

Année Universitaire : 2018-2019



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Amélioration de l'efficiency et de l'ergonomie de la zone
lead-Prep par implantation d'un robot de manutention
« Automatic Guided Vehicle »

Lieu: SEWS Maroc

Référence : 9/19-MGI

Présenté par:

AFTISS Zakariae

Soutenu Le 17 Juin 2019 devant le jury composé de:

- **Mme. RZINE Bouchra (encadrante)**
- **Mme. Mazzar Fatima (encadrante Société)**
- **Mr. BINE EL OUIDANE Hassan (examinateur)**
- **Mr. CHAMAT Abderrahim (examinateur)**

Stage effectué à : SEWS Maroc Ain Aouda



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: Aftiss Zakariae

Année Universitaire : 2018/2019

Titre: Amélioration de l'efficacité et de l'ergonomie de la zone Lead-Prep. par implantation d'un robot de manutention « Automatic Guided Vehicle » .

Résumé

SEWS s'est fixée une stratégie orientée vers l'amélioration de ses processus et l'optimisation de ses flux tout au long de la chaîne logistique, pour fournir aux clients des produits de haute qualité, avec une maîtrise totale en termes de coût et temps.

Dans ce contexte industriel, le présent projet vise l'amélioration de l'efficacité et de l'ergonomie de la zone de préparation des câbles « LEAD PREP » au sein de l'entreprise, en implantant un véhicule de manutention guidé automatiquement. Cette implantation va diminuer les temps de manutention des câbles, réduire l'effectif du personnel et améliorer par la suite l'efficacité et l'ergonomie de la zone lead-prep.

Pour ce faire, nous avons commencé par une analyse de l'existant afin de bien diagnostiquer l'état avant l'implantation. En se basant sur cette analyse nous avons pu déterminer la combinaison optimale des zones lors du chargement, le chemin optimal, les points d'arrêts du robot de manutention et la capacité des chariots attachés au robot. Nous avons également conçu des chariots répondant à toutes les contraintes trouvées dans notre étude. Ensuite nous avons proposé un plan d'implantation du robot de manutention, tout en modélisant par CPNTools et animant par FlexSim le nouveau processus de manutention des câbles. Et finalement nous avons également proposé des idées pour l'amélioration du nouveau processus.

Mots clés : *Implantation, AGV, efficacité, ergonomie.*

Abstract

SEWS' strategy is focused on improving its processes and optimizing the supply chain flows to provide customers with high quality products, while maintaining control in terms of cost and time.

In this industrial context, this project aims to improve the efficiency and ergonomics of the "LEAD PREP" cable preparation area within the company, by implementing an automatic guided material handling vehicle. Implementation will decrease cable handling times, reduce the number of staff, and improve the efficiency and ergonomics of the lead-prep area.

We started with an analysis of the existing practices to determine the necessary improvements we would need to reach our goals. Based on our analysis, we were able to determine the optimal combination of areas during loading, the optimal path, the stopping points of the automatic guided vehicle and the capacity of the trolleys attached to the robot. Then we designed carts that met all the constraints found in our study. We then proposed a layout of the robot handling, while modeling by CPNTools and animated by FlexSim the new process of handling cables. And finally we proposed ideas for improving the new process.

Keywords: *Implantation, AGV, efficiency, ergonomics.*

Remerciements

« Louange à Dieu, le très miséricordieux, le tout clément »

Au terme de ce modeste travail, j'ai l'honneur d'exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude à Mme. RZINE BOUCHRA, pour sa disponibilité, sa collaboration, sa sympathie et sa modestie, pour ces compétences, sa pédagogie et ses directives fructueuses qu'elle n'a cessé de me prodiguer tout au long de ce projet.

Mes sincères remerciements à Mme. Mazzar Fatima coordinatrice d'amélioration continue, ma tutrice au sein de la société pour m'avoir bien accueilli au sein de son équipe, pour son soutien, sa collaboration et pour sa disponibilité malgré ses occupations extrêmes et pour toute attention qu'elle m'a accordé en qualité de responsable du projet. Sans omettre de remercier Mme.Hajjouji Fatima, technicienne d'amélioration continue pour ses conseils pertinents ainsi que pour l'intérêt qu'elle a porté à mon travail.

Mes remerciements s'adressent ensuite à toute l'équipe TPS de SEWS pour leurs encouragements, et leurs disponibilités.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, pour avoir accepté de me faire profiter de leurs compétences pour évaluer ce travail.

Ainsi, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous le cadre professoral et administratif du département génie industriel pour tous les aides et les efforts qu'ils déploient pour notre formation.

Je tiens enfin à exprimer ma profonde reconnaissance à mes parents et amis pour leur soutien infaillible et leur amour inconditionnel.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

Dédicace

Je dédie ce projet

À mes chers membres de famille, en témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts qu'ils ont consentis pour réussir mon parcours d'étude. Votre présence à mes côtés m'a toujours apporté confiance et réconfort. Que Dieu vous procure longue vie, avec bonheur et santé.

À mon cher frère Mohammed et mes chères sœurs Fatima Zohra et Smahane. Je vous souhaite des rêves à n'en plus finir et l'envie furieuse d'en réaliser. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.

À tout le personnel de SEWS-AA, Mr. Azizi, Mme Mazzar, Mme. El Hajjouji, Jamal, Maroua, Hajiba, Tarek et Noudine. Aux stagiaires Ismail et Adamou.

À toute ma famille.

À tous mes amis.

À tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Que tout le monde retrouve à travers ces quelques lignes, mes sincères sentiments et mes profondes reconnaissances.

Liste des abréviations

AGV: Automatic guided Vehicle

B.L: Big leads

CST: Coupe sertissage dénudage

FAST: Function Analysis System Technic

FC : Fonction contrainte.

FP: Fonction Principale

L-H: left hand

MLS: Manufacturing Logistic System

M.S: Mechanical splice

T.M: Twist Manuelle

P.S : petite section

Resp: respectivement

R-H: right hand

S.G: Splice groupe

Tch : temps de chargement

Tdch : temps de déchargement

TPS : total productive systems

USW : Ultra sonic welding

Glossaire

Kitter / filiste : la personne qui s'en charge de l'alimentation des stocks par des bouquets produits dans la CST.

Cups : des tasses en plastique, qui couvrent les terminaux de câbles.

Kaizen : Cette démarche japonaise repose sur des petites améliorations faites au quotidien, constamment. Elle est affectée dans l'entreprise au groupe de l'amélioration continue.

Liste des figures

Figure 1: Historique du groupe Sumitomo dans le secteur du câblage.....	3
Figure 2 : Organigramme de l'entreprise	4
Figure 3: Synoptique de l'entreprise	5
Figure 4: Schématisation des quatre zones de CST.	8
Figure 5: Process flow de la zone CST	10
Figure 6: Diagramme GANTT	15
Figure 7: Quantités produites par heure dans les zones de coupe.	20
Figure 8: Opérations de manutention.....	22
Figure 9: Chemins parcourus selon les combinaisons choisies.....	23
Figure 10:Quantités produites en combinant de zones.....	24
Figure 11:Diagramme bête à corne	27
Figure 12: Diagramme de Pieuvre	28
Figure 13: Diagramme FAST.....	30
Figure 14: Chariots sous l'environnement CATIA	31
Figure 15:Déformation du crochet par application des efforts.....	32
Figure 16:Type et emplacement des roues	33
Figure 17: Deux Roues pivotantes et deux fixes.....	33
Figure 18: Dimensions des roues selon la capacité de charge	34
Figure 19: Liaison entre les chariots	34
Figure 20: Liaison après démontage	35
Figure 21: Liaison réalisée	35
Figure 22: Chariots réalisés.....	36
Figure 23: AGV sur le terrain de l'entreprise	38
Figure 24: Enchaînement des taches après l'implantation de l'AGV	40
Figure 25: Illustration sur le chemin choisi.....	41
Figure 26: Modèle du nouveau processus par RdPs	43
Figure 27: Exécution de la simulation dans CPNTools	44
Figure 28: Exécution de la simulation dans CPNTools	45
Figure 29: Procédure de fixation du Tape	46
Figure 30 : Vérification du standard lors du traçage.....	46
Figure 31: Marques magnétiques	46
Figure 32 : Processus de manutention amélioré.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique de l'entreprise.....	4
Tableau 2: Méthode QQQQCP	12
Tableau 3: Pourcentages des opérations de manutention.....	17
Tableau 4: Portions des taches lors du chargement et déchargement.	17
Tableau 5: Quantités de câbles produite par chaque zone pendant 1h.....	19
Tableau 6: Temps de prise et depots dans le chargement et le déchargement	21
Tableau 7: Évolution des nombre de bouquet par cycle	24
Tableau 8: Récapitulatif des résultats.....	25
Tableau 9: Fonctions d'interaction avec le chariot	29
Tableau 10: Analyse SAFE	29
Tableau 11:Examen des efforts et des mouvements	30
Tableau 12: Caractéristiques de l'AGV	38
Tableau 13: Pourcentages des projets traités par l'entreprise	47
Tableau 14:Fiche Kaizen d'amélioration prévue.....	48

Table de matière

Résumé	
Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Glossaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil	2
I. Présentation du groupe multinational Sumitomo.....	2
II. Présentation de la société d'accueil SEWS-Maroc «Ain Aouda».....	2
1. Organigramme de l'entreprise	3
2. Fiche signalétique de l'entreprise	4
3. Synoptique de l'usine	4
III. Processus de production dans la zone lead-prep	6
1. Composants d'un faisceau électrique :	6
2. Présentation des différentes activités effectuées à la lead prep.....	6
3. Opérations effectuées dans les zones CST	9
4. Présentation du processus de production	10
IV. Contexte du projet	11
1. Cahier de charge	11
2. Stratégie du projet	13
3. Outils de travail	14
4. Diagramme de GANTT du projet.....	14
Chapitre II : Analyse de l'existant	16
I. Diagnostic de l'état actuel.....	16
1. Temps de manutention des câbles pendant un Shift	16
2. Analyse des mesures de temps de manutention des câbles durant 1 shift	17
II. Analyse des capacités de production de chaque zone	19

1. Scénarios 1 : Zones (A-B et C-D), (A-C et B-D) et (A-D et B-C)	22
2. Scénario 2 : Zones A-B-C-D	24
3. Scénario 3 : Les zones (BCD)-(ACD)-(ABD)-(ABC).....	24
Chapitre III : Conception des chariots de manutention	27
I. Analyse fonctionnelle.....	27
1. Introduction	27
2. Expression du besoin par le diagramme de Bête à corne	27
3. Recherche des fonctions.....	27
4. Diagramme FAST.....	30
II. Conception des chariots de manutention sous l’environnement Catia :	31
1. Validation du matériau	32
2. Choix des roues.....	33
2.1 Dimensionnement des roues :	33
3. Liaison entre les chariots	34
III. Réalisation des chariots :	35
Chapitre IV: Implantation du robot de manutention ‘AGV’	38
I. Description de l’AGV.....	38
II. Taches effectuées par les kitters avant et après l’implantation de l’AGV.....	38
III. Le choix du chemin optimal de manutention.....	40
IV. Modélisation du nouveau processus avec les réseaux de pétri.....	41
1. Abstrait sur les réseaux de pétri	41
2. Elaboration du cahier des charges	42
3. Modèle du processus par RdPs :	42
4 : Simulation du processus sur CPNTools	43
5. Interprétations sur le model	44
V. Réalisation de l’implantation	46
1. Traçage du tape magnétique.....	46
VI. Amélioration du processus de manutention	47
VII. Calculs des gains en termes de temps et coût :	49

1. Gains temporels :	49
2. Gains financiers	49
Conclusion générale	50
Bibliographie et Webographie.....	51
Annexes :	52

Introduction générale

Le secteur de l'industrie automobile est l'un des principaux secteurs participant à la croissance de l'économie nationale, vu qu'il a été ciblé par le plan émergence Maroc, dans le but de dynamiser l'économie des pays. Et dans un milieu industriel caractérisé par une compétitivité acharnée, l'entreprise se trouve aujourd'hui, plus que jamais, dans l'obligation d'améliorer sa performance industrielle. Afin d'atteindre ce but, elle doit agir sur la capacité des moyens de production pour garantir le suivi de la montée en cadence, supprimer les opérations sans valeur ajoutée, réduire les dysfonctionnements, éviter les gaspillages et assurer la continuité et la permanence du consommable.

SEWS parmi d'autres cherche à améliorer et à mieux gérer sa production tout en diminuant les coûts : il s'agit donc de mieux produire. Afin de perfectionner cette politique, elle cherche à éliminer toutes les anomalies existantes dans le système de son travail, partant du principe que tout problème est une opportunité d'amélioration.

Sur la même perspective d'amélioration, dérive la philosophie de notre projet de fin d'étude qui traite l'amélioration du processus de manutention des câbles par implantation d'un système automatisé de manutention; ce qui va participer à l'amélioration de l'efficience et de l'ergonomie de l'entreprise.

Le premier chapitre de cette partie portera sur la présentation de l'entreprise d'accueil, son processus de production, la description de la zone lead-prep et finalement la description du contexte du projet. Ensuite nous entamerons le deuxième chapitre du rapport évoquant l'analyse d'existant ainsi que toutes les mesures nécessaires à l'implantation de l'AGV. Dans le troisième chapitre nous allons faire une analyse fonctionnelle afin de concevoir des chariots de transport qui vont s'attacher à l'AGV. Finalement, le quatrième chapitre traitera, une étude d'implantation du robot de manutention, nous allons également proposer le plan d'implantation et la réalisation ainsi qu'une amélioration du nouveau processus de manutention.



Chapitre 1 :

Présentation de l'organisme d'accueil

Ce chapitre expose deux parties, une pour la présentation de l'entreprise d'accueil SEWS ainsi que le processus de fabrication des faisceaux électriques, et la deuxième sera consacrée au contexte général du projet en définissant le cahier des charges et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs.

I. Présentation du groupe multinational Sumitomo

I.1. Aperçu sur le groupe Sumitomo

Sumitomo est l'un des principaux regroupements d'entreprises de l'histoire économique japonaise, le groupe Sumitomo a été fondé depuis quatre siècles, il a commencé ses activités par l'exploitation et la transformation des matières premières. Depuis lors et jusqu'à présent, les domaines d'activité du groupe sont diversifiés et intéressent de plus en plus les secteurs d'industrie, de commerce, de finance, des télécommunications, des services...etc. Tout en multipliant ses unités de production, ses centres techniques et d'ingénierie et ses centres de distribution. Sumitomo s'intéresse particulièrement à l'industrie électrique SEI (Sumitomo Electric Industries) qui traite les différents domaines :

- Automobile SWS (Sumitomo Wiring System)
- Telecom
- Electronique
- Les services publics d'électricité

En 1985, la filiale du groupe Sumitomo dont les activités sont concentrées autour du domaine du câblage industriel a pris le nom de Sumitomo Electric Wiring Systems (SEWS), son réseau mondial s'étend sur les cinq continents et occupe le troisième rang mondial du secteur du câblage. SEWS-Europe appartient au groupe Sumitomo Wiring System (SWS) qui lui-même appartient au groupe Sumitomo Electric Industrie (SEI), spécialisée dans la production des câblages automobile.

I.2. Historique

Les dates présentées dans la figure 1 illustrent l'historique du groupe dans le secteur du câblage automobile.

II. Présentation de la société d'accueil SEWS-Maroc «Ain Aouda»

SEWS Maroc "Ain Aouda" démarrée en 2009, est une société à responsabilité limitée, filiale de Sumitomo Electric Wiring System Europe Ltd (SEWS-E) dont le siège est basé à Staffordshire en

Angleterre. La décision d'investir au Maroc se veut essentiellement par la proximité de l'Europe, la stabilité politique du pays et la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée et moins chère.

1990	Établissement Lucas SEI JV
1995	Commencement du business de composantes / Sumitomo augmente la part tenue
1996	<ul style="list-style-type: none"> — Ouverture d'usine à Leszno, Pologne — Ouverture du centre technique à Milton Keynes, Royaume-Uni
1998	Ouverture d'usine à Topolcany, Slovaquie
1999	<ul style="list-style-type: none"> — Sumitomo augmente ses parts à 100%, formant de ce fait SEWS-E — Ouverture du centre de support clientèle à Swindon, Royaume-Uni
2000	<ul style="list-style-type: none"> — Ouverture d'usine à Rawicz, Pologne — Ouverture du Bureau technique et commercial de soutien à Paris, France
2001	<ul style="list-style-type: none"> — Ouverture du Bureau de soutien à Valenciennes, France — Ouverture de l'usine Deva, Roumanie
2002	<ul style="list-style-type: none"> — Ouverture du centre de support en Espagne et Belgique — Formé SEWS-CE Composant Group incl. SEWS-CEH & CEP
2003	<ul style="list-style-type: none"> — Établissement de SEWS-AWH en Hongrie; la fabrication du câble Européen — Ouverture d'usine à Orastie, Roumanie — Ouverture du centre service clientèle à Istanbul, Turquie
2004	<ul style="list-style-type: none"> — Ouverture d'usine à Alba Iulia, Roumanie — Ouverture du centre service clientèle à Barcelone & Valladolid, Espagne
2005	Établissement du centre commerciale et logistique SEWS-CE à Budapest
2006	<ul style="list-style-type: none"> — Extension de SEWS-CEH et introduction de la possibilité de l'électronique — Extension du centre technique de Paris en réponse à la croissance des clients français
2007	Construction de l'usine de fabrication des faisceaux à Kenitra, Maroc
2008	Construction de l'usine de fabrication des faisceaux à AIN AOUDA.

