



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques

Spécialité : Génie Mécanique et Productique

Thème :

**Conception d'un système de manutention des bundles de fils
&&
Développement d'une application VBA pour la gestion des
structures**

Présenté par :

OUTALEB Chaimae

Encadré par :

- Pr. Abdellah EL BARKANY, Département de Génie Mécanique, FST Fès.
- Mohammed AZENNOUD, YAZAKI Meknès.

Effectué à : YAZAKI MOROCCO MEKNES



Soutenu le : 19/07/2022

Devant le jury :

• Pr. Abdellah EL BARKANY	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. Oussama BOURIHANE	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. Abbass SEDDOUKI	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

*L*a réalisation de ce projet de fin d'études a été possible grâce à la contribution de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toutes ma gratitude.

*J'*aimerais adresser un remerciement particulier à **M. ABDELLAH EL BARKANY** l'encadrant pédagogique pour son accompagnement constructif tout au long de mon cursus scolaire. Et aussi pour sa disponibilité et sa manière de communiquer son savoir-faire. Qu'il trouve ici l'expression de mes profondes reconnaissances.

*M*es remerciements s'adressent à **Mr. Azennoud Mohammed** pour son soutien, ses conseils et pour sa motivation pendant cette aventure de cinq mois.

*N*ous tenons à témoigner toute nos gratitude à monsieur **Mr. EL ABBAS Bachir** et à **Mr. SMOUNI Said**, Manager du département **IE & NYS**, pour leur soutien inestimable et leur aide pratique et avec qui nous avons eu de fructueuses discussions au cours de notre stage.

*L'*enseignement de qualité dispensé par le Master GMPr a également su nourrir nos attentions et a représenté une profonde satisfaction intellectuelle, merci donc à tous nos professeurs chercheurs.

A la Direction de la société **YAZAKI MOROCCO MEKNES**, pour l'opportunité de stage qu'elle m'a offerte, ainsi que pour toutes les conditions favorables de travail.

*E*nfin, j'exprime ma sincère reconnaissance et mon profond respect à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce projet.

DEDICACES

A ma très chère mère,

Qui m'a comblé de son soutien et m'a voué un amour inconditionnel. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mon très cher père

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère sœur

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A tous les membres de ma famille, petits et grands

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A mes chères amis

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma profonde gratitude.

RESUME

Le présent document est le fruit de notre travail dans le cadre du stage de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences et Techniques, spécialité Génie Mécanique et Productique (GMPr). Il a été réalisé au sein de YAZAKI MOROCOO MEKNES.

Dans le secteur automobile, la recherche de la réduction maximale des défauts de qualité, des délais de livraison et de production représente un objectif constant pour tous les acteurs du secteur. C'est dans ce cadre et pour répondre aux exigences constantes du marché, que s'inscrit ce projet de fin d'études qui vise à diminuer toutes les charges indirectes et éliminer toutes sortes de gaspillages et améliorer les performances du système de production. Cette amélioration s'est faite à travers l'automatisation de quelques opérations qui se font manuellement et qui engendrent une perte de temps et d'argent.

Mots clés : conception, bundles, production, manutention, câblage automobile, application, Excel VBA.

ABSTRACT

This document is the result of our work as part of the end-of-study internship for the Master's degree in Science and Technology, specializing in Mechanical and Production Engineering (GMPr). It was carried out at YAZAKI MOROCOO MEKNES.

In the automotive sector, the search for maximum reduction of quality defects, delivery and production times is a constant objective for all players in the sector. It is within this framework and in order to meet the constant demands of the market, that this end-of-study project aims to reduce all indirect costs and eliminate all kinds of waste and improve the performance of the production system. This improvement was achieved through the automation of some operations that are done manually and that generate a loss of time and money.

Keywords: design, bundles, production, handling, automotive wiring, application, Excel VBA.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Implantation mondiale du groupe YAZAKI	15
Figure 2 : Clients de YAZAKI.....	16
Figure 3 : YAZAKI MOROCCO MEKNES	17
Figure 4 : Organigramme de YMM	18
Figure 5 : Câble automobile.....	20
Figure 6 : Famille de câble.....	21
Figure 7 : Différents Composants D'un Câble Électrique.....	23
Figure 8 : Principales phases du processus de production.....	23
Figure 9 : Zone Réception-Magasin Matières Premières.....	24
Figure 10 : Différentes zones dans YAZAKI MEKNES.....	25
Figure 11 : Pré-Assemblage.....	26
Figure 12 : Cartographie d'une chaîne de production.....	27
Figure 13 : Tableau (Jig).....	27
Figure 14 : Equipements d'inspection et de test.....	28
Figure 15 : Zone Expédition.....	28
Figure 16 : Les étapes du process.....	29
Figure 17 : Planning de déroulement de projet de fin d'études.....	31
Figure 18 : SIPOC pour la zone P1.....	33
Figure 19 : Flux de production.....	34
Figure 20 : Les distributeurs de fils.....	35
Figure 21 : Répartition des distributions par zone et trajet du distributeur de la zone.....	37
Figure 22 : Illustration d'un chariot	41
Figure 23 : Illustration des couloirs.....	42
Figure 24 : Diagramme d'ISHIKAWA.....	42
Figure 25 : Carte séparatrice des bundles.....	43
Figure 26 : Les critères de choix des concepts.....	45
Figure 27 : Diagramme de bête à cornes.....	46
Figure 28 : Diagramme de pieuvre.....	47
Figure 29 : Diagramme de FAST.....	48
Figure 32 : Poutre de Lean part.....	49
Figure 31 : Poulie de levage.....	49
Figure 30 : Barre de glissement des poulies.....	50
Figure 33 : Des exemples des bundles à transporter.....	50
Figure 34 : Conception du convoyeur sous CATIA V5.....	51
Figure 35 : Croquis de moteur choisi.....	53
Figure 37 : Pignon proposé.....	53
Figure 36 : Critère de choix de nombres des dents.....	53
Figure 38 : Chaîne proposée.....	53
Figure 39 : Catalogue des dimensions.....	53
Figure 40 : Conception de la chaîne et de la barre de levage sous CATIA V5.....	54
Figure 41 : Positionnement du capteur au niveau de convoyeur.....	54

Figure 42 : Capteur de proximité inductifs.	55
Figure 43 : Carte Arduino Méga 2560 R3.	56
Figure 44 : Chaîne d'information.....	57
Figure 45 : Chaîne d'information de convoyeur.	57
Figure 46 : Organigramme	58
Figure 47 : Conception du système incliné sous Catia V5.....	59
Figure 48 : Expérience de détermination de l'angle d'inclinaison.	59
Figure 49 : Modélisation de la structure sous RDM6.	60
Figure 50 : Système RFID.....	63
Figure 51 : Les critères de choix d'un système RFID.....	63
Figure 52 : Vérin électrique	64
Figure 53 : Organigramme.....	66
Figure 54 : La vue de face du système CATIA V5.....	67
Figure 55 : La vue de dessus du système sous CATIA V5.....	67
Figure 56 : Nouveau lay-out proposé.....	69
Figure 57 : Chariot de la zone de la coupe.....	69
Figure 58 : La base de données des structures.	73
Figure 59 : L'accueil principal.....	74
Figure 60 : L'accueil du Details entry.	74
Figure 62 : Ajouter les composant des structures.	75
Figure 61 : Ajouter la photo et nom du structure.....	75
Figure 63 : Chercher une structure.....	75
Figure 64 : L'accueil du Commande.	75
Figure 65 : Chercher une structure.....	76
Figure 66 : Ajouter une structure.	76
Figure 67 : Le fichier du commande ARSAM.....	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche signalétique de YYM	17
Tableau 2 : les distributeurs et les zone.	36
Tableau 3 : Temps effectué pour vider les machines de coupe par un distributeur.....	37
Tableau 4 : Temps effectué pour vider chariot.	39
Tableau 5 : Chronométrage effectuée pendant deux heures.	40
Tableau 6 : Taux d'arrêt durant la période semaine 15-semaine 18 de l'année 2022.	41
Tableau 7 : Les dimensions des chariots.....	41
Tableau 8 : Les dimensions des couloirs.	42
Tableau 9 : Comparaison entre les concepts générés.....	44
Tableau 10 : Classement des concepts.....	45
Tableau 11 : Liste des fonctions retenues par les besoins.	48
Tableau 12 : Listes des différentes masses des bundles.	50
Tableau 13 : Catalogue des moteurs.	52
Tableau 14 : Des critères de choix du capteur de proximité.....	55
Tableau 15 : Fiche technique capteur de proximité inductifs.	56
Tableau 16 : Fiche technique du carte Arduino Méga 2560 R3.	57
Tableau 17 : Fiche technique du tag RFID.	64
Tableau 18 : Les critères de choix d'un vérin.....	65
Tableau 19 : Fiche technique du vérin.....	66
Tableau 20 : Liste des composants pour le système.	70

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	2
DEDICACES	3
RESUME.....	4
ABSTRACT	5
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES ABREVIATIONS	12
INTRODUCTION GENERALE.....	13
CHAPITRE 1 : POSITIONNEMENT ET CONTEXTE GENERAL DU PROJET	14
I. Présentation générale de l’organisme d’accueil :	15
I.1. Le groupe YAZAKI :	15
I.1.1. Présentation de YAZAKI :	15
I.1.2. Clients de YAZAKI :	15
I.2. L’organisme d’accueil :	16
I.2.1. Présentation de YAZAKI MOROCCO :	16
I.2.2. Présentation de YAZAKI MOROCCO MEKNES :	17
I.2.3. Fiche signalétique de YAZAKI MOROCCO MEKNES :	17
I.2.4. Organigramme de YAZAKI MOROCCO MEKNES :	18
I.2.5. Présentation des différents départements :	18
I.3. Processus de fabrication :	20
I.3.1. Généralité sur le câble automobile :	20
I.3.2. Les types des câbles :	21
I.3.3. Les composants d’un câble automobile :	21
I.3.4. Le processus de fabrication :	23
II. Contexte général du projet et méthodologie de travail.....	29
II.1. Rappel sur le processus de développement de produits d’Ulrich et Eppinger :	29
II.1.1. Généralité :	29
II.2. Contexte général du projet et méthodologie de travail :	29
II.2.1. Contexte général du projet :	29
II.2.2. Problématique :	29
II.2.3. Objectif du projet :	30
II.3. Mission et planification :	30
II.3.1. Mission :	30

II.3.2.	Ms-Project :	30
CHAPITRE II : TRAITEMENT DE SUJET		32
I.	Identification des opportunités.	33
I.1.	Etude sur terrain :	33
I.1.1.	Flux de matière : SIPOC :	33
I.1.2.	QQOQCP :	33
I.1.3.	Déterminer des zones critiques :	35
I.1.4.	Mouvement des distributeurs :	36
I.1.4.1.	MUDA Déplacements inutiles :	36
I.1.4.1.1.	Mouvement de P1 vers la pagode :	36
I.1.4.1.2.	Mouvement de pagode P3 vers la ligne de montage :	39
I.1.4.2.	Mesure des taux d'arrêt :	41
I.1.4.3.	La taille des chariots et des couloirs :	41
I.2.	Analyse des données :	42
II.3.3.	Diagramme d'ISHIKAWA :	42
I.3.	Recherche des idées et élaboration des solutions :	43
I.3.1.	Action1 : Former les opérateurs :	43
I.3.2.	Action2 : automatisation du flux de distribution :	43
I.3.2.1.	Génération des concepts :	43
I.3.2.2.	Choix et validation :	45
II.	IDENTIFICATION DES FONCTIONS ET DES SPECIFICATIONS :	46
II.1.	Analyse fonctionnelle du système :	46
II.1.1.	Saisir le besoin :	46
II.1.2.	Enoncé de besoin :	46
II.1.3.	Valider le besoin :	46
II.1.4.	La fonction globale :	47
II.1.5.	Diagramme de pieuvre :	47
II.1.6.	Diagramme FAST :	48
II.2.	Dimensionnement du convoyeur vertical :	51
II.2.1.	Le choix de convoyeur :	51
II.2.2.	Choix du moteur :	52
II.2.3.	Choix des pignons et chaîne :	53
II.2.4.	La partie mécatronique :	54
II.2.4.1.	Choix de capteur de proximité :	55

II.2.4.2.	La carte Arduino :	56
II.2.4.3.	Chaîne d'information :	57
II.2.4.4.	Schéma descriptif du programme :	58
II.3.	Dimensionnement du système mécanique :	59
II.3.1.	Conception du système mécanique incliné :	59
II.3.2.	Détermination de l'angle d'inclinaison :	59
II.3.3.	Calcul RDM du système :	60
II.3.3.1.	La modélisation :	60
II.3.3.2.	Les résultats :	61
II.3.4.	La partie mécatronique :	62
II.3.4.1.	RFID :	62
II.3.4.2.	Actionneur linéaire :	64
II.3.4.3.	Schéma descriptif du programme :	66
III.	La conception du système sur Catia V5 :	67
.....	68
CHAPITRE III : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE		68
I.	Gain au niveau de main-d'œuvre :	69
II.	Gain au niveau de surface :	69
III.	Gain au niveau du temps :	70
IV.	Le coût d'investissement du prototype :	70
CHAPITRE IV : DEVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION VBA		71
I.	L'objectif de projet :	72
II.	Problématique :	72
III.	La structure de la base des données :	72
IV.	Les fonctions de l'application :	73
IV.1.	Details entry :	73
IV.2.	Commande :	73
IV.3.	L'interface de l'application :	74
IV.3.1.	Accueil :	74
IV.3.2.	Details entry :	74
IV.3.3.	Commande :	75
CONCLUSION ET PERCPECTIVES		78
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE		79

LISTE DES ABBREVIATIONS

YM	YAZAKI MOROCCO
YMM	YAZAKI MOROCCO MEKNES
CAO	Cutting Area Optimization
IE	Industrial Engineering
JFC	Renault Espace
MH	Man-Hour
MRP	Material resource planning
NYS	New Yazaki System
PN	Part Number
S2S	Smart 2 Seats
SAP	Systems, Applications, Products
SPS	Standard Packaging Size
X4S	Smart 4 Seats
XFA	Renault Scénic
XFB	Renault Mégane
PN	Référence client d'un câble
CT	Cycle time (temps réel à produire)
SN	Référence des additionnels
P1	Zone de coupe
P2	Zone de pré-assemblage
P3	Zone d'assemblage
QQOQCP	Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?
SIPOC	Supplier- Input- Process- Output -Costumer
STCS	Shrinking Tube Control System
AGV	Automatic guided vehicle

INTRODUCTION GENERALE

La tendance actuelle vers de nouveaux projets, exige la maîtrise des outils de production et l'automatisation des opérations qui se font encore manuellement en vue d'augmenter la productivité et pour pouvoir répondre à l'augmentation étonnante de la demande en matière de câblage.

C'est dans ce cadre que rentre notre projet de fin d'études, dans lequel nous avons conçu un système de manutention des paquets de fils. La méthode actuelle de distribution de la matière premières, pour le cas, il s'agit des fils à assembler pour avoir un câble automobile, est 100% manuelle. Notre objectif est de concevoir un système automatisé pour remplacer la technique utilisée actuellement. La solution recherchée permet en plus d'augmenter la productivité et d'éliminer toutes les pertes et les sources de gaspillages.

En vue d'atteindre cet objectif nous nous sommes inspirées des connaissances acquises lors de notre période d'étude en combinant à la fois, les préconisations et recommandations des encadrants et tout le savoir-faire qu'on a eu l'occasion d'acquérir lors de notre période de stage.

A cet effet, une contextualisation générale du projet a été réalisée, afin de bien le cadrer ainsi que la méthodologie de travail qui sera adoptée. Pour la réalisation de ce projet nous avons adopté le process de développement d'un produit D'ULRICH ET EPPINGER.

Afin de mener à bien cette mission, nous avons jugé utile de commencer par une étude sur terrain, ainsi qu'une cartographie des flux de distributions des fils afin d'identifier les dysfonctionnements qui constituent des sources de gaspillages à éliminer.

Ensuite, une analyse fonctionnelle nous a permis d'avoir une idée claire sur tous les constituants système de manutention, aussi bien de trouver le bon chemin à suivre lors de notre propre conception. Après, nous avons abordé la conception détaillée des différents sous-systèmes : choix des actionneurs, dimensionnement et calculs. Suite à cela, nous nous sommes lancées dans La conception le système sous CATIA V5.

Finalement une étude technico-économique a été réalisée pour estimer et relever les gains associés aux solutions mises en œuvre.

Dans la deuxième partie de notre stage, nous nous sommes lancées dans le développement d'une base de données et une application de gestion des structures à l'aide d'EXCEL VBA, dans le but de faciliter la gestion des différents composants des structures soit pour l'assemblage ou pour la commande des pièces.

CHAPITRE 1 : POSITIONNEMENT ET CONTEXTE GENERAL DU PROJET

Ce chapitre consiste à présenter d'une manière générale le groupe YAZAKI, et plus particulièrement YAZAKI MOROCCO MEKNES en tant qu'un organisme d'accueil,

En décrivent son champ d'activité, son organisation et son système de production du câblage automobile, ainsi quelques composantes constituant le câblage automobile.

D'autre part, ce chapitre consacre à décrire :

- La méthodologie à suivre pour concevoir le système.
- Le contexte général du projet.
- La planification du déroulement de la période du stage.

I. Présentation générale de l'organisme d'accueil :

I.1. Le groupe YAZAKI :

I.1.1. Présentation de YAZAKI :

Depuis sa création par le président fondateur SADAMI YAZAKI en 1929, le groupe YAZAKI commence sa carrière par la vente des fils électriques automobile, jusqu'à ce qu'il devienne un fabricant indépendant de composants automobiles en 1941.

Actuellement, le groupe YAZAKI compte parmi les plus grands concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile. Les filiales YAZAKI sont présentes dans 39 pays dans le monde avec 175 sites et 410 unités réparties entre usines de production et centres de service au client et centres de Recherche et Développement. Elle emploie plus que 240.000 employés et constitue l'un des leaders de son secteur d'activité avec 34% de parts du marché mondial.



Figure 1 : Implantation mondiale du groupe YAZAKI

La multinationale japonaise YAZAKI, qui est parmi les concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile, est présente dans autres activités telles que la fabrication de fils et câbles électriques, la fabrication de produits de gaz et la climatisation. Cette dernière a été développée depuis 1974 jusqu'à 2008 où le premier système de climatisation à énergie biomasse bois au monde a été produit par YAZAKI.

I.1.2. Clients de YAZAKI :

En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, YAZAKI ne cesse de dominer le marché en présentant des produits dotés d'une excellente fiabilité et des performances

qui ne cessent de satisfaire les plus grands constructeurs de l'industrie automobile tels que Ford, Jaguar, Land Rover, Nissan, Peugeot, Volvo, Toyota, Isuzu, Seat, Renault, Fiat, Mercedes, Honda et Mazda.



Figure 2 : Clients de YAZAKI

I.2. L'organisme d'accueil :

I.2.1. Présentation de YAZAKI MOROCCO :

En 2001, Le Maroc a été le premier pays africain auquel Mr. YAZAKI a fait honneur, par l'inauguration de son site opérationnel YAZAKI MOROCCO pour la production du câblage automobile, en présence de sa majesté le Roi MOHAMMED VI.

Vu la performance de son personnel et des résultats réalisés depuis ses débuts, sa certification par la maison mère et par plusieurs organismes de renommée mondiale, YAZAKI Saltano de Portugal, Succursale du Maroc, a été transformée en mai 2003 en une entité indépendante « YAZAKI MORROCO S.A ». YAZAKI MORROCO est fournisseur pour plusieurs marques mondiales comme FORD, NISSAN, PSA et RENAULT.

Présent depuis 2000 au Maroc, à travers une usine à Tanger employant 4.650 personnes, deux autres à Kénitra employant un effectif de 4.200 personnes et une quatrième à Meknès employant 4.000 personnes, le groupe YAZAKI réalise un chiffre d'affaires de 5 milliards de dirhams par an dans le Royaume.

I.2.2. Présentation de YAZAKI MOROCCO MEKNES :

YAZAKI Meknès est la troisième du genre au Maroc après celle de Tanger et de Kenitra. Son activité principale est le câblage pour automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée à la marque RENAULT.

YAZAKI a lancé la première usine pilote YAZAKI Meknès Maroc à Douar Al Khoult, Km8, Route de Sidi Kacem, Meknès. L'objectif était de préparer le noyau dur afin de tester sa capacité et sa performance de production de nouveaux projets qui sont la raison de sa création. Une fois les travaux de construction finis, l'ensemble de l'équipe de YAZAKI Meknès Maroc a déménagé vers la nouvelle usine qui se situe à la zone Agro polis de Meknès.



Figure 3 : YAZAKI MOROCCO MEKNES

I.2.3. Fiche signalétique de YAZAKI MOROCCO MEKNES :

Tableau 1 : Fiche signalétique de YYM

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO Meknès SA
Forme juridique	Société Anonyme
Activité	Câblage automobile
Capital social	50 000 000 DHS
Date de création	Mars 2013
Siège social	ILOT UL2 Zone Agropolis BP S72 CD 50000, Meknès
Effectif	2000 personnes
Registre commercial	N° 20521
Identification fiscale	N° 04906347
Tel	+212(0)535514817

I.2.4. Organigramme de YAZAKI MOROCCO MEKNES :

La représentation schématique des liens fonctionnels, organisationnels et hiérarchiques de YAZAKI MOROCCO MEKNES se donne comme ci-dessous. Cette représentation coiffe un ensemble d'invités diverses, l'information circule entre eux en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage des défauts et de dysfonctionnement interne.

