



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques de Fès
Département de Génie Industriel



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

EL Kassimi Abdennour

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Ingénierie en Mécatronique

Intitulé

Etude et automatisation d'un gerbeur manuel
pour la manutention des bobines de câble
automobile

Lieu : NORESEC tanger

Réf : **IMT4 /16**



Soutenu le 21 Juin 2016 devant le jury :

- Pr. Kabbaj Hassane. (encadrant technique)
- Mr. EL mejdoubi Mohammed Ali. (parrain du projet)
- Pr. BELMAJDOUB Fouad. (examineur)
- Pr. Cherkani Hassani Mohammed. (examineur)

Année Universitaire 2015-2016

I. DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui ont tant donné.

Pour leur immense soutien, leur grand amour, leurs sacrifices et leurs prières.

Qu'ils acceptent ici l'hommage de ma gratitude, qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur tendresse et leur dévouement.

A mes chers frères.

A mes chères sœurs.

Vous aviez toujours cru en moi, et c'est dans votre présence que j'ai puisé la volonté de continuer.

A toute ma famille.

A toutes mes chères amies et à tous mes chers amis.

A toutes mes enseignantes et à tous mes enseignants.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

II. REMERCIEMENTS

Au terme de mon projet de fin d'études, j'exprime ma profonde gratitude à Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et tout le cadre administratif et professoral pour leurs efforts considérables, spécialement le département Génie industriel.

Ma gratitude s'adresse également au Professeur Kabbaj Hassane pour son encadrement pédagogique très consistant ainsi que pour l'intérêt avec lequel il a suivi la progression de mon travail, pour ses conseils efficaces, ses judicieuses directives et pour les moyens qu'il a mis à ma disposition pour la réussite de ce travail tout au long de ma période de projet.

J'adresse, aussi mes sincères considérations à Mr Mohammed Ali elmjedoubi mon parrain industriel, pour m'avoir donné l'opportunité de passer ce stage dans les meilleures conditions de professionnalisme, matérielles et morales, et pour ses directives à chaque fois qu'il était sollicité.

Je remercie, également les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon travail.

Mes sincères remerciements vont aussi à tout le personnel de la société NORESEC et de la société YAZAKI Tanger, pour leur soutien et leur encouragement.

Vers la fin, il m'est très agréable d'exprimer toutes ma reconnaissance pour ceux qui m'ont entouré de près ou de loin pendant mes années études de pour leur soutien, leur aide et, surtout, pour leur sympathie. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance et mon profond respect.

III. RESUME

Dans le cadre de l'amélioration des performances industrielles de YMO, ayant pour objectif de répondre aux exigences des clients, surgit le problème de la productivité, nous avons été appelés (société NORESEC) à mener un projet en collaboration avec le service maintenance attaché au département technique à YAZAKI Tanger.

Pour élaborer ce travail, nous avons commencé par une étude critique de la machine manuelle à l'aide de l'outil AMDEC, pour localiser les éléments plus vulnérables, puis une analyse fonctionnelle pour choisir la solution qui assurera le bon fonctionnement manuel du gerbeur et puis les éléments supplémentaires pour l'automatisation du mécanisme.

Après avoir conçu un système mécanique, dont la commande de son fonctionnement est réalisée par un API, nous sommes passés au choix des équipements d'entrées-sorties et tous les composants accessoires de notre gerbeur automatisé, puis à l'étude de l'automatisme du nouveau système qui s'achève par la conception des circuits de commande et de puissance et l'élaboration du programme de fonctionnement sur l'automate.

Mots clés : AMDEC, Analyse fonctionnelle ; API ;

IV. Abstract

In order to improve the industrial performances in YMO, designed to meet customer, arises the problem of productivity and capacity of production. We were asked (NORESEC company) to complete a project in collaboration of maintenance departement attached of technical departement.

To develop this work, we started with a critical study of the manual machine using the FMEA tool to locate the most vulnerable parts, and a functional analysis to select the solution that will ensure the smooth operation of manual stacker, and then the additional Elements for automated mechanism.

After designing a mechanical system, whose control operation is performed by a programmable logic controller, we made the choice of input-output equipment and associated components of our automated stacker. Then we passed to automation study of the new system that ends with the design of control and power circuits and the development of the program operating the controller. To ensure system control and configuration parameters we developed a rack monitoring interface.

Keywords: FMEA, functionalanalysis; API;

V. Liste des figures

<i>Fig1 : organigramme de NORESEC</i>	2
<i>Fig2 : Organigramme de l'entreprise YAZAKI</i>	4
<i>Fig3 : processus de production a YAZAKI</i>	4
<i>Fig4 : disposition des bobines de files dans la zone rack</i>	5
<i>Fig5 : les machine a coupe alimenter en fil des bobines (la zone coupe)</i>	7
<i>Fig6 : déplacement des gerbeurs dans la zone rack</i>	7
<i>Fig7 :vue panoramique de la zone rack</i>	8
<i>Fig8 : perspective et dimensionnement de gerbeur allemand</i>	10
<i>Fig9 : Planning de déroulement de projet</i>	11
<i>Fig10 : la méthode QQQQCP applique au gerbeur manuel</i>	15
<i>Fig11 : diagramme ISHIKAWA appliqué au gerbeur manuel</i>	16
<i>Fig12: fourche de levée de bobines</i>	20
<i>Fig14 : adresse d'emplacement bobine déchiré</i>	22
<i>Fig15 : -- étui pour protection adresses bobines</i>	22
<i>Fig16 : position de balance sur le gerbeur</i>	24
<i>Fig19 : illustration des étapes d'analyse fonctionnelle</i>	27
<i>Fig18 : Diagramme de Bête à corne</i>	28
<i>Fig19 : Diagramme Pieuvre de la phase de conception du nouveau système</i>	30
<i>Fig20 : Histogramme de classement des fonctions</i>	33
<i>Fig21 : diagramme SADT-A0</i>	36
<i>Fig22 : résultat de l'élaboration diagramme fast</i>	39
<i>Fig23 : vue panoramique de gerbeur automatisé</i>	40
<i>Fig24 : vue de mécanisme déplacement suivant l'axe X (mouvement horizontale)</i>	41
<i>Fig25 : Vue déplacement suivant l'axe Y (mouvement horizontale)</i>	42
<i>Fig26 : vue de mécanisme rotation de gerbeur autour de l'axe Z</i>	42
<i>Fig27 : moteur de pivotement de bobine pour la lecture de scan</i>	43
<i>Fig28 : architecture de la liaison automate et les machine a coupes</i>	44
<i>Fig29 : GRAFCET de choix commande</i>	47
<i>Fig30 : GRAFCET de choix des mouvements</i>	48
<i>Fig31 : ensemble de GRAFCET permettant le fonctionnement global de gerbeur</i>	49
<i>Fig32 : liaison automate et écran de supervision (simatic manager)</i>	50
<i>Fig33 : fenêtre d'accueil a l'écran de supervision</i>	50