Figure 1: Historique du groupe Sumitomo dans le secteur du câblage.

1. Organigramme de l'entreprise

La figure 2 montre l'organigramme de l'entreprise.

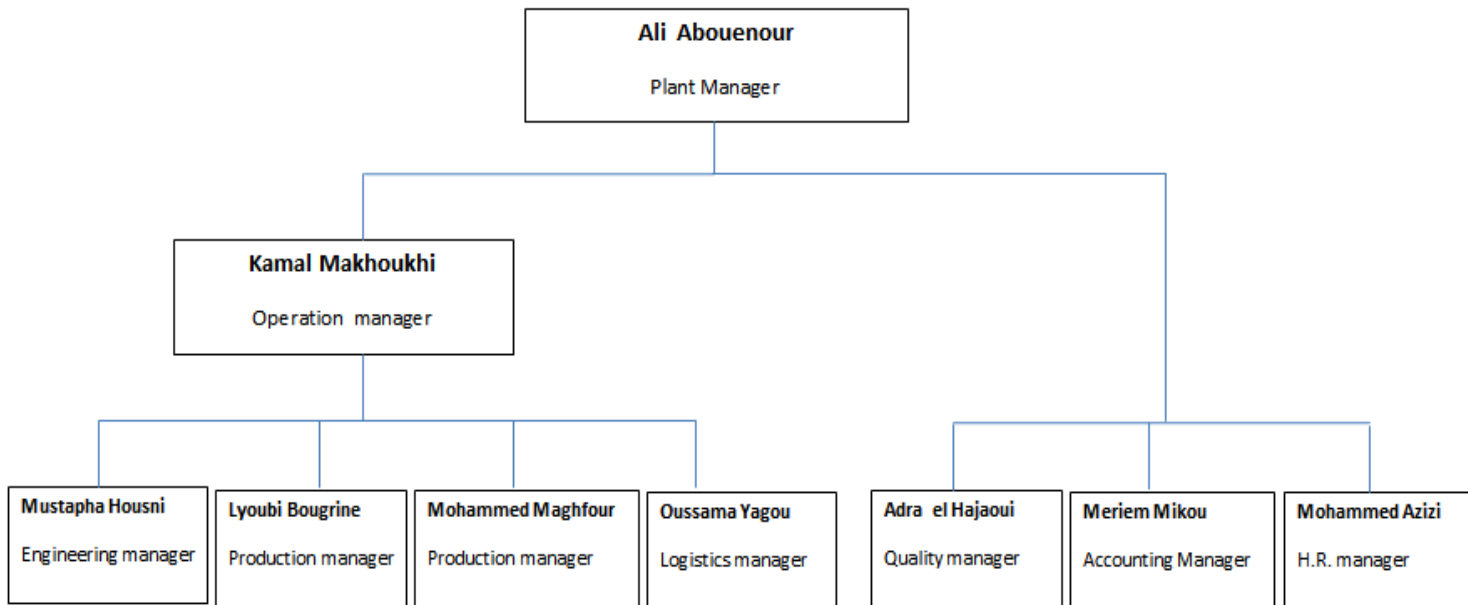


Figure 2 : Organigramme de l'entreprise

2. Fiche signalétique de l'entreprise

Le tableau 1 présente une fiche signalétique descriptive de l'entreprise.

Dénomination sociale	SEWS Maroc Ain Aouda
Forme juridique	S.A.R.L
Siège sociale	Staffordshire, Angleterre
Démarrage de la production	2009
Activité principale	Fabrication des faisceaux électriques
Chiffre d'affaires	800 Millions MAD
Effectif	4033

Tableau 1: Fiche signalétique de l'entreprise

3. Synoptique de l'usine

La figure 3 présente une vue d'ensemble des différentes zones de l'usine :

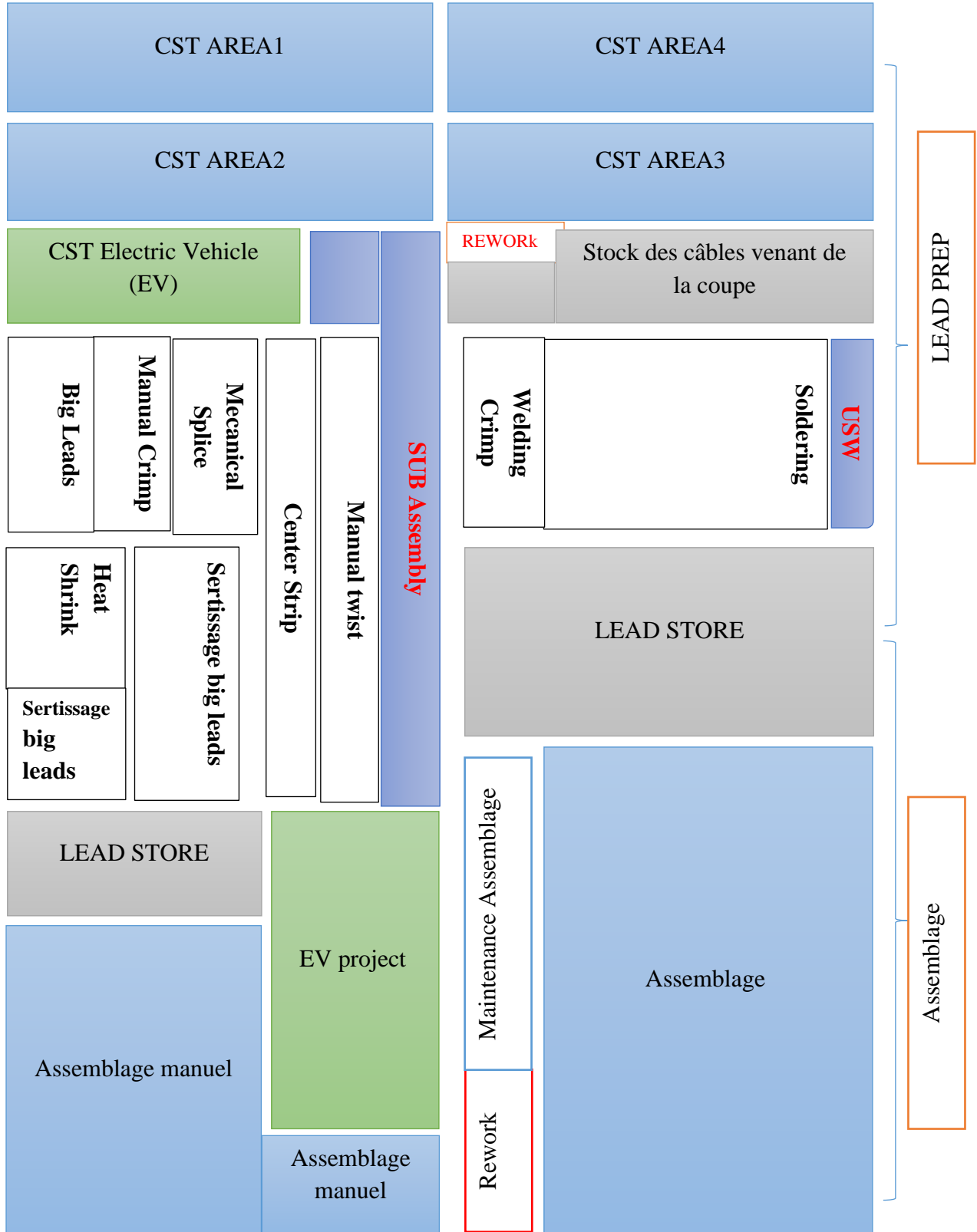


Figure 3: Synoptique de l'entreprise

III. Processus de production dans la zone lead-prep

1. Composants d'un faisceau électrique :

Un faisceau électrique est le produit final constitué de plusieurs composants qui sont expliqués ci-dessous :

Fils conducteur : transmet le courant électrique d'un point à un autre, avec une perte minimale d'énergie.

Terminal : un dispositif assurant une bonne connexion entre le fil et le connecteur.

Connecteur : c'est un dispositif qui connecte les câbles entre eux pour établir un circuit électrique.

Accessoires : Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage : Les rubans d'isolement, les tubes et les joints.

Matériel de Protection (Fusibles) : sont des pièces qui protègent le câblage et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

Clips ou agrafes : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câblage à la carrosserie de l'automobile.

2. Présentation des différentes activités effectuées à la lead prep

La société est composée de deux parties principales :

✓ *Zone manuelle* :

Cette zone est constituée de deux parties principales : une qui est manuelle et l'autre automatique. Les deux parties sont dédiées à la préparation des câbles pour l'assemblage. Elles font le dénudage, le soudage, l'épissurage ou le sertissage.

Elle est composée de deux zones : U.S.W et SUB ASSEMBLY

✓ **U.S.W** :

Contenant plusieurs groupes de travail, ils sont présentés si dessous :

▪ Soldering :

Nombre de poste : 3 stations d'E1 à E3.

Fonction des machines : des machines qui font le soudage manuel à l'aide de l'étain et d'une résistante chauffante.

▪ Welding Crimp :

Composé de 2 sections.

- **Section 1** : Pour la préparation des câbles composée de poste PB1 et PB2.
- **Section 2** : La deuxième section qui est composée de 4 postes de W1 à W4 pour la soudure U.S et le sertissage de plusieurs câbles en même temps.

✓ **SUB Assembly Area :**

▪ Manual Twist :

- **Nombre de poste** : 4 postes de 1 à 4.
- **Fonction des machines** : On fait le torsadage manuel.

▪ Center Strip :

- **Nombre de poste** : 5 postes de CS1 à CS5.
- **Fonction des machines** : Le dénudage du câble au centre et d'autres endroits.

▪ Mecanical Splice :

- **Nombre de poste** : 17 postes de 1 à 17
- **Fonction des machines** : On prend deux câbles de grandes sections d'une part et un autre câble de grande section d'autre part puis on les sertit manuellement avec la machine

▪ Manual Crimp :

- **Nombre de poste** : 17 postes (P1 a P17) de sertissage manuel :
- **Fonction des machines** : On place deux câbles (petite ou grandes sections) dans la machine puis on les sertit manuellement avec un terminal et on ajoute une bande en plastique nommée RBK pour couvrir le cable. Les câbles que ces machines traitent viennent du big leads.

▪ Big leads :

Ici on trouve quatre postes, chacun traite les bobines de câbles de grandes sections ; les machines qui se trouvent dans cette stations ont les caractéristiques suivantes :

➤ Station P1 :

- **Caractéristiques** : Support identification grande bobine (Komax) + Machine de dénudage KOMAX.
- **Fonction** : Dénudage de chaque extrémité du câble

➤ Station P2 :

- **Caractéristique** : Support identification des grandes bobines (grande section) (Schleuniger) + Machine de dénudage Schleuniger Méga Strip 9600.
- **Fonction** : même fonction que P1.

➤ Station P3 : « Câble bleu ou il y a 3 câbles torsadés en dedans » ; Même machine et fonction de la station P1 seulement ils font dénudage de ces 3 câbles torsadés.

On ajoute à chacune de ces machines un « Support identificateur pour des grandes bobines» qui aide la machine à bien redresser le câble pour le sertissage.

- Heat Shrink
 - **Nombre de poste :** 3 postes de 1 à 3
 - **Fonction des machines :** Mettre le RBK puis le chauffer et après qu'il se colle on le refroidit pour qu'il ne se décolle pas facilement.
- Sertissage Manuelle des Big Leads
 - **Nombre de poste :** 10 postes de 1 à 10
 - **Fonction des machines :** sertissage de câbles de grande section
- Screen
 - **Nombre de poste :** 2 postes de S1 à S2
 - **Fonction des machines :** Cutting the shield (Le shield c'est la partie qui se trouve dans les câbles screen.
- Rayching
 - **Nombre de poste :** 8 de R1 à R8
 - **Fonction des machines :** placer les RBK sur les câbles.
- Taping
 - **Nombre de poste :** Les postes de cette zone de T1 à T4.
 - **Fonction des machines :** Bander le câble par le tape.

✓ *Zone de coupe automatique :*

Appelée encore CST dédiée à la coupe, dénudage, sertissage et torsadage des câbles de grande et petites sections. Elle est divisée sur quatre zones qui sont présentées dans la figure ci-dessous:

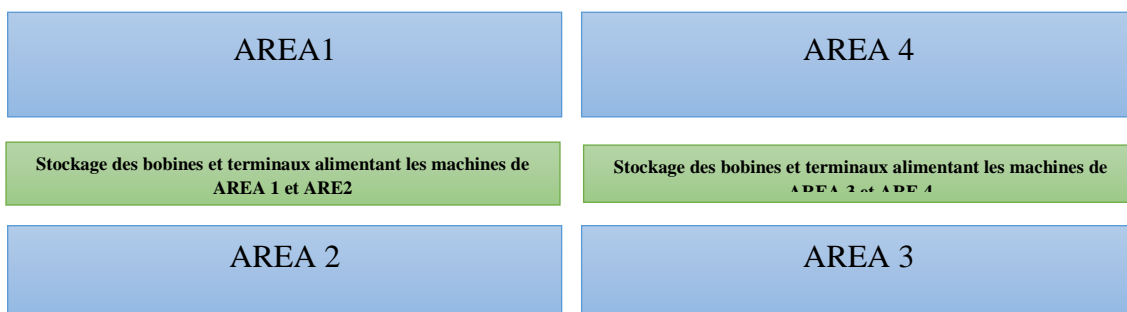


Figure 4: Schématisation des quatre zones de CST.

La gestion de cette zone est réalisée par le progiciel MLS qui permet :

- D'informer les chefs de production des nombres des jobs.
- De permettre au manufactors de subdiviser les jobs et leur quantité sur les machines.
- D'informer les maintenanciers des états des machines.

- D'informer les kitters sur les besoins des machines en bobines, terminaux, joint et applicateurs pour les jobs prochains.
- D'avoir une information complète sur la quantité produite par chaque machine dans chaque heure.

✓ AREA1/Zone A

Cette zone se compose de 17 machines KOMAX qui font la coupe et le sertissage et fonctionnent comme suit : le câble qui vient de la bobine passe par la station de redressement, puis par un détecteur de câble qui détecte la présence d'un câble, ensuite le câble est tiré avant de passer dans un bras qui le fait passer à trois stations dont la 1ère fait la coupe puis le dénudage, la 2ème station monte le joint « seal » et la 3ème pour le sertissage du terminale. Après cette opération le bras revient à la station de la coupe et dénudage pour être tiré puis coupé et le passé à un 2^{ème} bras pour faire la même action à l'autre extrémité. Parmi les machines de cette zone, il y a ceux qui montent les joints au 2 extrémités des câbles (câble single) et il y a aussi ceux qui montent les joints à une seule extrémité des câbles (câble splice).

✓ AREA2/Zone B

Cette zone se compose de 14 stations de travail et chaque station de B1 à B14 dont les caractéristiques sont semblable à celles de la zone A à la différence, ces machines traitent deux câbles et ajoute une autre fonction pour faire le torsadage. Les autres stations de B10 à B13 sont exactement les mêmes que la zone A seulement ici ils traitent les grandes sections c'est-à-dire de 3 à 10 mm². Et pour les grandes bobines, il existe un support de grandes bobines afin d'assurer un bon redressement de câble, car le redresseur de ces machines ne peut pas bien redresser ces types de câbles.

✓ AREA3/Zone C

Ce sont les mêmes types de machines, que la zone A, à la différence de plus de produire des câbles CS avec « joint » ils produisent aussi des câbles sans « joint » dans une extrémité et dénude tout simplement l'autre extrémité pour des fins de soudage ultrasonique.

✓ AREA4/Zone D

Même caractéristique que les machines de la zone A à la différence ils n'ont pas la même marque; la marque est : Schleuniger.

3. Opérations effectuées dans les zones CST

La zone CST est la première zone qui traite les câbles venant du magasin, les opérations effectuées à son niveau sont :

- **Le dénudage** : Il consiste à enlever une petite portion de l'extrémité du câble de telle sorte à laisser le conducteur libre pour effectuer l'épissurage ou le sertissage.
- **Le sertissage** : C'est le fait de lier un câble à un terminale, mâle, femelle ou bien le lier avec le joint (seal) au moyen d'un applicateur spécifique.
- **La coupe** : C'est le fait de couper les fils à une longueur précise.

- **Le torsadage** : il consiste à torsader deux ou trois fils.

4. Présentation du processus de production

Le processus de production du faisceau, se constitue de 4 étapes :

- Réception de la matière première;
- La coupe;
- L'assemblage;
- Emballage et expédition

Magasin matière première

La matière première venant du fournisseur passe par un contrôle de réception avant d'être stockés dans le magasin de matière première. Le stock de matière première prépare les sorties en matière première pour les 24h prochaines de production.

