

L'évolution de C est liée à la défaillance du risque. Donc le calcul du Taux de conformité des axes ESE est donné par la formule suivante :

Le calcul de taux de chaque risque ou impact i pour n'importe quel axe de performance « ESE » est donné par :

$$Ƶi = \frac{M_i * G_i * F_i * S_i}{M * G * F * S} \qquad (10)$$

Alors, Le taux de conformité sera calculé selon la formule suivante :

$$\tau i = 1 - Ƶi = 1 - \left(\frac{M_i * G_i * F_i * S_i}{M * G * F * S}\right) \quad (11)$$

Or, le Taux de conformité pour l'ensemble des risques n identifiés, c'est le produit des taux de conformités de l'ensemble des risques dans une zone (poste, ligne, atelier…) en évaluation :

$$\tau_j = \prod_{i=1}^{n} (1 - Ƶi) \quad (12)$$

- ✓ M*G*F*S = C_{max} est la valeur maximale pour un risque majeur, ce qui fait le taux de conformité devient critique dans le cas où le risque de l'impact i prend des valeurs maximales.
- ✓ i : aspect, risque ou contrainte en vérification.
- ✓ n : le nombre des aspects, risques ou contraintes en évaluations.

7.2.3. Taux de l'Environnement

Selon la norme ISO14001 ; chapitre 6 « 1-4 » : l'organisme doit traiter ses aspects environnementaux significatifs qui sont prioritaires pour atteindre les résultats escomptés de son système de management environnemental. En effet l'évaluation de l'environnement nécessite la prise en compte du milieu « La sensibilité de l'environnement ». Pour un objectif de bien estimer les aspects les plus significatifs auxquels on doit engager des actions correctives ou préventives.
Le calcul du taux d'un aspect environnemental k est donné par :

$$Z_k = \frac{M_k * G_k * F_k * S_k}{M*G*F*S} \quad (13)$$

Le taux d'impact environnemental d'un aspect k sera calculé selon la formule 14 :

$$T_{E(k)} = 1 - \left(\frac{M_k * G_k * F_k * S_k}{M*G*F*S}\right) \quad (14)$$

- ✓ k : l'aspect environnemental en check.
- ✓ M : La maîtrise de la situation environnementale (M est la valeur en situation critique).
- ✓ G : La gravité de l'impact de l'activité sur l'environnement (G est la valeur en état majeure).
- ✓ F : La probabilité d'occurrence, fréquence d'apparition (F est la valeur en état Fort).
- ✓ S : La sensibilité de l'environnement par rapport à l'activité (S : la valeur d'un milieu sensible).

7.2.4. Taux d'Ergonomie

Selon les chercheurs, il y a une forte contribution de l'ergonomie dans l'amélioration des conditions de travail et la préservation de la santé des travailleurs ou des utilisateurs par des méthodes et des techniques pour adapter l'homme dans son milieu de travail. Cela permet d'améliorer la qualité, favoriser la fiabilité des systèmes et l'efficacité de la production dans une perspective de performance durable [80].
L'ergonomie recherche constamment l'équilibre entre deux objectifs :

- ✓ Un objectif de performance des organisations : qualité, fiabilité, efficacité, productivité.
- ✓ Un objectif de confort, sécurité, santé physique et mentale des personnes (opérateurs).

Le Taux de risque d'Ergonomie (T_{Er}) d'une contrainte ou d'un risque ℓ est donné par :

$$T_{Er(\ell)} = 1 - \left(\frac{M_\ell * G_\ell * F_\ell}{M*G*F}\right) \quad (15)$$

- ✓ ℓ : le risque ou contrainte ergonomique exposé ou identifié.
- ✓ M : La Maîtrise de la situation ergonomique avec des moyens ou des protections contre ce risque (M c'est la valeur en état critique).

- ✓ G : La Gravité de risque ou l'impact de l'activité (G est la valeur en état très graves : maximum).
- ✓ F : La probabilité d'occurrence, fréquence d'apparition (F est la valeur en état Fort).

7.2.5. Taux de Sécurité

L'identification des risques sécuritaires aux postes de travail, permet de réaliser une cartographie de l'ensemble de ces risques, afin de les traiter ou bien de mettre en place des protections pour maîtriser ces risques. La cartographie sera un meilleur outil visuel de l'axe sécuritaire pour réaliser un nuage des points à prioriser selon le niveau de criticité et de la zone la plus risquée. Le but de l'évaluation des risques professionnels est de réduire les accidents du travail et les maladies professionnelles.

Le Taux de risque Sécuritaire (T_S) pour un risque j est donné par :

$$T_{S(j)} = 1 - \left(\frac{M_j * G_j * F_j}{M*G*F}\right) \quad (16)$$

- ✓ j : le risque sécuritaire identifié.
- ✓ Fj : la Fréquence d'un risque j (F est la valeur en état très élevé : maximal).
- ✓ Gj : Gravité d'un risque j (G est la valeur en état très grave : maximal).
- ✓ Mj : Maitrise et Vulnérabilité d'un risque j (M est la valeur en état non maîtrisable : maximal).

Selon l'Equation (3) :

$$TRSP = TRS * Taux\,(T_{Er}, T_S, T_E) \quad (17)$$

$$Taux\,(T_{Er}, T_S, T_E) = \prod_{k=1}^{z}\left(1 - \frac{M_k * G_k * F_k * S_k}{M*G*F*S}\right) * \prod_{l=1}^{n}\left(1 - \frac{M_\ell * G_\ell * F_\ell}{M*G*F}\right) * \prod_{j=1}^{m}\left(1 - \frac{M_j * G_j * F_j}{M*G*F}\right) \quad \textbf{(17)}$$

- ✓ z : le nombre des aspects environnementaux en études.
- ✓ n : le nombre des contraintes ergonomiques en évaluations.
- ✓ m : le nombre risques sécuritaires identifiés.

7.3. La formule finale de l'indicateur TRSP

La nouvelle formule de TRSP de notre nouveau modèle de LMP sera comme suit (18) :

$$\textbf{TRSP} = (1 - \tau p - \tau mtn) * \frac{\sum(P.C)}{\sum(P.C + P.N.C)} * \frac{Tc - \sum NVA}{Tc} * \prod_{k=1}^{z}\left(1 - \frac{M_k * G_k * F_k * S_k}{M*G*F*S}\right)$$

$$* \prod_{l=1}^{n}\left(1 - \frac{M_\ell * G_\ell * F_\ell}{M*G*F}\right) * \prod_{j=1}^{m}\left(1 - \frac{M_j * G_j * F_j}{M*G*F}\right) \quad \textbf{(18)}$$

La mise en place d'une nouvelle formule de TRSP, sera un excellent outil pour aider les pilotes de LMP à contribuer au progrès des Conditions de Travails. L'équation 18, permet de suivre l'évolution de la performance de l'ensemble des axes QCDESE qui seront une base de données pour la prise de décision et l'identification des pistes d'amélioration dans un projet LMP.

8. CONCLUSION

L'impact de n'importe quel facteur de performance (QCDESE) par un risque ou un aléa de production influence le rendement global de processus de l'entreprise. L'analyse détaillée des causes racines de ces anomalies dans un projet LMP nécessite la mise en place de l'indicateur TRSP. Ce dernier permet de réaliser un état de lieu et diagnostiquer tous types d'anomalies sur les axes : la qualité, le coût, le délai, l'environnement, la sécurité et l'ergonomie.

L'exploitation de la méthode AMDEC dans ce travail a permis d'analyser plusieurs critères afin d'anticiper les problèmes avant qu'ils ne se produisent. Cela dans le but de bien estimer les aspects ou bien les risques les plus significatifs auxquels on doit engager des actions préventives ou correctives.

Le TRSP sera un tableau de bord plus riche que le TRS traditionnel pour suivre les axes en écarts par rapport à l'objectif fixé par les décideurs. Ensuite, il faut proposer des actions adéquates à ces anomalies par la mise en place des actions robustes et des investissements qui priorisent les écarts le plus pénalisants sans dégrader l'état initial.

Le paramètre TRSP met les entreprises au défi de quantifier les améliorations de la disponibilité, des performances, de la qualité et de la condition de travail obtenue après l'amélioration de l'implémentation de LMP. L'objectif de TRSP est de pointer l'emplacement où se produisent les pertes ou les anomalies, de vérifier et de comprendre la valeur de l'ensemble des facteurs dans chaque poste de travail.

Finalement, ce nouveau modèle (LMP, TRSP) a pour un objectif initial de traiter les sources de gaspillage et les causes des effets négatifs sur les facteurs sociaux. Ceci aide les dirigeants d'entreprise à éviter les sources de la non-performance et d'organiser leurs politiques pour une implémentation efficace de tous types de projet d'amélioration continue.

CHAPITRE 4. Etudes de cas pratiques

CAS PRATIQUE 1 : CONTRIBUTION DE LMP - SMED A LA DIMINUTION DU TEMPS DE CHANGEMENT D'OUTIL ET L'AMELIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL DANS UNE GE.

1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons mettre en pratique notre modèle LMP au sein d'une entreprise multinationale dans le secteur automobile. En effet, Lean joue un rôle majeur dans l'environnement industriel, qui se manifeste par l'utilisation de l'ensemble de techniques et des procédures dans les activités quotidiennes de ce type d'industrie. Notre objectif est d'évaluer la satisfaction du client et d'améliorer les conditions de travail dans un contexte plus large que dans le cas de l'approche traditionnelle. Et pour faire face à l'évolution des exigences des consommateurs, la direction de cette entreprise a décidé de mettre en place un projet d'amélioration continue pour répondre à ses besoins.

Dans les chapitres précédents, nous avons présenté le contexte global de la création de notre modèle (LMP, TRSP) afin de garantir l'amélioration des facteurs économiques, sociale et environnementale des entreprises. Dans notre cas d'étude, nous devons savoir aussi quelles sont les méthodes optimales pour atteindre nos objectifs ? Notamment ceux économiques.

Dans ce cadre, nous allons vérifier le processus de l'implémentation de ce modèle à travers deux phases principales. La première concerne l'ensemble des dispositives à mettre en place en termes de préparation et de la formation nécessaire aux personnels sur (LMP, TRSP) au sein de l'entreprise. Les obstacles à remédier afin de réussir le projet seront identifiés dans cette phase également. La deuxième phase consiste à identifier les outils Lean adéquats aux anomalies identifiées et le processus de standardisation des actions réalisées afin d'assurer une durabilité à long termes pour les solutions proposées.

En outre, dans le contexte d'environnement industriel évolutif qui est de nos jours plus dépendant des nouvelles technologies de l'information et de communication pour faciliter la gestion et la surveillance des facteurs de performance QCDESE, nous avons proposé un Tableau de Bord « Power Performance » de communication et de collaboration entre les différents services « Chapitre 5 ». Ce qui permet une implantation aisée et efficace de notre modèle LMP et de

collaboration à distance dans le nouveau contexte du Covid-19, ainsi de la perspective de l'industrie 4.0.

2. GENERALITE SUR L'ENTREPRISE

Suite à l'augmentation de la demande et aux nouvelles contraintes du marché des véhicules, la direction de l'entreprise souhaite concourir à l'amélioration du rendement de production et les conditions de travail. Dans cette optique, le service de méthode a mis en place de nombreux projets au niveau de plusieurs unités de production et notamment au niveau de l'unité de Fonderie. En effet, la ligne **Diaphragme** se considère comme une unité goulot dans la ligne de production de l'embrayage, ce qui empêche d'atteindre le volume attendu par les commerciaux.

Le secteur automobile est le secteur d'activité économique. Il rassemble les activités de fabrication, de conception et de commercialisation des véhicules de type Tourisme et Poids Lourds. Il fait partie de l' industrie manufacturière et qui inclut notamment les constructeurs ou fabricants d'automobiles et les équipementiers de véhicules particuliers ou utilitaires. Historiquement, la première voiture est construite en 1769, en revanche la production en série a débuté qu'à partir de 1900 aux USA.

2.1. Présentation du produit

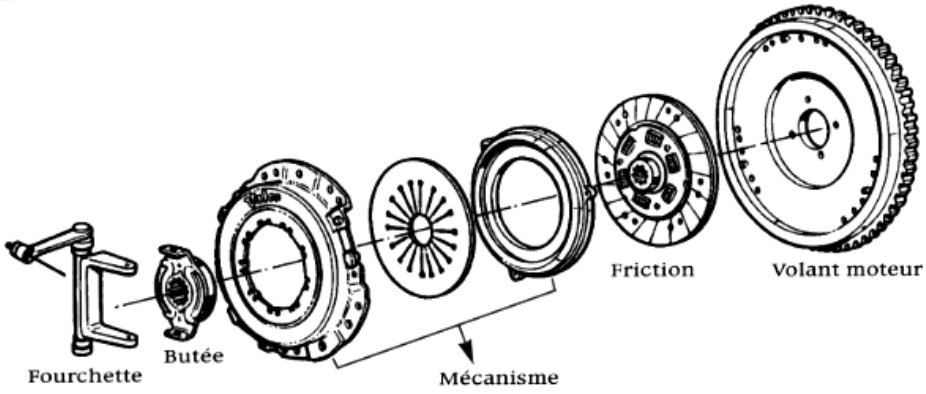


Figure 35 : Vue éclatée d'un embrayage.

L'embrayage est un organe qui permet d'établir progressivement ou de rompre à volonté la liaison entre la partie motrice et la partie réceptrice d'une transmission de puissance, figure. 36. Il sert également à filtrer les vibrations émises par le moteur.

L'embrayage se décompose en 3 éléments principaux :

- ***La butée*** : C'est l'élément qui reçoit l'action de la commande d'embrayage par l'intermédiaire de la fourchette. L'action est ensuite transmise au mécanisme afin de provoquer le débrayage.

- ***Le mécanisme*** : Il est fixé au volant moteur et se compose de trois éléments principaux :
  - Le diaphragme qui joue un rôle de ressort dans l'embrayage,
  - Le couvercle en tôle d'acier embouti qui fixe l'embrayage au volant moteur et le protège des corps étrangers.
  - Le plateau de pression en fonte, entraîné en rotation avec le couvercle par l'intermédiaire des languettes. Il permet de solidariser et de désolidariser la friction et le volant moteur.
- ***La friction :*** Elle est solidaire de l'arbre primaire de la boîte de vitesses. Elle assure le contact entre le plateau de pression et le volant moteur : elle est pincée entre les deux. Ce disque est équipé de garniture de frottement et comporte des amortisseurs de torsion qui filtrent certaines vibrations susceptibles d'engendrer des bruits de fonctionnement et l'usure des organes de transmission.
- ***Le plateau de pression*** **:** C'est une pièce moulée en fonte qui possède une face de frottement finement usinée pour presser la friction. Il est lié au couvercle par trois lamelles d'acier appelées languettes de rappel, (figure. 37).

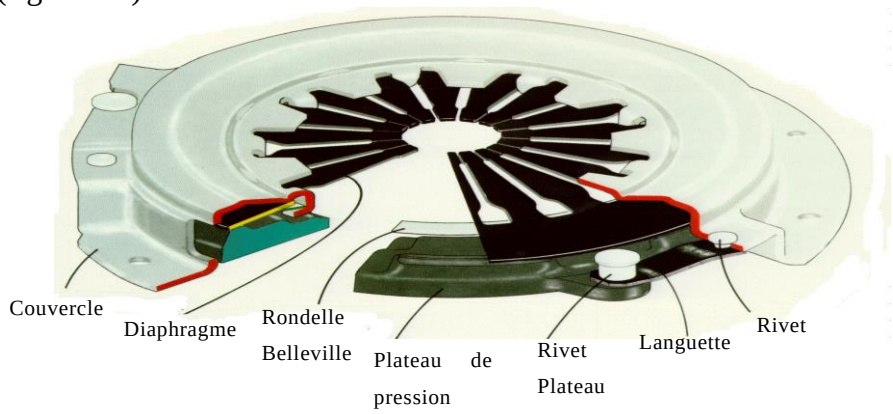


Figure 36 : le plateau de pression.

2.2. Présentation du processus de fabrication des diaphragmes

Dans cette section, il est nécessaire de présenter le processus de fabrication de la ligne Diaphragme qui va nous permettre de comprendre au mieux le contexte de fabrication d'une pièce diaphragme.

2.2.1. Découpe d'une rondelle

Le brut servant à la réalisation des diaphragmes est découpé par un sous-traitant en forme de rondelle. De plus, afin de bien orienter cette rondelle, deux poinçonnages cylindriques sont réalisés (la partie centrale au « diamètre (Ø) 35 » et le trou de diamètre 9). Cela correspond au

Poka Yoké : positionner les rondelles pour les opérations à fente à fente, au rayonnage et éventuellement découpe de 3 ou 6 "lunules" pour les diaphragmes concernés (type Dm 120).

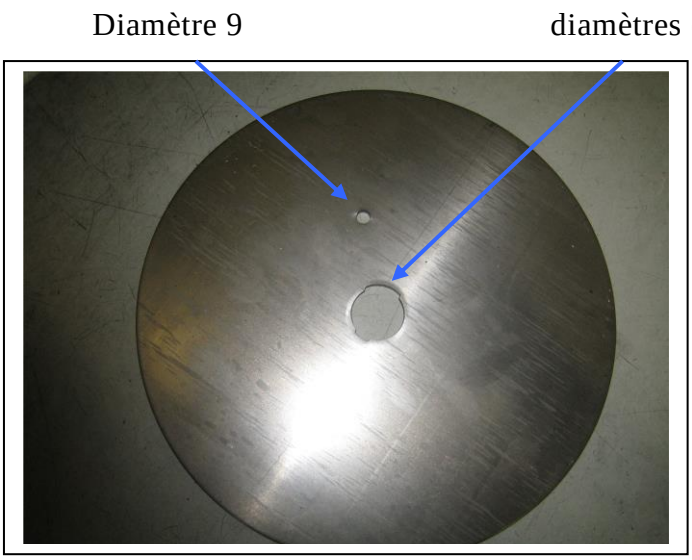


Figure 37 : Pièce brut.

2.2.2. Découpe des fentes :

La découpe des fentes est réalisée en interne de la division véhicules industriels, grâce à une machine nommée fente à fente. Cette machine possède un diviseur électronique qui permet de faire varier le nombre de fentes sur la pièce.

La qualité de la tranche résultant de cette étape est influencée par :

- La vitesse de frappe du poinçon
- La forme du poinçon
- La vague de coupe
- Le jeu poinçon / matrice
- La lubrification
- Tournage du diamètre extérieur

Le tournage du diamètre s'effectue uniquement pour les diamètres 378 et 406. L'empilement des diaphragmes lors du tournage du diamètre extérieur doit être évité. En effet, sans bridage efficace, les trous des diaphragmes constituant la pile ne sont pas alignés. Cela amène un défaut de concentricité du diamètre extérieur par rapport au diamètre d'implantation des fonds de trous.

2.2.3. Rectification

Cette phase nous permet de rectifier l'épaisseur des diaphragmes qui ne correspondent pas à notre besoin. La réalisation de la rectification nécessite une surépaisseur de matière de 0.3mm minimum

2.2.4. Poinçonnage central

Le poinçonnage de l'alésage central du diaphragme est fait sur une presse mécanique avec un outil qui intègre le marquage (lettre de repérage + date de fabrication).

2.2.5. Rayonnage

Le rayonnage est destiné à éviter l'apparition de criques. Il est donc effectué sur les zones de contraintes de traction maximales, soit le diamètre extérieur et le fond des trous coté interne du cône.

2.2.6. Trempe sous forme

Cette étape se réalise dans la chambre du four. Elle est la première phase qui permet de rendre la pièce diaphragme solide sous une température de 885 °C en moyenne à l'aide d'un système de refroidissement rapide afin de rendre la pièce plus solide. Le temps de la trempe est fonction du poids du diaphragme (donc du diamètre et de l'épaisseur). La température du four est enregistrée en permanence et un étalonnage par thermocouple est effectué chaque semaine.

2.2.7. Opération de revenu

Cette opération vient à la suite de la phase précédente (trempe sous forme). Elle permet de réduire la solidité de la pièce diaphragme résultant de l'opération trempe sous forme, sous une température de 450 °C en moyenne (en fonction du diamètre du diaphragme) grâce à un système de refroidissement lent.
Le temps de revenu est fixé à 3 heures. Le poids de matière revenue est fixé à une tonne.
On détermine donc la taille du lot à partir du poids d'une pièce.

2.2.8. Grenaillage

La grenaille utilisée est de la grenaille ronde, S170 (diamètre 0,4 mm). Le grenaillage se fait sur deux faces. L'efficacité du grenaillage semble maximale lorsque les fonds de trous sont atteints. Un bon grenaillage doit utiliser un mélange de grenailles usées et non usées. L'ajout de grenaille neuve est automatique, la grenaille usagée est automatiquement éliminée.

Temps de grenaillage :

2 fois 22 secondes par face pour les diaphragmes petites tailles

2 fois 27 secondes par face pour la majorité de la production

2 fois 45 secondes par face pour les diaphragmes forts

2.3. Contexte général du sujet

Tout d'abord, la Figure. 39 représente les données de l'historique des arrêts qui sont partagé avec nous par l'équipe de maintenance, pour initialiser notre travail d'analyse des types des arrêts de l'unité Fonderie. Nous avons constaté clairement que le temps loué pour faire des CS est la tête de Pareto des arrêts des presses de l'unité Fonderie :

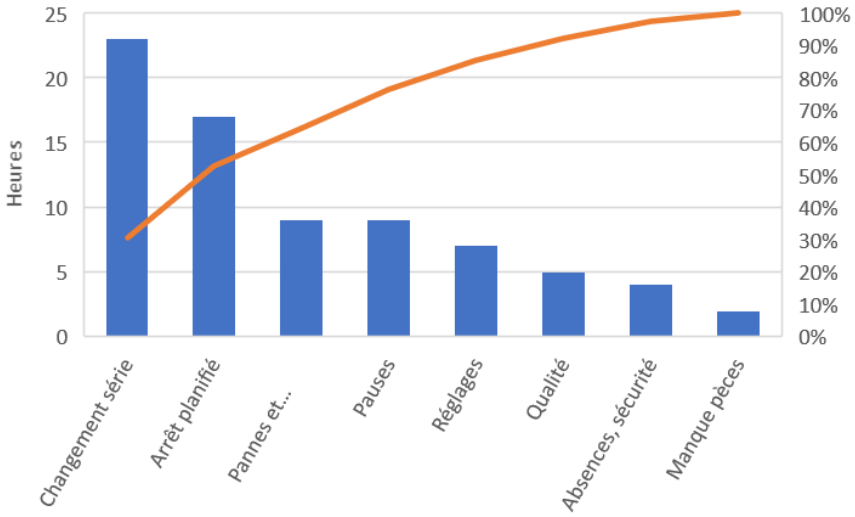


Figure 38 : Pareto des causes des arrêts à l'unité de Fonderie.

Selon ces données, nous avons initialisé notre démarche de diagnostic par un état de lieu des indicateurs de performance QCDESE à partir de collectage des données sur terrain afin de calculer l'état initial de TRSP dans le Tableau 13. Dans cette section nous allons présenter les écarts identifiés dans cette zone et le calcule de TRSP en utilisant notre concept (LMP, TRSP).

La bonne réussite d'un projet LMP passe par une forte participation des personnels de l'entreprise [155]. Le principe d'élimination des gaspillages par Lean se concentre sur l'augmentation des activités de VA et de minimiser la NVA [156, 157, 158]. Les entreprises cherchent à obtenir des résultats rapides dans les plus brefs délais, coût, meilleure qualité et dans un environnement motivant avec les meilleures conditions de travail.

Selon les chercheurs, Lean possède plusieurs méthodes et outils d'amélioration continue. Parmi les outils de Lean le SMED, c'est une méthode très efficace pour réduire le temps de changement d'outil [159] et diminuer principalement les « Stocks Tampon » dans les zones de production entre différents lots. En effet, la fréquence et le temps perdu en Changement de Série (CS), chargement ou déchargement, réglage ou configuration de la machine sont des sources de gaspillage et de dégradation de rendement de la machine. SMED assure un changement rapide et efficace du produit en cours d'exécution au suivant, à travers la conversation des opérations internes (pendant

que la machine est arrêtée) en externes (pendant que la machine est en cours de marche) et de réduire les temps des opérations restantes [91].

Bien avant la mise en place d'un projet d'amélioration continue, il faut communiquer avec toutes les personnes concernées ses objectifs et ses attendues pour développer le style de communication et de management. Une volonté évidente de la part de la direction et de l'encadrement doit être bien montrée. Ceci représente un esprit d'équipe qui permet d'attirer l'attention et la curiosité du personnel et d'assurer la motivation et l'engagement dans le projet.

Ceci va permettre l'implication de tous les employés dans un environnement très motivant qui favorise la réalisation de ces objectifs rapidement. En effet, tous les acteurs d'entreprise ont été prévenus pour participer à la définition et à la validation des objectifs sociaux et économiques sous l'engagement de la direction.

L'objectif de ce cas pratique est de prouver qu'il est possible de réduire la fréquence et le temps perdus en Changement de Série (CS), et aussi d'améliorer les conditions de travail par la démarche LMP- SMED à travers la bonne gestion des intérêts et des conflits entre les facteurs sociaux et économiques.

3. DESCRIPTION ET ANALYSES DES BESOINS

3.1. Description du sujet de travail

Notre cas pratique est réalisé au sein du site d'embrayages pour véhicules dans une unité de FONDERIE où les plaintes et les réclamations des travailleurs ont été exprimées à cause des risques sécuritaires et ergonomiques. Sous le pilotage de bureau de méthode et suite à une décision de la direction de fabrication, l'étude porte sur : la sécurité, la diminution du bruit de presse, la réduction du délai de fabrication dont le temps de changement de série et la suppression d'espace de stockage des produits durant la chaîne de production des pièces **Diaphragmes,** notamment sur les deux presses d'alésage et de rayonnage qui se sont considérées comme des machines goulots dans la ligne de production de l'embrayage :

- **Machine de Poinçonnage central :** Le poinçonnage de l'alésage central du diaphragme est réalisé manuellement sur une presse mécanique avec un outil qui intègre le marquage (lettre de repérage + date de fabrication) « figure. 40 ».
- **Machine de Rayonnage :** Le rayonnage est destiné à éviter l'apparition de criques dans une grande presse semi-automatique. Il est donc effectué sur les zones de contraintes de traction maximales à savoir le diamètre extérieur et le fond des trous côté interne du cône « figure. 41 ».

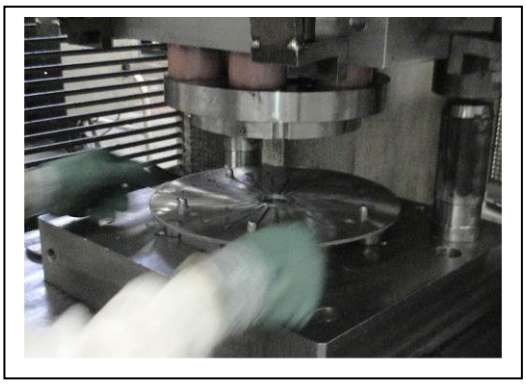


Figure 39 : Dépose de la pièce sur la presse.

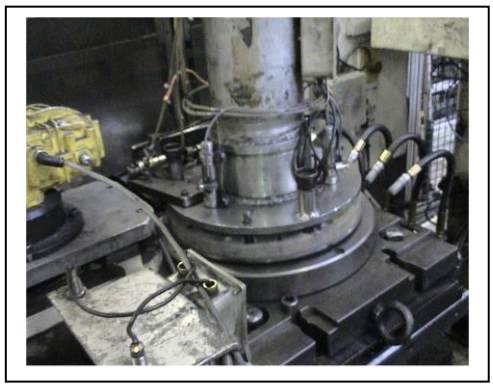


Figure 40 : Dépose de la pièce sur la Machine.

3.2. Description et analyses du projet

Avec la grande variété de références de pièces Diaphragmes fabriquées et l'augmentation des commandes des clients d'un côté, puis la nécessité de produire à la demande de l'autre côté, les lots de production sont de plus en plus réduits. Les changements de série doivent être les plus courts possibles en termes de durée pour assurer aux clients la réception de leurs commandes dans les temps. Le stockage pour pallier les ruptures de stocks n'est pas une solution efficace, car il est trop coûteux.

Dans le cadre du projet d'amélioration de la ligne de production du diaphragme et le traitement des écarts sociaux dans l'unité de Fonderie, il était nécessaire de mettre en place la nouvelle démarche LMP afin d'assurer les objectifs sociaux et de proposer une meilleure organisation au niveau du changement de série sur les deux machines « d'alésage et de de rayonnage ». En plus, les règlements généraux de changement de série dans le standard de SMED exigent que la durée de ce changement soit inférieure à 10 minutes pour ce type de machines (rappelant qu'actuellement, le changement de série sur la presse est supérieur à 23,5 minutes). Suite à des analyses effectuées sur la mise en marche de ce système, nous avons constaté que si nous ne résolvions pas ce problème de changement de série, nous ne serons pas à l'objectif décliné par la direction, ni de répondre au besoin des clients dans le délai.

L'entreprise ciblée pour appliquer le projet SMED avait actuellement un besoin de raccourcir les temps de CS sur cette unité. Le nombre moyen de changement de repère dans cette unité est de 58 opérations par mois, avec un temps de CS moyen de 22,7 heures/mois. L'objectif fixé était de réduire ce temps à 9,66 heures/mois (diminution de 57,5 %).

4. APPROCHE DE RESOLUTION DE PROBLEME

4.1. Démarche d'implémentation de LMP

Dans cette section, nous allons présenter la démarche appliquée dans ce cas d'étude de réduction de temps de CS dans une grande presse mécanique. Cependant, nous devons respecter les procédures de la philosophie LMP pour déployer l'outil SMED dans cette ligne de production. Les étapes de mise en œuvre ont été présenté dans (5.2.3 Démarche d'implémentation de LMP), « figure. 31 ». Une fois que la première phase de définition piloté par la direction est terminée, une mesure de l'état actuel du processus est nécessaire pour révéler son état réel. En effet, nous avons respecté les procédures de l'implémentation de cette démarche dans l'unité de production de ressort à Diaphragme afin de mettre en œuvre l'intérêt de LMP-SMED sur le chantier.

Parmi les contraintes qui rendent le système compliqué c'est que le processus de fabrication de Diaphragme contient plusieurs diversités en l'occurrence des opérations manuelles. Ces opérations demandent plus de temps et plus d'espace pour stocker et déplacer les chandelles d'une machine à une autre. Par conséquent, il fallait améliorer le processus de production pour atteindre les objectifs suivants :

- Augmenter la productivité.
- Diminuer le temps du cycle.
- Diminuer les déplacements et réduire les contraintes ergonomiques.
- Diminuer l'espace utilisé.
- Améliore la qualité.
- Eliminer les risques sécuritaires.
- Mettre le produit fini sur des rouleurs.
- Améliorer l'environnement de la zone rayonnage et les conditions de travail (moins de bruit).

Les résultats attendus renverront un avantage économique reflété par réduction de stock, une augmentation de la production de produits et satisfaction des clients. Au-delà des avantages économiques par la réduction de gaspillage, augmentation de VA et diminution du temps de transition, d'autres réalisations sont prévues à savoir : Amélioration des conditions de travail, la standardisation, le travail d'équipe et l'environnement du lieu de travail.

4.1.1. Constitutions de l'équipe du chantier LMP-SMED

Sous la surveillance du top management pour traiter les alertes sociaux et éradiquer les écarts techniques et économiques présentés dans cette unité de Fonderie, l'équipe de méthode pilote a assuré la formation et le coaching de l'ensemble des personnels de cette unité.

Une équipe multidisciplinaire a été composée des différents services de l'entreprise : Fabrication, Ingénierie, Logistique, Maintenance, Méthode, Qualité, Achats et Condition de Travail pour mener à bien ce projet. Après plusieurs réunions et visites sur le terrain, l'ensemble de l'équipe a été invité à bien comprendre les enjeux et les problèmes identifiés par chaque service sur l'unité de production. Notre cas d'étude sera focalisé au premier lieu sur la presse alésage afin de réussir notre objectif principal est de réduire au maximum possible le temps de CS initiale (57,5 %). L'étude vise à présenter la séquence de mise en œuvre et le niveau d'importance des techniques Lean-SMED pour cette machine.

Le temps de changement est le temps passé entre la dernière bonne pièce d'un produit jusqu'à la première bonne pièce du produit suivant.

4.1.2. Étapes de mise en œuvre

Les étapes de mise en œuvre du projet LMP-SMED ont été bien détaillées dans la structure de la « Figure. 31 ». Dans le but de mettre en œuvre avec succès la démarche de LMP, nous avons principalement initialisé le travail par :

a. Prendre connaissance de l'environnement lié au sujet dans le secteur Diaphragmes : Faire l'état des lieux et définir les performances actuelles de la presse à aléser et de la presse à rayonner en identifiant les valeurs.
b. Analyser la situation existante et les contraintes (flux, gammes opératoires, temps de cycle, changement de repère…), ainsi que, produire les documents de synthèse contenant les éléments suivants :
    - ✓ Les différentes gammes de production à considérer et les volumes concernés.
    - ✓ Les fonctions nécessaires.
    - ✓ Le bilan des avantages/inconvénients des différentes configurations possibles pour la presse d'alésage.
    - ✓ Le bilan des risques et des contraintes sécuritaires et ergonomiques dans la zone.

Le nombre de références fabriqués et gérés sur cet îlot de Diaphragmes est de 122 références réparties en 14 gammes de produits. L'opération de découpe de l'alésage et des encoches sur certains becs (presse - poinçon / matrice) est réalisée actuellement sur une presse mécanique.

Celle-ci permet le poinçonnage du centre du diaphragme, le marquage de la lettre d'identification et la date de fabrication. Cette presse est chargée - déchargée manuellement par un opérateur. A la suite de cette opération de poinçonnage, les pièces subissent une opération de rayonnage sur une autre presse « semi-automatique » afin d'éliminer les arêtes vives dans certaines zones en leur donnant une forme arrondie « figure. 42 ».

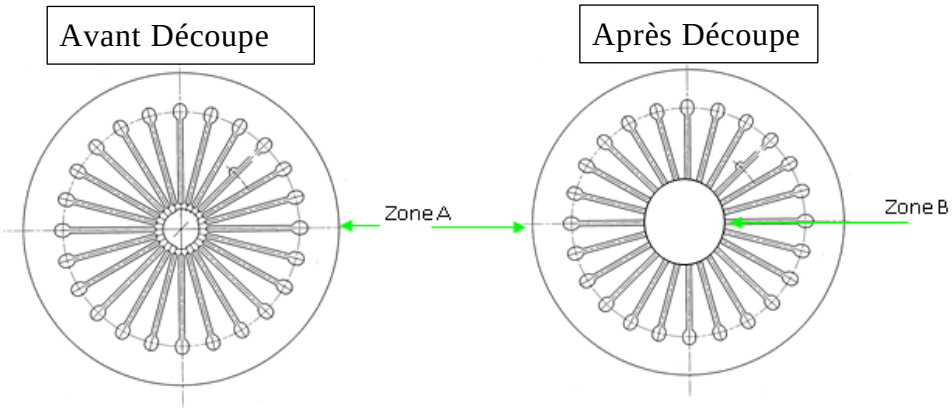


Figure 41 : la pièce diaphragme.

