كلية العلوم و التقنيات فاس
ⵜⴰⵖⵉⵡⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⵎⴰⵙⵙⴰⵏⵉⵏ ⴷ ⵜⵙⵏⵉⵜⵉⵏ
Faculté des Sciences et Techniques de Fès

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⵎⵎⴰⴷ ⴱⵏ ⵄⴰⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'état
Spécialité : Conception Mécanique et Innovation

LA RÉINGÉNIERIE DES FLUX LOGISTIQUES DE LA SUPPLY CHAIN ET SON IMPACT SUR LA PERFORMANCE DE YAZAKI MOROCCO SUITE À L'IMPLÉMENTATION DU HUB

Présenté par :

ILBOUDO Johnanthan Fabrice

Encadré par :

ABOUCHITA Jalil, Professeur au département Génie Mécanique, FST-Fès
BENFEDDOUL Abdelhak, Encadrant à YAZAKI MOROCCO MEKNES (YMM)

Effectué à : YAZAKI MOROCCO MEKNES (YMM)

Soutenu le : Jeudi 15/07/2021

Le jury :

- **Pr. ABOUCHITA Jalil, FST-Fès**
- **Pr. El HAKIMI Abdelhadi, FST-Fès**
- **Pr. SEDDOUKI Abbass, FST-Fès**

Année Universitaire : 2020-2021

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

Particulièrement à ma mère Madame **Jacqueline SAMANDOULOUGOU**, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

A toi mon père Monsieur **Jean Baptiste ILBOUDO**, pour le goût de l'effort que tu as suscité en moi, de par ta rigueur et tes conseils.

A toi mon grand frère **Arnaud Théophane ILBOUDO**, qui a toujours été un modèle pour moi. Tu as toujours su avoir les mots pour réveiller la force qui était en moi.

A mes petits frères **Stanislas** et **Ghislain ILBOUDO**, qui ont toujours été une source de motivation pour moi de me surpasser.

Remerciements

Ce travail est l'aboutissement d'un long parcours d'étude et mes remerciements vont d'abord à l'endroit de mon Dieu, Créateur de l'univers qui m'a doté d'intelligence, et m'a maintenu en santé pour mener à bien ces années d'étude.

Je tiens aussi à adresser mes remerciements à ma famille, et plus précisément à mon père et ma mère qui ont investis de leur finance, temps et énergies afin de me voir continuer et achever mes études.

Mes reconnaissances à mon Pays, le BURKINA FASO, Patrie des Hommes Intègres pour cette bourse d'excellence dont j'ai été bénéficiaire lors de mon parcours d'étude supérieure.

Mes reconnaissances et ma profonde gratitude à Mr Mustapha IJJAALI, le Doyen de la FST-Fès, à Mr EL HAKIMI Abdelhadi le Chef de la filière Conception Mécanique et Innovation (CMI), à tout le corps professoral et administratif pour leurs considérables efforts afin d'assurer une formation de qualité.

Je tiens à remercier également M. BETTIOUI Rachid, Directeur de YAZAKI Morocco Meknès, de m'avoir accueilli comme stagiaire au sein de son entreprise et M. HAMIDI Sadik le manager du département Logistique pour leurs engagements tout au long du projet.

Mes sincères remerciement à Monsieur EL KHALFI Ahmed et ABOUCHITA Jalil qui m'ont permis d'obtenir ce stage et encore un fois à monsieur ABOUCHITA Jalil mon encadrant pédagogique pour ses multiples efforts et pertinentes remarques afin que ce travail soit un succès.

Mes sincères remerciements à mon encadrant au sein de YMM M. BENFEDDOUL Abdelhak, Superviseur logistique pour ses multiples soutiens, ses pertinentes remarques, ainsi que pour sa disponibilité malgré ses multiples occupations.

A mes collègues de stage dans le département logistique Mahdi JIB, Salma Riffi, Hassan Benkirane pour le dynamisme et la complicité dans le travail.

A mes amis Mohamed M'Madi Hassane et Ba Mor pour les multiples encouragements et le travail herculéen abattu ensemble.

A Gloria SAWADOGO pour son soutien et ses encouragements à mon égard.

A Alpha SY, Axel Konkobo, Stéphanie BERE, Franck, Patrick, Boris Yappi pour leurs encouragements, prières et soutiens à mon égard.

En fin je remercie tous les membres du jury d'avoir accepté de juger mon travail et également à toute personne ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet.

Table des matières

1 CONTEXTE DU PROJET **15**
1.1 Présentation du groupe YAZAKI . . . 16
1.1.1 Aperçu global . . . 16
1.1.2 Organigramme du groupe . . . 16
1.1.3 Les filiales de YAZAKI . . . 17
1.2 Présentation de Yazaki Morocco . . . 18
1.2.1 Historique . . . 18
1.2.2 Présentation du groupe YAZAKI Meknès (YMM) . . . 18
1.2.3 Fiche signalitique . . . 19
1.2.4 Les projets de Yazaki Meknès . . . 19
1.2.5 Organigramme de YMM . . . 20
1.2.6 Les différents départements au sein de YMM . . . 20
1.2.7 L'activité principale de YMM . . . 22
1.2.8 Processus de production de YMM . . . 25
1.2.9 Cadre du projet . . . 28
1.2.10 Contexte du projet . . . 29
1.3 Outils et Méthodes d'Analyse . . . 30
1.3.1 Le principe de Kaizen . . . 30
1.3.2 Démarche DMAIC . . . 30

2 ETAT DES LIEUX **35**
2.1 DEFINIR . . . 36
2.1.1 La Logistique . . . 36
2.1.2 Présentation générale du processus de l'entreprise . . . 38
2.1.3 Le QQOQCCP . . . 38
2.1.4 Process MAP . . . 39
2.1.5 Processus du flux logistique : Gestion de la matière première . . . 40
2.1.6 SIPOC du flux logistique de la matière première . . . 44
2.1.7 Elaboration de la carte Value Stream Mapping (VSM) . . . 45
2.1.8 Impact économique . . . 46
2.2 MESURER . . . 47
2.2.1 Chronométrages du processus de la matière première . . . 47
2.2.2 Test de Normalité . . . 48
2.2.3 Mesures des superficies des différentes zones . . . 49
2.3 ANALYSER . . . 50
2.3.1 Analyse des données . . . 50
2.3.2 Diagramme d'erreur d'étiquetage . . . 52
2.3.3 Calcul de la productivité . . . 52
2.3.4 Estimation du cout de la non-valeur ajouté . . . 54
2.3.5 Diagramme d'Ishikawa . . . 55

2.3.6 Conclusion 56

3 LA CONTRIBUTION DU HUB AUX CHANGEMENTS DE LA CHAINE LOGISTIQUE ET A LA PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE 57

3.1 INNOVER 58
3.1.1 Définition du HUB 58
3.1.2 Localisation et intérêt 58
3.1.3 Objectifs du nouveau processus des flux logistique 59
3.1.4 Etude du système RFID 59
3.1.5 Etude du système AGV 64
3.2 GAINS ET CONTRÔLE 80
3.2.1 GAINS 80
3.2.2 CONTROLER 83
3.2.3 Apport du Hub sur la scène socio-économique 84
3.3 Conclusion Generale 86
3.4 V. Bibliographie et Webographie 87

Table des figures

1.1 Secteur d'activité de Yazaki 16
1.2 Organigramme du groupe 17
1.3 Les filiales de YAZAKI 17
1.4 YAZAKI Mèknes 18
1.5 Fiche signalitique 19
1.6 Projets de YMM 20
1.7 Organigramme de YMM 20
1.8 Le câblage électrique 22
1.9 Les différents types de câble 23
1.10 Fil électrique 23
1.11 Terminaux 23
1.12 Connecteurs 24
1.13 Fusibles 24
1.14 Accessoires 24
1.15 Clips ou Agrafes 25
1.16 Processus de production YMM 25
1.17 Production 26
1.18 Machine de coupe 26
1.19 Zone de coupe 27
1.20 Opérations de la zone P2 27
1.21 Zone d'assemblage 28
1.22 Acteurs du projet 29
1.23 Diagramme GANTT, Planning du travail 30
1.24 Processus DMAIC 32
1.25 Diagramme d'Ishikawa 34

2.1 Processus Général de l'entreprise 38
2.2 Diagramme QQCQCP 39
2.3 Process MAP 40
2.4 Gestion de la matière Première 41
2.5 La zone de Réception 41
2.6 La zone de Stockage 42
2.7 La zone du supermarché 43
2.8 Processus d'alimentation de la production 43
2.9 Type de Bin 43
2.10 Type d'Alimentation 44
2.11 Diagramme SIPOC 44
2.12 VSM du processus 45
2.13 Valeurs de la loi Normale 48
2.14 Courbe de la loi normale des données 48

2.15 Histogramme des superficies 49
2.16 Moyennes des étapes de la réception 50
2.17 Moyennes des étapes de la stockage 51
2.18 Moyennes des étapes du supermarché 51
2.19 Diagramme du taux d'erreur 52
2.20 Méthode de calcul 54
2.21 Diagramme d'Ishikawa 56

3.1 Schéma et principe 60
3.2 Principe de fonctionnement RFID 61
3.3 Schéma du Principe de fonctionnement RFID 61
3.4 Emplacement du RFID dans l'entreprise 62
3.5 Installation du RFID à la réception 63
3.6 Installation du RFID au supermarché 63
3.7 Diagramme Bête à corne 64
3.8 Diagramme Pieuvre 65
3.9 Diagramme FAST 66
3.10 Trajet de l'AGV dans l'entreprise 66
3.11 Distance parcourues de l'AGV 67
3.12 Carte Arduino 68
3.13 Capteur Infrarouge suiveur de ligne Cytron 69
3.14 Capteur de couleur 69
3.15 Module de capteur Infrarouge évitement d'obstacle 70
3.16 Moteur 70
3.17 Type de box KLT 71
3.18 Dimension barre circulaire 71
3.19 Dimension barre rectangulaire 71
3.20 Conception du chariot sur Robot 71
3.21 Contraintes appliquées sur le chariot 72
3.22 vérification des pièces 73
3.23 paramètre modal 74
3.24 Dimensionnement des familles en ELU 74
3.25 Dimensionnement des familles en ELS 74
3.26 Vérification des familles en ELU 75
3.27 Vérification des familles en ELS 75
3.28 Modes propres 75
3.29 Conception du chariot sur Soliworks 76
3.30 Conception du corps de l'AGV sur Soliworks 76
3.31 Conception des gentes de l'AGV sur Soliworks 76
3.32 Conception des pneus de l'AGV sur Soliworks 76
3.33 Assemblage pneu-gente de l'AGV sur Soliworks 77
3.34 Conception du couvercle de l'AGV sur Soliworks 77
3.35 Assemblage de l'AGV sur Soliworks 78
3.36 figure du nouveau processus 78
3.37 Nouveau processus de la matière première 78
3.38 Réaménagement du supermarché 79
3.39 VSM du nouveau processus 79
3.40 Dimensions KLT 80
3.41 Type de Bin 81
3.42 Espaces occupés par les racks 81

3.43 Tableau de bord du Warehouse et supermaché 85

Liste des tableaux

2.1 Chronométrage de la zone de réception 47
2.2 Chronométrage de la zone de stockage 47
2.3 Chronométrage de la zone de supermarché 47
2.4 Les Superficies 49
2.5 Productivité de la réception 53
2.6 Productivité du stockage 53
2.7 Productivité du supermarché 53

3.1 Paramètre du capteur 68
3.2 Paramètre du capteur de couleur 69
3.3 Paramètre du capteur de couleur 69
3.4 Nombre de Bins par niveau 81
3.5 Besoin en Racks pour YMM 81
3.6 Espace Total 82
3.7 Nouvelle productivité 83

Résumé

Ce rapport de projet de fin d'études (PFE) a été effectué au sein de l'entreprise YAZAKI Morocco Meknès et est présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique option Conception Mécanique et Innovation à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST-FES).

Le projet s'aligne dans une démarche Lean Manufacturing qui a pour objectif de parvenir à des améliorations continues et éradiquer toute type de gaspillage qui entraine des pertes à l'entreprise.

Notre travail a pour objectif la réorganisation du flux logistique de la matière première de la réception à l'alimentation des chaines de production en passant par le stockage et le supermarché.

Pour mener à bien ce travail, nous opterons pour la démarche DMAIC en commençant par l'analyse de l'état des lieux et la collecte des données nécessaires. Une fois ces données mesurées et analysées nous nous évertuerons à déceler les sources principales de gaspillage et des anomalies identifiées afin de faire sortir les problèmes majeurs.

Par conséquent cette minutieuse analyse nous conduira à la proposition d'un ensemble d'actions d'amélioration à savoir : La proposition d'un nouveau processus de la matière première suite à l'implantation du Hub, la réorganisation du stockage et du supermarché pour un gain d'espace, la mise en place du système RFID pour une meilleure traçabilité et le système AGV pour une alimentation des chaines de production efficace et en moins de temps.

Abstract

This end of studies project report (PFE) was carried out within the company YAZAKI Maroc Meknes and is presented with a view to obtaining the diploma of State Engineer in Mechanical Engineering option Mechanical Design and Innovation at the Faculty of Sciences and Techniques of Fez (FST-FES).

The project is aligned with a Lean Manufacturing approach which aims to achieve continuous improvements and eradicate any type of waste that causes losses to the company.

Our work aims to reorganize the logistical flow of raw material from reception to supply to production lines, including storage and the supermarket.

To carry out this work, we will opt for the DMAIC approach, starting with the analysis of the situation and the collection of the necessary data. Once these data have been measured and analyzed, we will strive to detect the main sources of waste and identified anomalies in order to bring out the major problems.

Consequently, this meticulous analysis will lead us to the proposal of a set of improvement actions, namely : The proposal of a new raw material process following the establishment of the Hub, the reorganization of the storage and the supermarket for space saving, the implementation of the RFID system for better traceability and the AGV system for efficient supply of production lines in less time.

ملخص

لقد تم تنفيذ مشروع نهاية الدراسة، داخل شركة يازاكي مكناس بالمغرب، وهو بهدف الحصول على دبلوم مهندس دولة بالهندسة الميكانيكية، خيار التصميم الميكانيكي والابتكار بكلية العلوم و التقنيات بفاس. يندرج هذا المشروع مع نهج الصناعة

الهزيلة الذي يهدف إلى تحقيق تعديلات وتحسينات مستمرة والقضاء على جميع أشكال التبذير التي تسبب خسائر للشركة. يهدف عملنا إلى إعادة تنظيم التدفق اللوجستي للموارد الأولية الخام من الاستقبال والاستلام إلى خطوط الإنتاج، بما في ذلك التخزين. لهذا، ولتنفيذ هذا العمل، لقد اخترنا نهج ،CايDM بدءا من تحليل الوضع الحالي وتجميع البيانات اللازمة والمهمة. بمجرد قياس

وتحليل هذه البيانات فإننا سنسعى جاهدين لاكتشاف المصادر الرئيسية للتبذير وكذا إبراز المشاكل الأساسية. وبهذا سيقودنا هذا التحليل الدقيق إلى اقتراح مجموعة من الإجراءات لتحسين الوضع الحالي ومنها : اقتراح منهجية جديدة لاستقبال المواد الأولية عند تنفيذ المركز الجديد، إعادة تنظيم مركز التخزين لتوفير مساحة أكبروتنفيذ نظام RFيD لتتبع أفضل ونظام الكV لتزويد خطوط الإنتاج بكفاءة أكبر وفي وقت أقل.

Liste Des Abréviations

DG : Directeur Général

DMAIC : Define, Measure, Analyze, Improve, Control

FIFO : First In First Out

IE : Industrial Engineering

NYS : New Yazaki System

TNVA : Temps à Non-Valeur Ajoutée

TVA : Temps à Valeur Ajoutée

MP : Matières Premières

P1 : Zone de coupe

P2 : Zone de pré-assemblage

P3 : Zone d'assemblage

QQOQCP : Qui ; Quoi ; Où ; Quand ; Comment ; Pourquoi

MP : Matière Première

SAP : Systems, Applications, Products

SM : Supermarché

VSM : Value Stream Mapping

WH : Warehouse

YEL : Yazaki Europe Ltd

YMM : Yazaki Morocco Meknès

YMO Yazaki Morocco Tanger

YMK : Yazaki Morocco Kenitra

PN : Part number

AGV : Automated Guided Vehicle

Introduction Générale

Le secteur automobile au Maroc constitue désormais un métier générateur d'emplois, englobant diverses filières telles que le câblage. Ce dernier, prend de l'ampleur au Maroc, il nécessite davantage une main-d'œuvre hautement qualifiée. De même le client est devenu de plus en plus très exigeant en matière de qualité, de coût et de délai. Pour cela, les facteurs compétence et qualification de la ressource humaine, ainsi que l'innovation et l'amélioration du processus de travail sont importants.

En effet, le Coronavirus a impacté le déroulement des exportations et des importations, donc la plupart des entreprises ont eu des difficultés à commander et recevoir de la matière première de l'extérieur, ce qui a engendré des ruptures de stocks qui ont mèné à des arrêts des chaînes de production. C'est pour cela, et sur l'effet d'une concurrence intense, que les entreprises cherchent à résoudre ces problèmes et de dominer le marché.

YAZAKI est un des leaders mondiaux dans le secteur du câblage automobile, en cumulant un palmarès résultant de sa présence géographique mondiale, notamment au Maroc, qui vise d'être reconnue comme meilleur fournisseur en répondant aux moindres demandes de ces derniers.

Cependant, YAZAKI Morocco Meknès opte pour une démarche d'amélioration continue de la chaîne logistique globale, dans le but d'optimiser les charges, de minimiser voire même éliminer les sources de gaspillage résultant de la perte du temps dans la réalisation de quelques tâches, et de réduire les pertes engendrées par le processus de réception de la matière première, cela pour répondre au mieux à la demande de son client Renault, atteindre la cadence souhaitée et donner des produits de qualité au moindre coût.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études qui consiste à améliorer le processus actuel de réception de la matière première dans le cas d'implantation d'un HUB qui vise la consolidation de la matière première et des fonctions des achats/approvisionnements et transport, dans le but d'éviter les ruptures de stock et les arrêts des chaines de production résultant des retards de livraisons, d'éliminer au maximum les MUDAS qui découlent du processus de travail de quelques tâches, et d'avoir plus de crédibilité. Donc nous présentons ainsi notre problématique : « quel sera l'impact de l'implantation du HUB sur le processus du warehousing et la performance de la société YAZAKI Morocco Meknès ? ».

D'où nous essayons de répondre aux hypothèses suivantes : est-ce que le HUB sera une solution pour éviter les retards des livraisons pour Yazaki Corporation ? est-ce que cette solution sera optimale et rentable pour le processus du magasin de la société ?

L'étude de ce projet adoptera la démarche DMAIC, en commençant par l'observation et la collecte des données nécessaires pour définir et déterminer le problème, ensuite, ces données seront mesurées, afin de faciliter l'analyse des causes racines, et dégager les sources de gaspillage de notre problème. Après cette phase et les résultats obtenus on procédera à la proposition d'un ensemble des actions d'amélioration du processus de travail dans la gestion du flux logistiques de la matière première à savoir : la détermination du nouveau flux du warehousing et le réaménagement de la zone de stockage pour optenir un processus optimal après implantation du HUB, et réussir au maximum cet investissement colossal.

Enfin nous passerons au suivi et contrôle des propositions et résultats obtenus à

l'aide des tableaux de bord.

Ce rapport s'articulera autour de trois chapitres, présentés comme suit :

Le premier chapitre contiendra la présentation de l'organisme d'accueil, le processus de fabrication ainsi la charte de projet et la problématique.

Le deuxième chapitre est consacré à établir les états des lieux et la démarche, méthodes utilisées pour la réalisation de ce projet.

Le troisième chapitre présentera la démarche optimale pour un processus du warehousing dans le cas d'implantation du HUB et son impact sur la performance de la société YAZAKI Morocco Meknès. Il donnera un aperçu général sur l'entreprise ainsi que la problématique du sujet et les actions améliorativeS à adopter.

Chapitre 1

CONTEXTE DU PROJET

Notre premier chapitre est dédié à la présentation de l'organisme, la description de ses activités et le processus de fabrication au sein de YAZAKI. Nous nous évertuerons également à la présentation générale du cadre de projet, le cahier des charges, la problématique posée ainsi que la démarche adoptée pour arriver aux objectifs ciblés.

1.1 Présentation du groupe YAZAKI

1.1.1 Aperçu global

Le groupe Yazaki a pour fondateur le père SADAMI YAZAKI. En effet ce groupe a vu le jour en 1929 et était spécialisé dans la vente du câblage automobile. Mais très rapidement il a évolué et s'est orienté dans la production de ces câbles. Il a intégré le groupe des leaders de ce domaine en Octobre 1941 avec un capital de 3,1915 Milliards Yen.

Le slogan de YAZAKI : **"All for one, one for all"**

YAZAKI est une multinationale japonaise qui opère dans la fabrication des câbles électriques d'automobile. En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, YAZAKI opère auprès de plusieurs constructeurs de l'industrie automobile tel que Ford, Jaguar, Land Rover, Mercedes, Honda, Volvo, Toyota, Nissan, Isuzu, Seat, Renault, Fiat, Mazda et d'autres.

Le groupe YAZAKI produit également dans d'autres secteurs tel que :
- La fabrication de fils et câbles électriques.
- La fabrication de produits de gaz.
- La climatisation.

Le graphe suivant retrace la portion de chaque activité dans le chiffre d'affaires global de la société :

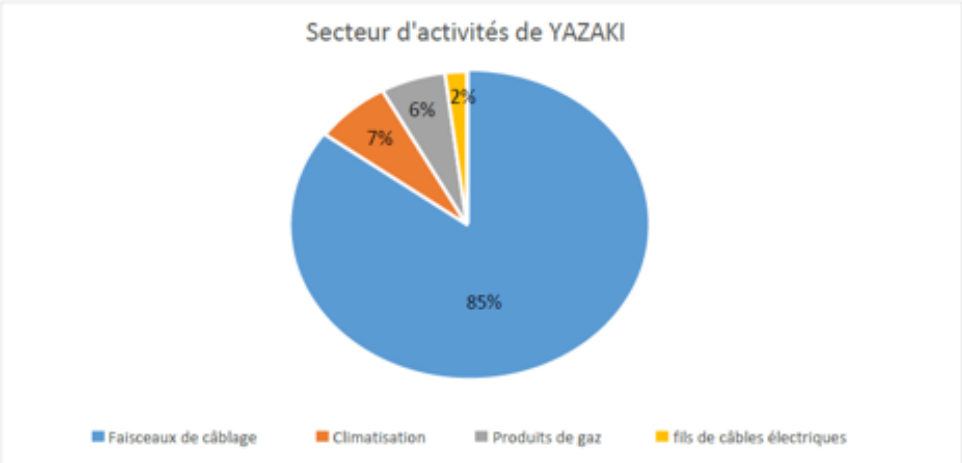


FIGURE 1.1: Secteur d'activité de Yazaki

1.1.2 Organigramme du groupe

YAZAKI corporation est une société familiale qui a choisi de franchir son territoire Japonais pour installer ses trois divisions en Amérique, Europe et en Asie, ces trois groupes sont autonomes, mais dépendent tous de la société mère. Chaque groupe se décompose en usines et centres de services client qui assurent la gestion et le traitement des commandes. Quant aux usines, ils se chargent de la réalisation des programmes de production :

A signaler que la relation entre les unités de chaque groupe se qualifie comme relation client fournisseur, puisque la production des usines est considérée comme achat de marchandises pour les centres, et vendu avec des marges de bénéfices (3%).

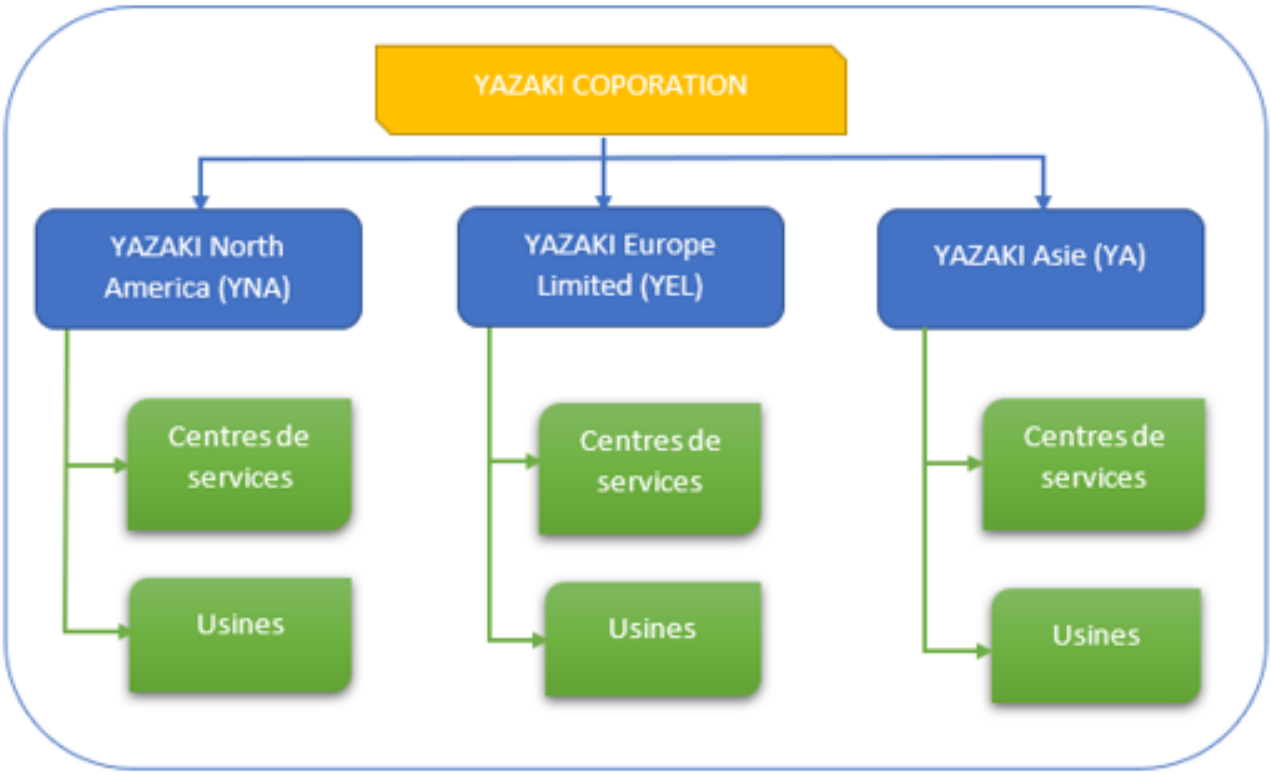


FIGURE 1.2: Organigramme du groupe

1.1.3 Les filiales de YAZAKI

De nos jours YAZAKI, sur les cinq continents du monde, emploie près de 250000 personnes et est représenté dans 43 pays. Il se divise en plus de 160 filiales et 444 unités scindées en usines de production, centres de service au client et centres de Recherche & Développement.