Zones de coupe :

Le process flow des zones de coupe (CST, SUB et USW) est présenté dans la figure suivante :

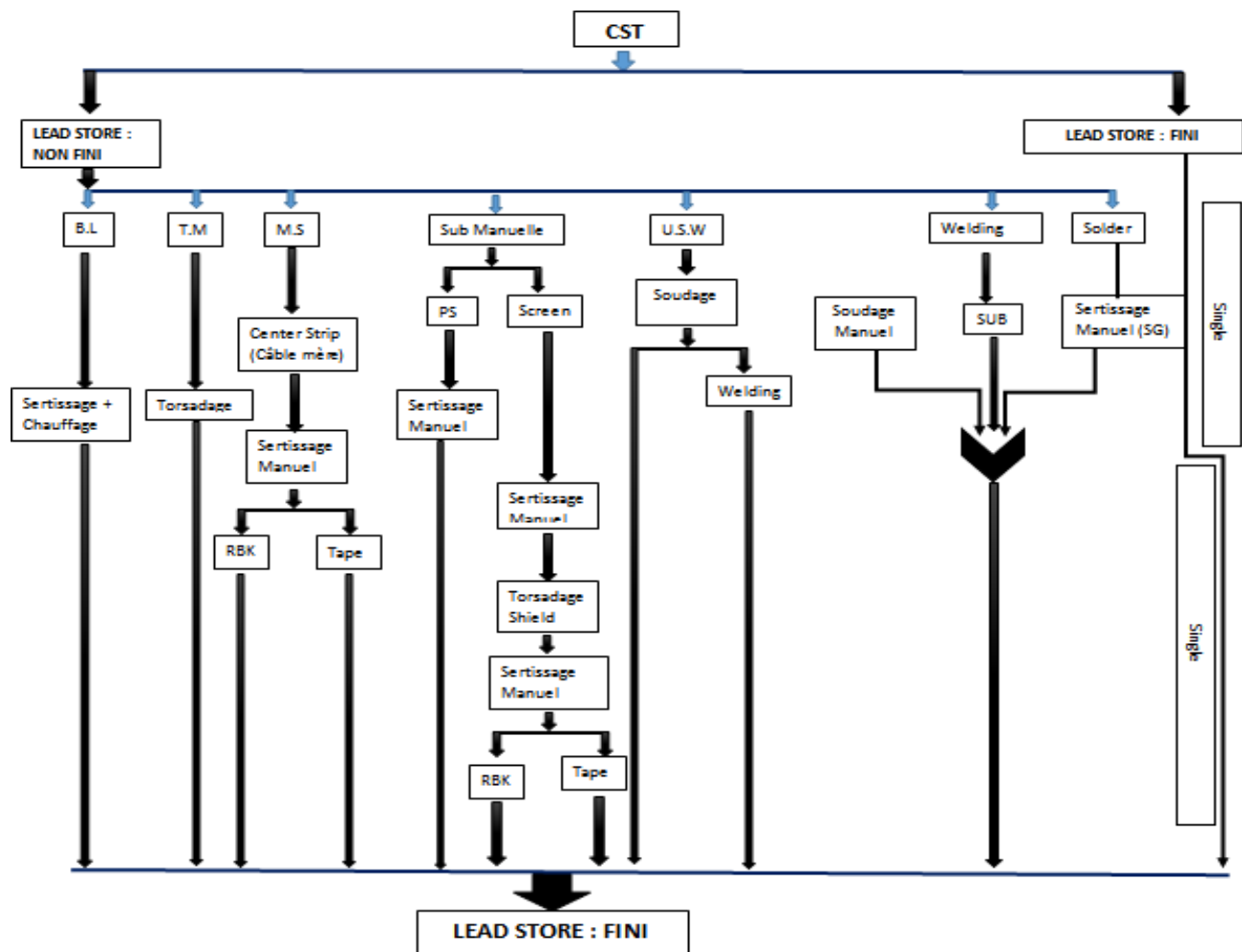


Figure 5: Process flow de la zone CST

Assemblage

C'est dans cette partie qu'on fait l'assemblage des faisceaux préparés dans la partie de LEAD PREP, l'assemblage proprement dit dépend du type de projet.

Les faisceaux assemblés passent par la suite aux tests suivants :

- Test électrique

Après l'assemblage des faisceaux, ils sont soumis à des tests électriques permettant de vérifier la conductivité électrique des câbles.

- Comparaison

Après le test électrique le produit fini (les faisceaux) est comparé avec un modèle de faisceaux déjà assemblé. Il s'agit de vérifier les défaillances des terminaux, les dimensions des faisceaux...

- Contrôle de qualité (Audit)

Après la phase de comparaison, les bons produits sont déposés dans les palettes. Les Auditeurs (audits interne) quant à eux vérifient ces produits voir s'ils correspondent aux normes de la qualité imposée.

IV. Contexte du projet

1. Cahier de charge

a. Acteurs du projet

- **Le maitre d'ouvrage:** SEWS qui est une société de fabrication de faisceaux électriques installée à Ain Aouda.
- **Le maitre d'œuvre:** La Faculté des sciences et technique de Fès, département génie industriel, cycle master science et technique, filière génie industriel, présenté par :
 - AFTISS Zakariae

Avec le suivi et l'encadrement de :

- Rzine Bouchra.

b. Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études indispensable pour l'obtention du diplôme Master en Génie Industriel à la faculté des sciences et techniques de Fès.

c. Contexte et définition du problème

Suite aux informations et à la documentation reçue pour l'intégration d'usine durant les premières semaines du stage, ainsi qu'aux investigations que j'ai faites par les observations sur terrain, nous avons noté les problèmes suivants :

- **L'ergonomie :**

Sachant qu'il y a quatre zones de coupe dans la zone CST et que dans chaque zone se trouve une kitter qui s'en charge de la manutention des câbles (chargement, transport et déchargement) produits par la zone concernée, nous avons observé que le transport et même la circulation de ces kitters ne sont pas dans ses bonnes conditions, autrement dit, les gens rencontrent fréquemment des encombrements au niveau des allées, ainsi que les chariots chargés sont très lourds et difficile à pousser.

- **L'efficience :**

Etant données trois shift par jour et dans chaque shift il y a quatre kitters, donc au total on aura 12 kitters. Ce grand nombre participe directement à la diminution de l'efficience de l'entreprise.

- **Temps de manutention :**

Chaque kitter prend un grand temps lors de la manutention des câbles car elle effectue toutes les tâches (chargement transport déchargement) en série, ce temps participe indirectement à la diminution de l'efficience.

Afin d'avoir une vue globale et détaillée sur la problématique, nous proposons d'utiliser la méthode QQQCP présentée dans le tableau 2.

Qui	L'entreprise SEWS Ain Aouda : ingénierie, production, l'unité responsable de la zone LEAD PREP
Quoi	Une ergonomie non améliorée Une efficience basse + Existence des gaspillages dans les temps de manutention
Où	La zone Lead Prep
Quand	Depuis le démarrage de la zone CST
Comment	Etudes de l'existant et Implantation d'un AGV
Pourquoi	Améliorer l'efficience + Avoir plus d'espace dans la zone lead-prep Diminuer les temps de manutention+ améliorer l'ergonomie.

Tableau 2: Méthode QQQCP

d. Objectif du projet

Ce projet a pour objectif : L'amélioration de l'efficacité et l'ergonomie de la zone LEAD PREP.

e. Description fonctionnelle des besoins

- Fonction principale du projet:

Etudes et implantation et d'un AGV de manutention des câbles remplaçant un effectif des kitters (2 kitters) qui effectuent cette opération.

- Sous fonctions :

- ✓ Calculer les gains en temps, et financiers par l'implantation de l'AGV
- ✓ Concevoir des chariots convenables :
 - Trouver la capacité maximale du nouveau chariot.
 - Trouver le nombre optimal des chariots et la manière pour les transporter
 - Concevoir les chariots sous l'environnement Catia.
- ✓ Implanter le robot sur le terrain de la zone Lead-Prep :
 - Trouver la combinaison optimale des zones par laquelle va passer l'AGV.
 - Trouver le chemin optimal pour la circulation du robot.
 - Trouver les points d'arrêts optimales pour le robot afin de profiter le maximum possible de son utilisation.
 - Programmer le robot en se basant sur les points et le chemin trouvés.
- ✓ Optimiser le nouveau processus de manutention après l'implantation.
- ✓ Etablir des plans de maintenances pour le chariot et l'AGV.

f. Délais du projet

Ce projet sera réalisé dans une période de quatre mois au minimum.

2. Stratégie du projet

Afin de répondre aux sous fonctions citées, nous proposons la stratégie suivante :

- ✓ Pour le calcul des gains en temps et financiers :
 - Faire un suivi des kitters des quatre zones de coupe et chronométrer leurs tâches.
 - Analyser les mesures trouvées ainsi que les données sur le robot (analyse de l'existant).
- ✓ Pour la conception du chariot en Fer :

- Analyser la production des zones et s'appuyer sur les résultats du suivi temporel. Il faut également respecter les contraintes posées par l'AGV (puissance, vitesse, dimensions...).
- ✓ Pour l'implantation du robot sur le terrain de la zone LEAD PREP :
 - Analyser la Capacité de production de chacune des quatre zones.
 - Se baser sur les contraintes d'espace, de la capacité de production pour déterminer le chemin optimale, les points optimaux d'arrêt, et la combinaison optimale.
 - Programmer le robot en se basant sur les résultats obtenus.
- ✓ Pour l'optimisation du nouveau processus de manutention :
 - Se baser sur toutes les analyses effectuées.
 - Proposer des Kaizen pour l'amélioration du processus de manutention.

3. Outils de travail

Il convient d'utiliser un ensemble d'outils afin d'améliorer l'efficacité et l'ergonomie de la zone étudiée. Pour remédier aux problèmes de la situation actuelle de la manutention des câbles, nous proposons les outils d'analyse et de résolutions suivants :

- ✓ Des outils qui visent le diagnostic de l'état actuel :
 - Brainstorming.
 - QQQQCP.
- ✓ Des outils d'analyse de données:
 - Excel.
- ✓ Des outils de gestion de projet.
 - MS Project (GANTT)
- ✓ Des outils de modélisation et simulation :
 - CPNTools, FlexSim.
- ✓ Des outils pour l'optimisation de l'état des chariots et de l'AGV.
 - Kaizen.
- ✓ Des outils de conception :
 - Catia V5
- ✓ Des outils pour la rédaction du rapport :
 - Pack Microsoft office

4. Diagramme de GANTT du projet

- **Définition**

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.

- **Déroulement du projet**

Le diagramme présenté par la figure 6 , jouait le rôle d'un fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation de ce projet.

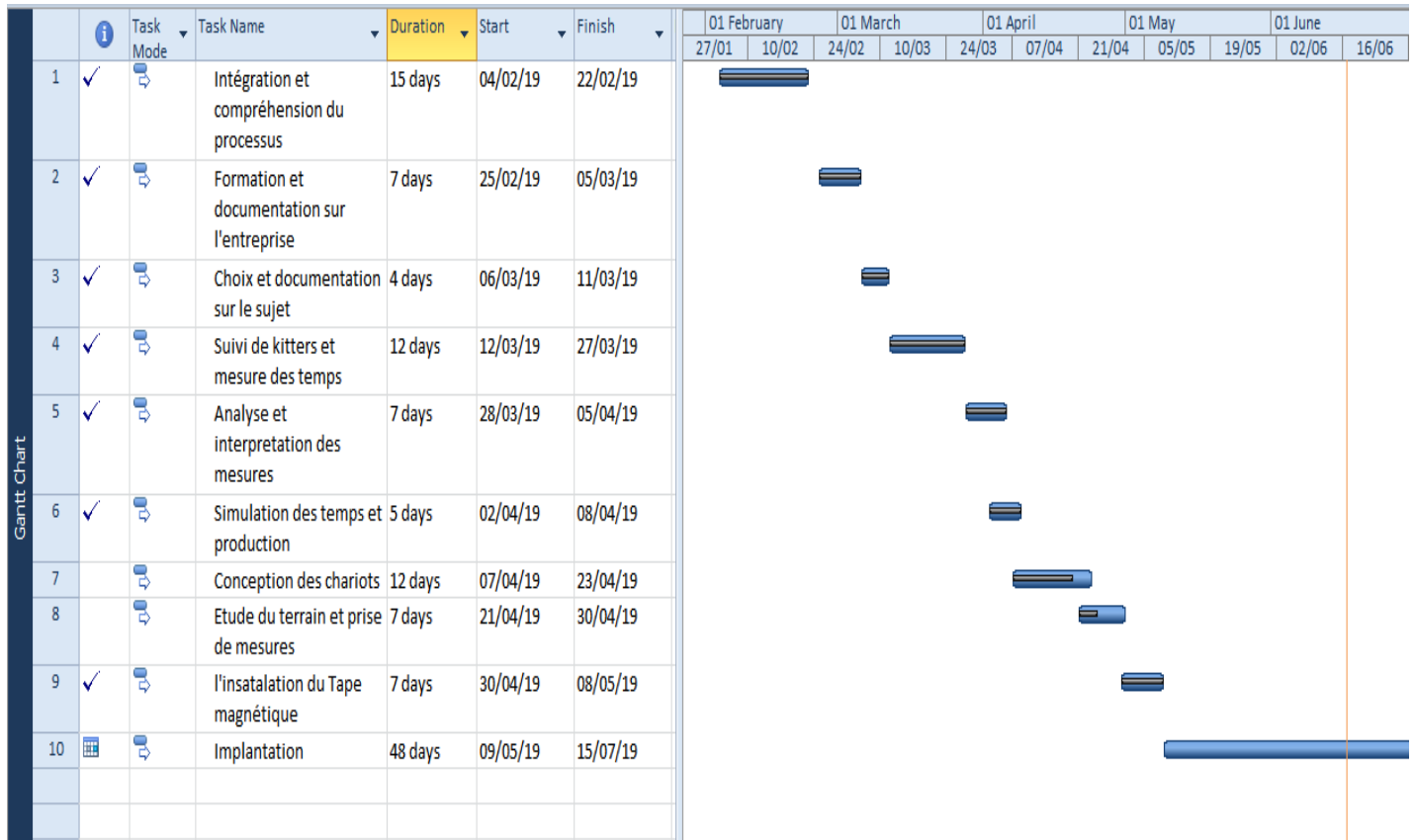


Figure 6: Diagramme GANTT

Conclusion :

Ce chapitre nous a définie l'organisation d'accueil, le processus de production ainsi que le contexte du projet, ce qui va nous faciliter nos études d'implantation et de conception par la suite.

Chapitre II :

Analyse de l'existant

Ce chapitre sera consacré aux analyses effectuées afin de diagnostiquer l'existant, ce qui nous aidera par la suite à concevoir les chariots de manutention et proposer un plan d'implantation .

I. Diagnostic de l'état actuel

L'objectif de cette partie est d'analyser, interpréter et conclure sur les mesures du temps prises par la manutention des câbles provenant de la zone CST.

1. Temps de manutention des câbles pendant un Shift

Le temps de manutention est le temps pris pour prendre les câbles d'une zone de CST vers les stocks des produits finis et/ou non finis, il est composé de quatre temps :

- **Temps net de chargement**

Ce temps inclut la prise et dépôt, le tri et la vérification des câbles, ils se définissent comme suit :

- Temps de prise et dépôt : C'est le temps pris par la kitter pour prendre les bouquets de câble et les déposer dans le chariot.
- Temps de tri : C'est le temps pris par la kitter pour déterminer la destination des câbles en se basant sur l'étiquette Kanban.
- Temps de vérification : C'est le temps pris par la kitter pour vérifier l'état des cups qui couvrent les terminaux.

- **Temps net de déchargement**

C'est le temps pris par la kitter pour prendre les bouquets du chariot mobile vers les chariots fixes de production dans les stores. Il se compose de deux temps :

- Temps de prise et dépôt
- Temps de vérification des dates et des emplacements des produits (par projet, famille et référence).

- **Temps net de transport**

C'est le temps que met la kitter pour transporter les câbles à l'aide d'un chariot et il se compose du temps de transport :

- D'une machine à une autre.
- De la zone concernée vers un Store et vice versa.
- D'un store à un store.

- **Temps de gaspillage**

C'est le temps pris par la kitter dans des opérations à non-valeur ajoutée à la manutention, comme la communication avec d'autres employées, les obstacles de circulation, le changement des cups...etc.

2. Analyse des mesures de temps de manutention des câbles durant 1 shift

Pour analyser l'état actuel nous avons effectué pendant 8 jours un suivi aux filistes en chronométrant les tâches qu'elles font. Les résultats de notre suivi de chaque zone sont cités dans le tableau 3. Les mesures du suivi sont montrées dans les annexes 1, 2,3 et 4.