4.1.2.1. Réaliser un état de lieu

Une mesure de l'état de lieu du processus de la zone de Poinçonnage central & Rayonnage a été effectué afin de révéler l'état réel du processus. Après les premières réunions et les observations sur terrain, nous avons remarqué que ces presses possédaient plusieurs défauts. Il fallait donc réparer ces presses par le service maintenance avant la mise en place de ce chantier LMP-SMED. Suite à des analyses effectuées sur ces observations, le service maintenance et le service de production ont mis en place un planning pour traiter ces problèmes :

- Le bouton de déplacement et de réglage de la position des têtes de la machine était cassé et qu'il faut le changer, en effet ce bouton nous facilite le changement de la première tête et le réglage de la deuxième tête.



Figure 42 : bouton de déplacement et de réglage.

- Taraudage du tiroir était détérioré (table sortant) : à cause de nombreux changements de repères

sur la machine de rayonnage.

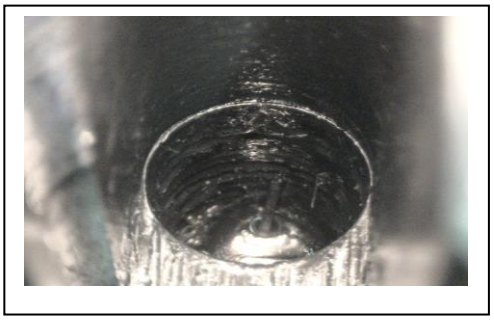


Figure 43 : Etat du taraudage du tiroir (table sortant).

- Manque d'outillages (cliquet inexistant, un seul chariot présent, marteau cassé, chaînes dégradées, tournevis cassé...) : il faut donc passer une commande pour avoir ces outils.
- Désorganisation autour de la machine (les chandelles sont éparpillées, les pièces sont males stockées, les outils sont mal rangés) : Il faut tout réorganiser et vider cet endroit afin de faciliter le déplacement du personnel.
- Mouvais état du chariot : la réparation et l'amélioration de la maintenance préventive s'imposent.
- Palpeur de sécurité tordu : sa réparation est obligatoire dans ce cas.

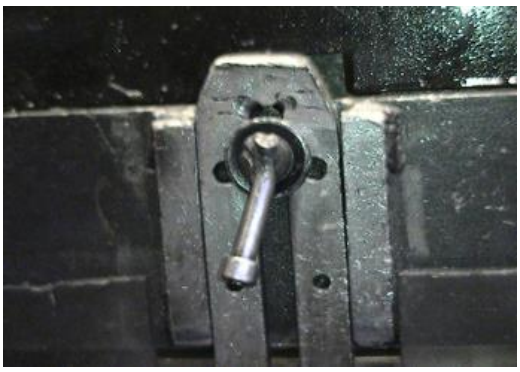
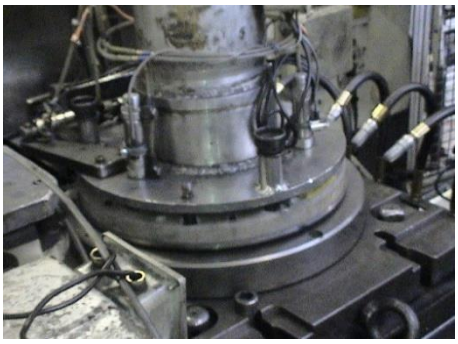


Figure 44 : Etat de Palpeur de sécurité.

- Le déchargement et le chargement des chandelles rayonnées et non rayonnées prennent beaucoup de temps « entre 5 minutes et 3 minutes d'arrêt » : trop de déplacement, trop de manipulation manuelle, des chandelles mal rangées...
- Fonctionnent défectueux des deux têtes (Figure. 46 et Figure. 47) : Il y a une perte de temps durant le chargement et le déchargement de la presse à rayonner avec ses deux têtes : il faut donc réparer et améliorer le fonctionnement de ces têtes, et nettoyer après chaque utilisation les aimants des couronnes.



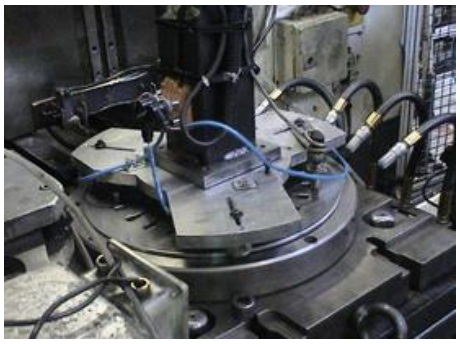


Figure 45 : Tête de chargement de la pièce sur la Machine de Rayonnage.

Figure 46 : Tête de déchargement de la pièce sur la Machine de Rayonnage.

- Machine de rayonnage sale à cause d'une fuite d'huile : Ce qui peut provoquer des accidents de travail (risque de glissage), la réparation de cette fuite et le nettoyage du sol autour de la machine sera effectué.

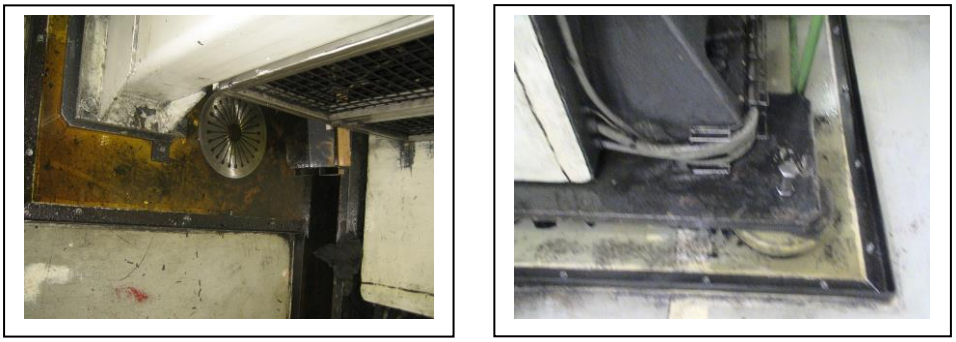


Figure 47 : la saleté autour de la machine de rayonnage.

- Il y a un défaut au niveau de l'infection de Vérin du retourneur à réparer.
- Peinture du sol très abîmé « un chantier 5S sera mis en place ».
- Pièces « en-cours » stockées au sol.
- Dysfonctionnement de plusieurs cellules, comme la cellule de détection des pièces sur la première et la deuxième tête : Il faut prévoir une maintenance régulière.
- Aucune maintenance préventive sur les deux machines n'a été déployé avant.
- Outils mal rangés car ils ne sont pas classés selon leur fréquence d'utilisation. Ils sont par ailleurs mal identifiés : ces problèmes seront résolus à la base du principe du jeu de couleurs, puis la mise en place des affiches de couleur pour un rôle d'identification des outils selon leur lieu de stockage ainsi que leur fréquence d'utilisation.

La capacité d'identifier correctement les problèmes, les écarts et les obstacles impliqués dans la réalisation de nos objectifs, à travers l'état actuel du processus, est un aspect essentiel pour pouvoir apporter une amélioration à un lieu de travail. Nous avons présenté les principales causes

fondamentales établies après la mise en place d'un suivi d'arrêt et d'interrogé le personnel de cette unité à travers un Gamba sur terrain :

- Matériels mal rangés.
- Déplacements inutiles.
- Dispositifs de démontage/remontage inadaptés.
- Mauvaise organisation du poste…
- Manque des outillages.
- Des risques de sécurité au tour de la machine.
- Plusieurs défauts (fuites huile, bouton commande cassé…).
- Taraudage du tiroir était détérioré.
- Désorganisation autour de la machine.
- Mouvais état du chariot.
- Palpeur de sécurité tordu.
- Défaut au niveau de l'infection de Vérin du retourneur.
- Aucune maintenance préventive sur les deux machines.
- Dysfonctionnement de plusieurs cellules.
- Peinture du sol très abîmé.
- Pièces « en-cours » stockées au sol.
- Manque état de lieu et l'identification des outils & moyennes.

En plus des risques sécuritaires, des bruits, des postures contraignantes, quelques tâches sont effectuées manuellement. Puis le réglage et le changement de repère de l'opération de découpe des Diaphragmes (alésage central) sur un système de presses de diaphragmes est très élevé, causait des problèmes de productivité et des retards pour les clients.

Selon les données collectées sur terrain et les différentes réunions avec l'équipe projet et les employés de la zone, nous avons réalisé le Tableau 13 afin de présenter l'état initial des taux de performance. On remarque que TRSP est très faible (40,48%) et trop décalé par rapport à l'objectif qui est supérieur à 85%. Cette faible valeur est liée aux écarts sociaux identifiés dans la zone. Alors, une mise en place d'un diagnostic détaillé est nécessaire pour relever ces écarts et ces anomalies.

Tableau 13 : Etat initial des taux de performance.

Etat	Taux de Rendement Synthétique TRS				TRSP			
	T_D	T_P	T_Q	TRS	T_{Er}	T_s	T_E	TRSP
Initial	84,90%	92,90%	85,90%	67,75%	84,95%	83,90%	83,84%	40,48%

4.1.2.2. Le coaching, la formation de l'équipe

Le coaching, la formation ce sont les dispositifs à mettre en place pour assurer un bon niveau à l'ensemble des intervenants. C'est l'occasion pour partager cette démarche LMP avec les cadres et les employés de cette entreprise afin de bien l'exploiter par leur système de production.

La mise en place d'un planning de formations des personnels permet de maîtriser sa gestion sur la démarche LMP. Le but est de réaliser les objectifs déclinés par la direction. En effet la formation sur les outils de LMP permet de mettre en place un tableau de suivi des indicateurs QCDESE.

Une équipe de pilotage de ce projet a été bien formée sur le modèle proposé « LMP, OEEP ». Elle est composée des Opérateurs, des Techniciens, des Pilotes, des Ingénieurs de production, de logistique, de qualité et méthode. La formation et l'intégration des employés vont nous permettre d'assurer l'implication de l'ensemble des personnels durant la mise en place des actions préventives ou correctives pour traiter les anomalies et les risques identifiés sur terrain.

Ces séances de formation ont été bien suivi par les directeurs et les responsables services avec dossier d'archivage de l'ensemble des présentations, des vidéos, des visites de terrain et des documents distribués pendant cette formation.

4.1.2.3. Identifier les facteurs de performance QCDESE

L'étape le plus importante dans la conduite d'un changement ou d'amélioration d'un processus est d'identifier correctement les causes racines de gaspillage. Une fois les causes profondes identifiées, les managers vont chercher et sélectionner les méthodes d'amélioration optimales pour ce processus.

La figure. 49 représente les risques et l'état de lieu autour des presses de fabrication de Diaphragme qui nécessite un chantier de 5S pour améliorer l'environnement et les conditions de travail.

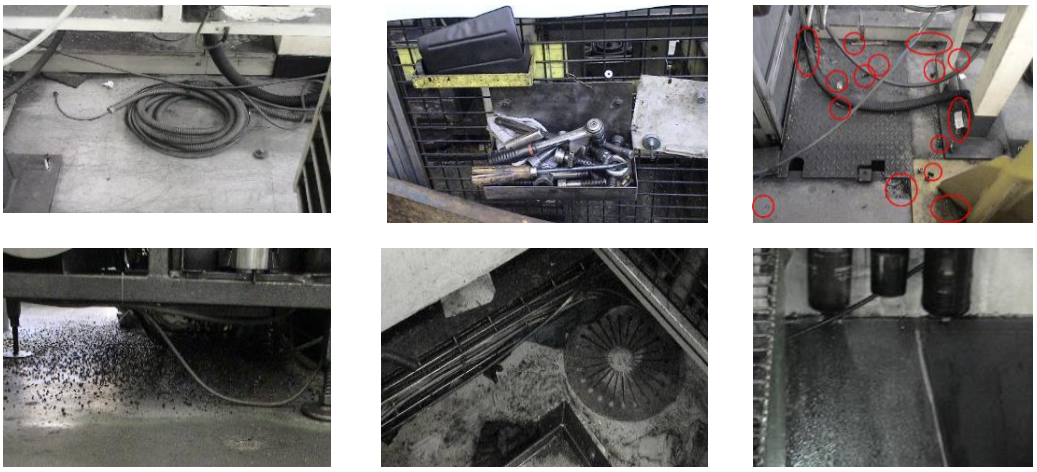


Figure 48 : Etat de 5S de l'unité de Fonderie.

Selon l'état de lieu et les valeurs initiales des indicateurs présentés dans le « tableau 13 », nous avons réalisé un diagnostic des données et des écarts identifiés sur le terrain (figure. 49) afin de sélectionnées les outils Lean à déployer dans ce chantier. Car, la démarche LMP permet le suivi des indicateurs de performance au même temps que le rendement des machines et de la zone, toute en tenant en compte l'amélioration des facteurs économiques et sociaux pour l'entreprise.

a) Facteurs de performance QCD

L'amélioration de ces facteurs économiques est basée sur le côté technique et économique des machines de l'unité de Fonderie qui nécessite un suivi de près de ces indicateurs à l'aide de TRS. D'après LMP, ceci présente l'image de chaque facteur sur cette zone en identifiant les écarts et les anomalies qui peuvent impactés le rendement de la zone entière.

- ***Taux Disponibilité :***

Selon le diagnostic des arrêts de production (CS, réglage et adaptation, pauses, pannes, manque pièces ou outils, arrêts administratifs …), nous avons constaté que plus que 80% des arrêts sont liés au CS de la presse de l'alésage et le réglage des axes pour l'amélioration de la qualité « Figure. 39 ». Grace à cette analyse des données nous avons lancer un chantier SMED dans cette zone afin d'améliorer ces facteurs.

Les temps de changement et les données spécifiques ont été collectés et sauvegardé dans un fichier de suivi de production piloté par l'équipe de fabrication et partagé avec le service maintenance et méthode. La démarche de travail actuelle dans le processus de transition a été recueillie à travers des Promenades Gamba et des discussions individuelles avec tous les membres impliqués dans cette unité et pour les trois équipes. Le stockage des données de collectages de terrain a été conservé dans un fichier Excel et analysé par l'équipe projet dans des différents réunions sur

terrain. Les premières discussions individuelles ont été documentées et affichés sur un format A0 dans la zone de fabrication de diaphragme.

❖ ***Taux Performance***

Actuellement le Taux de Performance dans cette zone est supérieur au seuil de 85%, mais après des analyses approfondies de cette zone, nous avons identifié des pistes d'amélioration. Nous avons constaté qu'il y a un effet indirect des mauvaises CS en termes de réglage sur l'ordonnancement et la gestion de la cadence de la presse. Ainsi le mode de CS qui n'est pas fiable (il y a trop déplacements inutiles, Moyens non conformes, des outils non identifiés…) et aussi le mode de CS n'est pas standard entre les différents opérateurs. Ceci nécessite une réorganisation de la zone en termes de gestion des moyennes, des outils et une amélioration de l'environnement du travail dans cette unité. Parmi les défauts majeurs qui diminue la productivité de la presse et qui dégrade aussi le facteur qualité : c'est l'opération de la prise pièce lors de chargement et de déchargement dans la presse, qui souvent était soit relâchée ou même pas prise. Plusieurs causes à ce problème peuvent être énumérées :

- Pièces voilées,
- Problème couronne d'aimantation,
- Pièces avec huile,
- Problème positionnement chandelle,
- Chandelle surchargée,
- Problème cellules,
- Problème éjecteurs,
- Problème indexage,
- Fonctionnement de têtes défectueux.

Ces défauts ont été bien identifier par l'équipe de maintenance pour les traiter et de les mettre dans la liste de check journalière par les techniciens de la zone.

❖ ***Taux Qualité***

Le Taux de qualité est en écart vis-à-vis des objectifs déclinés par la direction (>90%). D'une part, c'est un écart qui n'est pas trop significatif pour atteindre la valeur minimale de 85% (standard). D'autre part, les données de service de qualité montrent que la majorité des pièces non conforme ou bien en écart sont identifié au début ou à la fin d'un CS. Une observation du terrain et une analyse de la démarche de CS sont nécessaires, notamment durant ces deux instances avant

et après CS. Ainsi il faut mettre en place un suivi des nombres de pièces dégradés (P.N.C) durant l'opération de CS.

Dans ce contexte, un suivi des écarts et de nombre de pièces non conforme a été mis en place par l'équipe projet, afin de déterminer les sources de ces défauts et de mettre en place des solutions adéquates.

b) Facteurs de performance ESE

Le nouvel indicateur TRSP proposé par la démarche LMP pour suivre l'évolution de ces facteurs, il sera notre indicateur principal dans ce projet. Le Tableau 14 représente les écarts sociaux que nous avons identifiés à travers plusieurs Gambas sur terrain, des brainstormings et des réunions régulières avec les personnels de cette zone. D'après la démarche LMP, nous avons réalisé une synthèse de l'ensembles des causes racines de ces anomalies sociales. Ensuite, des actions et des solutions appropriées ont été proposés pour éradiquer ces anomalies dans l'étape « Mise en place actions ».

Tableau 14 : La grille d'AMDEC des différents risques.

	Risque ou impact	Indices nominaux							
		G	F	M	S	C	Ζ	τ	T(E,S,Er)
Environnement	Trop de déchets : Augmentation de volume (carton et plastique)	1	1	2	1	2	2,47%	97,53%	**84,95%**
	Pollution du l'air : présence des poussières et de fumé.	1	2	1	2	4	4,94%	95,06%	
	Présence des fuites d'huiles sur les deux presses	1	2	1	1	2	2,47%	97,53%	
	Sécheresse + augmentation du prix de l'eau	1	1	1	1	1	1,23%	98,77%	
	Augmentation de la facture énergétique : Ressources naturelles	1	2	1	1	2	2,47%	97,53%	
	Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	1	2	1	1	2	2,47%	97,53%	
Sécurité	Risques électriques : fils & connecteurs électriques dégradés et non conformes	2	2	1	NC	4	4,94%	95,06%	**83,90%**
	Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement	1	2	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Palan non conforme risque chute des pièces et les chandelles	2	1	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Risque de glissade dû à la présence des fuites de l'huile de la machine Moulage.	1	1	2	NC	2	2,47%	97,53%	
	Risque de chute ou écrasement entre les chandelles et les outils mal rangés	1	1	1	NC	1	1,23%	98,77%	
	Risque d'infection, d'allergies : présence des particules	2	1	1		2	2,47%	97,53%	
	Risque de trébuchement ou de blessure à cause des chutes métalliques au sol.	1	1	1	NC	1	1,23%	98,77%	
Ergonomie	Fatigue professionnelle et douleurs lombaire (douleurs au dos)	1	2	2	NC	4	4,94%	95,06%	**83,84%**
	Risque des problèmes visuels. Aboutir certains accidents.	2	1	2	NC	4	4,94%	95,06%	
	Trop de déplacement > 14 m/min et manipulation de poids >10kg.	1	2	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Bruit émis par des machines, compresseurs, outils, moteurs	1	2	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Douleurs liées à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)	1	2	1	NC	2	2,47%	97,53%	

4.1.2.4. Identifier les pistes de performance

Rappeler que la philosophie de LMP exige l'intégration, l'amélioration des facteurs sociaux, la formation, la sensibilisation de tous les acteurs de l'entreprise et l'engagement de la direction depuis le début du chantier LMP-SMED. Ceci présente, au premier lieu un bon déroulement des différentes phases du chantier SMED pour réduire le temps de changement de repère. En deuxième lieu, une implication de l'ensemble des personnels durant la réalisation des actions pour assurer la durabilité de ces actions.

a) Implémentation d'un chantier LMP-SMED

Les changements de série ou d'outils peuvent être optimisés grâce à la méthode SMED. La figure. 50 représente le nombre de CS du 01 Octobre jusqu'à 16 novembre 2021.

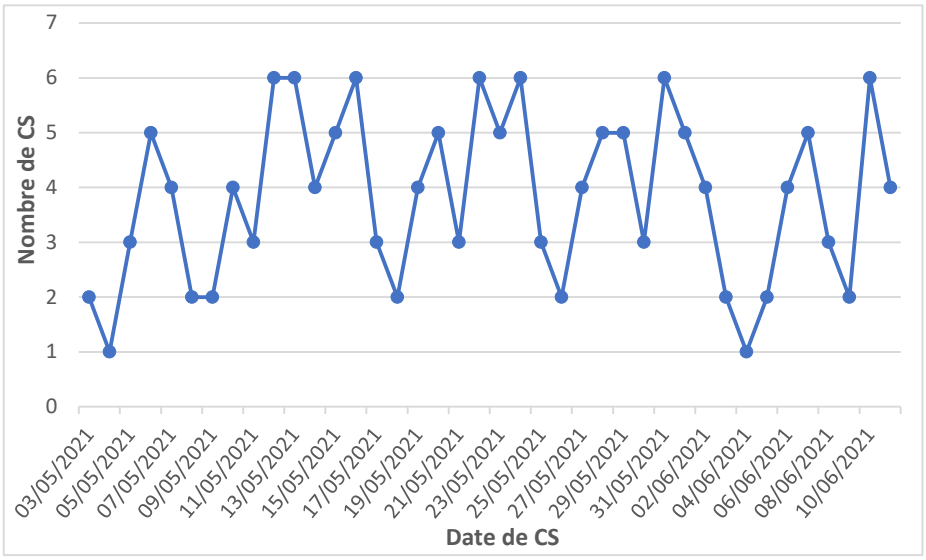


Figure 49 : Evolution du nombre de Changement de Série (CS).

D'après l'analyse de ces données nous remarquons que le nombre de CS se déverse (1 à 6 changements) d'un jour à l'autre, ce qui impact la production journalière et aussi le temps de disponibilité des machines. C'est la raison pour laquelle une mise en place d'un chantier SMED était nécessaire pour réduire le nombre et le temps de CS. Dans ce cadre, un fichier de suivi a été réalisé sur le terrain comme support ou outil de management visuel ou de communication pour tous types d'information ou pour une mise à jour des données. Dans ce fichier, nous pouvons saisir l'ensemble des opérations, le temps de chaque opération, le type d'opération, ainsi que l'action réaffectée. Certaines activités seront éliminées, certaines d'entre elles seront externalisées et quelques-unes seront réduites pour obtenir un gain en temps. Le tableau 15 illustre l'état initial & final de ce chantier.

Ci-après les étapes principales de CS que nous avons suivi dans le tableau 15 :

Etape 1 : Identifier le type de chaque opération :

- ✓ Opération interne : doit être réaliser obligatoirement en mode arrêt (machine arrêtée)
- ✓ Opération externe : peuvent être réaliser en mode marche (machine en marche) ou en temps masqué.

C'est une phase d'observation et de mesure qui se concentre sur le bilan de l'état initial en termes (Chronologie, Contraintes, Durée, Moyens & Matériels, Matières, Sources…) afin de connaître la réalité des faits.

Etape 2 : Déterminer l'ensemble des opérations de CS :

- ✓ Identifier et extraire les opérations externes qui sont traités à tort, comme des opérations internes.
- ✓ Sélectionner et déterminer les opérations internes à externaliser dans le processus de CS.

C'est une phase d'optimisation de la préparation et de l'organisation du CS par le traitement de toutes les opérations externes en temps masqué en mettant des actions simples, logique et dans le bon sens de la fabrication.

Etape 3 : Repérer et convertir les opérations : internes en opération externes. Pour un objectif de réduire au maximum le nombre des opérations internes afin de réduire le temps de CS.

Etape 4 : Réduire la durée d'exécution des opérations : Soit internes ou externes pour chercher encore des gains de temps.

Tableau 15 : Suivi des opération CS.

	ETAPE I : Identification des opérations			ETAPE 2 : Extraire les OP						ETAPE 3 : Convertir et Réduire les opérations	
	OPERATIONS	TEMPS		Type		Action				Amélioration	
N°	Description	Opération	Cumul	Int	Ext	Supp	Réduire	Externaliser	Améliorable ?	Proposition	Gain
1	Déplacement jusqu'à suivi de prod pour inscription nbre de process produit et retour.	01:26	01:26		√	√		√	X	Créer feuille de report sur poste et réaliser avant l'arrêt de la machine	01:26
2	Appui sur BP+ en continu pour remonter coulisseau presse	00:20	01:46	X					X	Maintenance préventive	00:07
3	Prise et dépose pièce-outil sur le bâti inf	00:18	02:04	X						Réparation des support et 5S	00:11
4	Remontée palpeur sécurité pièce de travers	00:15	02:19	X			√		X	Serrage rapide : sans marteau et réparation fuite d'huile	00:09
5	Rangement marteau et prise clé cliquet et desserrage des 2 vis bâti inf,	00:55	03:14	X			√		X	Rangement et préparation avant et l'utilisation d'un visseuse Pneumatique	00:35
6	Rentrée tiroir sous presse et descente presse pour dépose outil sup	00:21	03:35	X							
7	Déplacement vers l'arrière de la presse et déverrouillage sécurité et remontée carter arrière	00:22	03:57	X			√		X	Déverrouillage rapide / Amélioration de l'environnement	00:08
8	Desserrage des 2 vis arrière bâti sup	00:38	04:35	X			√		X	Utilisation d'une visseuse Pneumatique	00:24
9	Fermeture carter et retour vers l'avant de la presse	00:17	04:52	X			√		X	Amélioration de l'environnement et réparation fuite d'huile	00:10
10	Redémarrage presse	00:04	04:56	X			√				
11	Attente presse redémarrée	00:29	05:25	X			√			Réaliser les op : 12	00:23

12	Desserrage des 2 vis avant du bâti sup,	00:42	06:07	X			√		X	Utilisation d'une visseuse Pneumatique	00:25
13	Remontée presse et sortie de l'outil	00:19	06:26	X							
14	Retrait goupilles de positionnement outil	00:32	06:58	X			√		X	Action rapide/ 5S et maintenance préventive	00:20
15	Déplacement vers zone d'attente chariot porte-outils et retour avec chariot	00:30	07:28		√	√		√		Amener le chariot à proximité de la presse avant,	00:30
17	Prise de l'outil par chariot	00:55	08:23	X			√		X	Maintenance préventive pour chariot	00:37
18	Déplacement avec chariot vers zone de rangement et ranger l'outil	00:45	09:08	X			√		X	Coller un repère & 5S, Management visuel	00:29
19	Déplacement chariot à vide et retour vers FOP pour prise de connaissance du N° du prochain outil	00:36	09:44		√	√		√		Réaliser avant et identification du Nv outil.	00:36
20	Prise du nouvel outil par chariot	00:43	10:27	X			√		X	5S et Amélioration de l'entourage de la machine	00:33
21	Dépose outil sur tiroir presse et ajustement positionnement de l'outil	00:28	10:55	X			√			Fixation des nouveaux bars sur la table avant	00:13
22	Mise en place des 2 goupilles de positionnement-repose marteau et nettoyage outil + Fixer le Vis de devant bat inf	00:48	11:43	X			√			Fixation des nouveaux bars sur la table (vis : pour la sécurité)	00:12
23	Rentrée outil sous presse, descente presse	00:17	12:00	X							
24	Fixation bâti sup outil AVANT	00:55	12:55	X			√		X	Action rapide avec un visseuse Pneumatique	00:34
25	Déplacement vers arrière de la presse	00:11	13:06	X			√		X	5S et Amélioration de l'entourage de la machine	00:06
26	Déverrouillage sécurité et remontée carter arrière et mise en place des 2 vis de fixation bâti sup outil	00:55	14:01	X			√		X	Amélioration de l'environnement/ Utilisation visseuse Pneumatique	00:33
27	Fermeture carter et retour vers l'avant de la presse	00:17	14:18	X			√		X	5S et Amélioration de l'entourage de la machine	00:09
28	Déstockage pile et chargement pile	01:15	15:33	X	√		√			Déchargement et chargement pile pendant l'opération 32 et 45	00:50
29	Positionnement chandelle pleine dans l'axe du manipulateur	00:11	15:44		√	√				Réaliser après	00:11
30	Prise et dépose de la future pièce-type sur emplacement pièce-outil	00:12	15:56	X							
31	Redémarrage presse	00:03	15:59	X							
32	Attente presse redémarrée	00:31	16:30	X			√			Réaliser les Op: 28	
33	Remontée presse et sortie de l'outil inf	00:11	16:41	X							
34	Réglage hauteur palpeur sécurité pièce de travers	00:09	16:50	X							
35	Rangement pièce-outil et prise pièce type à réaliser	00:23	17:13	X			√		X	MEP Support outil et 5S	00:17
36	Mise en place des vis du bâti inf , recherche des rondelles adéquates et réglage soufflettes	02:38	19:51	X			√		X	Ajouté une boit des vis et des rendulles ; Management visuel, 5S	01:52
37	Rentrée tiroir sous presse, Réglage coulisseau jusqu'à la lim surcharge	00:57	20:48	X			√		X	Baser sur l'affiche de réglage de coulisseau et 5S	00:35
38	Pièce-type réalisée, sortie tiroir presse	00:09	20:57	X							
39	Contrôle pièce-type	00:35	21:32	X							
40	Dépose pièce-type sur support PT	00:21	21:53	X			√		X	Réparation des support et 5S	00:12
41	Remplissage carte de contrôle	00:37	22:30		√	√				Réaliser après	00:37
42	Fin remplissage carte de contrôle	00:19	22:49		√	√				Réaliser après	00:19
43	RAZ manipulateur	00:05	22:54	X							
44	Redémarrage presse	00:03	22:57	X							
45	Attente presse redémarrée	00:29	23:26	X			√			Réaliser les Op : 28 de chargement	
46	Lancement cycle	00:05	23:31	X							
	Total temps		23:31								***13:43***
	Nouveau temps de CS					***09:48***					

b) Mise en place des actions : L'Organisation de l'environnement et du réglage

Pour mener à bien ce chantier SMED, une certaine organisation et plusieurs outils ont été mis en place :

- **Des réunions hebdomadaires :** Une réunion est organisée chaque jour avec les différentes personnes qui participent au chantier SMED afin de faire le bilan sur ce qui a été fait et ce qui reste à faire. C'est aussi l'occasion de rectifier les solutions proposées qui n'ont pas données de satisfaction et d'émettre des nouvelles suggestions d'ordre technique ou organisationnelle.

- **Installation d'un tableau d'affichage le 12/05 sur terrain :** Ce tableau est un moyen de transmission des informations à tous les services sur l'état d'avancement des travaux du chantier en cours.



Figure 50 : Support et Tableau d'affichage du chantier SMED.

- **Rédaction d'un plan d'action :** Ce document regroupe toutes les actions prioritaires à mener sur le terrain pour améliorer les temps des changements de séries. Ces actions sont décidées en réunion et un délai de mis en place est fixé pour chacune.
- **Rédaction d'un check liste de préparation :** La check liste de préparation énumère tout ce que l'opérateur peut et doit faire pendant que la machine est en marche en vue d'anticiper sur le CS suivant (afficher dans le tableau d'affichage). L'une des premières actions menées dans ce chantier était de convertir le maximum de tâches MA (machine à l'arrêt) en tâches MM (Machine en Marche).
- **Rédaction de feuilles de suivi de temps de CS :** Ces feuilles servent à marquer plusieurs informations, notamment la durée du CS, la référence de la nouvelle série en cours, date et heure auxquelles ont été fait le changement de repère, etc.... Ce document est un indicateur mis en place pour suivre l'évolution du chantier.

Ces feuilles étaient accrochées sur le tableau d'affichage du chantier SMED et à la disposition des opérateurs chaque fois qu'il y avait des changements de série. Ce document contient des informations sur la date et l'heure faite auxquelles doivent être le CS, la nouvelle référence, la durée du changement et la mise en opération.

- **Chronomètres :** Un suivi de chronométrage de CS a été installé sur terrain pour mesurer le temps de chaque changement de référence sur la machine (Figure. 52).

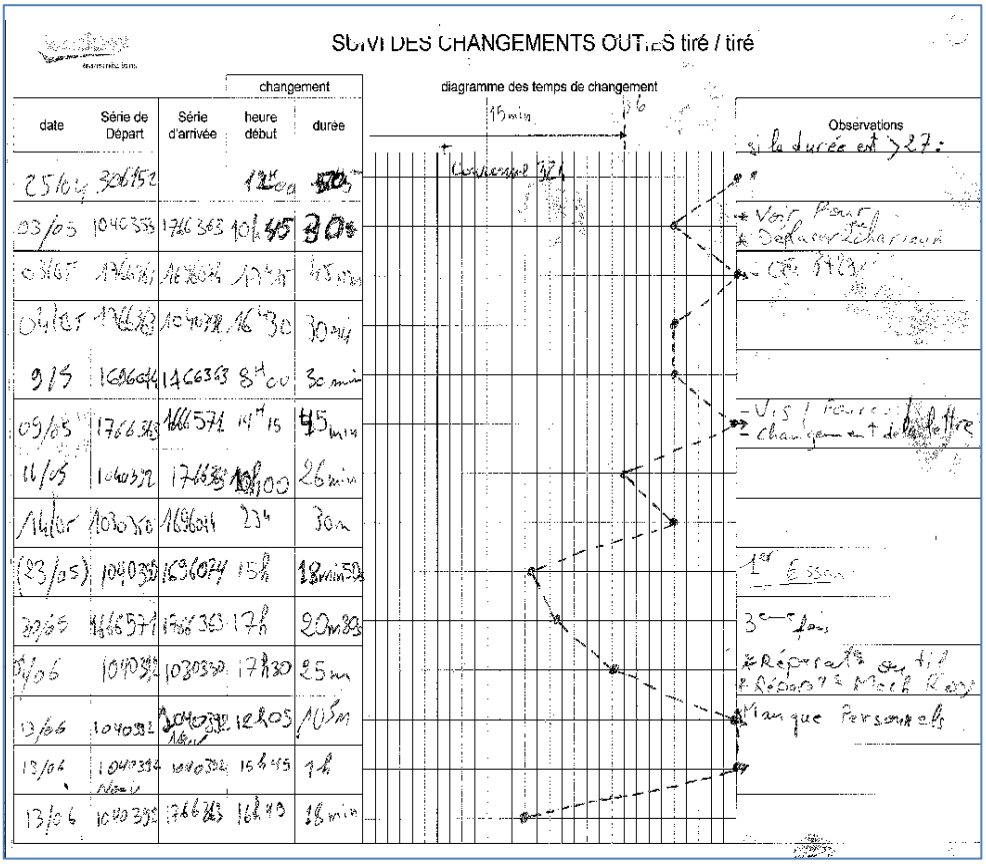


Figure 51 : Suivi de chronométrage de changement de d'outil.