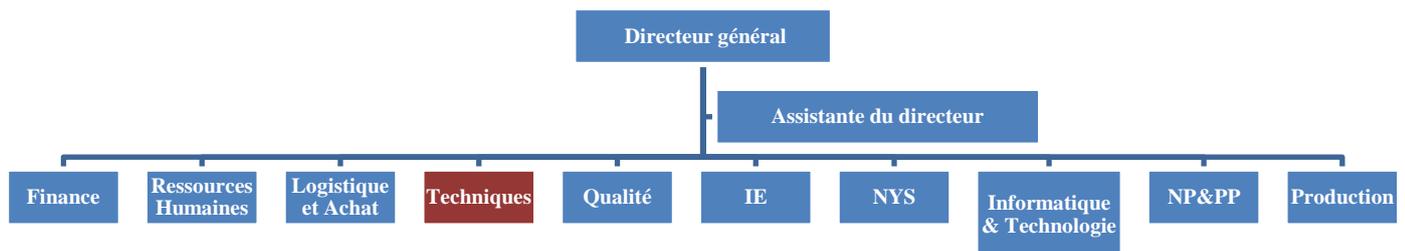


Figure 4 : Organigramme de YMM

I.2.5. Présentation des différents départements :

1. Département Financier :

La fonction finance se donne pour mission de modéliser les flux de composants et produits d'une part, et les flux financiers d'autre part afin de :

- Donner des informations sur la situation financière de l'entreprise vit à vis des partenaires extérieurs ;
- Aider à la décision en mettant en avant les données économiques nécessaires ;
- Utiliser au mieux les ressources financières disponibles dans l'entreprise ;
- Obtenir les capitaux (au meilleur coût) nécessaires pour le développement de l'entreprise.

2. Département Ressources humaines :

La fonction ressources humaines a pour mission de faire en sorte que l'organisation dispose du personnel nécessaire à son fonctionnement et que ce personnel fasse de son mieux pour

améliorer la performance de l'organisation, tout en s'épanouissant. Ce département joue aussi le rôle de facilitateur et accompagnateur, en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines et assure une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation.

3. Département Logistique Et Achat

La fonction logistique se donne pour mission d'optimiser l'ensemble des flux physiques et informationnels 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 de flux informationnels ;
- En aval de l'entreprise : stockage des produits, transport vers les distributeurs et vers les clients.

4. Département Maintenance et technique

Ce département est Chargé de la maintenance technique de tout le matériel de la société. Il s'occupe de l'entretien du matériel nécessaire à la production et l'entretien électrique de toute la société.

5. Département Qualité

La fonction qualité est garante de la conformité réglementaire de l'activité de l'entreprise et de la pertinence de ses processus au regard de normes et des contraintes réglementaires en vigueur pour répondre aux exigences des clients.

6. Département IE

La fonction de l'ingénierie industrielle est d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les directions engineering et qualité du groupe et aussi d'améliorer tous les processus de câblage en adoptant des outils du Lean Manufacturing.

7. Département IT

Ce département est chargé de gérer les différents systèmes traitant l'information, des réseaux, des postes et des logiciels de bureautique et les mettre à la disposition des utilisateurs.

8. Département PP & Nouveaux projets

Chargé de la gestion et la réalisation des nouveaux projets, le suivi des changements demandés par les clients, et l'adaptation des procédés de fabrication selon les règles définies par la direction engineering et qualité du groupe.

9. Département Production

La fonction production englobe l'ensemble des activités qui transforment les fils et les composants en câblages vendus aux clients en passant par les 3 zones de production : La coupe, le pré-assemblage et l'assemblage. Ce département a pour principale mission la réalisation des plannings de production en prenant en compte la qualité requise du produit, les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.

I.3. Processus de fabrication :

I.3.1. Généralité sur le câble automobile :

Un exemple de câble automobile est représenté ci-dessous :



Figure 5 : Câble automobile.

Le câblage électrique d'un véhicule est un ensemble de fils qui ont pour fonction principale de relier l'ensemble des composants électriques et électroniques du véhicule. Il permet de :

- Alimenter en énergie l'ensemble des équipements et assurer ainsi la fonction de distribution électrique.
- Transmettre les informations aux calculateurs (de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile) et permettre alors le transfert de commande entre

les différents équipements électriques et électroniques.

I.3.2. Les types des câbles :

Un câble se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client en l'occurrence le montage dans la voiture, ou bien la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile. Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage comme représenté dans la figure suivante : Câblage principal (Main)

- Câblage moteur (Engine)
- Câblage sol (Body)
- Câblage porte (Door)
- Câblage toit (Roof)
- Autres...

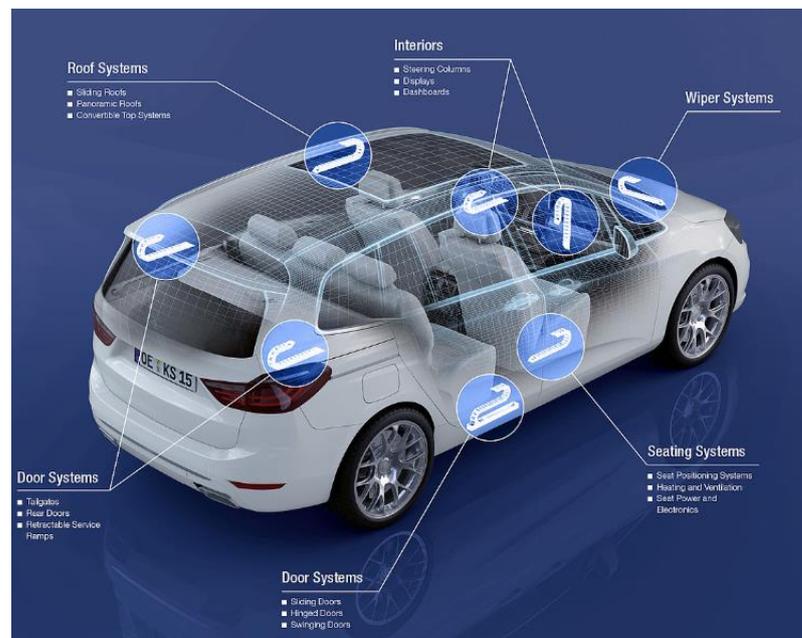


Figure 6 : Famille de câble.

I.3.3. Les composants d'un câble automobile :

Un câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.

Les composants constituant d'un câble :

- Fil électrique :

C'est le principal composant du câblage. Il est utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre.

- Terminal :

Il assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).

- Connecteur :

C'est une pièce où les terminaux seront insérés, il permet de :

- Établir un circuit électrique débranchable.
- Réaliser un accouplement mécanique séparable.
- Isoler électriquement les parties conductrices.

- Accessoires :

Ce sont les rubans d'isolement et les tubes qui assurent la protection et l'isolation du câble.

Ruban d'isolement : ceux sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.

Ruban PVC non adhésif : proportionne une plus grande flexibilité au câblage.

Ruban plastifié : sert à isoler et protéger contre l'humidité.

Soft tape : Ce ruban est utilisé pour éviter les bruits dans la voiture et / ou protéger des vibrations les connecteurs et les branches.

Les tubes : sont des éléments de protection des câbles contre des agressions mécaniques et la température élevée ou pour l'isolation électrique des câbles dont on distingue :

- Tube de verre - Tube Shrink.
- Gaine gorge ou cot.
- Tube lisse ou PVC.

- Fusibles

Ce sont des pièces pour la protection de câble et de ses composants contre la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

- Clips

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 en provoquant des bruits et sera exposé aux détériorations à cause des frottements.

- Bouchon

Il est inséré entre le fil et le terminal pour assurer la fixation de ce dernier. La figure suivante

représente l'ensemble des composants déjà cité :



Figure 7 : Différents Composants D'un Câble Électrique

I.3.4. Le processus de fabrication :

Après notre visite guidée à l'usine de production et au magasin, nous avons pu avoir une Idée Générale sur le processus de production que nous allons décrire à partir de ce schéma Simplifié.

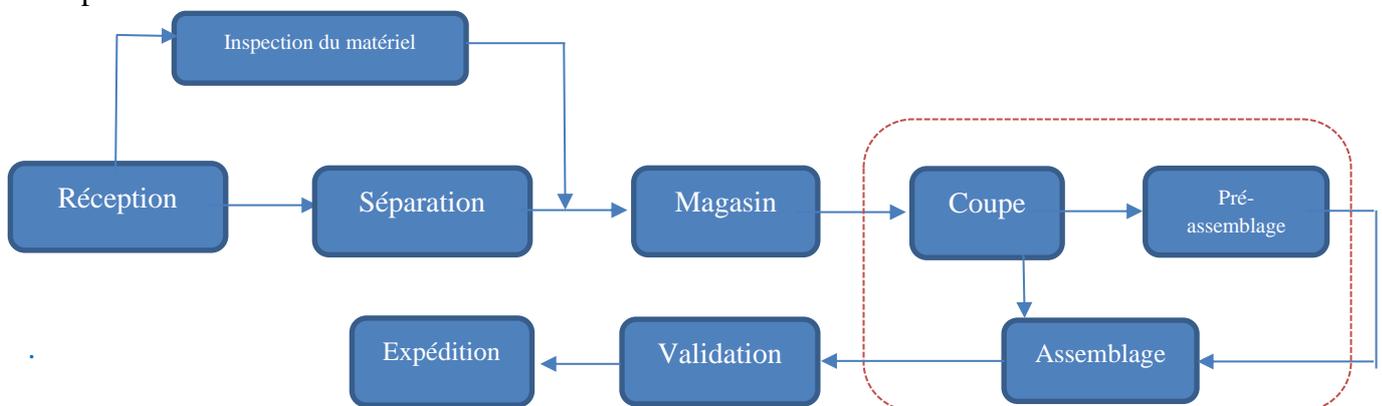


Figure 8 : Principales phases du processus de production.

Dans cette partie, nous allons présenter le flux de la production depuis la planification jusqu'à l'expédition du produit fini :

1. Planification

La planification de la production se fait suivant la commande client, le département logistique exploite ces commandes à l'aide du logiciel SAP pour déterminer les quantités des matières premières nécessaires suivant la méthode MRP.

2. La réception et le stockage des Matières Premières

Pour fabriquer ses faisceaux et câbles d'automobile, la société YAZAKI importe une grande

partie de ses matières premières de l'Europe. Les matières premières utilisées sont :

- **Fil électrique** : Principal composant du câblage.
- **Terminal** : Assure la bonne connexion entre les câbles pour transférer l'énergie.
- **Connecteurs** : Les connecteurs sont des pièces où les terminaux sont insérés.
- **Accessoires** : des rubans, des Tubes, des Fusibles, des Clips, du Shrink, etc.

Ces matières premières sont réceptionnées, contrôlées et stockées dans le magasin et enregistrées sur système SAP sur la base du bon de livraison apporté par le transporteur.



Figure 9 : Zone Réception-Magasin Matières Premières.

Après le control de quantité et de qualité, et si on a constaté une différence entre la réception et la commande, le magasinier et/ou l'Agent de qualité rédige :

- Une « **Réclamation de quantité** » pour qu'il ajuste la quantité enregistrée sur système et envoie une copie au département Logistique qui s'occupe de contacter le fournisseur pour régler la situation, et au département administratif et financier pour bloquer la facture.
- Une « **Réclamation de qualité** » et envoie une copie au département qualité, qui s'occupe de contacter le fournisseur et régler la situation, et au département administratif et financier pour bloquer la facture.

3. Production

La production se divise en trois étapes : la coupe (P1), le pré-assemblage (P2) et l'assemblage (P3)

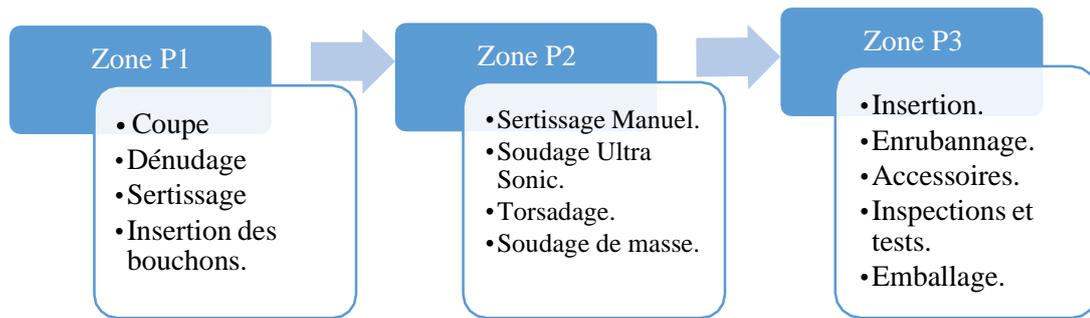


Figure 10 : Différentes zones dans YAZAKI MEKNES.

a. La coupe (zone P1) :

Après la réception de la matière première, qui passe par un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin, la première phase dans le processus de production commence, il s'agit de la coupe.

Cette première étape consiste à couper les fils électriques qui arrivent sous forme de bobines à partir du magasin, et aussi à réaliser :

- **Le dénudage** : c'est l'opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs.
- **Le sertissage automatique** : qui permet la jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs.
- **Insertion des bouchons** : afin d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion du terminal dans le connecteur.

Ces opérations se font selon l'ordre de fabrication lancé par un système appelé Cutting Area Optimisation (CAO) qui repose sur le principe Kanban.

Pour la coupe, on utilise trois types de machines : KOMAX, SHELINGUER. Et AC

- **KOMAX** : est une machine standard utilisée par toutes les entreprises de câblage, et qui coupe les fils de petites et moyennes sections.
- **SHELINGUER** : est une machine utilisée pour couper les fils de grande section.
- **AC** : c'est une machine fabriquée spécialement pour YAZAKI. Les types de fils produits dans la zone de coupe sont :
 - o **Fil simple fini** : contient deux connexions sur les deux extrémités de fil. Le sertissage des terminaux est assuré automatiquement par la machine KOMAX.
 - o **Fil simple non fini** : contient une seule connexion dans l'une des extrémités du

fil. Ces fils nécessitent un passage par la zone de pré-assemblage.

- o **Fil double** : contient trois connexions, une sur l'extrémité commune des deux fils et les deux autres sur les deux extrémités des fils.

b. Pré- assemblage (zone P2) :

Certains circuits se finissent au niveau de la coupe et passent directement vers la zone montage pour être utilisés, d'autre circuits selon leur nature (torsadé, grande section, soudé...) passent par la zone de pré-assemblage, qui est l'étape intermédiaire entre la coupe et l'assemblage et elle se présente comme client de la zone de coupe et fournisseur de la zone de pré-assemblage, cette étape est contrôlée par le système SAP et elle rassemble :

Le sertissage manuel : pour les terminaux qui sont difficiles à sertir automatiquement, il est nécessaire d'effectuer cette opération à l'aide des presses manuelles. Cette opération a pour but d'assurer la liaison électrique en assemblant le câble avec le terminal.

On utilise la machine MECAL : on ajoute le terminal et le bouchon au fil.

La soudure ultrason : c'est une opération de soudure de plusieurs fils ensemble à l'aide d'une technique de vibration ultrason. La machine utilisée pour cette opération est la SCHUNK.

Twist/torsadage : le twist est 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.

Postes d'accessoires : pour l'insertion des accessoires (par exemple le bouchon).



Figure 11 : Pré-Assemblage.

c. 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 chaîne de tableaux mécanisés ou les deux en même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction 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. La figure 12 présente une chaîne d'assemblage :

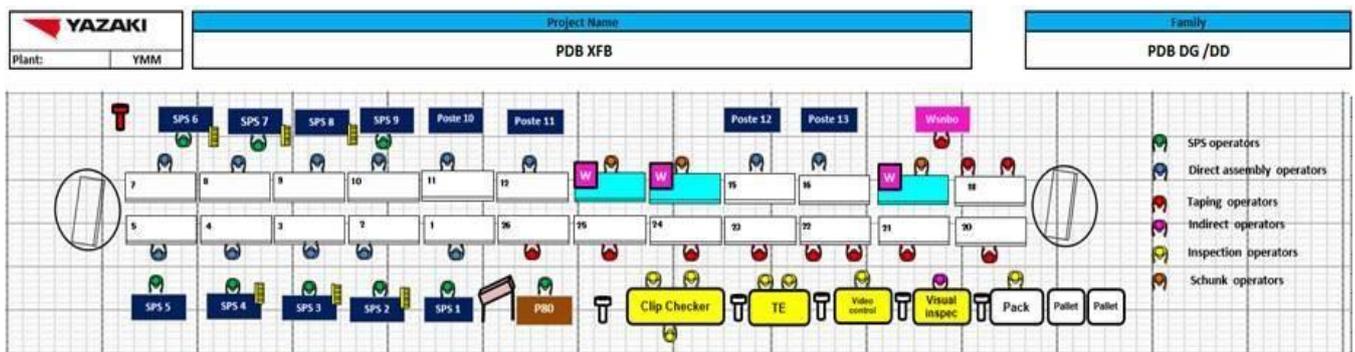


Figure 12 : Cartographie d'une chaîne de production.

Lors du montage, les câbles passent par trois étapes principales :

- **L'insertion** : cette étape consiste à insérer les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leur correspondent manuellement. Des supports sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage propre à leur poste sont mis à la disposition des opérateurs.
- **L'enrubannage** : c'est l'opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et protecteurs.

Ces deux premières étapes du montage, sont réalisées sur des Jigs.

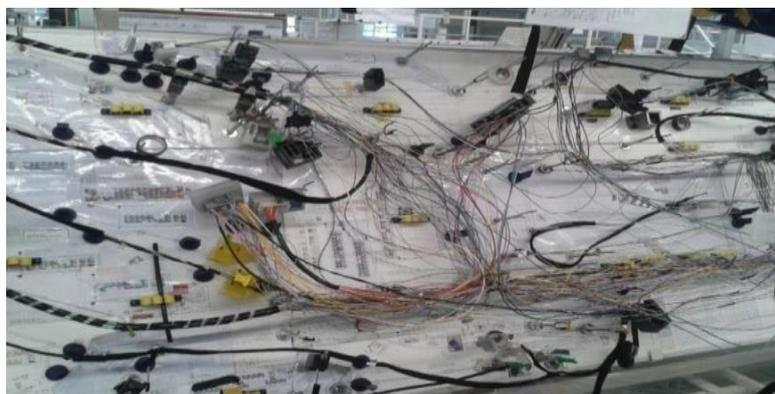


Figure 13 : Tableau (Jig).

L'inspection et les tests : Les tests standards réalisés sur les câblages sont :

- **Le clip checker :** c'est un équipement qui se compose d'un ensemble de modules de fixation et de Poka Yoke afin d'assurer :
 - La présence des clips dans leurs emplacements.
 - L'orientation et les vues des clips.
 - Les dimensions et l'orientation des branches.
- **Le test électrique :** 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 test vision :** utilisé dans le cas où le faisceau comporte une boîte à fusibles pour vérifier qu'elle est correctement assemblée.
- **Inspection visuelle :** permet de vérifier la longueur des branches, la présence de l'enrubannage et des accessoires et le respect de l'architecture finale exigée.
- **Packaging :** est la dernière étape avant l'expédition où on emballe le faisceau électrique et on le met dans des caisses.



Figure 14 : Equipements d'inspection et de test.

4. L'expédition des produits finis :

Après être emballé les faisceaux se rassemblent dans des palettes qui ont une capacité de 32 câbles, une fois que la palette soit remplie et emballée, on l'envoie à l'expédition, ce service s'occupe de l'envoi de la marchandise aux clients de YAZAKI et s'assure de son arrivée.



Figure 15 : Zone Expédition.

II. Contexte général du projet et méthodologie de travail.

II.1. Rappel sur le processus de développement de produits d'Ulrich et Eppinger :

II.1.1. Généralité :

La démarche méthodologique consiste à présenter une structure qui garantit la réussite d'un projet. En se basant sur l'approche d'Ulrich et Eppinger, cette méthodologie est basée sur le développement de produits d'ingénierie qui auront un résultat physique à la fin du projet. Elle porte sur toutes les phases du développement, de l'avant-projet à la production.

Le Processus de conception du projet est une séquence de phases ou d'étapes au cours desquelles une entreprise conçoit, développe un projet. Nombre de ces étapes et activités sont plus conceptuelles et organisationnelles que physiques. Chaque compagnie utilise un modèle plus ou moins rigoureux et exact de développement de projet au sein de son organisme. Néanmoins, un processus de développement de projet bien déterminé apporte plusieurs avantages.

Les étapes du processus de développement d'un produit :

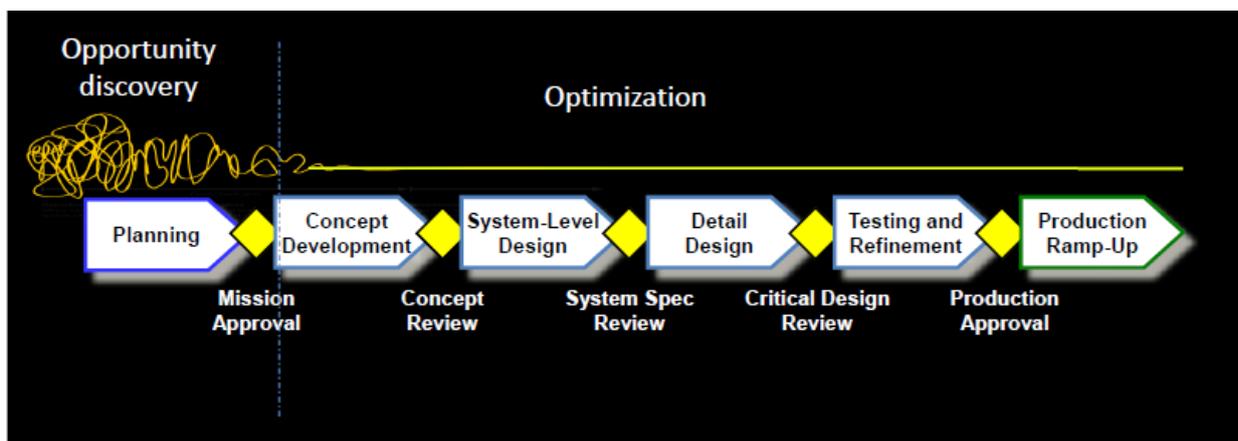


Figure 16 : Les étapes du process.