<i>Fig34: fenêtre de fonctionnement normale a l'écran de supervision</i>	<i>-----51</i>
<i>Fig35 : fenêtre de maintenance a l'écran de supervision</i>	<i>-----51</i>
<i>Fig36 : distributeur 5/2 monostable VSNC-F</i>	<i>-----56</i>
<i>Fig37 : vérin pneumatique double effet DSNU</i>	<i>-----56</i>
<i>Fig38 : vérin électrique EGC de FESTO</i>	<i>-----57</i>
<i>Fig39 : Vérin pneumatique DSBG de la marque FESTO</i>	<i>-----57</i>
<i>Fig40 : méthode de choix des capteurs</i>	<i>-----58</i>
<i>Fig41: codeur optiques</i>	<i>-----59</i>
<i>Fig42 : disque de code binaire et code Gray</i>	<i>-----60</i>
<i>Fig43 : niveau logique de sortie et le faisceau lumineux</i>	<i>-----60</i>
<i>Fig44: accouplement de l'arbre de codeur avec moteur</i>	<i>-----61</i>
<i>Fig45 : bit de poids fort et poids faible</i>	<i>-----61</i>
<i>Fig46: la position de disque par rapport au repère de cellule</i>	<i>-----62</i>
<i>Fig47 : référence de codeur choisie</i>	<i>-----66</i>
<i>Fig48 : disque de codeur incrémentale</i>	<i>-----68</i>
<i>Fig49 : état de sortie et le faisceau lumineux</i>	<i>-----69</i>
<i>Fig50 : Référence de codeur choisie</i>	<i>-----69</i>
<i>Fig51 : détecteur de position mécanique</i>	<i>-----70</i>
<i>Fig52 : Détecteur de position photocellule</i>	<i>-----71</i>
<i>Fig53: référence de photocellule choisie</i>	<i>-----72</i>
<i>Fig54: référence de la balance choisie</i>	<i>-----72</i>
<i>Fig55 : automate programmable de lam marque siemnes</i>	<i>-----73</i>
<i>Fig56 : disposition des composants d'un automate programmable</i>	<i>-----73</i>
<i>Fig57: disposition actuel de l'armoire de commande</i>	<i>-----75</i>
<i>Fig58 : contact triphasé</i>	<i>-----75</i>
<i>Fig59 : relais thermique</i>	<i>-----76</i>
<i>Fig60 : Sectionneur porte-fusibles</i>	<i>-----77</i>

VI. Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Fiche signalétique de l'entreprise NORESEC</i>	<i>-----3</i>
<i>Tableau 2 : Fiche signalétique de l'entreprise YAZAKI Tanger</i>	<i>-----5</i>
<i>Tableau 3 : les adresses d'emplacement bobine sur chaque zone</i>	<i>-----5</i>
<i>Tableau 4: les projets installés sur chaque zone</i>	<i>-----11</i>

Tableau 5: grille AMDEC-----	23
Tableau 6 : résultat NRP pour chaque sous système-----	24
Tableau 7: analyse de besoin de gerbeur automatisé-----	28
Tableau 8 : Les fonctions contraintes de la fonction automatisation de gerbeur-----	30
Tableau 9 : Matrice de tri-croisée appliquée aux fonctions du produit -----	31
Tableau 10 : Cahier des charges fonctionnelles-----	33
Tableau 11 : Code affiché dans l'interface de l'armoire et le pc de supervision-----	63
Tableau 12 : La correspondance entre le code GRAY et le code binaire naturel-----	64
Tableau 13 : Les tableaux de KARNAUGH-----	65
Tableau 14 : Le choix de cpu de l'automate programmable-----	74

VII. ABREVIATIONS

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

FAST : Function Analysis System Technique

CATIA : Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée

API : Automate Programmable Industriel

E/S : Entrées/Sorties

TOR : Tout Ou Rien

CPU : Central Processing Unit

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commandes Étapes-Transition. .

Sap : système de gestion de base de données.

SWOT : la matrice des **F**orces et les **F**aiblesses de l'entreprise ainsi que les **O**pportunités et les **M**enaces potentielles.

Scada : système de contrôle et d'acquisition de données

VIII. Lexique

Bobine : bobines de fil pour la production des câbles automobiles

Rack : la zone où se déplace le gerbeur

Tectra : entreprise spécialisée dans la sous-traitance des travaux forcés

Transstockeur : gerbeur automatisé.

IX. TABLE DE MATIERE :

I.	Dédicace -----	
II.	Remerciements-----	
III.	Résumé-----	
IV.	Abstract-----	
V.	Liste de figure -----	
VI.	Liste des tableaux -----	
VII.	Lexique-----	
VIII.	INTRODUCTION GENERALE-----	1
	CHAPITRE I : présentation générale.....	2
	Introduction	1
	1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	1
	2. Fiche d'identité :.....	6
	3. Cadrage de projet :	6
	4. Etude de l'existant :.....	8
	5. Objectif:.....	10
	6. Planification du projet	11
	7. Conclusion.....	11
	CHAPITRE II: Etude technique.....	13
	1. Introduction :	14
	2. Diagramme SWOT :	14
	3. Diagramme QQQQCP :.....	15
	4. Diagramme ISHIKAWA :	16
	5. Mise en place de l'outil AMDEC :	18
	6. Solution contre les défaillances AMDEC :	23
	7. Estimation du gain :	25
	8. Conclusion :	26
	CHAPITRE III: analyse fonctionnelle	27
	1. Analyse Fonctionnelle externe :	28
	2. Analyse fonctionnelle interne :	36
	3. Solution pour l'automatisation de gerbeur :	39
	4. Conclusion :	43
	CHAPITRE IV: automatisation et interface de supervision de la zone rack	44
	1. Architecture de commande et supervision (SCADA)	45

2. Programmation	46
3. Interface de supervision :	50
4. Conclusion	53
CHAPITRE V: choix des équipements	54
1. Introduction :	55
2. Choix des vérins :	55
3. Choix des capteurs	57
4. Choix de balance pour inventaire :	68
5. Choix de l'automate programmable :	69
6. Choix des éléments de protection pour armoire électrique	71
7. Conclusion	74
8. gains et bénéfices	74
CONCLUSION GENERALE:	76
VIII. Annexes	
IX. Bibliographies :	

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, les activités industrielles se multiplient et les entreprises dénombrent de multiples besoins en termes de productivité et de performance industrielle, sous les contraintes classiques du budget et du respect du délai, tout en assurant un coût acceptable pour le client.