Zone Opération	Zone A		Zone B		Zone C		Zone D	
	Temps (min)	pourcentage	Temps (min)	pourcentage	Temps (min)	pourcentage	Temps (min)	pourcentage
Transport	113,48	26%	195,27	45%	145,23	33%	96,65	22,07%
Chargement	140,06	32%	141,15	32%	151,52	35%	229,32	52,38%
Déchargement	139,84	32%	79,16	18%	124,16	28%	106,38	24,29%
Gaspillage	43,83	10%	21,91	5%	17,3	4%	5,44	1,24%
temps total	437,21		437,49		438,21		437,79	

Tableau 3: Pourcentages des opérations de manutention

Les figures ci-dessous présentent les temps en pourcentage des différentes tâches de manutention dans les quatre zones pendant une durée de 7,3 heures (1 shift) :

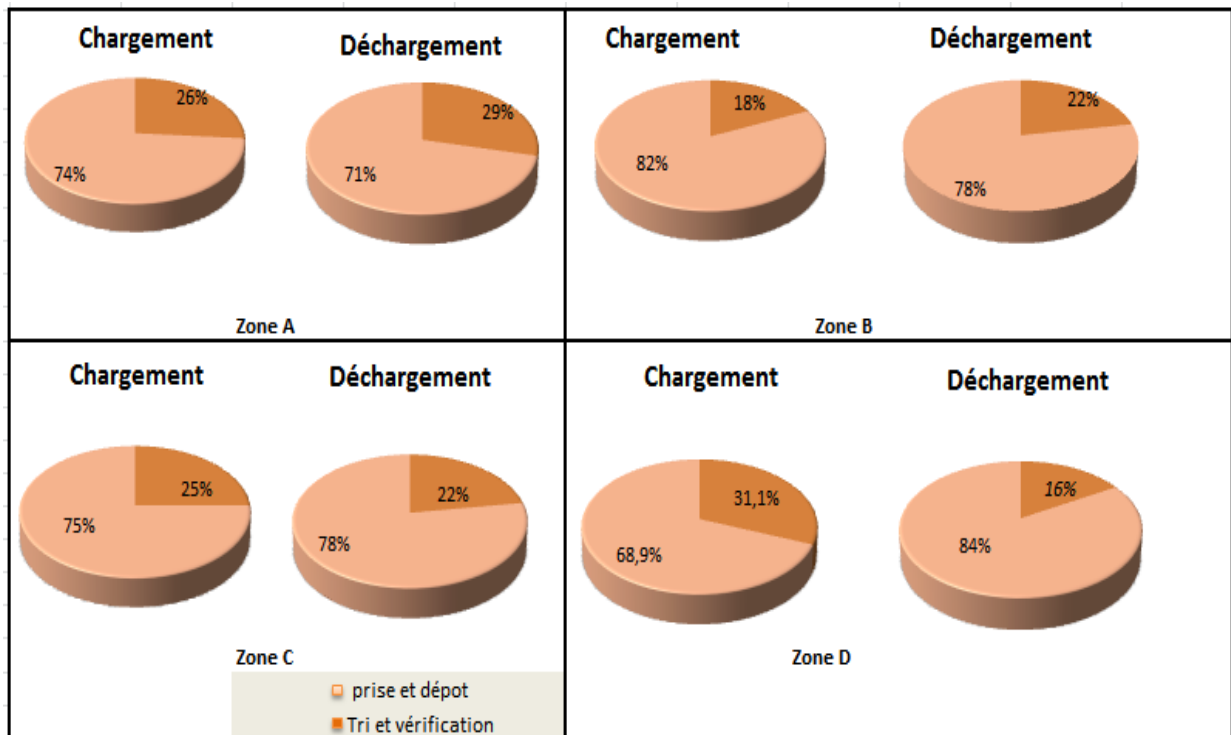


Tableau 4: Portions des tâches lors du chargement et déchargement.

Nous allons analyser les résultats trouvés pour chaque zone.

a. Zone A

Les portions des temps de chargement et déchargement sont les plus dominantes, elles représentent respectivement **32%** (environ **2,33h**) et **32%** (environ **2,33h**), ensuite vient la portion du temps de transport qui occupe **26%** (environ **1,89h**), et enfin la portion du temps de gaspillage occupant les **10%** restantes (environ **0,8h**). Etant donné que les temps de chargement et déchargement sont composés, nous allons également les analyser comme suit :

Les portions de temps de tri-vérification pour le chargement et le déchargement représentent respectivement **18%** et **22%** (environ **0,61h** et **0,67h**) alors que les portions de la prise-dépôt représentent **82%** (environ **1,72 h**) pour le chargement et **78%** (environ **1,66h**) pour le déchargement.

b. Zone B

Les portions des temps de chargement et déchargement sont les plus dominantes, elles représentent respectivement **45%** (environ **3,25h**) et **32%** (environ **2,35h**), ensuite vient la portion du temps de transport qui occupe **18%** (environ **1,32h**), et enfin la portion du temps de gaspillage occupant les **5%** restantes (environ **0,37h**). Etant donné que les temps de chargement et déchargement sont composés, nous allons également les analyser comme suit :

Les portions de temps de tri-vérification pour le chargement et le déchargement représentent respectivement **18%** et **22%** (environ **0,52h** et **0,58h**) alors que les portions de la prise-dépôt représentent **82%** (environ **2,66h**) pour le chargement et **78%** (environ **1,83h**) pour le déchargement.

c. Zone C

Les portions des temps de chargement et transport sont les plus dominantes, elles représentent respectivement **35%** (environ **2,52h**) et **33%** (environ **2,42h**), ensuite vient la portion du temps de déchargement qui occupe **28%** (environ **2,07h**), et enfin la portion du temps de gaspillage occupant les **4%** restantes (environ **0,29h**). Etant donné que les temps de chargement et déchargement sont composés, nous allons également les analyser comme suit :

Les portions de temps de tri-vérification pour le chargement et le déchargement représentent respectivement **25%** et **22%** (environ **0,63h** et **0,46h**) alors que les portions de la prise-dépôt représentent **75%**(environ **1.9h**) pour le chargement et **78%**(environ **1,6h**) pour le déchargement.

Zone D

Les portions des temps de chargement et déchargement sont les plus dominantes, elles représentent respectivement **53%** (environ **3,82h**) et **24%** (environ **1,71h**), ensuite vient la portion du temps de transport qui occupe **22%** (environ **1,61h**), et enfin la portion du temps de gaspillage occupant les **1%** restantes (environ **0,09h**). Etant donné que les temps de chargement et déchargement sont composés, nous allons également les analyser comme suit :

Les portions de temps de tri-vérification pour le chargement et le déchargement représentent respectivement **31%** et **16%** (environ **1,19h** et **0,29h**) alors que les portions de la prise-dépôt représentent **69%** (environ **2,64h**) pour le chargement et **84%** (environ **1,48h**) pour le déchargement.

- Les causes principales du gaspillage sont :
 - Un encombrement des chariots dans le stock.
 - La communication de la filiste avec les opératrices.
 - Des bouquets ou bien des cups qui tombent du chariot à cause du dépassement du standard de chargement.
- La différence dans les temps de transports pour chaque zone provient de la différence entre les distances et les chemins parcourus pour chaque zone.

II. Analyse des capacités de production de chaque zone

L'objectif de cette étude est de déterminer :

- **La combinaison des zones par les quelles va passer le robot pour être charger par des câbles dans la zone CST**
- **La capacité maximale du (des) chariot(s).**

Cette étude se présente comme des scénarios de la manutention des câbles de la zone CST vers le stock. Ces scénarios sont effectués en se basant sur les temps de manutentions trouvé ainsi que les capacités de productions des câbles. Elle va donc nous donner selon la combinaison des zones le nombre de bouquets de câbles à transporter et en effet nous pouvons prévoir la capacité du(es) chariot(s) en respectant la capacité maximale du robot.

Le progiciel MLS utilisé par la société pour la gestion de ses activités, nous relève l'archive de la quantité de câbles produite par chaque zone durant 11 jours (33 shifts) (voir les annexes allant de 5 jusqu'à 16). Ces données ont été transformé afin qu'elles soient plus parlantes, en autre guise le tableau et la figure ci-dessous présentent la moyenne des quantités de câbles produites par chaque zone durant ces 11 jours :

Moyennes	Shift 3	Shift 2	Shift 1	Moyenne par shift	Moyenne de nb des produits par heure	Pourcentage
Zone A	72119	82912	87528	80853	11076	19%
Zone B	70358	83303	86341	80001	10959	19%
Zone C	99202	118961	132416	116859	16008	27%
Zone D	122524	157088	166543	148718	20372	35%

Tableau 5: Quantités de câbles produite par chaque zone pendant 1h

Pour plus de visibilité, la figure 7 nous présente les quantités produites par heure .

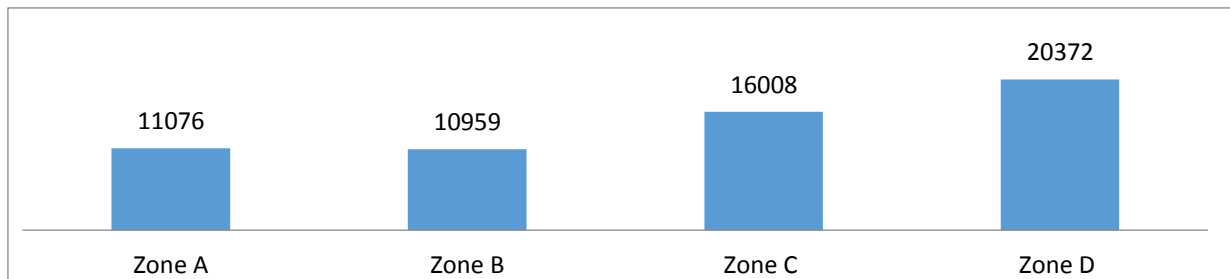


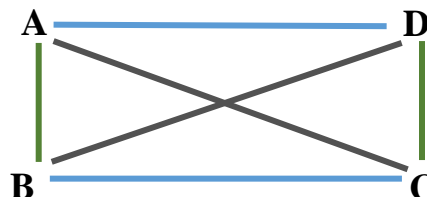
Figure 7: Quantités produites par heure dans les zones de coupe.

La zone D est la zone la plus productive de CST elle occupe 35% de toute la production CST avec une quantité de 20372 câble par heure. La zone C est la 2ème zone la plus productive avec 27% de la production avec 16008 câbles par heure, puis viennent les zones A et B qui occupent presque la même portion (19%) avec respectivement 11076 et 10989 câble par heure.

Afin de déterminer l'ordonnancement de ces 4 zones par les quelles doit passer l'AGV nous allons faire la combinaison entre les zones, les combinaisons possible sont :

- **charger deux zones, décharger et puis passer aux deux autres zones qui restent , on aura donc 3 combinaisons qui sont présentées dans la figure suivante**

- 1.) A-B et C-D
- 2.) A-C et B-D
- 3.) A-D et B-C



- **Charger de quatre zones dans un coup puis décharger**, pour cette combinaison le chargement va se faire dans toutes les 4 zones l'une après l'autre **A B C D**.
- **Charger de trois zones et laisser une, comme** chaque zone sera isolée alors on aura 4 combinaisons :

- 1.) **A et B-C-D**
- 2.) **B et A-C-D**
- 3.) **C et B-A-D**
- 4.) **D et B-C-A**

Nous aurons besoin des deuxièmes séries de données qui est les temps de manutention relevés d'après le suivi des filistes.

Les calculs sont effectués en se basant sur les suivis qu'on a effectué, ainsi que les résultats de la production tout en supposons que :

- les productions des zones sont constantes par rapport au temps.
- Q la quantité de câbles produits dans la zone, par shift.

- Soit Tch et Tdch respectivement le temps de chargement et de déchargement de la zone par shift.
- 1 shift = 7,3 heures (8h - 40min de pause)

Pour avoir le temps de chargement et de déchargement d'une quantité **Y** de câbles nous avons d'abord trouvé la quantité de câbles produits pendant **un temps de a minutes** qui est de

$$Y = Q / (7,3 * 60/a)$$

puis faire correspondre ce temps dans le résultats de suivis des kitters afin de trouver son équivalent en chargement et déchargement. Donc

$$Tch(a) = Tch (shift) / (7,3*60/a)$$

$$Tdch (a) = Tdch (shift) / (7,3*60/a)$$

sont les temps de chargement et déchargement des câbles produits en a min c'est-à-dire que **la quantité Y est chargée en Tch (a) min et déchargé en Tdch (a) min.** pour a = 5min nous obtenons le tableau suivant :

	A	B	C	D
nombre de bouquets produits par 5min	18	18	27	34
Temps équivalent de prise et dépôt lors du chargement (min)	1,178	1,83	1,3	1,8
Temps équivalent de prise et dépôt lors du déchargement (min)	1,14	1,25	1,1	1

Tableau 6: Temps de prise et depots dans le chargement et le déchargement

Le tableau 6 nous montre que pour 18 bouquets produits dans la zone A il faut à la kitter 1,178 min pour les charger et 1,14 min pour les décharger. Comme nous avons supposé que les productions sont linéaires dans les 4 zones il suffit de faire la règle de 3 pour avoir le temps de chargement et de déchargement pour une quantité Y produite dans une zone donnée.

La figure décrit les opérations de manutention (chargement, déchargement) :

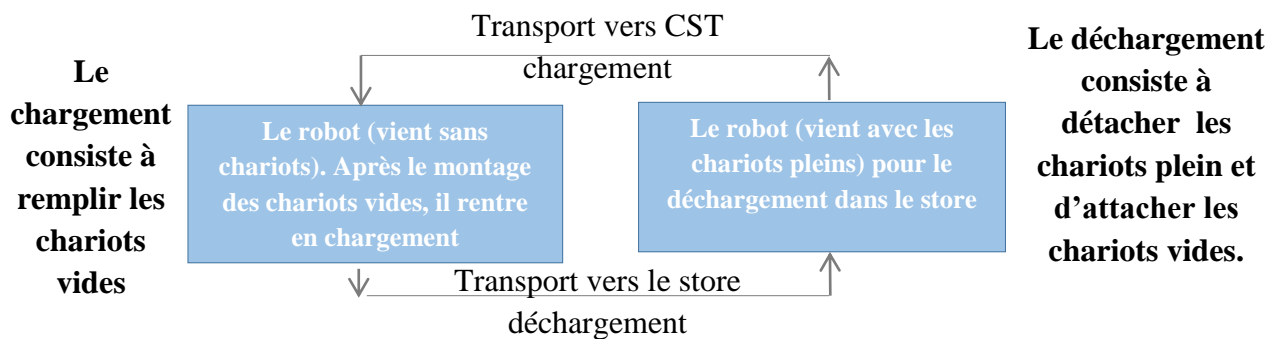


Figure 8: Opérations de manutention

La technique de manutention proposée consiste à détacher le chariot plein et attacher le chariot vide au robot.

Le processus (**figure 8**) nous donne une autre entrée pour les scénarios que nous allons effectuer cela consiste en le temps de transport et de déchargement. Le temps de transport entre CST et le stock (aller-retour) dépendra de la combinaison qui va être choisie .Donc, à chaque fois nous allons l'estimer en fonction des longueurs des chemins et la vitesse moyenne du robot; le temps de prise et dépôt des câbles pour le déchargement ne sera pas pris en considération dans les scénarios puisqu'il est effectué en parallèle avec le chargement, et cours avec le temps de chargement donc il ne va pas affecter sur le cycle.

Après avoir réunir ces données nous aurons besoins d'une dernière donné , c'est que nous aurons une filiste qui va s'en charger du chargement des câbles sur le chariot et une deuxième qui va s'en charger du déchargement des câbles .

1. Scénarios 1 : Zones (A-B et C-D), (A-C et B-D) et (A-D et B-C)

D'après la figure 7, il est évident que la combinaison AB-CD aura des résultats non voulues en la comparant avec (AD-BC) ou (AC-BD) puisque les 2 zone (C et D) coupent beaucoup plus que les zones A et B, de plus, si nous allons suivre cette combinaison, l'AGV va traverser des grandes distances lors de la manutention.

La figure 9 nous montre les chemins de parcours dans le cas où nous choisissons AB-CD ou AD-BC.

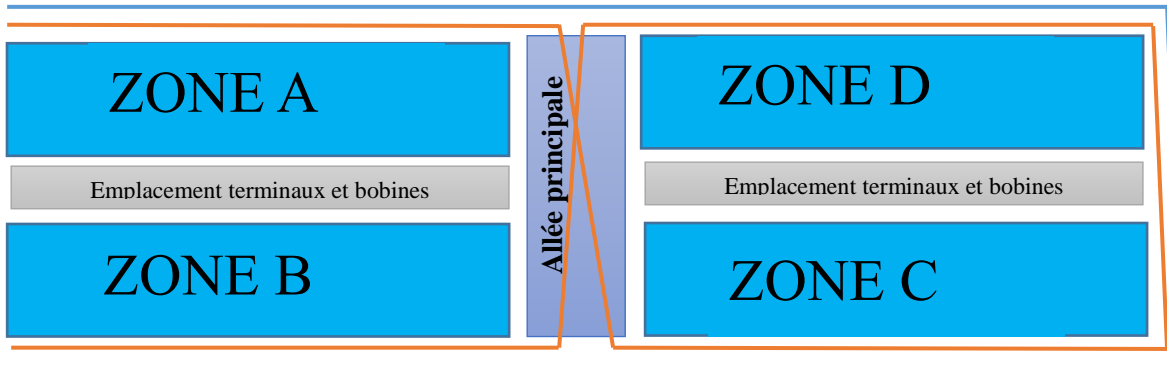


Figure 9: Chemins parcourus selon les combinaisons choisies

D'après la figure 9, la différence entre les couples (AD-BC) et (AC-BD) se trouve dans le chemin traversé par l'AGV.

Si nous choisissons AD-BC, (chemin orange) l'AGV va parcourir une distance plus grande, et il va traverser l'allée principale. Ce qui n'est pas permis pour des raisons de sécurité.

➤ Pour la combinaison de deux zones nous choisissons le couple (AD, BC)

Si Nous commençons le chargement 10 min après le début de la production nous aurons à charger 37 bouquets de câbles en 2,61min dans la zone A puis 86 bouquets en 5,16 min dans la zone D, Il faut compter ensuite 1,4 min de transport et démontage avant de venir dans les zones BC pour charger en 5,96 min une quantité de 102 bouquets produits en 19,17 min en C puis une quantité de 92 bouquets produits en 25,13min en B et ça va prendre une durée de 5,46 min . Ensuite il faut ajouter 4 minutes pour transport et démontage, donc, après 34,49min le 3^{ème} cycle va débiter, il sera chargé dans A, il va charger en 4,81min une quantité produits en 21,88 min soit 81 bouquets puis dans D, il va charger en 8,16min une quantité de 147 bouquets produite en 21,53 min. Après le chargement de D il faut compter une durée de 1,4 min pour démontage et transport pour débiter le 4^{ème} cycle après 48,87 min. il va charger en 7,2min une quantité de 127 bouquets produits en 23,73 min en C avant de charger en B en 5,46min une quantité de 94 bouquets produite en 25,57 min. Il faut rajouter en suite une durée de 4min pour transport et démontage. Après 65,52min on va arriver au 5^{ème} cycle il sera chargé dans la zone A, il va charger en 5,61min une quantité de 97 bouquets produits en 26,22 min et il va charger en D en 8,9min une quantité de 160 bouquets produits en 23,67min.