II.2. Contexte général du projet et méthodologie de travail :

II.2.1. Contexte général du projet :

Ce projet est un prérequis d'obtention de notre diplôme MASTER Sciences et Techniques, Au cours de ce stage, nous devons mettre en place nos connaissances acquises tout au long de notre cursus académique pour résoudre des problèmes internes et trouver des solutions pratiques

II.2.2. Problématique :

Le métier du câblage automobile se base principalement sur les fils comme matière première, d'ailleurs, la distribution des fils est l'étape la plus pertinente de la production. Chez YYM la distribution est toujours manuelle, du coup elle provoque les problèmes de gaspillage. Par contre, Les entreprises de production qui transforment des biens sont de plus en plus confrontées

à l'obstacle du gaspillage qui les empêche de réaliser des gains de productivité complémentaires. Que ce soit les pertes engendrées par les problèmes de stockage ou les pertes de temps et d'espace,

II.2.3. Objectif du projet :

La société YAZAKI MAROC connaît une perpétuelle évolution suite à la commande croissante du marché et la diversification des gammes imposées par ses clients. Elle espère toujours augmenter sa productivité.

Notre objet du projet de fin d'études a pour but de concevoir un système de manutention des bundles de fils pour éliminer tout type de gaspillages au sein du processus de production pour avoir une meilleure gestion de l'espace et afin d'augmenter les indicateurs de la performance, aussi la cadence à des niveaux acceptable pour répondre aux besoins des futurs projets. D'autre part on vise développer une application permettant de gérer les différentes structures et facilite les demandes.

II.3. Mission et planification :

II.3.1. Mission :

Dans le contexte de notre projet, nous avons été conduits à :

- Comprendre, analyser et mettre en œuvre la demande.
- Apprenez à appliquer sur terrain les outils académiques.
- Analyser les différentes solutions proposées par les autres concepteurs.
- Choisir la solution optimale en la justifiant.
- Concevoir notre système en respectant les contraintes exigées par l'entreprise.

II.3.2. Ms-Project :

La planification a été effectuée à l'aide du logiciel Microsoft Project.

Microsoft Project (MS Project ou aussi MSP) est un logiciel de Microsoft pour la gestion de projets. MS Project a également la capacité d'estimer la durée et la charge de travail pour accomplir une action déterminée et propose des modèles qui offrent à son utilisateur la flexibilité de suivre toute méthodologie. Le projet peut se représenter sous forme graphique de diverses manières : Diagramme de Gantt, réseau de tâches.

Nous avons conçu le planning de notre projet en attribuant à chaque tâche les dates de début et de fin correspondantes en fonction de sa complexité et de son poids dans la réalisation du projet en utilisant le logiciel MS Project,

	 Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1		integration et familiarisation avec l'entreprise et ses departement	5 days	Mon 14/02/22	Fri 18/02/22
2		Récupération du premier sujet (application VBA)	1 day	Fri 18/02/22	Fri 18/02/22
3		Développement de l'application EXCEL VBA pour la gestion des structures et leurs commandes	30 days	Mon 21/02/22	Fri 01/04/22
4		Récupération du deuxième sujet (la conception du système du manutention)	1 day	Mon 04/04/22	Mon 04/04/22
5		Compréhension du sujet et fixation des objectifs	5 days	Mon 04/04/22	Fri 08/04/22
6		Réalisation du rapport de pfe	51 days	Mon 11/04/22	Mon 20/06/22
7		Présentation générale de l'organisme d'accueil	7 days	Mon 11/04/22	Tue 19/04/22
8		CONTEXTE GENERAL DU PROJET ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL	4 days	Thu 19/05/22	Tue 24/05/22
9		Etude sur terrain et elaboration des solutions	10 days	Tue 24/05/22	Mon 06/06/22
10		analyse fonctionnelle	7 days	Fri 06/05/22	Mon 16/05/22
11		dimentionnement du système	20 days	Mon 16/05/22	Fri 10/06/22
12		conception du système sous Catia V5	10 days	Fri 10/06/22	Thu 23/06/22
13		Etude socio-économique et rentabilité du projet	5 days	Thu 23/06/22	Wed 29/06/22

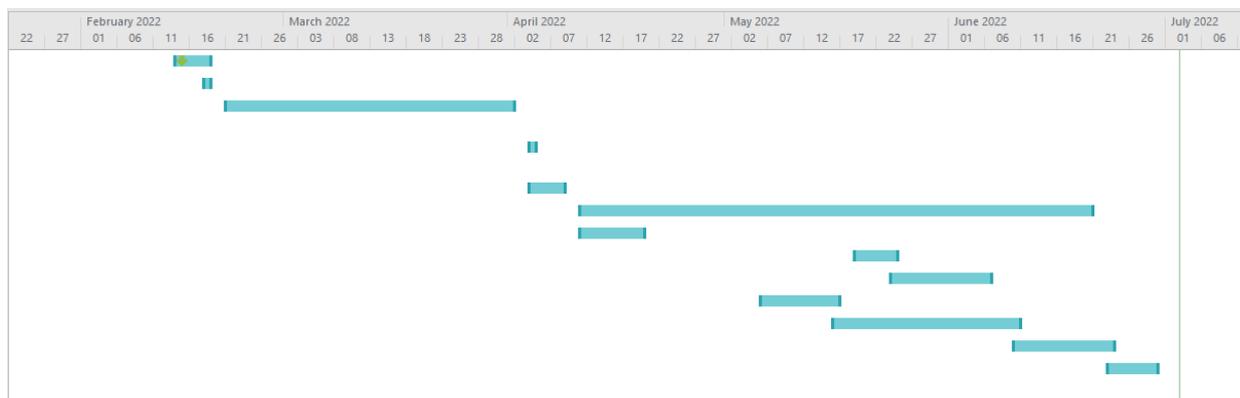


Figure 17 : Planning de déroulement de projet de fin d'études.

CHAPITRE II : TRAITEMENT DE SUJET

Les axes de ce chapitre s'articulent autour de l'identification des opportunités, en exposant au premier lieu la problématique, en détail, par une étude effectuée sur terrain. En deuxième lieu, on va présenter une analyse des données, ce qui va nous introduire en dernier lieu à générer des idées et chercher des pistes d'amélioration et d'innovation. Finalement, ce chapitre a pour but de déterminer les principaux composants de notre système en tenant compte les contraintes exigées par l'entreprise, afin d'avoir réalisé la conception nécessaire pour le système de manutention.

I. Identification des opportunités.

I.1. Etude sur terrain :

Pour toute entreprise, les gaspillages et les immobilisations superflues sont des pertes potentielles, les éliminer constitue donc un gain et améliore la performance dont la productivité constitue l'indicateur principal, c'est bien l'objectif de notre étude.

I.1.1. Flux de matière : SIPOC :

Pour comprendre le flux physique de la zone de coupe P1 vers les chaînes d'assemblage P3, nous allons nous servir du diagramme SIPOC (Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers) c'est est une cartographie du processus qui décrit le flux depuis les entrées du fournisseur jusqu'aux sorties au Client.

Le diagramme SIPOC est représenté sur la figure ci-dessous.

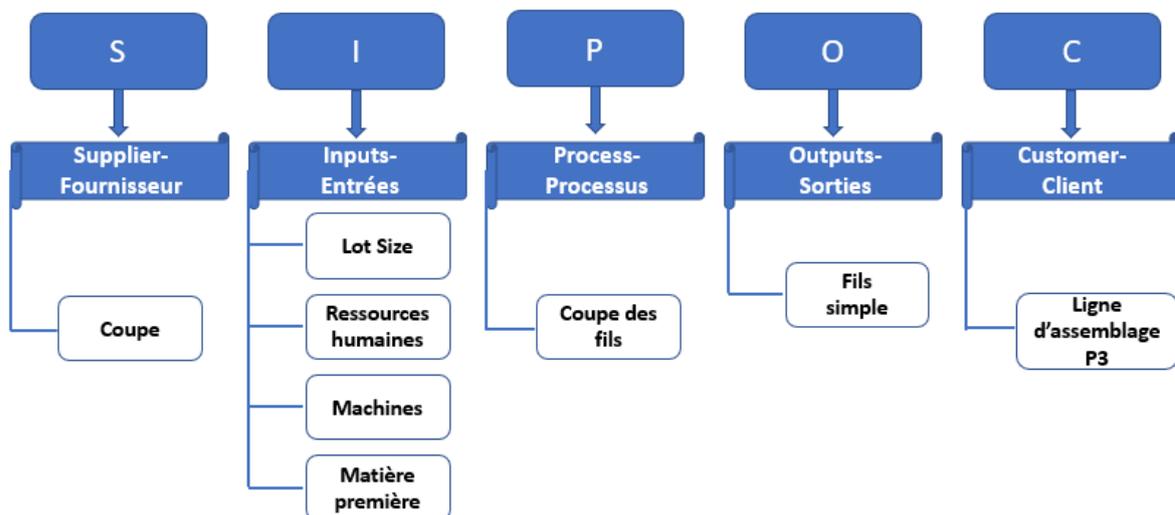


Figure 18 : SIPOC pour la zone P1.

I.1.2. QQQQCP :

Puisqu'un problème bien posé est déjà à moitié résolu, la phase de définition de la problématique est particulièrement importante.

La méthode QQQQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels car elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

Elles sont utilisées à différents moments dans la démarche de résolution de problème :

- pour poser un problème,
- pour rassembler des informations sur un système,
- pour chercher des idées de causes possibles, de solutions possibles,
- pour préparer un plan d'action.

Quoi ? « C'est quoi le problème ? »

Le problème est :

- La difficulté de transportés les bundles dans les zones.
- Déplacements inutiles des distributeurs.

Il s'agit dans ce projet de chercher des opportunités de contrôler le flux de distribution.

Qui ? « Qui est concerné par le problème ? »

Toutes les parties prenantes du projet :

- Équipe projet.
- Département Technique.
- Département Qualité.
- Département IE.
- Département Production.

Où ? « Où le problème apparait-il ? »

Le problème apparait dans toutes les zones de production.

❖ Flux de production du câble :

L'observation de flux de production du câblage permet de donner une vision générale de l'ensemble des étapes franchies par le câble jusqu'au stade finale de sa réalisation.

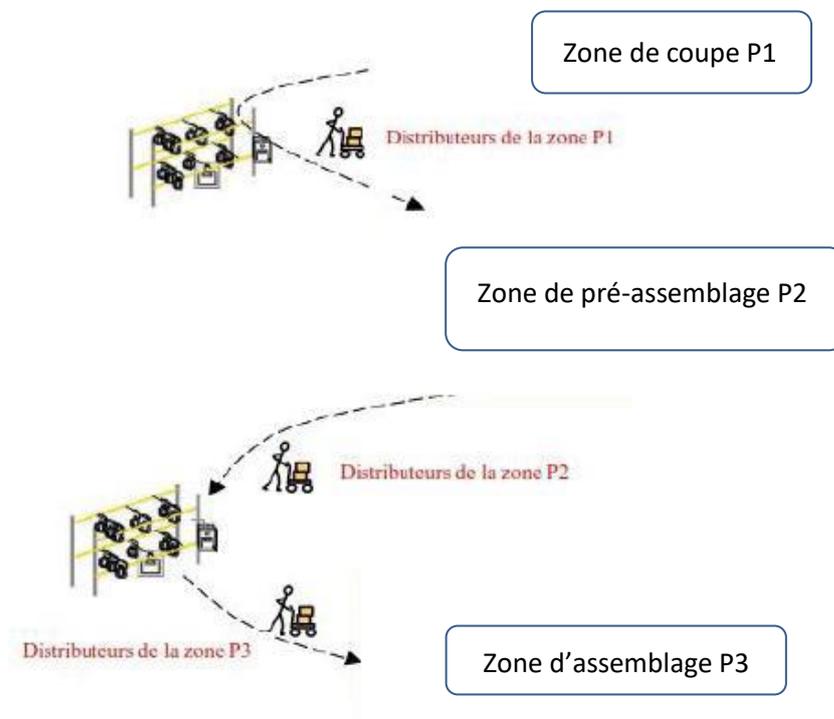


Figure 19 : Flux de production.

Quand ? « Quand est ce que le problème apparaît ? »

Le problème apparaît suite à l'augmentation de la demande de client.

Lorsque les fils coupés sont transportés par les distributeurs de la zone P1 pour être stockés dans des pagodes pour répondre au besoin des chaînes d'assemblage et de pré-assemblage.

Comment ? « Comment résoudre le problème ? »

En menant une analyse détaillée du flux de fabrication du câble, à savoir :

- Processus par lequel passe la fabrication du câble ;
- Volume de câble
- Architecture de la zone de production.

Proposer des solutions et par la suite implanter des plans d'actions sur terrain.

Pourquoi ? « Pourquoi résoudre le problème ? »

Le projet a pour objectif d'assurer les points suivants :

- Gagner de l'espace ;
- Augmenter la productivité ;
- Réduire le temps de retard des câbles dans le cas d'urgence.

I.1.3. Déterminer des zones critiques :

On observe au niveau de la zone de production 3 types de distributeurs des fils qui Sont :

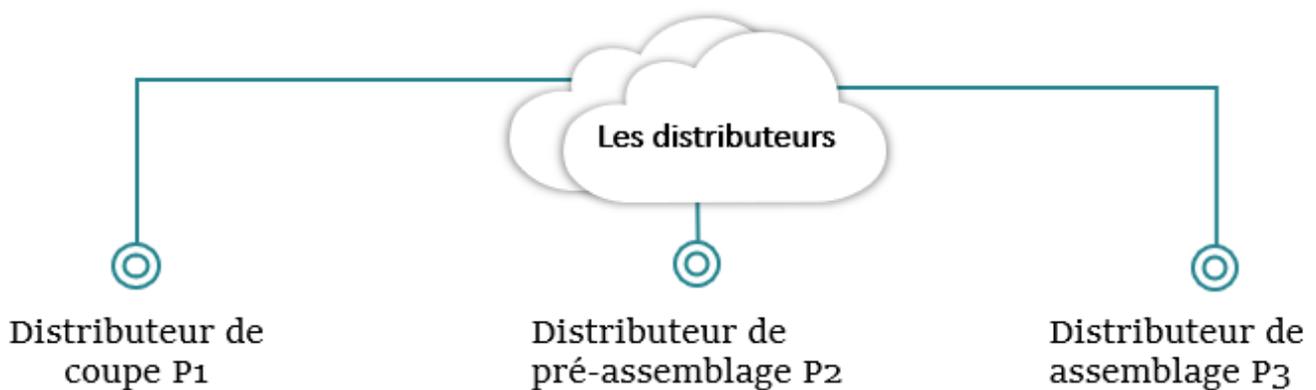


Figure 20 : Les distributeurs de fils.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de distributeurs de chaque zone plus leur trajet.

Tableau 2 : les distributeurs et les zone.

La zone	Projet/Type	Nombre de distributeurs	Trajet
P1	---	7	De P1 à pagode
P2	15/14(XFA, XFB)	7	De pagode à P2
	X10	3	De pagode à P2
P3	15/14(XFA, XFB)	7	De pagode à P3
	BCB	8	De pagode à P3
	Monobloc	8	De pagode à P3
	HFE	2	De pagode à P3
	S2S	2	De pagode à P3
	HHN	2	De pagode à P3
	X10	4	De pagode à P3

Dans notre étude nous occuperons du distributeurs P1 et P3 car :

- L'objectif de YMM basé sur L'élimination de P2 (*P2_Elimination*).
- Le distributeur de P1 est le fournisseur principal de divers pagodes vue que il constitue le lien entre (P1, P2) et (P1, P3)

I.1.4. Mouvement des distributeurs :

A partir des observations faites sur le terrain et d'expérience des opérateurs (il serait souhaitable de se baser sur le chronométrage) on peut dégager les causes majeures de cette non-productivité. Ces causes peuvent être classé en plusieurs catégories :

I.1.4.1. MUDA Déplacements inutiles :

YMM contient 80 machines de coupe qui produisent 140000 S-nombres, on parle ici d'une production massive des fils par jour. Après avoir coupé ces fils, l'opérateur assemble sous forme de bundle en collant une étiquette qui contient les données (lot size, la destination), A ce stade, les distributeurs jouent un rôle important en distribuant ces bundles par des chariots vers leur destinations.

I.1.4.1.1. Mouvement de P1 vers la pagode :

On distingue 7 zones, chacune des zones on lui associe un distributeur qui a comme rôle de transporter les bundles aux pagodes correspondantes.

La figure suivante représente :

- Le déplacement de distributeur de la zone 4 avec différentes couleurs afin de simplifier la visibilité des trajectoires sur le Lay-out.
- La répartition des distributeurs de P1 dans la zone de production.

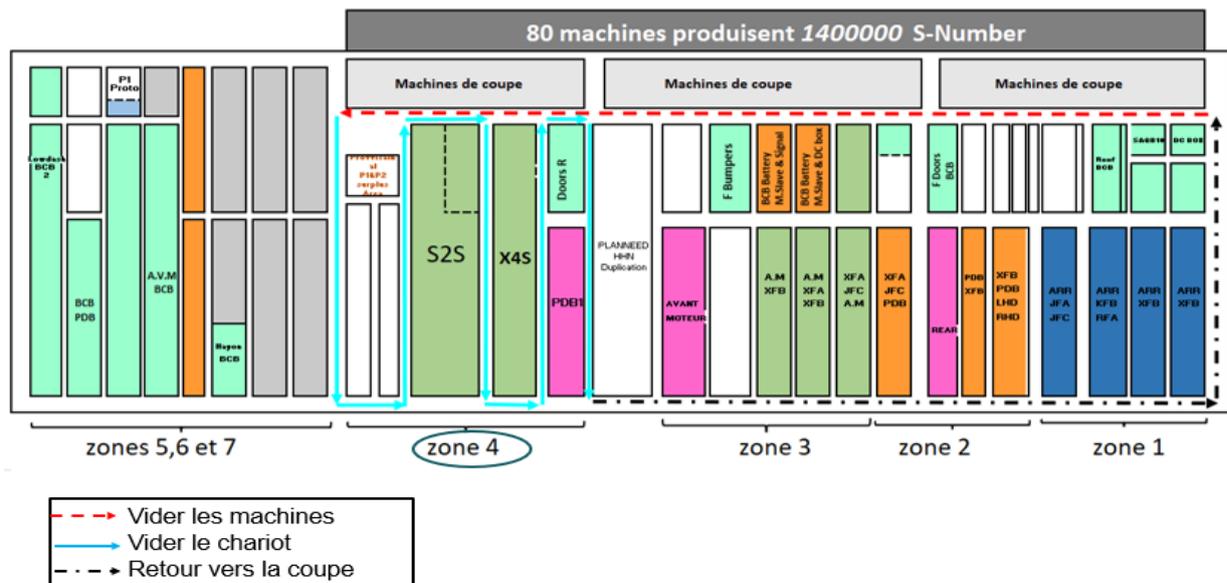


Figure 21 : Répartition des distributions par zone et trajet du distributeur de la zone.

▪ **Vider les machines de P1 :**

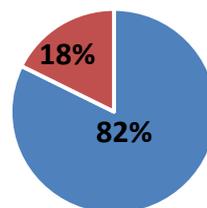
Après avoir schématisé le flux des déplacements, la deuxième étape consiste au temps effectué lors le déplacement dans un shift pour ce faire, nous allons chronométrer le temps pour que le distributeur stocke les bundles. Le tableau ci-dessous montre le temps effectué pour vider les machines de P1.

Tableau 3 : Temps effectué pour vider les machines de coupe par un distributeur.

Machine	Adresse de machine	Temps(s)
1	01-AC96	40
2	02-AC96	6
3	03-AC96	51
4	04-AC96	7
5	05-AC96	10
6	06-AC96	23
7	07-AC96	5
8	08-AC96	4,39
9	10-AC91	25
10	11-AC91	211
11	09-AC91	36
12	13-AC91	46
13	14-AC91	84
14	15-CC36	16
15	16-CC36	17
16	22-CC36	20
17	24-CC36	25
18	25-355	30
19	26-355	13
20	27-355	15
21	28-433	14,15
22	29-433	41,26
23	30-433	52

24	31-433	11
25	32-433	4
26	36-355	17
27	37-355	7
28	38-355	8
29	40-355	69
30	41-355	30
31	42-355	6
32	43-355	46
33	44-355	69
34	46-355	67
35	47-355	11
36	48-355	20
37	49-355	71
38	50-560	10
39	52-560	24
40	55-355	33
41	57-477	14
42	58-477	43
43	59-477	28
44	60-355	26
45	61-355	27
46	62-355	40
47	63-355	19
48	64-355	16
49	65-355	17
50	66-355	16
51	67-355	15
52	69-AC91	9
53	70-688	78
54	71-688	50
55	72-688	43
56	74-688	33
57	75-688	34
58	76-488S	17
59	77-488S	46
Temps total en min		31,0966667

Vider les machines de P1



■ Bundles non trouvés ■ Bundles trouvés

Donc le graphe ci-dessous montre que 18% de temps total pour vider les machines est perdu.

▪ **Vider le charriot :**

Le tableau montre le temps effectué pour vider le charriot.

On remarque d'après le chronométrage que nous avons fait entre **11 :15AM** et **12 :45AM** que le distributeur de P1 a besoin d'une 1,5h pour stocker les bundles sur pagodes, dans un shift il répète ce process 4 fois ou 5 pendant 7,5h.

- 31 min pour vider les machines
- 40 min de marche
- 20 min pour vider le charriot

Tableau 4 : Temps effectué pour vider chariot.