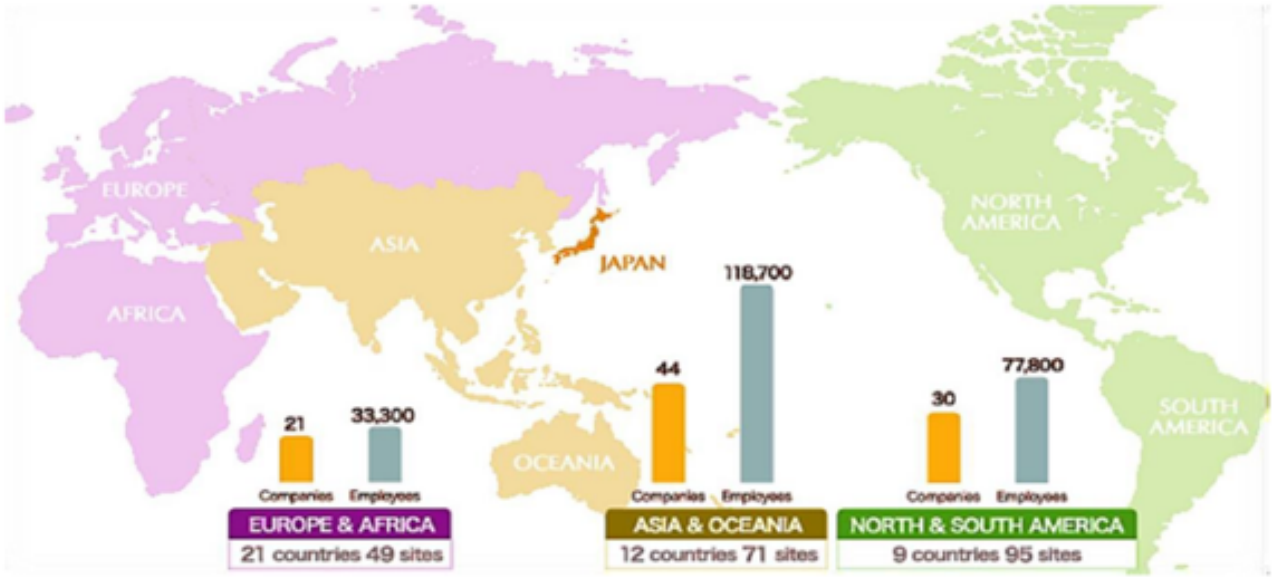


FIGURE 1.3: Les filiales de YAZAKI

1.2 Présentation de Yazaki Morocco

1.2.1 Historique

Désirant se lancer sur le continent africain, le groupe YAZAKI a choisi en 2001, le sol chérifien par l'inauguration de son site YMO pour la production du câblage automobile en présence de sa majesté le Roi MOHAMMED VI. En mai 2003, la succursale du Maroc, YAZAKI Soltano du Portugal a été transformée en entité indépendante en raison de la performance de ses employés, les résultats satisfaisants depuis ses débuts, la certification par la maison mère et d'autres organismes de renommée mondiale.

Dans l'optique de son expansion, YAZAKI s'est installé progressivement dans trois (03) villes du Maroc à savoir :
- YAZAKI Tanger (2001) ;
- YAZAKI Kénitra (2011) ;
YAZAKI Morocco avec ses deux importantes unités de production à Tanger et à Kenitra, a réalisé un chiffre d'affaires de 150 millions d'euros vers les années 2011 pour un total d'emplois supérieur à 4500 postes. Ces résultats ont motivé l'inauguration d'un troisième site à Meknès.
- YAZAKI Meknès (2013).

1.2.2 Présentation du groupe YAZAKI Meknès (YMM)

FIGURE 1.4: YAZAKI Mèknes

YAZAKI a lancé la première usine pilote YAZAKI Meknès Maroc YMM1 à Douar Al Khoult, Route de Sidi Kacem, Meknès. La raison de sa création était de préparer le noyau dur afin de tester sa capacité et sa performance de production de nouveaux projets. Les travaux de construction achevés, l'ensemble de l'équipe de YMM1 a déménagé vers la nouvelle usine, se situant à la zone Agro polis de Meknès. La majorité de la population actuelle a été transférée du site de Tanger (Usine mère). Le seul client de YMM est Renault.

1.2.3 Fiche signalitique

Raison Sociale	**YAZAKI MAROCCO MEKNES**
Forme Juridique	Société Anonyme à conseil administratif
Siège Sociale	ILOT UL2 Zone Agropolis BP S72 CD 50000, Meknès
Secteur d'activité	Câblage automobile
Date de création	15 Mars 2016
N° d'affiliation à la CNSS	6555702
Effectif	2300
N° de téléphone	+212 535514817
Capital	50 000 000 Dhs
Production surface	19.656 m²
Superficie	49.484 m²

FIGURE 1.5: Fiche signalitique

1.2.4 Les projets de Yazaki Meknès

La principale activité de YMM est le câblage automobile. La totalité de sa production de câbles électriques est dédié à l'équipements des marques suivantes :

- XFA : voiture Renault Scénic ;
- JFC : voiture Renault Espace ;
- XFB : voiture Renault Mégane ;
- S2S : voiture Smart 2 portes ;
- X4S : voiture Smart 4 portes ;
- X10 : voiture Renault ZOE

FIGURE 1.6: Projets de YMM

1.2.5 Organigramme de YMM

L'organisation au sein de l'entreprise YMM est caractérisée par un équilibrage dans la structure organisationnelle et fonctionnelle, ce qui engendre les départements suivants :

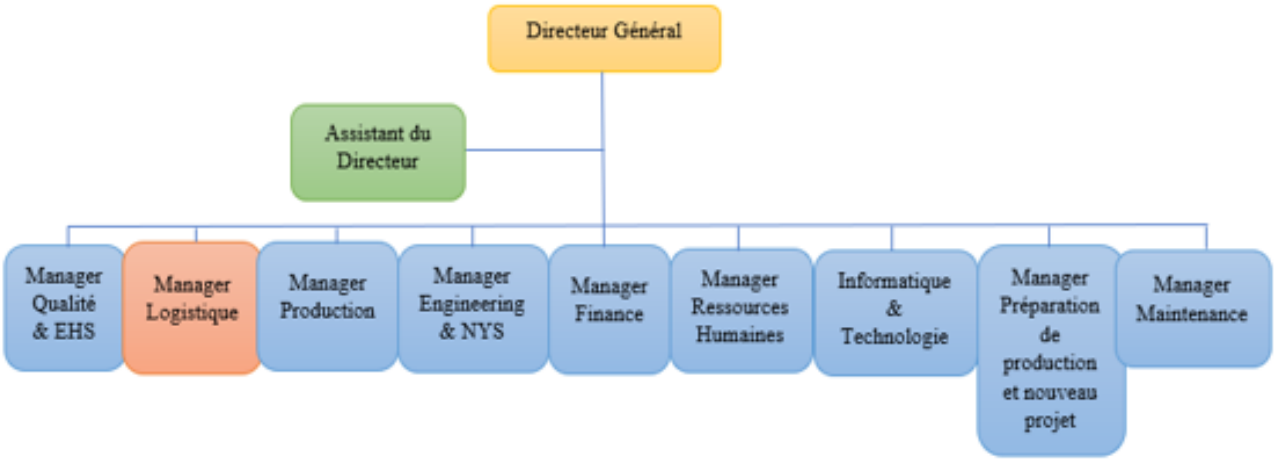


FIGURE 1.7: Organigramme de YMM

1.2.6 Les différents départements au sein de YMM

Le groupe YAZAKI a une structure, une organisation et un règlement intérieur propre à lui. YAZAKI Meknès est organisée suivant sept départements. Nous pouvons résumer les missions de chaque département comme suit :

- Département Financier :

Le département financier a pour mission de tenir la comptabilité et les fonctions financières de l'entreprise. Il prend ainsi en charge le développement et l'implantation des pratiques et procédures financières et du contrôle de gestion dans un souci de préservation du patrimoine financier de l'entreprise. Il donne également les informations sur la situation financière de l'entreprise vis-à-vis des partenaires extérieurs.

- Département Ressources Humaines :

Le département des Ressources Humaines se donne pour mission de mettre à la disposition de l'entreprise les moyens humains nécessaires et compétents en assurant la sélection, le recrutement, la formation et la gestion individuelle et collective de tout l'effectif. Ce département joue également le rôle de facilitateur et accompagnateur social pour tous les employés afin de parvenir à une rentabilité maximale tant au niveau individuel que collectif.

- Département Maintenance :

Ce département assure l'installation et le fonctionnement des machines avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale tout en respectant le budget alloué. Le service maintenance met en œuvre la politique de maintenance mis en œuvre par la direction.

- Département Qualité & EHS :

Ce département a pour mission de garantir la bonne qualité des produits. Vu son domaine d'activité, YMM a mis les moyens en œuvre afin que ses processus au regard des normes et des contraintes réglementaires soient pertinents afin de répondre aux exigences de ces clients et aussi de la sécurité du travail.

- Département Production :

Le département production englobe toutes les activités transformant les fils et les composants en câblages électriques destinés aux clients. Ces câblages subissent un processus en 3 étapes à savoir la coupe, le pré- assemblage et l'assemblage. La principale mission de ce département est d'assurer la planification de la production tout en mettant l'accent sur la qualité.

- Département Informatique et Technologie :

Ce département se donne pour mission de gérer les différents systèmes traitant l'information à l'instar des réseaux, des postes de travail, les logiciels bureautiques afin de permettre une utilisation efficace aux utilisateurs

- Département Engineering & NYS « New YAZAKI System »

Ce département a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les directions Engineering et Qualité (plan de contrôle, de surveillance...). Il s'occupe également de l'amélioration de tous les processus de câblage en adoptant des outils de Lean Manufacturing.

- Département Logistique

Le département logistique a pour mission l'optimisation des flux physiques et d'informations de l'entreprise. L'importance de la fonction Logistique peut s'appréhender à plusieurs niveaux :
• En amont de l'entreprise : gestion des flux en provenance des fournisseurs
• Au sein de l'entreprise : gestion des stocks, manutention des composants, gestion des flux informationnels ;
• En aval de l'entreprise : stockage des produits, transport vers les distributeurs et vers les clients

1.2.7 L'activité principale de YMM

L'activité principale du groupe japonais, dont le siège est basé à Tokyo est le câblage, est la fabrication des composants électriques pour automobile. Au Maroc l'activité de YAZAKI est la conception des câbles électriques pour l'industrie automobile.

Le Câblage électrique et ses différents types

- Le Câblage électrique

Le câblage électrique est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Il a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres) et certains équipements de sécurité à savoir l'éclairage, l'airbag. Il permet également la transmission des informations aux calculateurs vu l'électronique dont dispose le véhicule.

FIGURE 1.8: Le câblage électrique

- Les types de câbles électriques

• Câblage principal (Main)
• Câblage moteur (Engine)
• Câblage sol (Body) ;
• Câblage porte (Door) ;
• Câblage toit (Roof

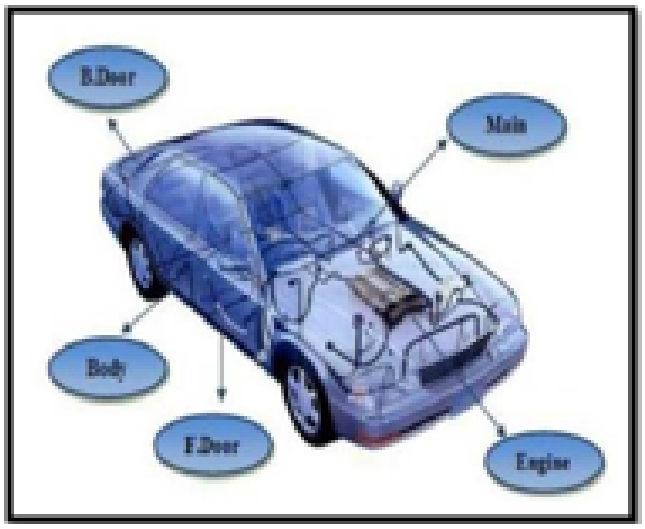


FIGURE 1.9: Les différents types de câble

Les composant d'un câble électrique

Un câble automobile se compose de :

- **Fil électrique** : Utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre avec le minium de perte possible, il est le principal composant du câblage. Il est composé de filament de cuivre et d'isolant. Il est défini par sa couleur, sa section et son espèce.

FIGURE 1.10: Fil électrique

- **Terminaux** : Son rôle est d'assurer la connexion entre deux câbles, l'un étant la source d'énergie et l'autre le consommateur d'énergie.

FIGURE 1.11: Terminaux

- **Connecteurs** :Ils sont des pièces contenant des cavités ou sont insérés les terminaux. En effet les terminaux mâles et femelles sont connectés afin d'établir un circuit fermé. Ils

permettent de :
- Etablir un accouplement mécanique séparable.
- Isoler électriquement les parties conductrices.
- Etablir un circuit électrique débranchable

FIGURE 1.12: Connecteurs

- **Matériels de protection (Fusibles)** : Ce sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

FIGURE 1.13: Fusibles

- **Accessoires** :Ce sont des composants qui servent à la protection et à l'isolement du câble.

FIGURE 1.14: Accessoires

- **Clips ou Agrafes** :Ce sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché provocant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.

FIGURE 1.15: Clips ou Agrafes

1.2.8 Processus de production de YMM

Apres une visite guidée de l'entreprise nous avons pu avoir une idée sur le processus de production que nous allons décrire. Le processus de production des câbles électriques est le suivant :

- Réception de la matière première
- Coupe
- Pré-assemblage
- Montage
- Emballage et expédition

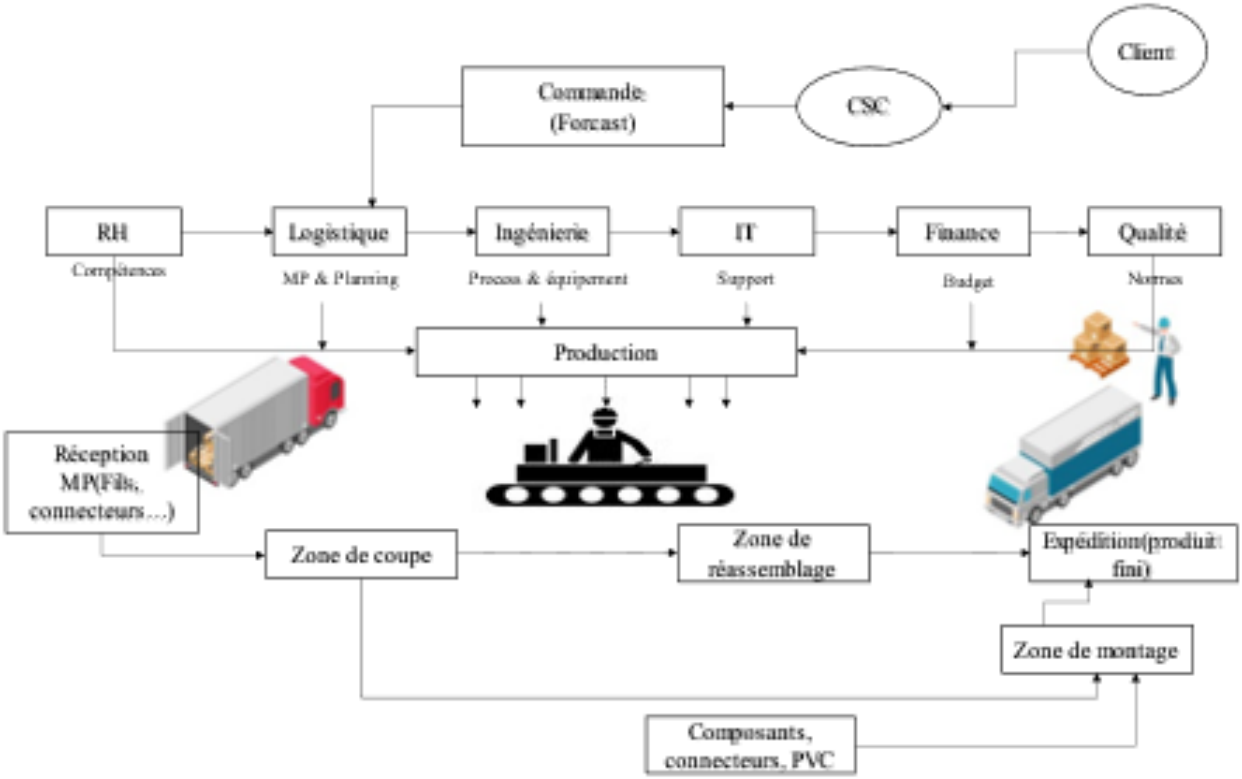


FIGURE 1.16: Processus de production YMM

Réception de la matière première

La matière première provenant du fournisseur passe par un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin. Le stock de matière première est géré par le système SAP qui prépare le stock des 24 prochaines heures de production.

La production

La production se subdivise en 3 sections à savoir : la coupe (P1), le pré-assemblage (P2) et l'assemblage (P3).

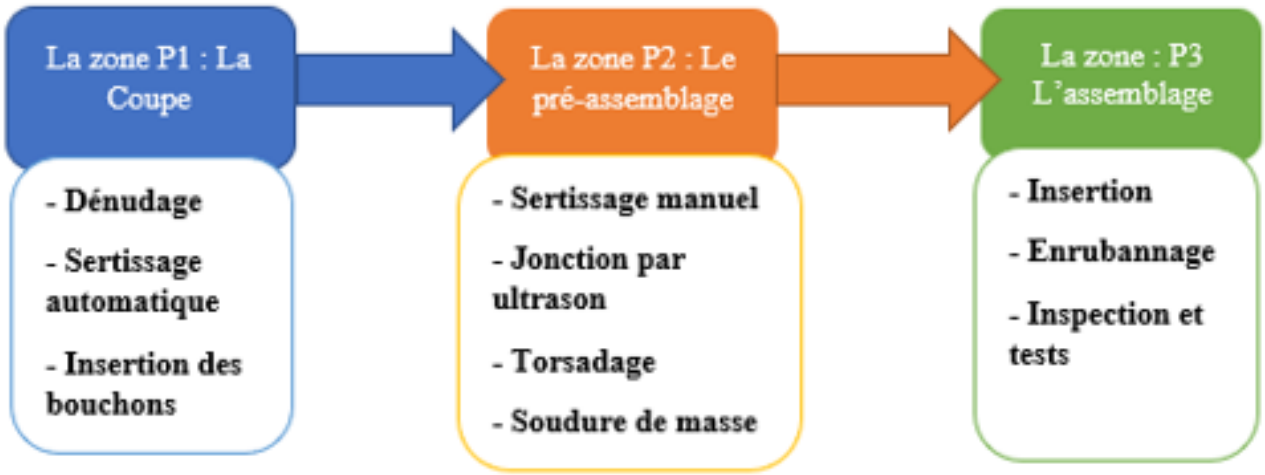


FIGURE 1.17: Production

Zone de coupe : Zone P1

La zone de coupe, appelée aussi zone P1, est la première étape dans le processus de production du câblage. Elle consiste à couper les fils électriques selon la longueur désirée par le biais de machines de coupe automatiques. Ces machines permettent aussi de réaliser, au souhait, le dénudage, le sertissage des fils et l'insertion des bouchons.
- **Dénudage** :: Opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs.
- **Serissage automatique** : Processus permettant la jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs.
- **Insertion des bouchons** :les bouchons sont des dispositifs permettant d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion des terminaux dans le connecteur. [!h]

FIGURE 1.18: Machine de coupe

FIGURE 1.19: Zone de coupe

Zone de pré-assemblage : Zone P2

Les fils conducteurs une fois coupés, une partie passe par la phase de pré-assemblage. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées :
- **Serissage manuel** :dans certains cas, il s'avère impossible de sertir automatiquement les terminaux aux extrémités des fils. D'où la nécessité d'effectuer cette opération à l'aide de presses manuelles.
- **Jonction par ultrason** :Les joints ou épissures sont des soudures ultrason unissant un ou plusieurs fils entre eux.
- **Torsadage(Twist)** :L'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques.
- **Soudure de masse** :La soudure de masse consiste à souder les extrémités de plusieurs fils à un seul terminal. Cette opération est souvent réalisée pour la production des cosses reliées à la masse.

FIGURE 1.20: Opérations de la zone P2

Zone de montage ou d'assemblage : Zone P3

L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final. Les lignes de montage se caractérisent généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaine de tableaux mécanisés ou les deux en même temps, en fonction du nombre de circuits que contient le câble et de sa complexité. Les câbles passent généralement par trois étapes principales, lors du montage : l'insertion, l'enrubannage et l'inspection. Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble :

- **L'insertion** :Cette étape consiste à l'insertion manuelle des terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent. Des supports, sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage propre au poste, sont mis à la disposition des opérateurs.
- **L'enrubannage** :Opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés, par des rubans et des protecteurs.
- **L'inspection et les tests** :Les tests standards réalisés sur les câblages sont :

Test d'inspection visuelle :Il est utilisé pour observer les non conformités, en inspectant la longueur des branches, la présence de l'enrubannage, des accessoires et le respect de l'architecture finale exigée.

Test vision :il est utilisé dans le cas où le faisceau comporte une boîte fusible. Ce test consiste à vérifier que celle-ci est correctement assemblée.

Le test électrique :Inéluctable avant d'emballer le produit fini, il consiste à vérifier la connectivité électrique du câble. Il permet également de tester la présence des connecteurs par le biais des capteurs intégrés.

Le "clip checker" :Ce dispositif permet de tester que chaque clip est présent dans l'emplacement qui lui est dédié. Le clip checker est principalement utilisé pour les câbles comportant un grand nombre de fils et ayant de grande dimension.

Le test d'étanchéité :Son rôle est de vérifier que le Grommet (dispositif permet d'assurer l'étanchéité entre deux parties d'un même faisceau) accomplit sa fonction.

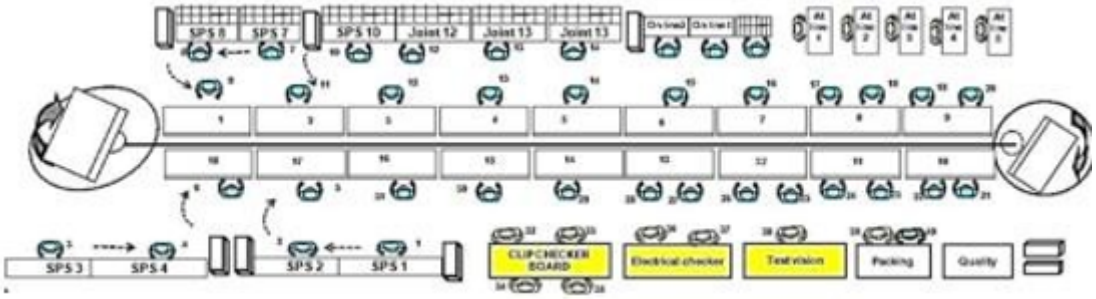


FIGURE 1.21: Zone d'assemblage

L'Expédition

Ce service s'occupe de l'envoie de la marchandise aux clients de YAZAKI et s'assure de son arrivée. L'emballage du produit fini et le remplassage du Kanban d'envoi s'effectue dans ce lieu.

1.2.9 Cadre du projet

Dans cette rebrique nous allons élaborer une description du cahier de charge de la problématique et du planning mis en œuvre pour la réalisation de ce projet.

Les acteurs du projet

Maître d'ouvrage	La société YAZAKI Morocco Meknès, filiale du groupe YAZAKI Corporation. Le projet a été proposé par le Département Logistique	
Maître d'œuvre	FST-FES	ILBOUDO Johnanthan Fabrice
Tuteur pédagogique	FST-FES	Mr. ABOUCHITA
Tuteurs au sein de YAZAKI Morocco Meknès	Mr. Abdelhak BENFEDDOUL : Coordinateur Logistique.	

FIGURE 1.22: Acteurs du projet

1.2.10 Contexte du projet

Ce projet vient en complément de la formation reçue au cours du cursus d'ingénieur d'Etat en Conception Mécanique et Innovation (CMI) au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès. Il a pour perspective de lier ce qui été appris théoriquement durant cette formation à un problème réel rencontré dans le domaine professionnel.

Problématique

La demande client devient de plus en plus exigeante, ceci entraine une intense concurrence entre les entreprises de câblage qui cherchent à se lancer dans les défis d'amélioration continue afin de produire avec une qualité irréprochable et réduire les coûts de production. Ainsi YMM (YAZAKI MOROCCO MEKNES) travaille à maintenir ses atouts concurrentiels (ratios coût/qualité/délai invincibles). C'est dans cette perspective que s'inscrit notre projet de fin d'étude intitulé «**Réingénierie des flux logistiques de la Supply Chain et son impact sur YMM suite à l'implémentation du HUB** » qui a comme objectifs :
- Mise en place d'un nouveau processus de flux logistique tenant compte du HUB
- Etude du système RFID
- Etude du système de l'AVG
- Amélioration de l'efficience des opérateurs
- Réaménagement de l'espace
- Réorientation des opérateurs pour plus efficacité

Contraintes du projet

Contraintes pédagogiques :
- Appliquer les techniques et méthodes de gestion de projet.
- Acquérir de nouvelles connaissances techniques et cerner le processus de production au sein de l'entreprise YMM.

Contraintes temporelles :
- Le maître d'œuvre du projet doit rendre des livrables à des dates bien précises.
- Le travail final doit être rendu avant la date de présentation.

Planning du travail

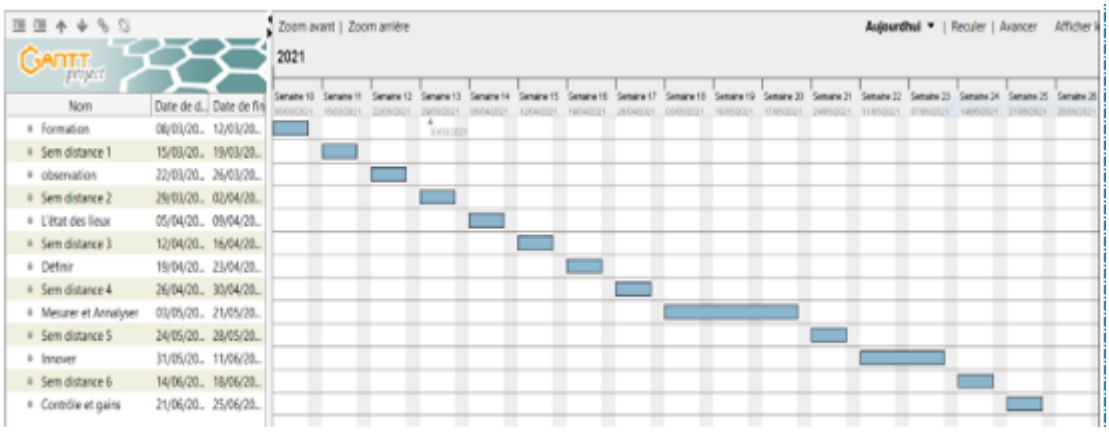


FIGURE 1.23: Diagramme GANTT, Planning du travail

1.3 Outils et Méthodes d'Analyse

Afin de mener à bien la réalisation de notre projet il était nécessaire de recourir à certains outils, d'identification, d'analyse et de résolution des problèmes. Dans cette partie nous allons définir le principe des différents outils et méthodes utilisés.