❑ **Un graphique de suivi :** Après le démarrage du chantier SMED, nous avons mis en place un graphique de suivi qui permet d'avoir un visuel sur l'évolution du temps de CS et de remarquer facilement si la tendance est à la hausse ou à la baisse.

c) Contrôler et vérifier les résultats

Après avoir identifié les principales anomalies de cette ligne de production, suivant la démarche LMP, nous avons mené des actions correctives et préventives sur notre processus. En effet, ces actions ont donné des effets positifs sur la totalité des orientations. Pour chaque cause racine, une amélioration appropriée a été bien identifié et mise en œuvre dans la zone, notamment les contraintes sociales. Ces améliorations sont obtenues non seulement en analysant les données collectées jusqu'à cette étape, mais aussi à travers des réunions sur le terrain avec les différents services et les ouvriers, des brainstormings et des points régulières sur le terrain. Le Tableau 16 représente les actions phares qui ont été mis en place, dans l'unité Fonderie, pour développer et améliorer les conditions de travail.

Tableau 16 : Des actions correctives phares pour développer et améliorer les conditions de travails.

	Risque ou impact	Actions	T(E,S,Er)
Environnement	Trop de déchets : Augmentation de volume (carton et plastique)	Mettre en place des poubelles par type de déchets & Formation et respect de : collectage et tri des déchets	**93,96%**
	Pollution du l'air : présence des poussières et de fumé.	Ventilation des locaux, capter et traiter le polluant à la source, Entretenir toutes les installations ...	
	Présence des fuites d'huiles sur les deux presses	Identifier et réparation les fuites, Planifiez des inspections des fuites, Mettre en place systèmes à surveillance	
	Pollution du l'eau par déchet de traitement de matière + augmentation du prix de l'eau	Recyclage et réutilisation de L'eau, mettre en place un système de suivi de consommation, traiter les sources de fuites ou pollution de l'eau…	
	Augmentation de la facture énergétique : Ressources naturelles	Mettre un suivi rigoureux sur la consommation énergétique, atteint les lumières et les appareils électriques pendant les arrêts et les pauses	
	Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	Mettre en place des parcs à conteneurs pour tous les produits chimiques, Disposer un kit d'intervention (produits absorbants…) dans l'atelier.	
Sécurité	Risques électriques : fils & connecteurs électriques dégradés et non conformes	Task force sur la réparation et l'entretien de tous les (câbles, connecteurs, armoires…), mettre en place un planning de surveillance	**97,55%**
	Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement	Sensibilisation sur Le port d'équipements de protection individuelle, mettre en place des dispositifs d'arrêt d'urgence ou encore signalisation de danger.	
	Palan non conforme risque chute des pièces et les chandelles	Mettre en place un Ok démarrage journalière du Palan, inspecter chaque jour : les crochets, les câbles, les dispositifs de freinage et les interrupteurs de fin de course afin de déceler les signes d'usure et les dommages	
	Risque de glissade dû à la présence des fuites de l'huile de la machine Moulage.	Réparation de tous les fuites, Nettoyer immédiatement les déversements, Marquer clairement les endroits avec des risques (mouillés ou humides), Débarrasser les passages de tout encombrement ou obstacles.	
	Risque de chute ou écrasement entre les chandelles et les outils mal rangés	Assurer que les zones de travail sont bien éclairées, Assurer une formation d'utilisation de Palan de façon sécuritaire, Repérer et Evaluer la présence de dangers ou risques	
	Risque d'infection, d'allergies : présence des particules	Assurer la ventilation des postes de travail, Assurer des EPI adéquat à ces risques (Masque, Porter des gants adaptés…), Mettre en place des mesures d'hygiène...	
	Risque de trébuchement ou de blessure à cause des chutes métalliques au sol.	Assurer le respect de 5S sur l'ensemble des postes, identifier et mettre en place des consignes à respecter dans chaque zone…	
Ergonomie	Fatigue professionnelle et douleurs lombaire (douleurs au dos)	Former les personnels sur les gestes contraignantes, Mettre en place un suivi de traitement et de réduire les contraintes, Aménager le poste de travail afin de permettre la réalisation des manutentions manuelles dans les meilleures conditions de posture.	**98,77%**
	Risque des problèmes visuels. Aboutir certains accidents, Ainsi des contraintes Ergonomiques.	Mettre en place des EPI adéquates, mettre en place des miroirs et des signalisations de danger, formation et sensibilisation…	
	Trop de déplacement > 14 m/ min et manipulation de poids >10kg.	Évaluer la charge (poids, forme) et le contexte pour déterminer la meilleure méthode de manutention, réorganiser les zones de travail…	
	Bruit émis par des machines, compresseurs, outils, moteurs	Entretenir les machines qui produisent des Bruits, Assurer les EPI tels que casque anti-bruit, bouchons, boules Quiets, etc.	
	Douleurs liées à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)	Revoir les postes qui nécessitent des mauvaises postures, éliminer et réduire les mauvaises gestes ou postures, reformer les employés sur les bons gestes...	

La mise en place des actions correctives et des propositions d'amélioration dans ce chantier a donné des effets très positive et direct sur les facteurs sociaux, ainsi des effets sur l'amélioration

des facteurs économiques. Selon la démarche de LMP, nous avons réalisé le calcule de TRSP afin de bien vérifier l'évolution de ces facteurs. Une comparaison de nouvelles valeurs des facteurs QCDESE, après la mise en place de LMP-SMED, et les valeurs initiales est présentée dans le tableau 17 :

Tableau 17 : Calcul de TRS classique et TRSP.

	TRS classique				TRSP			
Etat	**T_d**	**T_p**	**T_Q**	**TRS**	**T_{Er}**	**T_s**	**T_E**	**TRSP**
Initial	84,90%	92,90%	85,90%	67,75%	84,95%	83,90%	83,84%	40,48%
Final	98,10%	97,90%	99,30%	95,37%	93,96%	97,55%	98,77%	86,34%

d) Standardiser

La standardisation est le mode ou les processus qui rendent une production à une norme, à un modèle unique et clair pour tout le monde. Elle est parmi les axes majeurs du succès de LMP et qui permet d'éliminer tous types de variations dans les processus de CS. De cette manière, la phase de standardisation permet de figer la nouvelle démarche de CS qui doit être appliquer par l'ensembles des employés. La standardisation rend les opérations plus efficaces à travers la formation et l'affichage d'un document standard qu'il faut le respecter au quotidien [162].

La rédaction du mode opératoire standard a été passé par la numérotation de toutes les étapes de changement, puis un ordre approprié a été établi avec la suppression des étapes de rechange afin d'assurer un processus efficace de CS [160 ;161 ;99 ;155]. En effet, la réalisation des modes opératoires était un travail de longue haleine, plus fastidieux à faire que les autres actions qui ont été réalisés par le service de maintenance. Sa réalisation nécessite les moindres détails des différentes opérations de CS afin de réduire le temps de CS, d'améliorer les gestes ergonomiques et les conditions de travail. Ce document devait être assez détaillé pour qu'une toute personne débutante puisse s'en servir pour effectuer un CS sans la moindre d'erreur et de risque sécuritaire ou ergonomique.

Ce travail a impliqué de nombreux allers et retours dans l'atelier pour discuter avec les opérateurs, filmer le déroulement des opérations et prendre des photos. Pour venir au bout de cette tâche, nous avons eu le soutien des opérateurs qui ont été très impliqués et disponibles malgré la perturbation que cela occasionnait dans leur travail.

L'utilisation des moyens comme l'appareil photo et de caméra deux instruments qui peuvent faciliter cette tâche. En effet, faire des films permet de n'omettre aucun détail sur les opérations avec moins de perte de temps ou bien de perturbations des opérateurs dans leurs activités.

L'avantage principal est qu'on peut les visionner à plusieurs reprises pour bien prendre le temps d'analyser le moindre geste de l'opérateur.

Les deux principaux rôles des modes opératoires standards dans ce chantier étaient :

- **La standardisation de la procédure de CS :** tant que la procédure utilisée pour les changements de série est la même pour les trois équipes, les résultats donnés par les indicateurs seront significatifs. Sa réalisation a été possible grâce à l'aide des opérateurs qui ont listé toutes les opérations s'effectuant durant le CS et ont établi la succession des tâches le plus efficace possible entre chaque opération. Ensuite tout le monde s'est engagé à respecter ce qui a été décrété comme étant la procédure standard.
- **La formation :** Il existe deux éléments qui permettent d'avoir un mode opératoire efficace qui sont la formation et la clarté des explications. La formation est un outil intéressant qui facilite l'adaptation des opérateurs sur les innovations apportées au niveau technique ou procédural. Le but de cette opération est que l'utilisation de cette nouvelle démarche de CS devienne automatique et naturelle.

e) Management visuel :

Dans le tableau d'affichage (figure. 51), nous avons affiché le programme de CS en Format A3 et bien détaillé afin d'assurer et de guider visuellement les ouvriers dans l'exécution des changements d'outil standardisé [164]. Ainsi, chaque employé de la zone est capable d'identifier ses propres tâches dédiées, et une formation plus courte est nécessaire chaque fois qu'un nouvel opérateur rejoint l'équipe. La réduction du temps de changement a connu une diminution importante par ce moyen.

D'autres délimitations visuelles ont été réalisées afin de mieux identifier les différentes étapes du processus de CS et la fabrication de Diaphragme. Par exemple : les chandelles vides, les outils, les moyennes, les chariots, zone de stockage … L'affichage et l'identification visuellement de tous les outils, des matériels et les éléments mentionnées par avant, ce qui représente un pas très important pour la standardisation et la transformation de la zone.

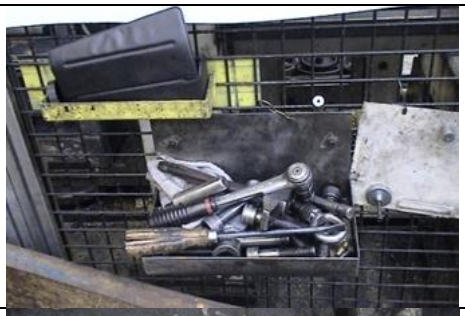
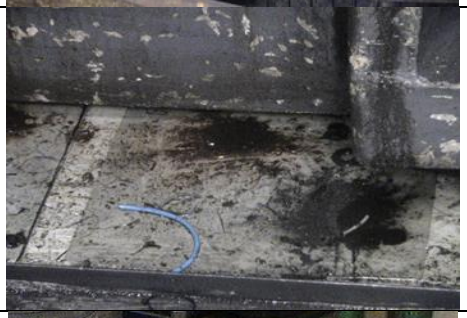
Zone	Avant Management Visuel	Après Management Visuel
Stock outillage presses		
Moyens CS		
Entourage machine		
Zone mal rangé		

Figure 52 : Gestion visuelle de l'espace de stock et l'amélioration de l'environnement de la presse.

4.1.2.5. Résultats et discussions

Le chantier LMP-SMED nous a permet de réaliser un progrès sur l'ensemble des facteurs de performances QCDESE sur cette ligne de production. En plus un environnement motivant a été créé avec une amélioration nette des conditions de travail de personnels. Dans un cadre professionnel et un esprit d'équipe nous avons atteint les objectifs accordés avec la direction dans un délai optimale. En effet, la formation et l'intégration des employés dans la démarche LMP a permis d'assurer la participation et l'identification des actions pour traiter d'une façon définitive la majorité des sources de gaspillage.

Parmi les actions phares, qui ont été déployées pour atteindre ces objectifs, nous pouvons citer :

a. Amélioration de l'environnement de la machine :
    - Stockage et l'identification des outils,
    - Réparation de la machine et l'organisation de la zone
    - Achat des outillages et nettoyages de la zone.
b. Suppression de toutes les opérations inutiles durant le changement de repère.
c. Organisation des opérations et les démarches à suivre pour faire le CS.
d. Formation des opérateurs.
e. Modification et améliorations techniques sur la presse.

Après la mise en œuvre des mécanismes de LMP dans l'unité de Fonderie lors du CS à travers un chantier SMED, la durée et la zone de stockage a considérablement été améliorée. Le temps moyen de CS a passé de 23,5 min à 9 min 48s, une diminution significative a été obtenue (diminution de 56%). Dans Tableau 17, nous avons présenté les résultats de TRSP obtenus à la fin de chantier LMP-SMED, qui montre une amélioration significative sur l'ensemble des facteurs QCDESE. D'après ces résultats obtenus et vu l'implication forte de personnels durant ce chantier, les membres de la direction et les managers des services participants ont été très convaincus sur le fait de favoriser les axes ESE dans tous les chantiers d'amélioration continue.

Selon la démarche LMP, l'implication des opérateurs est essentielle afin d'obtenir une forte participation des collaborateurs et l'identification des meilleures idées est l'action principale pour le succès d'un projet Lean [111]. Les outils du Lean et les techniques optimales doivent être adaptés à chaque situation et aux processus en particulier, en tenant compte de sa conception et de ses besoins spécifiques. Leur choix, sous les principes SMART pour mettre en œuvre le plus efficacement un chantier d'amélioration de LMP, est en effet sous la responsabilité et l'engagement de toute l'équipe de projet.

Le CS des presses dans un temps optimal inférieur à 10 min a été réalisé. L'engagement de la direction, le travail d'équipe plus fin, la communication, la discipline et le contrôle des processus sont les éléments essentiels pour cette réalisation. En outre, le temps gagné en éliminant les sources de gaspillage du processus facilitera l'augmentation de volume de production, ce qui va répondre aux nouvelles commandes et qui rapportera des avantages financiers à l'entreprises.

5. CONCLUSION :

La recherche en continue des meilleurs outils et des méthodes ainsi que le savoir-faire de les utiliser est la tendance mondiale des entreprises pour la personnalisation des produits et la réponse aux exigences du marché et aux objectifs de productivité. Ainsi que, la motivation, l'engagement et l'implication des personnels doivent être assuré par les managers et les membres de la direction. De ce fait, l'application de la démarche LMP pour réussir les objectifs déclinés par la direction et la création d'un environnement motivant pour les personnels de cette unité.

Le facteur clé de la réussite d'un chantier LMP est de choisir les bons outils pour commencer. Le déploiement de chantier LMP-SMED a permet d'éliminer les sources de gaspillage de CS et conduit à un processus de changement standard et efficace. Ce chantier permet de raccourcir le temps de CS qui va assurer une plus grande unité de production/temps de produit, apportant d'importantes économies financières.

SMED implique une méthodologie, certaines techniques et outils afin d'effectuer un changement plus rapide et efficace, influençant positivement la flexibilité et la sortie du produit [90]. Dans une période de 5 mois, un chantier LMP-SMED a été adapté et implanté dans l'unité de Fonderie pour améliorer le processus de CS sur la ligne de production de Diaphragme. Le résultat souhaité a été atteint en appuyant sur la méthodologie LMP tel que :

- Le temps moyen de CS a passé de 23,5 min à 9 min 48s
- Amélioration de l'état de 5S dans l'unité de Fonderie.
- Création d'un environnement très motivants et un esprit d'équipe remarquable.
- Traitement des nombreuses alertes sur les risques sécuritaires et minimisation les contraintes ergonomiques.
- Instaurer une animation mensuelle pour améliorer les conditions de travail.
- Gains de (56% minimum) sur le temps de CS/ équipe de la presse d'alésage et le poinçonnage central.
- Gains sur TRS : passer de 67,75% à 95,37%.
- Gains sur TRSP : passer de 40,58% à 86,34%.
- Gains sur l'espace de stockage de Diaphragme de 100 m^2.

CAS PRATIQUE 2 : CONTRIBUTION DE LMP– 5S AU DEVELOPPEMENT DE L'ATELIER D'ASSEMBLAGE D'UNE PME DE CONSTRUCTION METALLIQUE

1. INTRODUCTION

Ce travail de recherche a été effectué dans le cadre de test et de validation de notre nouveau modèle LMP. Il présente la démarche d'implémentation de la méthodologie Lean Management plus – 5S, dans une petite entreprise au Maroc. Ce cas pratique a été développé dans un cadre d'amélioration de la gestion de production, d'optimisation des risques sécuritaires et des contraintes ergonomiques dans un atelier de fabrication et de réparation des structures mécaniques. Un modèle standard de travail a été réalisé avec la démarche et le processus de la mise en œuvre pour les transversaliser sur les autres ateliers de l'entreprises.

Les résultats du cas pratique se déroulera pendant une durée de 5 mois dans une PME dans la région du nord de Maroc.

Pour déployer un chantier LMP-5S dans cette entreprise de construction métallique en difficulté manageriel et à plusieurs problèmes dans le processus :

- Des contraintes ergonomiques dans la majorité des postes de travail.
- Des risques sécuritaires avec un nombre d'accidents très élevé.
- Des arrêts et des retards de production suite à des absences et des maladies répétitives.
- De la non-qualité et des retour client sur les écarts de réparation et de production des chariots.
- Des pertes de volume de production et déchet très significatif.
- Des problèmes de management et des conflits entres les collaborateurs.

Dans ce contexte, nous avons réalisé ce travail de recherche pour traiter ces écarts ci-dessus et de mettre en évidence l'influence des facteurs sociaux à travers l'implémentation de LMP-5S.

2. CONTEXTE GENERALE

La démarche 5S est parmi les outils de LM le plus simple dans le processus de l'implémentation, de la démarche du progrès et de la performance [65, 166]. Cette méthode postule qu'un travail efficace et de qualité nécessite un environnement organisé, rigoureux, sécurisé et sans contraintes ergonomiques [57, 55]. Les 5S sont des gestes quotidiens applicables partout pour améliorer et standardiser l'environnement de travail pour le rendre propre et agréable [80, 53].

Le contexte général de ce travail de recherche est d'étudier le mode de fabrication interne des chariotes, la réparation des grandes structures et des supports dans une PME. Tout d'abord, ce travail est basé sur la réalisation d'un état de lieu sur l'ensemble des postes de travail pour permettre aux managers d'identifier l'ensembles des écarts et des anomalies. Ensuite, la mise en œuvre d'un chantier LMP-5S permet à cette entreprise de développer son propre plan d'action sous la démarche LMP. Finalement, les résultats ont permis une amélioration des conditions de travail et un gain économique à l'entreprise.

2.1. Principes de LMP -5S

LMP est une version développée de LM qui rend un environnement agréable et motivant pour les personnels. Ce concept favorise l'aspect social et les meilleures conditions de travail [111]. Elle permet aussi de contribuer fortement à la satisfaction des clients et les actionnaires de l'entreprise. Le principe de LMP c'est de fournir une démarche qui sert à développer un état d'esprit de progrès à travers des conditions de travail et un environnement très motivant. Elle utilise efficacement les ressources de l'entreprise, principalement :

- L'engagement et le savoir - faire de tous les personnels de l'entreprises.
- Les moyens et les ressources matérielles.
- Les ressources environnementales et financières.

Selon l'état d'esprit de LMP et le principe d'amélioration continue, il faut abandonner les mauvaises habitudes et de trouver la solution d'un problème au lieu de l'expliquer. Dans le but de réussir un chantier LMP, on doit éliminer toutes les sources des gaspillages et bien exploiter les outils LM.

Dans un premier temps, les 5S se pratiquent au quotidien pour constituer les fondations et les basiques de la mise en œuvre de tous les projets LM [165]. Elles permettent d'associer et de responsabiliser chaque équipe, chaque service, chaque personne de l'entreprise au respect et au maintien de l'état standard [167]. Cette méthode de 5S est une démarche simple d'amélioration qui permet aussi à l'entreprise de gagner en temps, en espace, en sécurité, en efficacité et en confiance du client [81, 72, 18].

2.2. Description et Etude

Nombreuses organisations de petite et moyenne taille souffrent avec la variation des commandes en termes de diversité, qualité, délai et aussi le coût. Ceci due aux diverses raisons telles que l'intégration des commandes des nouveaux clients, les fluctuations de la demande saisonnières,

la concurrence et les exigences du marché. Les pannes, les démissions et les absences liés aux maladies professionnelles ont un impact très significatif sur le rendement global de l'entreprise. Généralement le délai est impacté par les pertes liées au temps des différents étapes de processus de la commande. Dans notre cas pratique, il y a des pertes au niveau : des processus de validation des commandes, de la réparation, du stock, du temps d'inactivité, des pannes et des arrêts qui sont des sources de gaspillage. En plus, la résistance des employés contre les projets d'amélioration continue génère des obstacles pour tout avancement des projets.

Dans ce contexte et en collaboration avec la direction de cette PME, nous avons accordé l'implémentation d'un projet d'amélioration continue LMP-5S. Grâce à la philosophie de 5S et aux enjeux de la démarche LMP, nous avons identifié plusieurs pistes d'amélioration continue pour répondre aux attentes de l'entreprise et d'assurer un environnement agréable.

2.3. Méthode

Pour atteindre les meilleurs résultats des facteurs économiques, il faut réaliser des progressions significatives sur l'aspect social pour garantir la motivation et l'implication des employés [68, 62, 34].

En effet, nous avons sélectionné la mise en œuvre de la démarche LMP - 5S dans ce projet de recherche afin d'améliorer le volume de production, réduire le coût d'investissement, améliorer la qualité et les conditions de travail. Pour rendre ces objectifs réalisables et facile à atteindre, tout d'abord il faut assurer une implication et l'engagement de tous les employés de l'entreprise

Dans ce contexte et pour répondre à cette question clé : Quelles sont les méthodes optimales pour y atteindre ces objectives ? notamment les objectifs sociaux. Nous avons organisé plusieurs réunions de préparation de projet en termes de formation, de création de l'équipe et collectage des données à travers des entretiens et des points avec les employés. Lors de ces rencontres, nous avons relevé deux types de questions :

- Comment on peut optimiser les ressources disponibles dans les différents postes de travail et en répondant au retard et au réclamation client ?
- Comment augmenter le volume (productivité) et la qualité avec la minimisation des risques et l'amélioration des contraintes de la Sécurité et d'Ergonomique ?

Dans cette optique, nous avons approuvé la démarche LMP pour réussir ce défi dans notre cas d'étude. En effet, LMP favorise la prise en compte de la sécurité, l'ergonomie et l'environnement dans les projets d'amélioration continu. La démarche LMP permet de sélectionner les bonnes

outils LM pour améliorer tous les facteurs économiques et tous les risques de démotivations des personnels.

3. GENERALITE SUR L'ENTREPRISE

3.1. Introduction

L'étude de cas pratique s'est faite au sein d'une petite entreprise de construction mécanique au nord du Maroc. Ces produits sont généralement destinés aux entreprises dans le secteur automobile, ainsi leurs contrats de réparations et d'interventions. La réalisation des chariots, des structures mécaniques, le suivi des réclamations clients et la réparation de ces chariots sont les principales activités de l'atelier d'assemblage. Selon les variations des commandes, le mode de fonctionnements des entreprises, les impacts économiques et sanitaires de Covid-19 génèrent des obstacles et des difficultés pour satisfaire les clients en termes qualité et délai. Ces changements fréquentiels rendent le climat social très tendu dans l'atelier d'assemblage. Ceci a engendré des réclamations syndicales due aux plaintes des opérateurs.

Pour surmonter ces obstacles, nous avons déployé la démarche 5S pour définir d'une manière structurée les conditions et l'environnement de travail sous le pilotage du concept LMP. Ceci permet d'engendrer un changement d'attitude et de comportement du personnel, et un esprit d'équipe motivé et rigoureux.

Ce projet s'est déroulé en nombreuses étapes puisqu'il y a plusieurs facteurs en jeux et qui ont dû être pris en compte. Sous le pilotage du service méthode de l'atelier d'assemblage, nous avons choisi ce chantier de LMP-5S afin de donner suite à la demande de la direction pour améliorer la qualité, le délai et les conditions de travail. Tout d'abord, nous avons assuré une formation de l'ensemble des personnels de cette unité pour apprendre les fondamentaux de LMP et de TRSP. De même manière que le cas pratique 1, le travail s'est fait dans un cadre professionnel en collaboration avec les différents services de l'entreprise et la participation fort des employés. Avec une équipe multidisciplinaire, nous avons réalisé un planning global de ce projet. Ensuite, nous avons organisé des points et des visites sur terrain afin de comprendre les enjeux du projet et de relever les problèmes.

3.2. Présentation de la société

Située au nord de Maroc, c'est une PME spécialisée depuis plus de 30 dans l'univers de la conception et la sous-traitance industrielle. La maîtrise du métier lui permet de s'adapter

facilement avec les différents secteurs et de répondre en efficacité à chaque cahier des charges confié. Cette société a su s'imposer comme un acteur incontournable dans les projets de chaudronnerie, tôlerie industrielle et mécano soudure. L'entreprise s'engage à établir l'étude de faisabilité, puis la conception, la fabrication et le montage du projet jusqu'à l'installation sur site. Elle possède des compétences élargies autour d'un cœur de métier : la chaudronnerie.
Cette section présente le processus de fabrication et de réparation des chariots de l'atelier Assemblage afin de mieux comprendre le flux de fabrication et les conditions de fonctionnement.

3.2.1. Unité de conception et découpe

Après la réception et la validation du cahier des charges d'un client par le service d'Achat et de Méthode qui devront préparer un dossier de commande. Ce cahier doit contenir un devis d'estimation de prix, des plans détaillés, le type de matière première, le type et les dimensions des roues et le cahier des charges fonctionnel. Ce dernier est le point d'entrée de l'atelier d'assemblage pour donner l'ordre à la fabrication.
Il y a en général 3 grandes étapes :

1. Conception du fichier (dessin et réalisation des plan, adaptation aux contraintes, simulation…),
2. Préparation de la machine et de ses paramètres,
3. Préparation et Usinage des objets.

Son expérience dans le secteur Chaudronnerie en conception, soudage et redressage garantit une précision de finition irréprochable. Ainsi l'intégration d'une unité de découpe laser en ses ateliers permet d'obtenir une très bonne réputation en termes de qualité d'assemblage des pièces en tôlerie et une grande flexibilité.

3.2.2. Chaudronnerie

Son cœur de métier permet de réaliser des chariots spécifiques, des structures et des appareils à pression. Elle maîtrise toutes les techniques de soudage (TIG, MIG, MAG, Sous flux) adapté aux matériaux utilisés et aux niveaux de technicité souhaitée. Au cours de ses expériences, elle a permis de développer ses compétences en chaudronnerie en utilisant des matériels suivant les codes de construction internationaux.
La réalisation des chariots et des structures mécanosoudées est le principal métier de cette PME. Il s'agit de réalisation et de conception des structures de grande et moyenne taille destiné aux

entreprises de la zone franche de Tanger. Un chariot mécanosoudé est un assemblage de pièces métalliques (en acier) obtenu par soudage et ayant une fonction mécanique.

3.2.3. Mécano - soudure

Son activité principale : réaliser des chariots, des plateformes mécaniques et des structures mécano soudées en aciers et aluminium. Ses équipements et ses moyens de manutention permettent de réaliser des structures de grandes dimensions. La maîtrise du soudage, du traitement thermique et de l'usinage permet d'assurer des produits de qualité.

3.2.4. Assemblage industriel

Au cours de ses nombreuses expériences, elle a pu développer sa capacité d'intégrer de nouveaux métiers, de gestion des nouveaux projets et d'acquérir des connaissances élargies dans le domaine d'assemblage des structures métalliques. Elle prend en charge l'étude, le développement, la fabrication et la conception, puis l'installation chez le client jusqu'à la réception finale.

4. DEMARCHE D'IMPLEMENTATION DE LMP

4.1. Réaliser un état de lieu

Pour identifier l'état initiale complet du processus et l'environnement de travail de l'atelier d'assemblage, Nous avons lancé un chantier de diagnostique par :

- Prendre connaissance de l'environnement de travail : Faire l'état des lieux et définir les performances actuelles sur l'ensemble des postes de travail.
- Analyser la situation existante et les contraintes (flux, gammes opératoires, temps de cycle, changement de repère…), et de réaliser les documents de synthèse contenant les éléments suivants :
- Les différentes gammes de production à considérer et les volumes concernés.
- Les fonctions nécessaires.
- Le bilan des avantages/inconvénients des différentes configurations possibles pour l'implantation des machines et des postes de travail.
- Le bilan des risques sécuritaires et des contraintes ergonomiques et environnemental dans l'atelier d'assemblage.

Sur terrain, un état de lieu de tous les processus de fabrication et de réparation des chariots et des structures mécaniques sont bien identifié afin de révéler l'état réel du processus. Après les

premières observations sur terrain, nous avons identifié plusieurs anomalies et des écarts de fonctionnement dans les postes de travail. Nous avons relevé la présence des postures contraignantes, des bruits énormes dans l'espace de travail et de la surcharge pour effectuer plusieurs tâches manuelles. L'équipe de projet a réalisé un planning pour traiter ces types des problèmes liés aux des écarts de productivité, des risques sécuritaires ainsi que les retards. Le tableau 18 représente les anomalies principales qui sont initialement identifier par l'équipe sur terrain.

Tableau 18 : Etat de lieu de l'environnement de travail.

Anomalies	Etat de lieu
* Câbles électriques par terre et des armoires non conforme. * Mauvaise gestion de l'espace de travail * Manque d'air comprimé dans quelques postes de travail.	
* Matière première non trié, non identifier, non gérer… * Mauvais gestes ergonomiques de travail * Manque de gestion des produits chimiques	
* Absence d'un standard pour les postes de travail * Perte de temps à la recherche des outils, les vises, les écrous… * Absence des supports de protection de sécurité contre les étincelles. * Milieu sale et non propre	

4.2. Analyse de l'état de lieu :

Selon les fondements principaux de LMP, l'analyse et le diagnostic de l'état actuel du processus permet d'identifier correctement les obstacles majeurs à la réalisation de nos objectifs. Les données de sortie de cette étape sont des éléments essentiels pour pouvoir apporter des améliorations continues. Suite à une table ronde avec les employés, Ci-après nous avons identifiés les principales causes ou sources de gaspillage :

- Stock de matière première mal gérés et pas suivis.
- Mauvaise organisation des magasins et des postes de travail

- Trop déplacements inutiles
- Manque et dégradation de plusieurs outillages
- Présence des risques sécuritaire au tour des moyennes et des équipements…
- Présence des défauts (câblages électriques dégradés, fuites d'huile, moyens en arrêts…)
- Mouvais état de lieu et Désorganisation dans l'atelier
- Armoire électrique non conforme
- Absence d'un planning de maintenance préventive sur les machines des coupes et perçages
- Dysfonctionnement de plusieurs appareils électriques et électroniques.
- Etat de sol très abîmé
- Matière première et des pièces « en-cours » stockées au sol
- Manque état de lieu et l'identification des outils & moyennes
- Manque état de lieu de stockage de la matière première.

Ci-après un tableau récapitulatif des données relevées durant les points de travail avec les équipes sur terrain. Le tableau 19 représente les données collectées dans la ligne d'assemblage avec les employés en termes des simulations de test, des points d'échantillonnage et chronométrage de la ligne d'assemblage, points de maillage entre les services et en fin la réimplantation & le réengagement des postes de travail :

Tableau 19 : Etat synthétique des données initiales de l'atelier Assemblage.

Etapes/Indicateur	Effet/Valeur	Anomalies/Remarques
Analyse des données RH	Taux d'absentéisme = 5% et un turnover qui dépasse 8%.	Des contraintes ergonomiques et environnementales
Observations de ligne de production	Un nombre d'accidents/ presque Accident : très élevé (1 à 5 incidents/ mois).	Des risques sécuritaires dans les différents services notamment Logistique (nouveaux Recrus)
	Des absences et des maladies répétitives	Mauvaises conditions de travails
Aspet qualité	Un retour de réclamations sur un taux de 28% des produits livrais.	Absences d'un système de contrôle et de gestion de réclamation qualité
Gestion de production	Des postes qui sont engagé à 115% vis-à-vis d'autres qui ne dépasse pas 75%	Un engagement non équilibré entre les postes ; Absence des réunions de maillage entre service ; Absence de planification ; Manque de communication...
Volume et capacité de production	Plus de 10% des commandes refusés ; Un Retard qui dépasse 20 jours pour plusieurs commandes ; Débordement de plusieurs opérateurs	Mauvaise gestion de production ; Absence de planning de production ; Mauvaise gestion des commandes et de la matière 1ère ; Rupture en matière première…
Organisation et gestion d'espace de travail	Des postes de travail non standardiser ; Manque état de référence ; Absence de plan d'implantation et de standard de fabrication ; Absence de gestion de stock (Pas d'affichage ou étiquetage des réfs ou des commandes, adressage ….) ; Un temps qui dépasse 1heur pour (collectage et livraison de MP) ;	Magasins débordés ; Manque de gestion et de suivi stock ; Des problèmes de management et des conflits entres les services et collaborateurs…
Maintenance : gestion des pannes et des arrêts	Des équipes en mauvaises états ; Manques des moyens et des outils ; Pas de plan de maintenance préventive ; Mauvaises réactivité de services maintenance ; Manque de ressources ; un suivi des arrêts non fiable…	Un TRS< 50% suite au plusieurs contraintes en termes de : Manque de pièces de rechange ; Manque ressources ; Formation ; Pas de standard et ni de gestion des arrêts…

Ensuite, nous avons réalisé plusieurs chantier Gemba sur terrain afin de mettre la main sur les différentes propositions des employés et les pistes d'amélioration. En respectant le principe de la démarche Gemba « est un terme japonais désignant l'action d'aller voir le processus réel, temps réel, comprendre le travail, poser des questions et apprendre », nous avons défini les valeurs initiales des facteurs de performance QCDESE à travers l'indicateur TRSP, comme montre le Tableau 20. Ceci nous a permis d'identifier les écarts dans cette zone et de calculer le TRSP par la méthode AMDEC.

Tableau 20 : état initial des taux de performance.

Etat	Taux de Rendement Synthétique TRS				TRSP			
	T_D	T_P	T_Q	TRS	T_E	T_s	T_{Er}	TRSP
Initial	75,90%	77,30%	73,50%	43%	73,75%	72,91%	71,64%	17%

Le Tableau 20 montre que les facteurs économiques QCD sont très faible par rapport à l'objectif (supérieurs à 85%). Ainsi que les facteurs sociaux ESE sont très décalés, ce qui rendre l'état social très délicate et qui engendre des mauvais comportements et des démotivations des personnels. Les valeurs de TRS et de TRSP représentent des valeurs non satisfaisantes pour l'entreprise. Alors, il faut mettre en place un diagnostic détailler sur les écarts et les anomalies liés aux dégradations des indicateurs et du climat social.

4.3. Le coaching, la formation de l'équipe

Pour réussir des changements dans les entreprises en difficultés, il faut avoir un programme de formation et de coaching sur les outils de LM (notamment 5S) et les pratiques de fabrication sans gaspillage. De ce fait, la collaboration de la direction, des managers et des personnels de tous les services concernés a donné des bonnes impressions sur le déroulement de projet.

Le planning de formation a été initialisé par un partage des principes de la démarche LMP avec les cadres et les employés de cette entreprise. Ceci a un effet majeur sur l'implication de l'ensemble des personnels durant la mise en place des actions préventives ou correctives pour traiter les anomalies.

Une équipe de pilotage de ce projet a été bien formée sur le modèle proposé « LMP, OEEP ». Elle est composée des opérateurs, des Techniciens, des managers de production, de qualité et de méthode. Ces séances de formation ont été bien suivi par les directeurs et les responsables de service, parallèlement nous avons constitué le dossier d'archivage (l'ensemble des présentations, des vidéos, des visites de terrain et des documents distribués dans cette formation).