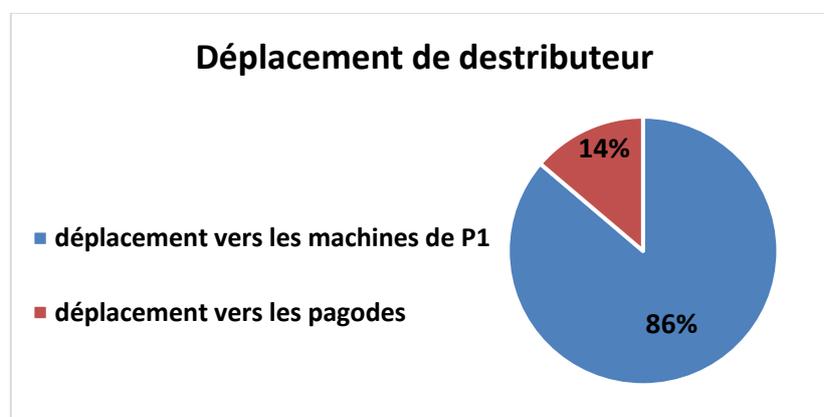
Numéro de pagode	Adresse de pagode	Temps(s)
1	E1-ML1.A	30
2	E1-ML1.A	45
3	E1-TW	41
4	E1-ML1.1	23
5	E1-ML1.F	31
6	E1-ML1.C	70
7	E1-SP1.D	42
8	E1-ML1.J	50
9	E1-SP1.D	30
10	E2.ANA.A	31
11	E2-SP1.F	57
12	E2-S28.1	30
13	E2-SP1.F	27
14	E2.ANA.D	45
15	E2-SP3.B	17
16	E2-SP3.C	60
17	E2-BEA.D	43
18	E2-BEA.C	35
19	E2-SP2.A	3
20	E2-ML. J	120
21	E2-ML. K	5
22	BCB.P3	26
23	BCLD.P	46
24	E2-ML2.K	36
25	E2-ML2.G	67
26	LN. Z3. A	30
27	BCB.P3	33
28	E2-SP2.A	25
29	E2-ML2.K	60
30	E2-SP3.C	23
Temps total en min		19,6833333

I.1.4.1.2. Mouvement de pagode P3 vers la ligne de montage :

Le tableau ci-dessous montre les résultats trouvés entre **9 :30 AM** et **11 :30 AM** :

Tableau 5 : Chronométrage effectuée pendant deux heures.

Poste alimenté	Temps de de déplacement(s)	Temps d'alimentation(s)	Description
Insertion SPS3	392	35	Manque de fils suivie au niveau de coupe
Insertion SPS4	40	18	Manque de fils suivie au niveau de coupe
Insertion SPS2-1	27	13	Pagode
Insertion SPS2-1, SPS2-3	502	180	<ul style="list-style-type: none"> • Suivie au niveau de la coupe • Suivie au niveau de pré-assemblage
Insertion poste 12	60	7	Autre chaîne de P3
Insertion SPS5	10	40	1 fils Pagode
Insertion SPS4	70	80	2 fils Pagode
Insertion SPS3, SPS2-3	90	87	2 fils Pagode
Insertion SPS3	370	42	Manque de fils suivie au niveau de coupe
Insertion poste 8	75	30	1 fils Pagode
Insertion poste 8, SPS4, SPS5	10	90	3 fils Pagode
Insertion SPS2-2	108	18	Autre chaîne de P3
Insertion SPS2-2, SPS3	40	65	2 fils Pagode
SPS2-3	840	80	Manque de fils suivie au niveau de coupe
Temps total en min	43,9	13	



A cause de manque de fils le distributeur perd 86% de temps d'alimentation des postes pour suivre les bundles au niveau de P1 et P2, parfois il suit le trajet de charriot de P1 pour éviter l'arrêt de la chaîne.

Remarque :

Une fois le besoin a été exprimé de la part de l'opérateur, le distributeur cherche les fils pour alimenter la chaîne, mais en vain car la pagode est surchargée par des fils qui sont moins utilisés ou le fils se trouve loin de son poste d'insertion. Il exprime, donc, un besoin en urgence auprès de la coupe. Cette dernière produit une quantité en urgence afin d'éviter l'arrêt de la chaîne,

alors qu'une quantité déjà coupée auparavant existe mais dont le distributeur ignore son emplacement. Ce scénario se répète souvent ce qui montre que l'augmentation des encours est donc inévitable.

Par conséquent, le distributeur perd beaucoup de temps en aller-retour vains entre les zones P1 et les pagodes pour répondre aux besoins des chaînes.

I.1.4.2. Mesure des taux d'arrêt :

Un arrêt de chaîne est dû à plusieurs facteurs, Parmi ces facteurs le retard de distributeurs. Le tableau ci-dessous représente le total des arrêts de production à cause de manque de fils survenus durant la période semaine 15-semaine 18 de l'année 2022 pour les projets X4S, S2S et BCB.

Tableau 6 : Taux d'arrêt durant la période semaine 15-semaine 18 de l'année 2022.

Projet	Famille	Semaine 15	Semaine 16	Semaine 17	Semaine 18	TOTAL NBR H
X4S	Monobloc	2,9	0,13	0,17	0,34	3,54
	Monobloc-1	3,8	0,74	0	0	4,54
S2S	Monobloc	2,5	3,37	0,28	0	6,15
	Abbatant/Shunt/Add	0	0	0	1,1	1,1
BCB	BCB AVM	6,4	1,41	1,7	1,16	10,67
	Master signal 60KW -	4	2,36	0	0	6,36
	HAYON BCB	0,81	0,83	0	0,27	1,91
	Bouclier AV/BCB	1,76	0	0	0,5	2,26
	BCB PORT ARR	0,24	0	0	0	0,24
	Thermoplongeur + Add	0	0,6	0	0	0,6
	Porte AV double take	0	0	1,83	0	1,83
	Plafonnier BCB	0,34	0	2,42	0	2,76
	BCB Lowdash	1,02	0	0,28	0,91	2,21
	Interconnexion-PTC1	0,5	0	0	0	0,5

I.1.4.3. La taille des chariots et des couloirs :

L'augmentation de production des fils au niveau de la coupe est proportionnelle à l'augmentation de mouvement des distributeurs dans les couloirs, qui influence négativement sur la circulation des personnes.

On distingue 2 types de charrois dans l'entreprise :

Tableau 7 : Les dimensions des chariots.

Type de chariot	Chariot de zone P1	Chariot de zone P2 et P3
Largeur	60 cm	50 cm
Longueur	120 cm	106 cm



Figure 22 : Illustration d'un chariot

On distingue 4 types de couloir dans l'entreprise :

Tableau 8 : Les dimensions des couloirs.

Type de couloir	Couloir 1	Couloir 2	Couloir 3	Couloir 4
Largeur	80 cm	93,6 cm	172 cm	188 cm



Figure 23 : Illustration des couloirs.

I.2. Analyse des données :

D’après les études que nous avons réalisées, on va faire une analyse des différentes Données collectées puis une identification des causes des problématiques par une analyse des 5M.

II.3.3. Diagramme d’ISHIKAWA :

Après avoir identifié le problème principal, nous effectuons une analyse judicieuse des différentes causes. Pour ce faire, nous utiliserons l’un des outils d’analyse des problèmes à savoir le diagramme Ishikawa (ci-dessous) présente un listage de toutes Ces causes :

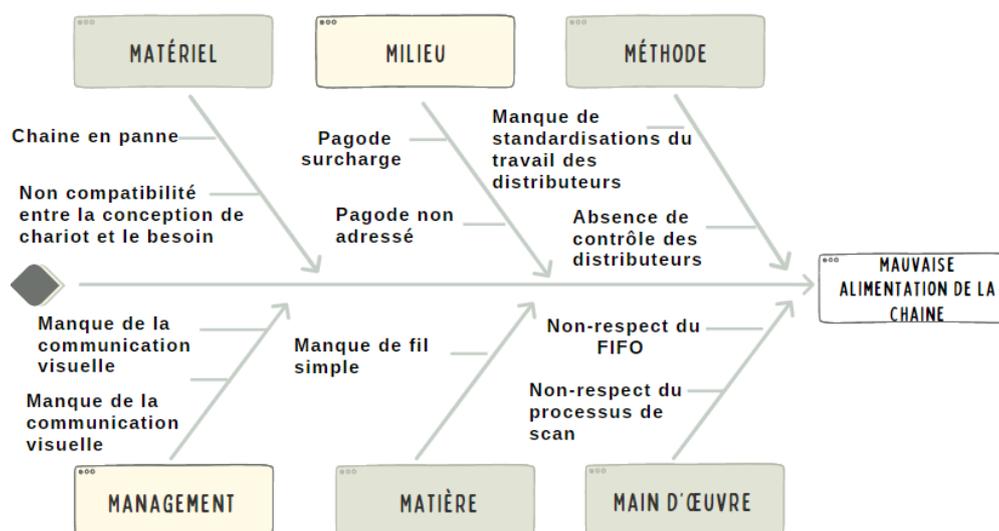


Figure 24 : Diagramme d’ISHIKAWA.

I.3. Recherche des idées et élaboration des solutions :

I.3.1. Action1 : Former les opérateurs :

A partir des résultats, le tableau qui représente le temps nécessaire pour vider les machines de coupe, on distingue que le 18% est dû à un manque d'utiliser les cartes séparatrices des zones pour séparer les bundles. Comme il montre la figure suivante :

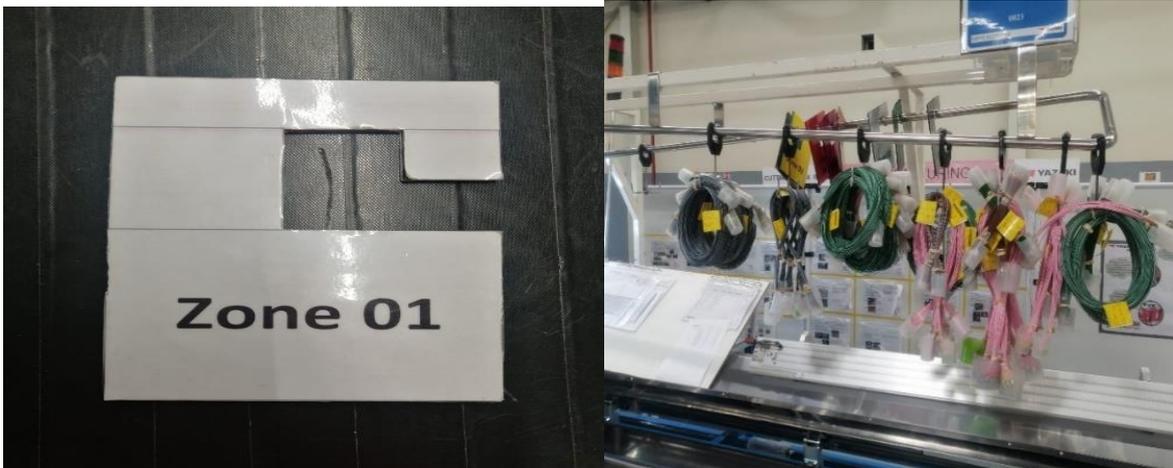


Figure 25 : Carte séparatrice des bundles.

Donc une formation aux opérateurs de coupe peut optimiser ce retard un peu près de 6 min. Le temps pour vider les machines au lieu de 31 min devient 25 min.

I.3.2. Action2 : automatisation du flux de distribution :

Nous nous sommes intéressés dans le cadre de notre projet, à mettre en évidence une distribution qui peut assurer, d'une façon automatisée, la transportation des bundles.

I.3.2.1. Génération des concepts :

Le fait de détailler la problématique à l'aide de l'étude sur terrain, nous permettrons d'établir les contraintes et les conditions de travail, par conséquent la génération des solutions pour but de répondre aux exigences de l'entreprise au premier lieu, et pour remettre en cause les solutions et d'élargir les champs de possibilité et de préfaisabilité. La génération d'idées ou l'idéation est l'action de former des idées. Il s'agit d'un processus créatif qui englobe la génération, le développement et la communication de nouvelles pensées et de nouveaux concepts, qui deviennent la base de la stratégie d'innovation. Le brainstorming est l'un des approches que nous avons choisi et les résultats se présentent au tableau suivant :

Tableau 9 : Comparaison entre les concepts générés.

Les concepts	Les avantages	Les inconvénients
<p>AGV (suiveur de ligne)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La maintenance d'un AGV est plus facile. ▪ Un AGV est une solution d'automatisation très facilement déployable. ▪ Fonctionnement optimal 24/7 ▪ Sécurité garantie des process, des charges et des personnes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème d'espace (muda de mouvement) ▪ Il est moins flexible que l'opérateur qui peut être amené à changer de tâches en cas nécessité de production ▪ Prend le temps pour adapter les opérateurs à leur existence
<p>Convoyeur aérien automatique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'optimisation des espaces, car moins d'emprise au sol. ▪ Déplacent plus rapidement les charges. ▪ Sécurité et ergonomie pour les employés ▪ Adaptent aux exigences de tous les domaines de l'industrie -automobile, blanchisserie industrielle, ... ▪ Améliorer la performance et la productivité des entreprises 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût plus élevé
<p>Convoyeur aérien mécanique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'optimisation des espaces, car moins d'emprise au sol. ▪ Déplacent plus rapidement les charges. ▪ Sécurité et ergonomie pour les employés ▪ Adaptent aux exigences de tous les domaines de l'industrie -automobile, blanchisserie industrielle, ... ▪ Améliorer la performance et la productivité des entreprises. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne supporte pas les grandes distances

I.3.2.2. Choix et validation :

Pour le choix et la validation du concept, nous avons procédé un filtre qui consiste à trouver lequel des produits avait le plus de moyenne entre la faisabilité, la désirabilité et la viabilité.

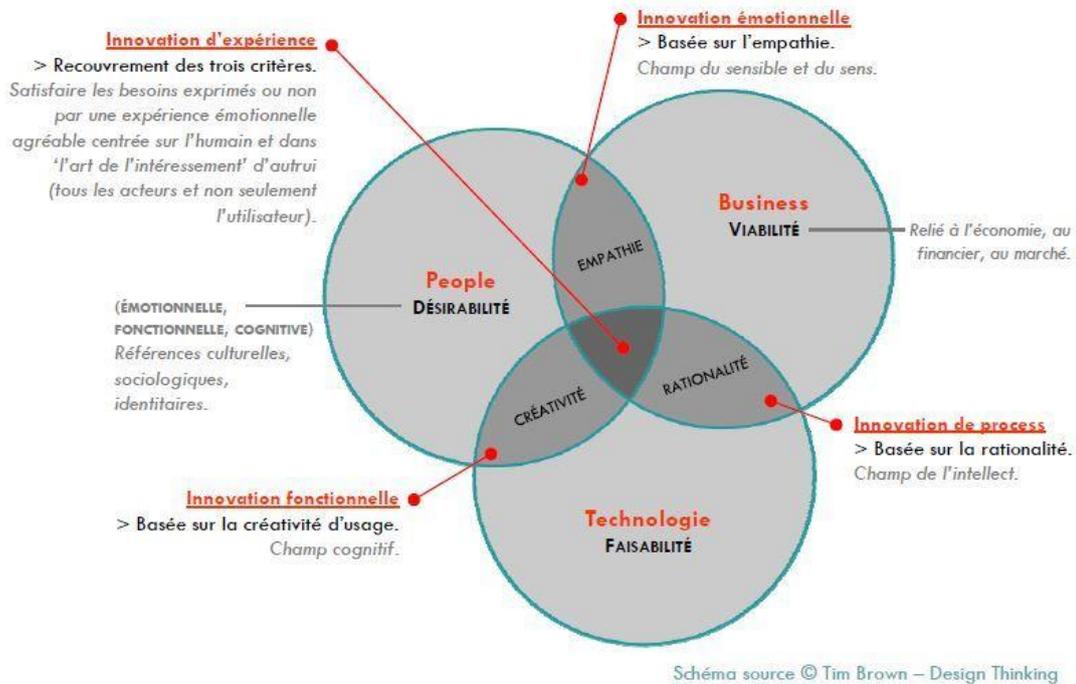


Figure 26 : Les critères de choix des concepts.

Le tableau suivant résume le classement suivant des trois critères au-dessous :

Tableau 10 : classement des concepts.

	Viabilité	Faisabilité	Désirabilité
Convoyeur aérien mécanique	+	+	+
Convoyeur aérien automatique	-	+	+
AGV	-	-	+

Pour les trois concepts la désirabilité est déjà vérifiée donc nous avons juste besoin de vérifier le potentiel de faisabilité et variabilité.

La viabilité se base principalement, dans notre projet, sur le cout d'investissement, vue que le convoyeur mécanique et le concept le moins couteux, donc la difficulté au niveau financière élimine l'AGV et le convoyeur aérien automatique. Au deuxième lieu, le projet est faisable s'il règle le problème critique : les mudas de mouvement et le gaspillage de temps, dans ce cas ; les trois opportunités optimisent le temps, par contre l'optimisation de l'espace dépend seulement de l'utilisation des convoyeurs aériens.

- ✓ Finalement, nous avons choisi de travailler sur le porté mécanique en raison de tous les avantages qu'elle offre.

II. IDENTIFICATION DES FONCTIONS ET DES SPECIFICATIONS :

II.1. Analyse fonctionnelle du système :

Dans tout projet de conception, il est très important de bien comprendre les besoins et les attentes des futures clients. L'analyse fonctionnelle est un outil qui permet de rechercher, ordonner, hiérarchiser, caractériser les fonctions offertes par un produits pour satisfaire les besoins de ses utilisateurs avec les milieux extérieurs et intérieurs.

II.1.1. Saisir le besoin :

Dans le cadre d'automatisation du flux de distribution, afin d'optimiser le temps et éliminer les mudas de mouvement, en assurant la sécurité des opérateurs, il est un dispensable de concevoir un système de manutention des bundles de fils de la zone de coupe vers leurs destinations.

II.1.2. Enoncé de besoin :

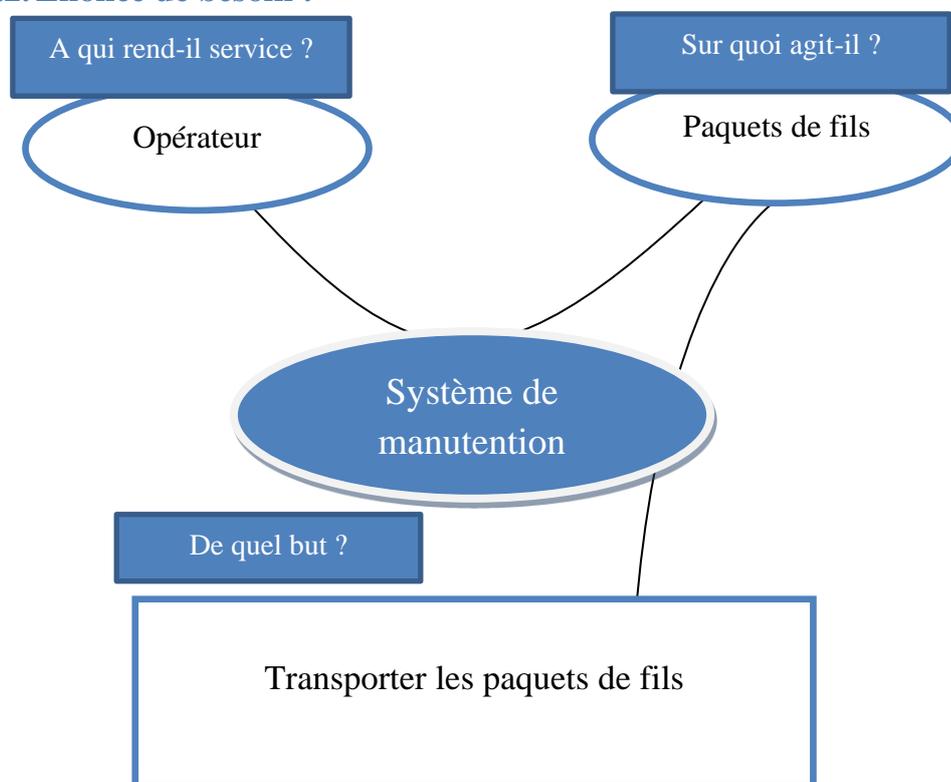


Figure 27 : Diagramme de bête à cornes.

II.1.3. Valider le besoin :

Après avoir identifié le besoin, il est indispensable de valider sa continuité dans le temps.

Q₁ : Pourquoi le besoin existe-il ?

➔ Pour automatiser la distribution des bundles de fils et assurer l'alimentation des pagodes.

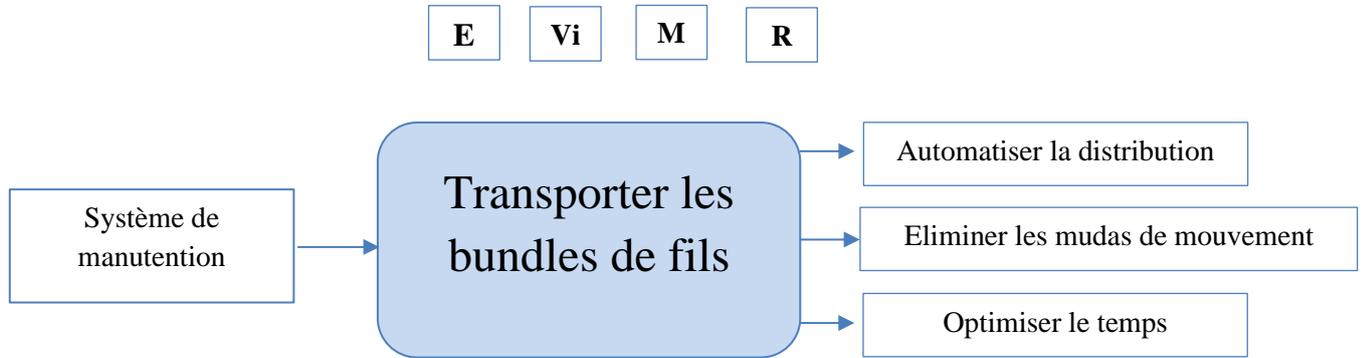
Q₂ : Qu'est ce qui pourrait faire disparaître ce besoin ?