1.3.1 Le principe de Kaizen

L'amélioration du processus du flux logistique, le système d'alimentation des chaînes et du flux de distribution suivra un ensemble de petites améliorations faites progressivement. Donc la démarche efficace dans ce cas est la méthode KAIZEN ou « amélioration continue », qui est un outil indispensable du Lean Manufacturing.

Le Kaizen est en effet un état d'esprit car il implique tous les acteurs de l'entreprise. Il nécessite des causes impactant négativement la valeur de la chaine logistique et la réalisation de changement nécessaires, afin de réduire chaque jour un peu plus les gaspillages. La mise en œuvre du principe de KAIZEN repose sur des méthodes de conduite de projets, entre autres, DMAIC ou PDCA. La méthode DMAIC est celle qui fournit plus de détails et clarté, C'est la méthode la plus adéquate pour notre cas.

1.3.2 Démarche DMAIC

L'approche DMAIC est une méthode de résolution des problèmes structurée et largement utilisée pour les problèmes d'amélioration. Elle fournit une base de réflexion en structurant le travail d'une équipe de projet d'amélioration continue. Cet outil simple permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et repose sur 5 étapes à savoir : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler.

Définir

La première étape de la démarche DMAIC c'est l'identification et la description de l'objet de l'étude, elle consiste à définir les contraintes et les objectifs du projet d'amélioration en tenant compte des exigences du client. Cette étape se décompose en deux sous-étapes :

- Le choix du projet le plus adapté à la stratégie de l'entreprise,
- Le cadrage du projet lui-même :
Afin de réussir cette étape il est nécessaire d'opter pour ces outils :

1- La charte du projet récapitulant l'ensemble des éléments : il s'agit de compléter un document de synthèse décrivant le problème et les objectifs attendus, et de préparer la planification du projet.

2- Définir le périmètre du process étudié : l'outil SIPOC est un bon allié pour éviter de dériver lors du projet.

3- Définir le timing de ce projet : toujours difficile de mobiliser les équipes, il faut donc savoir à quel mode de fonctionnement on souhaite adhérer.

Mesurer

Cette étape est essentielle dans le déploiement de l'approche DMAIC. Elle a pour objectif l'évaluation concrète de la performance des processus et leur adéquation aux demandes des clients. Autrement dit, son objectif est de renseigner, par les mesures appropriées sur le fonctionnement du processus par rapport aux exigences des clients. Cette première mesure servira de base de travail chiffrée pour les phases qui suivront.

La phase de mesure est critique tout au long la durée du projet, et à mesure que l'équipe de projet se concentre sur la collecte des données, ils ont initialement deux objectifs à savoir :
- Déterminer le point de départ ou la base de la problématique ;
- Rechercher des indices pour comprendre les causes racines de la problématique.

Analyser

Les étapes de Définir et Analyser ont permis de dresser une cartographie du procédé afin d'identifier les causes et de récolter des données à partir de moyens de mesure fiables. Il s'agit maintenant d'analyser ces données afin de déterminer les paramètres réellement influents dans la variabilité du processus. Tel est l'objectif de la phase d'analyse.

Une fois ces paramètres déterminés, la phase d'innovation/amélioration va permettre de développer la mise en œuvre de solutions pour stabiliser le processus à son meilleur niveau et de démontrer comment passer à la pratique, à un échelon souvent réduit. La phase de contrôle en fera une synthèse, en mettant en œuvre l'ensemble des améliorations apportées.
L'analyse des données récoltées pendant l'étape précédente amène à :
- Identifier les causes induisant les dysfonctionnements étudiés ou empêchant l'atteinte des objectifs fixés
- Reconnaître les causes initiales et profondes à l'origine de la problématique, afin de se préoccuper des vrais problèmes plutôt que des symptômes qu'ils révèlent.

Innover

À la suite de la phase d'analyse, les principaux paramètres sont identifiés. Mais s'il suffisait de connaître les paramètres importants pour atteindre les objectifs fixés, cela serait facile. En effet, même lorsqu'on connaît les causes de dysfonctionnement, un processus n'est pas maîtrisé pour autant.

Cette étape permet donc de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux améliorations détectées dans la phase d'analyse. C'est à ce stade également que les acteurs du processus vont s'impliquer davantage. Ils sont en effet les mieux placés pour connaître les problèmes en pratique, les interventions adaptées à réaliser sur le terrain et pour

mettre en pratique au mieux les améliorations détectées lors des phases précédentes.

L'étape d'innovation/amélioration consiste donc à trouver des solutions qui permettront de diminuer l'apparition des causes de problèmes identifiées à l'étape précédente.

Contrôler

L'ensemble des étapes « Définir », « Mesurer », « Analyser », «Innover/améliorer» a permis de fournir une solution afin d'améliorer le processus. Cette cinquième étape a pour objectif de se donner les moyens de mettre sous contrôle le processus afin de s'assurer de la stabilité de la solution trouvée.

Cette étape de contrôle permet aussi de valider l'atteinte des objectifs financiers. Cette dernière phase du cycle DMAIC permet de restituer un processus qui présente un nombre de défauts très faible (quasi-inexistant). La réalisation du processus permet ainsi de maximiser les gains au niveau de la qualité des résultats obtenus et au niveau de l'atteinte des objectifs techniques et financiers.

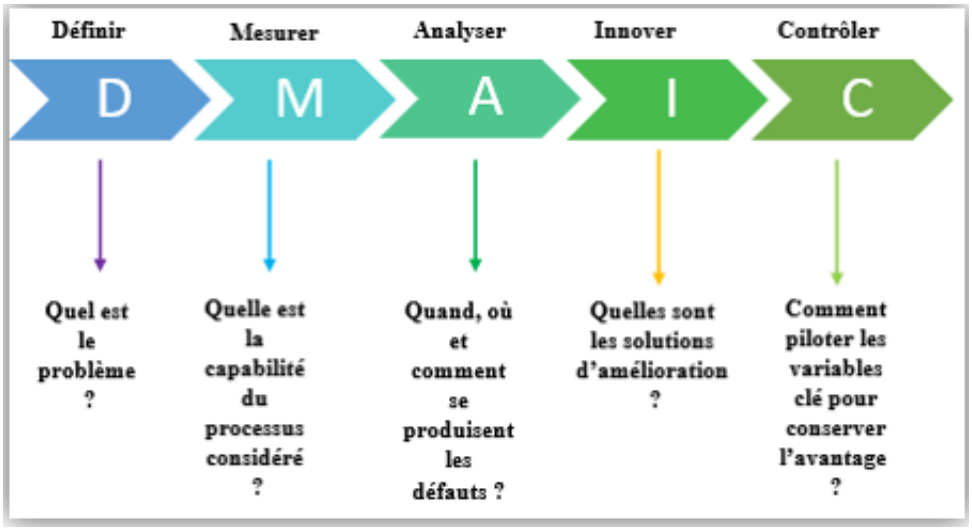


FIGURE 1.24: Processus DMAIC

QQOQCP

Le QQOQCP sert à identifier le problème dans son ensemble à partir de 6 questions. Il permet d'avoir sur toutes les causes du problème, des informations suffisantes pour déterminer avec exactitude quelle est la cause principale. Ces informations sont souvent basées sur des observations, des faits que l'on consigne au cours d'enquêtes. Cela permet d'identifier les aspects essentiels du problème.

Pour être sûr d'appréhender le plus complètement possible un problème, il faut se poser les questions QQOQCP (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?).
La réponse à ces questions permet d'identifier les aspects essentiels d'un problème.
Qui : qui est concerné par le problème ? quelles sont les personnes impliquées ?
Qui : quel est le problème ?
Quoi : à quel lieu le problème se pose-t-il ?
Ou : à quel moment le problème apparaît-il ?
Quand : sous quelle forme le problème apparaît-il ?
Pourquoi : quelles sont les raisons qui poussent à résoudre ce problème ?
Enfin, on peut ajouter à ces questions celle de Combien ? elle permet de donner une réponse chiffrée.

SIPOC

Toute démarche de résolution de problème passe essentiellement par la compréhension du processus, le diagramme SIPOC constitue un outil efficace pour définir les entrées, les sorties, les exigences et les différentes parties prenantes ; il nous a permis de mieux décrire le processus métier dont on veut résoudre le problème et d'établir un consensus au sein de l'équipe.
SIPOC qu'est l'acronyme de Supplier Input Process Output Customer :
Supplier : tous les fournisseurs internes et externes du process.
Input : tous les inputs du process.
Process : un bloc représentant le process et le décrit de manière substantielle.
Output : toutes les sorties du process qu'elles soient pour les clients internes et externes.
Customer : tous les clients internes et externes du process.

Process Mapping

Le Process Mapping ou la cartographie des processus, est un outil qui présente plus de détail sur le processus étudié, il aide les participants à visualiser de près les détails du processus et guide la prise de décision.

Nous pouvons identifier les principaux domaines de forces et de faiblesses, la contribution de chaque étape dans le processus existant et met l'accent sur les inputs/outputs critiques.

Les principaux composants de cet outil sont les entrées, les sorties et les étapes de processus. Il doit illustrer le déroulement du travail, l'interaction avec l'organisation et contenir des détails appropriés en ce qui concerne les multiples chemins, décisions et boucle du processus.

Value Stream Mapping (VSM)

Le flux d'un processus est très souvent associé uniquement au mouvement des employés. Mais il y a un autre flux tout aussi important, celui de l'information. Il permet à chaque unité de savoir ce qu'elle va faire ou fabriquer dans les minutes ou les heures qui viennent.

Les flux de matières et les flux d'information sont les deux facettes d'une même pièce, la même importance doit être apportée aux deux.

La Value Stream Mapping est un modèle de représentation plus complète que le SIPOC car elle intègre ces deux catégories de flux : matières et informations.

La Value Stream Mapping, ou VSM, a été francisée en Cartographie de la Chaîne de Valeur. La « cartographie » désigne la réalisation de carte, c'est-à-dire la simplification de phénomènes complexes, synthétisée sur un support physique, et permettant une compréhension rapide et pertinente.

L'outil VSM s'est imposé comme une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une tâche. La valeur étant une notion définie par le client, il est logique de commencer par lui.
La méthodologie suivie est la suivante :
- Suivre le chemin de fabrication d'un produit à partir du client jusqu'au fournisseur,
- Représenter visuellement et précisément chaque procédé tout au long du flux du matériel et de l'information,
- Poser les questions clés et dessiner la nouvelle chaîne de valeur.

Diagramme d'Ishikawa

Les diagrammes d'Ishikawa, ou diagrammes en arête de poisson, sont des diagrammes où les différentes causes d'une erreur sont représentées d'une manière hiérarchique. Au niveau supérieur, on distingue les domaines standards de causes. Chacun de ces niveaux est développé jusqu'au niveau des causes élémentaires. L'avantage de cette méthode réside dans le fait que les causes principales des erreurs sont énumérées assez rapidement.

Son but est d'analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut ; il sert à analyser le rapport existant entre un problème et toutes les causes possibles.

Le diagramme d'Ishikawa permet :
- De classer les causes liées au problème posé,
- De faire participer chaque membre à l'analyse,
- De limiter l'oubli des causes par le travail de groupe,
- De fournir des éléments pour l'étude de ou des solutions

En effet, définir clairement le ou les problèmes se fait par le biais d'un :
- Pratique auparavant d'un brainstorming et de trouver toutes les causes possibles au problème.
- Classement des causes en grandes familles.
- Appréciation de la ou des causes principales.
- Vérification des opinions de chacun.
- Agir sur la ou les causes pour corriger le défaut en donnant des solutions en mettant en place des actions correctives.

Le diagramme d'Ishikawa se compose de 5M sont :
- Matière : tout ce qui concerne les inputs du processus ;
- Machine ou Matériel : les moyens techniques ;
- Milieu : l'environnement ;
- Main d'œuvre : les employés, opérateurs, ressources humaines ;
- Méthode : conception d'un produit ou processus

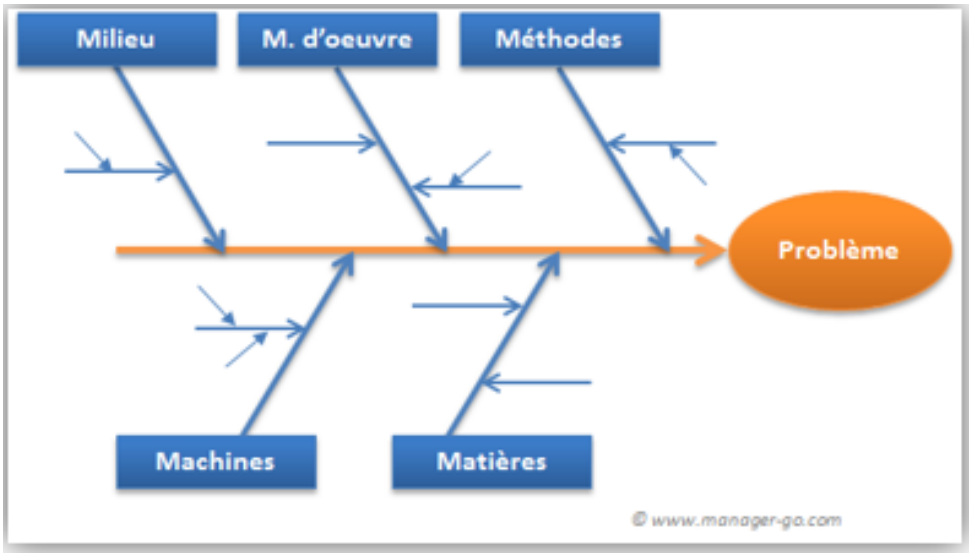


FIGURE 1.25: Diagramme d'Ishikawa

Chapitre 2

ETAT DES LIEUX

Après avoir détaillé le cadre général du projet, notre second chapitre a pour objectif d'établir les états des lieux.

Pour ce faire, nous commencerons par le premier jalon de la méthode DMAIC qui comportera le cadre et l'objectif du projet, le processus de Réception jusqu'à l'alimentation de la production.

Ensuite, la phase « Mesurer » sera consacrée à l'évaluation de la performance du processus actuel.

Puis, la phase « Analyser » comportera l'analyse des différents résultats des phases précédentes

2.1 DEFINIR

2.1.1 La Logistique

Définition

Depuis sa création en 1836, le mot logistique a connu une évolution de sa définition. Jusqu'au début des années 1900, il était utilisé dans le domaine militaire. L'American Marketing Association (AMA) a proposé en 1935, dans Marketing Vocabulary, l'une des premières définitions de la logistique : « La logistique regroupe les différentes activités réalisées par une entreprise, y compris les activités de service, durant le transfert d'un produit du site de production jusqu'au site de consommation ». On constate que à cette période la logistique ne comprend que la partie transport et distribution.

En l963, the National Council of Physique Distribution Management (NCPDM), donne une définition complète de la logistique : « terme employé dans l'industrie et le commerce pour décrire le vaste spectre d'activités nécessaires pour obtenir un mouvement efficient de produits finis depuis la sortie des chaînes de fabrication jusqu'au consommateur, et qui dans quelques cas inclut le mouvement des matières premières depuis leur fournisseur jusqu'au début de la chaîne de fabrication. Ces activités incluent le transport des marchandises, l'entreposage, la manutention, l'emballage de protection, le contrôle des stocks, le choix des emplacements d'usines et d'entrepôt, le traitement des commandes, les prévisions de marché et le service offert aux clients ». Ainsi, cette définition inclut les prévisions du marché, le service offert au client et la localisation des usines et des entrepôts qui est une décision stratégique. Alors on peut définir la logistique comme étant la planification et la coordination de toutes les activités nécessaires pour atteindre les niveaux de service et de qualité souhaités au coût le plus bas possible et de livrer aux clients les bonnes quantités dans les meilleurs délais.En effet, la Supply Chain est définit comme « la suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs du producteur jusqu'aux clients de ses clients »

Une Supply Chain est donc la chaîne de tous les intervenants de toutes les entreprises qui contribuent à apporter un produit :
- À des consommateurs ; on parle alors de business to consumer (B2C) ;
- À des entreprises utilisatrices pour produire d'autres biens ou les consommer et l'on parle alors de business to business (B2B).

Segmentation de la chaine Logistique

La chaine logistique est considérée comme un moyen permettant de satisfaire la demande des clients. Le processus logistique de flux physiques du producteur au consommateur est souvent une réponse à un flux d'information en sens inverse provenant d'un point de distribution. Une vente déclenche généralement un ordre de livraison, nécessitant une commande commerciale suivie d'un ordre de production, générant à son tour des ordres d'approvisionnement.

Au sein d'un système, quatre grands types de logistiques peuvent être distingués :

- **La logistique amont ou d'approvisionnement** qui vise à assurer la circulation des produits entrants et sortants des sites de production, tout en respectant les délais souhaités et dans les meilleures conditions de coût. La politique d'approvisionnement a pour objectif d'élaborer les méthodes de gestion d'approvisionnement, d'établir un réseau de fournisseurs et de gérer le transport en amont en assurant les bons délais de livraisons

- **La logistique interne** et qui correspond aux flux de fabrication à l'intérieur du lieu de production ou d'assemblage, à mettre à disposition des matières premières et des

produits en cours de fabrication dans les délais souhaitables et se situe généralement en amont sans oublier l'importance de la coordination des unités de production et d'assemblages ;

- **La logistique aval** qui répond à mettre à disposition des produits finis dans les meilleurs délais pour le client ou le consommateur final et avec les moindres coûts. Pour la politique de distribution, elle englobe les méthodes de gestion des stocks de produits finis et la gestion des opérations du transport aval tout en respect des délais de livraison pour le client ;

- **La logistique inverse ou de retour** correspond aux flux de produits ou d'éléments non utilisables tels quels vers des sites de stockage, de retraitement ou de recyclage, La logistique des retours concerne la gestion des flux du consommateur vers le producteur. Ces flux peuvent avoir pour objet la gestion du Service Après-Vente, le recyclage des déchets ou la gestion des invendus.

Il est nécessaire de distinguer deux types de retour :
- Le retour des produits ;
- Le retour des emballages.

A ces deux types de retours correspondant des traitements bien distincts.

Enjeux de la chaine logistique

La chaîne logistique cherche à garantir au producteur et au distributeur la qualité, l'optimisation de la qualité de service permet par conséquent d'augmenter les ventes et les parts de marché.

La compétition entre les entreprises a pris des formes diverses, mais l'accession rendue beaucoup plus facile pour toutes, aux technologies et aux capacités de production les plus performantes et les moins chères ont conduit à faire susciter, d'une part, le rôle différenciateur des services proposés aux clients et d'autre part, la capacité à maîtriser l'ensemble de la chaîne des opérations au moindre coût, c'est sur ces critères que la Supply Chain a acquis une dimension stratégique. Les avantages concurrentiels qui y sont recherchés sont relatifs soit à des services fournis (disponibilités, délai, ... etc.) soit à la maîtrise des coûts opérationnels. Les services proposés ont de nos jours pris une importance autant plus grande que la notion même de services.

Gérer la chaîne logistique, c'est fluidifier les flux en optimisant autant que possible les coûts. Les coûts sont principalement : Les coûts de conception des produits,
- Les coûts d'approvisionnement,
- Les coûts de production,
- Les coûts de possession des stocks,
- Les coûts d'acheminement,
- Les coûts de rupture,
- Les coûts financiers associés.

Dans le processus d'optimisation globale de la chaîne logistique, on parle de plus en plus de coût total de possession. La gestion de la chaîne logistique est une vision intégrée de la logistique qui s'occupe de l'ensemble des flux et processus de mise à disposition des produits de la conception jusqu'au client final et ce pendant tout le cycle de vie des produits. La Supply Chain management intègre de plus en plus les contraintes liées à la "reverse logistic" (flux de retour et de recyclage des produits).
- Des ressources (ressources humaines, sources d'énergie et carburants...) ;
- Des biens nécessaires à la réalisation de la prestation logistique (entrepôts, outillages, machines...) ;
-Des services (emballage, fournitures, transport, systèmes d'informations, contrôle de gestion).

2.1.2 Présentation générale du processus de l'entreprise

Nous allons tout d'abord faire la présentation du processus général de l'entreprise, ce qui est actuellement utilisé.

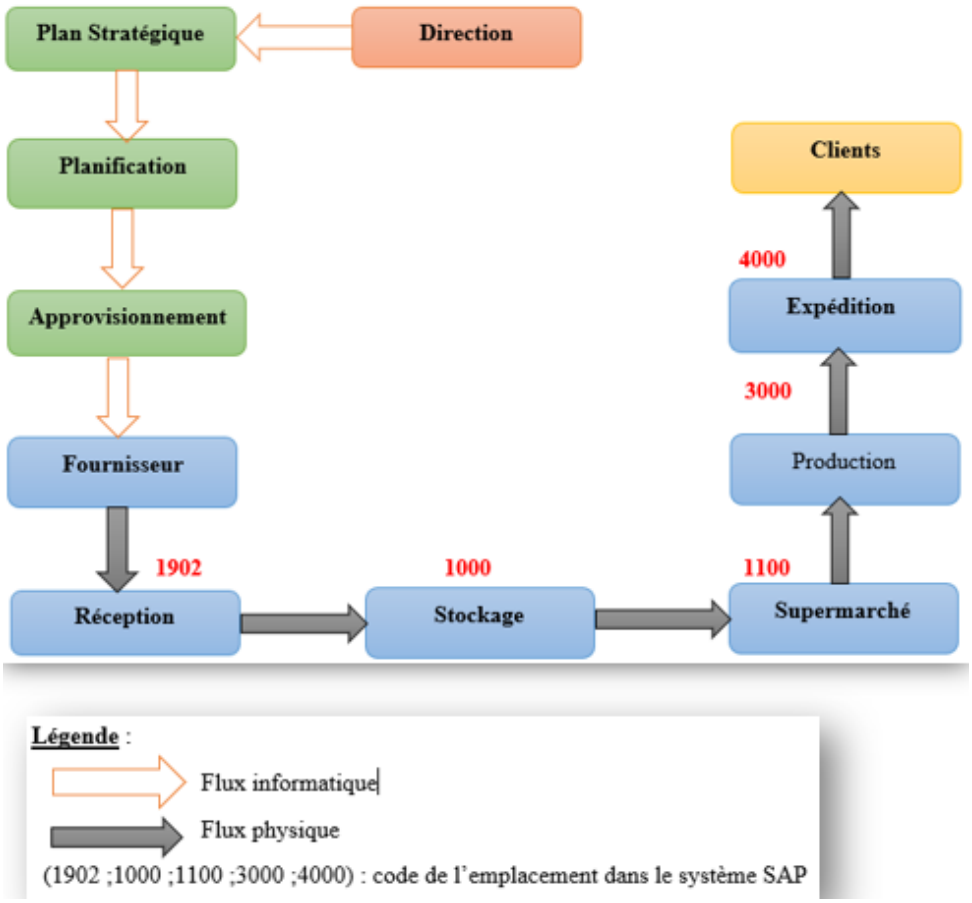


FIGURE 2.1: Processus Général de l'entreprise

Le processus général de Yazaki1 Maroc Meknès (YMM) commence tout d'abord par la planification des commandes et les quantités nécessaires à commander. Ensuite les approvisionneurs sont chargés de contacter les fournisseurs et effectuer les commandes. Enfin le service Transport se charge des moyens et modes de transport. Apres réception de la matière première, elle est stockée et utilisée pour alimenter les chaines de production. Une fois le produit finit, il est acheminé au client

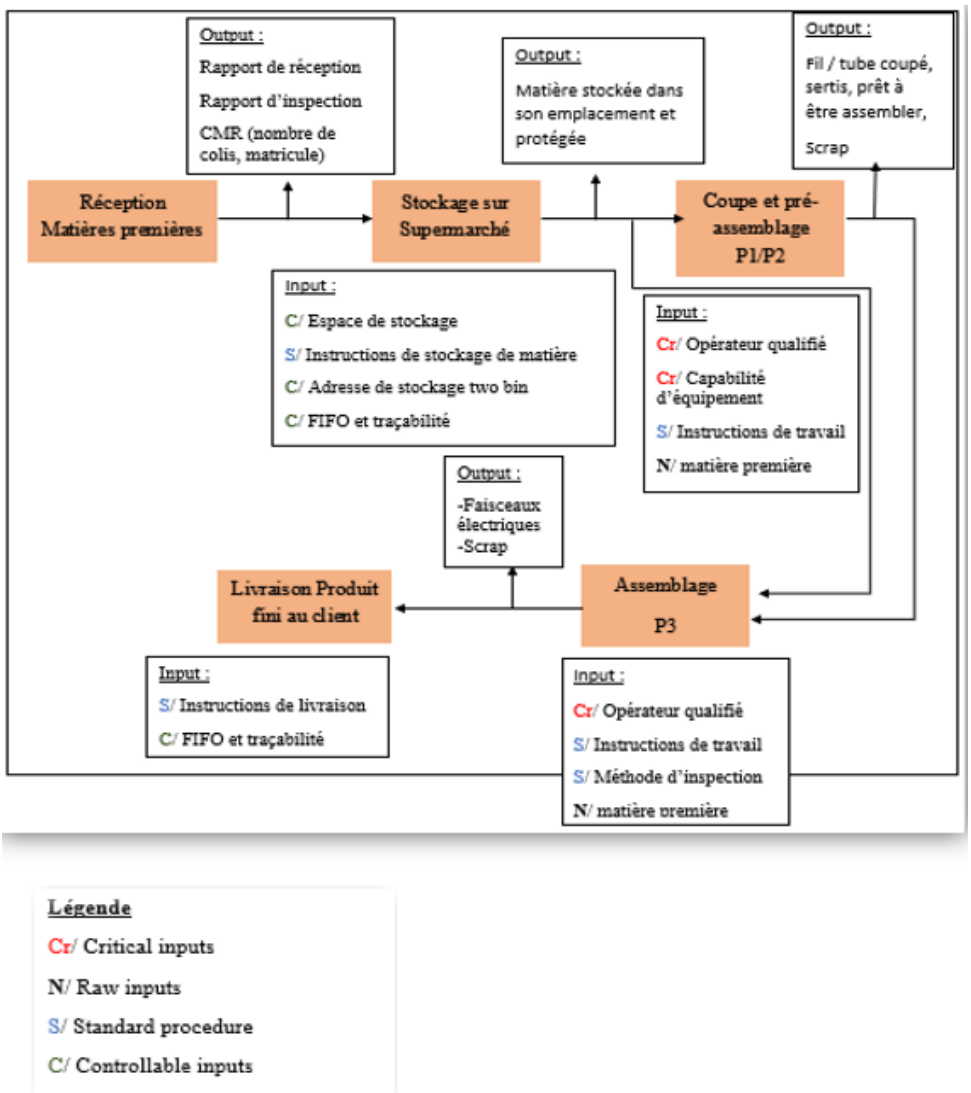
2.1.3 Le QQOQCCP

Le QQOQCCP ou encore appelé la méthode du questionnement est un outil d'analyse simple et performant. Cette méthode nous permettra de récolter des informations précises et non exhaustives sur notre projet et de mesurer le niveau de connaissance que nous possédons.