4.4. Identifier les facteurs de performance QCDESE

L'étape le plus importante dans la conduite d'un changement ou d'amélioration d'un processus est d'identifier correctement les causes racines de gaspillage. Une fois les causes racines sont identifiées, l'équipe de projet cherche des pistes et des actions d'amélioration optimales pour ces anomalies.

D'après les écarts identifiés sur le terrain et présentés par l'équipe projet dans le Tableau .1 et l'analyse de l'état lieu, qui représente des risques et des écarts énormes au lieu de travail. L'équipe de projet a initialisé un chantier 5S afin d'améliorer l'environnement et les conditions de travail. Comme a été déjà mentionné précédemment dans la démarche LMP, le suivi des indicateurs de performance permettent de suivre le rendement des machines et de la zone. Ci-après l'étude et l'analyse des facteurs économiques et sociaux ciblés par la démarche LMP.

4.4.1. Facteurs de performance QCD

L'amélioration de ces facteurs économiques permet l'entreprise de répondre aux demandes des clients pour fabriquer et de réparer des chariots et des structures mécaniques dans le délai, en bonne qualité et de meilleurs prix. En effet, l'indicateur de performance TRS permet de donner une image claire sur l'évolution de ces facteurs QCD. En revanche, selon le principe de LMP la focalisation sur ces facteurs risque de dégrader le climat social de l'entreprise et les facteurs sociaux exigés par l'équipe de projet pour l'implantation de LMP-5S.

a) Taux Disponibilité

Après un diagnostic détaillé sur les différents postes de travail pour identifier les sources des arrêts de production à l'aide de l'outils 5 pourquoi. Nous avons constaté que plus que 69,7% des arrêts sont liés généralement à l'organisation de lieu de travail, la planification de production, la gestion des moyens et de la matière première. Grace à cette analyse des données nous avons lancer un chantier 5S dans l'atelier d'assemblage afin d'améliorer ces facteurs.

De ce fait, La démarche de travail actuelle dans le processus d'assemblage et de réparation des structures ont été recueillie à travers des chantiers Gamba et des discussions individuelles avec les employés. Ensuite, ces données ont été conservé dans un fichier Excel et analysé par l'équipe projet pendant les différentes réunions. Toutes les actions proposés ou discutés par l'équipe projet ont été bien documentées et partagés avec les employés de l'atelier d'assemblage.

b) Taux Performance

Initialement le Taux de Performance dans cette zone est inférieur à 85%, selon des analyses approfondies aux engagements des postes de travail, nous avons identifié plusieurs écarts et anomalies au niveau de l'organisation et de la gestion de ligne d'assemblage.

En effet, les problèmes et les anomalies identifiés pendant la phase d'analyse de l'état de lieu sont : les obstacles de disponibilité, la productivité des équipements, les sources de déchets, la non-conformité, la dégradation et de traitement des commandes.

Ceci nécessite une réorganisation de l'atelier en termes de gestion des moyens, d'équipe, des compétences, des outils et l'amélioration l'environnement de travail. De ce fait, la mise en place d'un chantier de 5S permet de gérer ces écarts et d'éliminer les sources de gaspillage qui ont un impact direct sur le taux de performance.

c) Taux Qualité

Le taux de qualité de cet atelier est de 73,5%, qui représente un écart flagrant vis-à-vis les objectifs principaux de l'entreprise. Ainsi, le retour des produits non conforme ou non accepté pour faire soit des retouches ou de changement de produit, ce qui présentent des problèmes et des conflits énormes entre les services. Ceci nécessite des ressources et des frais supplémentaires pour traiter ces écarts et de bien gérer les évolutions des charges. Alors, en collaboration avec le service qualité nous avons généré une liste des écarts dans le processus de fabrication, qui a été partagé avec les différents services concernés afin de verrouiller ces écarts. Ensuite, un diagnostic des anomalies lié aux réclamations et le retour clients a été réalisé avec le service qualité afin d'identifier les postes de travail en écart et de mettre en place des actions robustes.

Dans ce contexte, le service qualité a met en place une animation de la qualité journalière pour être réactif vis-à-vis les écarts et les réclamations des clients pour traiter les causes racines. En outre, il y a des demandes pour réaliser des analyses bien détaillé par le service qualité des tops défauts 5/jours afin de proposer des solutions efficaces une fois pour tous.

4.4.2. Facteurs de performance ESE

TRSP est le principal indicateur de la démarche LMP pour le suivi de l'évolution des différents facteurs QCDESE. Le Tableau 21 représente les écarts sociaux que nous avons identifiés à travers plusieurs Gambas sur terrain, des brainstormings et des réunions régulières avec les employés et les responsables des services. Selon les principes de LMP et à l'aide de l'outils AMDEC nous avons réalisé une synthète de l'ensembles des anomalies sociales en identifiant les Taux de chaque Facteur ESE.

Tableau 21 : la grille d'AMDEC des différents risques.

	Risque ou impact	Indices nominaux							
		G	F	M	S	C	Ζ	τ	T(E,S,E$_r$)
Environnement	Absence de tris de déchets : Mélangés de déchets dans les bennes (Chiffons et gants souillés, Métal, carton et plastique...)	2	2	1	1	4	4,94%	95,06%	**73,75%**
	Présence des poussières, de fumé et des grains.	1	2	1	2	4	4,94%	95,06%	
	Des fuites d'huiles sur les machines des coupes et les équipements de perçages	2	1	1	2	4	4,94%	95,06%	
	Présence de matière 1er peinture…	3	1	2	1	6	7,41%	92,59%	
	Augmentation significative sur la facture énergétique : Ressources naturelles	2	1	1	2	4	4,94%	95,06%	
	Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	1	2	1	1	2	2,47%	97,53%	
Sécurité	Présences des risques électriques : fils et des armoires électriques dégradés	1	2	2	NC	4	4,94%	95,06%	**72,91%**
	Présences des risques liés aux engins mouvement dans l'atelier	3	1	1	NC	3	3,70%	96,30%	
	Risque chute des pièces et les structures	2	1	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Risque de glissade dû à la présence des fuites d'huile.	1	2	2	NC	4	4,94%	95,06%	
	Risque de chute ou écrasement entre les emballages, Chariots mal rangés…	1	2	2	NC	4	4,94%	95,06%	
	Présence des particules : Risque d'infection	2	2	1	NC	4	4,94%	95,06%	
	Risque de trébuchement ou de blessure à cause des chutes métalliques au sol.	2	2	1	NC	4	4,94%	95,06%	
Ergonomie	Présence de fatigue professionnelle et douleurs au dos	2	3	1	NC	6	7,41%	92,59%	**71,64%**
	Présence des Risques et des problèmes visuels.	2	3	1	NC	6	7,41%	92,59%	
	Trop de déplacement et manipulation de poids >20kg.	2	2	1	NC	4	4,94%	95,06%	
	Bruit énorme émis par les machines de coupes, compresseurs, moteurs, engins	1	2	1	NC	2	2,47%	97,53%	
	Présence des Douleurs liées à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)	2	2	2	NC	8	9,88%	90,12%	

Suite à des actions faciles lancés dans l'atelier et l'implication des ouvriers, nous avons créé un environnement d'échange très bénéfiques. Notre présence dans le terrain avec les employés, nous a permis d'identifier facilement les sources des problèmes sociales et techniques. Ainsi d'obtenir des pistes d'amélioration efficace et très performant.

4.5. Identifier les pistes d'amélioration

4.5.1. Introduction

La sensibilisation de tous les acteurs et l'engagement de la direction durant le chantier LMP-5S a facilité le bon déroulement de chaque phase du chantier 5S afin de traiter les anomalies et les sources de gaspillage. Selon le contexte de projet en termes de timing et l'état social de l'entreprise, ainsi les objectifs déclinés par la direction, nous avons proposé un plan de convergence dans le cadre d'un projet LMP-5S.

Au premier lieu, nous avons proposé des pistes d'amélioration par 5S en se basant sur les données de terrain et les analyses des services concernés par le projet. Rappelons que les 5S sont les préliminaires incontournables pour tout type de projet d'amélioration continue. Elles permettent de garantir un environnement de travail de confiance et agréable pour augmenter la motivation des personnels. En deuxième lieu, on a lancé le processus de PDCA au sein de l'atelier d'assemblage à travers la démarche LMP.

Un fichier de suivi des problèmes et des actions a été réalisé sur terrain comme un support de communication des données à chaque équipe concernée par les actions du management visuel. Il contient aussi tous type d'information, formation et plan d'actions, délai, pilote et état d'avancement de chaque action « Figure. 54 ».

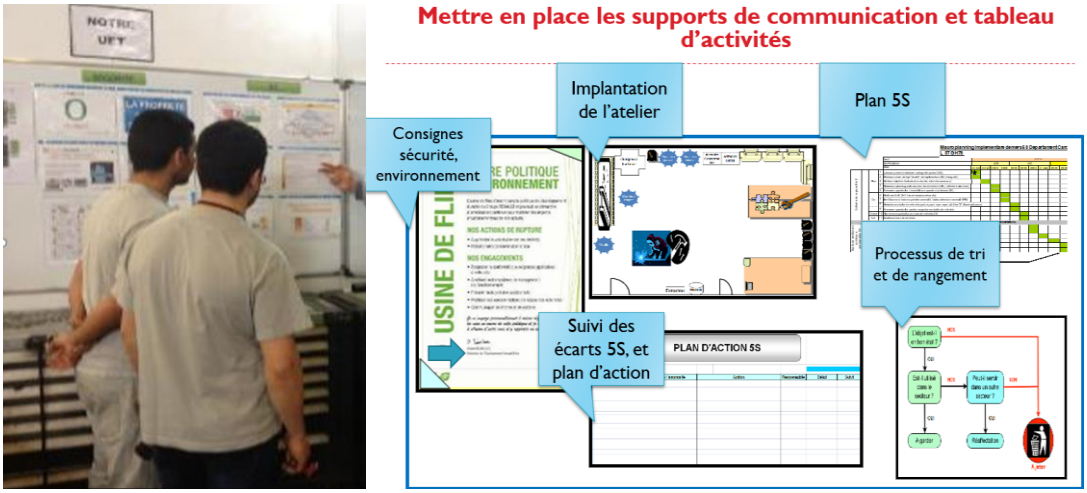


Figure 53 : Support et Tableau d'affichage du chantier 5S.

4.5.2. Implémentation et Mise en place

Pour mener à bien ce projet LMP-5S, une réunion d'avancement journalière avec les différents services et les personnes qui participent à ce chantier 5S afin de partager les différentes informations sur l'implémentation de ce projet :

a) Seirie

Le Seirie c'est une étape de trie qui nous a permet de séparer l'utile de l'inutile, éliminer tout ce qui est inutile sur les postes de travail. Sous le principe de la classification du type ABC qui représente le type et la fréquence d'utilisation d'un élément :

A : usage quotidien

B : Usage hebdomadaire ou mensuel

C : Usage rarissime

Le principe de fonctionnement de ABC permet de déterminer ce qui mérite effectivement d'être au poste de travail « Figure. 57 ».

Le tri était nécessaire pour identifier et checker « objet par objet » afin de tout reclasser. L'objectif de suppression des objets inutiles a été pleinement rempli et nous avons pu mettre de côté un certain nombre d'équipements (matériel de mesure et de contrôle, protections et séparation, des outils et moyens de fabrication …). Puis nous avons réalisé un étiquetage de chaque objet ou équipement avec des couleurs différents pour distinguer les familles et les types de ces objets.

b) Seiton

Une fois le tri effectué, nous avons pu bien organiser les éléments triés en identifiant les objets et les outils par fréquence d'utilisation. Ensuite, l'étape Seiton a un principe d'arrangement et d'organisation qui permet d'identifier l'emplacement de chaque équipement. Cette étape permet de réduire le temps de chercher des outils inutiles dans la zone de travail :

- Disposer les objets utiles de manière fonctionnelle
- S'astreindre à mettre en place les objets
- Donner un nom et une place bien définie aux outils
- Réaliser des accessoires, des affiches et des supports permettant de trouver les outils rapidement.
- Définir les règles de rangement et d'alerte.

L'organisation des outils et des moyens de fabrications s'est faite par rapport à la fréquence d'utilisation du matériel. De même pour le stock de la matière première, Celui sortant souvent est situé au début du stock et celui servant le moins se situe au fond. De plus, pour être certain que le rangement sera respecté nous avons numéroté les caisses pour visualiser rapidement les caisses manquantes ainsi que celles qui ne se trouvent pas à leur place. Chaque pièce, outil ou objet possède maintenant un lieu de rangement spécifique, l'étiquette de l'identification permet aussi une recherche rapide. Nous pouvons aussi établir un inventaire précis du stock de la matière

première et de suivre son évolution. Puis, nous avons réalisé un plan et un document de suivi de stockage qui permet de savoir où se trouve chaque pièce et chaque objet.

c) Seiso

Seiso est une action de nettoyage régulière, qui permet d'obtenir un environnement propre. Qui devra être respecter par tous les employés. Le nettoyage régulier est une forme d'inspection qui permet de détecter facilement et plus rapidement tous type de fuite ou autre anomalie dans la zone. En effet, cette étape de nettoyage a été réalisé au fur à mesure des deux premières phases de 5S. puisqu'il impossible de ranger du matériel non nettoyer dans leurs places.

4.5.3. Surveiller et Contrôler les résultats

Après l'implémentation des 3S de ce projet, des améliorations significatives est constaté sur le terrain par rapport à l'état initial. Ensuite, nous avons fait des réunions pour sortir les anomalies non détectées, et nous avons proposé des actions correctives et préventives. Selon la démarche LMP nous avons adoptés des solutions et des actions pour chaque cause racine, notamment les problèmes sociaux. Non seulement en analysant les données collectées, mais aussi à travers des Gambas on a identifié les meilleures solutions.

En effet, il y a une nette amélioration appropriée dans l'environnement de travail. La mise en place des actions correctives et des propositions d'amélioration dans ce projet a donné des effets très positive sur les facteurs sociaux et économiques. Nous avons réalisé le calcul de TRSP afin de bien vérifier l'évolution de ces facteurs. Le Tableau 22 présente les nouvelles valeurs des facteurs QCDESE après la mise en place de LMP-5S.

Tableau 22 : Calcule de TRS classique et TRSP.

Etat	TRS classique				TRSP			
	T_d	T_p	T_Q	TRS	T_{Er}	T_s	T_E	TRSP
Initial	75,90%	77,30%	73,50%	43%	73,75%	72,91%	71,64%	17%
Final	99,1%	99,3%	98,9%	97,3%	90,9%	97,5%	98,9%	85,3%

4.5.4. Standardiser et pratiquer

La standardisation est l'étape qui permet de Définir des règles simples visuelles et d'élaborer un standard c'est-à-dire d'établir un modèle unique et clair pour tout le monde. Elle permet d'éliminer tous types de changement des opérations au sein de chaque service. La standardisation rend les opérations plus efficaces à travers la formation et l'affichage d'un document standard à respecter au quotidien :

- Respecter des 3S précédents
- Définir des règles simples visuelles
- Elaboration de standards par le travail d'équipe :
  - ✓ Etat de références
  - ✓ Plan de zone FAB

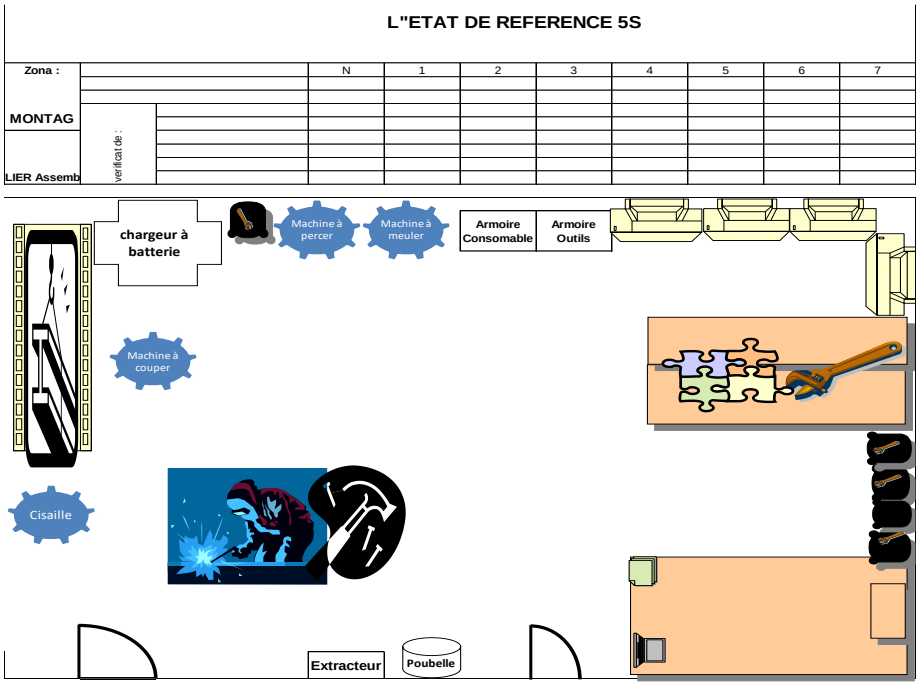


Figure 54 : Etat de référence de l'atelier Assemblage (Etat de Référence de chaque Zone « Annexe 1 »).

Pour garder la continuité de la démarche 5S et la situation soutée, nous avons mis en place d'auto-audit à respecter sur terrain.

GRILLE D'AUDIT 5S S37

5S

UET : Assemblage
DATE : S37
AUDITEUR : A. Boutayeb
FREQUENCE DE REALISATION : Semaine

	Éléments	Cotation			
		NON	OUI	Non Concerné	Note
A	**ÉLIMINER**				
1	Rien au sol	1			25,0%
2	Seulement les outils est documents nécessaires sont présents au poste de travail. Les éléments non nécessaires pour la production du produit en cours doivent être dégagés du poste du travail.	1			
3	Seulement les équippement est fournitures nécessaires sont présentes au poste de travail. Les autres fournitures non utilisées sont dégagées du poste de travail.		1		
4	Les sources de dangers comme les câbles électriques non protégés, etc. sont dégagés des zones fréquentées par les employés.	1			
	Sous totale	3	1	0	
B	**RANGER**				
1	Les emplacements des palettes, cartons, bacs, matières premières, WIP, etc. sont clairement définis avec des zoning et des identifications. (référence, quantité, etc.).	1			50,0%
2	Les documents au poste sont proprement identifiés et visible aux opérateurs.	1			
3	Les EPI sont clairement respecté		1		
5	Les extincteurs (et, ou RIA) sont disponibles en permanence et accessibles à tout moment		1		
6	le lay-out du lieu de travail permet une évacuation facile en cas d'urgence.	1			
7	Les allées de circulation sont clairement identifiés et accéssibles.Les issues de secours sont clairement identifiés et accessibles.		1		
	Sous totale	3	3	0	
C	**Nettoyer**				
1	Les palettes, les bacs, les cartons etc., sont propres, non endommagés et bien rangés.	1			0,0%
2	Les documents au poste ne sont pas déchirés. Ils sont propres et protégés contre la saleté.	1			
3	Le sol est Les surfaces de travail (machines, outils,etc) sont propres.	1			
4	Il existe un planning définissant la fréquence, et le responsable du nettoyage (fenetre,bureaux, atelier, sanitaires…).	1			
5	les moyens de nettoyage sont bien rangés et disponible.	1			
	Sous totale	5	0	0	
D	**Standardiser**				
1	Les outils, les équipements, les documents…sont clairement rangés dans des endroits bien identifiés.ils sont retournés à leur place juste après utilisation	1			33,3%
2	les fiche de suivi de maintenance sont visibles et bien identifiées	1			
3	L'environnement de travail répond aux exigences du travail: L'éclairage, la qualité d'air, la température…		1		
	Sous totale	2	1	0	
E	**RESPECTER**				
1	Une personne d'encadrement a participé à une activité 5S telle qu'un audit ou à toute autre activité au cours des 2 Audits passés.	1			0,0%
2	Une récompense est donnée aux équipes qui ont réussies dans la démarche 5S.	1			
3	Du temps et des ressources sont réservées aux activités 5S (les taches 5S hebdomadaires sont planifiées).	1			

Figure 55 : Fiche auto-audit du chantier 5S (Etat Avant : Voir Annexe 2).

Nous avons exploité le management visuel dans ce projet pour gérer et identifier visuellement tous les moyens, les outils, les équipements et la matière première. Ceci, nous a permis de faciliter l'étape de standardisation et d'assurer un lieu de travail très agréable. Le Tableau. 5 représente quelque exemple des changements dans les postes de travail :

Zone	Before Visual Management	After Visual Management
Stock outillage et accésoire		
Moyens et équipements		
Zone stock et préparation		
Table de traitement		

Figure 56 : Gestion de Management visuelle dans l'atelier assemblage.

5. RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'intégration d'une culture de LMP au sein de l'atelier d'assemblage génère une source de motivations et de participations des employés dans la démarche LMP-5S. La formation des personnels, les ressources et l'implication de la direction sont indispensable pour le succès de ce projet. Les résultats obtenus ont permis d'accroitre l'engagement de la majorité des postes de travail et la réduction de la zone de stockage des produits fini. Le temps gagné par l'élimination des sources de gaspillage du processus facilitera l'augmentation de volume de production, ce qui permet de répondre aux nouvelles commandes et qui rapportera des avantages financiers à l'entreprise.

Selon les principes de LMP, l'implication des opérateurs est essentielle afin d'obtenir une forte participation des collaborateurs qui nous ont proposé des meilleures solutions et des actions pour réussir nos objectifs. Ce projet LMP–5S d'amélioration a permet de structurer l'espace de travail, de mieux gérer les ressources de l'entreprise, de bien s'organiser dans le but de pouvoir satisfaire de 90% des demandes, dans le délai et la qualité exigé.

En effet, le temps total passé à chercher des objets d'une commande passe de 55 min à environ 10 min pour les mettre au poste de travail. Il s'agit d'une amélioration de plus de 80% du temps consommé. Grâce à ces économies, les opérateurs peuvent avoir plus de temps pour effectuer plus d'activités à valeur ajoutée, tandis que le temps consacré aux activités de configuration, d'assemblage, de contrôle, de réparation, de test et de validation a largement diminué.

Ce cas pratique a bien montré l'importance des facteurs sociales dans ce projet LMP-5S pour atteindre les objectifs en qualité, coût et délai. Les résultats de nos travaux de ce projet, nous ont permis de réduire les ressources, d'améliorer le rendement de l'entreprise en termes de volume de production, la qualité des produits et aussi un gain considérable d'espace de stockage. Ainsi que ce chantier a permis de réaliser des progrès et de créer un environnement motivant avec l'amélioration des conditions de travails.

Dans un cadre professionnel et un esprit d'équipe nous avons atteint les objectifs accordés avec la direction dans un délai optimal. En outre, la formation et l'intégration des employés dans la démarche LMP a permis d'assurer la participation et l'identification des actions pour traiter d'une façon définitive la majorité des sources de gaspillage. Les membres de la direction et les managers participants ont été très convaincu sur l'effet de favoriser les facteurs ESE dans la stratégie de la performance industriel de l'entreprise.

Dans un période de 5 mois, LMP-5S a été adapté et implanté dans l'atelier d'assemblage pour améliorer le processus de production chariots et des structures mécaniques sur la ligne de production au sein d'une PME Marocaine. Les objectifs déclinés par la direction général ont été atteint en appuyant sur la stratégie du concept LMP et les mécanismes de l'outil 5S :

- Amélioration de l'état de 5S de l'atelier assemblage et une réduction considérable des déchets
- Création d'un environnement très motivants et un esprit d'équipe remarquable.
- Instaurer des animations hebdomadaires pour la qualité et l'améliorer des conditions de travail.
- Traitement de +90% des alertes sur les risques sécuritaires et ergonomiques.
- Augmentation de 31% de la capacité de la production pour l'atelier Assemblage.
- Gains de 144 min/équipe sur la réparation des grandes structures
- Gains sur TRS : passer de 43% à 97,3%.

- Gais sur TRSP : passer de 17% à 85,3%.
- Gains de +80% de temps de préparation et de collectage des pièces d'une commande
- Gains de 53 mètre carré de l'espace disponible

Le facteur clé de la réussite d'un chantier LMP est d'identifier les meilleurs outils LM pour assurer un plan de convergence et des changements durables. Le déploiement de chantier LMP- 5S a permis de réaliser un progrès significatif sur l'ensembles des facteurs de performances QCDESE et de satisfaire les demandes des clients.

6. CONCLUSION

Ce travail est basé sur l'implémentation d'un projet LMP-5S en exploitant les mécanismes du concept LMP et les principes de l'outil 5S pour les facteurs économiques et sociaux de cette entreprise. Les outils du Lean doivent être adaptés à chaque situation en tenant compte de sa conception et de ses besoins spécifiques. Adapter les outils adéquates et les techniques optimums pour mettre en œuvre le plus efficacement un chantier d'amélioration de LMP est la responsabilité de toutes l'équipe de projet.

L'objectif de ce chapitre était d'étudier le mode de fabrication interne des chariots, la réparation des grandes structures et des supports mécaniques au sein d'une PME Marocaine. En effet, LMP permet de mettre en place les bons outils de Lean pour éradiquer les sources de gaspillages, ainsi tous les risques de démotivations des personnels ou de dégradations de climat social des travailleurs. La mise en place LMP correspond plus à un langage de progrès durable et de performances structurées dans un cadre très motivant avec des conditions de travail favorables. Vu l'augmentation de charge de travail de l'atelier d'assemblage, la mise en place d'un chantier 5S s'est avéré indispensable. LMP permet d'améliorer la qualité des produits ou service en réduisant le coût et le délai dans une situation de changement.

La recherche continue des meilleurs outils et méthodes doit répondre aux exigences de réduction de coûts, de délai et d'améliorer la qualité dans chaque lieu de travail. Ensuite, de suivre la tendance industrielle de la flexibilité des process de ligne de fabrication le plus efficace possible pour pouvoir répondre à la demande du marché et aux objectifs de productivité. En effet, pour atteindre l'excellence industrielle, il faut toujours prendre en compte l'amélioration des facteurs sociaux qui jouent un rôle primordial dans la réussite de ces objectifs en motivant et en impliquant les employés. Le chantier LMP-5S a permis de fournir les outils nécessaires aux managers et aux membres de la direction pour assurer l'engagement, l'implication des personnels et un environnement motivant.

Chapitre 5 : Développement d'un Tableau de Bord « Power Performance » de gestion et de surveillance des indicateurs de TRSP

1. INTRODUCTION AU CONTEXTE DE DEVELOPPEMENT DU TABLEAU DE BORD

Ce chapitre clôture ses précédents en présentant une nouvelle technologie du Management. En effet, souvent des managers rencontrent des difficultés à communiquer des informations à la fois claires et globales à ses collaborateurs et ils constatent un énorme fossé entre les objectifs fixés et leurs réalisations. Au lieu de travailler par des méthodes classiques (tableaux Excel), nous avons opté pour une approche plus intuitive tel que le Management Visuel et la gestion de d'information en temps réel.

Durant notre travail, la conception d'un tableau de bord 'Power Performance' a était l'une des solutions efficaces pour permettre au milieu industriel de bénéficier des résultats d'évolution de nouvelles technologies.

En s'inspirant du LM, le Management Visuel représente une méthode d'organisation du travail et de gestion de la production pour limiter efficacement le gaspillage. Dans cette optique, le logiciel 'Microsoft Power BI' facilite la prise de décision par des tableaux de bord dynamiques et interactifs pour rendre l'information concrète, lisible, compréhensible et mémorisable. Toutes ces informations en temps réel sont accessibles à tous les membres de l'équipe.

1.1. Contexte de la pandémie COVID-19

Les dispositions de l'état d'urgence sanitaire du COVID-19 ont obligé les unités industrielles de prendre des mesures drastiques pour limiter la propagation de la pandémie. Parmi ces actions, le port des masques et la distanciation physique entre les employés.

La crise du COVID-19 a créé un besoin brusque pour les entreprises et leurs employés, elle les a obligés à instaurer ou à renforcer le télétravail. Ainsi qu'elle a bien accéléré certaines tendances, en particulier la numérisation et le passage au travail à distance, augurant dans certains cas d'un avenir prometteur.

Selon le Secrétaire général de l'ONU, António Guterres a affirmé à l'occasion de la publication d'une note de synthèse sur la COVID-19 et le monde du travail que de nombreuses entreprises et leurs personnels ont su s'adapter avec créativité à l'évolution des circonstances. Par exemple, des

millions de personnes sont passées du jour au lendemain au travail en ligne, souvent avec un succès surprenant.

Ces différentes mesures sanitaires justifient notre recours à la conception et au développement de ce tableau de bord, afin de trouver une solution de collaboration à distance entre les différents services et la direction de l'entreprise.

1.2. Cadre de l'industrie 4.0

Le concept d'« Industrie 4.0 » définit une nouvelle organisation des usines, également nommées Smart factories (ou usines intelligentes). L'utilisation de ce concept a pour objectif de mieux servir les clients grâce à une flexibilité accrue de la production et d'optimiser les ressources.

L'industrie 4.0 comme notion, consiste à surveiller et à contrôler en temps réel les machines et les équipements en installant des capteurs à chaque étape du processus de production. En gros, la technologie permet de surveiller en continu la production à chaque étape du processus pour améliorer la qualité des produits. Elle aide également à réduire – voire à éliminer – le temps d'arrêt, car les données des équipements avertissent lorsqu'il faut procéder à l'entretien des machines et signalent les pannes imminentes.

Dans ce contexte, les entreprises cherchent à instaurer le management visuel numérique (tableau de bord) pour adapter le système de production à la stratégique de l'industrie 4.0.

2. CONCEPT DE LA PLATEFORME

La conception et le développement de ce tableau de bord s'inscrit dans le cadre de l'implantation de ce nouveau modèle LMP pour l'activation et l'exploitation des données et du retour d'expérience projet (Voir Annexe 3).

Notre tableau de bord « Power Performance » comporte six indicateurs calculés selon notre démarche (Chapitre 3). Cela permet de surveiller l'ensemble des facteurs de performance QCDESE.

Cette application calcul automatiquement le TRS et le TRSP en s'appuyant sur l'historique enregistré des différents indicateurs, afin de localiser les points faibles et en prévoir les améliorations adéquates.

2.1. Introduction : Logiciel de conception

Le logiciel de Microsoft Power BI se présente comme un outil puissant d'analyse de données. Un service permettant aux collaborateurs ou aux partenaires de travail, de convertir ces données en visuel simple à exploiter facilement.

Définition :

Power BI tient son nom de la Business Intelligence, ou bien informatique décisionnelle. Aujourd'hui, la plupart des entreprises performantes utilisent de l'intelligence artificielle pour faciliter la prise de décision.

2.2. Objectif de Power Performance

Les objectifs principaux de cette plateforme sont :

- Faciliter la visualisation des données (interface dynamique du power BI),
- Transformer les données en visuels accessibles,
- Visualiser chaque élément pendant le fonctionnement pour la prise de décision,
- Présenter visuellement le tableau de bord pour identifier les données importantes lors de la prise de décision,
- Mettre à jour les données en temps réels,
- Archiver les différents plans d'actions pour d'autres utilisations.

3. PRESENTATION DE L'APPLICATION ET MODE DE PROGRAMMATION

Dans notre application, nous avons utilisé les 3 outils Power BI, Power Query et Power Automate de Microsoft Power :

- Power BI : génère des tableaux de bord, des visualisations, des graphiques et des différentes relations entre tables (combinaison entre Excel et Access)
- Power Query : adapte et transforme les données de bases pour l'intégrer dans l'interface de notre application (inverser les colonnes, modifier les types, supprimer ou ajouter les lignes…),
- Power Automate : automatise tout le processus afin d'éviter les répétitions du même travail sur des nouvelles données.

3.1. Phase de préparation des données et Extraction

Les données sont extraites depuis plusieurs ressources (Figure. 58) tel que : les classeurs Excel, les fichiers SQL, les fichiers ACCESS et depuis des services en ligne comme les ERP…

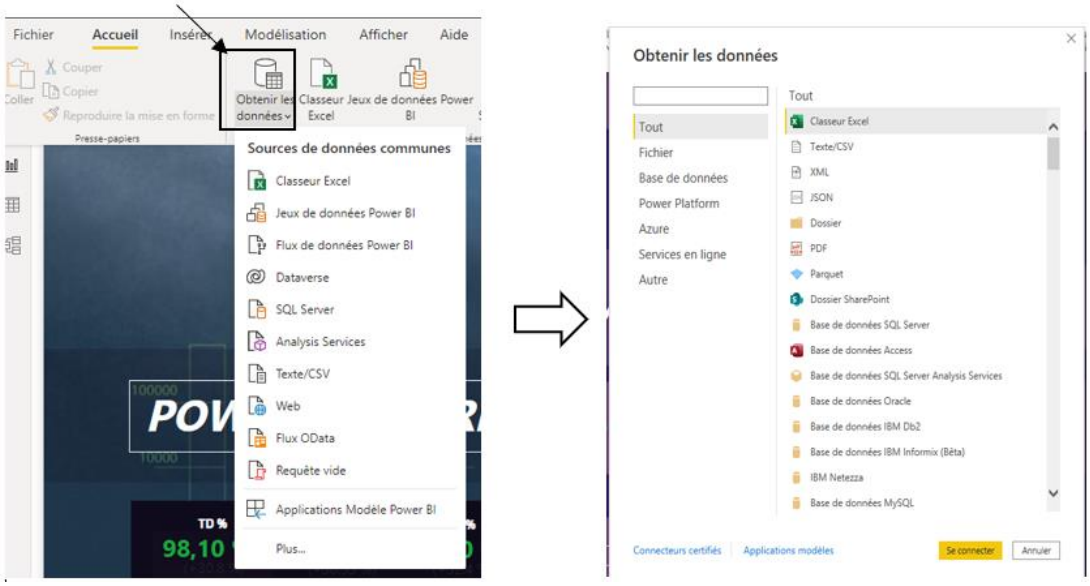
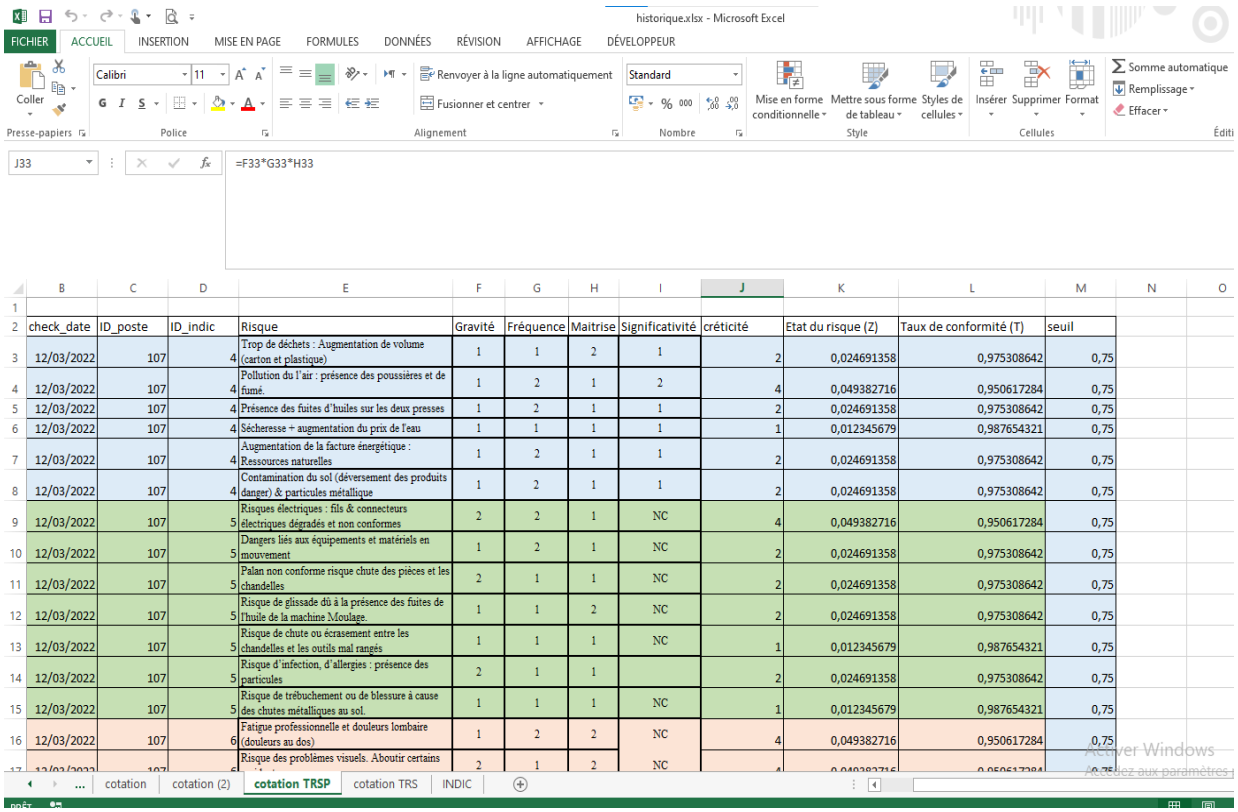


Figure 57 : Extraction des données et Sources

Dans la plupart des cas, on importe les données sous format des fichiers Excel bien préparés, en sélectionnant les tableaux et en déclarant les variables (chaque variable doit être associer à une colonne unique), Figure. 59.