Dans ce sens, et pour confirmer sa présence à l'échelle nationale et internationale et conserver sa position parmi les leaders sur le marché des producteurs de câbles électriques pour automobile, YAZAKI TANGER s'est déployé tous les moyens industriels et managériaux pour assurer un tel objectif.

Pour aboutir à ces objectifs en augmentant son chiffre d'affaire et en améliorant sa productivité, YAZAKI TANGER a décidé de rénover et réorganiser le passage de la matière première de stock vers la production en assurant la rapidité et la fluidité de cette zone de production. NORESEC s'est engagé à satisfaire le besoin établie précédemment est de se positionner comme le leader des sous-traitants automobiles réalisant ce genre de projet innovant.

C'est dans cette perspective que se situe mon projet de fin d'études qui porte sur « La conception, l'étude et l'automatisation des gerbeurs de bobines des câbles électriques pour l'automobile » au sein de département technique de NORESEC.

Le document est organisé de la manière suivante :

- ❖ **Le chapitre I,** sera consacré en premier lieu à la présentation générale de l'entreprise, et en second lieu au contexte du projet et à la définition de cahier des charges.
- ❖ **Le chapitre II,** présente l'étude technique du projet passant par l'outil AMDEC, et la mise en place de l'analyse fonctionnelle. Après en va établir l'étude de l'analyse fonctionnelle et la conception mécanique de gerbeur automatisé.
- ❖ **Le chapitre III,** traite l'automatisation et la supervision du mécanisme en passant par la configuration de l'unité de traitement et la liaison de l'écran de supervision et le CPU.
- ❖ **Le chapitre IV** est une présentation des différents équipements choisis pour aboutir au résultat définie en précisant leurs paramétrages et leurs configurations.

CHAPITRE I : présentation générale

1. Introduction

Cette partie est consacrée dans un premier temps à la présentation de l'établissement d'accueil NORESEC Morocco qui a mis à disposition tout le matériel nécessaire pour la réussite du projet. Et l'établissement d'œuvre YMO : YAZAKI Tanger qui a mis tous leurs expériences et leurs savoirs faire pour l'accomplissement de la mission. Ensuite une présentation du sujet du stage de PFE, et finalement une représentation de la problématique que connaît la zone RACK afin de chercher et de proposer des solutions.

2. Présentation de l'organisme d'accueil

2.1 Société NORESEC

2.1.1 Fiche signalétique

Raison sociale	: Société à responsabilité d'installation électrique et maintenance industriel
Nom de marque	: NORESEC
Date de création	: 2006
Capital social	: 500 000 DHS
Adresse siège social	: Zone Franche D'exportation De Tanger Ilot 15 Lot 15-5 - Tanger-Assilah
Téléphone	: 05-39-39-41-40
Directeur générale	: Mr. Jose Pinto Reis
Effectif	: 20 collaborateurs
Principaux chantiers	: YAZAKI Tanger –

Tableau 1 : Fiche signalétique de l'entreprise NORESEC

2.1.2 Domaine d'application et collaboration :

La société NORESEC est un sous traitant des grandes entreprises industrielles. Elle a des conventions avec des multinationales à travers tous le royaume.

Le domaine d'installation électrique est un pilier remarquable au niveau de la production, chaque rupture d'électricité induit des retards et des pertes pour l'entreprise. NORESEC s'occupe du contrôle et de suivie depuis l'installation des équipements électriques jusqu'à le lancement des travaux. Sa force est articulée principalement sur des techniciens en électricité et en maintenance industrielle, qui sont repartis en différents entreprises veillant le bon déroulement des travaux.