FIGURE 2.2: Diagramme QQCQCP

2.1.4 Process MAP

Nous allons par un « Process Map » apporter plus de clartés et de détails sur le processus, par ces entrées et ses sorties à chaque étape.



Légende

Cr/ Critical inputs

N/ Raw inputs

S/ Standard procedure

C/ Controllable inputs

FIGURE 2.3: Process MAP

2.1.5 Processus du flux logistique : Gestion de la matière première

Le processus du flux de la matière première de Yazaki Morocco Meknès (YMM) est le suivant :

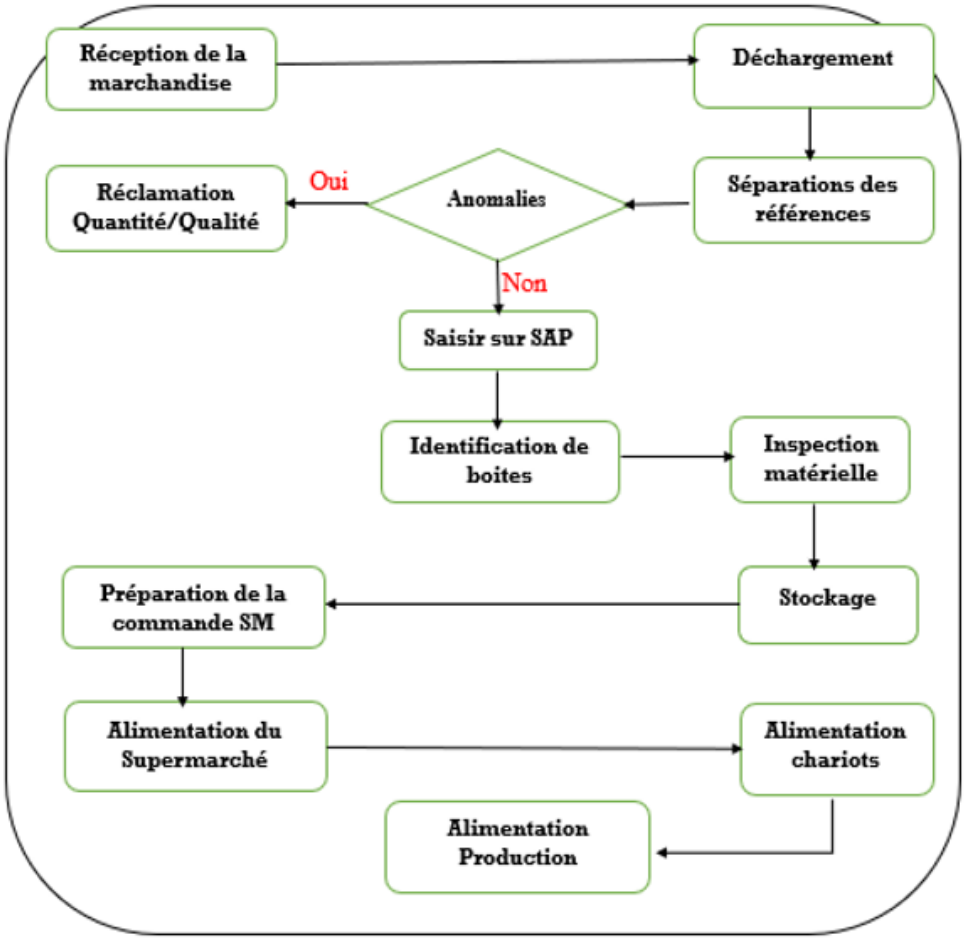


FIGURE 2.4: Gestion de la matière Première

La Réception

FIGURE 2.5: La zone de Réception

À la réception, un opérateur se charge de vérifier la facture, le BL (Bon de livraison) si tout est conforme, il effectue un Visual check des références commandées avant déchargement. Après son Visuel check s'il n'y a pas de dommage dû au transport il est censé décharger les matières premières. Dans le cas contraire il est dans l'obligation d'aviser le service transport, approvisionnement, qualité et logistique pour une réclamation.

Après déchargement, vient la phase de séparation car parfois l'arrivage se fait, soit par fournisseur soit par famille ce qui entraine nécessairement une séparation des références par

type de famille. En cas d'endommagement dans cette phase, l'opérateur collecte ces références sur une palette pour le contrôle qualité.

La phase de séparation terminée, l'opérateur commence sa troisième tâche, celle de faire l'étiquetage et la séparation des références qui nécessitent l'inspection du service qualité (ces références sont marquées de lettre Q) de celles qui n'en nécessitent pas (marquées de lettres IF). Celles marquées d'IF c'est-à-dire « Free Inspection » passent directement à la zone de stockage.

Sur le système SAP tous les produits qui sont dans la zone de réception ont le numéro 1902. Ce numéro permet à tous ceux qui utilise ce système de connaitre l'emplacement du produit.

Le Stockage

FIGURE 2.6: La zone de Stockage

Dans la zone de stockage, deux opérateurs s'occupent de la manutention des références et du scan pour l'identification de leurs emplacements. En effet un scan des produits arrivant se fait en vue de parvenir à connaitre l'emplacement de chaque référence dans le stockage. Le système utilisé pour le classement dans cette zone est le système FIFO (First In First Out). Les étiquettes de référence sont également en couleurs différents en fonction des mois.

Sur le système SAP, le numéro alloué à la zone de stockage est 1000. Le magasin 1000 doit assurer l'alimentation du supermarché, suite aux ordres de déclenchement des cartes kanban via le scan **Empty** des boxes vides dans le supermarché. En effet, une fois la boxe devient vide elle doit être scannée **Empty** dans le supermarché.

Le Supermarché

Le supermarché c'est le lieu de stockage final des composants destiné directement à la production. Il est devisé en 4 Racks : les Racks A, B et C contient les composants à consommer irrégulièrement c'est-à-dire en quantité variable selon le besoin de production, le Rack D destiné au stockage des composants et fils mais consommé en volume c'est-à-dire la boite de carton destiné à la production complet et fermé sans être passé dans la situation « in use » à l'intérieur de supermarché.

Pour la zone du Supermarché (SM), les opérateurs de distribution passent leurs commandes sur le système SAP, afin qu'elles soient préparées dans la zone de stockage. Le système de fonctionnement dans cette zone se fait par Kanban, et système two bin. L'emplacement des références dans cette zone se fait également par FIFO.

FIGURE 2.7: La zone du supermarché

Processus d'alimentation de la production

En ce qui concerne l'alimentation de la zone P3, nous avons deux types d'alimentation à savoir :

- Alimentation directe des chaines de productions
- Alimentation des chaines de production via le supermarché.

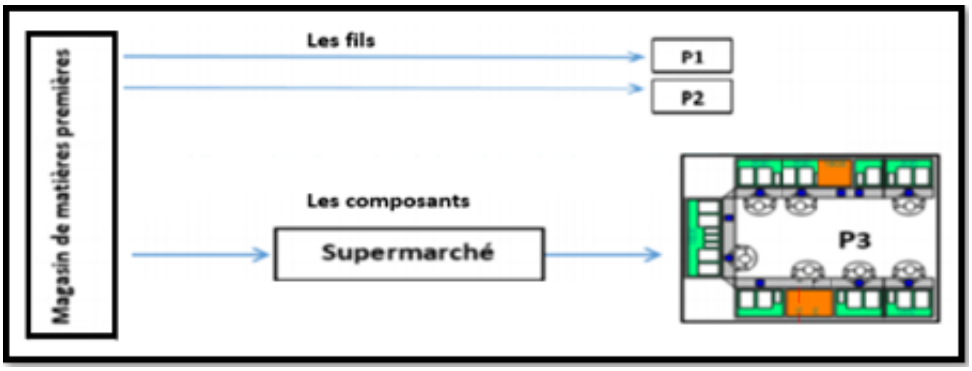


FIGURE 2.8: Processus d'alimentation de la production

La matière première peut être alimentée par plusieurs manières :

- Soit par bins (de plastique)
- Soit dans leur propre emballage du au fait que certains composants peuvent facilement s'endommager, ils sont alors gardés dans leur emballage d'origine et mis dans les bins.

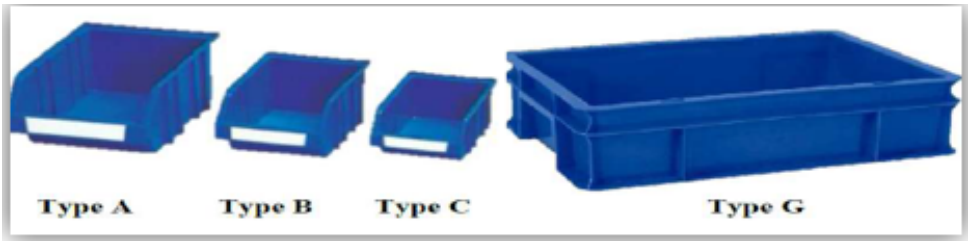


FIGURE 2.9: Type de Bin

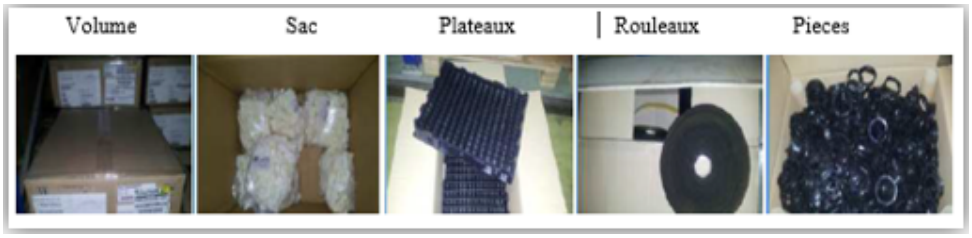


FIGURE 2.10: Type d'Alimentation

2.1.6 SIPOC du flux logistique de la matière première

Cette méthode est utilisée afin de décrire le processus que nous voulons améliorer. Elle nous permettra de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les éléments en entrée
- Quelles sont les parties prenantes ? Fournisseurs et clients ?
- Quelles sont les exigences
- Les étapes du processus

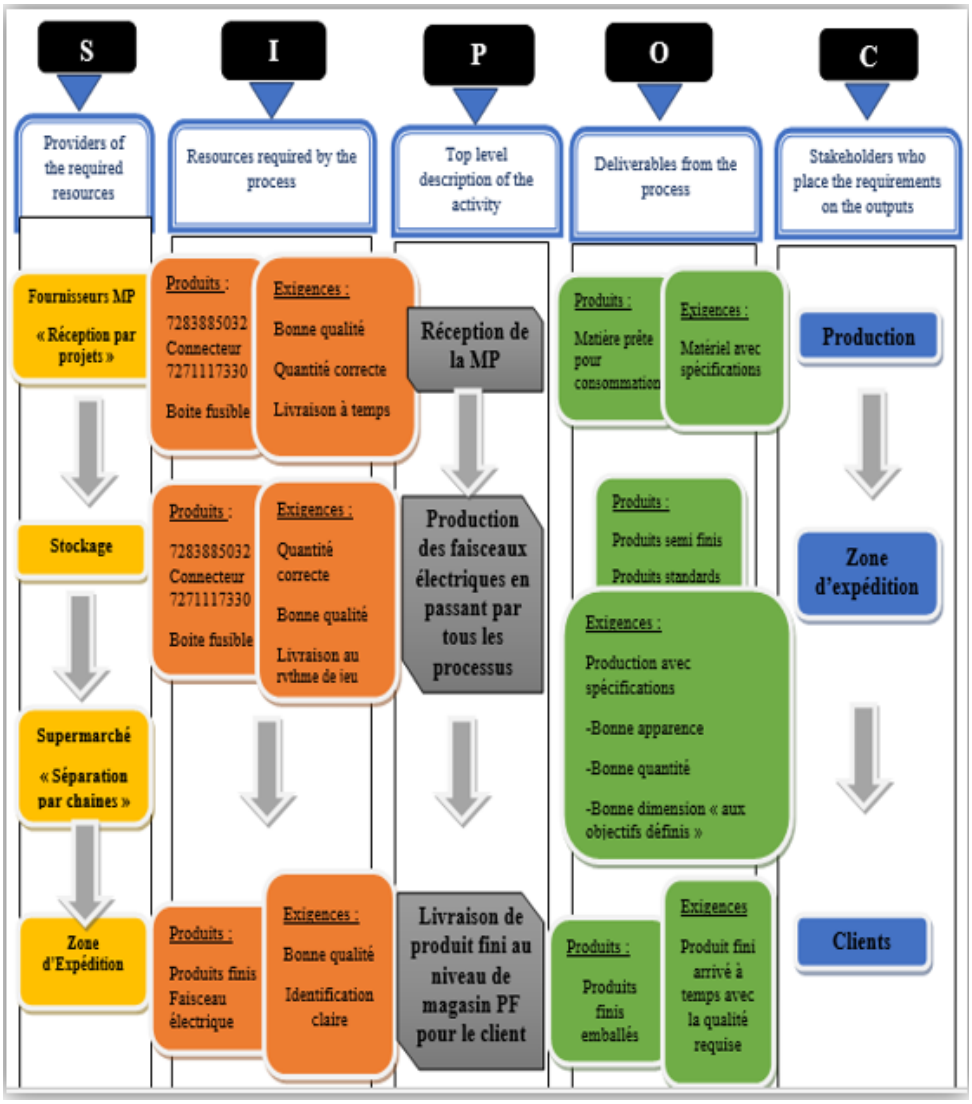


FIGURE 2.11: Diagramme SIPOC

2.1.7 Elaboration de la carte Value Stream Mapping (VSM)

Afin de mieux cadrer notre étude nous avons choisi un fournisseur qui fournit des références volumineuses, couteuses fragiles et consommables, c'est-à-dire très importante pour l'entreprise, afin de faire le suivi et élaborer un VSM. Le VSM nous permettra de visualiser les différents flux au sein de la production (matière et information). Nous pourrons également identifier les différentes contraintes. Le VSM est le suivant :

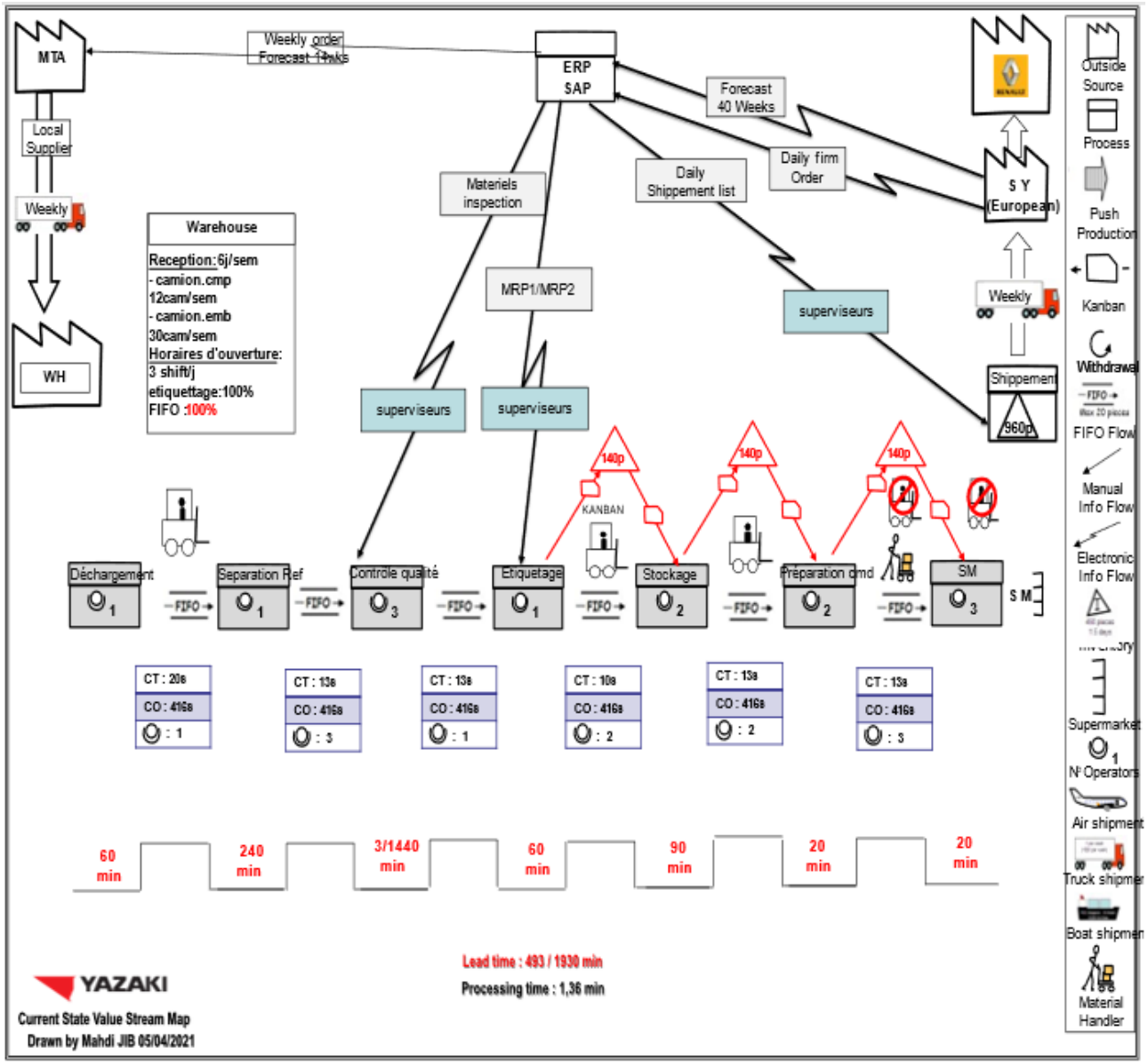


FIGURE 2.12: VSM du processus

Par ce VSM nous avons fait le suivi du fournisseur MTA. En effet lorsque le camion parvient à YMM, le déchargement se fait par un opérateur et la moyenne de déchargement est de 60 minutes. Vient la phase de séparation des références qui est également effectué par un opérateur et la moyenne d'exécution de cette tâche est 240 minutes. Une fois la séparation faite, 3 opérateurs s'occupent du contrôle qualité dont le temps est très variable. Survient ensuite la phase d'étiquetage exécutée par un opérateur dans une moyenne de temps de 1heure. Lorsque l'étiquetage des références est fait, 2 opérateurs s'occupent du classement dans la zone de stockage dans une moyenne de temps de 1h 30 minutes. Pour la préparation des commandes du supermarché nous avons 2 opérateurs qui effectuent cette tâche. Enfin 3 opérateurs s'occupent

de la préparation des commandes au sein du supermarché.Il est nécessaire de signaler que c'est le système FIFO (First In First Out) qui est appliqué lors de tout ce processus.

Problèmes détectés :

- **Risque d'endommagement dû à la manutention** : Lorsque l'opérateur décharge la marchandise, il peut y avoir des colis mal emballés et un endommagement peut être causé. Lors de la séparation, du transport vers la zone de stockage et du classement dans le stockage, la manutention des cartons peut entrainer l'endommagement de la matière première.

- **Temps de séparation élevé** : Parfois l'arrivage se fait soit par fournisseur, soit par famille, alors il est nécessaire de séparer les références par type de famille. Dans cette phase l'opérateur prend en moyenne une heure de séparation voir même plus.

- **Retard du contrôle** : Le retard d'inspection et de contrôle qualité des nouvelles références, ou celles endommagées peut engendrer un risque d'arrêt de quelques chaines de production.

- **Taux d'erreur** : Cela peut être lié soit à la phase de séparation, soit à la phase d'étiquetage. L'opérateur peut faire une erreur lors de l'étiquetage d'une référence en remplaçant l'étiquette d'une référence par une autre. Lorsque cette erreur survient, il est dur de détecter cela et si elle n'est pas détectée des câbles non conformes seront conçus.

- **Coût d'étiquetage** : très coûteux.

- **Vaste espace de stockage** : Génère des coûts (fixes et variables) très énormes à savoir le coût de la manutention…

- **Perte de l'espace au SM** : Il existe dans le SM des espaces non utilisées à cause du changement des dimensions des emballages chez le fournisseur et aussi l'élimination de quelques références non utilisables.

- **Temps de préparation des chariots** : Nous avons constaté une perte du temps lors de la préparation des commandes lorsque les références commandées n'existent pas au SM, il faut alors attendre un approvisionnement de la part de la zone de stockage.

- **Erreur des encours** : Perte de la traçabilité des références IN USE au Supermarché.

2.1.8 Impact économique

La résolution des problèmes de gaspillage de temps, de taux d'erreur, de la perte d'espace, aura un effet majeur sur l'économie de l'entreprise. L'impact économique sera que la résultante de la résolution des problèmes détectés dans le VSM cité plus haut.

2.2 MESURER

2.2.1 Chronométrages du processus de la matière première

L'unité de chronométrages est la minute.

La Réception

La zone de réception se compose de trois étapes à savoir :
- Le déchargement
- La séparation des références
- L'étiquetage

Réception	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Temps de Déchargement	30	135	180	210	180	35
Temps de Séparation	55	150	180	190	160	50
Temps d'Etiquetage	50	60	70	180	120	50

Table 2.1: Chronométrage de la zone de réception

Le Stockage

La zone de stockage se compose de trois étapes également :
- Le classement
- L'inventaire
- Préparation des commandesdu supermarché (SM).

Stockage	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Classementt	120	160	170	190	170	120
Inventaire	50	55	60	60	55	50
Préparation des commandes SM	120	100	110	110	110	110

Table 2.2: Chronométrage de la zone de stockage

Le Supermarché

Le supermarché est composé à son tour de deux étapes à savoir :
- Le remplissage des chariots vides
- Alimentation des chaines de production

Supermarché	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Remplissage des chariots vides	84,4	78.4	90.1	80.1	82.3	80.4
Alimentation des chaines	69	70.6	62.4	73.1	69	69.5

Table 2.3: Chronométrage de la zone de supermarché

2.2.2 Test de Normalité

La loi normale est une des lois de probabilité statistique qui nous permet de modéliser des phénomènes naturels issues de plusieurs évènements aléatoires. La courbe de la loi normale nous montre également que nos valeurs évoluent autour d'une moyenne et dans notre cas la moyenne est de 105 approximativement. Par le Logiciel Excel nous avons vérifié la normalité de nos données.

Etapes du processus	Données	Moyenne	Loi normale	Variance
Temps de Déchargement		128,333333	0,00870889	225,887377
Temps de Séparation		130,833333	0,00822132	271,357285
Temps D'Etiquetage		88,3333333	0,01067767	65,0355253
Classement		155	0,00358808	925,714538
Inventaire		55	0,00450673	745,80713
Préparation commande SM		110	0,01130818	19,7562043
Remplissage du chariot vide au SM		81,9666667	0,00973682	137,833643
Alimentation des chaînes + Déplacement entre SM et P3		68,9444444	0,00724716	370,895248

Espérance	Ecart type
102,301389	34,4069363

FIGURE 2.13: Valeurs de la loi Normale

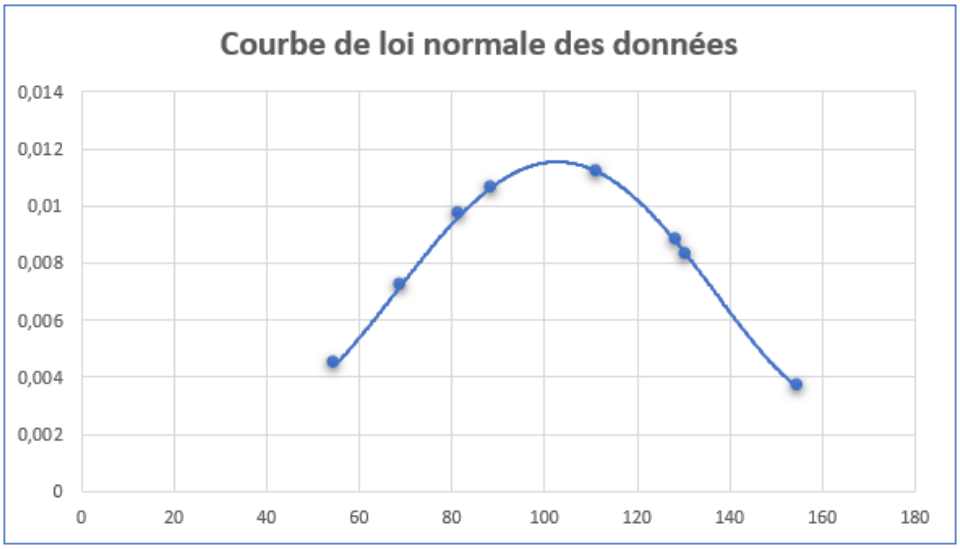


FIGURE 2.14: Courbe de la loi normale des données

2.2.3 Mesures des superficies des différentes zones

Nous avons calculer les superficies qu'occupent la zone de réception et celle du stockage et supermarché.Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Réception	Stockage et Supermarché	Hauteur du stockage
460 m²	1400 m²	12 m

TABLE 2.4: Les Superficies

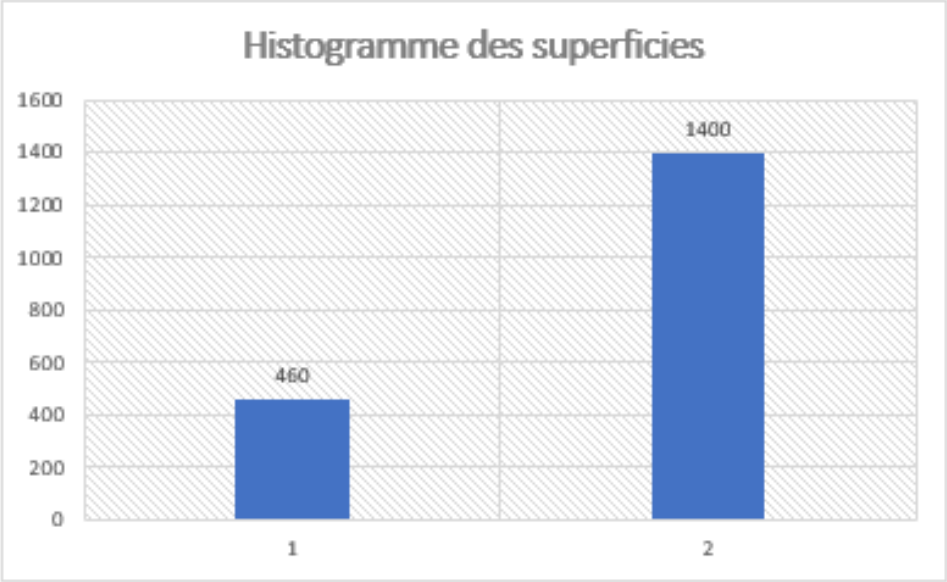


FIGURE 2.15: Histogramme des superficies

A la vue de ce diagramme, nous remarquons que les zones de stockage et supermarché sont énormes or c'est pour juste le dépôt de la matière première. Nous avons déjà signalé plus haut qu'il y'a des pertes d'espace dans ces zones ce qui explique ces superficies élevées. Notre travail consistera également à réduire ces espaces par l'implémentation d'un nouveau flux logistique.