➔ Rien.

Q₃ : Pensez-vous que les risques de vouloir disparaître ce besoin sont réels dans le proche futur ?

➔ Non.

II.1.4. La fonction globale :



E : énergie électrique.

Vi : vitesse de manutention.

M : la masse des bundles.

R : réglage.

II.1.5. Diagramme de pieuvre :

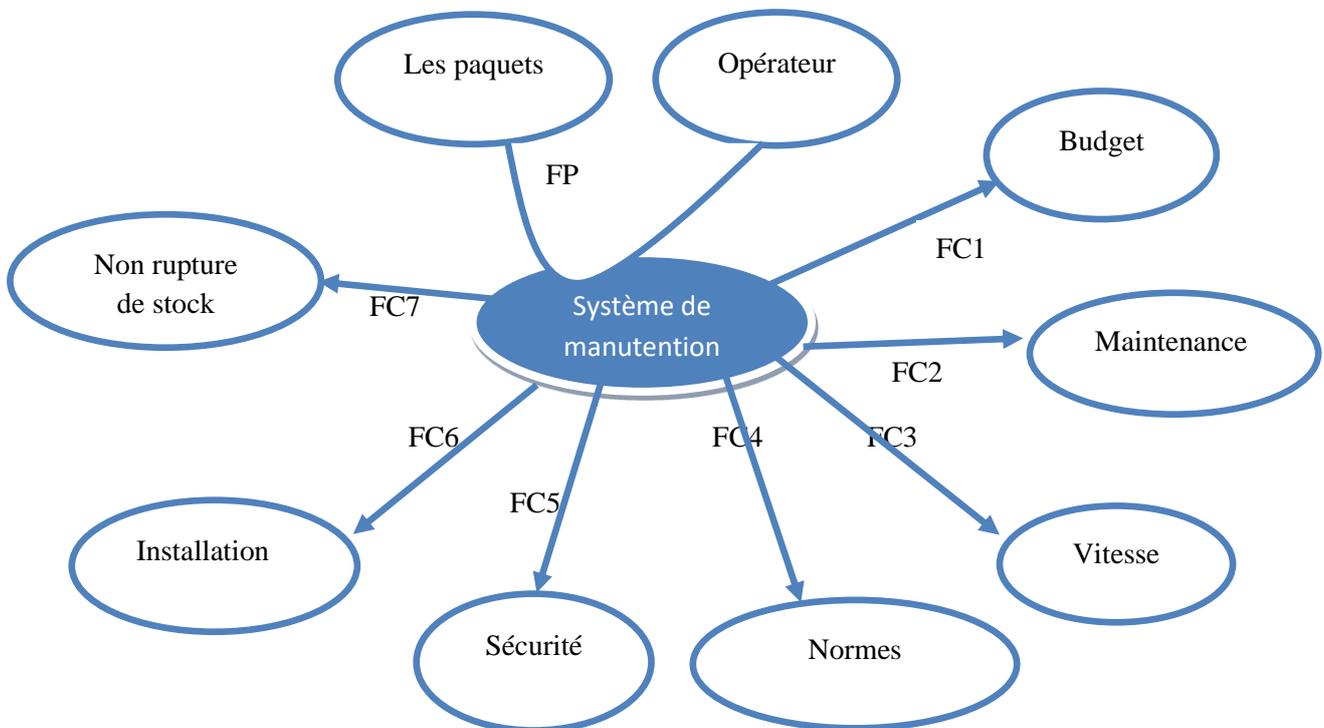
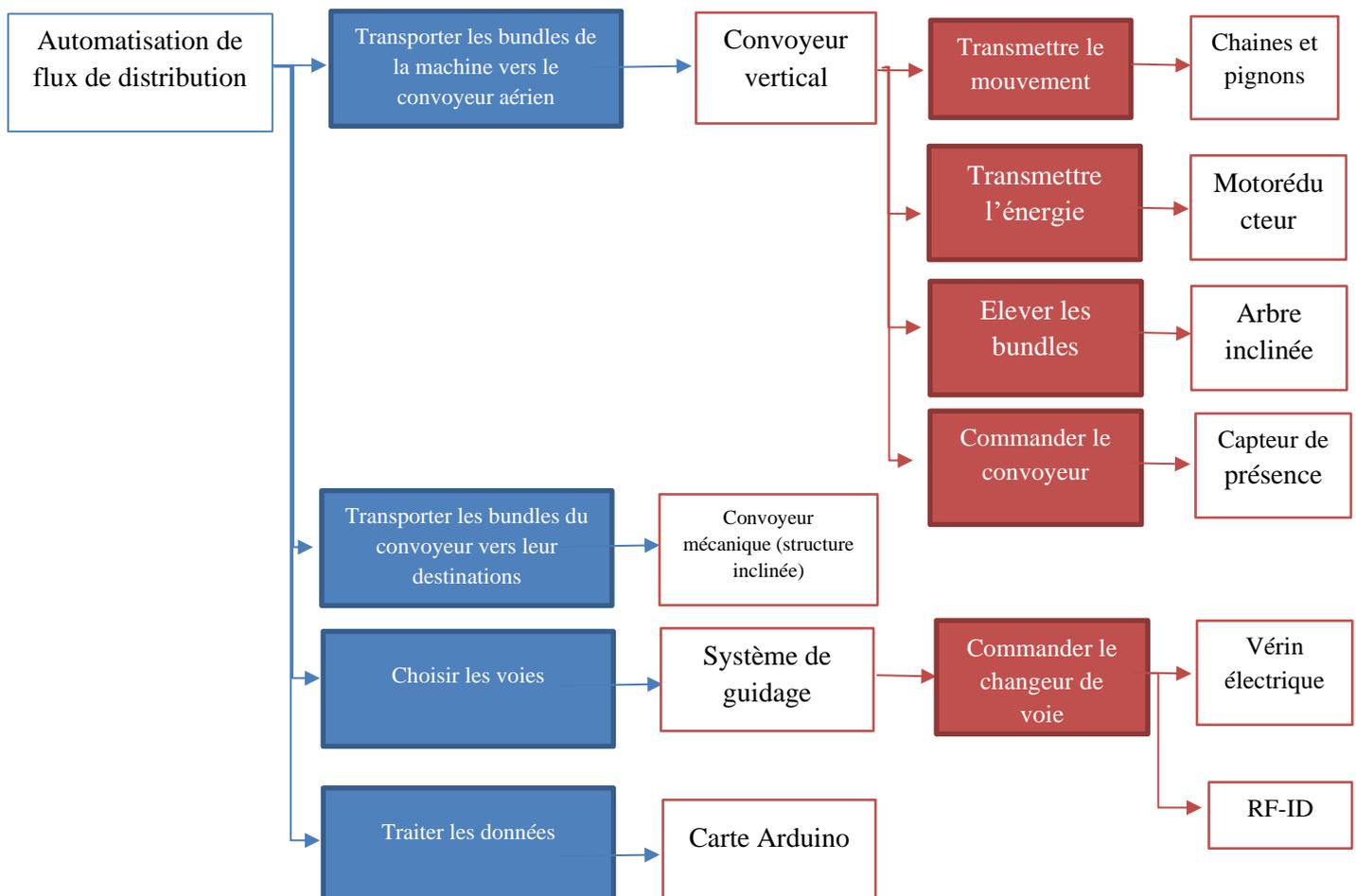


Figure 28 : Diagramme de pieuvre.

Tableau 11 : Liste des fonctions retenues par les besoins.

FP	Déplacer les paquets de fils de la zone de coupe vers leurs destinations.
FC1	Budget alloué de projet.
FC2	Être Facile à maintenir.
FC3	Assurer la vitesse souhaitée.
FC4	Respecter les normes.
FC5	Être sécurisé lors de l'installation et pour les opérateurs et les mainteniciens
FC6	Être adaptable avec les dimensions et les équipements de l'entreprise.
FC7	Assurer la synchronisation du convoyeur avec la chaîne de production

II.1.6. Diagramme FAST :**Figure 29** : Diagramme de FAST.

L'art de la conception d'un projet est de trouver des solutions techniques, tout en répondant aux exigences de l'entreprise.

- ❖ Alors notre système est accompagné de deux systèmes. Le premier est convoyeur vertical, qui permet la montée des bundles. Le deuxième est un système mécanique pour faire glisser les poulies de levages vers leurs destinations passant par la voie correspondante selon la détection de RF-ID. Ce système sera contrôlé et géré par une carte Arduino.

La nécessité d'une synchronisation pour l'accomplissement du cycle, nous a suscité de concevoir et d'hierarchiser le système suivant les phases :

- ➔ Système de convoyeur vertical.
- ➔ Système mécanique incliné.

Les paramètres et les données :

i. Les équipements imposés par l'entreprise :

Les équipements pour concevoir le système sont :



Figure 30 : Poutre de Lean part.



Figure 31 : Poulie de levage.



Figure 32 : Barre de glissement des poulies.

ii. **Les prescriptions géométriques :**

- ❖ Dimensions des bundles à transporter :



Figure 33 : Des exemples des bundles à transporter.

D'après Une étude faite sur terrain, nous avons choisi des bundles de fils de différents pagodes pour les peser, nous avons trouvé comme résultats :

Tableau 12 : Listes des différentes masses des bundles.

S-Numbers (bundle de fils)	Masse (g)
S003396851	1256,5
S005909536	310
S006637930	722,5
S004415445	1321,1

D'après les résultats, on prend comme masse maximal : $M=3\text{kg}$, et comme il y a quatre barres de levage ; la masse totale de la charge sera : $m=4*M= 3*4= 12\text{kg}$.

iii. **Les prescriptions temporelles :**

- Journée de travail de la zone de production : 24h (trois shift).
- Semaine de travail : 6jours

iv. **Les prescriptions de convoyeur vertical :**

- Longueur de convoyeur : 2m.
- Longueur à partir de sol : 3m.
- La vitesse du convoyeur désirée : $v=0,3 \text{ m/s}$.

v. **Les prescriptions du système de guidage :**

- Longueur à partir de sol : 3m.
- Largeur : 3m.
- Nombres de voies : 2voies.

II.2. Dimensionnement du convoyeur vertical :

Un convoyeur est un appareil ou une installation de manutention qui permet le transport d'une charge ou d'un produit d'un point A à un point B. Nous rencontrons plusieurs types de convoyeurs de masse avec des modes de fonctionnement différents.

Dans cette partie du chapitre nous présenterons les différents sous-systèmes du convoyeur et quelques critères pour leurs choix pour but de répondre au besoin de l'entreprise

II.2.1. Le choix de convoyeur :

Le choix de convoyeur dépend principalement du type de matière ou produits à transporter, pour notre cas, nous avons choisi de travailler avec un convoyeur vertical à chaîne.

Le convoyeur à chaîne s'utilise dans le cadre d'un système de manutention continu ou d'un système à accumulation pour le traitement de palettes.

Il se compose d'une chaîne. La chaîne circule sur un plat en acier usiné et elle est motorisée par un groupe motoréducteur. Le moteur se place soit à l'extérieur du convoyeur.

La motorisation de la chaîne s'assure par un arbre moteur traversant, équipé de pignons d'entraînement.

Les organes d'un convoyeur à chaîne sont d'une grande diversité et jouent un rôle très important le fonctionnement de celui-ci.

Le convoyeur à chaîne est composé principalement d'une chaîne, deux pignons, un carter (2), un motoréducteur électrique, les barres de levage (1).

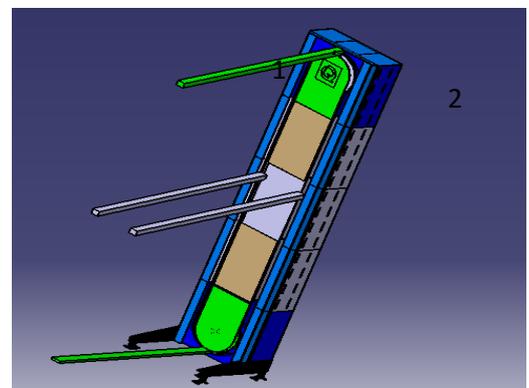


Figure 34 : Conception du convoyeur sous CATIA V5.

II.2.2. Choix du moteur :

Considérons la masse est soulevée verticalement et que les frottements sont négligés. or la puissance est égale au travail sur un intervalle de temps $P = W/dT$

On considère la masse soulever d'un niveau A à un niveau B, le travail pour soulever ce poids de A à B est $W_{AB} = F * AB * \cos\alpha$ avec

F : intensité de la force (N), dans notre cas la force égale le poids.

$$F = Poids = masse * la pesanteur$$

$$F = 12 * 9,81 = 117,72 \text{ N}$$

AB : la distance de déplacement.

$$Or AB = 2m.$$

α : l'angle entre le vecteur F et le vecteur AB en degrés. Dans notre cas $\alpha = 1^\circ$

$$\text{Le travail alors est } W_{AB} = 117,72 * 2 = 235,44 \text{ W}$$

Par conséquent la puissance nécessaire pour soulever la charge est : $P = \frac{W}{dT}$

En déterminant le temps : on a comme vitesse $v = 0,3 \text{ m/s}$ et $v = \frac{d}{dt} \leftrightarrow dt = 2/0,3 = 6,67 \text{ s}$

$$P = 235,4/6,67 \leftrightarrow P = 35,29 \text{ W}$$

Notre choix est un moteur électrique de puissance $P=35\text{W}$, et de poids 0,8 kg, dont la référence est : EC035.240 d'après le catalogue suivant :

Tableau 13 : Catalogue des moteurs.

Type	Pn (W)	V	I (A)	IC	FF	Mn (Nm)	n1 (rpm1)	IP	Kg
EC020.120	20	12	2,6	B	1	0,06	2850	20	0,4
	30		3,5			0,08			
EC020.24E	20	24	1,4			0,6			
	30		1,9			0,8			
EC030.240	30	24	2	B	1	0,1	3500	20	0,53
EC030.24E	50		3,5			0,16			
EC035.120	35	12	5,2	F	1	0,11	3000	44	0,8
	55		8			0,18			
EC035.240	35	24	2,6	F	1	0,11		44	0,8
	55		4			0,18			
EC050.12E	50	12	6,5	F	1	0,16	3000	44	1,2
	70		9			0,22			
EC050.24E	50	24	3,2			0,16			
	70		4,5			0,22			
EC070.120	100	12	11,8	F	1	0,31	3000	44	1,7
EC070.240		24	5,9						

Moteur électrique - EC 035

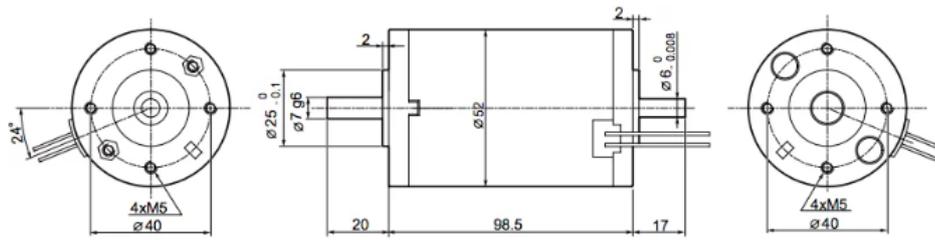


Figure 35 : Croquis de moteur choisi.

II.2.3. Choix des pignons et chaîne :

D'après la figure (35) ci-contre qui présente les critères de sélection pour les nombres de dents en fonction de la vitesse. On a la vitesse $v = 0,3 \text{ m/s}$ donc on propose un pignon de 10 dents, par conséquent Ce Pignon simple 10 dents - ISO 16B1 - 1" se monte avec des chaînes de transmissions au pas de 25.4mm. Cela nous permet de choisir la chaîne convenable.

Critères de sélection pour les nombres de dents

- 9 à 10 dents**
Il conviendrait en principe d'éviter ce nombre de dents, qui présente un degré d'irrégularité excessif. Il se prête uniquement à des mécanismes ajustables avec de faibles vitesses de chaînes (inférieures à 1 m/s). Il est impossible de prétendre à un fonctionnement régulier et doux.
- 11 à 12 dents**
Ce nombre ne se prête qu'à des vitesses maximales de chaîne de 2 m/s. Il conviendrait que la charge spécifique de la chaîne soit minimale. Il est impossible de prétendre à un fonctionnement régulier et doux.
- 13 à 14 dents**
Nombre adapté à des vitesses de chaîne inférieures à 3 m/s, si la charge de la chaîne est faible et si aucune exigence n'est impartie à un fonctionnement harmonique et silencieux.
- 15 à 17 dents**
Adéquation à des transmissions par chaînes d'une vitesse maximale de 6 m/s, si aucune exigence particulière n'est impartie à un fonctionnement doux et sans battements.
- 18 à 21 dents**
Jusqu'à une vitesse maximale de 10 m/s, ce nombre de dents garantit un fonctionnement satisfaisant. Un fonctionnement doux est possible dans des conditions favorables.
- 22 à 25 dents**
Il s'agit d'un nombre avantageux pour des pignons d'entraînement. Un fonctionnement doux et régulier est prévisible. L'adéquation s'étend à une vitesse maximale de la chaîne de 15 m/s.
- 26 à 40 dents**
Nombres de dents les plus favorables pour des pignons d'entraînement rapides, hautement sollicités. L'effet polygonal est négligeable. La tenue aux mouvements vibratoires et claquements satisfait aux exigences maximales. Domaine d'utilisation jusqu'à 30 m/s à peu près.



Figure 36 : Critère de choix de nombres des dents.

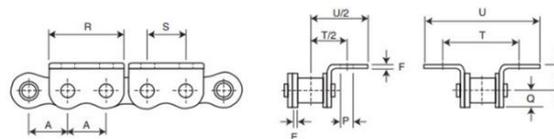
Figure 37 : Pignon proposé.

- Pour la chaîne on propose une chaîne de type K2 standard ISO comme illustrée dans la figure (37). Le catalogue au-dessous présente les dimensions de notre chaîne

Plaques attaches K2 standard ISO



Figure 38 : Chaîne proposée.



Chaîne		Données techniques										Pièces détachées			
N° ISO	Réf. Brampton	Pas	Ep. plaque intér.	Ep. plaque extér.	Largeur attache	Diam. trou attache	Entraxe trous	Pas Trans.	N° 144	N° 145	N° 174	N° 175	N° 180	N° 181	
		A	E	F	R	O	P	Q	S	T	U				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
08B	B10043	12,70	1,51	1,51	24,40	8,90	4,30	5,80	12,70	25,40	41,70	•	•	•	•
10B	B10053	15,875	1,51	1,51	29,90	10,30	5,30	7,30	15,90	31,80	49,60	•	•	•	•
12B	B10063	19,05	1,76	1,76	35,40	13,50	6,60	8,10	19,00	38,10	48,80	•	•	•	•
16B	B10083	25,40	3,70	3,00	46,20	15,90	6,60	10,30	25,40	50,80	85,60	•	•	•	•
20B	B10103	31,75	4,40	3,50	57,00	19,90	8,40	12,50	31,70	63,50	101,00	•	•	•	•

Figure 39 : Catalogue des dimensions.

- Estimation de longueur de la chaîne :

L : longueur de la chaîne

C : entraxe = 2m

N1 : nombre de dents du pignon moteur =10 dents

N2 : nombre de dents de la roue dentée = 10dents

P : pas de la chaîne

$$L \approx 2C + \frac{P(N_2 + N_1)}{2} + \frac{P^2}{C} \left(\frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2$$

$$L \approx 2 * 2000 + \frac{25,4 * (10 + 10)}{2} = 4254mm$$

La longueur de la chaîne est **L = 4,254m.**

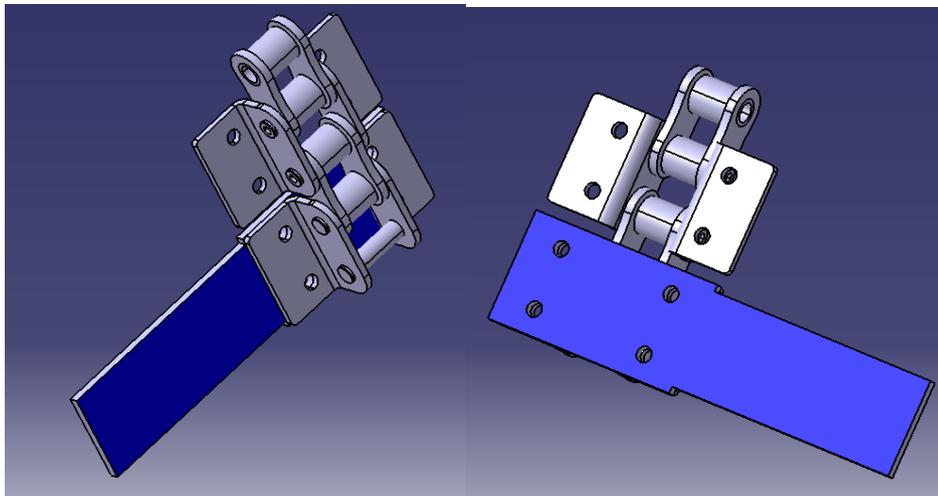


Figure 40 : Conception de la chaîne et de la barre de levage sous CATIA V5.

II.2.4. La partie mécatronique :

Dans cette partie nous devons contrôler le convoyeur pour déplacer les bundles de niveau bas eu niveau haut. On aura besoin comme matériels :

- Une automate siemens ou carte Arduino :
- Un capteur de mouvement
- Des fils de connexion.

Fonctionnement

Les barres de convoyeur ne sont pas placées au hasard, on respecte la distance entre chacune des barres.

Lorsque le capteur détecte la première barre, le 2^{ème} qui suit est au même niveau de l'opérateur pour monte les autres bundles.