	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2	check_date	ID_poste	ID_indic	Risque	Gravité	Fréquence	Maitrise	Significativité	créticité	Etat du risque (Z)	Taux de conformité (T)	seuil
3	12/03/2022	107	4	Trop de déchets : Augmentation de volume (carton et plastique)	1	1	2	1	2	0,024691358	0,975308642	0,75
4	12/03/2022	107	4	Pollution du l'air : présence des poussières et de fumé.	1	2	1	2	4	0,049382716	0,950617284	0,75
5	12/03/2022	107	4	Présence des fuites d'huiles sur les deux presses	1	2	1	1	2	0,024691358	0,975308642	0,75
6	12/03/2022	107	4	Sécheresse + augmentation du prix de l'eau	1	1	1	1	1	0,012345679	0,987654321	0,75
7	12/03/2022	107	4	Augmentation de la facture énergétique : Ressources naturelles	1	2	1	1	2	0,024691358	0,975308642	0,75
8	12/03/2022	107	4	Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	1	2	1	1	2	0,024691358	0,975308642	0,75
9	12/03/2022	107	5	Risques électriques : fils & connecteurs électriques dégradés et non conformes	2	2	1	NC	4	0,049382716	0,950617284	0,75
10	12/03/2022	107	5	Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement	1	2	1	NC	2	0,024691358	0,975308642	0,75
11	12/03/2022	107	5	Palan non conforme risque chute des pièces et les chandelles	2	1	1	NC	2	0,024691358	0,975308642	0,75
12	12/03/2022	107	5	Risque de glissade dû à la présence des fuites de l'huile de la machine Moulage.	1	1	2	NC	2	0,024691358	0,975308642	0,75
13	12/03/2022	107	5	Risque de chute ou écrasement entre les chandelles et les outils mal rangés	1	1	1	NC	1	0,012345679	0,987654321	0,75
14	12/03/2022	107	5	Risque d'infection, d'allergies : présence des particules	2	1	1		2	0,024691358	0,975308642	0,75
15	12/03/2022	107	5	Risque de trébuchement ou de blessure à cause des chutes métalliques au sol.	1	1	1	NC	1	0,012345679	0,987654321	0,75
16	12/03/2022	107	6	Fatigue professionnelle et douleurs lombaire (douleurs au dos)	1	2	2	NC	4	0,049382716	0,950617284	0,75
17				Risque des problèmes visuels. Aboutir certains	2	1	2	NC				

Figure 58 : Exemple : Configuration des données : sélectionner et déclarer les variables

3.2. Transformation des tables par Power Query

Afin que nos données soient bien standardisées, il faut les transformer à l'aide de Power Query.

Tout d'abord, pour extraire les données depuis un fichier Excel par exemple, on sélectionne la table à télécharger et on clique sur transformer les données, Figure. 60.

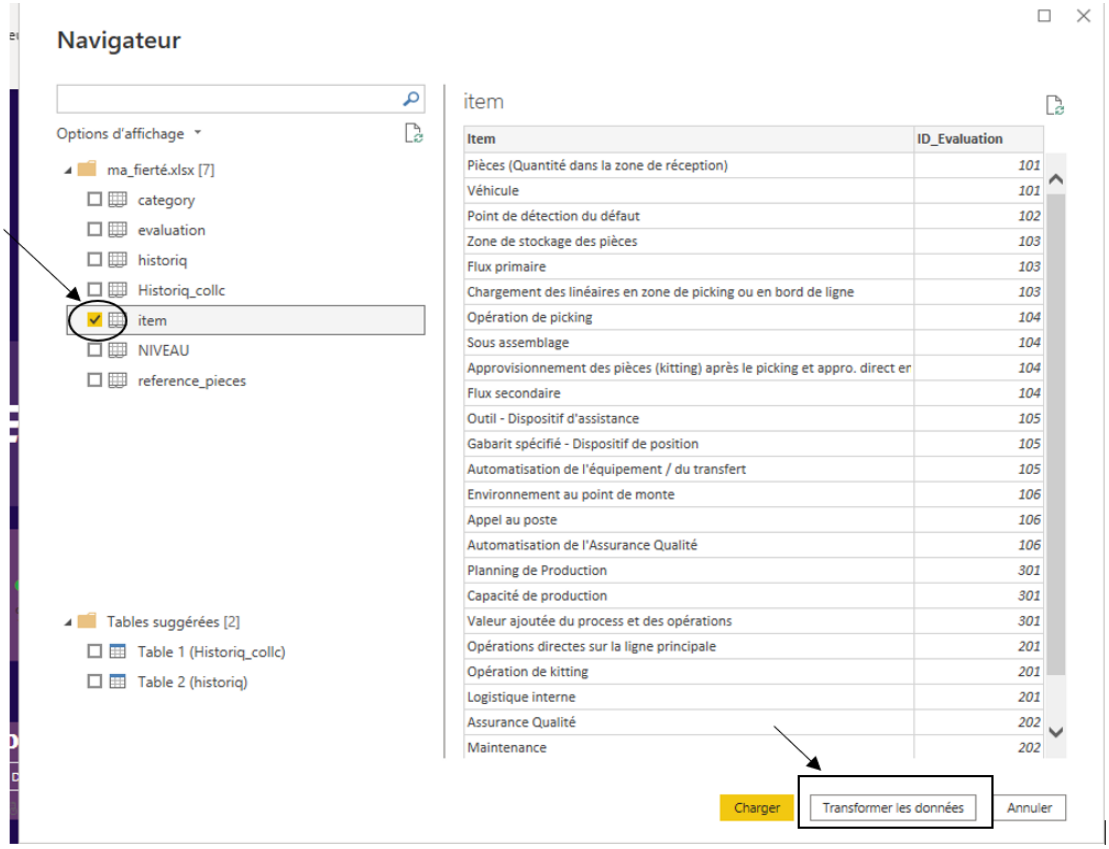


Figure 59 : Transformation des tables par Power Query

Dans cet exemple, on a choisi la table cotation TRSP et à droite les différentes étapes appliquées sont affichées depuis le chargement de la source jusqu'aux dernières modifications, Figure. 63.

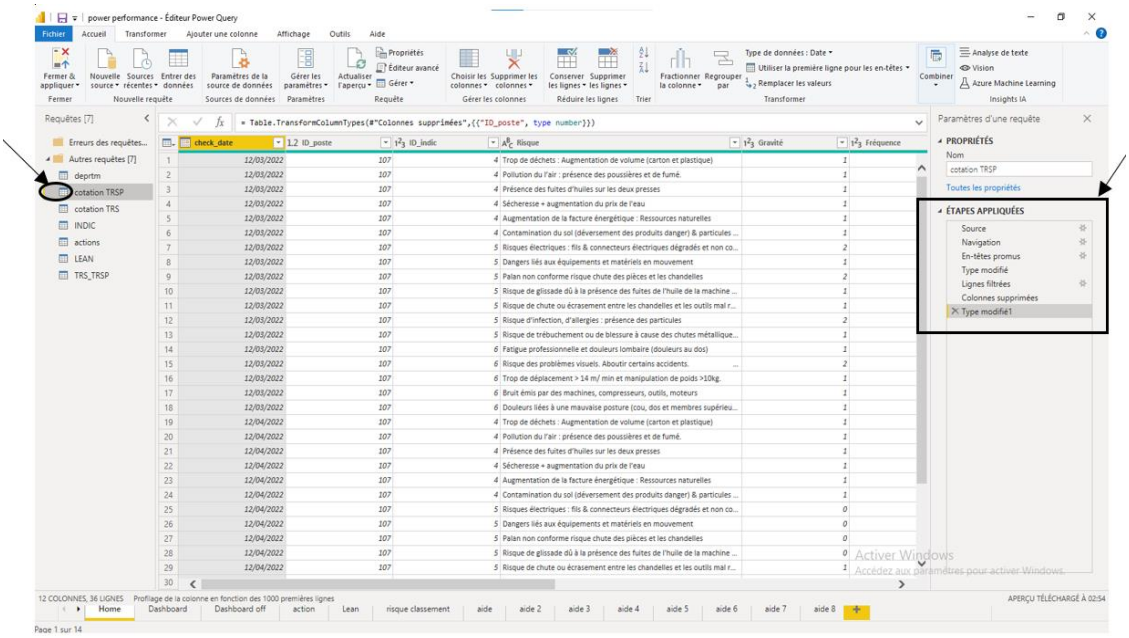
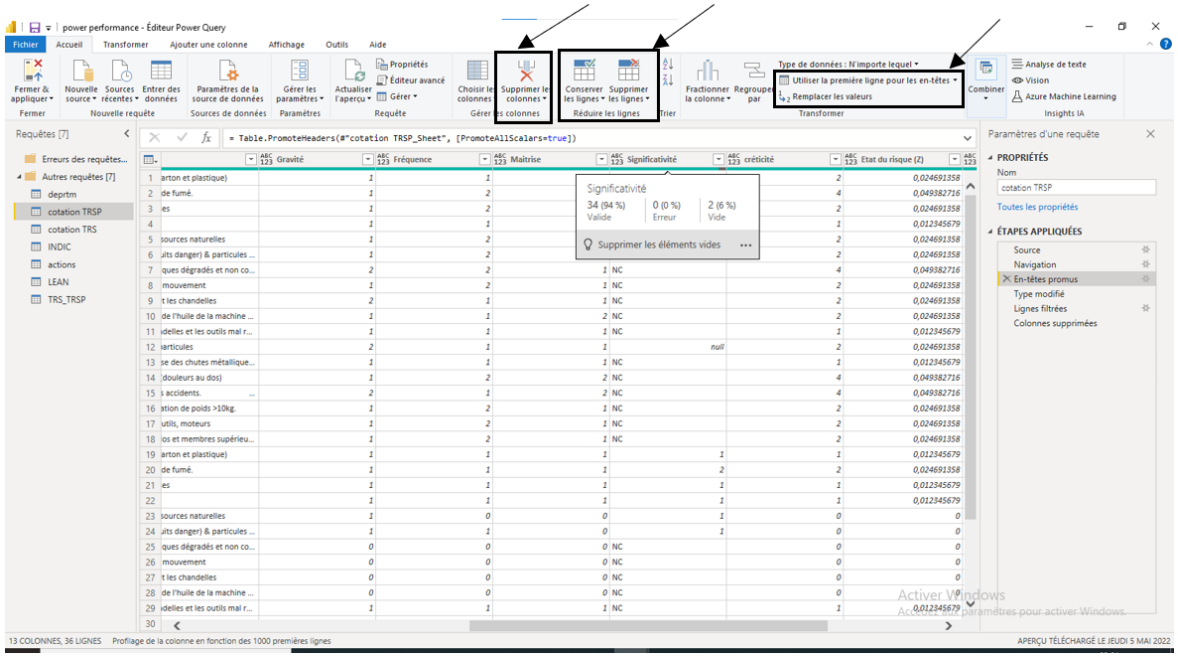


Figure 60 : Les différentes étapes de transformation du tableau TRSP

Il est possible de supprimer des colonnes, des lignes même conserver quelque unes et se débarrasser du reste, utiliser la première ligne pour les en-têtes et remplacer les valeurs…

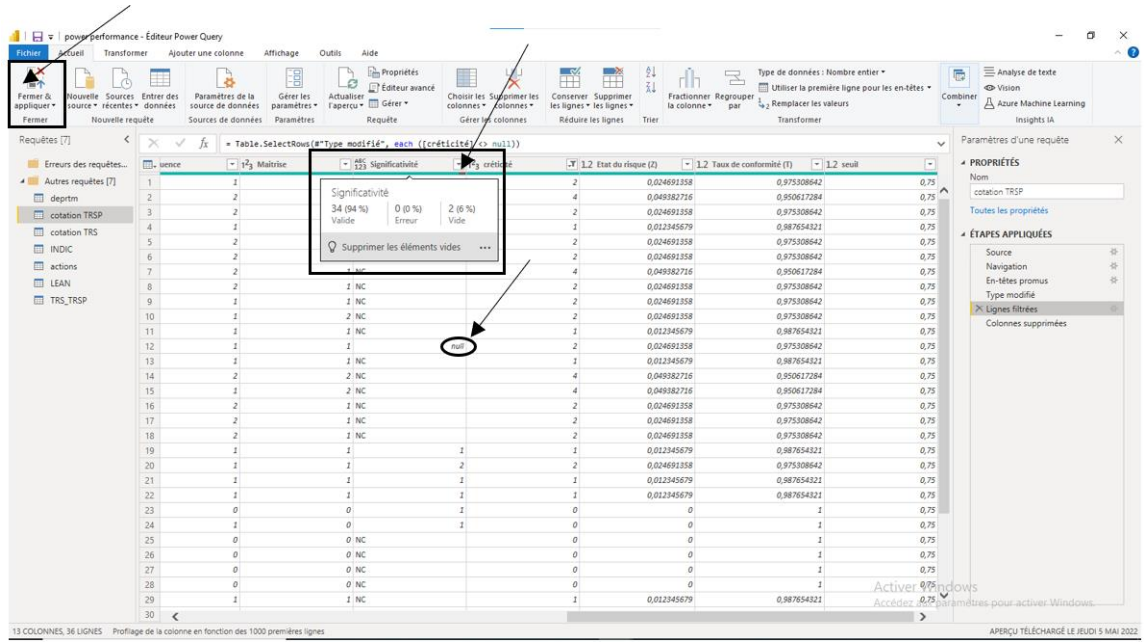


La barre verte au-dessous donne une impression sur le degré d'exactitude des données,

Dans ce cas pour la colonne significativité on a :

- 34 lignes qui sont valides (degré d'exactitude 94%)
- 0 erreurs (degré d'erreur 0%)
- Lignes vides (degré de non-exactitude 6%)

Et comme vous remarquer, il propose comme solution de supprimer les éléments vides (cases nulles).



Une fois vous terminez, cliquer sur l'icône 'fermer et appliquer'.

3.3. Les 2 types de modélisation :

Il faut toujours penser à deux types de table :

Dimension tables (Tableaux de dimensions) ou **bien Lookup** tables (Tables de recherche) qui :

- Décrivent les entités, les choses dans notre modèle.
- Ils stockent les perspectives, les attributs des entités, leurs descriptions.
- Doivent contenir une colonne clé qui agit comme un identifiant unique (dans cet exemple l'ID).
- Ils servent à filtrer et regrouper les valeurs que vous souhaitez analyser
- Vous les utilisez généralement dans l'axe des visuels et sur les "slicers".
- Généralement court mais large (peu de lignes et beaucoup de colonnes).

Fact tables (tableaux de faits) :

- sont des Tables de données avec des transactions et des événements qui se produisent au fil du temps (comme l'historique).
- Habituellement, il y a une date associée à chaque événement.
- Contient des colonnes de clé de dimension liées aux tables de dimension et des colonnes numériques.
- Peut être très grand (et grandir avec le temps) mais généralement mince (beaucoup de lignes et peu de colonnes).

3.4. Calcul avec langage DAX (Data Analysis Expressions)

Nous pouvons créer des colonnes, des mesures ou des tableaux avec DAX

- Colonnes : consomment de la mémoire et sont des calculs statiques. Utilisez-le pour obtenir des informations descriptives sur l'axe et les filtres.
- Les mesures : sont dynamiques et ne consomment que du CPU, car elles sont calculées à la volée. Utilisez toujours pour les mathématiques (nombres que vous placez dans les valeurs des visuels) ;
- Tables : peu utilisées. Il est préférable de les créer dans Power Query, à l'exception de la table Date.

Exemple d'une fonction du langage DAX :

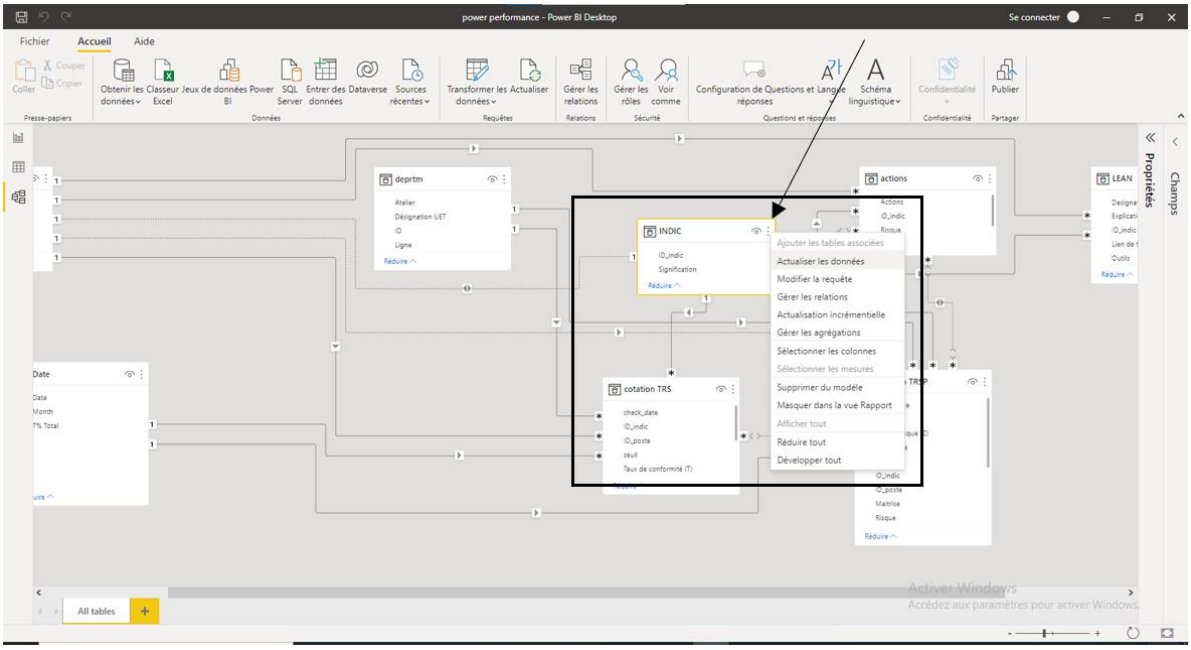
- Fonction CALCULER : c'est la seule qui peut modifier le contexte d'évulation
- Syntaxe : CALCULATE (<expression>, Filtre 1, Filtre 2, ...)

```
1 TS% = CALCULATE(PRODUCT('cotation TRSP'[Taux de conformité (T)]),FILTER('INDIC','INDIC'[ID_indic]= 5))
```

3.5. Réalisation de liaison et des relations entre modèles

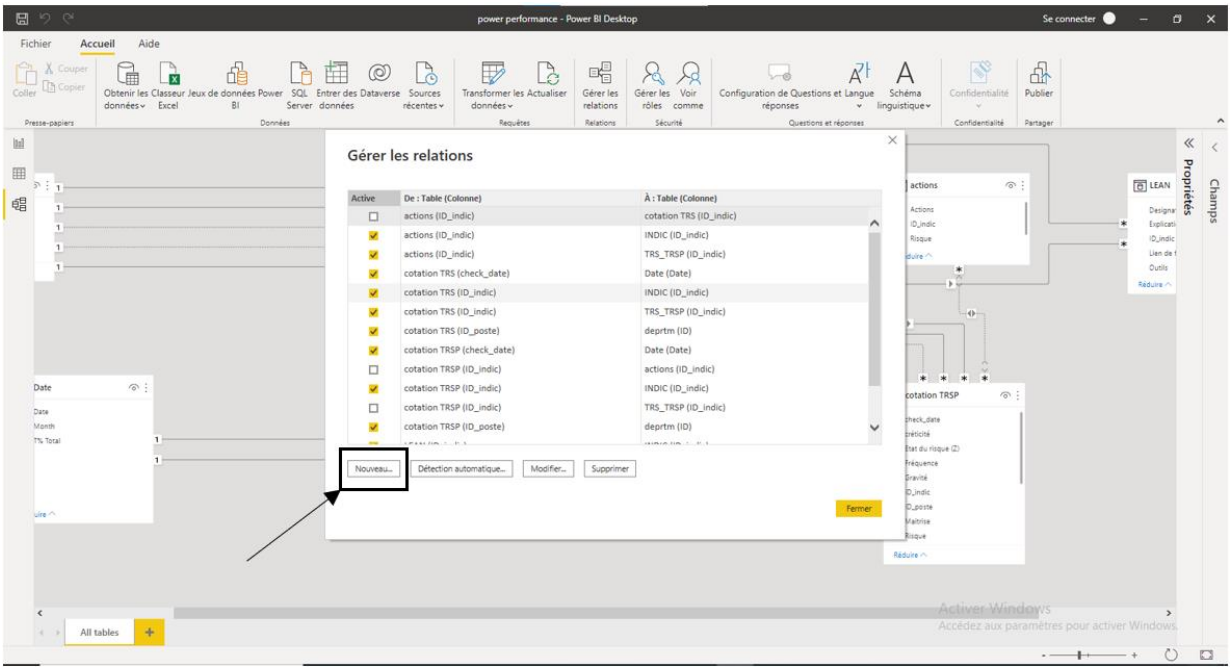
Dans cet exemple, on veut réaliser une relation entre le tableau des indices et le tableau de Lean. Notre objectif est d'afficher la signification correspondante à chaque indice du tableau Lean.

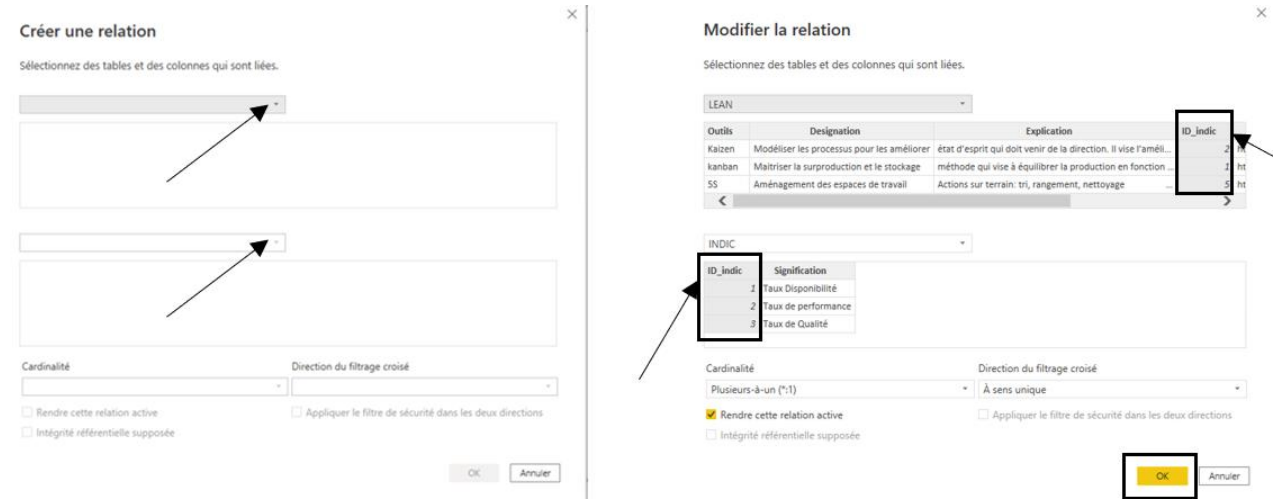
Cliquer sur les trois points de la table INDIC, puis sélectionner gérer les relations



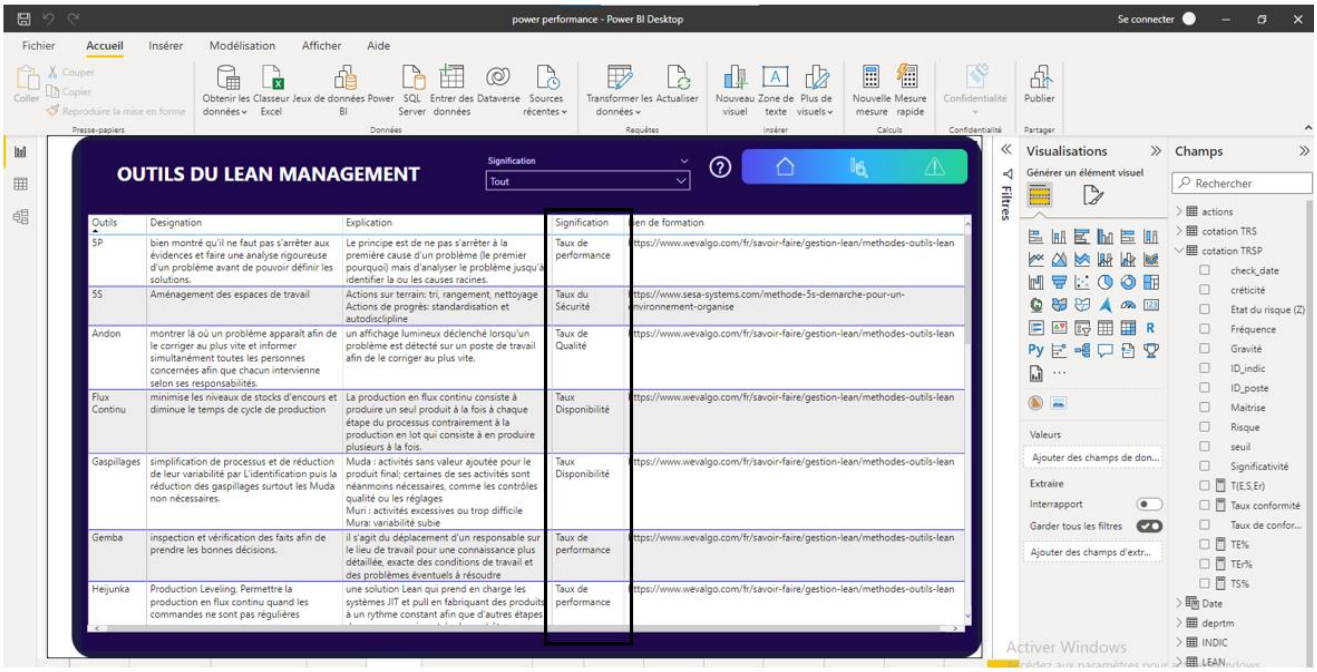
Cette interface s'affiche, puis cliquer sur nouveau; Sélectionner les tables et les colonnes à liés, choisir la cardinalité et la direction de liaison (filtrage croisé);

Une fois c'est terminé, cliquer sur **OK**



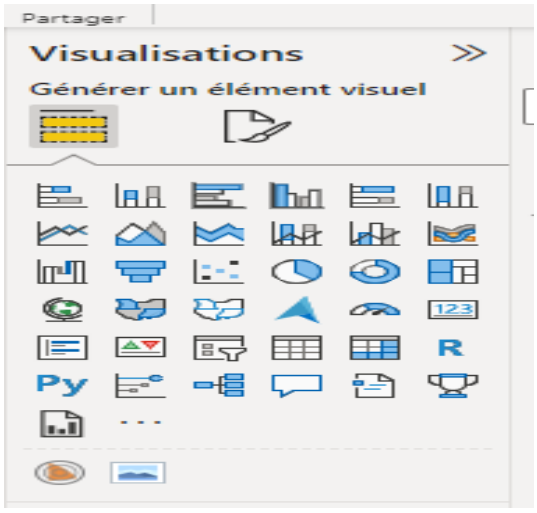


Voici le résultat de cette liaison, chaque indice du tableau Lean a été remplacé par son signification prêtée du tableau INDIC.



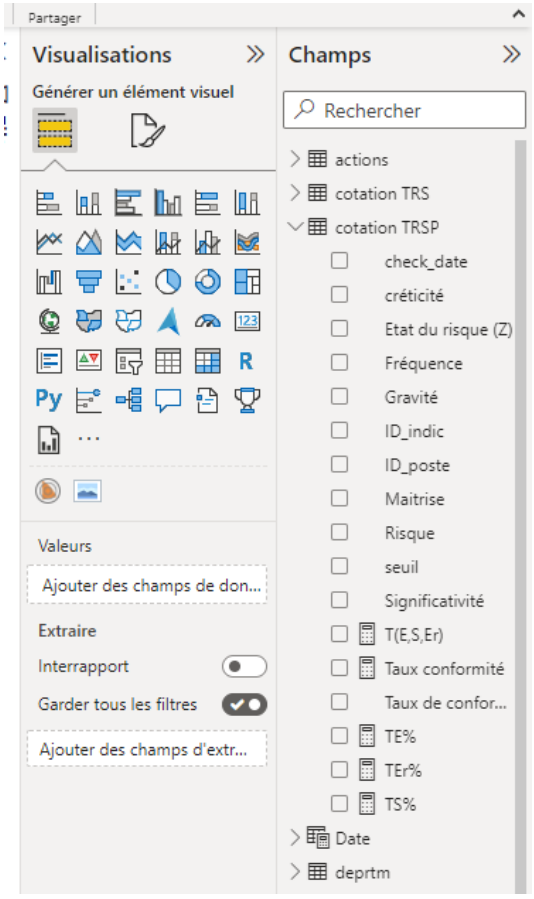
3.6. Création des visuels et développent des interfaces du tableau de bord

On peut générer des éléments visuels à l'aide du ruban visualisations



Parmi les graphes de visualisations disponibles sur Power BI on :

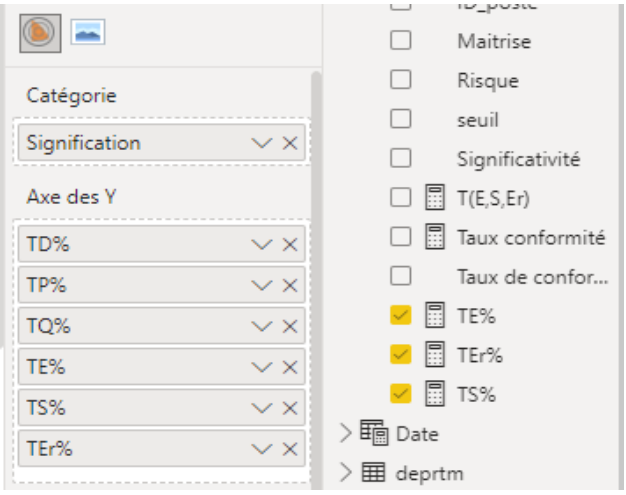
- Graphique à barres empilés
- Histogramme
- Graphique à courbes
- Graphique en air
- Graphique en secteurs
- Jauge
- Carte
- Radar chart
- Visuel python
- Indicateur de performance clé
- Segment
- …



A chaque fois que vous choisissez de travailler avec un visuel, vous devez obligatoirement remplir les valeurs par les champs correspondants.

Par une simple action, glisser les champs que vous voulez visualiser aux cases convenables

Voilà un exemple d'un diagramme radar



4. Création du compte Microsoft Power BI et Interface de connexion

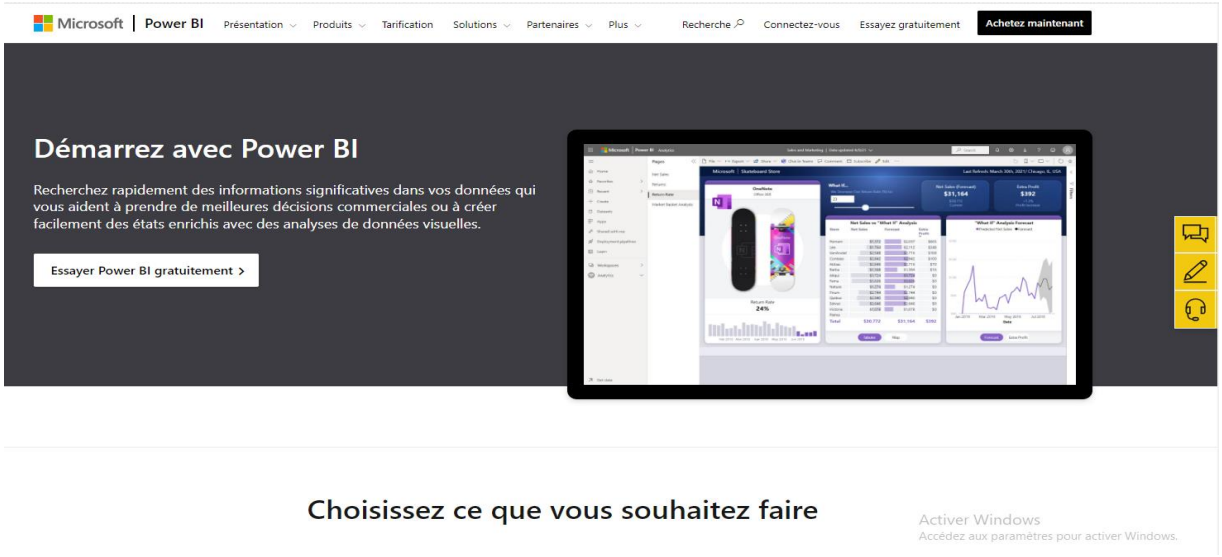
4.1. Création du compte Microsoft Power BI

Afin de suivre l'évolution de tous nos indicateurs en temps réel, et même ajouter des autres données pour actualiser l'application en temps réel, il faut tout d'abord créer un compte dans Microsoft Power BI.