2.3 ANALYSER

2.3.1 Analyse des données

La Réception

Selon nos chronométrages, la moyenne de réception de la matière première est :

- Moyenne de déchargement : 128.34 min
- Moyenne de séparation : 130.84 min
- Moyenne d'étiquetage : 83.34 min

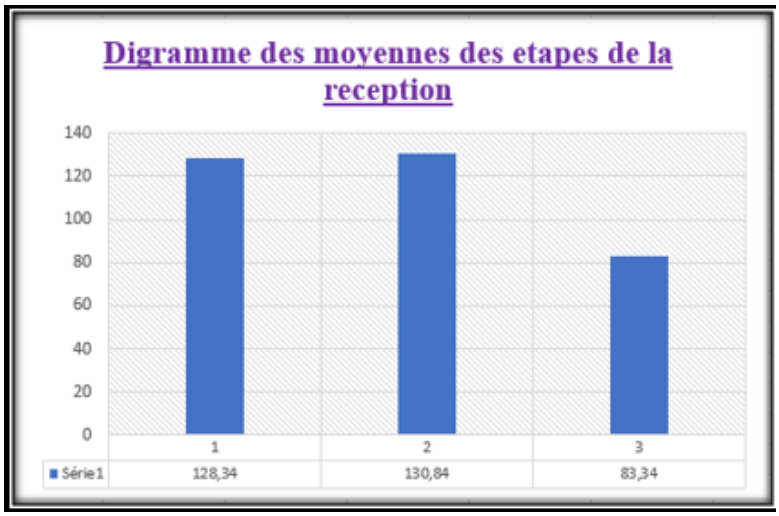


FIGURE 2.16: Moyennes des étapes de la réception

A la vue de ce diagramme nous pouvons constater que le temps de séparation des références est le plus haut, suivi du temps de déchargement. Ces différentes étapes prennent beaucoup de temps car c'est un seul opérateur qui effectue la tâche du déchargement et c'est également un opérateur qui s'occupe de la tache de séparation. Ces opérateurs sont souvent en proie à des discussions inutiles.

Le Stockage

Selon nos chronométrages, la moyenne de la zone de stockage est :

- Moyenne de classement : 155 min
- Moyenne de l'inventaire : 55 min
- Moyenne de préparation commande SM : 110 min

Moyenne totale est : 106,67 minutes. La zone de stockage prend beaucoup de temps et d'opérateurs en raison des nombreux va et vient pour le classement des références. Il faut également du temps pour la manipulation des transpalettes bidimensionnelle et tridimensionnelle. Pourtant c'est tout juste l'entreposage des références. La réduction de ce temps entrainera une hausse de la productivité du processus.

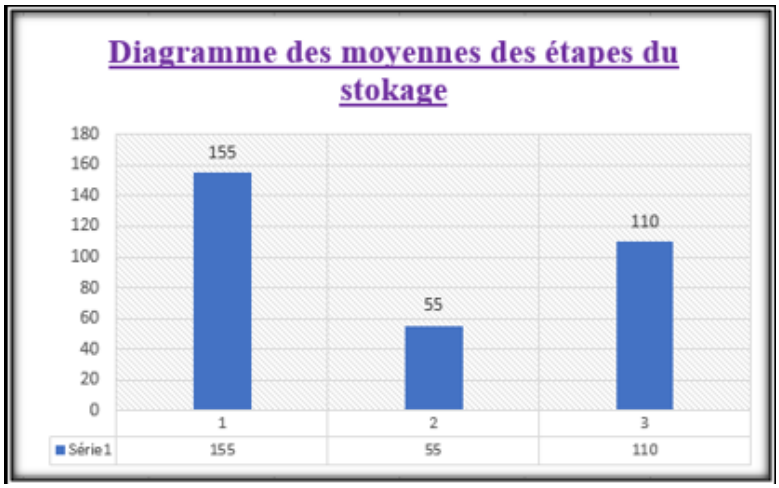


FIGURE 2.17: Moyennes des étapes de la stockage

A la vue de ce diagramme, nous constatons que le temps de classement des références est le plus culminant et cela est dû à la manipulation des grandes machines et les multiples va et vient de ces machines qui ne peuvent être utilisées à grande vitesse. La hauteur du stockage est de 12 m ce qui fait qu'il faut plus de temps afin d'être prudent.

Pour la préparation des commandes du supermarché nous voyons que ce temps aussi est élevé et cela est dû à la lenteur des opérateurs compte tenu de la manipulation des machines, et des références qui sont dispersés dans le stock.

Le Supermarché

Selon les chronométrages, la moyenne de la zone du supermarché est le suivant :

- Moyenne de remplissage des chariots : 82 min
- Moyenne de l'inventaire : 55 min
- Moyenne d'alimentation des chaines : 69 min

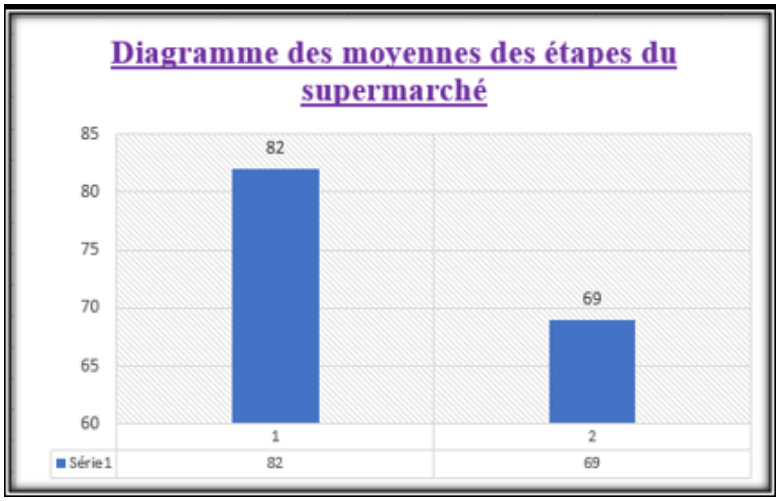


FIGURE 2.18: Moyennes des étapes du supermarché

Le temps de remplissage des chariots est élevé car le supermarché est vaste ce qui engendre les nombreux va et vient. Nous notons également les bavardages inutiles lors du remplissage. Pour l'alimentation, les opérateurs de distributions sont souvent bloqués par d'autres travaux s'effectuant sur leur route, ce qui entraines des gaspillages de temps.

2.3.2 Diagramme d'erreur d'étiquetage

Dans le processus actuel, l'étiquetage est un point critique du processus, et il peut advenir des erreurs en celui. Le diagramme suivant explicitera ce que peut engendrer une erreur d'étiquetage.

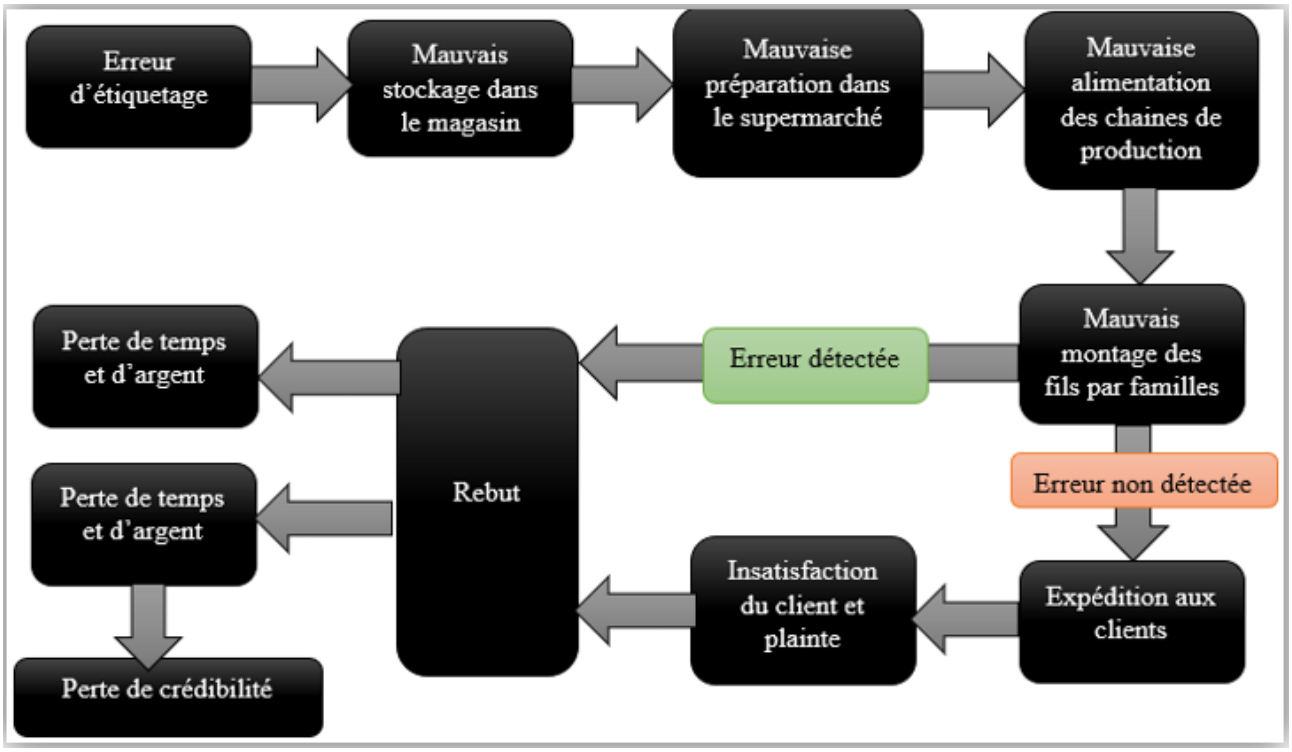


FIGURE 2.19: Diagramme du taux d'erreur

2.3.3 Calcul de la productivité

Pour calculer la productivité nous avons divisé le temps du fonctionnement d'opérateur par le temps requis par shift. Nous nous sommes basés sur le résultat du chronométrage. Dans un shift le temps de fonctionnement de l'opérateur est la somme des temps à valeur ajoutée.

$$Productivite = \frac{Temps\ disponible - Temps\ de\ fonctionnement}{Temps\ disponible}$$

$$Productivite = 1 - \frac{Temps\ de\ fonctionnement}{Temps\ disponible}$$

Nous devons prendre en considération le temps du shift 8 heures,et la pause 20 minutes.

La réception

Réception	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Moyenne
Déchagement	30	135	180	210	180	35	128.333
séparation	55	150	180	190	160	50	130.833
Etiquetage	50	60	70	180	120	50	88.333
Productivité	71%	25%	53.3%	37%	50%	71%	**51.2%**

TABLE 2.5: Productivité de la réception

Le stockage

Stockage	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Moyenne
Classementt	120	160	170	190	170	120	155
Inventaire	50	55	60	60	55	50	55
Préparation commande SM	120	100	110	120	110	110	111.667
Productivité	37%	32%	26%	60%	64%	39%	**43%**

TABLE 2.6: Productivité du stockage

Le supermarché

Supermarché	Lundi	Mardi	Merdredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Moyenne
Remplissage des chariots	84,4	78.4	90.1	80.1	82.3	80.4	81.966
Alimentation des chaines	69	70.6	62.4	73.1	69	69.5	68.944
Productivité	67.51%	67.61%	66.84%	66.68%	67.10%	67.41%	**67.19%**

TABLE 2.7: Productivité du supermarché

La productivité totale du processus

Productivité totale = 53.7%

Méthode de calcul : exemple productivité réception :

$$la\ productivité\ "lundi" = (1 - \frac{30 + 55 + 50}{480 - 20}) * 100\% = 71\%$$

$$la\ productivité\ "mardi" = (1 - \frac{135 + 150 + 60}{480 - 20}) * 100\% = 25\%$$

[...]

$$la\ productivité\ "samedi" = (1 - \frac{35 + 50 + 50}{480 - 20}) * 100\% = 71\%$$

Donc : $\boldsymbol{la\ productivité\ réception} = \frac{71+25+7+37+50+71}{6} = \mathbf{43\%}$

FIGURE 2.20: Méthode de calcul

Ce résultat nous montre que les opérateurs effectuent plusieurs tâches sur les matières premières avant qu'elles parviennent à la production et cela implique des taches a non valeurs ajoutées qui sont considérées comme anomalies ou des pertes.

2.3.4 Estimation du cout de la non-valeur ajouté

En se basant sur le résultat du chronométrage, dans shift (intervalle de 8 heures) le temps de fonctionnement d'opérateur est la somme des temps à valeur ajoutée. Et en prenant en considération le temps ouvert d'un shift (8 heures) les pauses (20 minutes) pour le calcul du temps requis, la productivité est : **53,7%**.

D'après ce résultat, **46.3%** du temps requis, l'opérateur ne fait que des tâches hors de son travail et qui peuvent être considérées comme anomalies voire pertes. Ainsi par l'analyse et l'observation de chaque opération que l'opérateur effectue, nous avons déceler les causes derrière cette improductivité à savoir :

- Déplacements répétitifs du distributeur pour alimenter les lignes en cas d'urgence : en effet, la capacité du chariot ne peut pas supporter tous les bins de la famille, le magasinier le remplis d'une façon aléatoire sans respecter l'ordre de priorité des composants (ceux plus consommés), et par conséquent le distributeur sera obligé de retourner fréquemment au supermarché pour remplir un ou deux bins dont la chaine a besoin.
- Va-et-vient vers l'emplacement de l'impression des étiquette Kanban.
- Tâches complémentaires qui conduisent à l'attente.
- Attente lors du classement dans le Stock.
- Attente lors du remplissage du chariot dans le supermarché.
- Va-et-vient vers l'emplacement prédéfini du chariot dans la chaine lors de l'alimentation des postes. En effet et au lieu de faire déplacer le chariot dans les couloirs inter-chaines, il le met au bout de chaque chaine, et effectue des allers-retours.

Le manque à gagner par mois sera calculé comme suit :

$$Perte\ de\ TNVA\ par\ mois = TNVA\ x\ 12,85\ Dh/h\ x\ 3\ shift\ x\ 24\ jours\ =\ 3426.94\ Dh/mois/oprateur$$

- Coût du d'opérateur par heure : 12.85 Dhs/h
- Le temps à non-valeur ajoutée calculé dans le chapitre précédent : TNVA = 3,704 h

2.3.5 Diagramme d'Ishikawa

Nous avons identifié que notre processus de flux logistique n'est pas optimisé car il y'a une grande perte en temps du a de différentes causes. Nous allons essayer de plus décortiquer ce problème de perte de temps dans ce processus. Pour ce faire, nous utiliserons l'un des outils d'analyse de problème à savoir le diagramme de causes et effets :

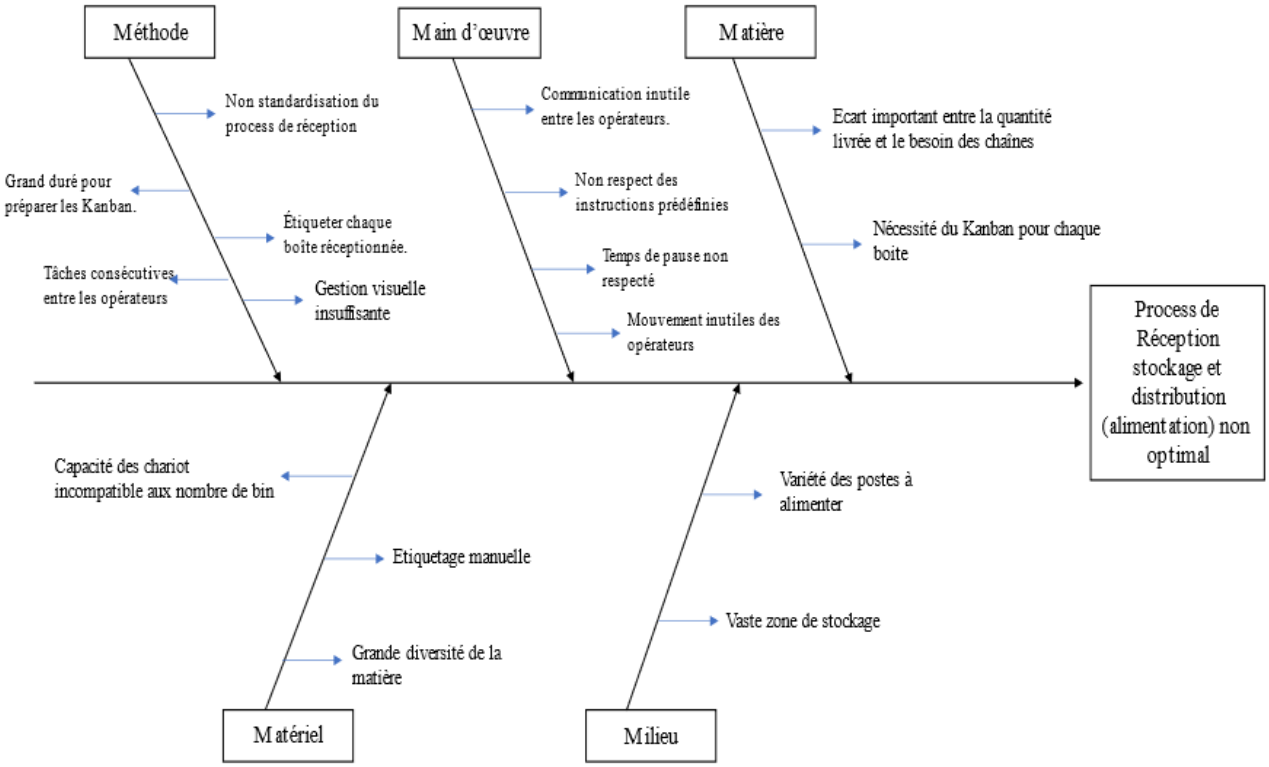


FIGURE 2.21: Diagramme d'Ishikawa

Notre diagramme d'Ishikawa sur le processus non optimal en temps nous permet d'avoir une clarté sur les causes sources de ce problème de perte de temps. De par ces 5 catégories à savoir le milieu, le matériel, la méthode, la main d'œuvre, la matière nous avons pu déceler des problèmes sources comme étiquetage manuelle qui est couteuse peut être sources d'erreur, grande durée de préparation des kanbans, la non standardisation du processus, l'obligation d'étiqueter chaque boite réceptionnée. Alors la non optimisation du processus découle de ces différentes causes.

Ces causes décelées nous essayerons dans la suite de notre travail de proposer des solutions en vue d'une optimisation du processus.

2.3.6 Conclusion

A la fin de ce chapitre il en résulte que nous avons appliqué les trois phases de la méthode DEMAIC, à savoir Définir, Mesurer et Analyser. Nous avons défini l'état actuel de notre processus de flux logistique et défini également la problématique. La phase Mesurer nous a permis de mesurer par chronométrage les étapes du processus en vue de parvenir à une analyse de ces résultats dans la phase Analyser. Le diagramme d'Ishikawa nous a permis de déceler les causes racines de la non optimisation de notre processus.

Dans la suite de notre travail, nous nous évertuerons à proposer des solutions afin de palier à ces problèmes. Le cas du centre de distribution (HUB) sera plus détaillé dans les prochaines lignes.

Chapitre 3

LA CONTRIBUTION DU HUB AUX CHANGEMENTS DE LA CHAINE LOGISTIQUE ET A LA PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE

Ce chapitre est consacré à la présentation des différentes solutions proposées pour l'optimisation du flux logistiques. L'amélioration du processus de distribution par la création d'un nouveau chariot, l'intégration de l'AGV et du système RFID nous permettrons de mieux contrôler les encours de production et la réorganisation de la distribution de la matière première dans le supermarché.

3.1 INNOVER

À la suite de la phase d'analyse, les principaux paramètres sont identifiés et l'on connaît bien à présent les leviers qui permettront de ne plus avoir de gaspillage. Mais s'il suffisait de connaître les paramètres importants pour atteindre les objectifs fixés, cela serait facile. En effet, même lorsque nous connaissons les causes de. dysfonctionnement, un processus n'est pas maîtrisé pour autant

Cette étape permet donc de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux améliorations détectées dans la phase d'analyse. C'est à ce stade également que les acteurs du processus vont s'impliquer davantage.

Ils sont en effet les mieux placés pour connaître les problèmes en pratique, les interventions adaptées à réaliser sur le terrain et pour mettre en pratique au mieux les améliorations détectées lors des phases précédentes.

L'étape d'innovation/amélioration consiste donc à trouver des solutions qui permettront de diminuer l'apparition des causes de problèmes identifiées à l'étape précédente.

3.1.1 Définition du HUB

Une place centrale a été dédiée au HUB logistique pour pallier aux défis de grande envergure à savoir :

- La livraison rapide des commandes
- La gestion des retours en vue d'assurer l'efficacité du dernier Kilomètre,
- L'intérêt de se rapprocher des grandes villes
- Les principaux nœuds de communications.
- Gagner en termes d'espaces les zones de stockage et les exploiter à d'autre fin utile.

Un Hub logistique est une plateforme logistique/centre de distribution s'occupant de toutes activités liées au transport principalement, au tri, l'expédition et l'alimentation des usines concernées. Cela facilite l'organisation des tâches et optimise la chaîne d'approvisionnement du produit. Un des avantages du Hub logistique est qu'il garantit des expéditions et des réceptions agiles avec le transport multimodal ce qui entraine une efficacité et une réduction des couts supplémentaires.

3.1.2 Localisation et intérêt

Localisation : Le Hub logistique a un emplacement stratégique. Il se situe à Tanger plus précisément au port TANGERMED. Il est non loin de YMO YAZAKI MOROCCO TANGER la première implantation de Yazaki au Maroc. De cet emplacement le Hub parviendra à irriguer aisément toutes ses plants et c'est la raison pour laquelle elle y est implantée. Il est juste placé à côté du TAC : Tanger Automotive City). Ce hub est juste réservé à l'entreprise YAZAKI Morocco car il y'a de plus en plus un important volume de demande.

L'objectif principale de ce hub est d'accélérer l'expédition et la livraison des MP pour les différents sites de YAZAKI au Maroc. L'expédition de box en plastique, sur des palettes séparées en termes des références permettra l'alimentation directe des chaines de production dès la réception.

3.1.3 Objectifs du nouveau processus des flux logistique

Les objectifs du nouveau processus de la matière première au sein de YMM est la réduction des pertes de temps dans les différentes étapes du processus, augmentation de l'efficience des opérateurs, la réduction du temps d'alimentation des chaines de production, la traçabilité des produits dans tout le processus. Et pour ce faire les solutions comme le système RFID, le système AGV (automates Guided Vehicule) seront étudiés en vue de voir leur impact sur la performance YMM.

3.1.4 Etude du système RFID

Définition

Le RFID est une technologie faisant partie de le technologie AIDC (Automatic Identification Data Capture). C'est un système capable de stocker des informations lisibles a distance, informations permettant de reconnaitre et identifier une forme, un objet ou un individu portant une étiquette capable d'émettre des données transformées en onde radio. L'identification se fait par la radiofréquence ce qui permet de transmettre des informations sans fils. A la différence de la technologie de codes à barres dont la lecture e fait par laser optique, le lecteur RFID interroge une étiquette en utilisant des signaux de fréquence radio. Ce système a alors tous les atouts pour s'imposer dans le domaine de la traçabilité et de la sécurité.

Fonctions fondamentales de la technologie RFID

Plusieurs possibilités d'application sont offertes par la technologie RFID, mais ces différentes applications ne sont que la combinaison de ces principales fonctions.

- Identifier
- Localiser,
- Suivre
- Analyser

Sur le marché nous avons une large gamme de technologie d'identification automatique ce qui nous entraine à nous baser sur différents critères en vue d'un bon choix. Les critères sont les suivants :

- La possibilité d'écrire et de modifier les données des étiquettes.
- La quantité d'informations que peut manipuler une étiquette.
- L'aptitude de décryptage de informations contenues par l'étiquette.
- Le coût des équipements pour l'implantation de la technologie.
- La distance de lecture.
- Le nombre d'étiquettes que le lecteur peut lire simultanément
- Le temps pendant lequel les informations demeurent disponibles sur les étiquettes.
- Les potentielles interférences.

Afin de remplir ces fonctions, le systèmes RFID nécessite un certain nombre de d'équipements. Nous ferons mention dans la suite du minimum de matériels requis pour cette technologie.