Donc, la capacité du chariot du robot sera entre 123 et 250 bouquets

La zone évolue comme il est présenté dans la figure suivante :

cycle et zones	1 ^{er} cycle AD	2 ^{ème} cycle CB	3 ^{ème} cycle AD	4 ^{ème} cycle CB	5 ^{ème} cycle AD
Quantité transportée (bouquet)	123	194	227	221	250

Tableau 7: Évolution des nombre de bouquet par cycle

2. Scénario 2 : Zones A-B-C-D

Pour cette répartition, le nombre de bouquets à transporter dépendra de l'ordre de passage du robot dans les différentes zones. Pour cela nous allons définir l'ordre du passage selon le chemin qui ne permet pas des retours et des gaspillages du temps. Nous classons les zones de la manière suivante : **D, A, B, C**. Si nous commençons le chargement 10 min après le début de la production, en 4,26 min le chariot du robot sera chargé avec 68 bouquets dans la zone D puis passe dans la zone A ou il va charger en 3,45 min 53 bouquets (produits en 14,26 min). Ensuite après un temps de transport de 1,5min, il sera chargé avec 70 bouquets (produits en 17,71 min) dans la zone B en 4,31 min et enfin il sera chargé avec 125 bouquets (produits en 23,52 min) en 7,1 min dans la zone C ; **ce qui nous fait un total de 316 bouquets de câbles chargés en 19,1 min pour un cycle de 23,6 min**. Avec un temps de TR de 1 min le robot effectuera le chargement du 2^{ème} cycle qui va commencer à la 32^{ème} minute en suivant le même ordre de passage que précédemment (**D, A, B, C**). le robot commencera par la zone D et chargera une quantité de 131 bouquets ,produits en 17,33min en 7,43min, puis passe à la zone A pour charger 86 bouquets(produits en 39,02 min) en 5,10 min et ensuite, après 1,5min, il passe à la zone B pour charger 88 bouquets (produits en 45,62 min) en 5,2 min et passe enfin à la zone C pour charger 119 bouquets (produits en 50,82 min) en 6,79 min ; **Ce qui nous fait un total de 424 bouquets chargés en 24,52 min pour un cycle de 29,02 min**.

Alors la capacité du chariot du robot sera entre 316 et plus que 400 bouquets de câbles.

3. Scénario 3 : Les zones (BCD)-(ACD)-(ABD)-(ABC)

La figure suivante présente les quantités produites par combinaison de zones :

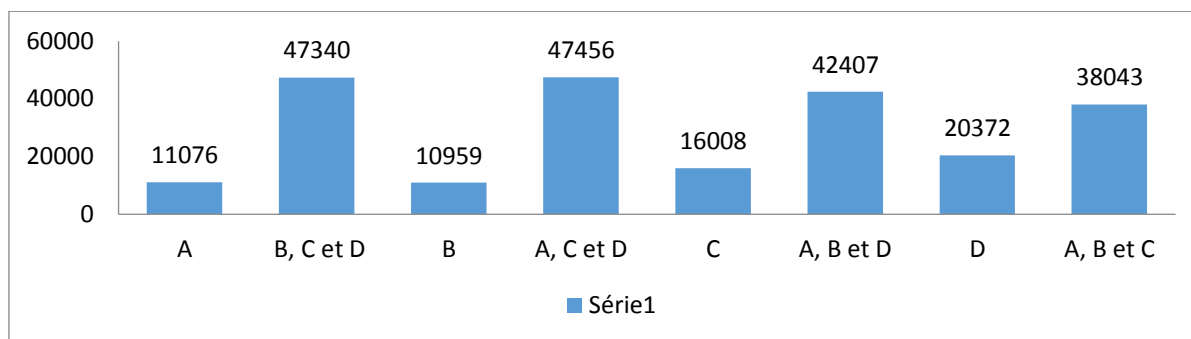


Figure 10:Quantités produites en combinant de zones

La zone A produit 4 fois moins que les zones BCD, la méthode que nous allons utiliser consiste à charger les câbles en suivant cet ordre entre les zones (BCD), (ACD), (BAC) et (DAB). Commençons le 1^{er} cycle par (BCD) avec l'ordre BCD, supposons que le chargement va commencer 10 min après le début de la production. Dans ce cas le robot va charger 137 bouquets en 2,5 min dans la zone B, puis passe dans la zone C pour charger une quantité de 68 bouquets (quantité produits en 12,5 min) en 4 min et ensuite passe dans la zone D pour charger 112 bouquets (produits en 16,5 min) en 6,9 min avec le temps de TDR qu'est de 6 min, **on aura chargé en 13 min 215 bouquets pour un cycle de 19 min.** Pour le 2^{ème} cycle (ACD) nous allons charger en 6,6 min 107 bouquets (produits en 29 min) dans la zone A, puis charger dans la zone C 125 bouquets (produits en 23,5 min) en 7,7 min et 185 bouquets (produits en 27,2 min) en 11min ; **ce qui nous donne un total de 417 bouquets chargés en 26 min pour un cycle de 32 min.** Le 3^{ème} cycle (BAC) commence donc à la 61^{ème} minute, et donc le robot va charger en 11,5 min 188 bouquets (produits en 51 min) dans la zone B, puis 161 bouquets (produits en 43,5 min) en 10 min dans la zone A et en 15,5 min 251 bouquets (produits en 47 min) dans la zone C ; **Ce qui nous fait un total de 600 bouquets de câbles charger en 37 min pour un cycle de 43 min.**

Alors la capacité du chariot du robot sera entre 220 et 600 bouquets de câbles.

Afin qu'on puisse trouver la bonne combinaison nous allons comparer la quantité de câbles transportée dans les cycles simulés par la quantité produite dans toutes les zones et dans le même temps des cycles, le tableau suivant nous montre les résultats de cette comparaison.

Combinaison	Quantité produite	Quantité transportée	Différence entre quantité produite et quantité transportée	Quantité moyenne transportée par cycle	Difficulté : chemin, distance parcourue	Choix
(AD et BC)	857	765	92 (1)	203 (1)	facile	1
(D, A, B, C)	885	740	145 (3)	370 (2)	moyen	2
(BCD), (ACD), (BAC) et (DAB)	829	734	95 (2)	387 (3)	difficile	3

Tableau 8: Récapitulatif des résultats

- la meilleure combinaison est (AD et BC). Elle permet de transporter une bonne quantité de câbles en suivant un simple chemin avec une charge minimale sur les chariots.

- En comparant les quantités moyennes des câbles transportés par cycle, on en déduit que la combinaison (**AD et BC**) est la meilleur car elle transporte le minimum de câbles ce qui implique une charge minimale sur les chariots par rapport aux autres combinaisons.
- La combinaison (**AD et BC**) est moins difficile coté taches.
- La combinaison choisit est (AD, BC), Cependant pour transporter toute la quantité produite à temps, nous devons améliorer les temps pour diminuer le cumule.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de mesurer, analyser les données existantes du processus avant l'implantation, ce qui va nous aider par la suite de concevoir des chariots répondants aux besoins et de bien proposer le nouveau processus de manutention.

Chapitre III :

Conception des chariots de manutention

*Ce chapitre expose la conception des chariots qui vont s'attacher au robot de manutention
'AGV'*

I. Analyse fonctionnelle

1. Introduction

D'après la norme AFNOR X50-150 : " l'Analyse Fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions ". On transforme d'abord les besoins en fonctions, ce qui permet de tenir compte de la voix du client tout au long de la conception sans pour autant être influencé par des solutions potentielles. Ensuite, on détermine davantage les fonctions de base et de contrainte du produit, souvent non exprimées par le client.

2. Expression du besoin par le diagramme de Bête à corne

Le diagramme de bête à corne exprime le besoin du département de production, il est présenté par la figure suivante :

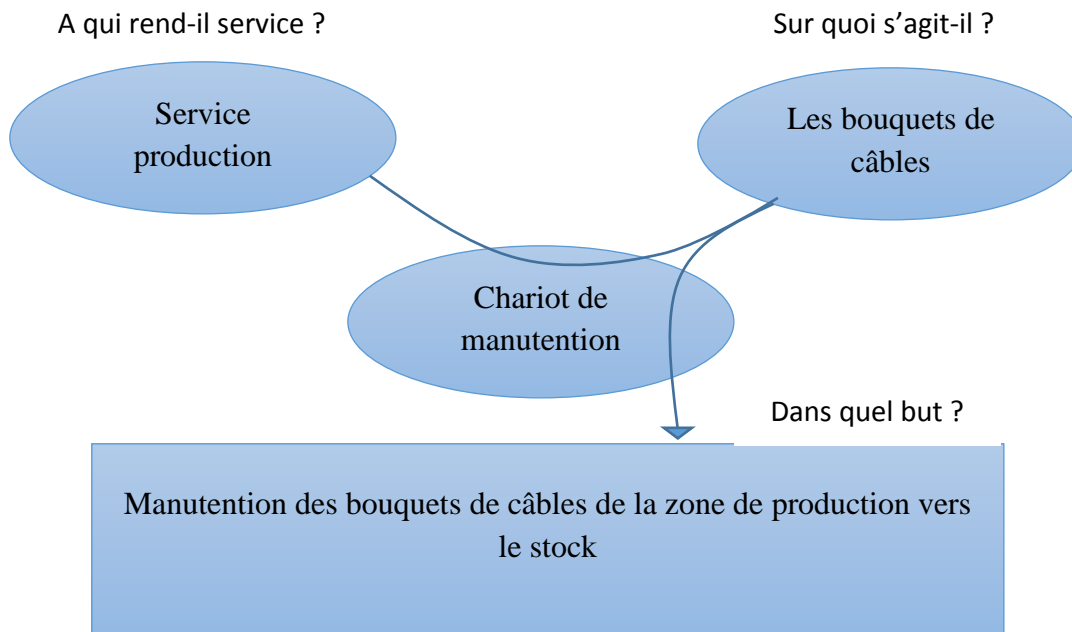


Figure 11:Diagramme bête à corne

3. Recherche des fonctions

La recherche des fonctions constitue la phase base de l'analyse fonctionnelle. Pour rechercher les fonctions du présent projet, nous allons utiliser la méthode RESEAU. [1]

R: La Recherche Intuitive des fonctions.

E: Examen de l'environnement (méthode des interacteurs).

S: Sequential Analysis of Functional Element (SAFE).

E : Examen des efforts et des mouvements.

A : Analyse d'un produit de référence.

U : Utilisation des normes et des règlements.

Nous allons adopter R, E, S et le E de la méthode RESEAU.

a. Fonctions intuitives

A l'aide d'un Brainstorming effectué avec l'équipe du travail, nous présentons les fonctions brutes trouvées par une recherche intuitive.

- Transporter des bouquets de câbles avec finesse.
- Être léger.
- Être facile à charger.
- Être simple à manipuler.
- Garder la stabilité.
- Avoir un encombrement minimum.
- Garantir la qualité du transport.
- Respecter l'espace du travail.
- Assurer la rapidité.
- Etre simple à maintenir.

b. Examen de l'environnement

Le diagramme de Pieuvre, ci-dessous, nous présente les fonctions d'interactions :

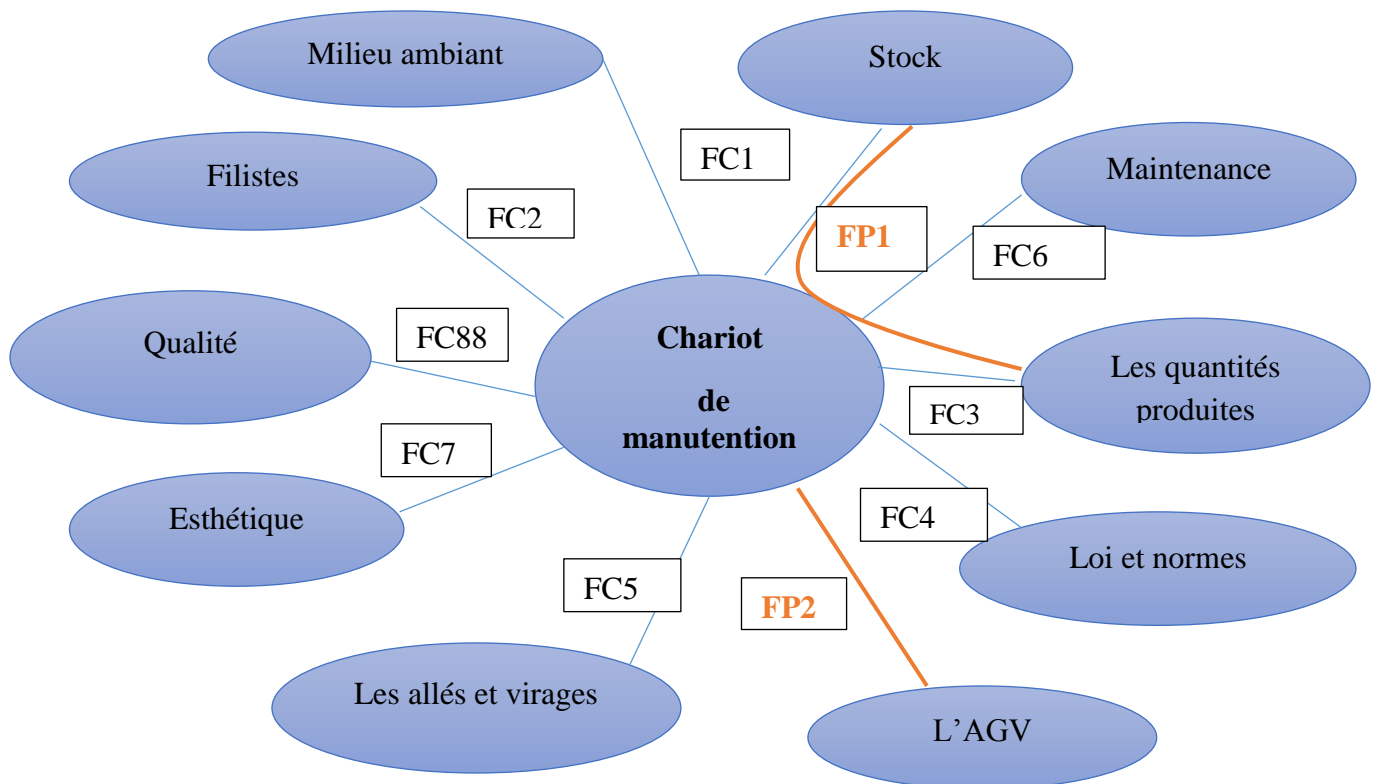


Figure 12: Diagramme de Pieuvre

Le tableau 9 décrit les fonctions contraintes ainsi que les fonctions principales présentées par le diagramme de Pieuvre (Figure 12).

Contrainte	Fonction
FP1	Assurer le chargement des produits et leur transport vers le stock
FP2	Etre adaptable avec l'AGV
FC1	Résister au milieu extérieur
FC2	Etre adaptable à la taille des filistes
FC3	Avoir l'espace pour prendre toutes les types des bouquets
FC4	Respecter les normes et les lois du secteur industriel (sécurité, 5S,...).
FC5	Respecter les largeurs des allées
FC6	Facile à entretenir
FC7	Etre esthétique.
FC8	Assurer la bonne qualité des bouquets lors du trajet et manutention

Tableau 9: Fonctions d'interaction avec le chariot

c. Sequential Analysis of Functional Element (SAFE)

La méthode SAFE consiste à trouver les fonctions du chariot par l'analyse des étapes d'utilisation normales de ce dernier et d'essayer d'en tirer des fonctions, le tableau suivant présente l'analyse SAFE effectuée.

Actions séquentielles identifiées	Fonctions trouvées
montage des chariots	-montage simple et rapide entre les 2 chariots -montage facile avec l'AGV
La filiste charge les bouquets sur le chariot	-Minimiser le temps de chargement.
L'opérateur décharge le chariot	-Réduire le temps du déchargement.
L'AGV fait son trajet le long de la chaîne en guidant le train des chariots	-Etre fluide et de capacité suffisante. -Garder la qualité des articles transportés.
Démontage des chariots	- démontage facile et sécurisé
Répétition du trajet	-Assurer la fiabilité et la rapidité.

Tableau 10: Analyse SAFE

d. Examen des efforts et des mouvements

L'Examen des efforts consiste à imaginer des changements ou des contraintes puis les traduire en fonctions.

Effort /Contrainte	Fonction contrainte
Une charge importante est appliquée sur le système.	Résistance importante et le bon choix des roues
Apparition d'un obstacle	Utilisation des pare-chocs.
En cas d'incendie	Ne pas contenir des produits inflammables.
Sécurité des filistes	Des pièces de liaison entre les chariots assurant la sécurité.

Tableau 11:Examen des efforts et des mouvements

4. Diagramme FAST

Le diagramme FAST : permet de décomposer chaque fonction de service en fonctions techniques, qui peuvent elles-mêmes se décomposer en fonctions techniques. La figure 13 présente le diagramme FAST que nous avons trouvé .