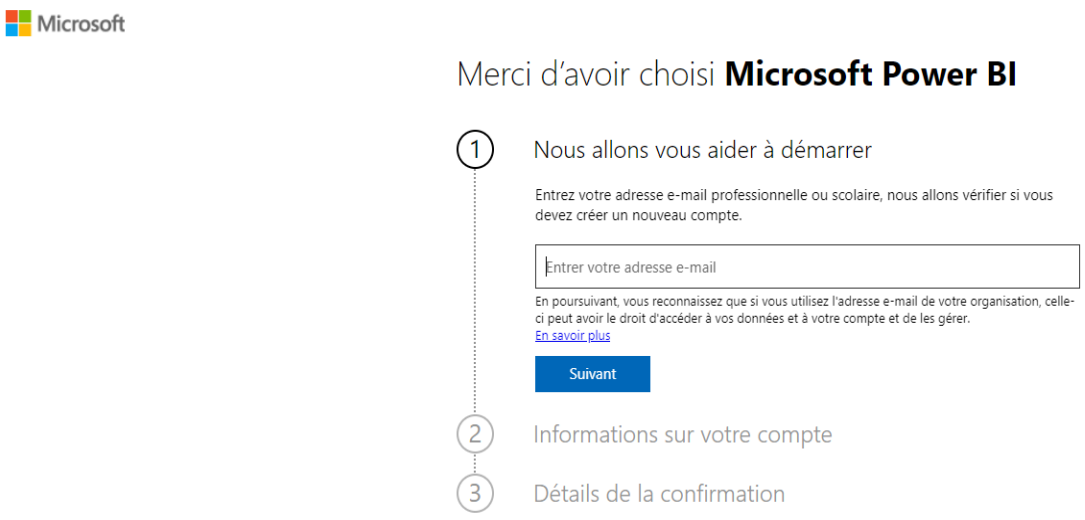
Accéder au lien suivant :

https://powerbi.microsoft.com/fr-fr/getting-started-with-power-bi/

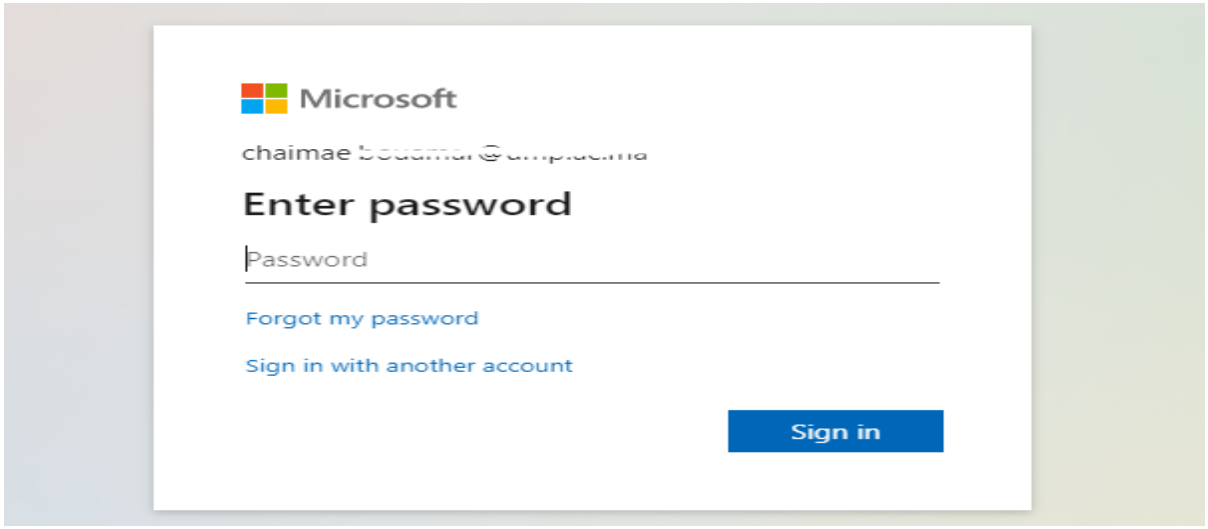
Cette interface s'affiche, cliquer sur essayer gratuitement Power BI :



Saisir votre adresse mail et cliquer sur suivant :

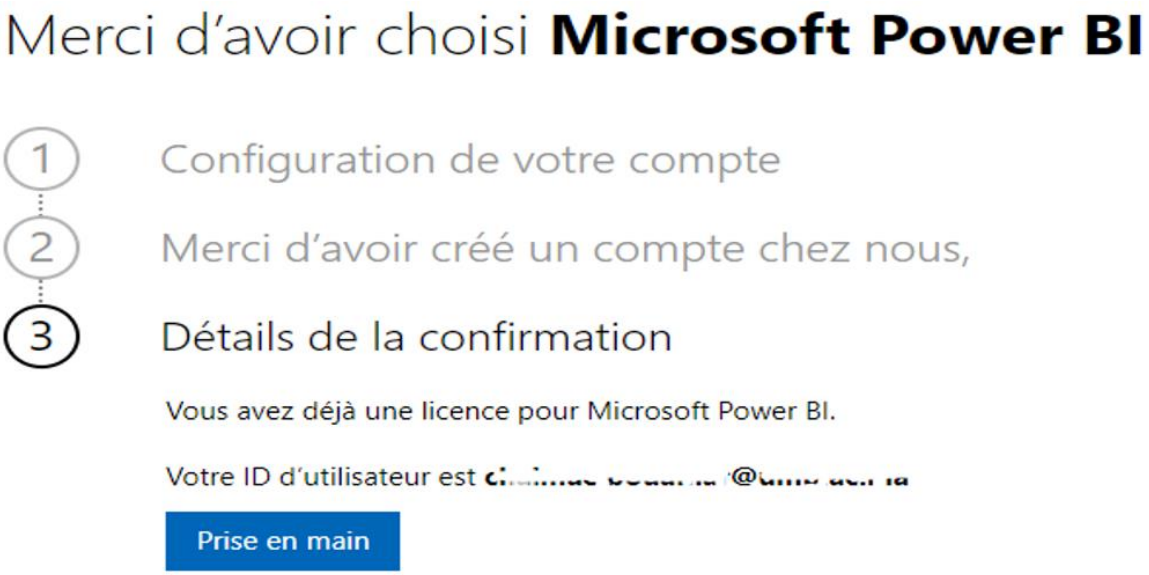


Entrer votre mot de passe (ce que vous avez confirmé au début) et cliquer sur « sign in » :

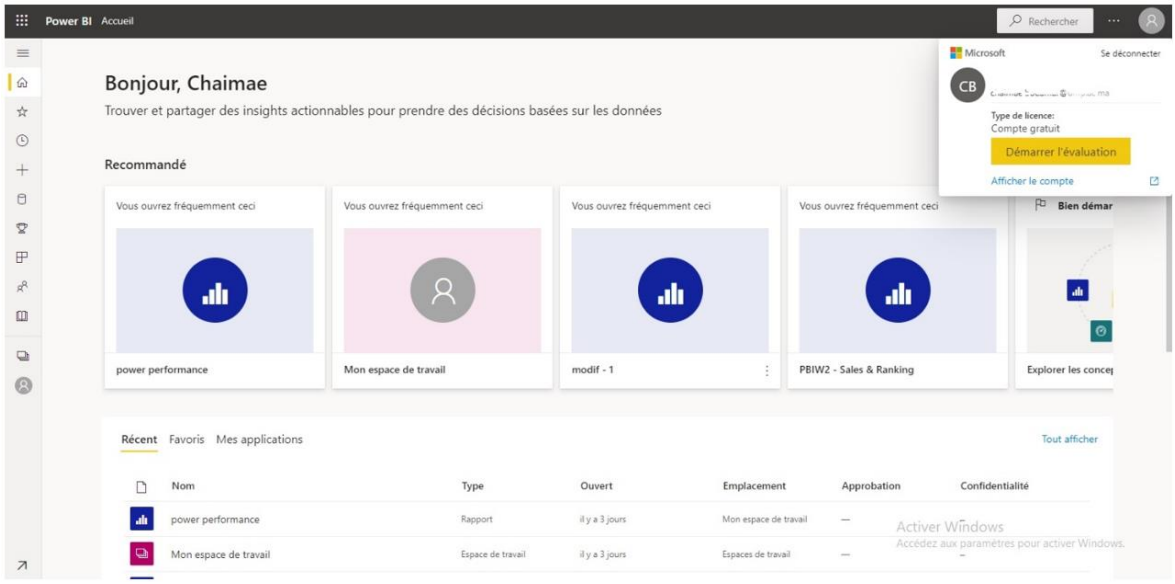


Votre ID d'utilisateur s'affiche et vous obtenez votre licence gratuite ;

Cliquer sur Prise en main



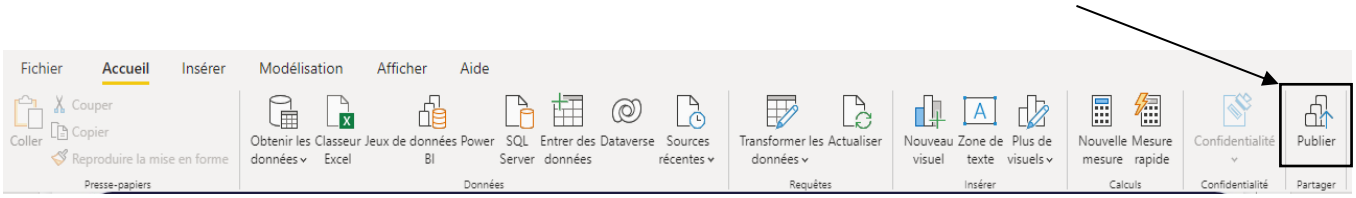
Et voilà votre interface Power BI Serveur :



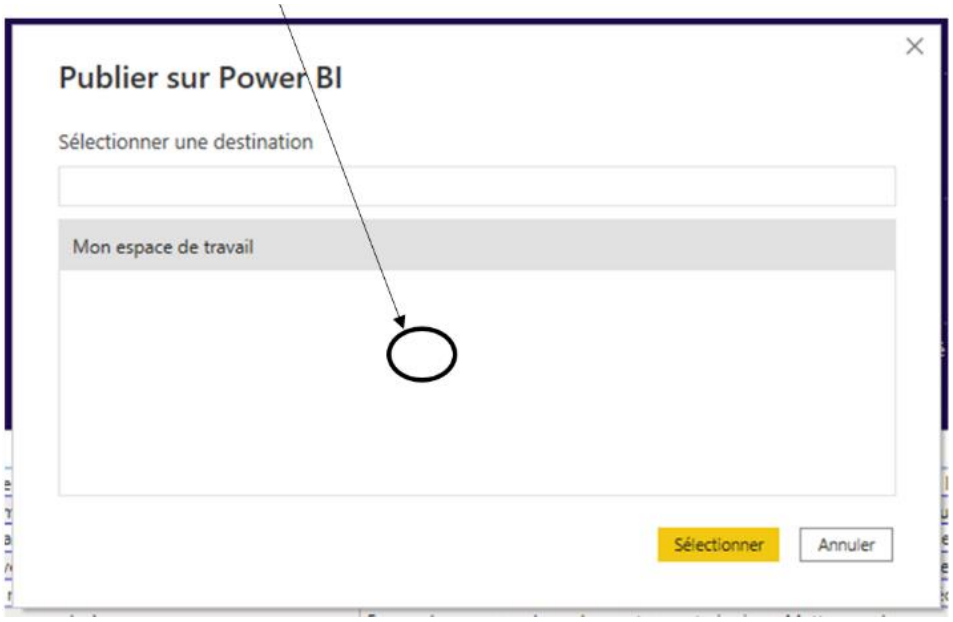
4.2. Accès et partage en toute sécurité

Le partage des données se fait comme suit :

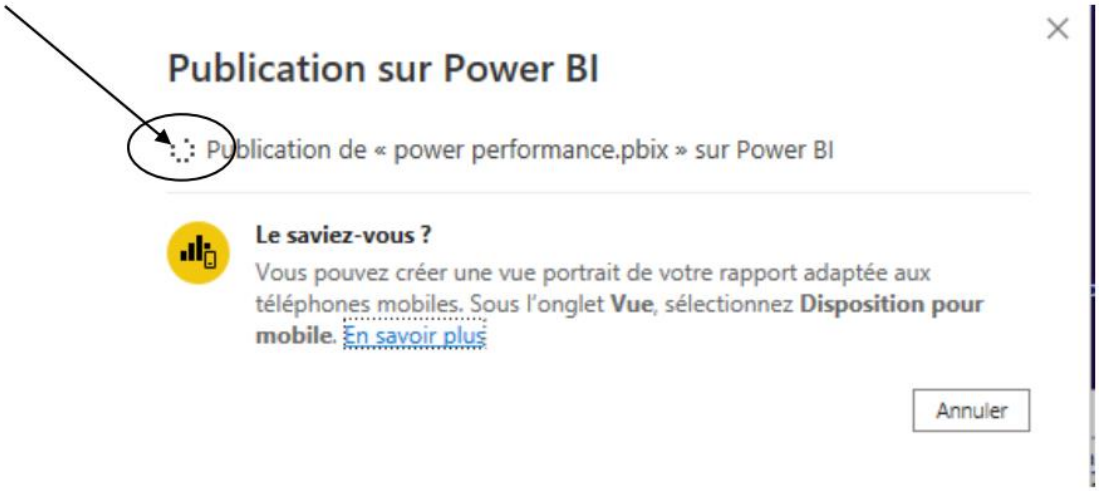
- Assurez-vous que vous êtes connectés
- Cliquer sur l'icône « publier » qui apparait sur le ruban accueil



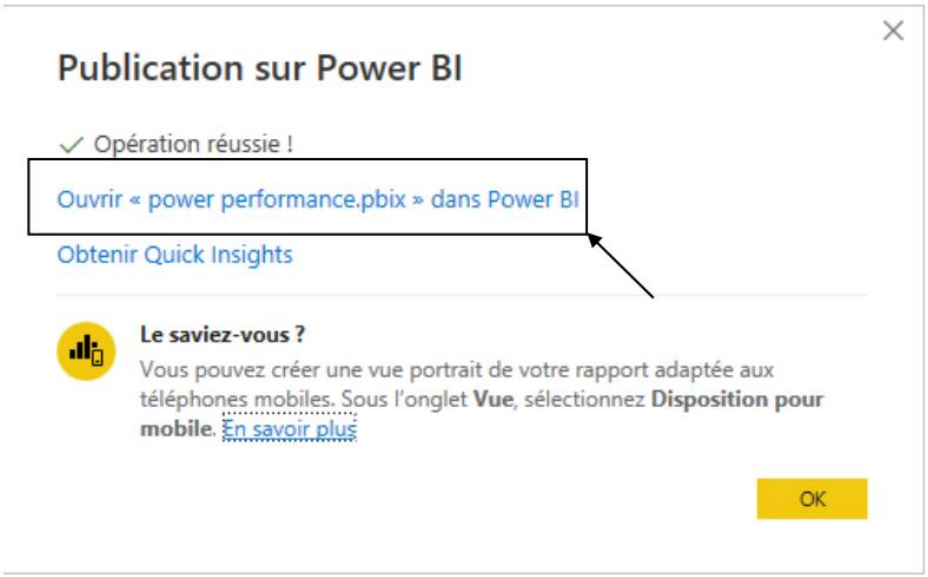
- Cette fenêtre s'affiche :



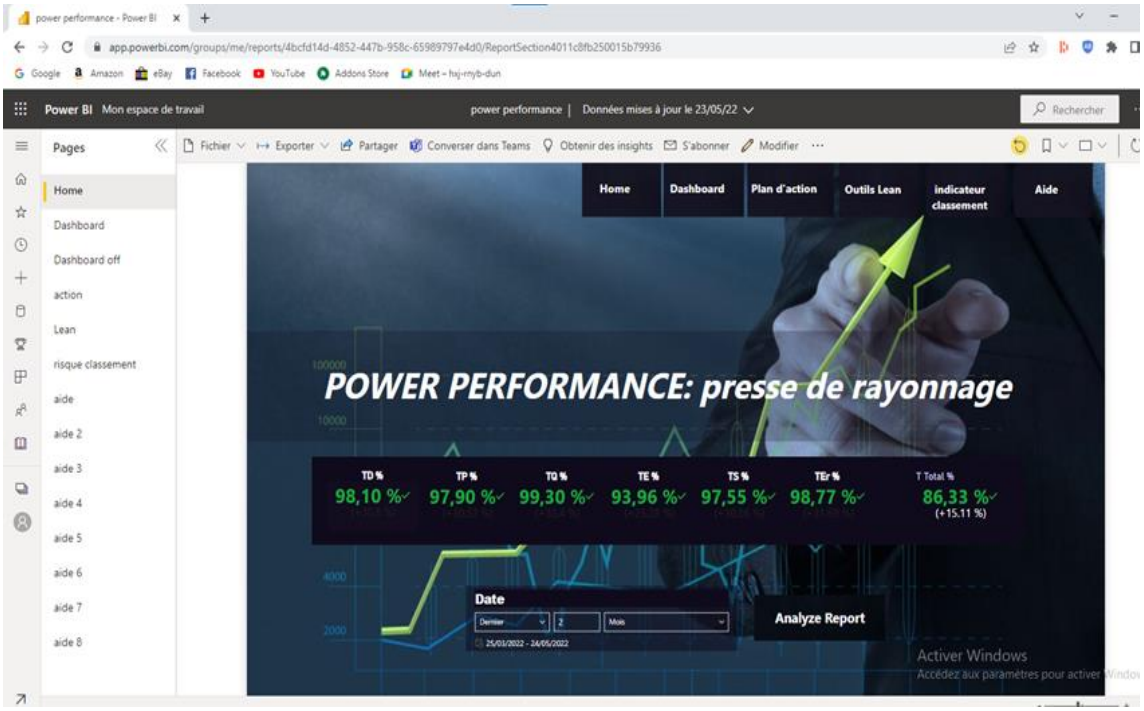
- Sélectionner votre espace de travail, puis cliquer sur le bouton « sélectionner ».
- Le chargement de votre rapport sur votre espace de travail commence



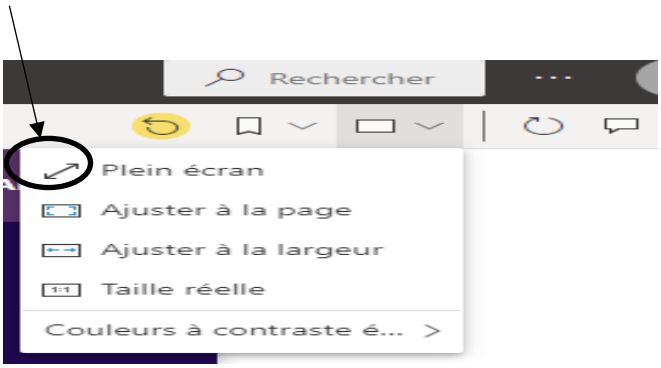
- Cette fenêtre montre que le chargement est déjà terminé, maintenant votre rapport est bien publié



- Cliquer sur le lien au-dessus pour accéder à Power BI serveur, cette fenêtre s'affiche



- Cliquer sur Plein écran et commencer à naviguer



4.3. Comment utiliser l'application en mode lecteur

1ère étape : Cliquer sur le lien envoyé à vos boites E-mails, ce dernier vous donne accès à notre application « POWER PERFORMANCE »

Vous pouvez utiliser Power BI Service si vous souhaiter ouvrir l'application sur vos pc, Tel portables ou bien Power BI tablette si c'est les cas sur votre smartphone

C'est la première interface qui s'affiche :

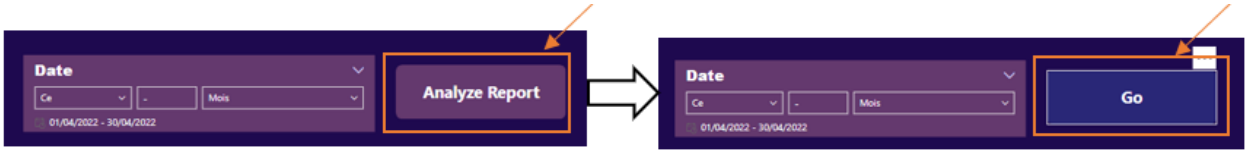


En haut nous avons notre ruban qui indique les 6 interfaces principales

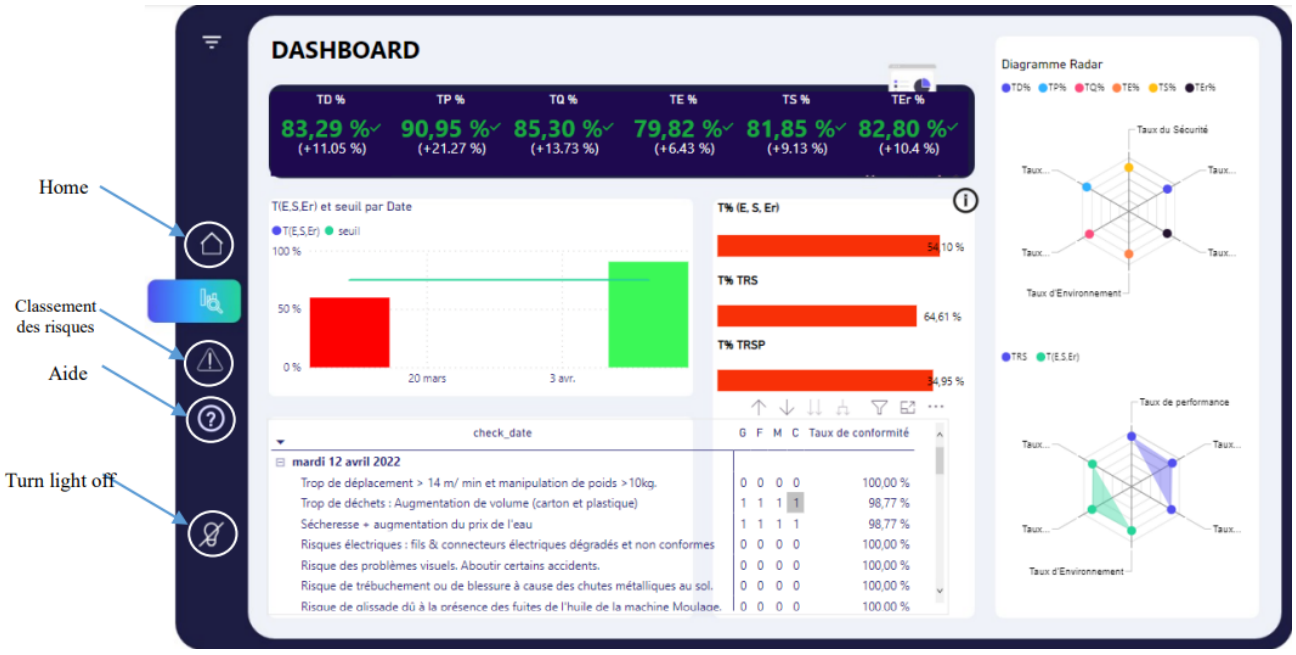
- Home : le Menu, qui donne une vue générale sur la performance de notre système, tout en faisant apparaitre les pourcentages des différents taux et même le taux total. De plus le filtre au-dessous permet de naviguer entre les dates, comme ça vous peut préciser la date que vous en avez besoin.
- Dashboard : le tableau de bord, qui permet de modéliser les différents datas par des visuels simples qui seront ensuite facilement exploités
- Plan d'action : qui propose des actions convenables pour les différents risques cités selon le pourcentage des taux de TRS et TRSP
- Outils Lean : une fenêtre supplémentaire qui aide l'utilisateur à se renseigner sur les différents outils Lean et choisir entre eux selon l'indicateur impactant (T_D, T_P, T_Q, T_E, T_S, T_{Er})
- Risque classement : il classe les risques suivant par taux de significativité, donc il sert à déterminer les risques sur lesquels on doit agir le plutôt possible

Aide : qui sert à expliquer les différents termes et démarches suivis, par exemple le mode d'emplois de cette application

2ème étape : Après avoir sélectionné l'intervalle de temps auquel vous voulez se limiter cliquer sur le bouton analyser le rapport



3ème étape : Ce tableau de bord s'affiche



Si on

clique sur Turn light off : le tableau de bord va s'afficher en mode sombre



Ce 1er visuel permet de visualiser le Taux de conformité en fonction de la date de prise.

Et quand on clique sur une date (12 mars dans notre cas Pratique) on accède au taux de conformité en fonction des différents risques



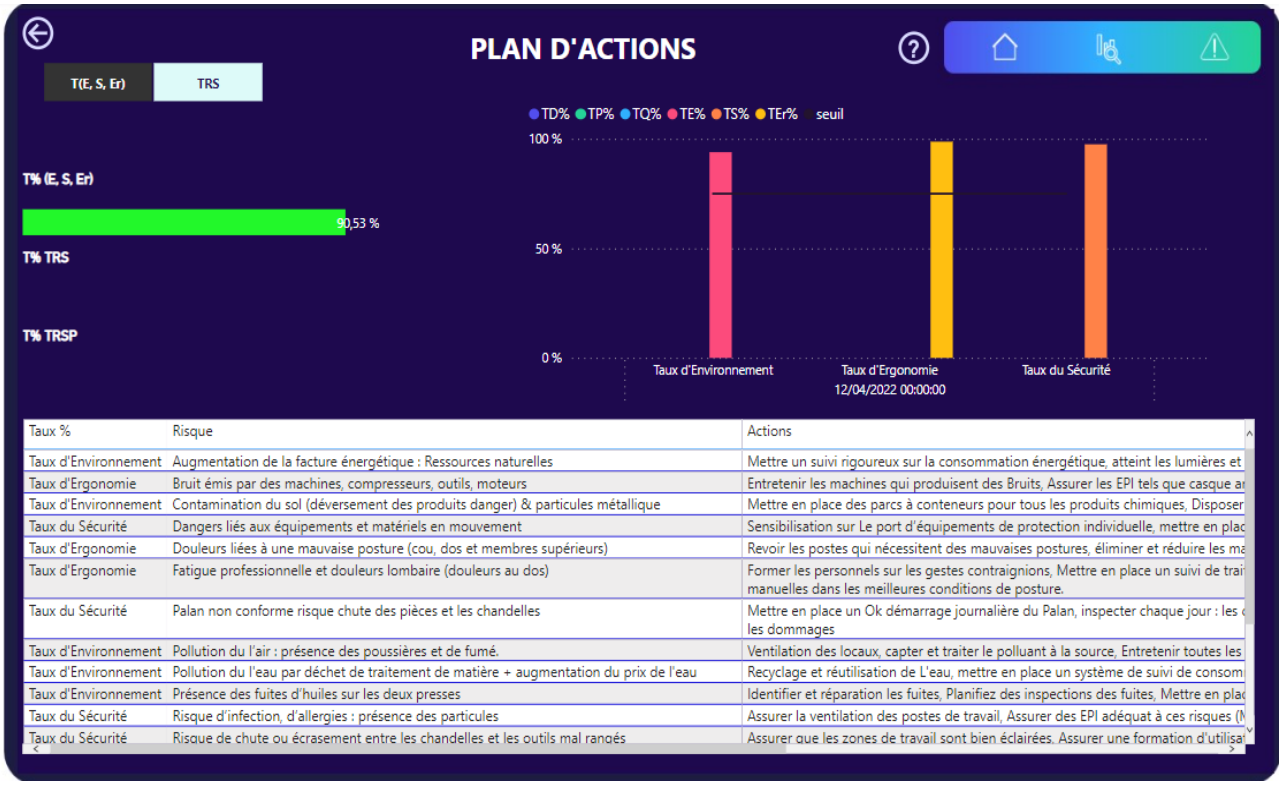
Le 2ème visuel : affiche les 3 taux : T% (E, S, Er), T% TRS, T% TRSP, le 1er est en 12 mars et le 2ème est en 12 avril



Si on clique sur l'icône information, cette interface s'affiche :

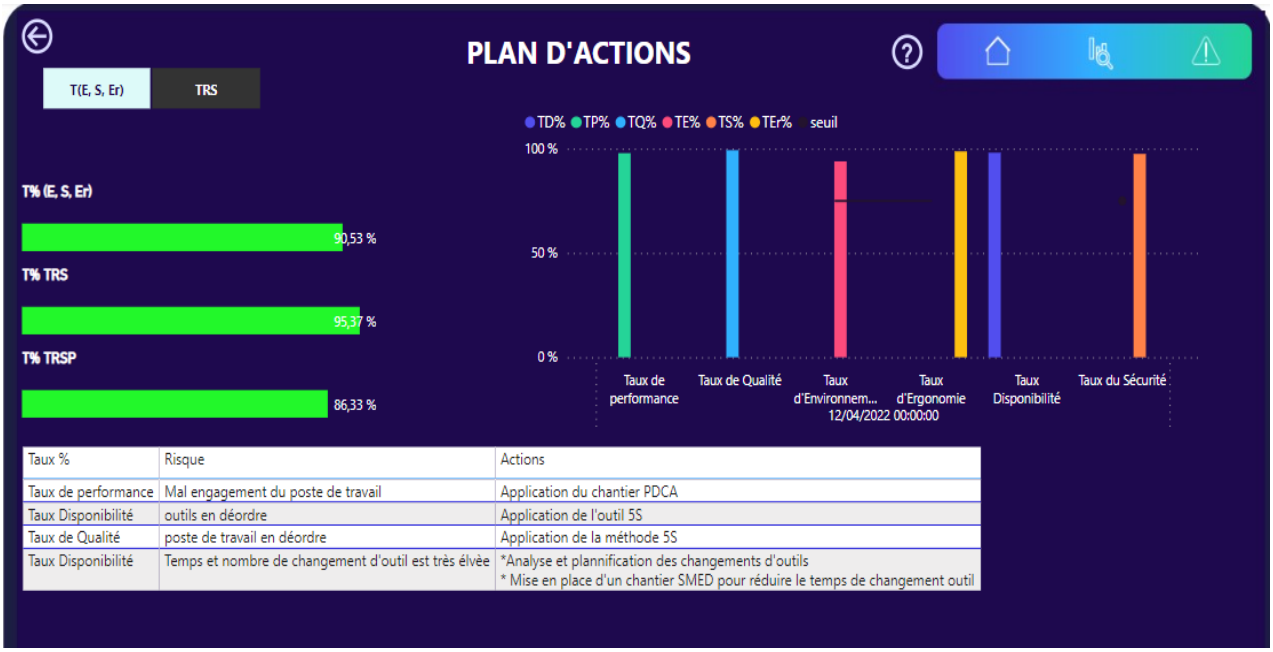


Si on clique sur T(E, S, Er), on obtient l'interface suivante :



Taux %	Risque	Actions
Taux d'Environnement	Augmentation de la facture énergétique : Ressources naturelles	Mettre un suivi rigoureux sur la consommation énergétique, atteint les lumières et
Taux d'Ergonomie	Bruit émis par des machines, compresseurs, outils, moteurs	Entretenir les machines qui produisent des Bruits, Assurer les EPI tels que casque a
Taux d'Environnement	Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	Mettre en place des parcs à conteneurs pour tous les produits chimiques, Disposer
Taux du Sécurité	Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement	Sensibilisation sur Le port d'équipements de protection individuelle, mettre en plac
Taux d'Ergonomie	Douleurs liées à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)	Revoir les postes qui nécessitent des mauvaises postures, éliminer et réduire les ma
Taux d'Ergonomie	Fatigue professionnelle et douleurs lombaire (douleurs au dos)	Former les personnels sur les gestes contraignions, Mettre en place un suivi de trai manuelles dans les meilleures conditions de posture.
Taux du Sécurité	Palan non conforme risque chute des pièces et les chandelles	Mettre en place un Ok démarrage journalière du Palan, inspecter chaque jour : les les dommages
Taux d'Environnement	Pollution du l'air : présence des poussières et de fumé.	Ventilation des locaux, capter et traiter le polluant à la source, Entretenir toutes les
Taux d'Environnement	Pollution du l'eau par déchet de traitement de matière + augmentation du prix de l'eau	Recyclage et réutilisation de L'eau, mettre en place un système de suivi de consom
Taux d'Environnement	Présence des fuites d'huiles sur les deux presses	Identifier et réparation les fuites, Planifiez des inspections des fuites, Mettre en plac
Taux du Sécurité	Risque d'infection, d'allergies : présence des particules	Assurer la ventilation des postes de travail, Assurer des EPI adéquat à ces risques (N
Taux du Sécurité	Risque de chute ou écrasement entre les chandelles et les outils mal rangés	Assurer que les zones de travail sont bien éclairées, Assurer une formation d'utilisat

Et quand on clique sur TRS, on obtient l'interface suivante :



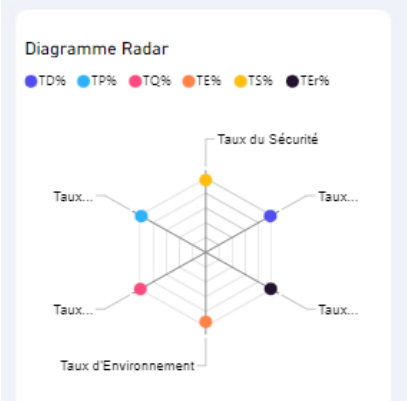
Taux %	Risque	Actions
Taux de performance	Mal engagement du poste de travail	Application du chantier PDCA
Taux Disponibilité	outils en déordre	Application de l'outil 5S
Taux de Qualité	poste de travail en déordre	Application de la méthode 5S
Taux Disponibilité	Temps et nombre de changement d'outil est très élvée	*Analyse et plannification des changements d'outils * Mise en place d'un chantier SMED pour réduire le temps de changement outil

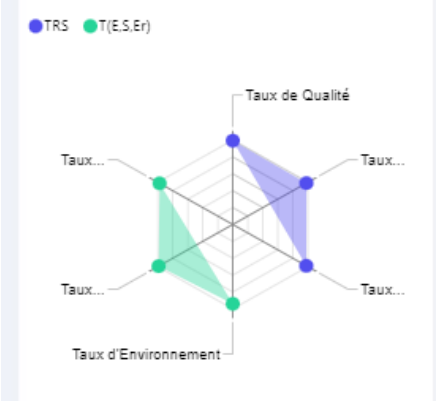
Le 3ème visuel : affiche le tableau de cotation AMDEC listant les différents risques suivant leur check-date et selon leur taux de conformité

check_date	G	F	M	C	Taux de conformité
samedi 12 mars 2022					
Augmentation de la facture énergétique : Ressources naturelles	1	2	2	4	95,06 %
Bruit émis par des machines, compresseurs, outils, moteurs	1	2	1	2	97,53 %
Contamination du sol (déversement des produits danger) & particules métallique	0	0	0	0	100,00 %
Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement	2	1	2	4	95,06 %
Douleurs liées à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)	2	2	1	4	95,06 %
Fatigue professionnelle et douleurs lombaire (douleurs au dos)	1	1	2	2	97,53 %
Palan non conforme risque chute des pièces et les chandelles	2	1	2	4	95,06 %