Equipements

Le système RFID est principalement composé des éléments suivants :

- Un lecteur
- Une étiquette ou tag reliée à une antenne

- Un ordinateur avec différent logiciels dépendant de l'application.

a) Schéma et principe

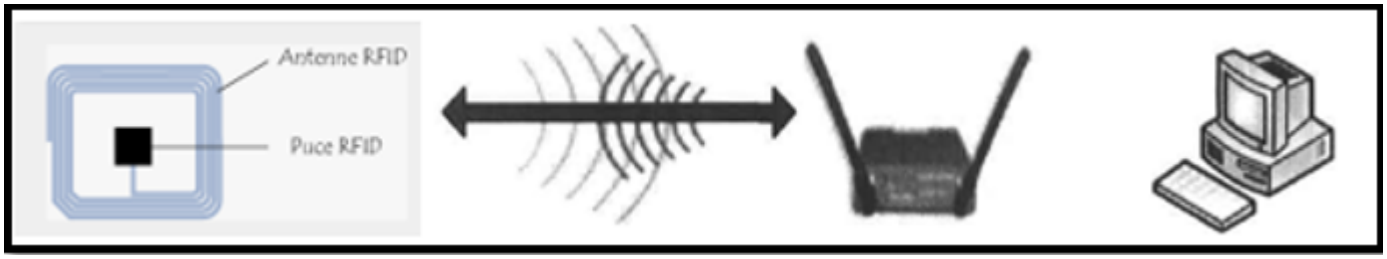


FIGURE 3.1: Schéma et principe

La Radio Frequency Identification se base sur le principe d'émission de champs magnétique par un antenne couplé a une puce électronique (tag). Ces ondes véhiculent l'information entre la puce et son lecteur tout en fournissant l'énergie nécessaire à l'activation de la puce. Alors l'étiquette est activée par ces ondes émises par le lecteur qui qui est aussi composé d'antenne et de carte électronique.

b) Rôles des différents éléments

- Le Lecteur : Il assure l'émission et la réception. En effet il émette in signal selon une fréquence déterminée vers une ou plusieurs étiquettes se trouvant dans son champ de lecteur à l'aide d'une antenne. Les étiquettes réagissent en envoyant un signal et une communication s'établit tenant compte d'un protocole de communication préalablement défini et ainsi il y'a échange de données. Le lecteur envoie et recoit des ondes analogiques qu'il transforme ensuite en informations digitales. Le lecteur après avoir reçu les informations les transforme en code binaire et les envoie au serveur pour un traitement. Le serveur en plus de traiter les informations, détecte et corrige les erreurs. Un lecteur peut couvrir une surface de plus de 5000 m².

- Les étiquettes ou tags : L'étiquette RFID est constituée d'un circuit intégré et d'une antenne. Elle réagit aux ondes émises par un lecteur en tenant compte des caractéristiques qu'elle contient. Les étiquettes RFID fonctionnent à basse ou moyenne fréquence en utilisant le champ électromagnétique généré par l'antenne du lecteur. C'est champ qui est a l'origine de l'alimentation en énergie de l'étiquette et de l'activation de la puce.Afin d'avoir un fonctionnement optimal, l'étiquette électronique comprend :

- Une mémoire ROM (Read Only Memory) qui a pour rôle de stocker les informations de sécurité et les instructions de l'OS (Operating System) des étiquettes. Ses fonctions sont : le contrôle des flux de données, le délai de réponse, la gestion de l'énergie.
- Une mémoire RAM (Random Access Memory) dont la fonction est de stocker les données temporaires au cours de la communication entre l'étiquette et le lecteur.

On peut également programmer les étiquettes à émettre de façon périodique.

c) Principe de fonctionnement

L'étiquette RFID se trouvant sur des cartons, ou boxes, comprend une minuscule puce électronique, moins d'un mm². Cette puce contient toutes les informations nécessaires du produit à savoir la quantité, sa provenance. C'est grâce à des ondes radios que le système RFID échange les données. Les ondes émises par un lecteur alimentent en énergie la puce de

l'étiquette. Le lecteur dans ce cas peut envoyer des commandes afin de lire ou d'écrire sur l'étiquette (TAG).

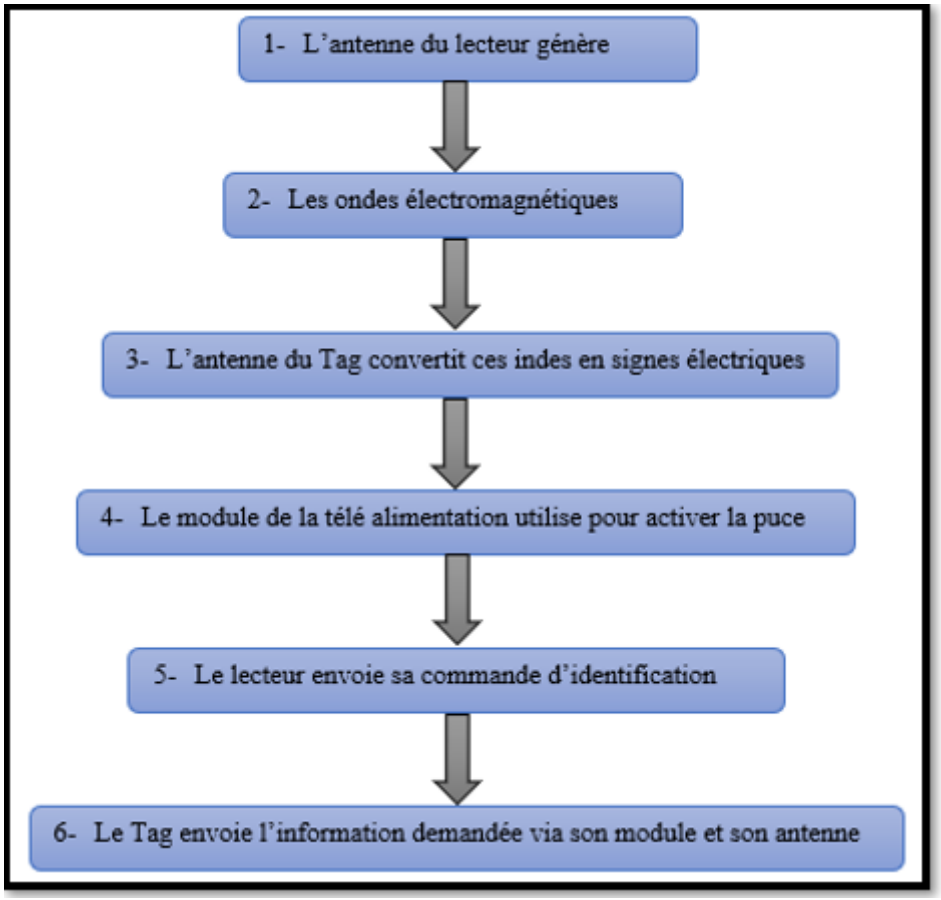


FIGURE 3.2: Principe de fonctionnement RFID

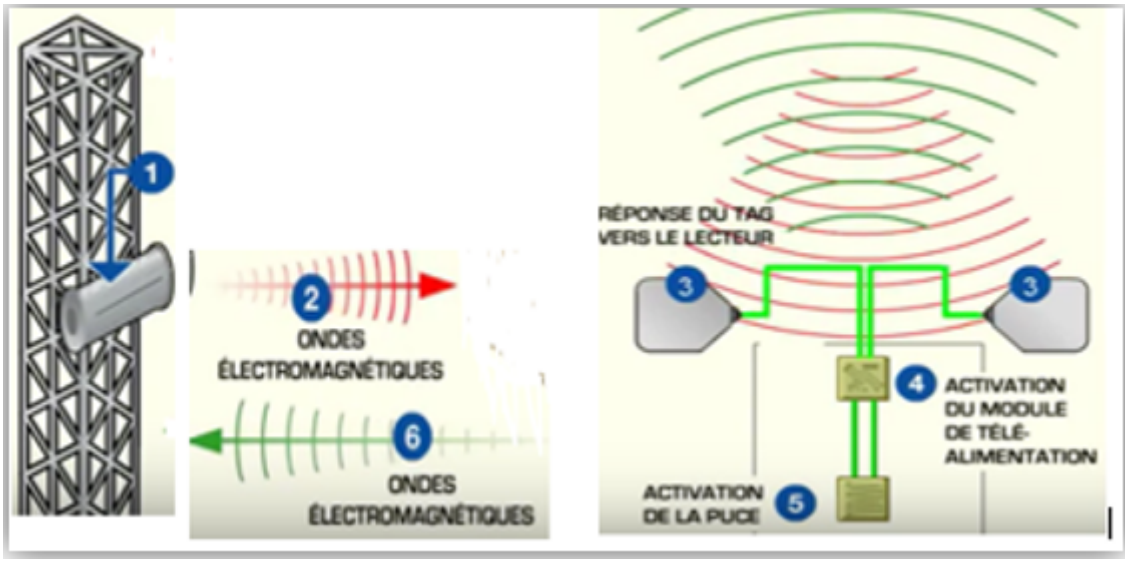


FIGURE 3.3: Schéma du Principe de fonctionnement RFID

L'étiquette a besoin de trois composants afin de bien fonctionner :

- Circuit intégré ou puce : Elle permet le stockage des informations et l'exécution de commandes spécifiques. Sa capacité peut varier de 2 à 1000 bits de mémoire.

- Antenne : son rôle est d'absorber les ondes radio et d'envoyer un signal. L'antenne alimente la puce en tirant l'énergie du champ magnétique
- Matériel de support : c'est sur un film plastique appelé le Mylar que l'antenne et la puce sont attachées.

d) Emplacement dans l'entreprise

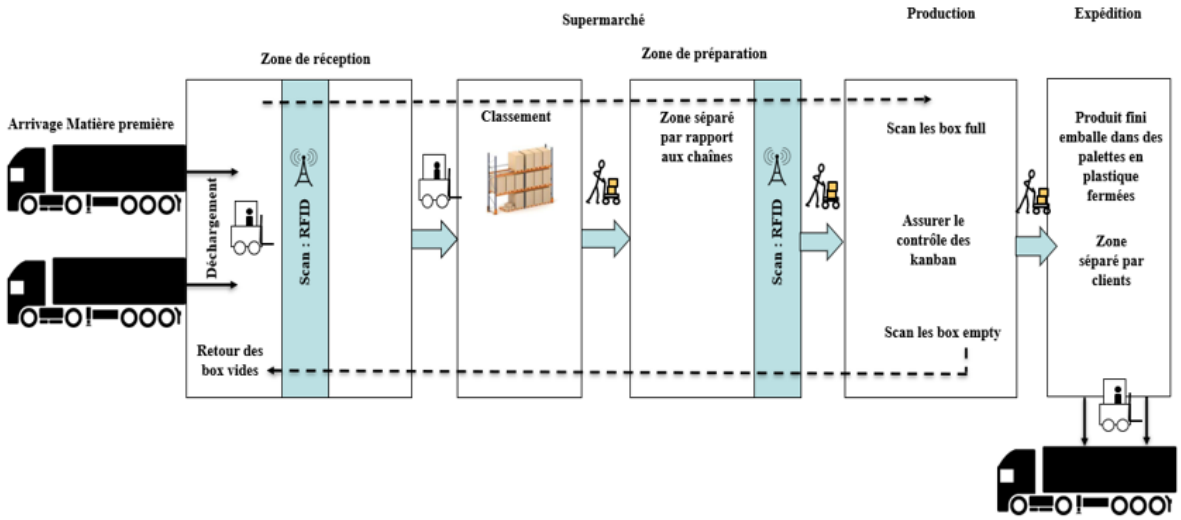


FIGURE 3.4: Emplacement du RFID dans l'entreprise

Le système RFID sera placé dès l'entrée de la zone de réception, et entre le supermarché et la production.

e) Installation du système RFID à la réception et au Supermarché

FIGURE 3.5: Installation du RFID à la réception

FIGURE 3.6: Installation du RFID au supermarché

3.1.5 Etude du système AGV

Définition

L'AGV (Automated Guided Vehicule) est un système de chariot autoguidé de transport automatique impliquant l'usage de véhicule autonome. En toute sécurité, ces véhicules industriels transportent une multitude de produit sans aucune intervention humaine dans les environnements de production, d'entreposage, de distribution et d'expédition.

Les objectifs

Les buts visés pour l'implémentation d'un AVG pour les chaines de production sont les suivants :

- Standardiser les trajets de distribution
- Diminution du cout de la distribution
- Fixation du cycle time (CT) de la distribution.

Analyse fonctionnelle

Afin de mener à bien cette analyse nous utiliserons différents types de diagramme pour une explication détaillée des fonctions.

Diagramme Bête à corne

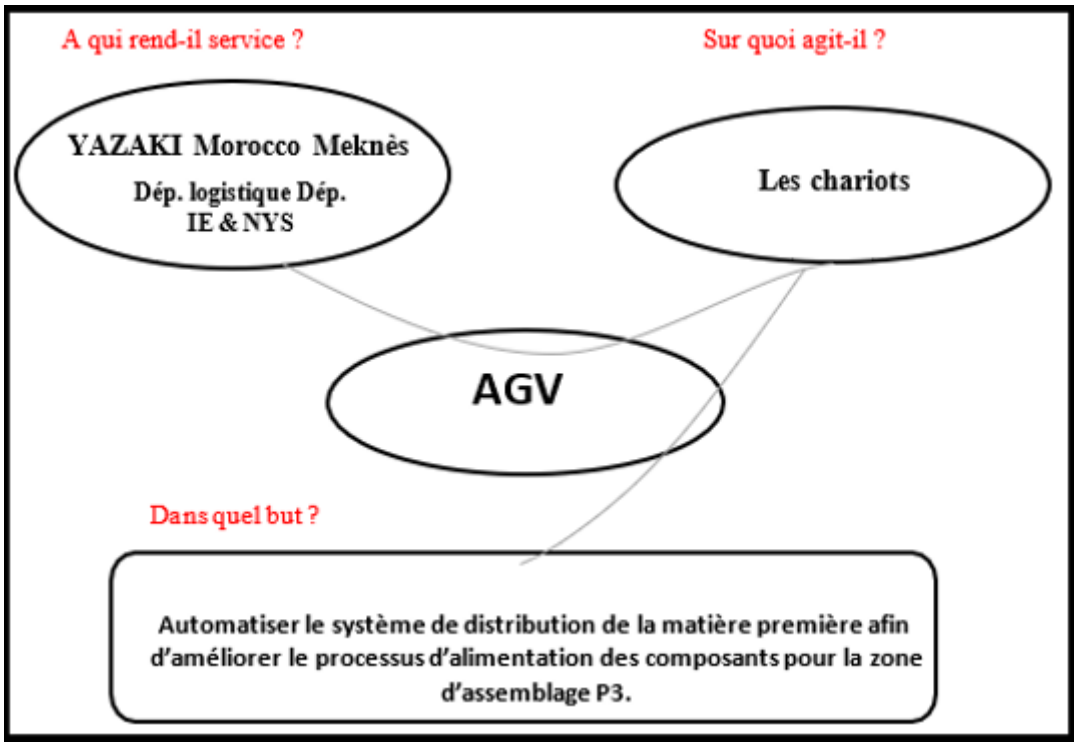


FIGURE 3.7: Diagramme Bête à corne

Diagramme Pieuvre

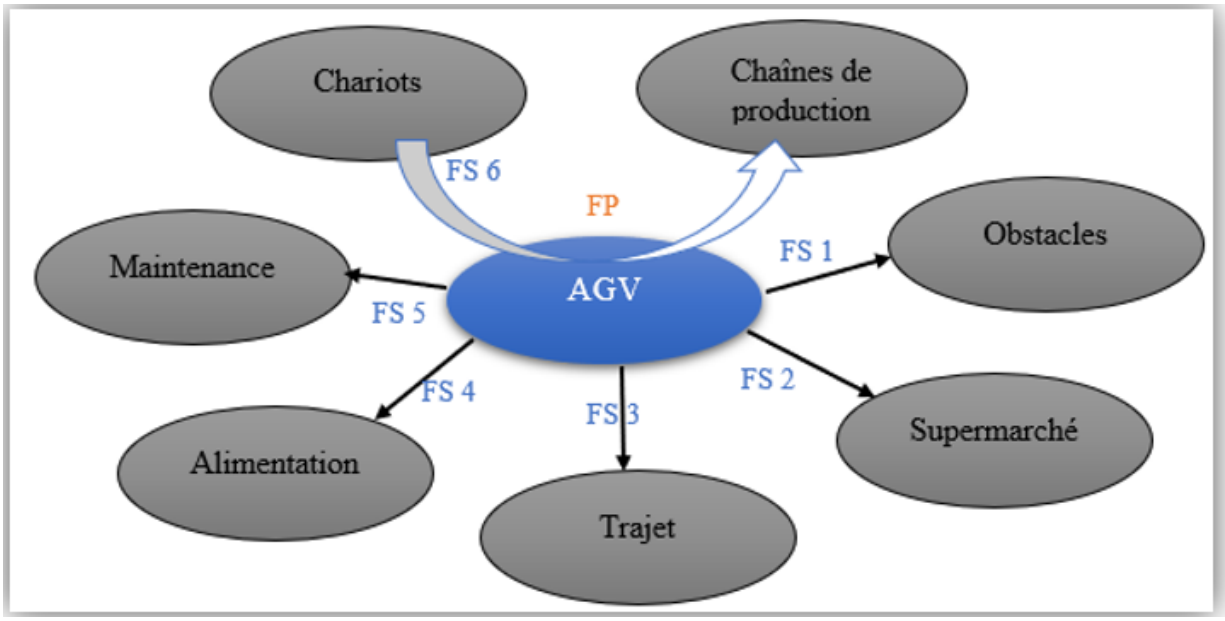


FIGURE 3.8: Diagramme Pieuvre

Formulation des fonctions :

- **FP1 : Transporter automatiquement les chariots**
- **FS 1 : S'arrêter devant les obstacles**
- **FS 2 : Avoir une gestion des chariots dans le supermarché**
- **FS 3 : Suivre le trajet défini**
- **FS 4 : S'alimenter par des batteries**
- **FS 5 : Être réparable facilement**
- **FS 6 : S'adapter avec les chariots**

Diagramme FAST

Fonctionnement

Le principe de fonctionnement de l'AGV consiste à déplacer les chariots remplis du supermarché vers les chaînes de production ou des chaînes vers le supermarché tout en suivant un trajet bien déterminé au préalable et en passant par les points définis de chaque chaine.

a) Trajet de l'AGV

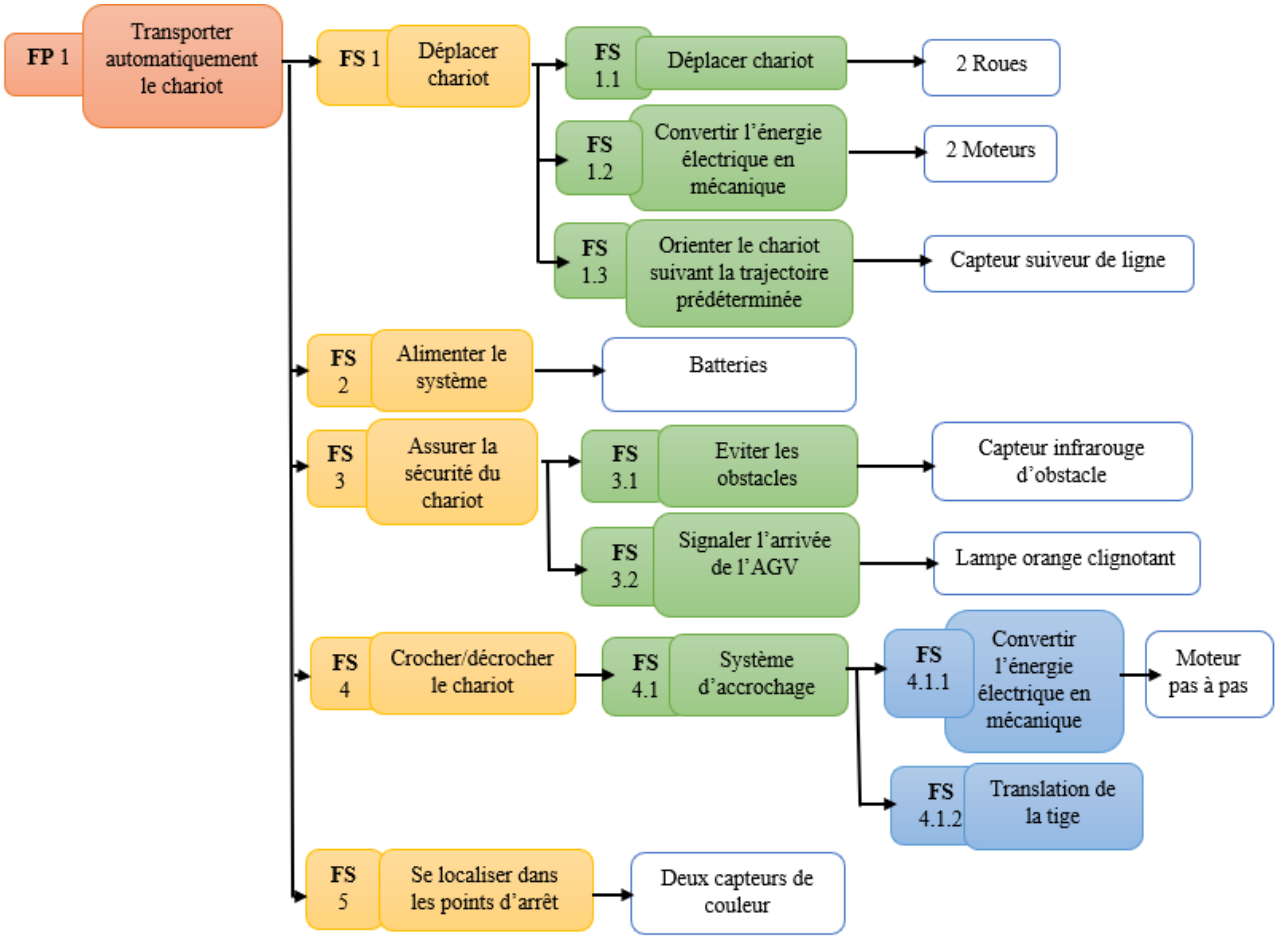


FIGURE 3.9: Diagramme FAST

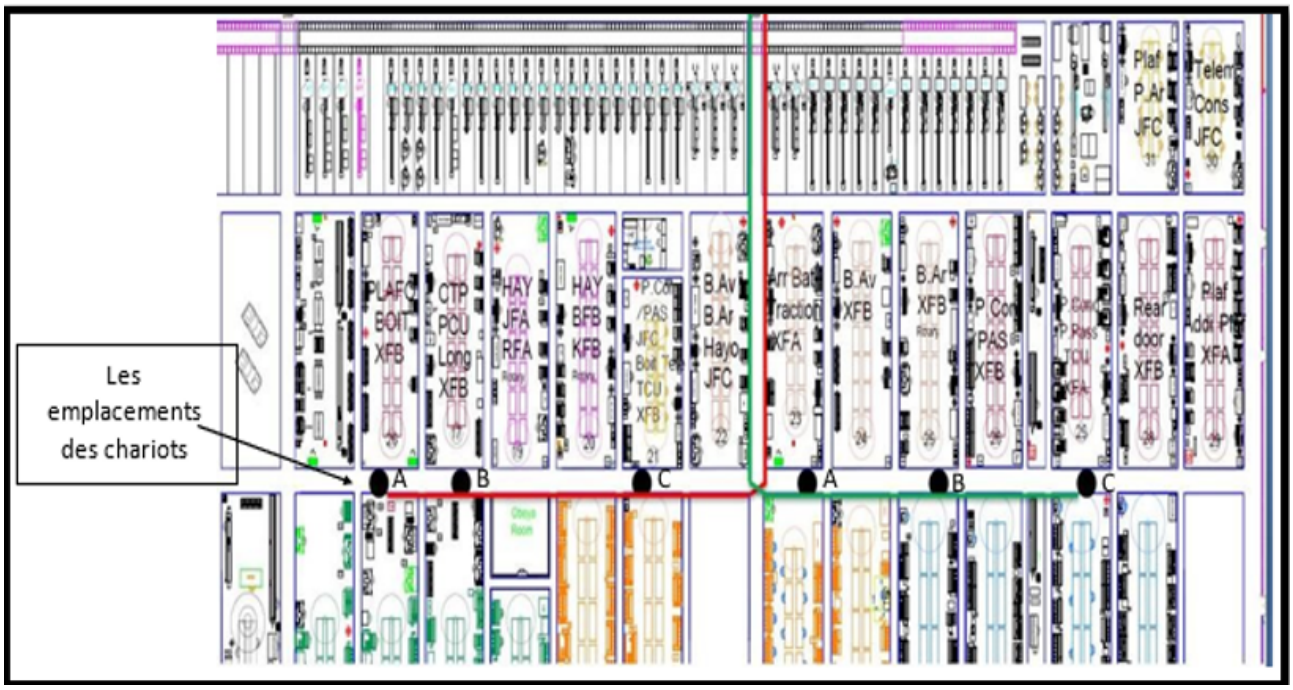


FIGURE 3.10: Trajet de l'AGV dans l'entreprise

b) Cycle de distribution

Le but fondamental de l'automatisation de déplacement des chariots est de remplacer les opérateurs de distribution en vue de les réaffecter a d'autres taches. L'AGV déplacera les chariots comme suit :

- Déplacer les chariots remplis de bins vides des chaînes de production vers le supermarché après la collecte des boxes vides par le polyvalent.
- Déplacer les chariots du supermarché vers les chaînes de production après le remplissage des boxes dans le supermarché.

c) Calcul de la distance parcourue par l'AGV

Afin d'avoir la distance par cycle, nous avons calculé la distance parcourue chaque aller-retour et nous avons procédé à des sommations.