2.1.3 Organigramme NORESEC :

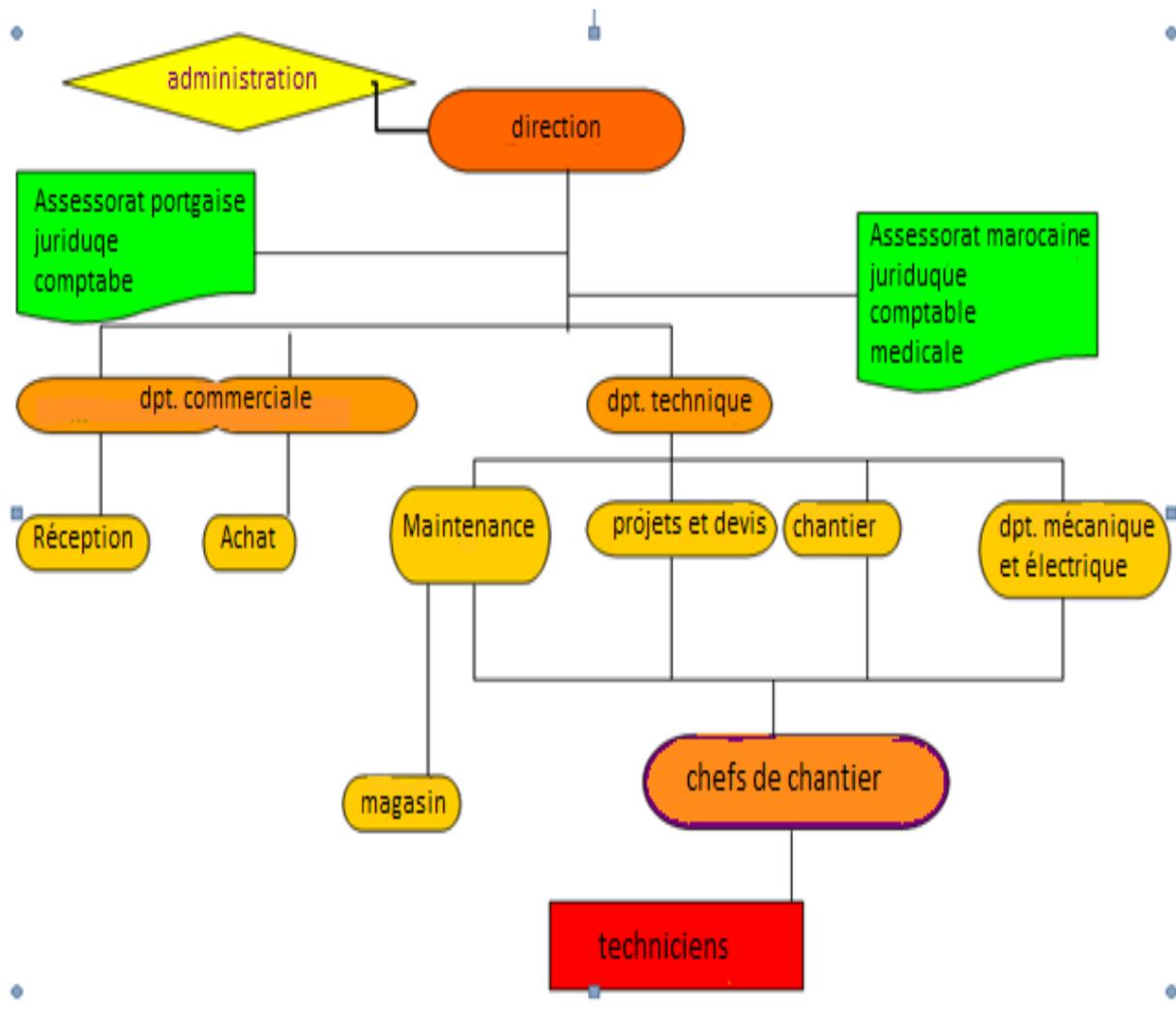


fig1 : organigramme de NORESEC

2.2 Présentation de YAZAKI Morocco

2.2.1 Historique :

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 S.M le Roi MOHAMMED VI. Vu la performance de son personnel, les 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 appelée YAZAKI MORROCO S.A.

2.2.2 Fiche signalétique :

Le Tableau 1 illustre les différentes informations concernant la société YAZAKI Morocco.

Raison sociale	: YAZAKI Morocco S.A
Investissement	: 60 millions €.
Capital	: 8,9 millions €
Effectif	: environ 5000 personnes
Production surface	: 19,656 m ² + 6200 m ² (Satellite)
Superficie	: 49,484 m ²
Activité	: Câblage automobile
Clients	: PSA, Ford, Nissan
Adresse	: lot 101, zone franche d'exportation Tanger 90000

Tableau 2 : Fiche signalétique de l'entreprise YAZAKI Tanger

2.2.3 Environnement YAZAKI :

- ✓ Le client : la satisfaction du client est au centre d'intérêt de la société, c'est la raison de son efficacité ;
- ✓ La qualité : le personnel de YAZAKI Maroc ne doit accepter que la qualité supérieure dans l'ensemble des tâches qu'il entreprend ;
- ✓ Citoyenneté : YAZAKI Maroc est une entreprise citoyenne. Entre autres, des actions managériales y sont développées favorisant la prise de connaissance de la protection de l'environnement.

2.2.4 Organigramme :

La structure de l'organigramme est une structure fonctionnelle, qui coiffe un ensemble d'activités diverses. L'information circule entre les entités en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage de défauts et dysfonctionnement interne.

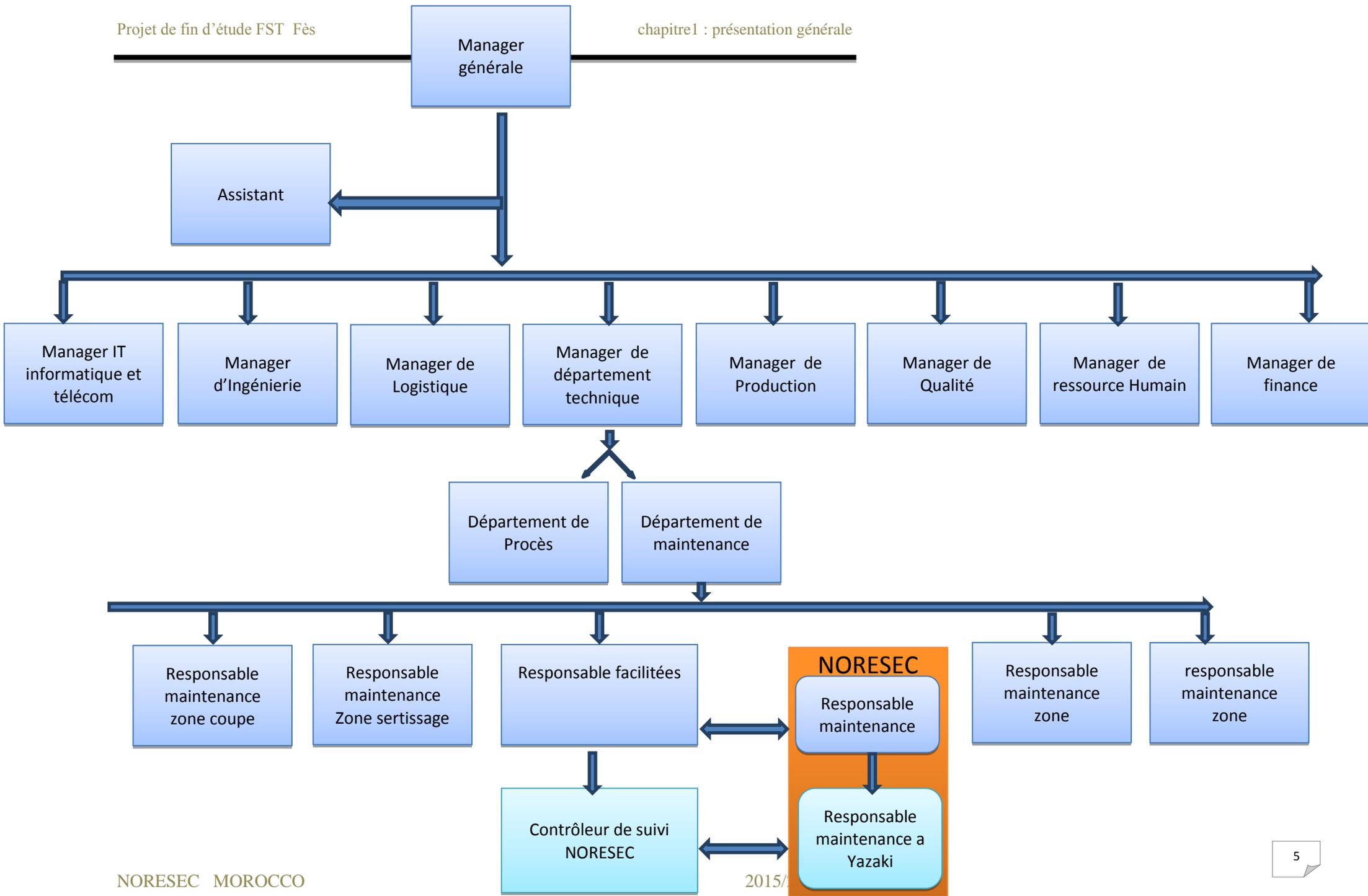


Fig2 : Organigramme de l'entreprise YAZAKI

Synoptique de production câblage automobile YAZAKI Morocco (YMO)
»Situation de Projet «