● G : gravité ● F : fréquence ● M : maitrise ● C : criticité

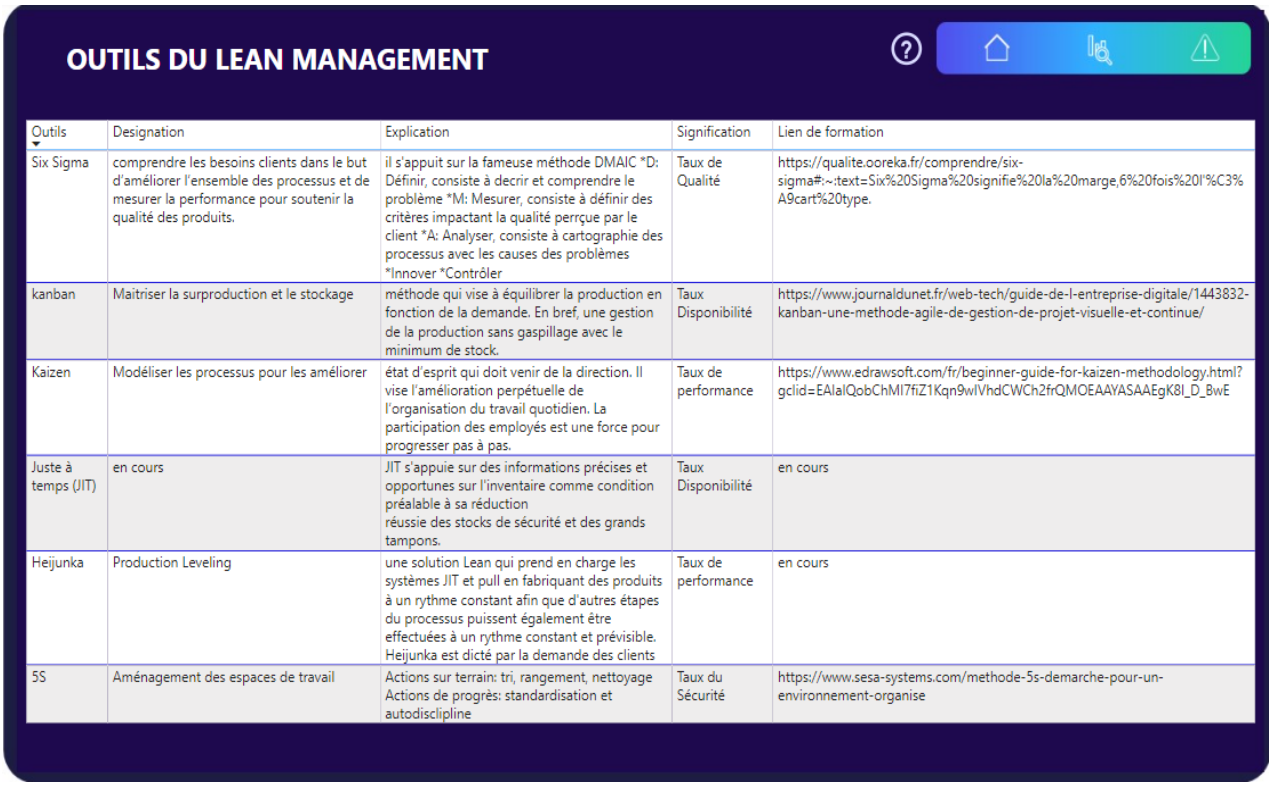
Le 4ème visuel : diagrammes radar





Autre interface :

Outils LM : une fenêtre supplémentaire qui aide l'utilisateur à se renseigner sur les différents outils Lean et choisir entre eux selon l'indicateur impactant (T_D, T_P, T_Q, T_E, T_S, T_{Er}) ;



OUTILS DU LEAN MANAGEMENT

Outils	Designation	Explication	Signification	Lien de formation
Six Sigma	comprendre les besoins clients dans le but d'améliorer l'ensemble des processus et de mesurer la performance pour soutenir la qualité des produits.	il s'appuit sur la fameuse méthode DMAIC *D: Définir, consiste à decrir et comprendre le problème *M: Mesurer, consiste à définir des critères impactant la qualité perrçue par le client *A: Analyser, consiste à cartographie des processus avec les causes des problèmes *Innover *Contrôler	Taux de Qualité	https://qualite.ooreka.fr/comprendre/six-sigma#:~:text=Six%20Sigma%20signifie%20la%20marge,6%20fois%20l'%C3%A9cart%20type.
kanban	Maitriser la surproduction et le stockage	méthode qui vise à équilibrer la production en fonction de la demande. En bref, une gestion de la production sans gaspillage avec le minimum de stock.	Taux Disponibilité	https://www.journaldunet.fr/web-tech/guide-de-l-entreprise-digitale/1443832-kanban-une-methode-agile-de-gestion-de-projet-visuelle-et-continue/
Kaizen	Modéliser les processus pour les améliorer	état d'esprit qui doit venir de la direction. Il vise l'amélioration perpétuelle de l'organisation du travail quotidien. La participation des employés est une force pour progresser pas à pas.	Taux de performance	https://www.edrawsoft.com/fr/beginner-guide-for-kaizen-methodology.html?gclid=EAIaIQobChMI7fiZ1Kqn9wIVhdCWCh2frQMOEAAYASAAEgK8I_D_BwE
Juste à temps (JIT)	en cours	JIT s'appuie sur des informations précises et opportunes sur l'inventaire comme condition préalable à sa réduction réussie des stocks de sécurité et des grands tampons.	Taux Disponibilité	en cours
Heijunka	Production Leveling	une solution Lean qui prend en charge les systèmes JIT et pull en fabriquant des produits à un rythme constant afin que d'autres étapes du processus puissent également être effectuées à un rythme constant et prévisible. Heijunka est dicté par la demande des clients	Taux de performance	en cours
5S	Aménagement des espaces de travail	Actions sur terrain: tri, rangement, nettoyage Actions de progrès: standardisation et autodiscipline	Taux du Sécurité	https://www.sesa-systems.com/methode-5s-demarche-pour-un-environnement-organise

5. Conclusion

Dans un cadre lié aux conséquences de la pandémie et dans la perspective de l'industrie 4.0, l'organisme d'accueil encourage le recours au Management Visuel pour un aide à la prise de décision. La conception et le développement de ce tableau de bord permet de centraliser l'information, de constituer une approche innovante pour gérer la mise en œuvre des projets d'amélioration, de chercher un problème, de tirer les interprétations, de manager une équipe, de communiquer et de partager des informations entre les différents services de l'entreprise en temps réel.

Le développement du tableau de bord 'Power Performance' s'avère l'issus de toute difficulté d'implantation de LMP, ainsi qu'il met en valeur tous les projets d'amélioration continue ciblant la performance de l'entreprise.

Conclusion Générale et Perspectives

Ce travail de recherche s'inscrit dans le contexte d'analyse et de traitement des effets néfastes suite à l'implémentation des projets Lean sur les conditions de travail aussi bien que leurs impacts sur le TRS. Le concept Lean exposé au cours du premier chapitre est un modèle de management visant l'amélioration de la performance industrielle axée sur l'élimination de tous types de gaspillages. Dans un premier temps, notre rapport a permis de présenter une analyse détaillée de la plupart des travaux de recherche sur la démarche Lean et ses outils. Ceux-ci nous ont permis de se pencher sur l'évolution des systèmes de production et de leurs historiques. Un constat nous a paru alors évident et important que la plupart des outils Lean ont été adoptées par les constructeurs automobiles (notamment Toyota au Japons). Aujourd'hui tous les secteurs et les services sont plus au moins concernés par l'implémentation du concept Lean. Toutefois, une difficulté importante rencontrée par les entreprises, elle concerne l'utilisation adéquate de ces outils vis-à-vis leurs processus et leurs conditions de travail. En effets, le déploiement des outils Lean par d'autres secteurs à un effet souvent négatif sur les facteurs sociaux. Ce qui met la réussite d'un projet Lean en revers et non durable. En s'appuyant sur l'état de l'art que nous avons réalisé, grand nombre d'auteurs montre d'une manière claire l'influence directe des facteurs sociaux sur le rendement global de l'entreprise dans un contexte Lean.

Dans un deuxième temps, un sondage descriptif sur l'implémentation de Lean a été réalisé en consultant une population professionnelle issue de l'industrie. Nous avons constaté que la réussite de la mise en œuvre d'un projet d'amélioration continue dans les entreprises est conditionnée sur l'évolution des facteurs Socio – économique et sur la durabilité des changements réalisés. Fort de ce constat, nous avons proposé une nouvelle approche capable d'assurer la réussite de l'implémentation d'un projet d'amélioration continue en tenant en compte les facteurs économiques et sociaux.

L'implémentation de LM entraîne souvent des conséquences négatives sur les conditions de travail. En effet, la non prise en compte du coté social dans la mise en œuvre d'un projet d'amélioration continue représente un risque majeur sur la dégradation de la sécurité, l'environnement, la santé et la motivation des employés. Nous avons proposé une nouvelle approche permettant la mise en évidence de l'influence des facteurs sociaux sur le rendement de la performance globale dans un contexte Lean. À travers une analyse des données de notre sondage, nous avons identifié et étudié les besoins des entreprises en termes de démarche et de gestion des effets de Lean sur le côté social. Puis, nous avons révélé les anomalies de la

méthodologie Lean en termes de moyen, d'indicateur et de démarche de surveillance des facteurs sociaux.

L'évaluation de l'impact d'un projet Lean sur l'ensemble des facteurs économiques et sociaux est très complexes vu le nombre de variables et de contraintes à identifier. Le nouveau modèle LMP "Lean Management Plus", nous a permis le traitement des sources des gaspillages et l'identification des causes ayant des effets négatifs sur les facteurs sociaux. Cela aide les dirigeants d'entreprise à éviter ces sources de la non-performance et d'organiser leurs politiques pour une implémentation efficace de tous types de projet d'amélioration continue. Ainsi, il sera possible de réaliser un progrès significatif sur l'ensemble des facteurs de performances QCDESE et de satisfaire les demandes des clients. Le facteur clé de la réussite d'un chantier LMP consiste en l'identification des meilleurs outils LM pour assurer un plan de convergence et des changements durables. Ceci, permettra aux entreprises de bien gérer le conflit d'intérêt des facteurs de performance Socio – Economique à travers une démarche d'implémentation claire.

Actuellement le TRS est l'indicateur le plus efficace pour maitriser l'évolution de la performance d'un processus ou d'une activité professionnelle. Selon notre sondage, cet indicateur est le plus utilisé dans l'industrie. En effet, ce constat facilite l'intégration de notre modèle dans le monde industriel vue que les utilisateurs du Lean sont bien familiarisés avec l'exploitation du TRS (en termes de : formation, notion, mode de suivi, archivage des données, de calcul…). Cependant, il y a un large impact sur la productivité par des facteurs bien au-delà des équipements ou bien des processus, y compris les conditions de travails, les employés, l'environnement et la culture. Dans cette optique, nous avons sélectionné AMDEC pour intégrer l'analyse de trois facteurs additionnels (ESE) en déterminant trois nouveaux taux (T_{Er},T_S,T_E) associés à ces facteurs. Ceci permet d'analyser plusieurs critères afin d'anticiper les problèmes avant qu'ils ne se produisent et d'engager des actions préventives ou correctives.

De ce fait, nous avons développé un nouvel indicateur TRSP "Taux de Rendement Synthétique Plus" qui permet d'évaluer chaque facteur de performance QCDESE et de bien gérer les conflits qui peuvent apparaitre. Nous avons proposé des formules et des expressions simples pour déterminer le taux d'évolution de chaque facteur. L'analyse des résultats conduit à identifier clairement l'ensemble des risques de dégradation de ces facteurs.

Le TRSP fournit un tableau de bord plus riche que celui du TRS traditionnel pour surveiller les indicateurs en écarts par rapport à l'objectif fixé. En effet, l'intégration des facteurs sociaux dans le suivi d'évolution des indicateurs permet de contrôler l'évolution des facteurs QCDESE en temps réel et de comparer les deux situations souhaitée et existante. Cette comparaison se fait à

l'aide d'une plateforme « Power Performance » que nous avons développé. Cette dernière sert à présenter l'évolution des axes de performance QCDESE, et relever les écarts pour définir les actions d'amélioration à entreprendre. De plus, elle permet le partage d'information et la prise de décision efficace pour les différents intervenants du projet en intégrant les facteurs sociaux dans le suivi quotidien.

Afin de valider notre démarche, nous avons implémenté LMP sur deux projets industriels dans deux entreprises de dimensions différentes (GE et PME). Les résultats obtenus peuvent être résumé comme suite :

a. Cas pratique 1 : Projet de diminution du temps CS d'une presse mécanique dans une unité de Fonderie de l'embrayage

- Le temps moyen de CS a passé de 23,5 min à 9 min 48s
- Amélioration de l'état de 5S dans l'unité de Fonderie.
- Création d'un environnement très motivants et un esprit d'équipe remarquable.
- Traitement des nombreuses alertes sur les risques sécuritaires et minimisation des contraintes ergonomiques.
- Instaurer une animation mensuelle pour améliorer les conditions de travail des personnels.
- Gains de (56% minimum) sur le temps de CS/ équipe de la presse d'alésage et le poinçonnage central.
- Gains sur TRS : passer de 67,75% à 95,37%.
- Gains sur TRSP : passer de 40,58% à 86,34%.
- Gains sur l'espace de stockage de Diaphragme de 100 m^2.

b. Cas pratique 2 : Projet d'amélioration de 5S et le développement des processus de fabrication d'un Atelier Assemblage

- Amélioration de l'état de 5S de l'atelier assemblage et réduction considérable des déchets
- Création d'un environnement très motivants et un esprit d'équipe remarquable.
- Instauration des animations hebdomadaires pour la qualité et amélioration des conditions de travail.
- Traitement de +90% des alertes sur les risques sécuritaires et ergonomiques.
- Augmentation de 31% de la capacité de la production pour l'atelier Assemblage.
- Gains de 144 min/équipe sur la réparation des grandes structures
- Gains sur TRS : passer de 43% à 97,3%.

- Gains sur TRSP : passer de 17% à 85,3%.
- Gains de +80% de temps de préparation et de collectage des pièces d'une commande
- Gains de 53 mètre carré de l'espace disponible

Les résultats obtenus ont confirmé l'utilité de notre concept, en termes d'amélioration des performances et de développement des organisations. De plus, LMP a permis d'augmenter les gains d'une manière remarquable. Nous avons également montré que la nouvelle méthodologie s'adapte aux différentes contraintes que ce soit une structure PME aussi bien que les GE.

Perspective

L'intégration des bonnes pratiques, de la formation et de la mobilisation des ressources humaines sont parmi les principales clefs de succès et de réussite d'un changement. Il suffit d'y croire et de le vouloir. Ainsi la notion d'engagement et l'implication de la direction et les managers, tout au long des processus d'implémentation d'un projet Lean, est indispensable pour la réussite des objectifs de ce projet.

Bien que les indicateurs de performance soient considérablement améliorés, certaines contraintes ont été soulevées, par exemple les éléments sociaux qui ont été mentionnés dans ce travail (la sécurité, l'ergonomie et l'environnement) qui influencent les résultats et le succès de la stratégie LMP. Cependant, d'autres aspects tels que la culture, les capacités et la formation doivent être surveillés pour garantir la maturité demandée.

La perspective de cette étude est d'élargir le champ d'application du LMP à d'autres domaines, tant publics que privés, afin d'évaluer comment ce modèle peut être intégré dans d'autres cultures, secteurs et pays ?

Enfin, pour faciliter l'exploitation de ce modèle (LMP ; TRSP) par les différents types d'entreprise, il y'a un besoin d'un modèle de formation standard basé sur des retours d'expérience des différents secteurs d'activités.

Finalement dans le cadre de nos futures recherches, une étude complémentaire sera orientée pour la mise en pratique de notre nouveau modèle au sein d'une organisation publique afin de tester et d'examiner d'autres aspects organisationnels, culturels et sociaux.

Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Les outils Lean les plus utilisés dans les industries intelligentes. 46
Tableau 2 : Les principes et les objectifs des 5S. 49
Tableau 3 : Les principaux effets et conséquences sur les facteurs ESE. 61
Tableau 4 : Classification de nombres des chantiers par rapport au rôle des personnes interrogées. 74
Tableau 5 : Résultats d'analyse descriptive du sondage. 75
Tableau 6 : Cramer's V interprétation. 76
Tableau 7 : La corrélation et la fréquence entre l'ergonomie et la sécurité. 77
Tableau 8 : La Corrélation et la fréquence entre l'ergonomie et l'environnement. 78
Tableau 9 : La Corrélations et La fréquences entre la sécurité et l'environnement. 79
Tableau 10 : Synthèse de la Revue Littérature sur l'effet de LM sur les trois axes de performance ESE (adaptée [111]). 84
Tableau 11 : Identification des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces de L'analyse SWOT. 87
Tableau 12 : Tableau de cotation des critères. 110
Tableau 13 : Etat initial des taux de performance. 127
Tableau 14 : La grille d'AMDEC des différents risques. 131
Tableau 15 : Suivi des opération CS. 133
Tableau 16 : Des actions correctives phares pour développer et améliorer les conditions de travails. 137
Tableau 17 : Calcul de TRS classique et TRSP. 138
Tableau 18 : Etat de lieu de l'environnement de travail. 149
Tableau 19 : Etat synthétique des données initiales de l'atelier Assemblage. 151
Tableau 20 : état initial des taux de performance. 152
Tableau 21 : la grille d'AMDEC des différents risques. 155
Tableau 22 : Calcule de TRS classique et TRSP. 158

Liste des Figures :

Figure 1 : Évolution du nombre et de la fréquence des AT « 2013-2018 » (France) [12]. 17
Figure 2 : L'évolution du nombre moyen de jours d'arrêt entre 2006 et 2018. 18
Figure 3 : Estimation du taux de stress autodéclaré lier au travail pour 100000 travailleurs, Grande-Bretagne. 18
Figure 4 : La démarche utilisée pour exploiter la voie de recherche et de retour d'expérience. 25
Figure 5 : Les étapes principales de la recherche adoptée pour la revue littérature (SRL). 28
Figure 6 : Modèle historique de Toyota : « La maison » du système de production [65]. 35
Figure 7 : Système de performance économique actuel. 37
Figure 8 : Nouveau système de performance « Socio - Economique ». 39
Figure 9 : Impact de Lean sur les axes Techniques et sociaux. 42
Figure 10 : Historique et Chronologie du Lean (Flauder, 2015 [76]). 43
Figure 11 : Cas avant la mise en place de la méthode SMED. 50
Figure 12 : La roue de Deming « PDCA ». 51
Figure 13 : Système Poka-Yoke : Technique pour améliorer la qualité et éviter les erreurs. 52
Figure 14 : Représentation schématique du lien entre Lean Management et Lean Manufacturing. 57
Figure 15 : la généalogie et le développement du concept Lean. 64
Figure 16 : Types de secteur d'activité des entreprises participées. 69
Figure 17 : Les Pays des entreprises participantes au sondage. 70
Figure 18 : Les services et métiers des organisations participantes. 70
Figure 19 : Effectif des entreprises participantes. 71
Figure 20 : Niveau d'étude des personnes interrogées. 71
Figure 21 : Types de formation le plus présentatif. 72
Figure 22 : Types des fonctions participantes. 72
Figure 23 : Les différentes durées d'expériences des participants. 73
Figure 24 : La gestion de la formation des personnels des organisations participantes. 74
Figure 25 : Présentation de la démarche de Lean Management Plus « LMP ». 81
Figure 26 : Présentation des facteurs clés de la réussite de LMP. 82
Figure 27 : Principe de fonctionnement du Matrice SWOT [112]. 86
Figure 28 : Modèle de système de production Lean. 89
Figure 29 : Schéma synthétique de LMP & TRSP. 92
Figure 30 : Schéma détaillé de la mise en place de LMP. 95
Figure 31 : Les critères SMART d'un bon KPI (adapté [141]). 101
Figure 32 : Les Trois leviers de TRS classique. 103
Figure 33 : Les Trois piliers de TRS et les grosses pertes d'équipement (adapté [148]). 104
Figure 34 : Le mode de de déroulement de l'analyse AMDEC. 109
Figure 35 : Vue éclatée d'un embrayage. 115
Figure 36 : le plateau de pression. 116
Figure 37 : Pièce brut. 117
Figure 38 : Pareto des causes des arrêts à l'unité de Fonderie. 119
Figure 39 : Dépose de la pièce sur la presse. Figure 40 : Dépose de la pièce sur la Machine. 121
Figure 41 : la pièce diaphragme. 124
Figure 42 : bouton de déplacement et de réglage. 124
Figure 43 : Etat du taraudage du tiroir (table sortant). 125
Figure 44 : Etat de Palpeur de sécurité. 125
Figure 45 : Tête de chargement de la pièce sur la Machine de Rayonnage. 126
Figure 46 : Tête de déchargement de la pièce sur la Machine de Rayonnage. 126
Figure 47 : la saleté autour de la machine de rayonnage. 126

Figure 48 : Etat de 5S de l'unité de Fonderie. 129
Figure 49 : Evolution du nombre de Changement de Série (CS). 132
Figure 50 : Support et Tableau d'affichage du chantier SMED. 135
Figure 51 : Suivi de chronométrage de changement de d'outil. 136
Figure 52 : Gestion visuelle de l'espace de stock et l'amélioration de l'environnement de la presse. 140
Figure 53 : Support et Tableau d'affichage du chantier 5S. 156
Figure 54 : Etat de référence de l'atelier Assemblage (Etat de Référence de chaque Zone « Annexe 1 »).....159
Figure 55 : Fiche auto-audit du chantier 5S (Etat Avant : Voir Annexe 2). 160
Figure 56 : Gestion de Management visuelle dans l'atelier assemblage. 161
Figure 57 : Extraction des données et Sources.....167
Figure 58 : Exemple : Configuration des données : sélectionner et déclarer les variables.....167
Figure 59 : Transformation des tables par Power Query 168
Figure 60 : Les différentes étapes de transformation du tableau TRSP 168

Références

[1] Papadopoulou T.C., Özbayrak M., (2005),"Leanness: experiences from the journey to date", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 16 Iss 7 pp. 784 – 807.

[2] Michael A. Lewis, (2000),"Lean production and sustainable competitive advantage", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 Iss 8 pp. 959 – 978;

[3] Ackerman M., Dachtera J., Pipek V., Wulf V. (2013), "Sharing knowledge and expertise: The CSCW view of knowledge management", Computer Supported Cooperative Work (CSCW), vol 2, Iss 6, pp. 531-573.

[4] Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J., & Bergmann, L. (2008). An environmental perspective on Lean Production. In Manufacturing systems and technologies for the new frontier (pp. 83-88). Springer, London.

[5] Shahram Taj, (2005), "Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries", Management Decision, Vol. 43, Iss 4, pp 628 – 643.

[6] Powell, D., Lundeby, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017), "Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer", International Journal of Lean Six Sigma, Vol 8, No (1), pp 53–64.

[7] Belfanti, N, (2019) "Adoption of lean practices as management innovation. A review and conceptualization", Int. J. Business Innovation and Research, Vol. 18, No. 2, pp.242–277.

[8] ALIZON, F., SHOOTER, S. B., SIMPSON, T. W. (2009), "Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization". Design Studies, Vol. 5, No 30, p. 588-605.

[9] Rauch, E., Matt, D.T. and Linder, C. (2020) "Lean management in hospitality: methods, applications and future directions", Int. J. Services and Operations Management, Vol. 36, No. 3, pp.303–326.

[10] Sivananda Devi, K., Arunachalam, V.P. and Gunasekaran, N. (2018) "Lean manufacturing concepts in wet grinder assembly line through value state mapping", Int. J. Services and Operations Management, Vol. 30, No. 3, pp.357–370.

[11] Lathin, D., & Mitchell, R., (2001),"Lean manufacturing: techniques, people and culture". In ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings. (p. 321), American Society for Quality. June, pp. 2-6.

[12] Accidents du travail en Alsace-Moselle et ailleurs : des statistiques inquiétantes qui traduisent des situations inéquitables [Internet]. Disponible sur : https://www.alterpresse68.info/2019/09/18/accidents-du-travail-en-alsace-moselle-et-ailleurs-des-statistiques-inquietantes-qui-traduisent-des-situations-inequitables/

[13] Historical picture statistics in Great Britain, 2021 [Internet]. Trends in work-related ill health and workplace injury, Data up to March 2021, Annual statistics, (Published 16th December 2021). Disponible sur : https://www.hse.gov.uk/statistics/history/historical-picture.pdf

[14] Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B., & Gill, C. (2006). The effects of lean production on worker job stress. International Journal of Operations and Production Management, Vol 26, No 9, pp. 1013-1038.

[15] Garcés, M., & Stecher, A. (2021). TRAVAILLER EN PÉRIODE DE LEAN MANAGEMENT UN EXAMEN CRITIQUE DE SES EFFETS NÉFASTES SUR L'EXPÉRIENCE DES TRAVAILLEURS. Innovar. 2021, vol.31, n.79, pp.71-88, Epub Feb 17, 2021. ISSN 0121-5051.

[16] Mahesh babu, P., Jeff, S., and Dave, M., (April 2020), "Waste reduction using lean tools in a multicultural environment, ". Journal of Cleaner Production, Vol. 265, 121681.

[17] Ughetto P. (2012), "Lean: Thoughts and oversights in respect of relentless activity", Activités, vol. 9, N° 2, pp. 148-167. DOI: 10.4000/activites.453.

[18] Lean Manufacturing and the Environment: Research on Advanced Manufacturing Systems and the Environment and Recommendations for Leveraging Better Environmental Performance; [Internet]; Disponible sur: https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-11/documents/lean_environment_report.pdf.

[19] Berg, P., & Kalleberg, A. L. (2002, November). "The effect of high-performance work practices on job stress: Evidence from a survey of US workers". In Conférence on Work Intensification (pp. 21-22).

[20] Bruère, S. (2013). Les liens entre le système de production Lean manufacturing et la santé au travail : une recension de la littérature. Revue multidisciplinaire sur l'emploi, le syndicalisme et le travail, Vol 8, No (1), pp. 21-49.

[21] Ardenti, R., Mathieu, R., & Gorgeu, A. (2010). "Caractère soutenable du travail et trajectoires ouvrières : études de cas dans la filière automobile et les industries agroalimentaires". Sociétés contemporaines, Vol (2), pp. 87-113.

[22] Valeyre A, Lorenz E, Cartron D, Csizmadia P, Gollac M, Illésy M, Makó C. (2009). "Working conditions in the European Union: Work Organisation". Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

[23] Swank C., (2003), "The Lean Service Machine", Harvard Business Review, vol. 81, n° 10, pp 123-129.

[24] Vinardi, C. (2013). "Le Lean : atouts, impacts et limites", Editeur Vuibert, Paris. p.36.

[25] Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). "Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation". Journal of the Operational Research Society, Vol 48, No (11), pp 1148-1148.

[26] Albliwi, S. A., Antony, J., & Lim, S. A. H. (2015). "A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry". Business Process Management Journal, Vol 21, No (3), pp 665–691.

[27] Zhou, B. (2016) 'Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs)', Annals of Operations Research, Vol. 241, Nos. 1–2, pp.457–474.
[28] Rose, A. M. N., Deros, B.Md., Rahman, M.N., Nordin, N. (2011), "Lean manufacturing best practices in SMEs", Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 872 – 877.
[29] Drew, J., McCallum, B., & Roggenhofer, S. (2004). "Objectif lean. Mc Kinsey et company". Paris: Édition d'Organisation; 2004, 260 p.
[30] Khadem, M. (2004). "Efficacy of lean metrics in evaluating the performance of manufacturing system". The University of Wisconsin-Milwaukee.
[31] Morvan, E., François, M., & Bourgeois, F. (2008). Les systèmes productifs « au plus juste » : quelle place pour l'activité et la santé. In Ph. Négroni, & Y. Haradji (Eds.), Ergonomie & conception. « Concevoir pour l'activité humaine » (43ème congrès de la SELF, Ajaccio, 17-19 septembre 2008) (pp. 61-70). Editions ANACT.
[32] Renaud, A. Berland, N. (Mai 2007), "Mesure de la performance globale des entreprises", comptabilité et environnement, France, pp.CD-Rom. Halshs-00544875
[33] Alkhoraif, A.A. and McLaughlin, P. (2020), "Explore and evaluate organisational culture aspects that affect lean implementation within manufacturing SMEs: the case of Saudi Arabia", Int. J. Services and Operations Management, Vol. 36, No. 2, pp.247–270.
[34] Giard, V. (1988). "Gestion de la production". 2 ème édition, Paris: Ed. Economica.
[35] Assarlind, M., Gremyr, I. and Backman, K. (2012), "Multi-faceted views on a Lean Six Sigma application", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 22 No. 3, pp. 21-30.
[36] Boutayeb, A., Sabbani, Y., Ennadi, A., & Chamat, A. (2020, December). "Contribution of LEAN Management in the Moroccan Ecosystem: Industrial Sector". In 2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA) (pp. 1-6). IEEE.
[37] Caulley, D. N. "Rédaction d'une revue critique de la littérature." Université La Trobe: Bundoora (1992).
[38] Young, S. and Eldermire, E. (2017). "The big picture: finding, evaluating, and applying systematic reviews across disciplines". In: Foster, M.J and Jewell, S.T., editors. Assembling the pieces of a systematic review: a guide for librarians. Lanham (MD): Rowman & Littlefield. p. 13-29.
[39] Monnet, M., (2006), « L'élaboration des stratégies de logistique inversée », Gestion, 2006/3 Vol. 31, p. 78-84.
[40] Boyson, S., Corsi, T.M., Dresner, M.E. and Harrington, L.H. (1999), "Logistics and the Extended Enterprise: Benchmarks and Best Practices for the Manufacturing Professional", Wiley, New York, NY.
[41] Poirier, Charles C. "Advanced supply chain management: How to build a sustained competitive advantage". Berrett-Koehler Publishers, 1999.
[42] Véronneau, S., Pasin, F., & Roy, J. , (2008). "L'information dans la chaîne logistique". Revue française de gestion, no 6, p. 149-161.
[43] Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001), "Performance measures and metrics in a supply chain environment", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21 No. 1/2, pp. 71-87.
[44] Togar, M. S. and Ramaswami, S. (2004), "A benchmarking scheme for supply chain collaboration", An International Journal Vol. 11 No. 1,pp. 9-30.
[45] Cigolini, R., Cozzi, M., Perona, M. (2004), "A new framework for supply chain management Conceptual model and empirical test", International Journal of Operations & Production Management Vol. 24 No. 1, pp. 7-41.
[46] Everton D., Sergio E., Edson P., Heliore W., "lean supply chain management: Practices and Performance Mesures", Industrial and systems Engineering Research conference, 2012.
[47] Lee, H., Padmanabhan, V. and Whang, S. (1997), "Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect", Management Science, Vol. 43, No. 4, pp.546–558.
[48] Lummus, R., Duclos, L. and Vokurka, R. (2003) 'The impact of marketing initiatives on the supply chain', Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 8, No. 4, pp.317–323.
[49] McCullen, P. and Towill, D. (2002), "Diagnosis and reduction of bullwhip in supply chains", Supply Chain Management, Vol. 7 No. 3, pp. 164-79.
[50] Carvalho, H., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2010). "Supply chain performance management: lean and green paradigms". International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling, Vol 2, No (3-4), pp 304-333.
[51] GERSHWIN, S. B., (1994), "Manufacturing systems engineering, prentice hall". Englewood Cliffs, NJ, vol. 7632.
[52] Vattier, E. (2014). "Les outils du lean manufacturing : application pratique en atelier de production (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
[53] Netland, T. H., Mediavilla, M., & Errasti, A. (2012, September). "The insignificant role of national culture in global lean programmes". In IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (pp. 454-462). Springer, Berlin, Heidelberg.
[54] Fanny Olivier, "L'approche Lean : méthodes et outils appliqués aux ateliers de production pharmaceutique". Sciences pharmaceutiques. 2009. HAL Id: <dumas-00592326>. Submitted on 12 May 2011. 136p, Disponible en ligne sur : http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00592326
[55] Aïm, R. (2012), "L'essentiel de la Théorie des organisations", Gualino éditeur, Lextenso éditions.