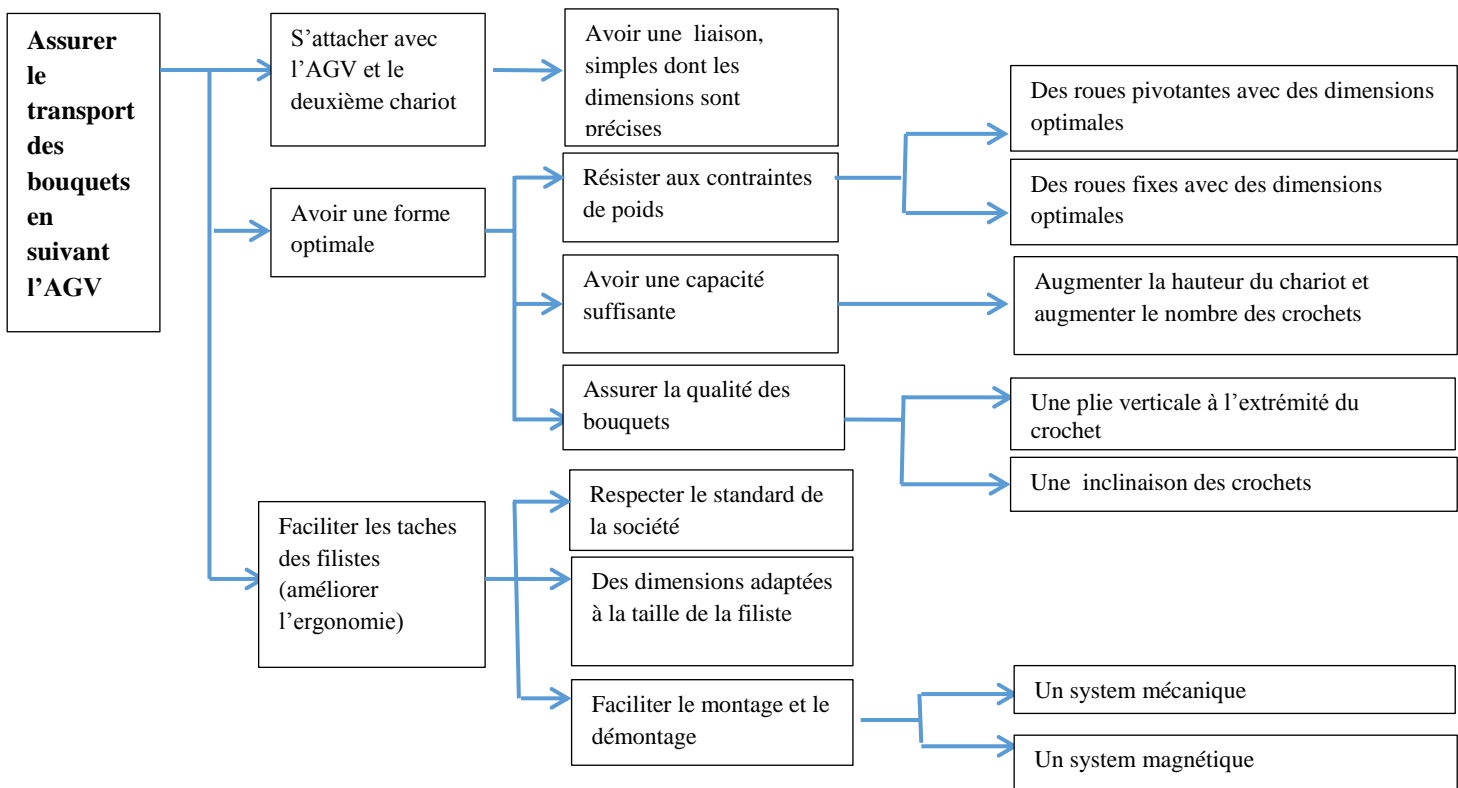


Figure 13: Diagramme FAST

II. Conception des chariots de manutention sous l'environnement Catia :

En se basant sur l'analyse fonctionnelle, nous avons pensé à plusieurs types de chariots tout en respectant l'ensemble des fonctions principales, contraintes et techniques. Les vues d'ensembles sont dans l'annexe 17.

La figure suivante présente la conception des chariots en mode train.

Figure 14: Chariots sous l'environnement CATIA



- L'inclinaison des crochets va empêcher les bouquets de tomber .
- Dans chaque chariot les deux roues en avant sont pivotantes alors que les autres sont fixes.
- Chaque chariot dispose de trois étages, dans chaque étage nous avons 6 crochets. Chaque crochet prend 10 bouquets en moyenne (puisque les bouquets se différencient dans leurs volumes) et donc nous aurons une capacité C définie comme suit :

$$C = \text{nombre des chariots} * \text{nombre d'étages} * \text{nombre des crochets} * \text{capacité de chaque crochet}$$

$$C = 2 * 3 * 6 * 10 = 360 \text{ bouquets}$$
 ce qui est suffisant aux résultats trouvés précédemment.
- Nous avons pris en considération le pourcentage et diamètre maximal des bouquets de câbles de petite section dans la conception :

- D'après MLS 78% des bouquets ont des sections petites (diamètre allant de 22cm à 28cm), nous avons donc, conçu deux étages pour ce type de câbles.
- La distance occupée par l'étage 3 est de 50 cm puisque les bouquets de grande section ont des diamètres allant de 40 jusqu'à 46cm.

1. Validation du matériau

La mise en place des chariots nécessite des profilés rigides qui sont utilisés tout le temps. L'utilisation de l'Acier (Acier de construction non allié) dans la conception était une exigence de l'entreprise puisqu'elle dispose d'un service de soudage intégré dans l'équipe du service dynamique time et l'équipe d'amélioration.

A l'aide de l'atelier 'Generative Structural analyses' en « Analyse and Simulation », sous l'environnement de Catia, nous avons pu simuler les efforts de poids appliqués par les bouquets sur un crochet afin de voir le comportement du crochet. La figure 15 nous présente une illustration de la simulation.

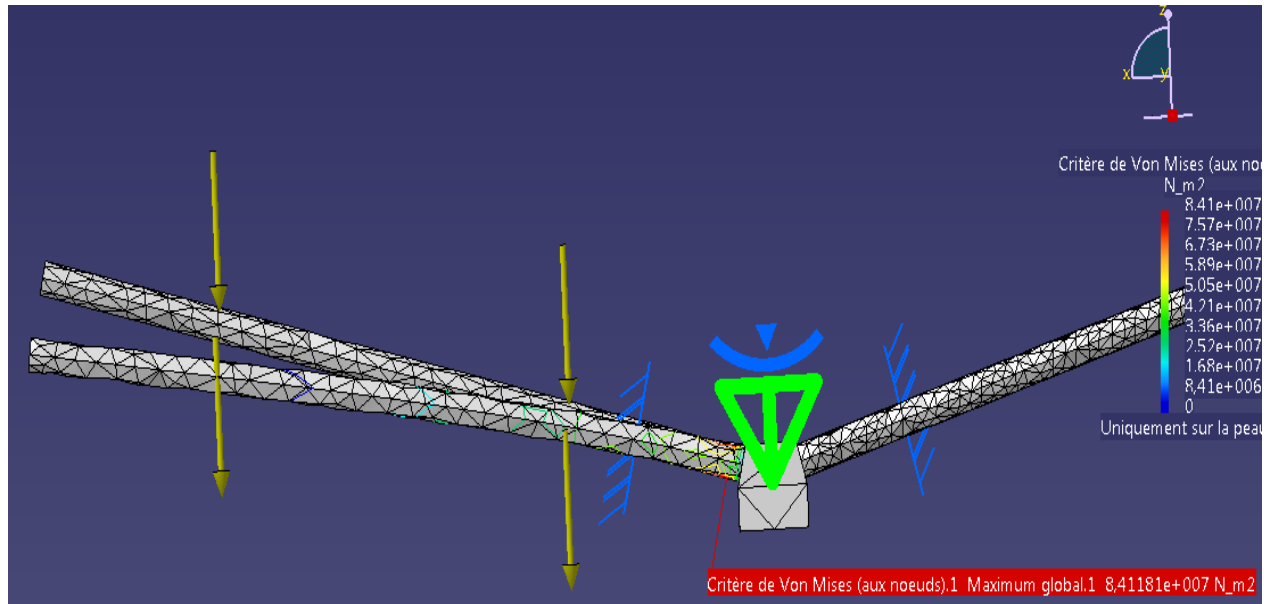


Figure 15: Déformation du crochet par application des efforts

La masse maximale est 18 Kg, donc le poids $\vec{P} = -180 \vec{z}$. Le torseur statique est :

$$\{T\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -180 & 0 \end{Bmatrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

La contrainte maximale de Von Mises égale 84,12 MPa alors que la limite d'élasticité de l'acier est $Re=235$ MPa qui est très supérieure à la contrainte maximale de Von Mises ce qui valide le choix de l'Acier.

2. Choix des roues

La figure suivante présente plusieurs types de roues que nous pouvons utiliser par la suite :

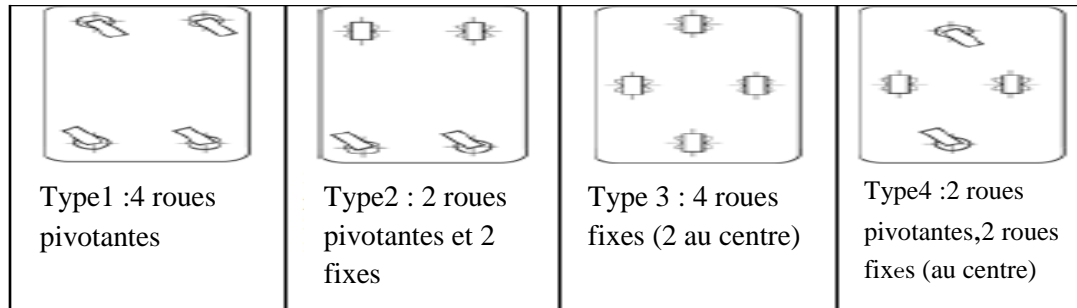


Figure 16:Type et emplacement des roues

Pour une grande stabilité et une bonne maniabilité dans les manutentions des moyennes et fortes charges sur des chariots de moyenne longueur, nous choisissons le type 2 :



Figure 17: Deux Roues pivotantes et deux fixes

Les deux roues pivotantes doivent être montées en avant.

2.1 Dimensionnement des roues :

Afin de déterminer la roue appropriée à chaque besoin, il faut prendre en compte la charge à vide de l'équipement même, la charge maximale à transporter ainsi que le nombre de roulettes devant supporter la charge.

C: capacité de charge requise pour chaque roue ou roulette

P: Masse de l'équipement de transport

M: charge maximale

N: nombre de roues ou roulettes appliquées

S: facteur de sécurité

$$C = \frac{P+M}{N} * 1,5 \quad [2]$$

Application numérique :

La masse maximale d'un chariot en Acier est 22,5Kg, alors que la masse de tous les bouquets que peut prendre le chariot est 200 Kg.

Le nombre de roues est 4.

Nous prenons le facteur de sécurité $S = 1,5$.

$$C = \frac{22,5 + 200}{4} * 1,5 = 83,25 \text{ Kg}$$

D'après le catalogue Blicklé [3] nous obtenons les dimensions montrés dans la figure suivante :



Swivel castors	Fixed castors	Swivel castors with 'stop-fix' brake	Wheel Ø [mm]	Tyre width [mm]	Load capacity [kg]	Bearing type	Total height [mm]	Plate size [mm]	Bolt hole spacing [mm]	Bolt hole Ø [mm]	Offset swivel castor [mm]
L-VW 125R	B-VW 125R	L-VW 125R-FI	125	37.5	50	Roller bearing	150	100 x 85	80 x 60	9	40
L-VW 162R	B-VW 162R	L-VW 162R-FI	160	40	70	Roller bearing	195	140 x 110	105 x 75-80	11	60
L-VW 202R	B-VW 202R	L-VW 202R-FI	200	50	100	Roller bearing	235	140 x 110	105 x 75-80	11	65
L-VW 252R-3	BH-VW 252R	*	250	60	160	Roller bearing	295	140 x 110	105 x 75-80	11	77
L-VW 260R	B-VW 260R	*	260	85	200	Roller bearing	308	175 x 175	140 x 140	15	78
			260	85	200	Roller bearing	308	220 x 120	190 x 75	15	

Figure 18: Dimensions des roues selon la capacité de charge

3. Liaison entre les chariots

Nous avons conçu une liaison qui va faciliter le montage et le démontage des deux chariots. La figure suivante présente cette liaison.

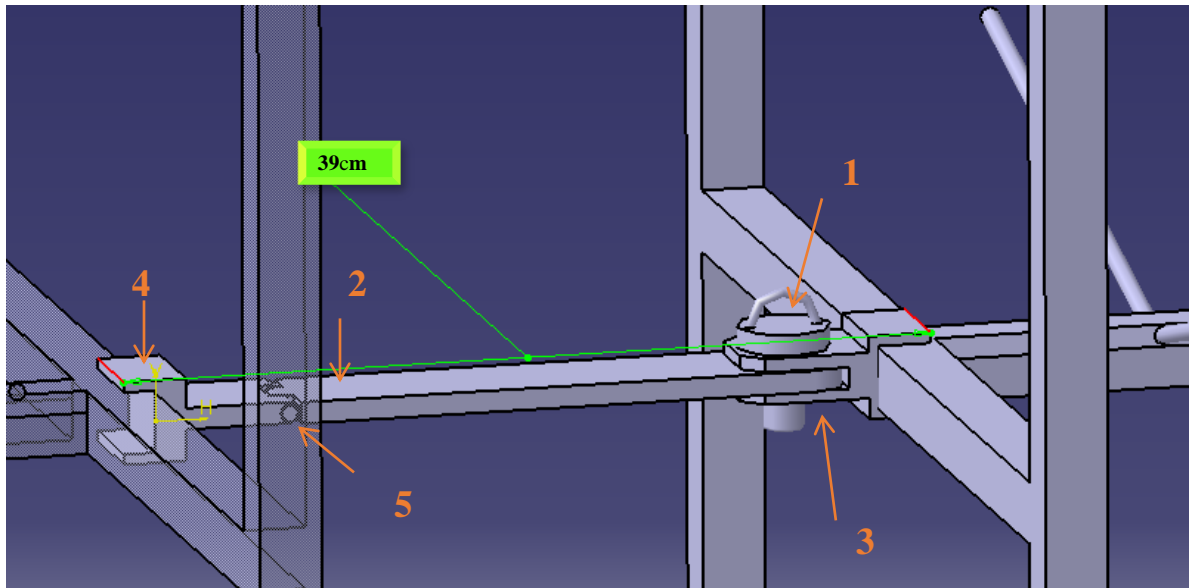


Figure 19: Liaison entre les chariots

La figure 19 nous montre les composants de la liaison entre les deux chariots.

- Les pièces 3 et 4 sont fixées sur les deux chariots.

- Selon le standard la distance entre les deux chariots est $D = (Largeur\ du\ chariot/2) + 5cm$, dans notre cas la largeur est 68cm donc $D= 39cm$
- La pièce numéro 1 assure le montage du bras 2 sur le bras 3.
- La pièce 5 assure la liaison pivot entre 4 et 2. L'objectif de cette pièce est de faire pivoter le bras 2 après le démontage des deux chariots pour des raisons de sécurité de la filiste. Après le démontage de la pièce 1, la pièce 2 pivote en bas par gravité et nous avons rajouté en bas un aimant magnétique pour qu'il fixe ce bras. La figure 20 nous montre une illustration du bras 2 après démontage.

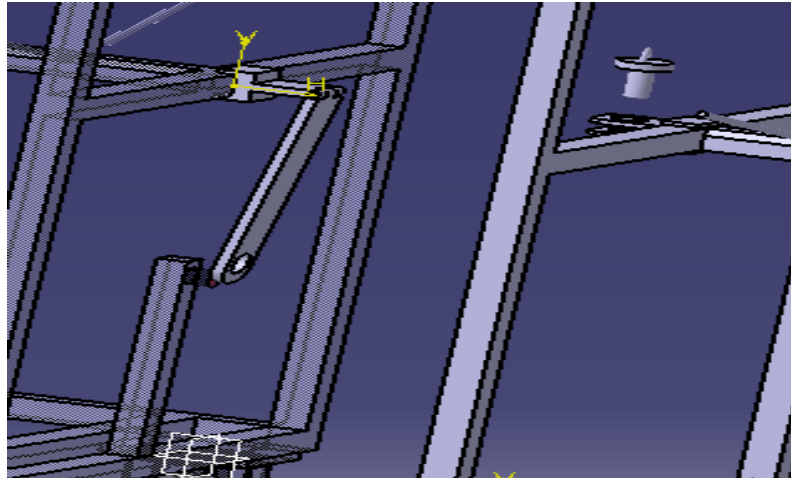


Figure 20: Liaison après démontage

III. Réalisation des chariots :

La figure suivante nous présente la réalisation de la liaison entre les deux chariots:



Figure 21: Liaison réalisée

La figure 22 montre les chariots fabriqués.



Figure 22: Chariots réalisés

Conclusion :

Ce chapitre a présenté la partie qui traite la conception et la réalisation des chariots qui vont s'attacher à l'AGV. Ce qui va nous aider par la suite à proposer le nouveau processus de manutention et planifier l'implantation du robot.

Chapitre IV:

Implantation du robot de manutention 'AGV'

Ce chapitre sera consacré à la description du nouveau processus après l'implantation. Il va traiter également les améliorations proposés et un calcul des gains en termes de temps et coût.