2.3 Présentation du processus de production

2.3.1 Synoptique de présentation :

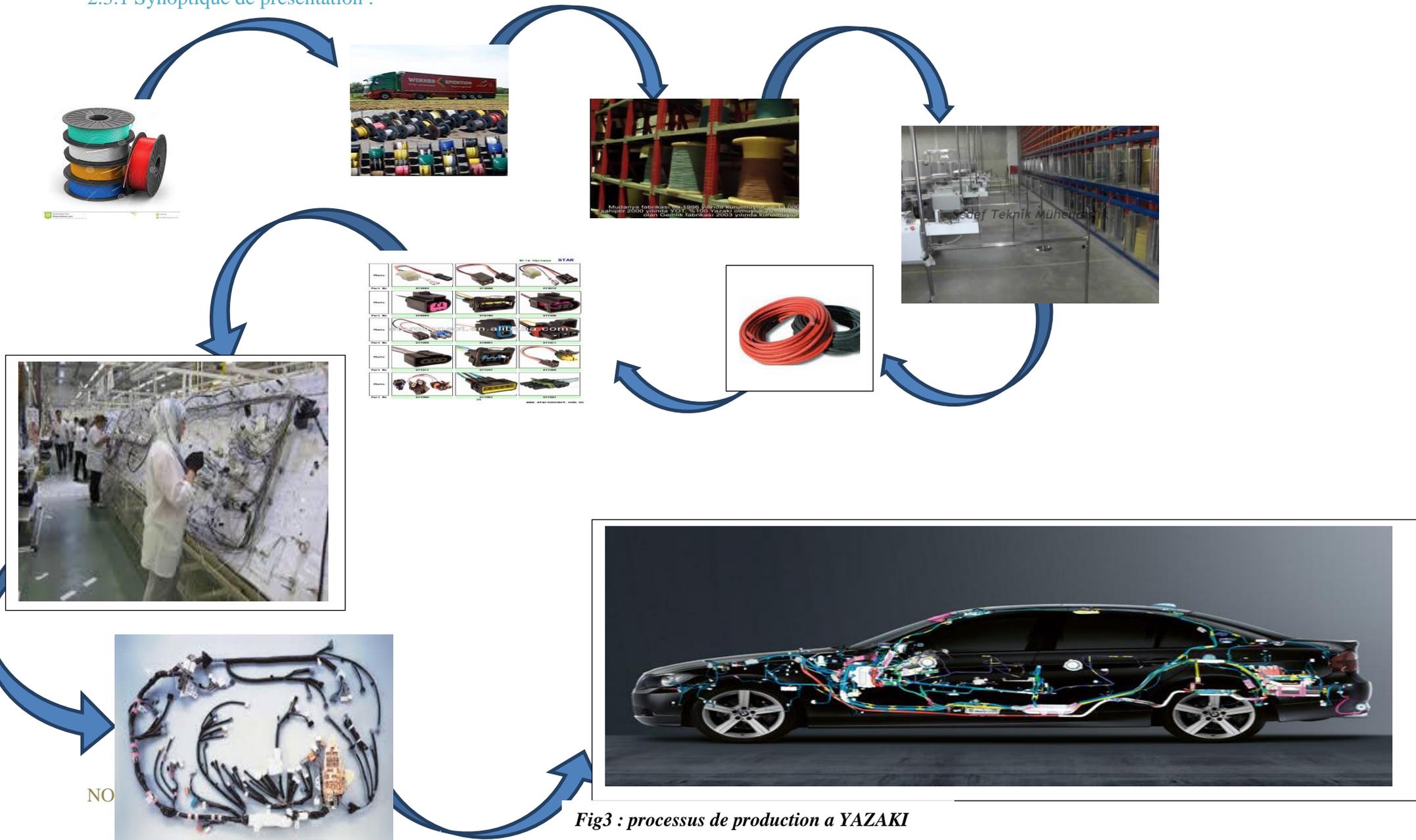


Fig3 : processus de production a YAZAKI

3. Fiche d'identité :

Maitre d'ouvrage : le maitre d'ouvrage est l'entreprise NORESEC sous-traitante de l'entreprise YAZAKI Morocco (YMO)

Maitre d'œuvre : le maitre d'œuvre est la faculté de sciences et technique de FES représenter par l'élève ingénieur d'Etat en ingénierie mécatronique EL Kassimi Abdennour

Chef de projet pédagogique : Mr Kabaj Hassan professeur a la FST FES

Chef de projet technique : Mr Mohammed Ali ELMjdoubi, Responsable NORESEC et Mr Wissam Oumaalem, Ingénieur facilités et Responsable de coordination NORESEC/YAZAKI

4. Cadrage de projet :

La production des câbles automobiles suit un long processus. La matière première qui est sous forme des bobines de câble arrive en grand lot aux locaux de stockages. Ces bobines passent ensuite à la zone rack juste avant la zone de coupe. Cette zone de rack joue un rôle très important dans le processus de fabrication des câbles électriques.il contrôle et garde le niveau de stock permettant à la fois l'inventaire des commandes de bobine et le suivi des bobines demandées par la zone de coupe.



Fig4 : disposition des bobines de files dans la zone rack.

La zone de coupe contient plusieurs machines de coupe comme présenter à la figure 5, permettant de couper les bobines de câbles en câbles élémentaire suivant les exigences de service de production qui spécifie le types de bobine et le nombre des câbles à découper.



Fig5 : les machines de coupes alimentées en câble des bobines (la zone coupe)

La zone rack contient plusieurs gerbeurs (machine de manutention) comme présenter à la figure 6, permettant le déplacement des bobines entre cette zone et les différentes machines de coupe. Chaque gerbeur est équipé d'un écran de supervision recevant les commandes demandées par la zone de coupe.