[56] Bezzaze, L. (2016). "Analyse de l'impact du Lean Management sur la performance des organisations : une méta-analyse", (Doctoral dissertation, Université du Québec à Chicoutimi).
[57] Durand J-P., (1993), "Vers un nouveau modèle productif", SYROS, Paris.
[58] DANKBAAR, Ben. (1997), "Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design? ". Human relations, Vol. 50, no 5, p. 567-583.
[59] Gramsci, A. (1971). "Selection from the Prison Notebooks", edited and translated by Quintin Hoare and Geoffrey Nowell Smith,
[60] Liker, J. K., and Meier, D. (2006), "Toyota way fieldbook". McGraw-Hill, New York, NY.
[61] Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1990), "The Machine that Changed the World: How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars", S. &. Schuster, Londres, 330 p.
[62] Christian HOHMANN, "Livres outils : TECHNIQUES_DE_PRODUCTIVITÉ", Code éditeur : G54295 • ISBN : 978-2-212-54295-0
[63] Sandra, D. (2008), "Le taylorisme est-il un mode d'organisation du travail dépassé ? ", -publié le 06/10/2008. Publications Pimido.
[64] HAMEL, M. R., Kaizen Event Fieldbook: Foundation, Framework, and Standard Work for Effective Events. Society of Manufacturing Engineers. U.S. 2009. 272 p.
[65] Pillet, M., Bonnefous, P. and Courtois, A. "Gestion de production : les fondamentaux et les bonnes pratiques", « In French », 5th Edition, Paris, Eyrolles, 476 p.
[66] Bosch-Mauchand, M., & EYNARD, B. (2011). "Système d'information et méthode de production. Techniques de l'ingénieur-Ingénieur : articles", documentation scientifique et techniques.
[67] Mathieu, P. (2008). La RSE : fondements théoriques et problématiques gestionnaires. Entreprise Ethique, (28), pp13-21.
[68] Alok, S., Kabra, A. and Mudam, A. (2018), "Predicting the behavioural intention to adopt lean practices: an empirical study in the manufacturing industry", Int. J. Services and Operations Management, Vol. 29, No. 4, pp.557–578.
[69] Lyonnet, B. (2010). Amélioration de la performance industrielle : vers un système de production Lean adapté aux entreprises du pôle de compétitivité Arve Industries Haute-Savoie Mont-Blanc (Doctoral dissertation, Université de Savoie).
[70] Shah, R., & Ward, P. T. (2007). "Defining and developing measures of lean production". Journal of operations management, 25(4), 785-805.
[71] Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. International journal of lean six sigma.
[72] Ballé, M., & Handlinger, P. (2012). "Learning Lean: Don't Implement Lean, Become Lean". Reflections, 12(1).
[73] Ballé, M., Jones, D. T., Chaize, J., & Fiume, O. J. (2017). "Lean Strategy: Using Lean to Create Competitive Advantage", Unleash Innovation, and Deliver Sustainable Growth. McGraw-Hill Education.
[74] Landsbergis, P. A., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. Journal of occupational health psychology, 4(2), 108.
[75] Euzenat, J., Meilicke, C., Stuckenschmidt, H., Shvaiko, P., & Trojahn, C. (2011). Ontology alignment evaluation initiative: six years of experience. In Journal on data semantics XV (pp. 158-192). Springer, Berlin, Heidelberg.
[76] Flauder, J. (2015). "Déploiement du Lean Management dans un atelier de conditionnement et conduite du changement", (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat, université de Bordeaux).
[77] Daeffler, M. (2018). "La construction navale en Normandie aux XVIE et XVIIE siècles". Approche comparative. In Annales de Normandie (Vol. 68, No. 1, pp. 55-86). Association Les Annales de Normandie.
[78] Büyüközkan, G., Kayakutlu, G., & Karakadılar, İ. S. (2015). "Assessment of lean manufacturing effect on business performance using Bayesian Belief Networks". Expert Systems with Applications, Vol 42, No (19), pp 6539-6551.
[79] Thangarajoo, Y., Smith, A., May. (2015), "Lean Thinking: An Overview," Journal of Industrial Engineering & Management, Vol. 4, Issue 2, p. 2169-0316, ISSN: 2169-0316.
[80] Khamis, N., Rahman, M.N.A., Ismail, A.R., Ghani, J.A. and Zulkifli, R. (2009), "Development of 5S practice checklist for manufacturing industry", Proceedings of the World Congress on Engineering, London, UK, 1–3 July, Vol. 1.
[81] Gupta, A., Verma, S. and Gupta, S. (2015), "An application of 5s concept to organize the workplace at a small-scale manufacturing company", International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, Vol.4, No. 1, pp.713–728.
[82] Jamian, R., Rahman, M.N., Deros, B.M., Mohamed, M.S. and Ismail, N.Z.N. (2014) "A conceptual approach of 5S to improving quality and environmental performance of Malaysian oil palm dealers", JurnalTeknologi, Vol. 70, No. 1, pp.65–73.
[83] Scott, B. S., A. E. Wilcock, and V. Kanetkar, (2009), "A Survey of Structured Continuous Improvement Programs in the Canadian Food Sector". Food Control, Vol 20, No (3), pp 209–217.
[84] Osada, T., (1989). "5S – Tezukuri no manajiment shuho (5S – Handmade Management Method)". JIPM, Tokyo.
[85] Monden, Y., (2012). "Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-InTime", fourth ed. Institute of Industrial Engineers.

[86] Subramaniam, S. K., Husin, S. H., Singh, R. S. S., & Hamidon, A. H. (2009). Production monitoring system for monitoring the industrial shop floor performance. International journal of systems applications, engineering & development, Vol 3; No (1), pp 28-35.
[87] Kobayashi, K., Fisher, R., Gapp, R., (2008). "Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan", the UK and the US. Total Qual. Manage. Bus. Excellence Vol 19, No (3), pp 245–262.
[88] Sherali, H. D., Goubergen, D.V. and Landeghem, H.V, (2008). "Une approche quantitative pour planifier les activités afin de réduire la configuration dans plusieurs lignes de machines", European Journal of Operational Research, (187), pp 1224-1237.
[89] Shingo, S., (1985), "Une révolution dans la fabrication : le système SMED", Productivity Press, Cambridge.
[90] McIntosh, R. I., Culley, S.J., Mileham, A. R., Owen, G. W., (2014) "Une évaluation critique de la méthodologie « SMED » (Single Minute Exchange of Die) de Shingo", International Journal of Production Research, Vol 38, No (11), pp 2377-2395.
[91] Yash, D., Nagendra, S., (2012), "Single Minute Exchange of Dies: Literature Review", International Journal of Lean Thinking, Vol 3, No (2), pp 27-37.
[92] Shewhart, W. A., & Deming, W. E. (1986). "Statistical method from the viewpoint of quality control". Courier Corporation.
[93] FONTANILLE, O.; CHASSENDE-BAROZ, E.; CHEFFONTAINES, C. ; FREMY, O. ; IZUMIMOTO, Y. "Pratique du Lean : Réduire les pertes en conception, production et industrialisation". Paris, Dunod, 2010. 208 p.
[94] Womack, J. P., and Jones, D. T., (2005), "Lean Consumption," Harvard Business Review, Vol. 83, No. 3, pp. 58-68.
[95] Lathia, S. P., & Voskobojnyk, V. I. (2001). "Lean manufacturing". A43 B, 312.
[96] Asquin, A., & Wissler, M. (2000). "Lean management : enjeux stratégiques et perspectives pour les activités tertiaires". In 9e Conférence de l'AIMS (Association Internationale de Management Stratégique) 2000.
[97] Metzen, H., & Bösenberg, D. (1992). "Lean-Management". Vorsprung durch schlanke Konzepte, Landsberg am Lech.
[98] Bonome, M. Costa, M. Godinho, L.D. Fredendall, F. José, G. Paredes, (2018), "Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: a systematic literature review, Trends Food Sci". Technol. VOL 82, pp 122–133.
[99] Jiju Antony; (2011), "Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners International Journal of Productivity and Performance Management", Vol 60, No (2). pp. 185-190. ISSN1741-0401.
[100] Anthony, J. and Fergusson, G. (2008), "Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners", International Journal of Productivity and Performance Management, Vol 60, No (2). pp. 185-190, ISSN1741-0401;
[101] Banaśkiewicz Z., (2002), "Rola samodzielnych zespołów w procesie poprawy wyników linii produkcyjnej", II Konferencja, Lean Manufacturing, Wrocław 3-4/6/2002, Wrocławskie Centrum Transferu Technologii, Wrocław, 2002, p. 74-75.
[102] Melton T., (2005), "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries", Chemical Engineering Research and Design, vol. 83, n° 6, pp. 662-673.
[103] Twaróg J., (2002), "Tworzenie struktury procesowej, Problemy Jakości", n° 11, pp. 19.
[104] Hines, P. (2009). "Lean and green". Source Magazine the Home of Lean Thinking, 3.
[105] Womack, J. P., & Jones, D. T. (1994). From lean production to lean enterprise. Harvard business review, Vol 72, No (2), pp 93-103
[106] Lauver, K.J., Nahm, A.Y., Opall, B.S. and Keyes, J.P. (2020), "The importance of aligning lean with organisational strategy", Int. J. Business Excellence, Vol. 21, No. 1, pp.17–36.
[107] Sahoo, S. 2019. "Lean Manufacturing Practices and Performance: The Role of Social and Technical Factors." International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 37 No. 5, pp. 732-754.
[108] Tajri, I. and Cherkaoui, A. (2015), "Proposition d'un modèle sur la complexité de la relation "Lean, Entreprise, Employé Ergonomie Cognitive"- Cas d'une PME marocaine dans le secteur thermomécanique", « In French », 10th International Conference: Integrated Design and Production, Tanger, Morocco, hal-01260827.
[109] Dos Santos, Z. G., Vieira, L. and Balbinotti, G. (2015), "Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry", Procedia Manufacturing, vol. 3, n. Ahfe, pp. 5947–5954.
[110] Aydınoğlu, N., Hatipoğlu, T., Esen, H., and Fığlalı, N., (2017), "Application of lean production techniques in the manufacturing industry," Int. J. Services and Operations Management, Vol. 27, No. 3, pp.324–344.
[111] Boutayeb, A., Ennadi, A., Chamat, A., Touache, A. and Boumane, A. (xxxx) 'New approach of lean management concept: procedure and practical case in the automotive sector', Int. J. Services and Operations Management, Vol. X, No. Y, pp.xxx–xxx.
[112] Analyse SWOT,Un outil d'analyse et d'aide à la décision G. Absil, APES-ULg 27 janvier 2011 ; [Internet] ; Disponible sur: https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/169629/1/ELE%20MET-DON%20L-10621.pdf
[113] Krafess, S., & Talbi, A. (2015, December). "Contribution à l'amélioration de la performance des équipements de production basée sur les outils lean Manufacturing et lean Maintenance". In Xème Conférence Internationale : Conception et Production Intégrées.
[114] Valeyre, A., (2007), "Les conditions de travail des salariés dans l'Union européenne à quinze selon les formes d'organisation". Travail et emploi, (112), pp 35-47.

[115] Bertrand, T., & Stimec, A. (2011). Santé au travail. Revue Française de Gestion, 214(5), 127-144.
[116] Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003), "Classification scheme for lean manufacturing tools", International journal of production research, Vol 41, No (13), pp 3075-3090.
[117] Kindler, N. B., Krishnakanthan, V., & Tinaikar, R. (2007), "Applying lean to application development and maintenance". The McKinsey Quarterly, Vol 3, pp 99-101.
[118] Alarçon L.F., Diethelm S., Rojo O., Calderón R. (2008), "Assessing the impacts of implementing lean construction", Revista Ingeniería de Construcción; Vol 23, No (1), pp 26-33.
[119] Baglin G., Capraro M. (1999), "L'Entreprise Lean Production ou la PME compétitive par l'action collective". Presses Universitaires de Lyon.
[120] Real, R., Pralus, M., Pillet, M., & Guizzi, L. (2010). Une première étape vers le Lean dans les entreprises de sous-traitance mécanique (Retour sur 7 ans de pratique). Revue française de gestion industrielle, 29(1), 29-35.
[121] Alireza, E., & Osman, M. R. (2011), "Success and failure issues to lead lean manufacturing implementation". ‖ proceedings of the International Management Conference. Malaysia, pp 16-17.
[122] Marvel, J. H., & Standridge, C. R. (2009). "Simulation-enhanced lean design process ". Journal of Industrial Engineering and Management, Vol 2, No (1), pp 90-113.
[123] Phelps, R., R. Adams, and J. Bessant. 2007. “Life Cycles of Growing Organizations: A Review with Implications for Knowledge and Learning”, International Journal of Management Reviews, Vol 9, No (1), pp 1–30.
[124] Boyer, K. K. (1996). "An assessment of managerial commitment to lean production ". International Journal of Operations & Production Management, 16, pp 48–59.
[125] Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2014). "A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing ". International Journal of Operations & Production Management.
[126] Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). "Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance ". Journal of operations management, Vol 19, No (6), pp 675-694.
[127] Ballé, M. (2004), "Jidoka, le deuxième pilier du lean". Working Paper N 2, Projet Lean Entreprise.
[128] AI-Araidah, o., Momani, A., Khasawneh, M. & Momani, M. (2010). "Lead-time reduction utilizing lean tools applied to healthcare: the inpatient pharrnacy at a local hospital ". Journal for healthcare quality: official publication of the National Association for Healthcare Quality, 32, pp59-66.
[129] Perez, C., de Castro, R., Simons, D., & Gimenez, G. (2010). "Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector ". Supply Chain Management: An International Journal.
[130] Sim, K. L., & Rogers, J. W. (2009). "Implementing lean production systems: barriers to change. Management research news ", Vol 32, No (1), pp 37–49.
[131] Brun, A. (2011). "Critical success factors of Six Sigma implementations in Italian companies ". International journal of production economics, Vol 131, No (1), pp 158-164.
[132] T. Ramadas, K.P. Satish, “Identification and modeling of employee barriers while implementing lean manufacturing in small- and medium-scale enterprises,” International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 67, No. 3, pp.467–486, 2018.
[133] Uriarte, A. G., Ng, A. H., & Moris, M. U. (2018). "Supporting the lean journey with simulation and optimization in the context of Industry 4.0 ". Procedia Manufacturing, 25, pp 586-593.
[134] Antosz, K., Stadnicka, D., (2017). "Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results ". Procedia Engineering, Volume 182, pp 25–32
[135] Cartan-Quinn, M., & Carson, D. (2003). "Issues which impact upon marketing in the small firm ". Small business economics, Vol 21, No (2), pp 201-213.
[136] Alaskari, O., Ahmad, M.M. and Pinedo-Cuenca, R. (2016), “Development of a methodology to assist manufacturing SMEs in the selection of appropriate lean tools”, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 7 No. 1, pp. 62-84.
[137] Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). "Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs–a multiple case analysis ". Production Planning & Control, Vol 27, No (1), pp 1-23.
[138] Beauvallet, G., & Houy, T. (2009). "L'adoption des pratiques de gestion lean ". Revue française de gestion, (7), pp 83-106.
[139] Association Française de Gestion Industrielle (1992), Evaluer pour évoluer, les indicateurs de performance au service du pilotage industriel, ouvrage collectif_1992.
[140] Fortuin. L., (1988), "Performance indicators, why, where and how? ", European Journal of Operations Research, Vol 34, pp. 1-9.
[141] Les Objectifs SMART, la Solution pour Réussir vos Projets ! [Internet]. (Cité 22 Mars 2020). Disponible sur : https://www.bebocommunication.fr/reseaux_sociaux/strategie_digitale/comment-definir-des-objectifs-smart/
[142] Bidou, S. (2009). "Indicateurs, tableaux de Bord : quelques définitions à l’usage des archivistes ". Gazette des archives, Vol 216, No (4), pp 17-21.
[143] Nakajima, S., (1988), "Introduction to Total Productive Maintenance ", Productivity Press Inc, Portland, p. 21.
[144] He, F., et al., (2018), "Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines ", Advances in Mechanical Engineering, Vol.10, No (8), pp 1-20.

[145] Muchiri, P. and L. Pintelon, (2008), "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion ". International Journal of Production Research, Vo 46, Issu (13): pp 3517-3535
[146] Andersson, C. and M. Bellgran, (2015), "On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity ". Journal of Manufacturing Systems, Vol 35, pp144-154.
[147] Tangen, S., (2003), "An overview of frequently used performance measures ". Work Study, (52), No 7, pp. 347-354.
[148] Perdana, S. (2018). "Analysis of Productivity Repair Based on Oee Value Achievement of Speaker Spare Part Production Machine in West Java ". Journal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering, Vol 10, No (2), pp 183-188.
[149] Domingo, R., & Aguado, S. (2015). "Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system. Sustainability ", Vol 7, No (7), pp 9031-9047.
[150] Wang, T.Y.; Pan, H.C., (2011), "Improving the OEE and UPH data quality by Automated Data Collection for the semiconductor assembly industry ". Expert Syst., Vol 38, pp 5764–5773.
[151] Wudhikarn, R., (2012), "Improving overall equipment cost loss adding cost of quality". Int. J. Prod. Res., 50, pp 3434–3449.
[152] Oechsner, R.; Pfeffer, M.; Pfitzner, L.; Binder, H.; Müller, E.; Vonderstrass, T., (2003), "From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE) ". Mater. Sci. Semicond. Process. Vol 5, pp 333–339.
[153] Mekki Mokhtar A. (2012). "Processus d'identification de propriétés de sécurité-innocuité vérifiables en ligne pour des systèmes autonomes critiques". Toulouse: Université de Toulouse
[154] Afnor, « NF EN 60812 Techniques d'analyse de la fiabilité du système - Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) ». Afnor, août-2006, www.afnor.org.
[155] Cakmakci, M., (2009), "Amélioration des processus : analyse des performances de la réduction du temps de configuration SMED dans l'industrie automobile", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 41, pp 168-179.
[156] Teran-Somohano, A., Smith, A. E., (2013), "Une méthodologie de réduction de configuration à partir de la fabrication au plus juste pour le développement d'algorithmes méta-heuristiques", Evolutionary Computation, Vol 1, pp 3132-3139.
[157] Moreira, A. C., Pais, G.C.S., (2011), "Single Minute Exchange of Die: A case study Implementation", Journal of Technology Management and Innovation, Vol 6, No (1), pp 129-140.
[158] Sundara, R., Balajib, A. N., Kumar, R.M.S., (2014), "Un examen des techniques de mise en œuvre de la production au plus juste", Procedia Engineering, 97, pp 1875 – 1885.
[159] K. Demete, Zs. Matyusz, L'impact des pratiques allégées sur la rotation des stocks, International Journal of Production Economics, 133 (1) (2011) 154-163.
[160] Prasad, B., (1995), "Une méthodologie structurée pour mettre en œuvre judicieusement les bonnes tactiques JIT", Production Planning Control, 6, pp 564-577.
[161] Ulutas, B., (2011), "Une application de la méthodologie SMED", de l'ingénierie et de la technologie, Journal international d'ingénierie mécanique, aérospatiale, industrielle, mécatronique et de fabrication, Vol 5, No (7),
[162] Costa, E., Bragança, S., Sousa R, A. Alves, (2013), "Avantages d'une application SMED dans une poinçonneuse", Ingénierie et technologie International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, Vol 7, No (5), pp 1 -6.
[163] Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen philosophy: a review of literature. IUP journal of operations management, 8(2), 51 ;
[164] GALSWORTH, Gwendolyn, D., (2017), "Visual workplace: visual thinking". Productivity Press.
[165] Srinivasan, S., Ikuma, L.H., Shakouri, M., Nahmens, I. and Harvey, C. (2016) "5S impact on safety climate of manufacturing workers", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 27, No. 3, pp.364–378.
[166] Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., Merino-Díaz de Cerio J., (2010), "5S use in manufacturing plants- contextual factors and impact on operating performance". Int J Qual & Rel Manage, Vol 27, pp 217-230.
[167] Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M. and Espinosa, M. M., "5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school", Safety Science (2015), Vol. 78, pp.163-172.
[168] Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. Journal of manufacturing technology management, 17 (4) : 460–471.
[169] Shahin, A., & Ghasemaghaei, M. (2010). Service Poka yoke. International Journal of Marketing Studies, 2(2), 190.
[170] Boca, G. D. (2011). Kaizen method in production management. In International scientific conference young scientists (Vol. 3, No. 3, pp. 45-63);
[171] Dejours, C., Dessors, D., & Molinier, P. (1994). Comprendre la résistance au changement. Documents du médecin du travail, 58(2), 112-117.
[172] Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. Academy of management Journal, 40(3), 534-559.
[173] Santé et sécurité au travail [Internet] ; Disponible sur : https://www.inrs.fr/risques/lean-management/effets-sante-securite.html ;

Table des annexes

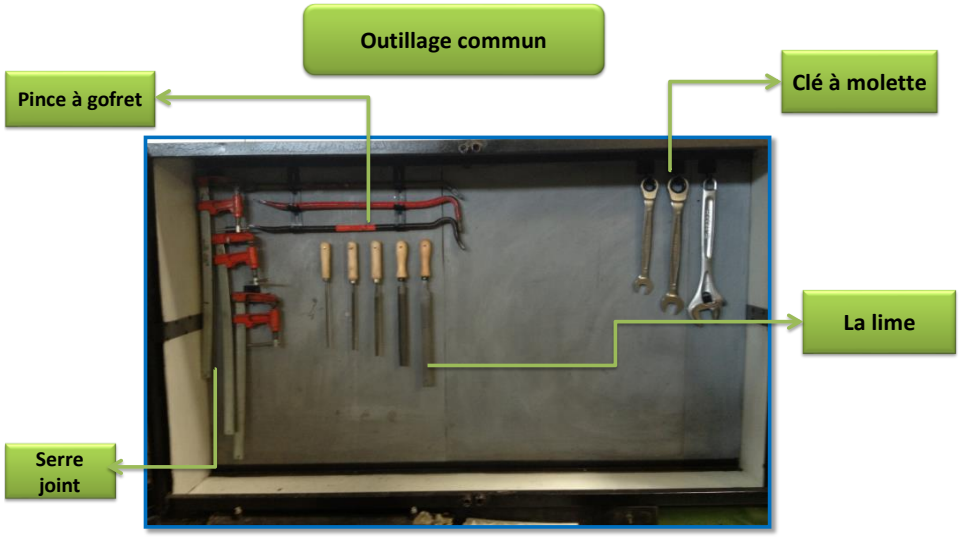
Annexe 1 : Etats des références 5S de quelques zones de l'atelier 199
Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S 200
Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S 201
Annexe 3 : Méthode de cotation 202
Annexe 4 : Formulaire du Sondage de l'impact de Lean Management sur les conditions de travail 203

Annexe 1 : Etats des références 5S de quelques zones de l'atelier

ETAT DE REFERENCE 5S											
Zone :				N	1	2	3	4	5	6	7
	Date de modification										
	Points modifiés										
Opération :	Vérifié par :	Chef d'Atelier		BOUTAYEB Abdelouahed							
		Chef CUET	1	BOUIA Mohamed							
			2								
reference des			7								



ETAT DE REFERENCE 5S											
Zone :				N	1	2	3	4	5	6	7
	Date de modification										
elier Assembla	Points modifiés										
Opération :	Vérifié par :	Chef d'Atelier		BOUIA Mohamed							
		Chef CUET	1								
			2								
reference de			7								



Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S

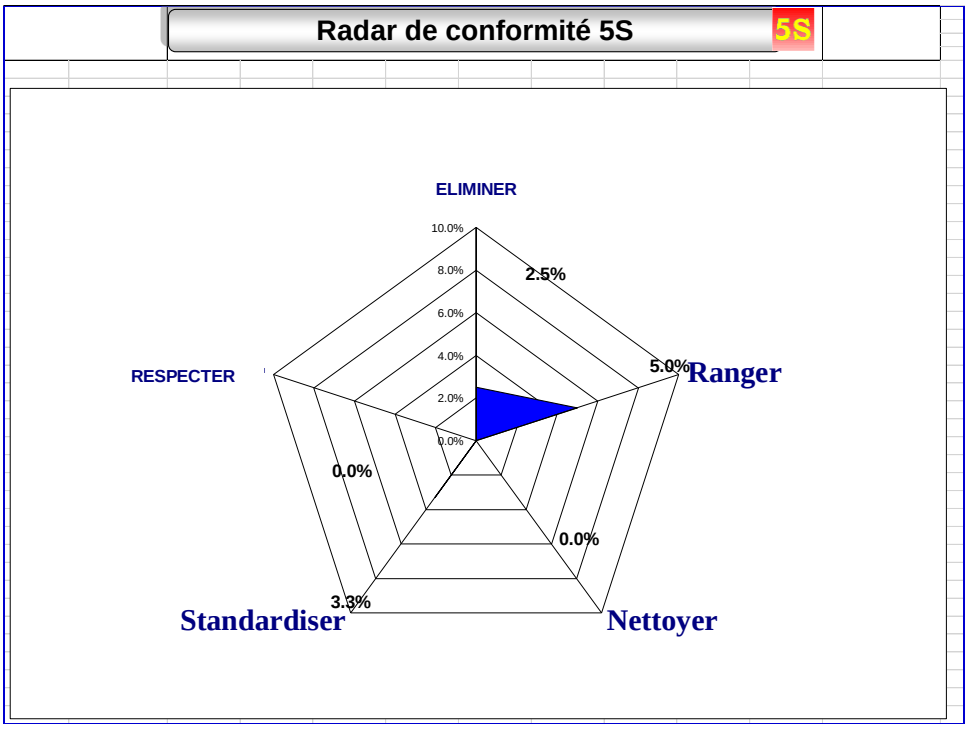
GRILLE D'AUDIT 5S S37

UET : Assemblage
DATE : S37
AUDITEUR : A. Boutayeb
FREQUENCE DE REALISATION : Semaine

	Éléments	Cotation NON	OUI	Non Concerné	Note
A	**ÉLIMINER**				
1	Rien au sol	1			25,0%
2	Seulement les outils est documents nécessaires sont présents au poste de travail. Les éléments non nécessaires pour la production du produit en cours doivent être dégagés du poste du travail.	1			
3	Seulement les équippement est fournitures nécessaires sont présentes au poste de travail. Les autres fournitures non utilisées sont dégagées du poste de travail.		1		
4	Les sources de dangers comme les câbles électriques non protégés, etc. sont dégagés des zones fréquentées par les employés.	1			
	Sous totale	3	1	0	
B	**RANGER**				
1	Les emplacements des palettes, cartons, bacs, matières premières, WIP, etc. sont clairement définis avec des zoning et des identifications. (référence, quantité, etc.).	1			50,0%
2	Les documents au poste sont proprement identifiés et visible aux opérateurs.	1			
3	Les EPI sont clairement respecté		1		
5	Les extincteurs (et, ou RIA) sont disponibles en permanence et accessibles à tout moment		1		
6	le lay-out du lieu de travail permet une évacuation facile en cas d'urgence.	1			
7	Les allées de circulation sont clairement identifiés et accéssibles.Les issues de secours sont clairement identifiés et accessibles.		1		
	Sous totale	3	3	0	
C	**Nettoyer**				
1	Les palettes, les bacs, les cartons etc., sont propres, non endommagés et bien rangés.	1			0,0%
2	Les documents au poste ne sont pas déchirés. Ils sont propres et protégés contre la saleté.	1			
3	Le sol est Les surfaces de travail (machines, outils,etc) sont propres.	1			
4	Il existe un planning définissant la fréquence, et le responsable du nettoyage (fenetre,bureaux, atelier, sanitaires…).	1			
5	les moyens de nettoyage sont bien rangés et disponible.	1			
	Sous totale	5	0	0	
D	**Standardiser**				
1	Les outils, les équipements, les documents…sont clairement rangés dans des endroits bien identifiés.ils sont retournés à leur place juste après utilisation	1			33,3%
2	les fiche de suivi de maintenance sont visibles et bien identifiées	1			
3	L'environnement de travail répond aux exigences du travail: L'éclairage, la qualité d'air, la température…		1		
	Sous totale	2	1	0	
E	**RESPECTER**				
1	Une personne d'encadrement a participé à une activité 5S telle qu'un audit ou à toute autre activité au cours des 2 Audits passés.	1			0,0%
2	Une récompense est donnée aux équipes qui ont réussies dans la démarche 5S.	1			
3	Du temps et des ressources sont réservées aux activités 5S (les taches 5S hebdomadaires sont planifiées).	1			
	Sous totale	3	0	0	
	Total	16	5	0	23,8%

La note = % de"OUI" sur le nombre de critères concernés.

Annexe 2 : Fiche auto-audit du chantier 5S



Annexe 3 : Méthode de cotation

La cotation se fait en utilisant l'outil AMDEC pour déterminer le Taux (Er, S, E) et en s'appliquant l'outil ISD pour déterminer le TRS.

Pour la première, les règles de cotation sont comme suit :

- La gravité :

Critère	Echelle	Signification
Peu critique	**0**	Gène, Inconfort temporaire, faibles blessures
Critique	**1**	Conséquences légères, dommage corporel mineur, Soins infirmiers sans arrêt de travail
Très critique	**2**	Conséquence sérieuses, blessures nécessitant des soins externes avec arrêt de travail, dommages corporels réversibles
Grave	**3**	Conséquences irréversibles, atteinte à l'intégrité physique, maladie professionnelle, incapacité permanente, mort

- La Fréquence :

Critère	Echelle	Signification
Occasionnelle ou rare	**0**	Moins d'une fois par mois
Ponctuelle	**1**	Une à plusieurs fois par mois
Fréquente	**2**	Une à plusieurs fois par semaine
Permanente et en continue	**3**	Tous les jours

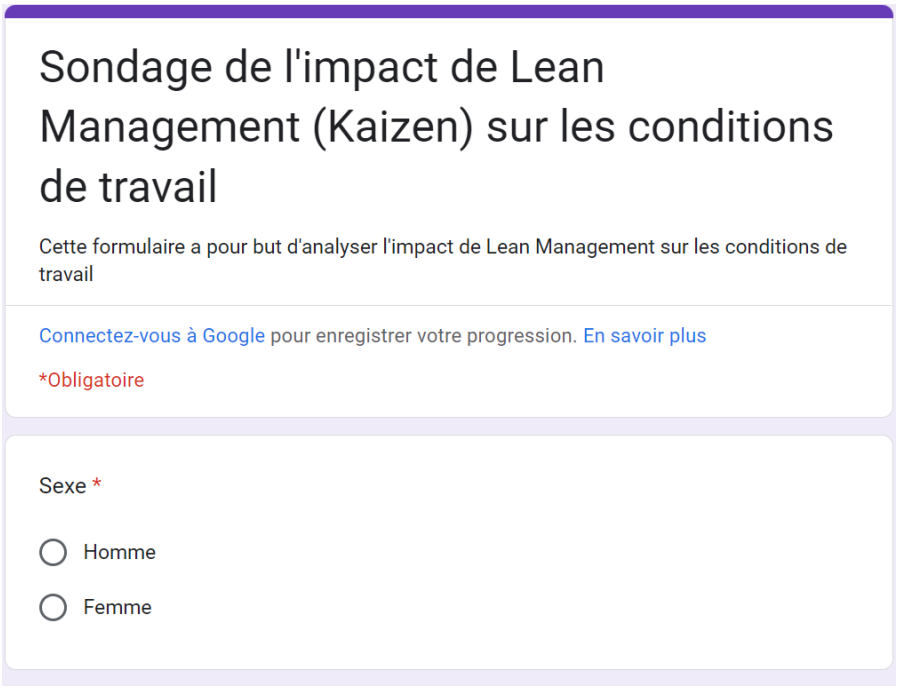
- La maitrise :

Critère	Echelle	Signification
Aucune maîtrise	**3**	Aucune maîtrise/surveillance n'est mise en place.
Faible maitrise	**2**	Les mesures de maîtrise/surveillance techniques mises en place ne sont pas suffisantes pour la maîtrise du risque
Maîtrise moyenne	**1**	Les mesures de maîtrise/surveillance techniques sont mises en œuvre mais pas efficace
Grande maîtrise	0	Les mesures de maîtrise/surveillance organisationnelles les plus appropriés sont mise en œuvre et efficace

➢ La criticité :

C	Criticité	Priorité	Décision
9<=C<=27	Majeure	1	Il faut interrompre le processus et mettre en place des mesures de maitrise des risques
3<=C<9	Moyenne	2	Il n'est pas nécessaire d'interrompre le processus, mais il faut élaborer et mettre en œuvre un plan de maitrise des risques dès que possible
C<3	Mineure	3	Il faut continuer de surveiller le processus

Annexe 4 : Formulaire du Sondage de l'impact de Lean Management sur les conditions de travail



Sondage de l'impact de Lean Management (Kaizen) sur les conditions de travail

Cette formulaire a pour but d'analyser l'impact de Lean Management sur les conditions de travail

Connectez-vous à Google pour enregistrer votre progression. En savoir plus

*Obligatoire

Sexe *

Homme

Femme

Fonction *

- ○ Technicien
- ○ Ingénieur
- ○ Opérateur
- ○ Directeur
- ○ Chef Equipe
- ○ RH
- ○ Magasinier
- ○ Responsable service
- ○ Autre

Autre Fonction

Votre réponse

Service ou département *

- ○ Qualité
- ○ Production
- ○ Maintenance
- ○ Achat
- ○ Commerce
- ○ Logistique
- ○ Ressources Humaines
- ○ Administration et Finance
- ○ Ingénierie
- ○ Informatique
- ○ Autre

Autre service

Votre réponse

Expérience *

- ◯ < 3 ans
- ◯ de 3 à 5 ans
- ◯ de 5 à 10 ans
- ◯ > 10 ans

Type de votre Formation ou Diplôme

Votre réponse

Secteur d'activité *

- ◯ Industrie
- ◯ Tourisme &Loisir
- ◯ Développement durable
- ◯ NTIC et Services
- ◯ Energie
- ◯ Commerce
- ◯ Formation
- ◯ Finance
- ◯ Logistique
- ◯ Agriculture
- ◯ Batiment et travaux publics
- ◯ Santé
- ◯ Autre

Merci de spécifiez secteur d'activité (Autre)

Votre réponse

Type d'entreprise *

- ◯ TPE "Trés Petite Entreprise"
- ◯ PME " Petite et Moyenne Entreprise "
- ◯ GE " Grande Entreprise "

Chiffre d'affaire *

- ◯ < 1 MDhs
- ◯ < 20 MDhs
- ◯ > 20 MDhs

Effectif *

- ◯ < 100
- ◯ 100 < Effe < 500
- ◯ 500 < Effe < 1000
- ◯ > 1000

Pays de l'entreprise *

Votre réponse

le nombre des chantiers (Kaizen) sur lesquels vous avez Piloté *

Votre réponse

le nombre des chantiers (Kaizen) sur lesquels vous avez Participé *

Votre réponse

le nombre des chantiers (Kaizen) sur lesquels vous avez Observé *

Votre réponse

Posséde-t-elle votre entreprise un service (Kaizen) qui assure le standard ? *

- ◯ Oui
- ◯ Non

Assurez-vous des formation Lean Management (Kaizen) pour vos personnelles ? *

- ◯ oui
- ◯ Non

Pourcentage d'amélioration des chantiers Kaizen vécu/observé sur: *

	0 %	Moins de 20%	Entre 20% et 50%	Entre 50% et 70%	Entre 70% et 100%
Sécurité	◯	◯	◯	◯	◯
Ergonomie	◯	◯	◯	◯	◯
Environnement	◯	◯	◯	◯	◯

Pourcentage de dégradation des chantiers Kaizen vécu/observé sur: *

	0 %	Moins de 20%	Entre 20% et 50%	Entre 50% et 70%	Entre 70% et 100%
Sécurité	◯	◯	◯	◯	◯
Ergonomie	◯	◯	◯	◯	◯
Environnement	◯	◯	◯	◯	◯

Y a-t-il un indicateur qui suit l'évolution de Sécurité/Ergo/Envir (Si OUI inscrit le dans la case indicateur)

- ◯ Oui
- ◯ Non

Indicateur

Votre réponse

Pourcentage d'amélioration des chantiers Kaizen vécu/observé sur: *

	0 %	Moins de 20%	Entre 20% et 50%	Entre 50% et 70%	Entre 70% et 100%
Climat social	○	○	○	○	○
Motivation	○	○	○	○	○
Conditions de travail	○	○	○	○	○

Pourcentage de dégradation des chantiers Kaizen vécu/observé sur: *

	0 %	Moins de 20%	Entre 20% et 50%	Entre 50% et 70%	Entre 70% et 100%
Climat social	○	○	○	○	○
Motivation	○	○	○	○	○
Conditions de travail	○	○	○	○	○

Y a-t-il un indicateur qui suit l'évolution de Climat Soc/Motiv/Condi_de_trav (Si OUI inscrit le dans la case indicateur) *

- ○ Oui
- ○ Non

Indicateur

Votre réponse

Assistez vous à un chantier d'amélioration de la Sécurité/Ergo/Envirou bien Climat Soc/ Motiv /Condi_de trav (mentionnez le nombre total SVP)

Votre réponse

Remerciements

Merci d'avoir remplie cette formulaire s'il y a des suggestions mentionnez les ci-dessus

Suggestions

Votre réponse

Envoyer

Effacer le formulaire

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

Ce formulaire a été créé dans Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès. Signaler un cas d'utilisation abusive

Google Forms