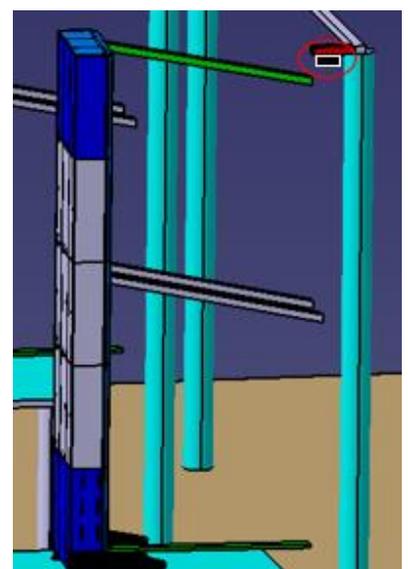


Figure 41 : Positionnement du capteur au niveau de convoyeur.

II.2.4.1. Choix de capteur de proximité :

Pour choisir un capteur de proximité, il est utile de se poser les questions suivantes :

- Quelle est la nature de l'objet à détecter : solide, liquide, granuleux, métallique, etc. ?
- Quelle est la distance entre le capteur et l'objet ?
- Quelle est la forme de l'objet à détecter ?

Tableau 14 : Des critères de choix du capteur de proximité.

Technologie	Inductive	Capacitive	Magnétique	À ultrasons	Photoélectrique
Portée	< 80 mm	< 60 mm	< 100 mm	< 15 m	< 200 m
Coût	30-200 €	100-200 €	20-120 €	200-1000 €	60-300 €
Matériaux détectés	Pièces métalliques	Tout matériau	Pièces aimantées	Tout matériau, sous n'importe quelle forme (solide, liquide, etc.)	Pièces ayant un pouvoir réfléchissant

D'après le tableau on va choisir le capteur de proximité inductifs.
Les capteurs de proximité inductifs intègrent un circuit oscillant qui génère un champ électromagnétique. Toute pièce métallique qui s'en approche est détectée.

Fiche technique du capteur de proximité :

Les principales caractéristiques que contient une fiche technique d'un capteur sont :

- La forme ;
- Fréquence de commutation ;
- Temps de réponse (Tr)

Les tableaux des données techniques sont présentés ci-contre :

Complémentaires	
Type de filetage	M18 x 1
Face de détection	Frontal
Matière de la face avant	PPS
Matière du coffret	Laiton plaqué nickel
Domaine de fonctionnement	0...4 mm
Parcours différentiel	1...15% du sr



Figure 42 : Capteur de proximité inductifs.

Principales		Etat LED	
Gamme de produit	Détecteurs de proximité inductifs Telemecanique XS	État sortie: 1 LED (jaune)	
Nom de gamme	Universel	Limites de la tension d'alimentation	
Type de capteur	Détecteur de proximité inductif	10...58 V CC	
Application	-	Fréquence de commutation	
Nom du capteur	XS5	<= 2000 Hz	
Forme du capteur	Cylindrique M18	Chute de tension maximale	
Dimension	74 mm	<2 V (fermé)	
Type de carter	Fixe	Consommation électrique	
Capacité de montage du détecteur	Encastrable	<= 10 mA sans charge	
Matière	Métal	Retard à la disponibilité maxi	
Type de signal de sortie	Numérique	10 ms	
Mode de raccordement	À 3 fils	Retard réponse maximal	
[Sn] portée nominale	5 mm	0,15 ms	
Sortie logique	1 "O"	Retard récupération maxi	
Type de circuit de sortie	CC	0,35 ms	
Type de sortie logique	NPN	Marquage	
Raccordement électrique	Connecteur mâle M12, 4 broches	CE	
[Us] tension d'alimentation	12...48 V CC avec protection contre l'inversion de polarité	Longueur du filetage	
Pouvoir de commutation en mA	<= 200 mA CC avec protection contre les surcharges et courts-circuits	52 mm	
Degré de protection IP	IP67 se conformer à CEI 60529 IP69K se conformer à DIN 40050	Longueur	
		74 mm	

Tableau 15 : Fiche technique capteur de proximité inductifs.

Le capteur choisi pour notre application à la désignation suivante : **XS5 18BLNBM12**

II.2.4.2. La carte Arduino :

Le système Arduino nous offre la possibilité de combiner les performances de programmation à celles de l'électronique, précisément nous allons programmer des systèmes électroniques.

On a choisi de travailler avec la carte **Arduino Méga 2560 R3** vu son nombre important d'entrées/sorties et sa diversité de connectivité

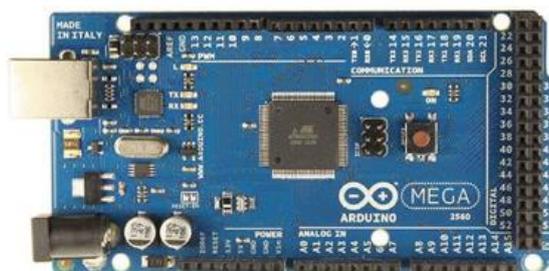


Figure 43 : Carte Arduino Méga 2560 R3.

Le tableau des donnée techniques sont présentés ci-dessous :

Tableau 16 : Fiche technique du carte Arduino Méga 2560 R3.

Caractéristiques:

- Alimentation:
 - via port USB ou
 - 7 à 12 V sur connecteur alim
 - Microprocesseur: ATmega2560
 - Mémoire flash: 256 kB
 - Mémoire SRAM: 8 kB
 - Mémoire EEPROM: 4 kB
 - 54 broches d'E/S dont 14 PWM
 - 16 entrées analogiques 10 bits
 - Intensité par E/S: 40 mA
 - Cadencement: 16 MHz
 - 3 ports série
 - Bus I2C et SPI
 - Gestion des interruptions
 - Fiche USB B
 - Version: Rev 3
 - Dimensions: 107 x 53 x 15 mm
- Référence: Arduino MEGA 2560 Rev 3 [A000067](#)
Version d'origine, conçue et assemblée en Italie.
Site officiel Arduino: www.arduino.cc

II.2.4.3. Chaîne d'information :

C'est la partie du système automatisé qui capte l'information et qui la traite. On peut découper cette chaîne en plusieurs blocs fonctionnels.

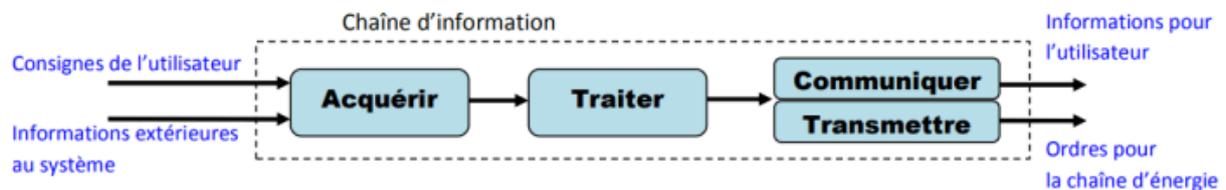


Figure 44 : Chaîne d'information.

- **Acquérir** : Fonction qui permet de prélever des informations à l'aide de capteurs.
- **Traiter** : C'est la partie commande composée d'un automate ou d'une carte électronique.
- **Communiquer** : permet d'assurer l'interface l'utilisateur et/ou d'autres systèmes.
- **Transmettre** : permet d'assurer l'interface avec l'environnement de la partie commande.

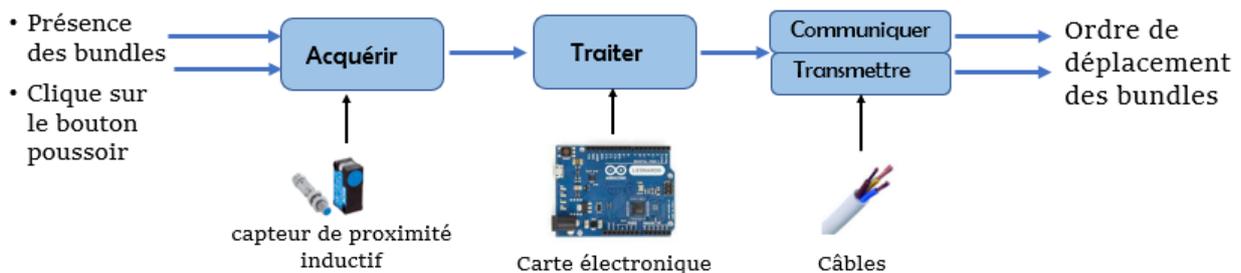
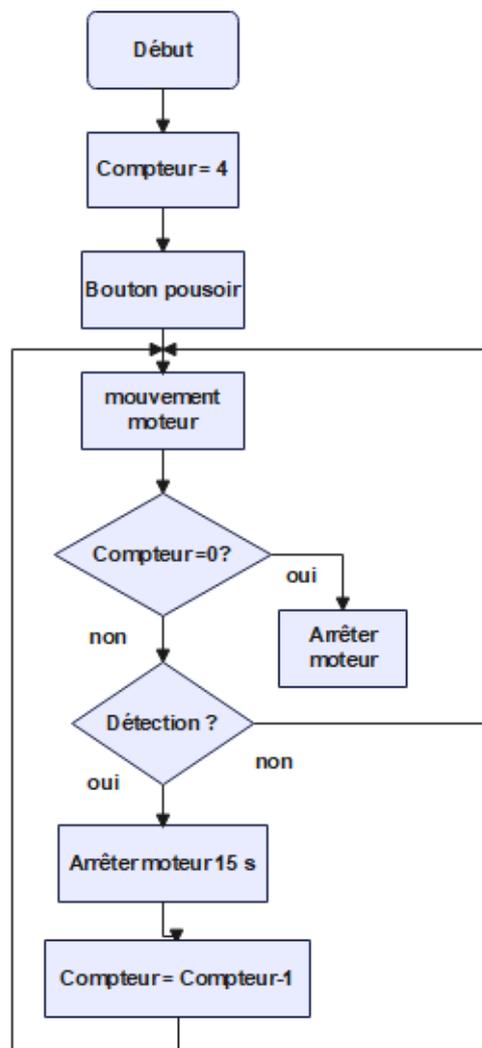


Figure 45 : Chaîne d'information de convoyeur.

L'opérateur appuie sur le bouton de la commande pour démarrer le moteur de convoyeur (consigne de l'utilisateur). La chaîne d'informations est composée d'un boîtier électronique et d'un capteur qui détecte le signal et l'ordonne, lorsque la carte reçoit l'ordre, les barres qui contiennent les bundles se déplacent(ordre).

II.2.4.4. Schéma descriptif du programme :

Pour mieux comprendre le fonctionnement de notre système voici un organigramme (schéma descriptif du programme) :



Description :

On a initialisé notre compteur par 4 (le nombre de fois que la barre a été détecté), chaque fois un mouvement est détecté, le capteur arrête le moteur pendantes 15 secondes et le compteur se décrément jusqu'il devient nul et on arrête le moteur.

S'il n'y a pas de détection de signal, le moteur reste en marche.

Figure 46: Organigramme

II.3. Dimensionnement du système mécanique :

II.3.1. Conception du système mécanique incliné :

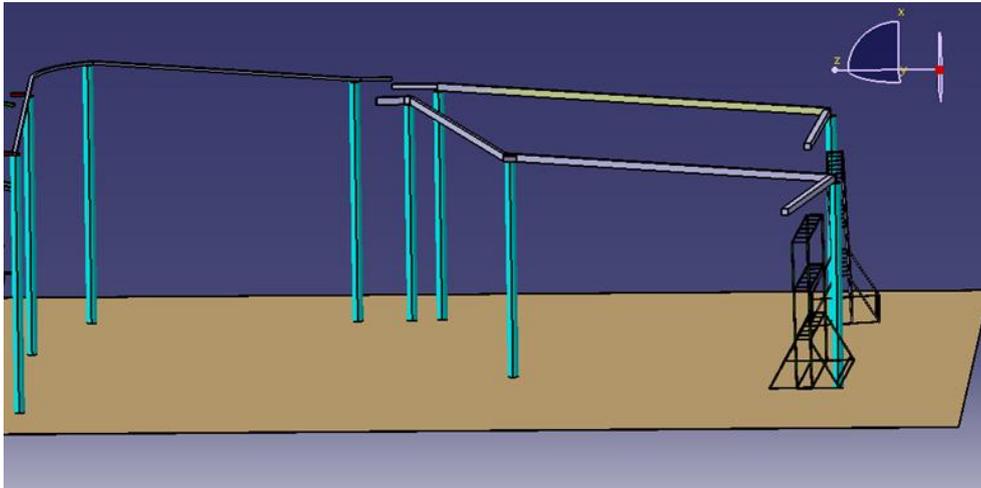


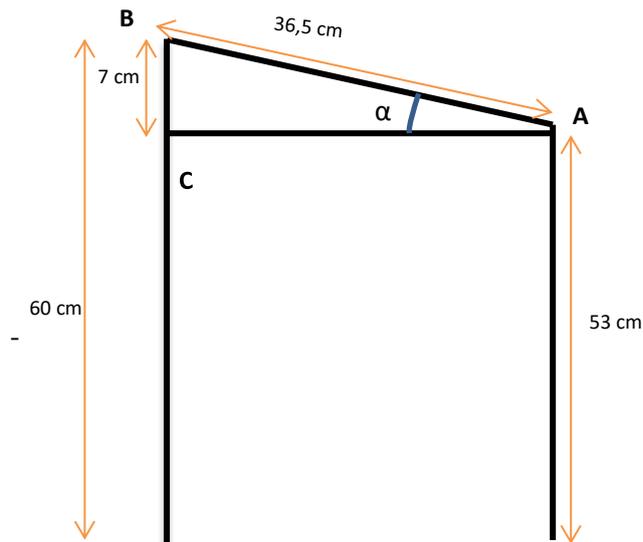
Figure 47 : Conception du système incliné sous Catia V5

II.3.2. Détermination de l'angle d'inclinaison :

Puisque nous avons rencontré des obstacles en ce qui concerne le manque de données pour dimensionner le système mécanique, nous avons décidé de faire une expérience à l'aide des équipements de l'atelier et la poulie imposée par notre encadrant comme la figure (48) montre, et nous avons pu déterminer l'angle d'inclinaison nécessaire pour faire glisser les poulies.



Figure 48 : Expérience de détermination de l'angle d'inclinaison.



Par un calcul simple, nous avons pu faire sortir l'angle comme suite :

$$\sin \alpha = \frac{BC}{AB} \rightarrow \cos \alpha = \frac{7}{36,5}$$



$$\alpha = 11,06^\circ$$

II.3.3. Calcul RDM du système :

Le Calcul RDM du mécanisme de gravité est entamé à l'aide du logiciel RDM6 :

Pour le prototype, on choisit la somme de quatre machines pour maximiser la charge alors la charge répartie sera

$$q = \text{masse} * \frac{\text{pesanteur}}{\text{distance}} \quad \text{OR} \quad q = \frac{4 * 12 * 9,91}{3,05} = 154.38 \text{ N/m}$$

II.3.3.1. La modélisation :

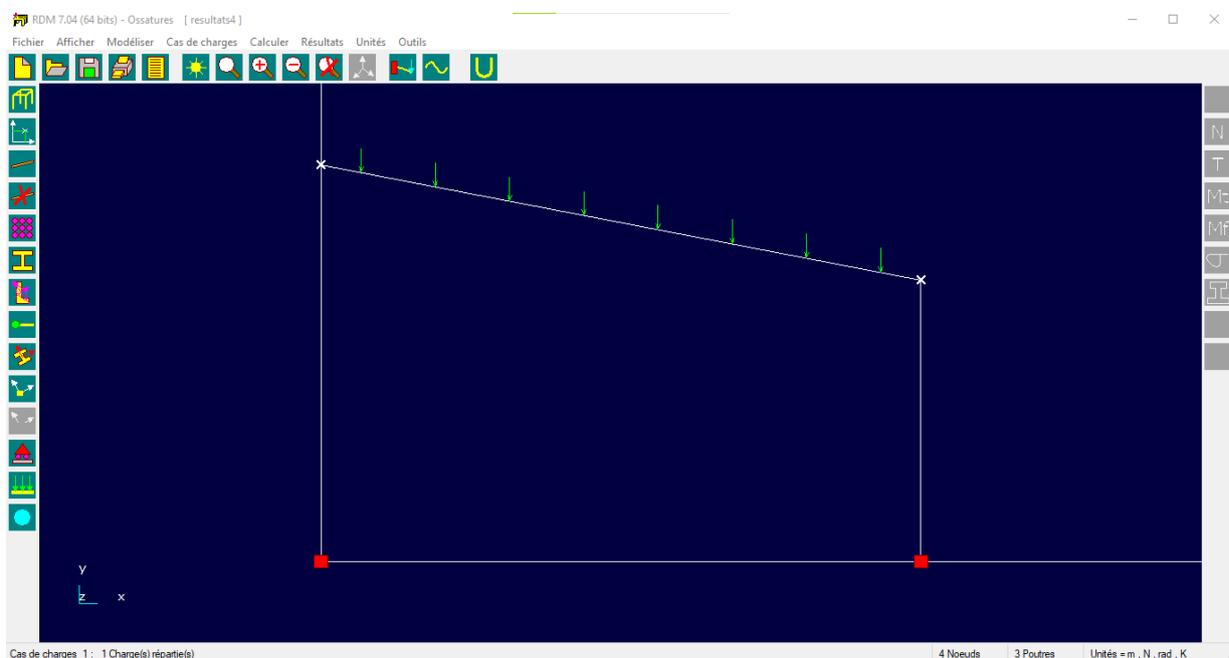


Figure 49 : Modélisation de la structure sous RDM6.

II.3.3.1.1. Les charges et les conditions aux limites :

Les charges : dans notre cas la structure est soumise à une force unique, il s'agit alors du poids des bundles de fils. Pour le prototype, on choisit la somme de quatre machines avec

$$Q=154.38 \text{ N/m}$$

Les conditions aux limites : les deux poutres verticales sont encastées.

II.3.3.1.2. Détermination des matériaux :

Afin de minimiser les investissements au maximum, nous avons décidé de concevoir le mécanisme à l'aide de Lean pipe dont elle disponible au sein de l'entreprise en tant qu'équipement ; cette dernière est sous forme d'un cylindre creux de diamètre externe qu'est égale 28 mm et d'épaisseur de 3mm ; et pour son matériau est l'acier inoxydable. Pour le matériau de la barre de son tour est l'acier.

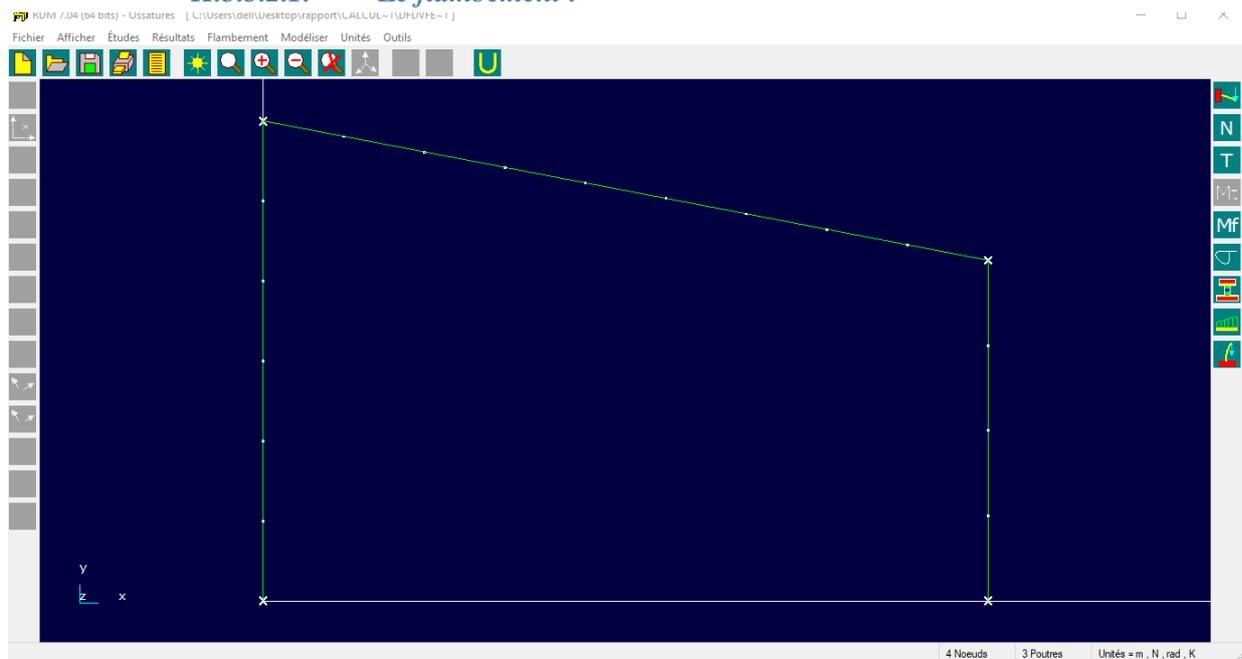
Les propriétés physiques de l'acier sont liées à la physique du matériau, tels que la densité, la conductivité thermique, le module d'élasticité, le coefficient de Poisson etc. Quelques valeurs caractéristiques des propriétés physiques de l'acier sont :

- La densité $\rho = 7.7 \div 8.1 \text{ [kg/dm}^3\text{]}$
- Le module d'élasticité $E=190\div 210 \text{ [Gp]}$
- Le coefficient de Poisson $\nu = 0.27 \div 0.30$
- La conductivité thermique $\kappa = 11.2 \div 48.3 \text{ [W/m']}$
- La dilatation thermique $\alpha = 9 \div 27 \text{ [10-6 / K]}$

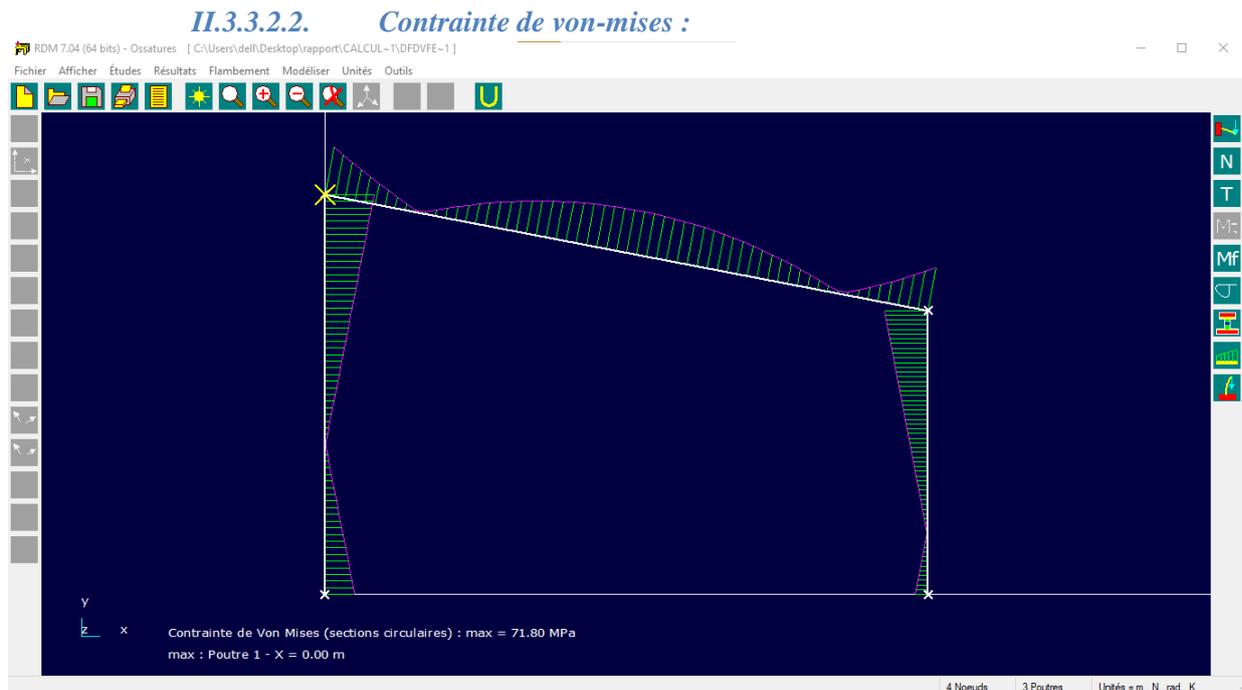
II.3.3.2. Les résultats :

Les résultats sont illustrés comme suite :

II.3.3.2.1. Le flambement :



On remarque que la structure résiste au flambement.