I. Description de l'AGV

L'AGV (Automatic guided Vehicle) ; véhicule à guidage automatique ou véhicule autoguidé est un robot qui se déplace de façon autonome sans l'intervention humaine, c'est un suiveur de ligne magnétique, Il se compose de 2 grandes familles d'éléments :

- les éléments de solution : manutention des charges, transport des charges, management et sécurité.
- les éléments de technologie : contrôle du trafic, routage & navigation, communication, pilotage & énergie, dispositifs de manipulation des charges et système de sécurité.

La figure ci-dessous présente un AGV sur le terrain :



Figure 23: AGV sur le terrain de l'entreprise

Le tableau suivant décrit notre AGV en termes de dimensions et contraintes

Méthode de guidage : induction magnétique	La masse maximale à tracter : 500 kg
Vitesse: 10m/min. à 50m/min.	Voltage 24Vdc (une batterie qui dure 12h en fonctionnement)
Longueur : 1m	Largeur : 66cm

Tableau 12: Caractéristiques de l'AGV

II. Taches effectuées par les kitters avant et après l'implantation de l'AGV

Avant l'implantation de l'AGV, les taches sont effectuées par une filiste dans chaque zone, en séries c.à.d. l'une après l'autre alors que la kitter de chaque zone prend le temps de faire toutes les tâches suivantes :

- **Lors du Chargement**
 - Tri des bouquets par date et destination.

- Vérification de la conformité des cups de protection.
 - Prise et dépôt des bouquets.
 - Le guidage du chariot pour le déchargement.
- **Lors du déchargement**
 - Tri des bouquets dans les chariots destinés.
 - Prise et dépôt des bouquets.
 - Le retour vers les zones de la production.

Après l'implantation de l'AGV, Les taches effectuées se divisent en deux parties. Les deux parties se déroulent presque dans le même temps, puisqu'on va affecter une kitter au chargement et une autre au déchargement. Ces taches sont :

- **Lors du Chargement**
 - Taches en absence du robot :
 - Tri des bouquets par date et destination.
 - Vérification de la conformité des cups.
 - Taches en présence du robot :
 - Prise et dépôt des bouquets.
 - Montage des chariots vides.
- **Lors du déchargement**
 - Taches en absence du robot
 - Tri des bouquets par date et destination
 - Prise et dépôt des bouquets.
 - Préparation des chariots pour le prochain cycle.
 - Taches en présence du robot
 - Démontage des chariots pleins et montage des chariots vides.

La figure 24 montre l'enchaînement de toutes les taches dans le nouveau processus de manutention.

Etant donné que le nouveau processus est divisé en deux parties qui se déroulent en parallèle, nous avons proposé d'affecter une filiste à chaque partie.

Une modélisation de processus par les réseaux de pétri est effectuée au moyen du logiciel CPNTools, pour s'assurer de la suffisance des ressources.

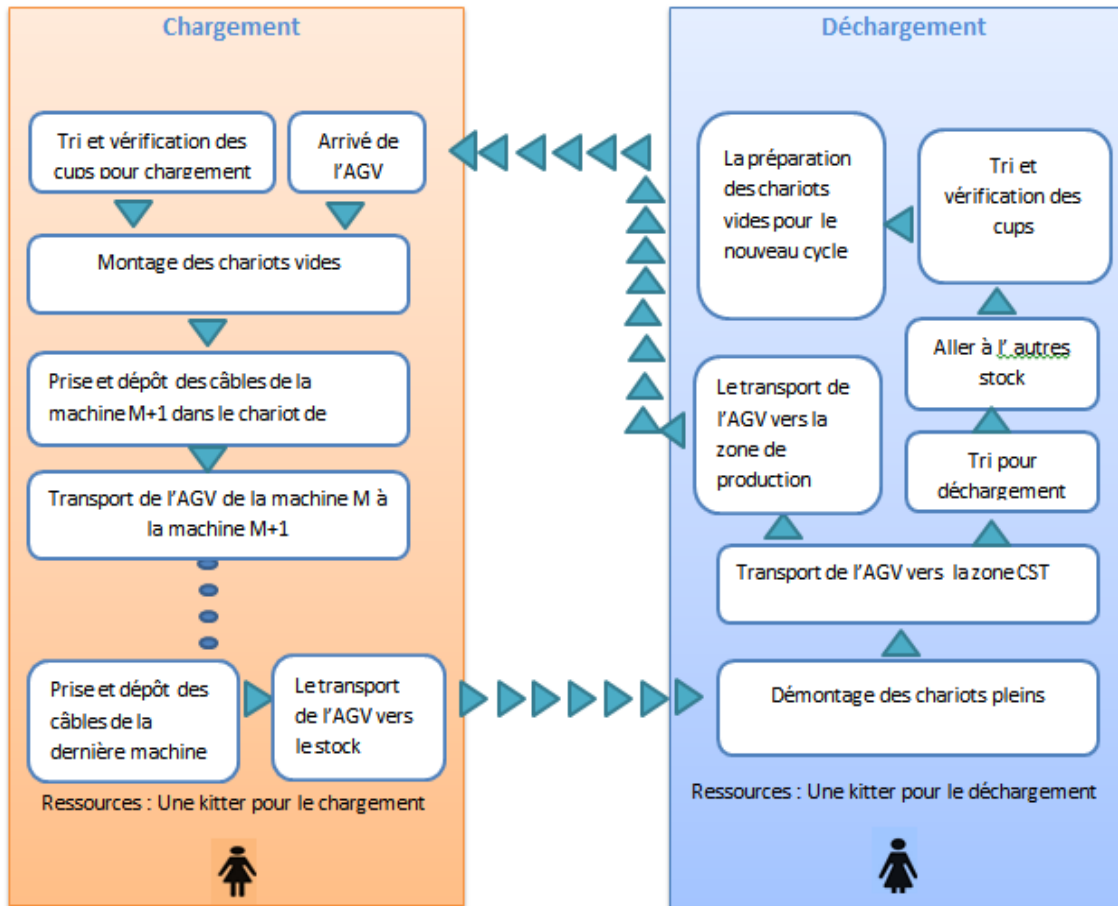


Figure 24: Enchaînement des tâches après l'implantation de l'AGV

III. Le choix du chemin optimal de manutention

D'après les résultats du suivi temporel effectué, ainsi que l'analyse de production, nous avons trouvé que :

- ✓ la meilleure combinaison pour la manutention est de passer par les deux zones A et D, puis les deux autres zones B et C.
- ✓ Il faut avoir deux chariots liés entre eux à la place d'un grand chariot pour gagner de l'espace et pour diviser les poids des bouquets de câbles sur les deux chariots.
- ✓ Il faut monter et démonter les deux chariots (train des chariots) de l'AGV pour ne pas perdre le temps, et pour passer du processus continu en deux processus en parallèle.

Avec le logiciel FlexSim nous avons effectué une animation de la zone lead-Prep après l'implantation de l'AGV. L'annexe 18 illustre un abstrait d'utilisation du logiciel FlexSim

La figure suivante nous montre une illustration sur le processus après l'implantation

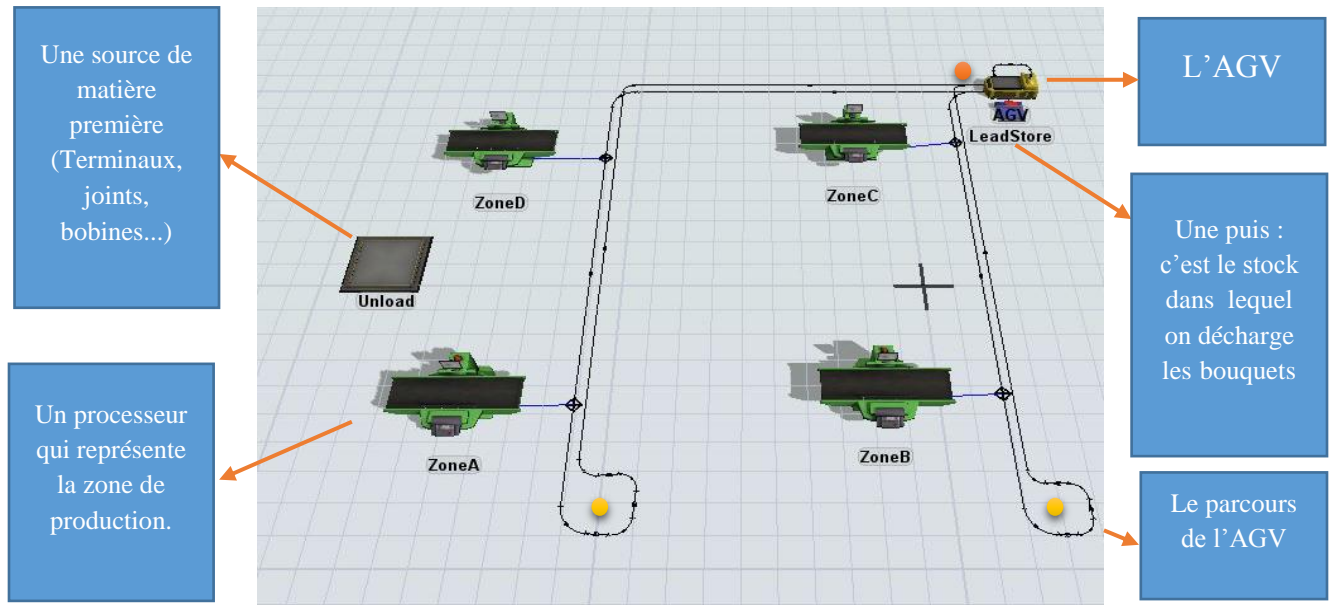


Figure 25: Illustration sur le chemin choisi

En premier temps l'AGV part vers les zones A et D (point jaune), la filiste monte les chariots vides et charge la production de ces zones dans les chariots de l'AGV. Ensuite l'AGV part pour décharger dans le stock (point rouge). La filiste du déchargement assure le démontage des chariots pleins et finalement l'AGV part sans chariots vers le point jaune et tourne pour que la filiste du chargement peut monter des chariots vides et charger la production de la zone B et C. Sur ce point le cycle de manutention termine.

IV. Modélisation du nouveau processus avec les réseaux de pétri

1. Abstrait sur les réseaux de pétri

Parmi les outils que nous disposons pour modéliser notre processus, il y a :

- Les Réseau de Pétri: un **RdP** est un modèle mathématique permettant la représentation de systèmes distribués discrets (informatique, industriel), introduit par le mathématicien allemand Pétri en 1962. Il est représenté sous forme d'un graphe biparti orienté. Le graphe représentant les RdPs est constitué d' :
 - ✓ Un ensemble de **places** P qui symbolisent l'état du système et sont représentées par des cercles
 - ✓ Un ensemble de **transitions** T qui symbolisent un événement ou un processus et sont représentées par des traits ou des rectangles

- ✓ **Jetons** : ils représentent les ressources disponibles dans un système, à un instant donné.
- Le logiciel CpnTools : qui nous permettra d'éditer, modéliser et analyser des RdP. Il possède un simulateur. Mise en situation et problématique:

Le processus de manutention après l'implantation nécessitera comme ressources, deux filistes, Une filiste qui va s'en charger du chargement pour les quatre zones et une autre pour le déchargement. La proposition des deux filistes n'est pas issue d'une analyse capacitaire. Alors, la problématique se pose sur la suffisance des ressources.

2. Elaboration du cahier des charges

On se propose de modéliser un processus d'implantation, après dix minutes de production l'AGV arrive à la zone une pour charger les bouquets, avec la disponibilité de la filiste du chargement, l'AGV traverse la zone une et part à la deuxième zone, après le chargement de la deuxième zone l'AGV part au stock. Après l'arrivée de l'AGV au stock de bouquets, la filiste du déchargement démonte les chariots pleins, ensuite l'AGV part vers les deux autres zones de productions.

3. Modèle du processus par RdPs :

La figure 26 présente la modélisation du nouveau processus de manutention par les RdPs :

Avec :

T1 : Déplacement de l'AGV vers la zone CST	P1 : AGV en zone 1 de production
T2 : Montage des chariots	P2 : AGV prêt pour le chargement
T3 : Chargement dans la zone 1	P3 : une partie est chargée
T4 : déplacement vers la zone 2	P4 : AGV dans la zone deux
T5 : Chargement dans la zone 2	P5 : les deux chariots sont chargés
T6 : Déplacement vers le stocke	P6 : AGV dans le stock
T7 : Démontage des chariots pleins	P7 : Chariots démontés
K1 : Disponibilité de la filiste du chargement	
K2 : Disponibilité de la kitter de déchargement	

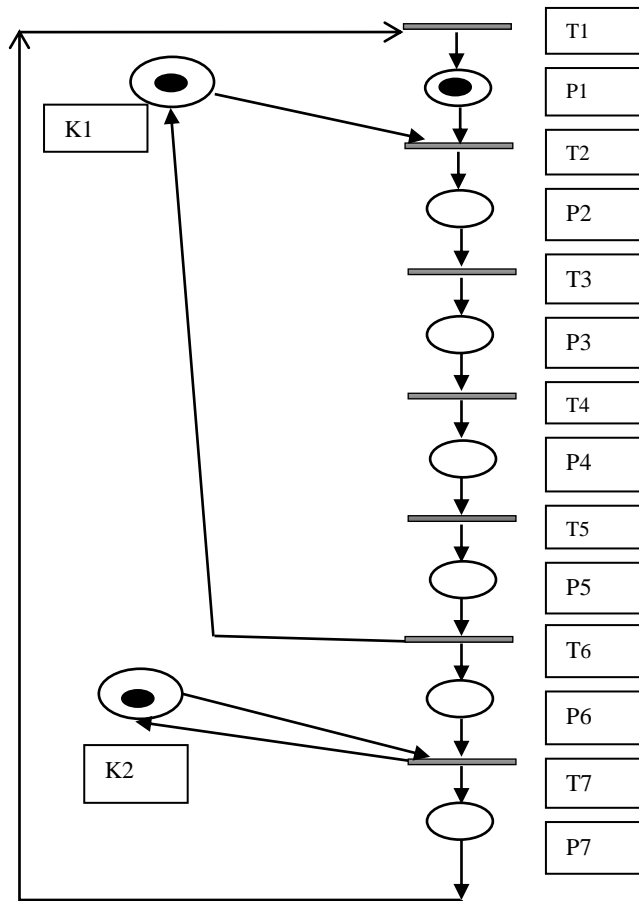


Figure 26: Modèle du nouveau processus par RdPs

4 : Simulation du processus sur CPNTools

Une simulation sur CPN Tools nous a permis de suivre l'ensemble des étapes d'évolution de notre réseau de pétri, on peut suivre le processus de manutention de l'AGV, nous représentant tout de suite un exemple explicatif de la simulation :

La transition T2 (figure 27), qui présente le montage des chariots, étant franchissable à condition que la filiste du chargement soit présente ainsi que l'AGV, donc un jeton présentant l'AGV va vers la place P2. Cette fois ci, T3 est franchissable ce qui traduit la possibilité de chargement dans la première zone donc le jetons passe à P3, puis on aura T4 qui est franchissable qui traduit le déplacement vers l'autre zone, donc le jeton va passer à P4.

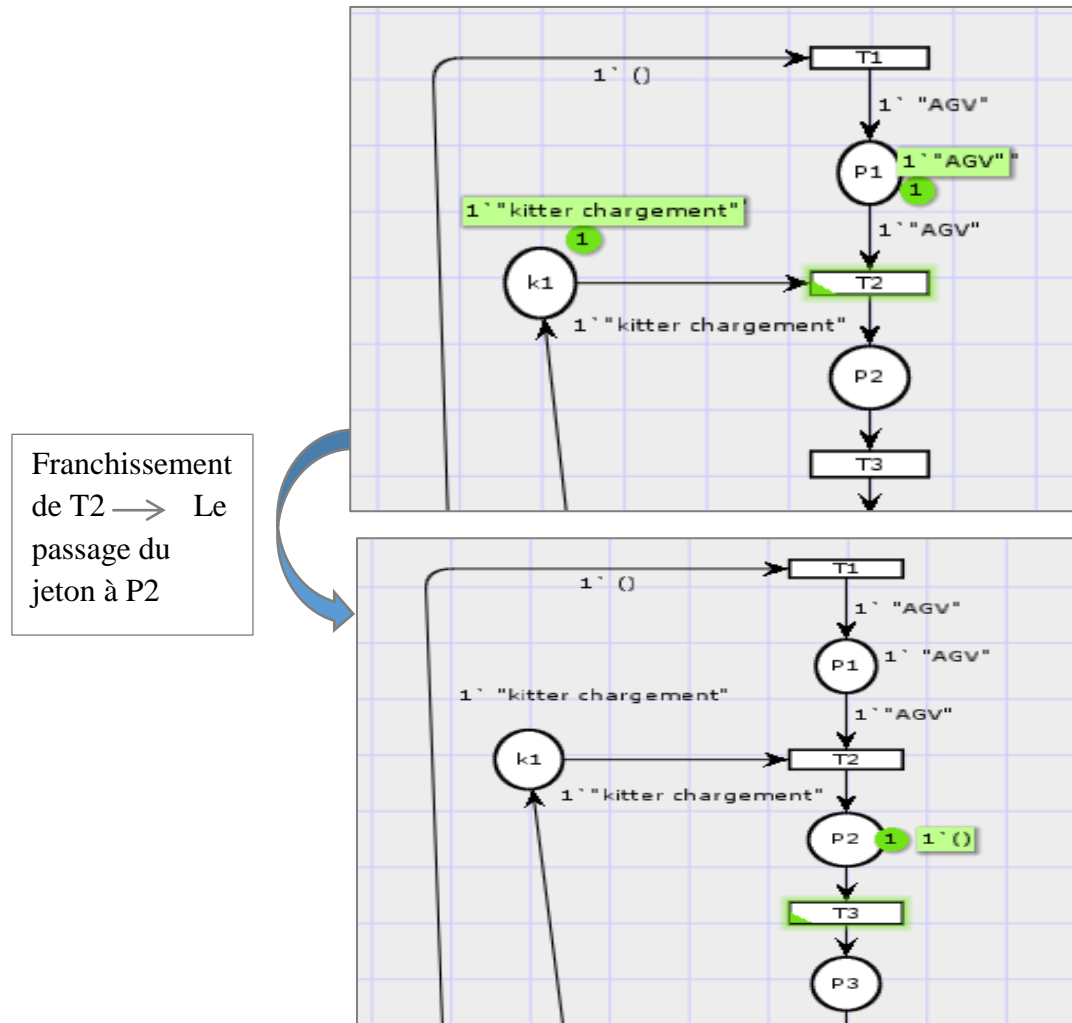


Figure 27: Exécution de la simulation dans CPNTools

Après avoir l'AGV dans la zone 2, T5 est franchissable c.à.d. qu'on peut charger dans la zone 2 et le jeton cette fois ci va passer à P5. T6 est franchissable, on peut procéder au chargement dans la deuxième zone, et le jetons va passer à P6. La disponibilité du jeton à P6 et la disponibilité du jeton à K2, traduites, respectivement, par la présence de l'AGV et de la filiste provoquent le franchissement de T7 (démontage des chariots) et le passage du jeton à P7 ce qui va franchir T1 traduite par l'aller de l'AGV vers une les deux autres zone de production (voir le figure 28).