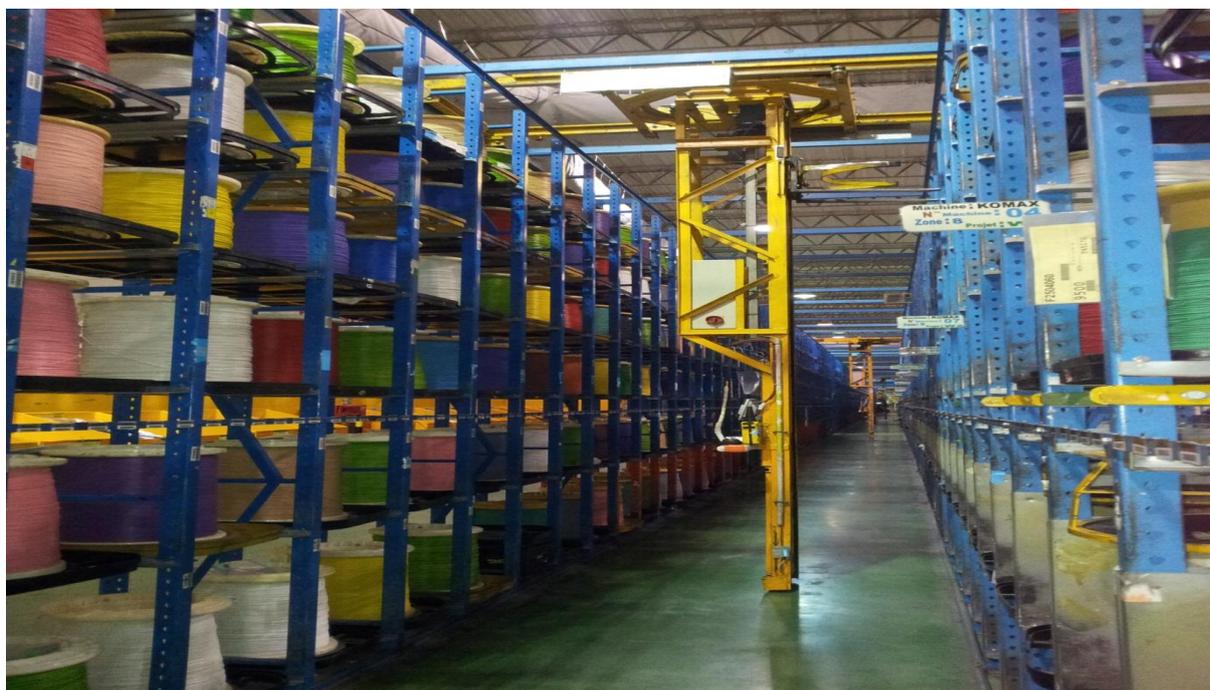


Fig6 : déplacement des gerbeurs dans la zone rack

A cet égard la zone rack présenté en figure 7 devrait respecter plusieurs contraintes :

- ✓ Une fois le nombre de câbles à couper d'une bobine est achevé, la commande passe au gerbeur pour remplacer l'ancienne bobine par une nouvelle référence en respectant les exigences suivantes :
- ✓ Le changement de bobine doit être rapide, sécurisé, et efficace (sans erreur)
- ✓ La bobine changé doit être évacué avant l'arrivé de la nouvelle référence.
- ✓ Chaque changement de bobine doit être accordé d'un scan de l'adresse de l'emplacement bobine pour enregistrer les modifications faites au niveau de système SAP.

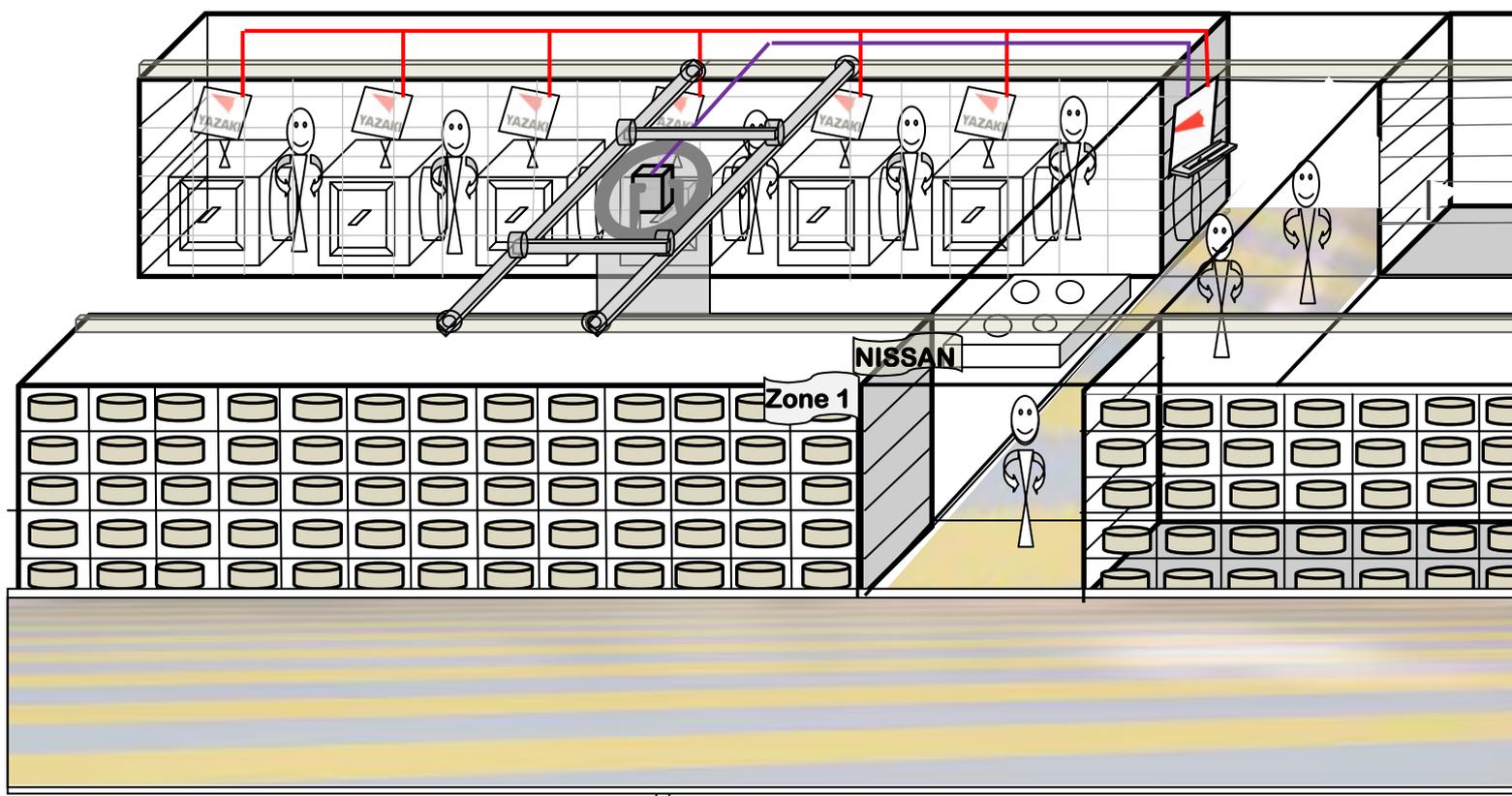


Figure 07: vue panoramique de la zone rack

5. Etude de l'existant :

5.1 Description de la zone rack :

Elle s'étale sur une très grande superficie. Garantissant actuellement l'alimentation pour 3 projets : NISSAN, Renault et B9, W et favorisant le travail de 70 machine à coupe.