Interprétation :

Résultats trouvés sont acceptables puisque :

$$\text{Le facteur de sécurité : } F_s = \frac{R_e}{\sigma_c} = 2.$$

la contrainte de von – mises : $\sigma_c = 71,80 \text{ MPa}$ Et $R_e = 200 \text{ MPa}$.

II.3.4. La partie mécatronique :

Le choix de trajet et basé sur Le lecteur RFID a pour objectif principal de lire l'étiquette de bundle pour faire le choix de trajet. Quand le contact est établi, le 1^{er} vérin stop les bundles, le 2^{ème} vérin choisie le trajet demander.

Pour cela, il nous faut :

- Automate siemens ou Arduino
- Une RFID
- 2 Actionneurs Linéaires
- Des fils de connexion

II.3.4.1. RFID :

Le système RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie très attractive pour l'entreprise qui offre la possibilité d'une gestion automatique du nombre conséquent d'informations qu'elle doit traiter. Les équipements adaptés à ce système permettent de synchroniser les flux physiques avec les flux d'informations.

La logistique et la distribution ont été les premiers débouchés majeurs des technologies RFID.

RFID permet d'optimiser le pilotage des stocks, de réduire les immobilisations, les ruptures de stock et les coûts d'inventaire.

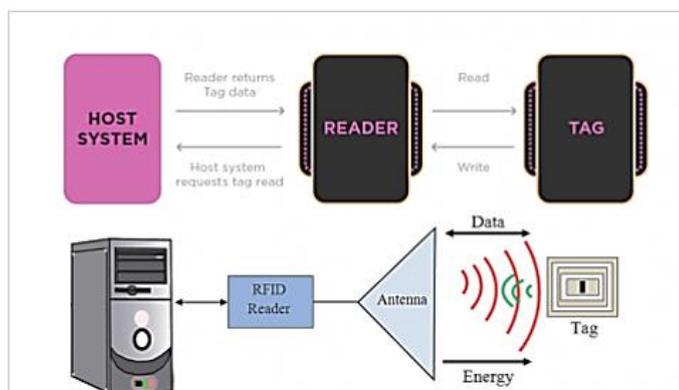


Figure 50 : Système RFID

Le système de traçabilité RFID, met en place un équipement de base spécifique composé de :

- Un support RFID : étiquette + d'un antenne RFID ;
- Un lecteur : avec antenne interne ou externe ;
- Une infrastructure informatique qui sert à collecter et exploiter les données ;
- Une imprimante RFID.

II.3.4.1.1. Le choix d'une RFID :

Les principaux critères de choix d'une RFID sont :

- La fréquence utilisée ;
- La distance de lecture.

Familles de fréquences	Bandes de fréquences	Régulations	Portée	Taux de transfert ⁴⁴	Capacité de lecture près du métal ou des surfaces mouillées ⁴⁴	Type de couplage ⁴⁵	ISO/CEI 18000	Applications typiques ^{44, 45}
LF	120–150 kHz	Non régulé	10 cm–50 cm ³⁸	Lent	Le meilleur	Couplage inductif	ISO/CEI 18000- Partie 2	Suivi des animaux, gestion des accès
HF	13,56 MHz	Bande ISM	10 cm–1 m	Lent à moyen	Moyen (Susceptibilité au métal) ⁴⁵	Couplage inductif	ISO/CEI 18000- Partie 3	Suivi des bagages, des livres dans les bibliothèques, surveillance électronique d'articles, porte-monnaie électronique, contrôle d'accès
UHF	433 MHz	Appareils de courte portée	1–100 m	Moyen à rapide	Mauvais	Couplage électrique	ISO/CEI 18000- Partie 7	Suivi dans la chaîne d'approvisionnement et gestion d'entrepôt, applications pour la défense
UHF	865-868 MHz (Europe) 902-928 MHz (Amérique du Nord)	Bande ISM	1–12 m	Rapide	Mauvais	Couplage électrique	ISO/CEI 18000- Partie 6	Code-barres EAN, suivi de chemin de fer ⁴¹ , système de télécommande
SHF	2450-5 800 MHz	Bande ISM	1–2 m	Très rapide	Le pire	Couplage électrique	ISO/CEI 18000- Partie 4	Télépéage, suivi de chemin de fer, 802.11 WLAN, standards Bluetooth
ULB	3.1–10 GHz	ULB	Supérieur à 200 m	Très rapide	-	Couplage électrique	Non défini	-

Figure 51 : Les critères de choix d'un système RFID.

Le tableau ci-dessus présente les différentes familles de fréquences.

Une fréquence plus élevée présente l'avantage de permettre un échange d'informations (entre lecteur et marqueur) à des débits plus importants qu'en basse fréquence, et à une distance de lecture plus grande.

Dans notre cas on va utiliser **RFID UHF**.

II.3.4.1.2. Fiche technique :

Tableau 17 : Fiche technique du tag RFID.

Modèle	SH-L7423
Type	UHF étiquettes RFID passives
Fréquence	860 ~ 960MHz
Normes et Protocoles	CBE CLASS1 GEN2, ISO 18000-6C
• Paramètres physiques	
Taille	74*23mm = 2.91*0.9 pouces (conception personnalisée)
Matériel d'antenne	PET + AL
Matière extérieure	Papier
• Paramètres de Performance	
Taille de La mémoire	Jusqu'à 512bit
Puce	Puces Alien H3/ IMPINJ MR6P/MR6 disponibles en STOCK
Mode de fonctionnement	R/W
Distance de lecture	8-15M (lié aux performances du lecteur et à l'environnement de travail)
• Paramètres environnementaux	
Température De fonctionnement	-20 ~ + 50(Celsius)
Température de stockage	-40 ~ + 100(Celsius)
• Des applications spécifiques	
Applications	Aviation, logistique, entrepôt, vente au détail, vêtements, médical, sécurité, etc.
• Emballage et livraison	
Paquet	2000/rouleau (conception personnalisée)

Les principales caractéristiques que contient une fiche technique d'un capteur sont :

- Type ;
- Distance de lecture ;
- Bande de fréquence.

Le lecteur RFID choisi pour notre application à la désignation suivante : **RFU65x**

Le tag RFID choisi pour notre application à la désignation suivante : **SH-L7423**

II.3.4.2. Actionneur linéaire :

Un actionneur linéaire électrique est un dispositif qui convertit le mouvement de rotation d'un moteur en mouvement linéaire. Cela fournira des mouvements de poussée et de traction via l'arbre d'extension principal.

II.3.4.2.1. Choisir d'un actionneur linéaire :

Les principaux critères de choix d'un actionneur linéaire dans notre cas sont :

- **La durée de vie ;**



Figure 52 : Vérin électrique

- La maintenance et leur cout ;
- Vitesse.

Le tableau suivant présent les caractéristiques de choix d'un vérin :

Tableau 18 : Les critères de choix d'un vérin.

Caractéristiques	Vérin pneumatique	Vérin hydraulique	Vérin électrique
Système	Système simple	Système modérément complexe	Système de commande précis. Gestions complexes des différents dispositifs.
Puissance	Élevée	Très élevée	Élevée
Contrôle	Vannes simples	Intervention de l'utilisateur obligatoire	Contrôle électrique, flexibilité de contrôle avec un boîtier de contrôle électronique
Précision du positionnement	Difficile d'atteindre un positionnement précis	Le positionnement de milieu de course requiert des composants supplémentaire et l'intervention de l'utilisateur	Positionnement et contrôle de la vitesse possible permettant la synchronisation
Vitesse	Très rapide	Modérément rapide	Modérément rapide
Capacité de charge	Élevée	Très élevée	Peut-être élevée en fonction de la vitesse et du positionnement souhaité
Durée de vie	Modérée	Élevée	Élevée
Capacité à supporter des chocs sur la charge	Capable de supporter des chocs sur la charge	Antidéflagrant, résistant aux chocs et aux étincelles	Capacité limitée à supporter des chocs de charge
Environnement	Niveau sonore élevé	Traitement et fuites de fluides hydrauliques	Impact minimal
Composants	Compresseur, tuyaux, électricité	Pompe, tuyaux, électricité	Électricité seulement
Efficacité	Faible	Faible	Élevée
Maintenance	Élevée	Élevée	Quasi-inexistante
Coût d'achat	Faible	Élevé	Élevé
Coût de fonctionnement	Modéré	Élevé	Faible
Coût de maintenance	Faible	Élevé	Faible

Dans notre projet on va intéressé par le vérin pneumatique et l'électrique .

Les vérins pneumatiques sont moins chers que électriques, mais vous pouvez connaître des temps d'arrêt plus longs lorsque des changements sont nécessaires.

Donc d'après le tableau ci-dessus on va choisir un *vérin électrique*.

On a chercher d'un vérin qui peut supporter une charge maximale de 10kg

Qui donne une force de traction=100N

Le vérin choisi pour notre application à la désignation suivante : **MPP-CCS**

II.3.4.2.2. Fiche technique du vérin :

Les principales caractéristiques que contient une fiche technique d'un vérin sont :

- Le type du vérin ;
- Le diamètre du piston en mm ;

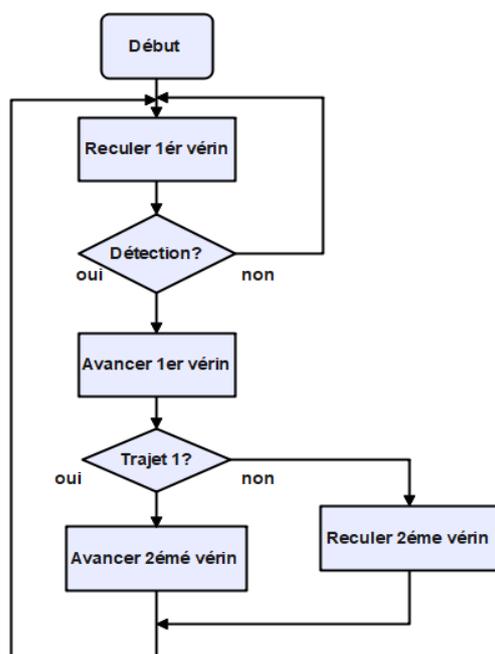
- La course en mm ;
- Force.

Tableau 19 : Fiche technique du vérin.

Alimentation d'entrée	12V / 24V DC	Courant consommée à charge maximal :	8A/4A
Course	De 30-1000 mm	Diamètres de la fixation:	8 mm
Force	200 N /20 Kg Static 200 N	Motorisation	Brushed DC motor
Vitesse	50 mm/s	Vis	ACME
Indice de protection	IP54	Matière de l'armature	6062 Aluminum
Température d'utilisation	-25C~+65C	Certification	CE
Bruit	db<45(A)	Cycle :	25%
Capteurs fin de courses	Oui(Pas adjustable)	Garantie	12 mois

II.3.4.3. Schéma descriptif du programme :

Pour mieux comprendre le fonctionnement de notre système voici un organigramme qui est un schéma descriptif du programme. Début



Description :

Lorsque les bundles se rencontrent dans le chemin principal, le vérin joue le rôle d'une barrière, laisse passer bundle par bundle afin de choisir le chemin qui indique l'étiquette à l'aide de lecteur RFID.

Quand lecture lire l'étiquette le vérin avance pour bloquer les autres bundles, et le 2ème vérin Avance pour passer le bundle sur le 1^{er} trajet ou il recule pour passer sur le 2ème trajet

Figure 53 : Organigramme.

III. La conception du système sur Catia V5 :

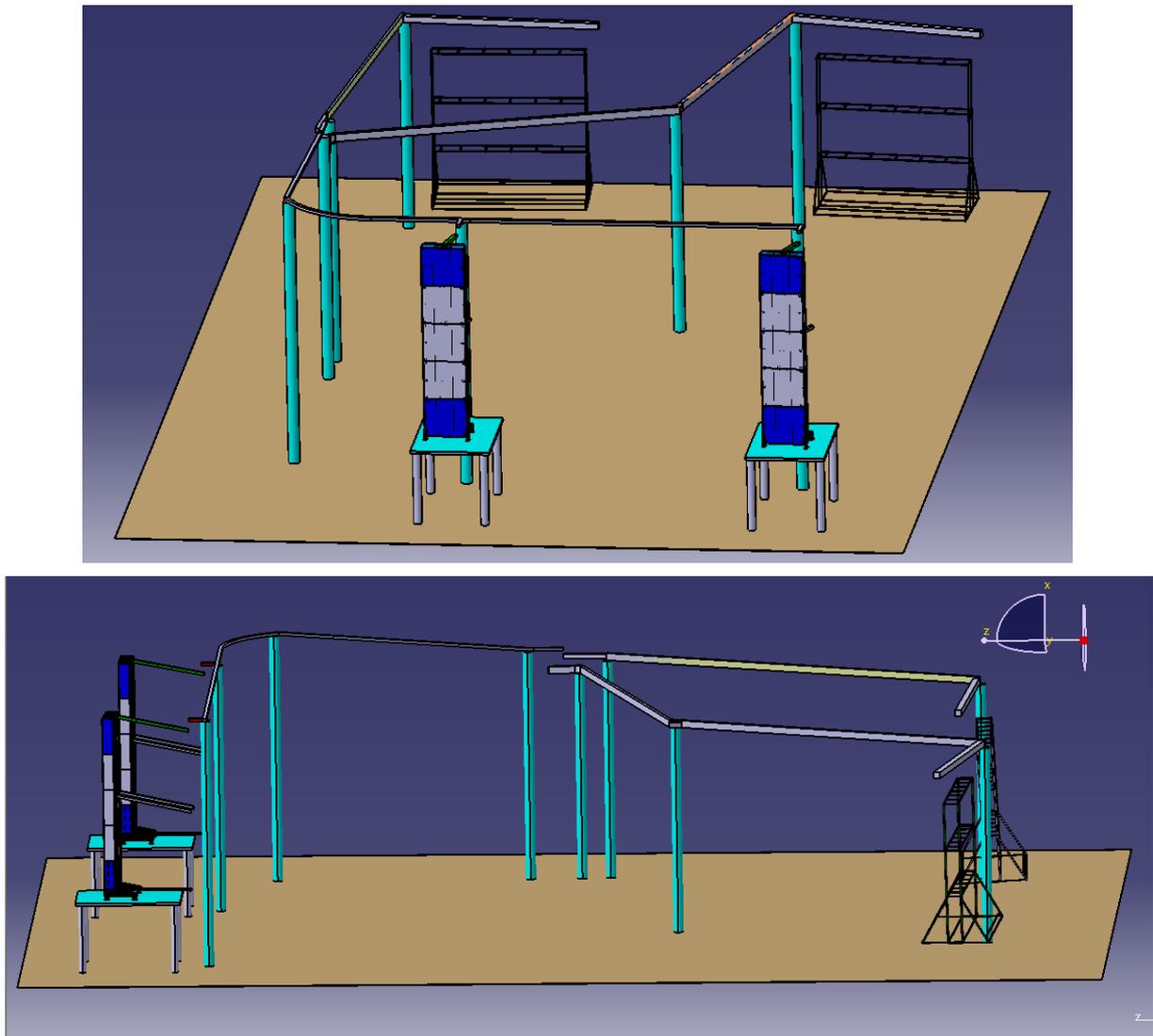


Figure 54 : La vue de face du système CATIA V5.

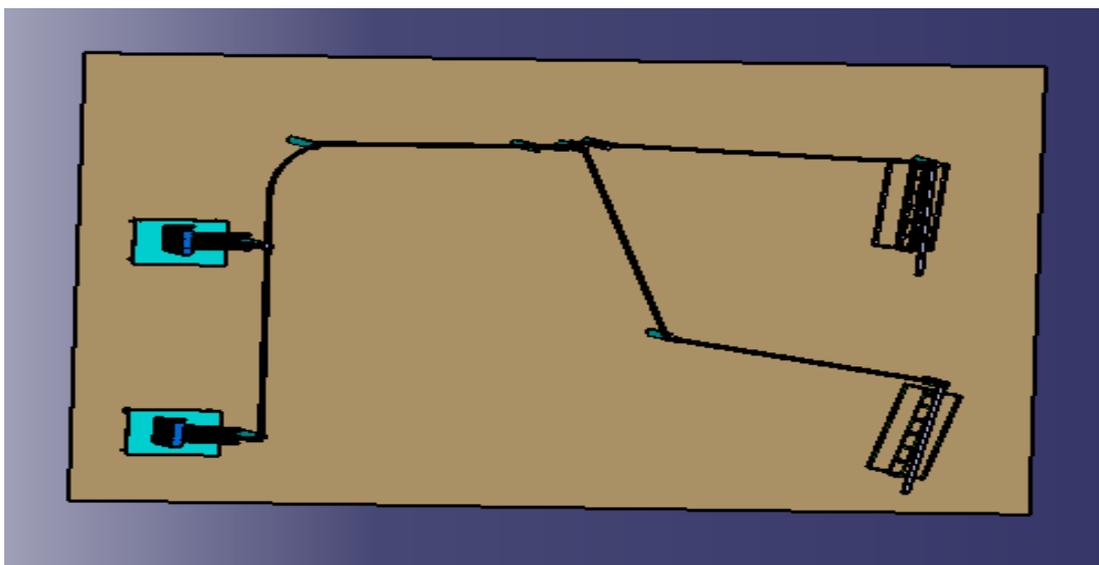


Figure 55 : La vue de dessus du système sous CATIA V5.

CHAPITRE III : ETUDE TECHNICO- ECONOMIQUE

Ce chapitre est dédié à faire une estimation des gains et un bilan général des investissements nécessaires pour la réalisation de notre projet, afin de dégager le budget pour sa réalisation

I. Gain au niveau de main-d'œuvre :

Après l'automatisation le flux de distribution, on a estimé que on peut optimiser 2 distributeurs, et puisque on a proposé de travailler par des projets, comme il montre la figure

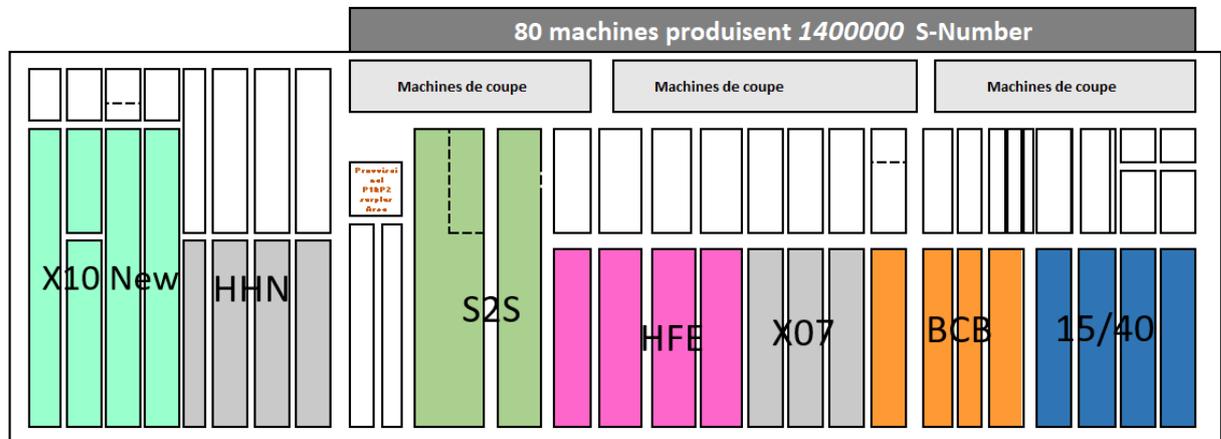


Figure 56 : Nouveau lay-out proposé.