		Distance parcourue (m)	Distance par cycle (m)
Aller 1	B vide	81,4	181,6
Retour 1	A plein	100,2	
Aller 2	C vide	100,2	181,6
Retour 2	B plein	81,4	
Aller 3	A vide	119	181,6
Retour 3	C plein	62,6	
Aller 1	B vide	72	162,8
Retour 1	A plein	90,8	
Aller 2	C vide	90,8	162,8
Retour 2	B plein	72	
Aller 3	A vide	109,6	162,8
Retour 3	C plein	53,2	

FIGURE 3.11: Distance parcourues de l'AGV

Nous pouvons alors conclure que la distance totale parcourue par l'AGV est : **1033,2 m**.

d) Les quelques composants de l'AGV

Notre AGV doit être capable de suivre une bande noire de largeur définie, de manière autonome en régulant sa direction et sa vitesse. La composition de notre AGV est le suivant :

- Carte Arduino Méga 2560
- Deux moteurs CC
- Un moteur pas à pas
- Un capteur de ligne
- Deux capteurs de couleur
- Un détecteur de proximité

- Batterie
- 04 Roues

La carte Arduino Méga 2560

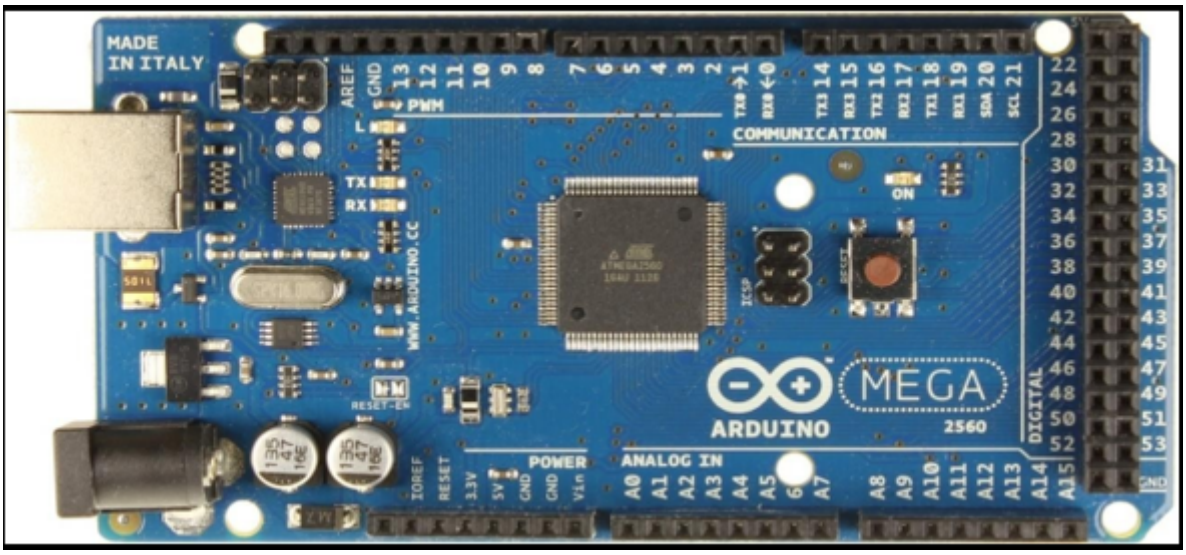


FIGURE 3.12: Carte Arduino

C'est une carte à microcontrôleur basé sur un ATmega 2560 et dispose de :

- De 54 broches numériques d'entrée/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWN (largeur d'impulsion modulée).
- De 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques)
- De 4 UART (port série matériel)
- D'un quartz 16 Mhz
- D'une connexion USB
- D'un connecteur d'alimentation jack
- D'un connecteur ICSP (programmation « in-circuit »)
- D'un bouton de réinitialisation (reset)

Pour l'utiliser, il suffit de e connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB. C'est un bon choix pour le fonctionnement de notre microcontrôleur. Cette carte est également compatible aux circuits imprimés prévus pour les cartes Arduino Diecimilia ou Uno Duemilanove.

Capteur Infrarouge suiveur de ligne Cytron

Alimentation	Consomation	Distance optimale	Dimensions	Référence fabricant
5v	25 mA	De 1 à 3m	64*28*6 mm	RB-Cyt-110

TABLE 3.1: Paramètre du capteur

Le capteur Infrarouge suiveur de ligne Cytron se compose de 5 transmetteurs IR et de paires de de réception IR. Il peut être utilisé pour la ligne sombre ou brillant. Dans le cas où l'utilisateur applique accidentellement une tension inverse, il y'a un système de protection

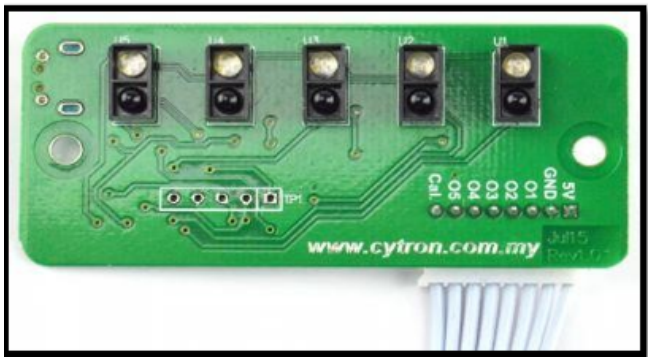


FIGURE 3.13: Capteur Infrarouge suiveur de ligne Cytron

contre la polarité de l'alimentation. Il est nécessaire de noter que ce capteur a des difficultés de lecture de la ligne rouge compte tenu de sa forte luminosité.

Capteur de couleur

FIGURE 3.14: Capteur de couleur

Le capteur de couleur RGB KPS-5130PD7C est constitué de 3 photodiodes silicium sensibles chacune à une couleur (rouge, verte, bleu).

V = 0.5V

Caractéristiques	Rouge	Vert	Bleu
Longeur d'onde	630 nm	560 nm	470 nm
A	0.35μA	0.05μA	0.30 μA

TABLE 3.2: Paramètre du capteur de couleur

Module de capteur Infrarouge évitement d'obstacle

Lorsque le module détecte les obstacles devant lui, le signal, voyant vert est 'OUT '.

Distance de détention	Angle de détection
2 à 60cm	35°

TABLE 3.3: Paramètre du capteur de couleur

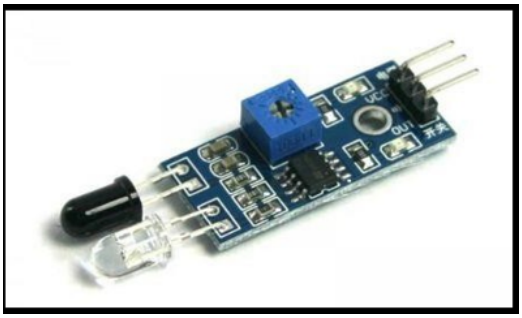


FIGURE 3.15: Module de capteur Infrarouge évitement d'obstacle

Moteur (JMC iHSS60-36-30-21-38)

La vitesse voulu pour notre AGV est de : V=1,25 m/s
Le poids total du chariot sera = poids du chariot à vide + le poids de charge

- Poids de la boxe type G avec composant : 2.5 kg
- Poids d'une étagère : 2.5 * 3 = 7.5 kg
- Poids de charge = 7.5 * 4 = 30 kg
- Poids du chariot à vide = 10 kg
- Poids total de chariot = 30 + 10 = 40 kg

Calcul de la puissance nécessaire : P = F * V.
A.N : P = 40 * 10 * 1.25 = **500 W**

FIGURE 3.16: Moteur

e) Conception et dimensionnement de l'AGV et du nouveau chariot

- Dimensionnement du nouveau chariot

Avec le nouveau processus les box dédiées a l'alimentation des chaines de production ont changer. Nous allons prendre le plus grand de ces box, les remplir des composants les plus lourds en vue de parvenir a dimensionner dans le cas maximal de charge. Les nouveaux box dénommées KLT sont les suivants :

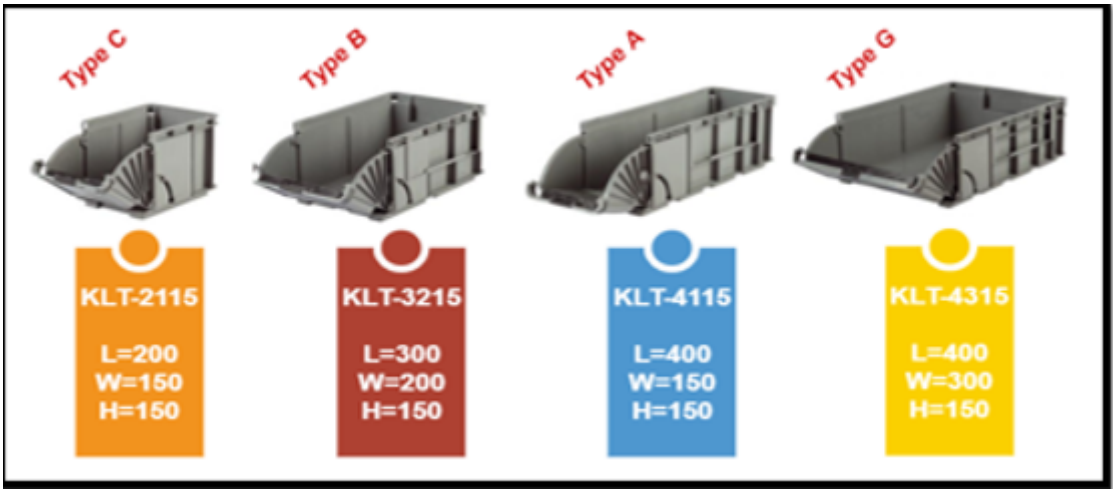


FIGURE 3.17: Type de box KLT

- **La conception du chariot**

La longueur du charriot : 1.4 m
La largeur du chariot : 0.35 m
La hauteur du chariot : 0.7 m
Nous avons choisi des barres circulaires pour les 4 coins de notre chariot

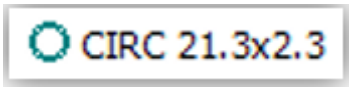


FIGURE 3.18: Dimension barre circulaire

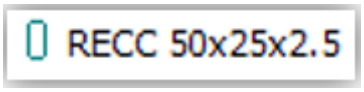


FIGURE 3.19: Dimension barre rectangulaire

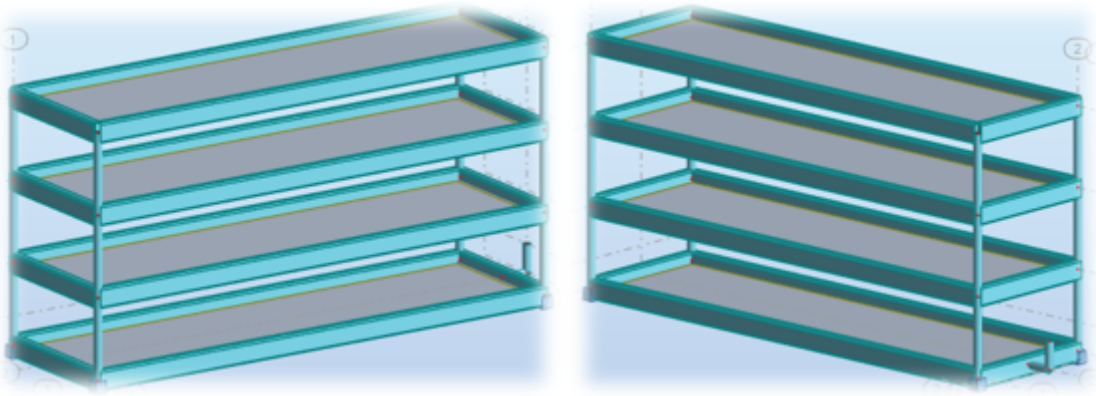


FIGURE 3.20: Conception du chariot sur Robot

- **Les contraintes appliquées :**

Le plus grand des KLT est le type G :
Le type G rempli du composant le plus lourd au supermarché donne une masse de :m= 2.5Kg
Le chariot comporte 4 niveaux. Chaque niveau comportera 3 box ce qui nous fera 12 box au total pour le chariot.
Poids sur chaque étagère : F = 2,5 * 3 * 10 = 75N
La contrainte appliquée sur chaque étagère :

Sigma = F / V = 75 / (1.25 *0.35) = 171.42 Pa = **0.172 KPa**

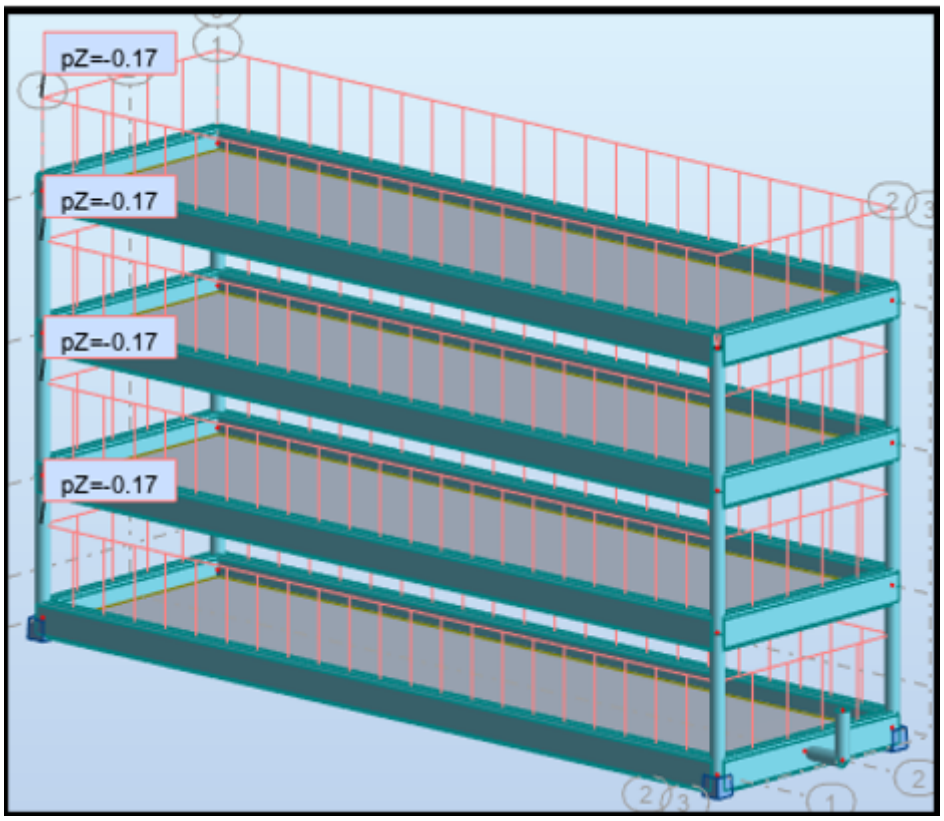


FIGURE 3.21: Contraintes appliquées sur le chariot

- **Vérification des pièces dans les états limites en statique :**

CM66 - Vérification des pièces (ELS ; ELU) 1A28 33 34

Résultats Messages

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
1 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
2 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
3 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
4 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
5 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
6 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
7 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
8 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
9 Arbalétrier_CM	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
10 Arbalétrier_C	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
11 Arbalétrier_C	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
12 Arbalétrier_C	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
13 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
14 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
15 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
16 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
17 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
18 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
19 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
20 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
21 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
22 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
23 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
24 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
25 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
26 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
27 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
28 Arbalétrier_C	OK	RECC 50x25x	ACIER	20.10	35.21	0.00	1 poids
33 Arbalétrier_C	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	10.33	10.33	0.00	1 poids
34 Arbalétrier_C	OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	10.33	10.33	0.00	1 poids

FIGURE 3.22: vérification des pièces

- **Analyse modale (dynamique) :**

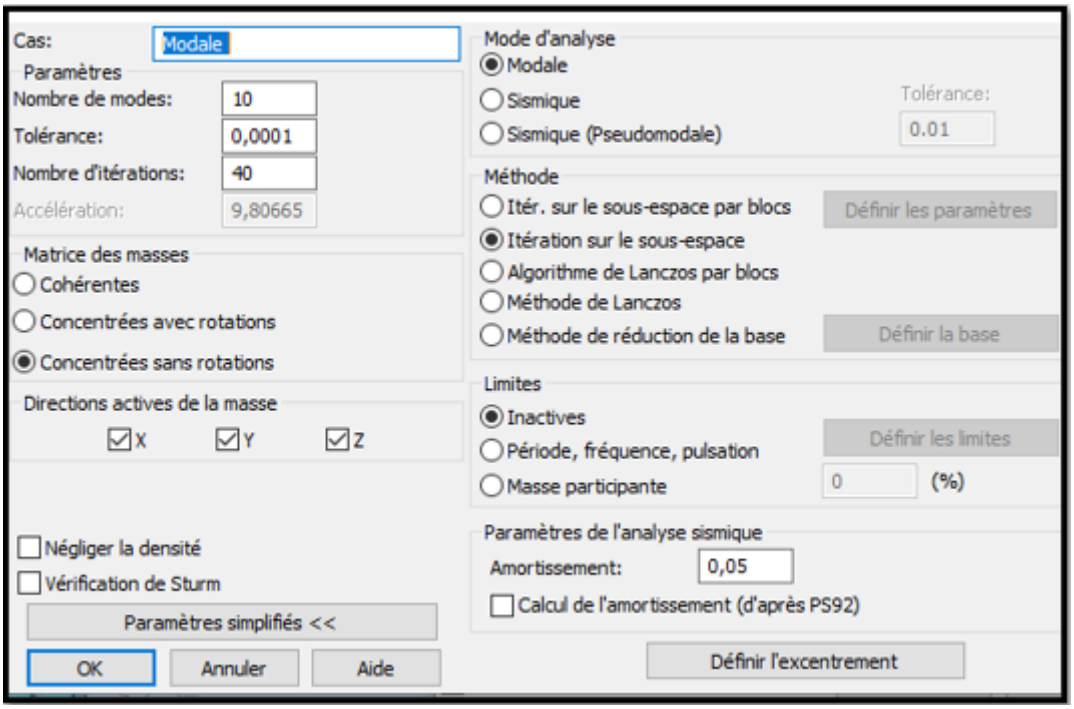
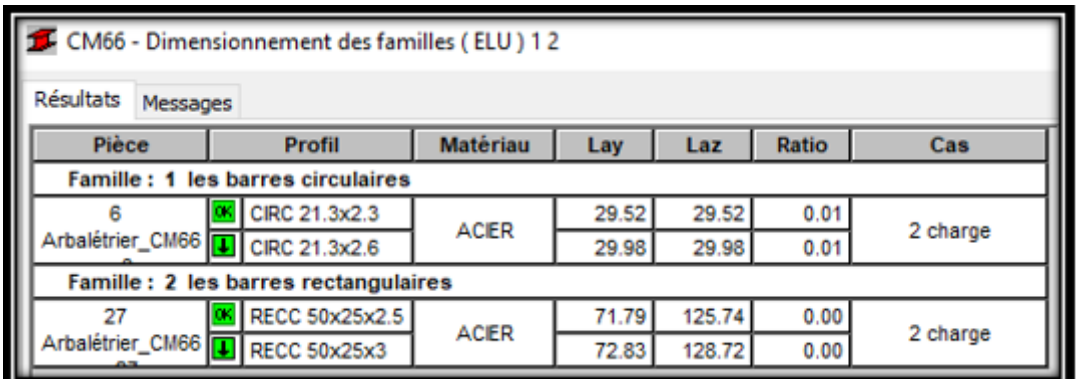


FIGURE 3.23: paramètre modal

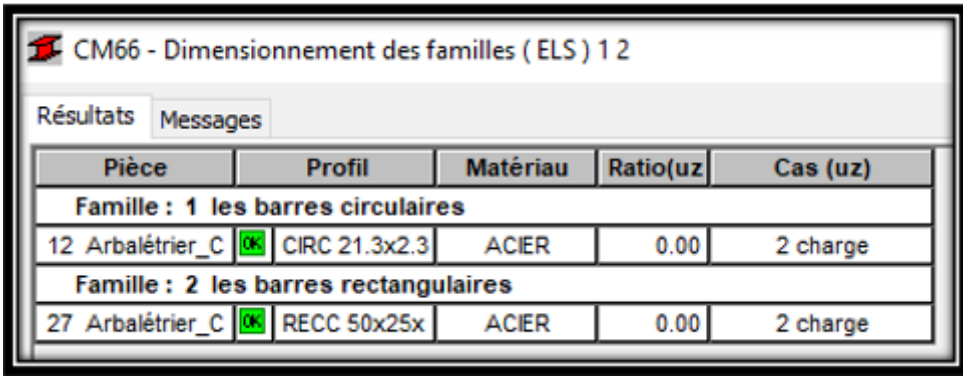


CM66 - Dimensionnement des familles (ELU) 1 2

Résultats Messages

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
Famille : 1 les barres circulaires						
6 Arbalétrier_CM66	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
	CIRC 21.3x2.6		29.98	29.98	0.01	
Famille : 2 les barres rectangulaires						
27 Arbalétrier_CM66	RECC 50x25x2.5	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge
	RECC 50x25x3		72.83	128.72	0.00	

FIGURE 3.24: Dimensionnement des familles en ELU



CM66 - Dimensionnement des familles (ELS) 1 2

Résultats Messages

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uz	Cas (uz)
Famille : 1 les barres circulaires				
12 Arbalétrier_C	CIRC 21.3x2.3	ACIER	0.00	2 charge
Famille : 2 les barres rectangulaires				
27 Arbalétrier_C	RECC 50x25x	ACIER	0.00	2 charge

FIGURE 3.25: Dimensionnement des familles en ELS

CM66 - Vérification des familles (ELU) 1 2

Résultats | Messages

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
Famille : 1 les barres circulaires						
6 Arbalétrier_CM OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	29.52	29.52	0.01	2 charge
Famille : 2 les barres rectangulaires						
27 Arbalétrier_C OK	RECC 50x25x	ACIER	71.79	125.74	0.00	2 charge

FIGURE 3.26: Vérification des familles en ELU

CM66 - Vérification des familles (ELS) 1 2

Résultats | Messages

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uz	Cas (uz)
Famille : 1 les barres circulaires				
12 Arbalétrier_C OK	CIRC 21.3x2.3	ACIER	0.00	2 charge
Famille : 2 les barres rectangulaires				
27 Arbalétrier_C OK	RECC 50x25x	ACIER	0.00	2 charge

FIGURE 3.27: Vérification des familles en ELS

Résultats: dynamique:1 - Cas: 6 (Modale) Modes actifs: 1..10; CQC

Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masses Cumulées UZ [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masse Modale UZ [%]
6/ 1	36,47	0,03	86,77	0,00	0,00	86,77	0,00	0,00
6/ 2	41,04	0,02	86,77	88,12	0,00	0,00	88,12	0,00
6/ 3	41,15	0,02	86,77	88,12	0,00	0,00	0,00	0,00
6/ 4	79,50	0,01	86,77	88,12	0,00	0,00	0,00	0,00
6/ 5	109,29	0,01	96,06	88,12	0,00	9,29	0,00	0,00
6/ 6	117,71	0,01	96,06	96,63	0,00	0,00	8,50	0,00
6/ 7	118,05	0,01	96,06	96,63	0,00	0,00	0,00	0,00
6/ 8	134,58	0,01	96,06	96,63	0,00	0,00	0,00	0,00
6/ 9	171,90	0,01	97,99	96,63	0,00	1,93	0,00	0,00
6/ 10	176,21	0,01	97,99	97,99	0,00	0,00	1,36	0,00

FIGURE 3.28: Modes propres

Dès le premier mode, la structure vibrera de 86,77 % de sa masse suivant X et au deuxième mode c'est 88,12 % de la masse qui vibre. Ce sont les deux modes critiques, après ces deux modes, la structure ne sera plus en équilibre.