La zone est divisée en rails et zones comme présenté au tableau 3.

Rail	Zone	Projet
A, B	1, 2	NISSAN
	2, 3	RENEAULT
	6, 7, 8	B9, W

Tableau 3: les projets installés sur chaque zone

Chaque rail de la zone RACK contient un nombre d'emplacement bobine disposé comme le montre le tableau 4, constituant les adresses pour un déplacement aisé de gerbeur.

Rail	Zone	Case	Rail	Zone	Case
A	2, 3	127 (X000 → X0061)	B	2, 3	127 (N000 → N0061)
	4, 5, 6, 7	189 (Y000 → Y0189)		4, 5, 6, 7	189 (P000 → P0189)
	8	61 (Z000 → Z0061)		8	61 (R000 → R0061)

Tableau 4 : les projets installés sur chaque zone

5.2 Les Intervenant de la zone rack :

Vu l'importance et la criticité de cette zone sur tous le procès de fabrication. Les managers de YAZAKI permettent au sous-traitant TECTRA de diriger le fonctionnement de cette zone qui connaît une grande mobilité et un travail sans arrêt.

- ✓ Exigences contractuelles entre TECTRA et YAZAKI :
- ❖ Fourniture en permanence des personnels suffisants.
- ❖ Formations, contrôle et le suivi des opérateurs de manutention.

La maintenance des équipements de cette zone est assuré par le sous-traitant NORESEC qui permet le suivie quotidien et permanent de tous ses mécanismes suivants des plans de maintenances préventives et correctives.

- ✓ Exigences contractuelles entre NORESEC et YAZAKI :
- ❖ Fourniture de tous les équipements de maintenance nécessaire aux interventions.
- ❖ Elaboration des fiches de suivi quotidien et de l'état de tous les équipements.
- ❖ Formations, contrôle et le suivi des techniciens de maintenance.

5.3 Description de gerbeur de manutention :

Le gerbeur manuel de manutention présenté à la figure8, est une machine électromécanique assurant le déplacement des bobines de câble entre les 2 rails de la zone et les différents emplacements demandés par le service de production.

Le déplacement se fait par le glissement sur deux poutres penchées au-dessus des rails favorisant le glissement aisé via 4 roues.

- Le gerbeur se déplace librement dans les 3 axes possédant 4 degrés de libertés :

Mouvement de translation horizontale MHL: déplacement longitudinal le long des rails.

Mouvement de translation horizontale MHI : déplacement longitudinal entre les 2 rails.

Mouvement de translation verticale MTV: déplacement transversal le long des rails.

Mouvement de rotation MR : déplacement entre les 2 rails.

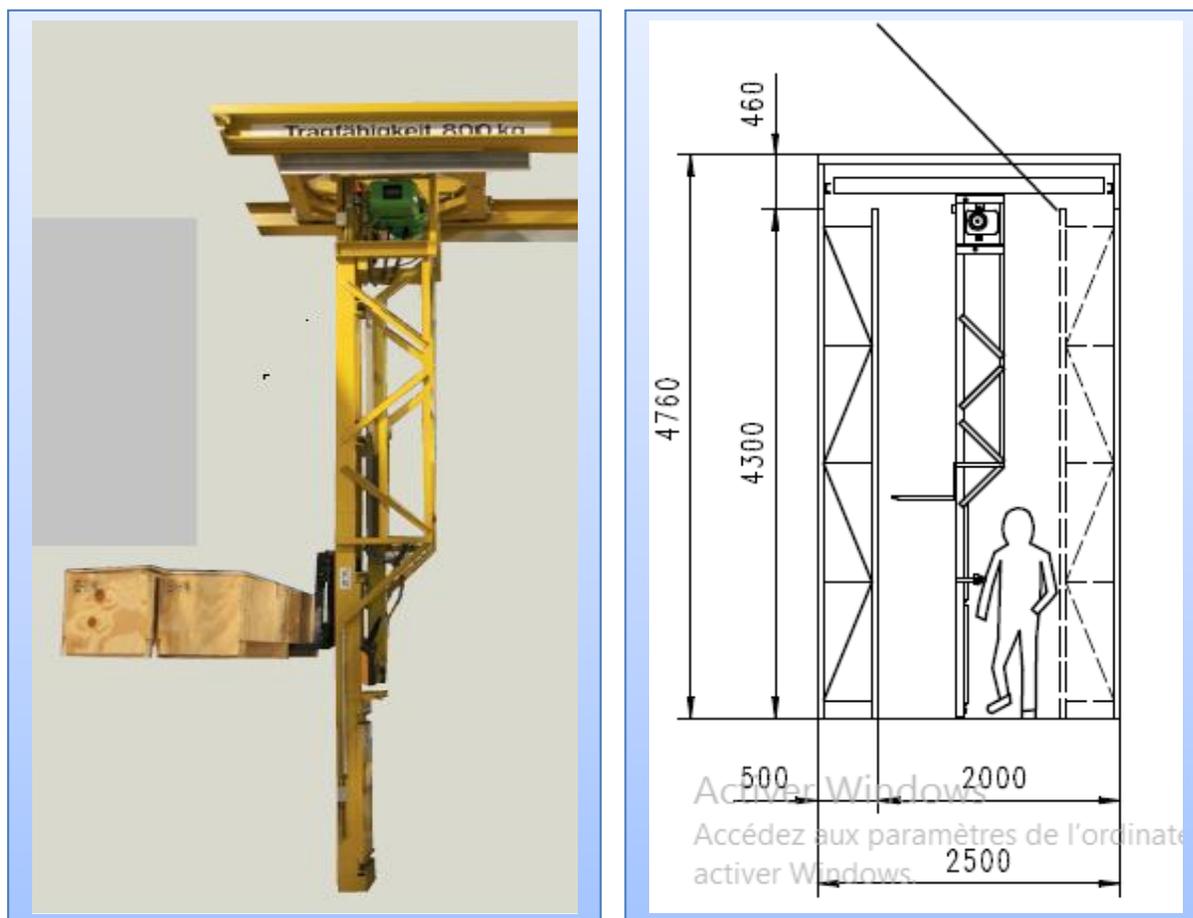


Fig8 : perspective et dimensionnement de gerbeur allemand

6. Objectif:

La machine actuelle n'assure pas le bon déroulement de la production exigée par le département de la production. Elle présente également des conditions de travail pénibles et dangereux pour les opérateurs de manutention.