Or le salaire mensuel d'un distributeur est de **456 € / mois**.

Donc, après avoir réduit le nombre de distributeur, on obtient un gain de :

$$2 \times 456 = 912 \text{ €/mois} \times 13 = 11856 \text{ €/an}$$

Pour les 3 shift, le gain sera :

$$3 \times 11856 \text{ €} = 35568 \text{ €/an}$$

II. Gain au niveau de surface :

Ce projet a pour but de faciliter le mouvement du personnel dans les corridors. Par conséquent, on pourra se débarrasser des grands chariots de distribution de la zone de coupe, et qui représentent 7 chariots.



Figure 57 : Chariot de la zone de la coupe.

III. Gain au niveau du temps :

L'automatisation des flux de distribution peut avoir un impact positif sur la production Cette solution nous a permet de diminuer le temps de déplacement de distributeur P1, Surtout le temps effectuer pour vider les machines qui représente 31min par cycle. Donc le temps de distribution des fils vers les pagodes devient :

$$\text{Le temps total de mouvement – le temps pour vider les machines} = 1,5 \times 60 - 31 \\ \approx 1\text{h}$$

Grace à notre rénovation de flux de distribution, l'opérateur peut effectuer d'autre taches.

IV. Le coût d'investissement du prototype :

L'investissement est un acte par lequel une entreprise dépense l'argent pour en gagner plus. Au contraire d'une charge qui est la résultante de l'exploitation. Le tableau ci-dessus représente le coût d'investissements des pièces de convoyeur aérien dans la phase de prototype.

Tableau 20 : Liste des composants pour le système.

Composants	Désignation	Quantité	Prix unitaire (€)
Capteur de proximité inductifs.	XS5 18BLNBM12	1	30
Carte Arduino	Méga 2560 R3	1	25
Lecture RFID	RFU65x	1	110
Tag RFID	SH-L7423	1	99.421 / lot (1000 unités)
verin électrique	MPP-CCS	2	129
moteur	EC035.240	1	239
Pignon simple	- ISO 16B1 - 1"X 17.02MM - PAS DE 25.4MM- À ALÉSER	2	16,08
Chaîne	K2 standard ISO	4,254m	11,63 / m
Cout total		844.55	

CHAPITRE IV : DEVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION VBA

Ce chapitre fournira au premier lieu la problématique et l'objectif de l'application. Dans un deuxième lieu, il présentera les fonctions et l'interface de l'application.

I. L'objectif de projet :

Réalisation et développement d'une base de données et une application de gestion des structures dans le but de faciliter la gestion des différents composants des structures soit pour l'assemblage ou pour la commande des pièces.

II. Problématique :

Le département technique occupe de la préparation des structures et la commande de ses composants. Au-cours de notre stage, nous avons remarqué qu'il y a une difficulté à connaître le nombre des composants nécessaires pour réaliser une Structure. Ainsi les techniciens assemblent les structures par expérience, non pas par des guides d'un côté. D'un autre côté, il manque une base de données bien structurée.

Aussi le responsable de process trouve des perturbations au niveau de la saisie des composants nécessaires pour la commande auprès de différents fournisseurs. A chaque fois, il doit se référer à la base de données pour faire les additions, ce qui conduit à l'erreur.

Par conséquent, on a proposé comme solution pour faciliter les tâches que ça soit pour les techniciens en ce qui concerne la construction des structures d'une façon bien organisée, ou pour le responsable pour lancer les commandes d'une manière simple et rapide.

Pour aborder le problème nous avons choisi le langage VBA, qui est relativement simple à assimiler, ce qui le rend à la portée des débutants. Il permet d'automatiser les tâches répétitives afin de réduire les pertes de temps et les risques d'erreurs dans le traitement des données.

III. La structure de la base des données :

La base des données doit fournir les informations sur les différents composants nécessaires pour assembler une structure accompagnée d'une photo descriptive de chaque composant et leur prix. La figure ci-dessous montre la forme de la base :

Nomenclature structures en lean part																						
	Structure. NO.	GA-1S BK	Prix	GA-2S BK	Prix	GA-3S BK	prix	GA-4S BK	Prix	GA-6S BK	Prix	GA-7S BK	prix	GA-8S BK	prix	GA-16S	prix	HJ-20	prix	GAP-4-P-B	prix	RF-02
24 Standard	42	0	26	0	4	0	0	0	0	0	8	0	6	0	4	0	6	0	16	0	0	0
36 Standard	42	0	26	0	4	0	0	0	0	0	8	0	6	0	4	0	6	0	16	0	0	0
50 Standard	44	0	28	0	4	0	1	0	1	0	8	0	8	0	4	0	8	0	20	0	0	0
48 Standard	44	0	28	0	4	0	1	0	1	0	8	0	8	0	4	0	8	0	20	0	0	0
75 Standard	48	0	28	0	4	0	1	0	1	0	8	0	8	0	4	0	8	0	20	0	0	0
100 Standard refurbishment	20	0	21	0	4	0	1	0	1	0	8	0	8	0	4	0	8	0	20	0	0	0
100 Standard	48	0	28	0	4	0	1	0	1	0	8	0	8	0	4	0	8	0	20	0	0	0
double 2face 75	48	0	30	0	6	0	1	0	1	0	0	0	4	0	4	0	8	0	20	0	0	0
Table de Shunk	38	0	24	0	8	0	4	0	0	0	10	0	8	0	4	0	0	0	26	0	12	0
Test vision (5m)	14	0	20	0	8	0	0	0	0	0	8	0	6	0	12	0	0	0	16	0	10	0
Packaging (4m)	16	0	14	0	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	12	0
Table de composant	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	4	0	4	0
Table de séparation 30 P	44	0	20	0	4	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	16	0	8	0
Jig checker	14	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	10	0	8	0

Figure 58 : La base de données des structures.

IV. Les fonctions de l'application :

IV.1. Details entry :

Cette option offre la communication élémentaire entre l'utilisateur et la base des données, autrement dit ; elle lui donne l'accès aux fonctions d'affichage du contenu, d'ajout, de modification et d'exploitation.

Les fonctions principales de cette application sont les suivantes :

- **Rechercher** : elle permet de choisir le type de la structure et la quantité, par suite elle affiche tous les informations (Type de structure, sa photo, le nombre des composants avec leurs noms et les prix, le cout total de la structure)
- **Enregistrer** : ajouter une nouvelle entrée à la base des données.
- **Modifier** : elle permet de modifier les informations déjà saisies.
- **Ajouter photo** : a pour but d'ajouter une photo de structure.
- **Exploiter** : convertir les données d'un format PDF.

IV.2. Commande :

Cette option permet de gérer le lancement des commandes, ses fonctions principales sont les suivantes :

- **Ajouter** : permet d'accumuler les composants similaires des structures lesquelles doivent être commander.
- **Enregistrer** : permet de transfert le totale des composants à commander vers le fichier correspondant de chaque fournisseur.

On distingue 3 fournisseurs :

- **ARSAM.**

- ELOPAR.
- LOCAL.

IV.3. L'interface de l'application :

En vue de favoriser la manipulation des différentes fonctions du programme de gestion, L'interface contient les fenêtres suivantes :

IV.3.1. Accueil :

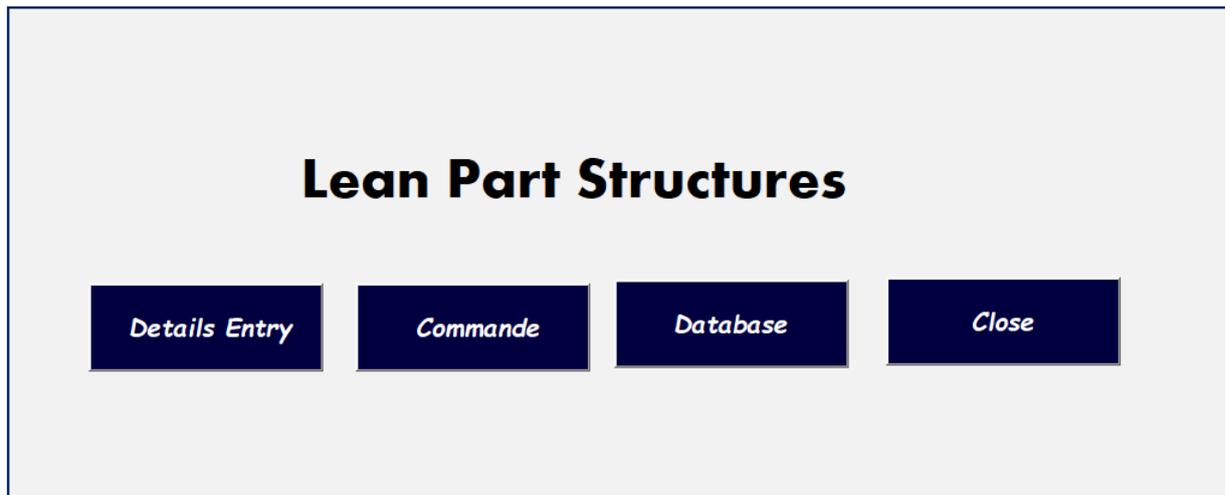


Figure 59 : L'accueil principal.

IV.3.2. Details entry :

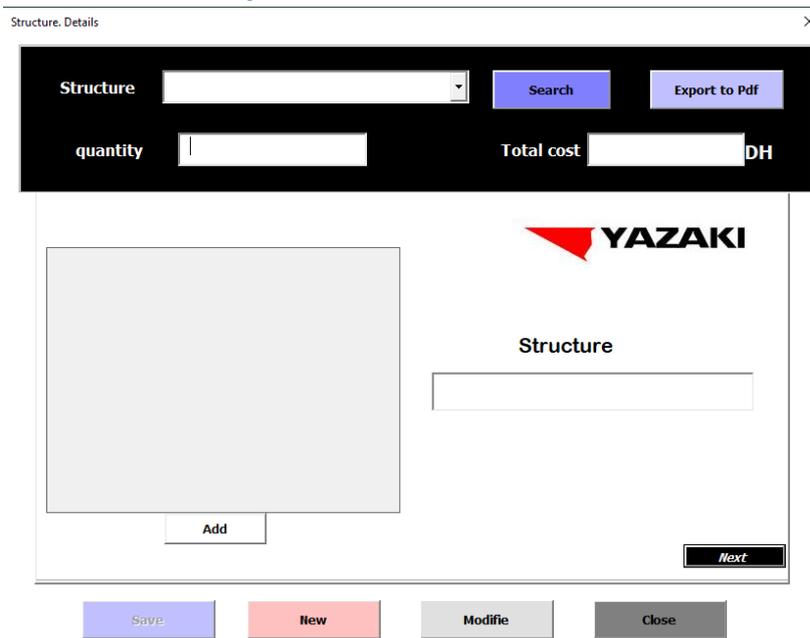


Figure 60 : L'accueil du Details entry.

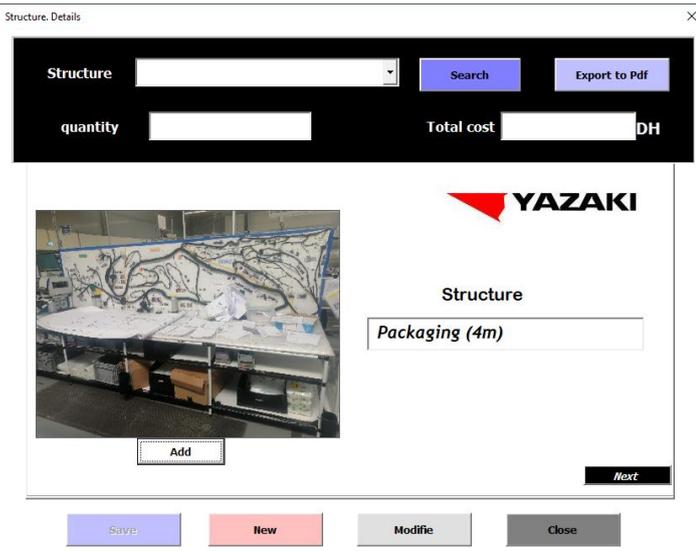


Figure 62 : Ajouter la photo et nom du structure.

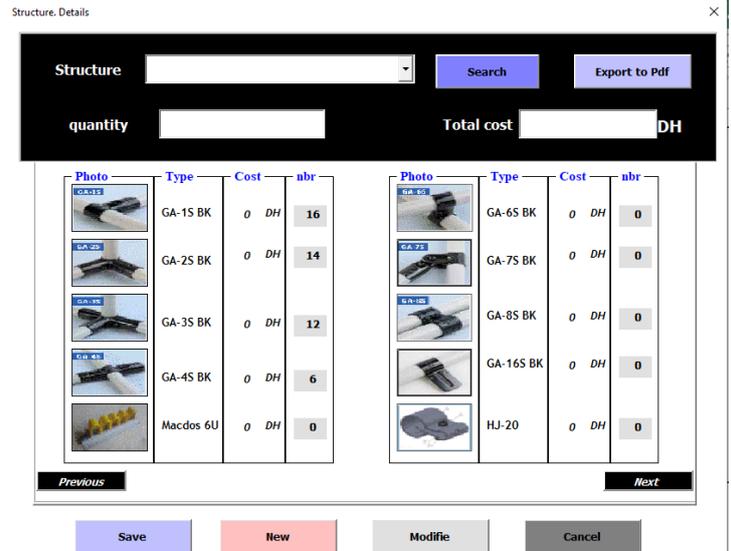


Figure 61 : Ajouter les composant des structures.

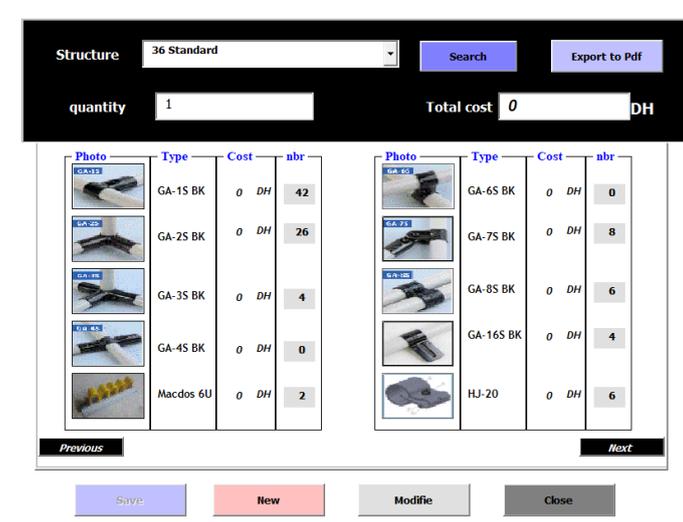


Figure 63 : Chercher une structure.

IV.3.3. Commande :

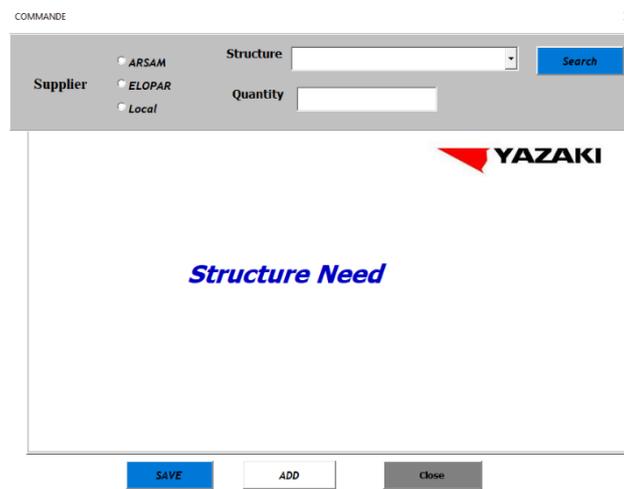


Figure 64 : L'accueil du Commande.

- Comme première étape On va saisir le type de structure et la quantité demander en choisissant le fournisseur, par suite, on clique sur chercher pour afficher qui nous offerte par le fournisseur ARSAM

COMMANDE

Supplier: ARSAM ELOPAR Local

Structure: 24 Standard

Quantity: 1

Search

Photo	Type	NBR	TOTAL
	GA-1S BK	42	
	GA-2S BK	26	
	GA-3S BK	4	
	GA-4S BK	0	
	GA-6S BK	0	
	GA-7S BK	8	

Photo	Type	NBR	TOTAL
	GA-8S BK	6	
	GA-16S	4	
	HJ-20	6	
	GAP-4-P-B	16	
	RF-02	0	
	Grille 1m	1	
	Grille 2m	0	
	Lean part	14	

SAVE ADD Close

Figure 65 : Chercher une structure.

- La deuxième étape est faire une clique sur le bouton ADD, les composants vont être stocker dans la case TOTAL pour ajouter une autre structure.

COMMANDE

Supplier: ARSAM ELOPAR Local

Structure: 24 Standard

Quantity: 1

Search

Photo	Type	NBR	TOTAL
	GA-1S BK		42
	GA-2S BK		26
	GA-3S BK		4
	GA-4S BK		0
	GA-6S BK		0
	GA-7S BK		8

Photo	Type	NBR	TOTAL
	GA-8S BK		6
	GA-16S		4
	HJ-20		6
	GAP-4-P-B		16
	RF-02		0
	Grille 1m		1
	Grille 2m		0
	Lean part		14

SAVE ADD Close

Figure 66 : Ajouter une structure.

- Finalement, en cliquant sur le bouton *SAVE*, la commande est enregistrée dans la base de données associée au fournisseur ARSAM.

Description	FRS	Pictures	A commander						
Barre lca part DP2810- 	ARSAM		14						
GA-1\$ BK	ARSAM		42						
GA-2\$ BK	ARSAM		26						
GA-3\$ BK	ARSAM		4						
GA-4\$ BK	ARSAM		0						
GA-6\$ BK	ARSAM		0						
GA-7\$ BK	ARSAM		8						
GA-8\$ BK	ARSAM		6						
GA-16\$	ARSAM		4						
Grille 1m	ARSAM		1						
Grille 2m	ARSAM		0						
GAP-4-P-B	ARSAM		16						
HJ-20	ARSAM		6						

< >
Home
Data
Commande ARSAM
Commande ELOPAR
Commande local

Figure 67 : Le fichier du commande ARSAM.

CONCLUSION ET PERCPECTIVES

Ce travail est l'aboutissement de cinq mois partagés entre réflexion, analyse, recherche et développement.

La mission de notre projet avait dans la première partie pour objectif de concevoir un système de manutention pour but d'automatiser le flux de distribution des fils par suite éliminer les gaspillages.

Au terme de ce travail, nous avons pu faire une analyse détaillée du problème, d'établir un cahier des charges fonctionnel et de le valider avec l'équipe technique de YYM. Ensuite nous avons proposé plusieurs solutions que nous avons comparées et critiquées toujours en parfaite collaboration avec notre encadrant pédagogique. Ceci nous a permis de choisir la solution la plus adaptée et de se limiter à la conception de cette solution.

Une recherche bibliographique approfondie et l'utilisation des logiciels de conception en 3D nous ont permis d'aborder la conception et de réaliser tous les détails de calcul et des dessins des composants les plus importants de notre machine.

Dans la deuxième partie nous nous avons pu également proposer une solution pour organiser la base des données et de faciliter le lancement des commandes des composants des structures, à l'aide d'une application VBA.

Par ailleurs, ce projet était pour nous une occasion intéressante pour apprendre des méthodes puissantes de conception et maîtriser des outils Informatiques Performants. En particulier des logiciels de conception et d'automatisation.

En perspectives, le travail qu'on a réalisé peut-être complété et poursuivi vers la phase de la réalisation. Ce projet n'est que le début d'un parcours pour réaménager l'usine. A cet effet, nous recommandons à YMM de continuer à travailler sur ce projet pour bénéficier des gains évalués et des améliorations que nous avons proposés. Par la réalisation de ce projet YMM va être la première entreprise à implémenter ce système au MAROC, au niveau de la distribution.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

Cours :

- Pr. Radouane boujemale, *Construction mécanique*, FST de Fès, 2020
- Pr. Ahmed Aboutajeddine, *Méthodologie de conception*, FST de Fès, 2021.
- Jacek Litwin, *Mécanismes et éléments de machines*, EST, Québec, hiver 2008.
- Pr. Morad Belatik , *Mécatronique*, FST de Fès, 2022.

Catalogues :

- <https://www.tecnoland.fr/wp-content/uploads/2020/10/rfu65x.pdf> .
- <https://fr.aliexpress.com/item/32812548829.html>.
- file:///C:/Users/HP/Downloads/Inductive%20and%20capacitive%20sensors%20XS%20&%20XT_XS518BLNBM12.pdf.
- <https://www.jumia.ma/rfid/>
- <https://www.trilogiq.com/fr-fr/c/components/tubes>
- <https://www.transmission-aquitaine.com/moteurs-electriques-ec>

Sites Internet :

- <https://rfid-solution.ma/>
- <https://www.yazaki-group.com/global/about/>
- <http://e-mergences.net/les-avantages-du-convoyeur-aerien-en-entreprise/>
- <https://www.minitec.fr/medias/fichiers/catalogue-convoyeur-a-chaine-a-palette.pdf>
- <https://moteur-electrique-pro.fr/produit/moteur-electrique-24-volts-ec035-240/>
- <https://sdn-distrib.com/accueil/4572-pignon-simple-10-dents-iso-16b1-1x-1702mm-pas-de-254mm-a-aleser.html#:~:text=Le%20Pignon%20simple%2010%20dents,est%20disponible%20en%20documents%20joints.>
- <https://www.cours-et-exercices.com/2016/05/chaines-de-transmission-de-puissance.html>