5. Interprétations sur le model

- ✓ Toute place a au plus une transition en aval donc la structure notre réseau est non conflictuel et par la suite les ressources ne seront pas partagées en même temps.

- ✓ \forall marquage M_i accessible depuis M_0 , \exists une séquence de tirs conduisant à M_0 . donc notre modèle est réinitialisable et donc le cycle de manutention va se répéter sans aucun problème.
- ✓ \forall la transition T_i \exists séquence de tirs passant par T_i , est donc notre réseau est toujours vivant et sans blocage.

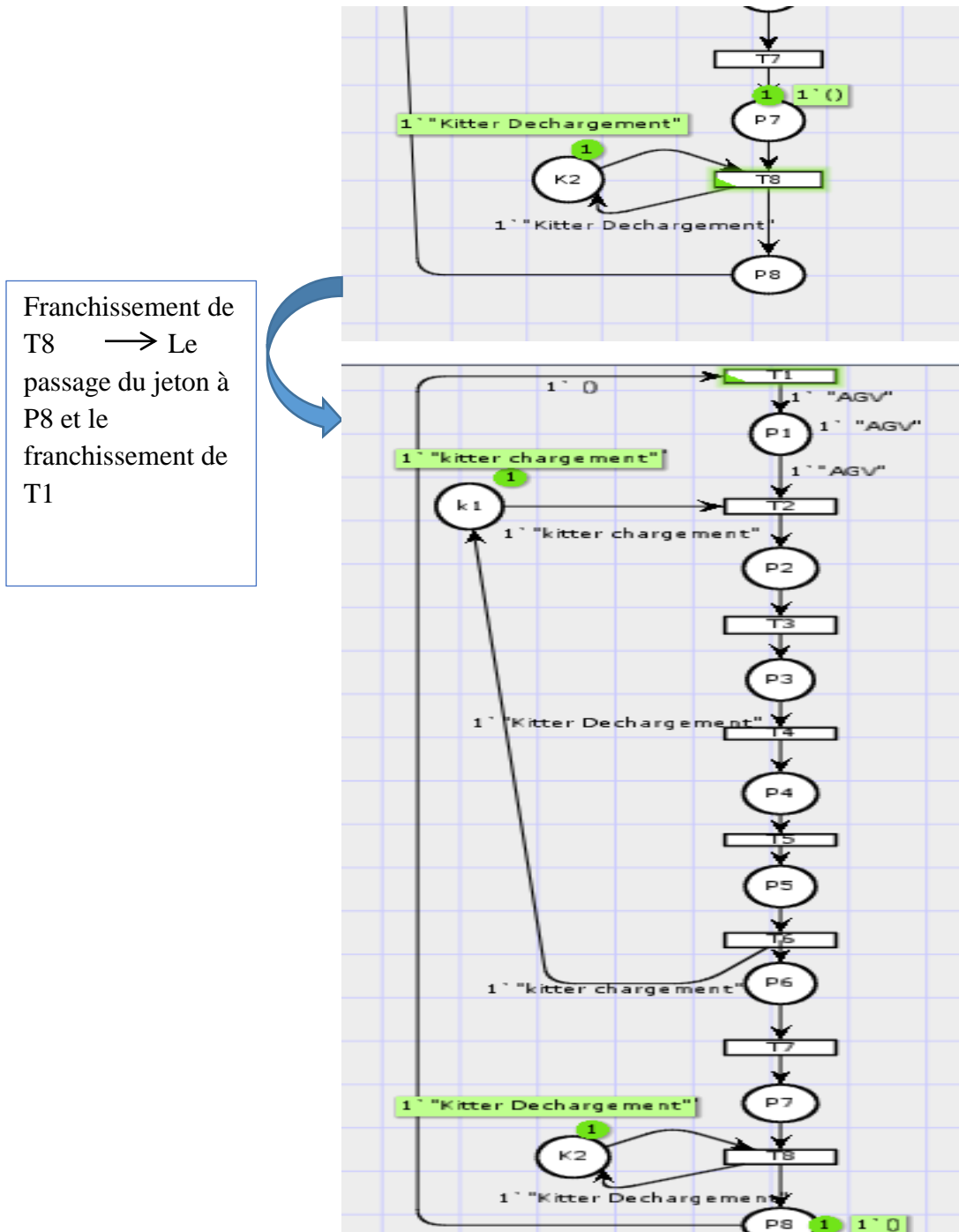


Figure 28: Exécution de la simulation dans CPNTools

V. Réalisation de l'implantation

1. Traçage du tape magnétique

Le tape magnétique est une bande de largeur qui ne dépasse pas 5 cm, utilisée pour contrôler et diriger les systèmes à guidage automatique (AGV). Il est fixé sur le sol et il concerne les projets figés et/ou modifiables.

La figure suivante nous montre la procédure suivie dans la fixation des bandes magnétique sur le terrain de l'entreprise :



Figure 29: Procédure de fixation du Tape

Pour le traçage du tape dans les virages, nous avons suivi la procédure montrée dans les annexes 19 et 20. La figure suivante nous montre les erreurs à ne pas faire lors traçage sur le virage :



Figure 30 : Vérification du standard lors du traçage

L'AGV est guidé à l'aide du tape magnétique, ainsi qu'un ensemble des marques magnétiques qui indique au robot d'arrêter, accélérer, décélérer ou bien tourner. Les marques magnétiques sont des carreaux du tape magnétique, colorés en blanc ou en noir constituant un code à lire par l'AGV lors de son parcours, la figure suivante nous montre la fixation des marques magnétiques.



Figure 31: Marques magnétiques

La distance entre chaque marque blanche et la bande magnétique est 16cm, alors que la distance entre la marque noir est la bande est 13cm. L'ensemble des codes constitués par les marques et leur signification se trouve dans l'annexe 21.

VI. Amélioration du processus de manutention

Dans le cadre de l'amélioration continue, nous proposons encore d'améliorer le nouveau processus de manutention. Cette amélioration consiste à diminuer encore le temps de tri et vérification, nous proposons l'idée d'affecter la tâche du tri aux opératrices-machines. D'après le service logistique, nous avons les informations suivantes :

- l'entreprise travaille sur 5 grandes familles de projets qui sont : CMF1, Main left hand, Main right hand, EngineRoom left hand, et Engine right hand. Leur pourcentage en commande est montré dans le tableau suivant :

Projet	CMF1	Main L-H	Main R-H	Engine L-H	Engine R-H
Pourcentage	31%	20%	18%	17%	14%

Tableau 13 : Pourcentages des projets traités par l'entreprise

Notre idée consiste à identifier par projet des emplacements sur le chariot de production, qui se trouve à côté de chaque machine et sur les chariots attachés à l'AGV. Autrement dit, nous allons diviser les chariots fixes et mobiles en 5 parties, chaque partie va prendre le pourcentage d'un projet. Pour cela, nous proposons de séparer entre ces parties par des couleurs.

L'objectif de l'identification est de permettre à l'opératrice de déposer le bouquet dans l'emplacement correspondant au projet et qui portera la couleur du projet, alors que la filiste du chargement va prendre les bouquets d'un projet et les placer directement dans le chariot mobile dans l'emplacement correspondant au même projet.

Nous détaillons l'ensemble des tâches par la figure 32.

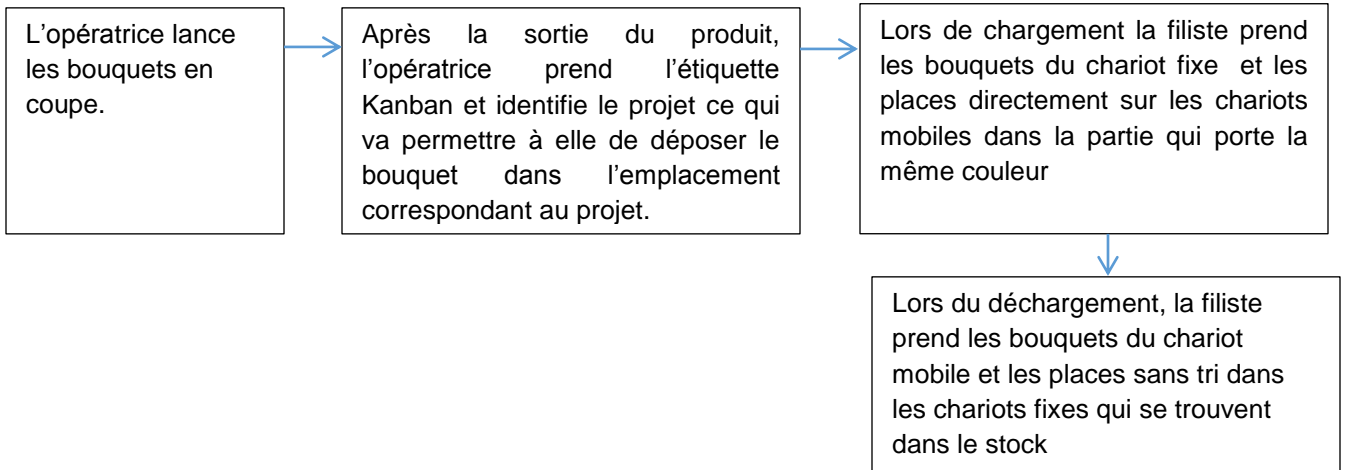


Figure 32 : Processus de manutention amélioré

Nous allons diminuer le temps de tri lors du chargement et déchargement ce qui va diminuer les durées des cycles effectués par l'AGV.

La figure 48 présente une fiche Kaizen qui récapitule l'amélioration proposée.

Fiche KAIZEN			
Kaizen Numéro : 1		Suivi d'un projet d'Amélioration	
Date : 3/06/2019	Equipe :	Situation initiale : Une filiste qui s'en charge du tri des bouquets sortant des machines de coupe .	
Sujet : Amélioration du processus du picking , par dédations des emplacements des bouquets sur les chariots aux projets traités et réaffectation des taches .	*Zakariae Aftiss (stagiaire)	Problème initiale : le temps de manutention est grand , les conditions de travail pour les filistes ne sont pas bonnes	
	*Mazar Fatima (coordinatrice d'amélioration)	Type de pertes: Perte en terme du temps + ergonomie non améliorée	
	*Souhail alami (ingenieur TPS)	Mesures réalisés : les temps de manutention et les temps des taches effectuées par les operatrices-machines	
	*Hajiba Ramdi (technicienne TPS)		
	*Badia ayal (team leader CST)		
Objectif : diminuer les temps de manutentions afin de diminuer les cycles pris par l'AGV et améliorer l'ergonomie	Plan d'actions		
	Action : identifier les emplacement sur les chariots fixes et mobile par 5 couleurs de peinture	Qui : Dynamic Time Service + Service production	Prévu le :
	Action : affecter la tache du trie a l'opératrice	Production + Compliance+ Process	

Tableau 14: Fiche Kaizen d'amélioration prévue

VII. Calculs des gains en termes de temps et coût :

1. Gains temporels :

Après l'implantation de l'AGV nous aurons essentiellement un gain au niveau du temps de chargement et celui du déchargement. Il y'aura plus de temps de tri et vérification puisque l'action de tri et vérification sera traitée en parallèle avec le transport du robot et le déchargement. Donc nous aurons un gain de temps dans les quatre zones.

- Zone A :
 - Chargement : Un gain de **26 % (36,41 min)** par shift et donc de **22 jours** par année.
 - Déchargement : Un gain de **29 % (41,41 min)** par shift et donc de **25 jours** par année.
- Zone B :
 - Chargement : Un gain de **18 % (35,15 min)** par shift et donc de **21 jours** par année.
 - Déchargement : Un gain d **22 % (31,05 min)** par shift et donc de **19 jours** par année.
- Zone C :
 - Chargement : Un gain de **25 % (38 min)** par shift et donc de **23 jours** par année.
 - Déchargement : Un gain de **22 % (28 min)** par shift et donc de **17 jours** par année.
- Zone D :
 - Chargement : Un gain de **31 % (71,13 min)** par shift et donc de **43 jours** par année.
 - Déchargement : Un gain de **16 % (18 min)** par shift et donc de **11 jours** par année.

2. Gains financiers

Durant une année nous allons gagner en total 4344 heures, et sachant qu'une heure coûte 1,8€ nous allons gagner **7819€**.

Nous allons avoir un gain de deux kitters, en terme de cout nous allons gagner dans une année $2 * 1,8 * 7,33 * 24,6 * 12 = 7790€$

Le cout d'AGV égale à **8000€** (les coûts du tape magnétique et des deux batteries sont inclus)

Le cout total des chariots est de **800€**, donc le total des dépenses est égal à **8800€**.

- En soustrayant les dépenses, nous allons gagner dans une année **6809€**.

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de proposer tout un plan d'implantation en répondant aux sous fonctions de notre cahier de charge. Il a exposé également une partie sur l'amélioration du nouveau processus et le calcul des gains financiers.

Conclusion générale

Ce sujet s'inscrit dans le cadre d'amélioration d'efficacité et d'ergonomie de l'entreprise par une implantation d'un robot de manutention des câbles 'AGV'. Pour ce faire, nous avons découvert l'entreprise et son processus en un premier temps ; puis, nous avons décrit le contexte du projet, sa problématique, son déroulement et sa planification. Ensuite, et afin de diagnostiquer l'état actuel, nous avons fait un suivi temporel du flux de manutention ainsi qu'une étude des capacités de production ce qui nous a guidé à trouver un chemin optimal, une combinaison optimale pour le chargement des bouquets de câbles et la capacité de production à prendre dans chaque cycle de l'AGV. L'analyse de l'existant était une entrée pour la conception des chariots de transport qui vont s'attacher à l'AGV et à l'aide d'une analyse fonctionnelle nous avons pu concevoir et réaliser des chariots qui répondent à tous les besoins. Ensuite, nous avons étudié l'implantation du robot de manutention en proposons un nouveau processus de manutention dans lequel on a réaffecté les tâches aux deux kitters qui restent, tout en modélisant ce processus par les réseaux de Pétri en utilisant CPNTools et en simulant le chemin optimal et les points d'arrêts de l'AGV par FlexSim. Finalement nous avons proposé une amélioration du nouveau processus de manutention après l'implantation afin de réduire le temps de manutention et améliorer l'ergonomie. Finalement, nous avons procédé à une étude économique pour donner une estimation du coût total du projet et de calculer les gains financiers.

Ce stage a constitué pour moi un contact avec le monde du travail qui m'a permis d'acquérir une expérience très riche en matière de méthodologie et de travail collectif.

Jusqu'au moment l'étude théorique et toutes les simulations ont été réalisées ainsi que la réalisation des chariots, et pour la réalisation d'implantation nous avons commencé par le traçage du tape magnétique en attendant l'équipe d'installation de l'AGV.

Les perspectives pouvant découler de ce travail peuvent être résumées comme suit :

- Compléter ce travail pour l'ensemble des autres zones d'assemblages.
- Lier par la suite le système MLS par l'AGV.

Bibliographie et Webographie

[1] : [Klubprepa-4734.pdf](#) [22/04/2019- 15:12]

[2] : <https://fr.alex.es/capacite-de-charge> [27/04/2019- 11:02]

[3] : <https://www.blickle.fr/services/centret%C3%A9%C3%A9chargement/t%C3%A9lechargements-catalogue>. [27/04/2019- 22:29]

Mémoire de Master sciences et techniques: [Reimplantation%20et%20automatisati%20-%20Amine%20LAHLOUH_5307.pdf](#)

Mémoire de Master sciences et techniques: [AMELIORATION%20DE%20LA%20QUALITE%20DES%20-%20Ayyad%20Ismail_1000.pdf](#)

http://www.simulationmateriaux.com/ComportementMecanique/Liste_Limite-elastique.php