- **Conception de l'AGV et du chariot sur Solidworks :**

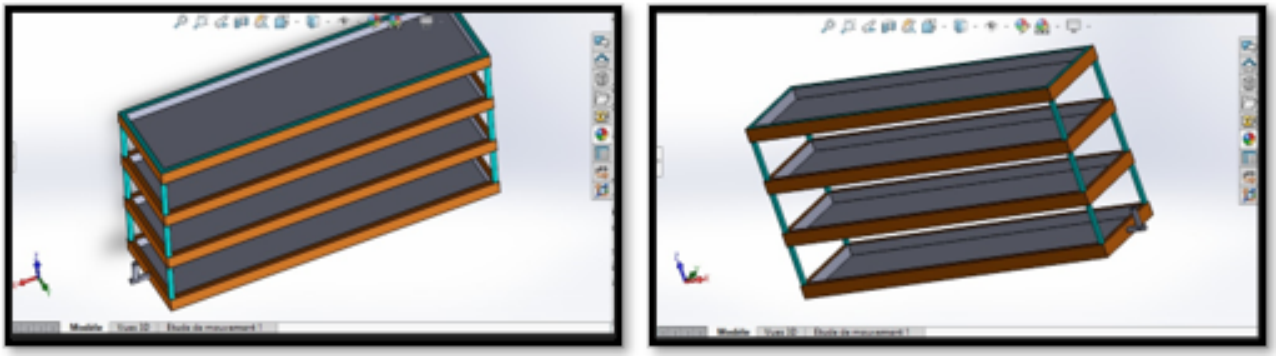


FIGURE 3.29: Conception du chariot sur Soliworks

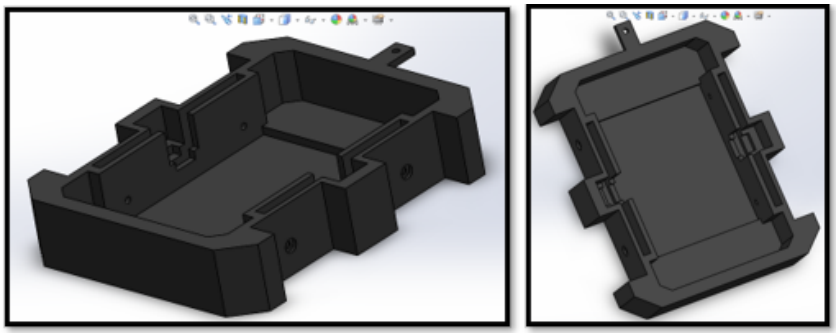


FIGURE 3.30: Conception du corps de l'AGV sur Soliworks

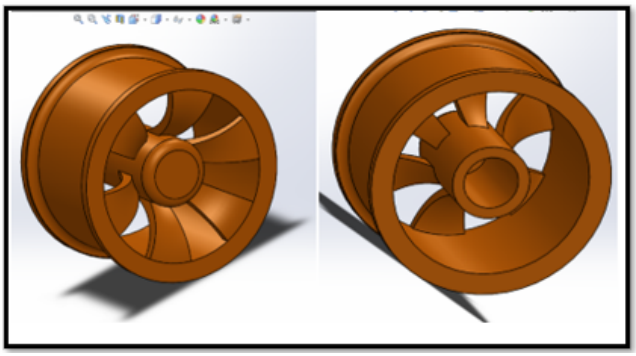


FIGURE 3.31: Conception des gentes de l'AGV sur Soliworks

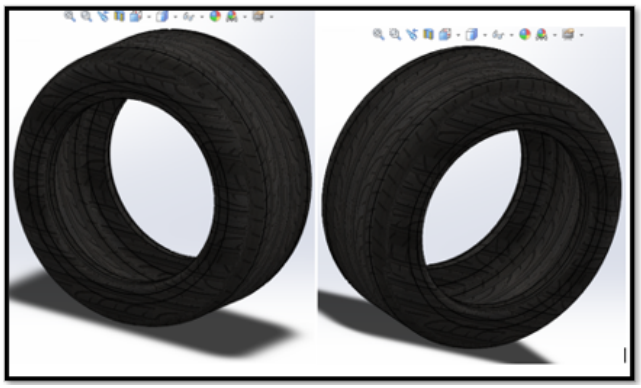


FIGURE 3.32: Conception des pneus de l'AGV sur Soliworks

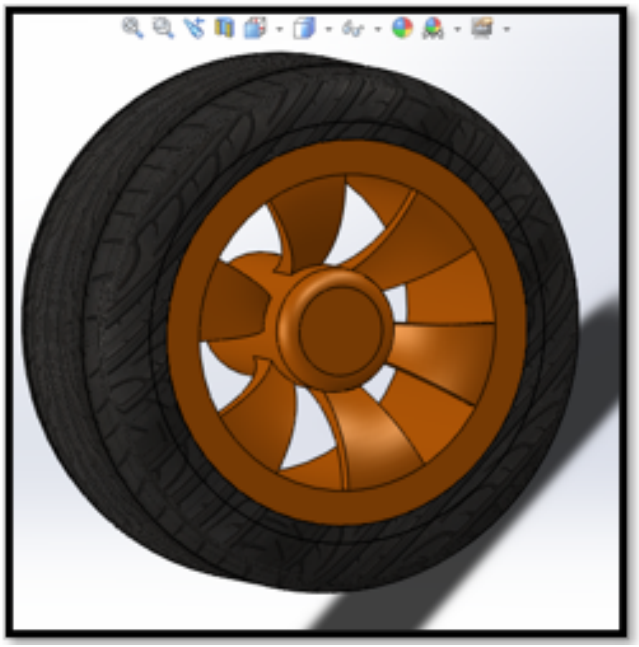


FIGURE 3.33: Assemblage pneu-gente de l'AGV sur Soliworks

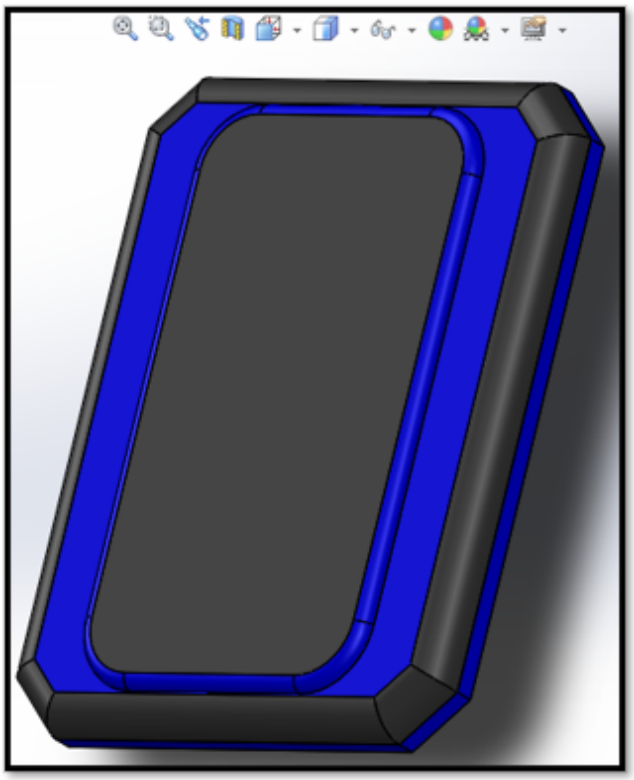


FIGURE 3.34: Conception du couvercle de l'AGV sur Soliworks

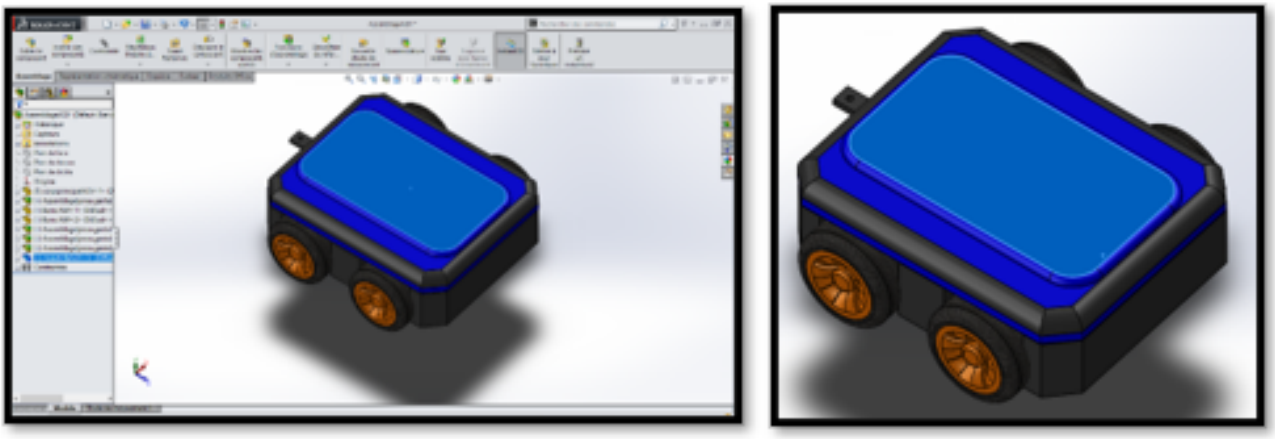


FIGURE 3.35: Assemblage de l'AGV sur Soliworks

Le nouveau processus mis en place suite au HUB

Notre nouveau processus sera composé désormais de deux grandes étapes à savoir :

- La réception
- Le supermarché

FIGURE 3.36: figure du nouveau processus

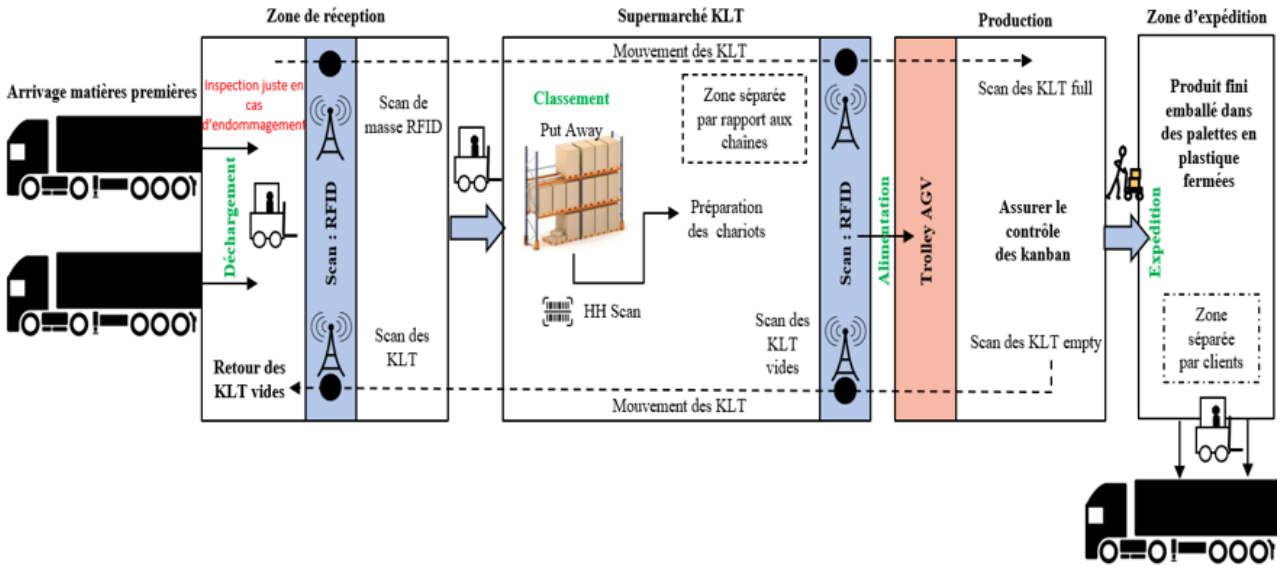


FIGURE 3.37: Nouveau processus de la matière première

Suite au nouveau processus, nous avons procédé a un réaménagement du supermarché afin de répondre aux exigences des box KLT. La figure suivante nous montre ce réaménagement :

FIGURE 3.38: Réaménagement du supermarché

Nouveau VSM

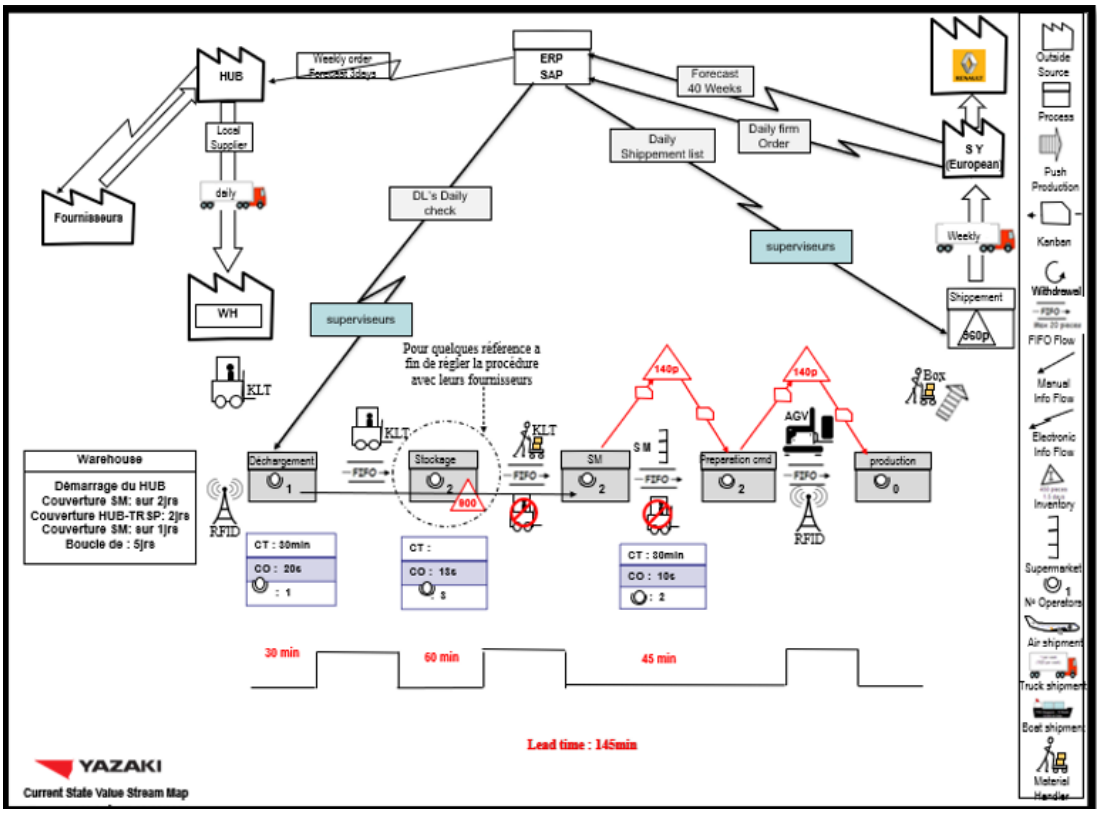


FIGURE 3.39: VSM du nouveau processus

3.2 GAINS ET CONTRÔLE

3.2.1 GAINS

Les étapes du processus

Notre nouveau processus présente moins d'étapes que le précèdent processus. Les étapes a savoir la séparation de référence, le contrôle de qualité, l'étiquetage sont éliminées. En effet l'impression des étiquettes et leur application sur les cartons prenaient beaucoup de temps et le coup des étiquettes revenait cher a l'entreprise. Alors par ce nouveau processus nous conservons cette somme qui était allouer aux étiquettes et le temps (Lead time) du processus deviens plus réduit. Également le taux d'erreur que nous avions fait mention dans la phase mesurer n'est plus car l'étiquetage a été supprimé.

Le gain d'espace

Dans la phase mesurer nous avions fait mention de la superficie de la zone de stockage et du supermarché qui était de 1400 m². La hauteur de la zone de stockage était de 12 m ce qui nous contraignait a utiliser de grandes machines pour le stockage. Mais avec le nouveau processus la haute est de 4m répartie en 16 niveaux ce qui nous permettra de gagner de l'espace.

	Eternal dims							2
KLT Type	L	W	H	Daily Qty	%	Lx2	Bins	Total KLT
KLT-3215	300	200	150	8234	50%	600	600*200*150	16 467
KLT-4315	400	300	150	2057	12%	800	800*300*150	4 114
KLT-2115	200	150	150	1774	11%	400	400*150*150	3 547
396*296*280	400	300	280	1337	8%	800	800*300*280	2 673
KLT-S	110	70	60	956	6%	220	220*70*60	1 911
400*300*120	400	300	120	598	4%	800	800*300*120	1 195
594*396*280	600	400	280	432	3%	1200	1200*400*280	863
800*600*320	800	600	320	405	2%	1600	1600*600*320	810
KLT-6429	400	600	290	363	2%	800	800*600*290	725
KLT-4115	400	150	150	187	1%	800	800*150*150	374
600*400*120	600	400	120	138	1%	1200	1200*400*120	275
500*330*120	500	330	120	7	0%	1000	1000*330*120	14
Total Daily Quantities				16 484	100%			32 967

FIGURE 3.40: Dimensions KLT

Type Bin	Total KLT	%		Lenght Rack mm
220	1 911	6%	17%	2500
400	3 547	11%		
500	14	0%	53%	
600	16 467	50%		
600	1 138	3%		
800	9 081	28%	30%	
800	810	2%		

FIGURE 3.41: Type de Bin

With KLT (W)	Bins per level	% of total kits	
70	34	6%	2.0
150	16	12%	1.9
200	12	50%	6.0
300	8	24%	1.9
330	7	0%	0.0
400	6	3%	0.2
600	4	5%	0.2
Average KLT per level			12.0

TABLE 3.4: Nombre de Bins par niveau

Needed Racks for Plant			Total KLT
YMM	100%	**87**	32967

TABLE 3.5: Besoin en Racks pour YMM

53%	Rack		Corridor		Space m²
600 mm	Nbre	Espace m²	Nbre	Espace m²	**339**
17 618	49	73	6	266	

30%	Rack		Corridor		Space m²
800 mm	Nbre	Espace m²	Nbre	Espace m²	**207**
9 891	28	56	4	151	

17%	Rack		Corridor		Space m²
400 mm	Nbre	Espace m²	Nbre	Espace m²	**111**
2 917	14	14	2	97	

FIGURE 3.42: Espaces occupés par les racks

Total Espace m²
657 m²

TABLE 3.6: Espace Total

Alors l'espace que nous avons gagné avec le réaménagement est 1400-657= **743 m²**.

La surface obtenue peut être utilisée pour **l'implémentation de nouveaux projets** confiés a Yazaki.

Le stockage des références dans le Warehouse était a 12m ce qui entrainait l'utilisation de grandes machines pour le classement. Mais comme la hauteur de stockage est maintenant de 4 m ce qui fait que l'utilisation de ces machines n'est plus nécessaire. Ces machines peuvent être vendues au profit de l'entreprise. La manipulation de ces machines était à petite vitesse ce qui augmentait le temps de classe. Mais avec la suppression de leur utilisation nous gagnons plus de temps. Dans cette même perspective les déplacements des machines dans la zone de réception et stockage diminue également. L'Energie qui était utilisée pour alimentation des grosses batteries de ces engins sera également conservée, ce qui permettra à l'entreprise de faire des profits.

RFID

Avec le système RFID, l'entreprise gagne en traçabilité des références. En effet avec l'ancien système l'entreprise ne parvenait pas à suivre, connaitre de façon précise les quantités livrées à la production. C'était basé sur plus de calculs et d'approximations. Mais avec le système RFID les calculs deviennent plus précis car on parvient à connaitre le nombre de références envoyés à la production car les boxes KLT de chaque référence sont standards et le volume est connu. Également lorsque les KLT sont vides, elles sont acheminées constamment vers la zone de réception et grâce au RFID nous savons déjà à quel niveau de consommation nous sommes pour chaque références. Lorsqu'un camion vient pour a livraison, elle repart avec les KLT vides pour un nouveau réapprovisionnement.

Alors avec le nouveau processus, nous avons une traçabilité des références à chaque instant et nous avons une gestion facile des retours des boxes KLT à la réception et de la réception au HUB.

AGV

L'implémentation de l'AGV entrainera un gain énorme dans le temps. En effet les opérateurs de distribution mettaient en moyenne : **69 minutes** pour l'alimentation des chaines. Mais avec l'AGV la moyenne de temps devient : **14 minutes**. Nous notons alors une réduction de **55 minutes**, ce qui est un très grand profit pour l'entreprise. Les opérateurs qui étaient destinés à effectuer ces taches seront réaffecter dans d'autres services ou le besoin se fait sentir.

La Productivité

L'entreprise dans sa procédure de se familiariser avec le HUB a commencé a envoyé des KLT et nous avons pu chronométrer le déchargement de ces boxes. Nous pouvons également noter que ce processus ne nécessite pas un grand nombre d'operateurs.

L'efficience totale est : **77,1%**

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Déchargement	25	30	30	40	32	28
Supermarché	45	40	40	42	38	40
Remplissage et Alimentation	35	35	35	35	35	35
Productivité	78.3%	77.2%	77.2%	74.6%	77.2%	77.7%

Table 3.7: Nouvelle productivité

L'ancien processus nous permettait d'avoir une efficience de 53,7% et avec le nouveau processus nous avons une efficience de 77.1%. Ceci est un très grand gain pour l'entreprise ce qui va entrainer une hausse de l'économie de l'entreprise.

3.2.2 CONTROLER

L'ensemble des étapes 'Définir', 'Mesurer', 'Analyser', 'Innover/ améliorer' nous a permis de fournir des solutions afin d'améliorer le processus. Cette cinquième étape a pour objectif de se donner les moyens et les outils, pour mettre le processus sous contrôle afin de s'assurer de la stabilité des solutions trouvées après leur implémentation et d'éliminer toute possibilité de retour à l'état initial réduisant ainsi à néant les améliorations accomplies. Le point essentiel dans cette étape est le contrôle du processus.Pour cela, il faut :

- Valider les spécifications ;
- Formaliser les modes opératoires ;
- Surveiller le processus avec des tableaux de bord ;

Valider les spécifications

Une fois que les actions pilotées avec succès, les changements doivent être établis dans l'optique d'éliminer la possibilité de retourner aux dysfonctionnements. En effet il fallait s'assurer que le nouveau process est opérationnel et mettre en lumière l'effet des actions lors de l'étape « Innover » de la méthodologie DMAIC. Nous avons suggéré un système de précaution pour que les nouvelles habitudes qui sont décrites dans la suite soient effectives.

- La réalisation des audits chaque deux semaines pour vérifier la procédure de gestion de flux de réception avec le scan RFID ;
- La mise à jour quotidienne du contenu des tableaux de suivi ;
- La vérification des données enregistrées via le dispositif RFID mis en place qui assure aussi la traçabilité des KLT.

Formaliser les modes opératoires

Pour bien maitriser un processus, il faut d'abord formaliser les modes opératoires afin de garantir la performance désirée. Il s'agit de mettre en place un système capable et efficace pour rendre le processus productif et éviter les pertes qui génèrent les dysfonctionnements. Par perte de performance, nous laissons apercevoir : qualité, coûts, délais, sécurité, environnement.

Nous pouvons savoir bien faire les choses, mais avec le temps, des relâchements peuvent se faire. Pour preuve d'illustration nous pouvons citer le non-respect des pauses. Dans le cas où cela se répète régulièrement, la formalisation existante ne sera probablement plus utilisable puisque qu'elle est déconnectée de la vie du processus. Quelle que soit la qualité de la formalisation existante, ce cas nous ramène à une situation où la formalisation est comme inexistante.

La formalisation des modes opératoires permet d'établir une mémoire de l'entreprise. Cette formalisation peut prendre sous la forme :

- La création de check-lists qui permettent de garantir qu'une suite d'actions sera bien réalisée. C'est particulièrement utile notamment dans les cas d'urgence d'une référence par exemple.
- Le groupe de travail devra réaliser ce travail de formalisation pour que ce qui a été décidé et réalisé comme amélioration ne soit pas oubliée. Également lorsqu'une nouvelle personne devra réaliser l'activité ou lorsqu'on voudra auditer l'activité que cette formalisation soit d'un grand secours. La formalisation de l'activité doit tenir compte de ces situations.

Surveiller le processus avec des tableaux de bord

Nous avons proposé l'idée d'intégration des KPI dans la zone de warehousing et cette idée a été approuvée par le conseil. Nous sommes alors passés à la mise en place.Les KPI utilisées sont :

- **S** Safety :

La sécurité est l'élément primordial du nouveau processus. Tout en exécutant sa tâche, l'opérateur doit être dans les meilleures conditions de travail. Tout incident doit être évité au maximum

- **P** People :

Le personnel est le socle, le noyau de l'entreprise. Par ce tableau nous souhaitons contrôler l'absentéisme, le taux de rotation des shifts et le calcul du besoin par rapport à l'état actuel

- **Q** Quality :

La qualité (process/produit) est un critère très important et doit toujours être satisfaite. Parmi les contraintes du nouveau process c'est l'endommagement des KLT d'où nous avons mis une surveillance sur cela pour avoir une traçabilité.

- **V** Volume :

Nous travaillons dans le nouveau processus avec les boxes KLT. Mais il y'aura des références qui seront toujours réceptionnées en carton (en attente de les régler avec son fournisseur). Pour cette raison nous avons caractériser ces références par : la criticité, les excès, les obsolètes.

- **C** Cost :

Le Headcount nous permettra de calculer le besoin d'opérateurs et si possible optimiser ce nombre car il impacte directement l'économie de l'entreprise. Il y'a également Over time, pour faire mention des heures supplémentaires.

Centre de contrôle du RFID et de l'AGV

Dans l'optique du bon fonctionnement du système RFID, et également le bon fonctionnement de l'AGV, nous avons proposer la création d'un centre de contrôle. Ce centre de contrôle a pour but :

- Dans le cas du RFID : d'envoyer les requêtes et de recevoir les réponses des tags des boxes, modifier ces tags si le besoin se présente et veuillez au bon fonctionnement du système.
- Dans le cas de l'AGV, veuillez à son bon fonctionnement et à sa maintenance.

3.2.3 Apport du Hub sur la scène socio-économique

Il est impératif de noter que Yazaki est la première entreprise de câblage automobile a implanté un centre de distribution (HUB) sur le sol chérifien. Il est également important de noter que c'est plus qu'à l'échelle nationale car la société est la première sur le continent africain a possédé un hub, ce qui la différencie de ses concurrents.

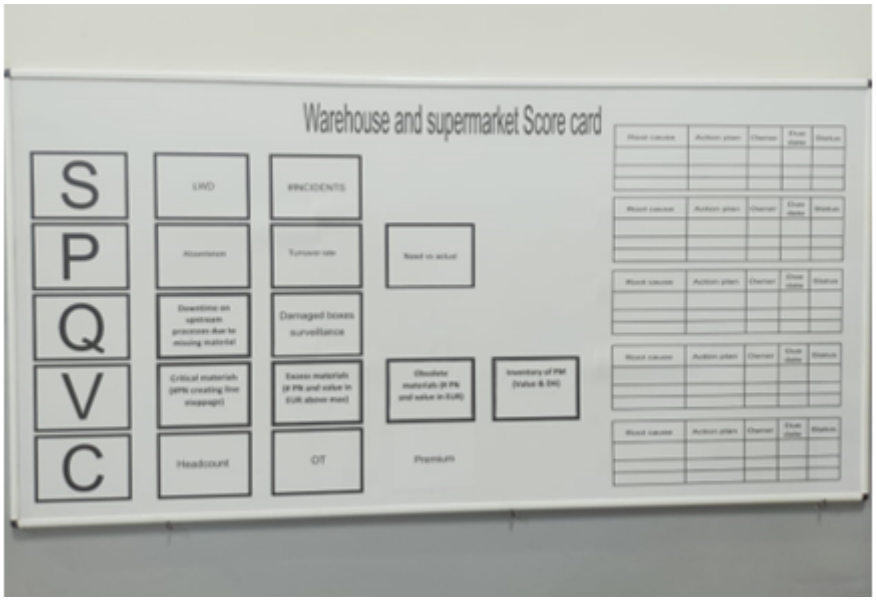


FIGURE 3.43: Tableau de bord du Warehouse et supermaché

Cette implantation renforce la confiance des partenaires de la société car ils aperçoivent le désir continuel de l'amélioration et l'aspiration à la satisfaction totale à leurs exigences.

L'implantation du Hub par Yazaki génère de nouvelles idées à d'autres entreprises soit dans le câblage ou autres domaines que c'est une démarche importante dans le souci d'une perpétuelle évolution et prouve également sa faisabilité.

Avec le Hub nous avons palier aux problèmes de retard de livraison par nos fournisseurs internationaux comme nationaux ce qui permet d'éviter catégoriquement des arrêts de la chaine de production.

Le Hub permet également une centralisation de fonctions, ce qui crée un besoin de main d'œuvre d'où des recrutements. Dans cette perspectives Yazaki lutte contre le chômage sur le sol marocain.

3.3 Conclusion Generale

Le travail présenté dans ce rapport a été réalisé dans le cadre de notre PFE au sein de l'entreprise YAZAKI Morocco Meknès a pour objectif de répondre à la problématique de la réingénierie des flux logistiques.

Une analyse méthodique des besoins auxquels il fallait répondre nous a conduit à formuler des objectifs clairs et donc traiter cette problématique sur la base de la démarche DMAIC, en définissant en premier lieu les ressources mises en place, cartographier le flux de la matière première en vue de détecter les anomalies et cibler les opportunités à améliorer. Le travail non-standardisé des opérateurs et un flux sans traçabilité des équipements sont les deux axes qui engendrent une perte pour l'entreprise, c'est ainsi que nous avons proposé par la suite des actions d'amélioration dans ce sens.

Nous avons proposé un nouveau processus qui suit les normes de l'entreprise en agissant sur l'emplacement du RFID, les bins et les composants associés, nous avons aussi proposé une nouvelle conception d'AGV et chariot de distribution. Puis, nous avons implémenté un réaménagement des structures des postes de travail en vue de maintenir une ergonomie de travail et réduire le temps de certaines tâches.

Les perspectives du projet peuvent être résumées dans les points suivants : D'une part, l'intégration du nouveau processus de la réception de la MP jusqu'à production qu'il soit améliorer. D'autre part, l'implémentation des solutions proposée sur l'ensemble des chaines de l'usine à savoir l'AGV, l'ergonomie des postes (réaménagement du SM), et l'étiquetage.

3.4 V. Bibliographie et Webographie

- Technologie RFID (radio frequency identification) : concepts et stratégie de mise en œuvre de Paulin Ilunga Katamba

- Six sigmas comment l'appliquer de Maurice Pillet

- Logistique : Production. Distribution. Soutien, 5eme édition DUNOD de Yves Pimor et Michel Fender.

- https ://www.rocketronics.de/shop/en/IHSS60-36-30-21-38.html

- https ://www.technoindus.com/moteur-a-courant-continu/moteur-a-courant-continu-ferrite-250w-24v-bride-o90-ip40-3665948288414-4622.html

- https ://www.piloter.org/six-sigma/methode-six-sigma.htm

- http ://www.demarcheiso17025.com/fiche005.html

- https ://www.lereporter.ma/cablage-automobile-une-nouvelle-convention-signee-a-tanger/

- http ://www.univbejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/11795/1/LA%20CHAINE%20LOGISTIQUE%2