L'objectif de notre projet est de mettre en place des mécanismes innovants pour améliorer ses performances conformément aux exigences demandées par la production.

Pour mener à bien cette action, un groupe de collaborateurs (comprenant d'une part les acteurs du projet, décrits ci-dessus, les agents des départements ingénierie, procès, maintenance, qualité, finance et achat d'une autre part) sont mobilisés pour satisfaire le cahier des charges.

7. Planification du projet :

Le projet a commencé le 08 Février, il s'étale sur une période de 4 mois. le planning de réalisation de notre projet est présenté dans la figure 9.

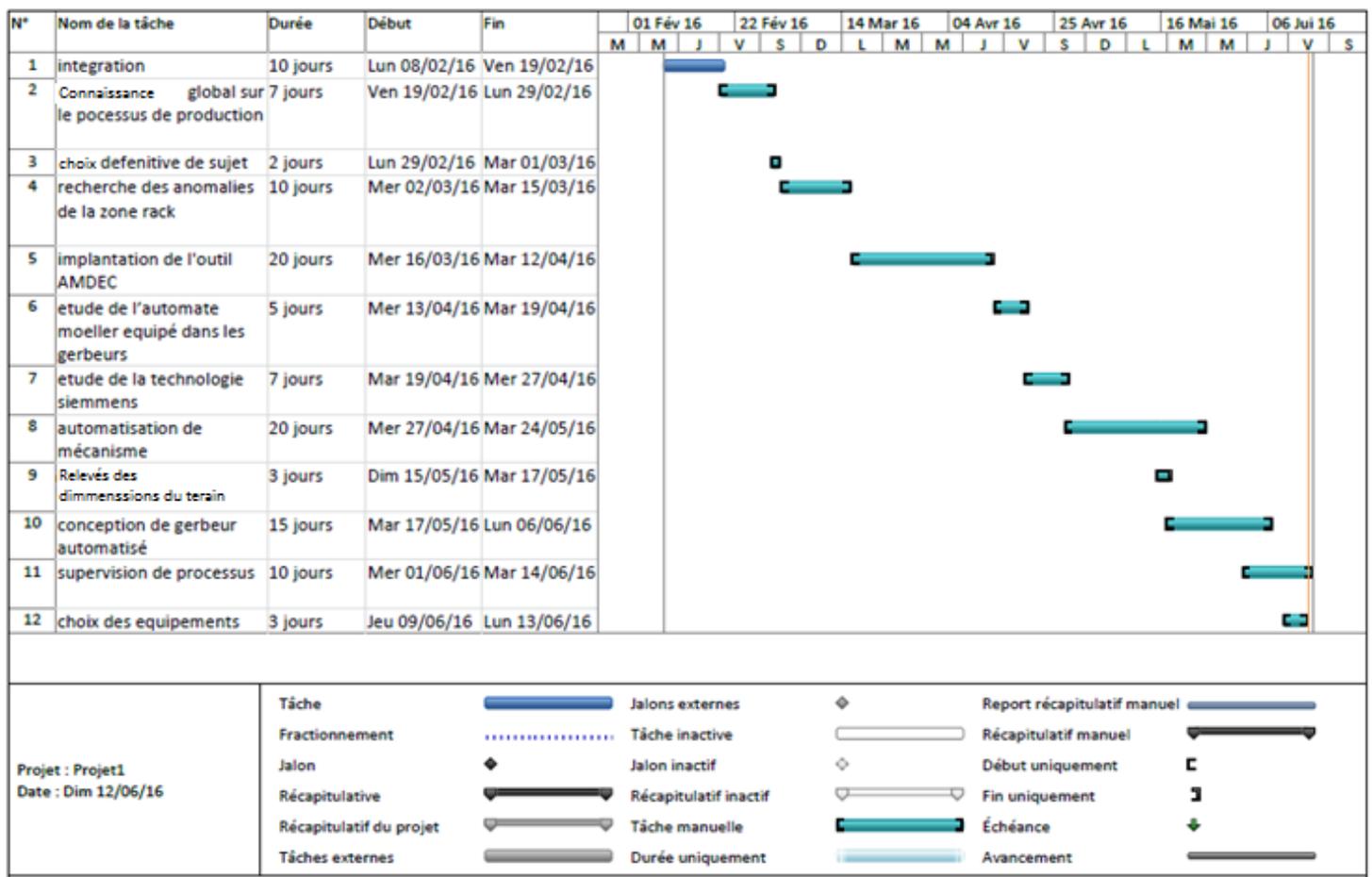


Fig9 : Planning de déroulement de projet

8. Conclusion

Ce premier chapitre a été un résumé afin de présenter le contexte général de notre projet. En effet, nous avons exposé le cadre global de la société, son système de production, la nature de ses produits. Par la suite nous nous sommes focalisés sur le cadrage du projet en déclarant les acteurs du projet, la problématique rencontrée et l'étude de l'existant.

Ainsi, vient l'étape d'étude technique de la machine manuelle et les différentes solutions qui peuvent être prises suite à une analyse fonctionnelle. Ceci est l'objectif du chapitre qui suit.

CHAPITRE II: Etude technique

1. Introduction :

Ce chapitre sera consacré à l'étude technique de notre machine de manutention : gerbeur LUTZENKIRCHEN LAGERTECHNIK GMBH. Nous allons mettre une étude de défiance pour améliorer les performances actuelle de gerbeur manuel, en déterminant les éléments le plus critiques, leurs causes et leurs influences sur le processus de productions et la zone rack précisément, tous en passant par les outils d'analyse **QOOQCP** et **ISHIKAWA** et en fin **AMDEC**.

2. Diagramme SWOT :

La matrice SWOT acronyme anglophone de **S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunités et **T**hreats, permet d'obtenir une vision synthétique d'une situation en présentant les **F**orces et les **F**aiblesses de l'entreprise ainsi que les **O**pportunités et les **M**enaces potentielles. L'intérêt de la matrice SWOT présenté en tableau 5, est qu'il permet de rassembler et de croiser les analyses interne et externe avec les environnements micro et macro de la zone de coupe.

Force :

- * / Un système de manipulation simple, robuste et facile à apprendre par les opérateurs de manutention.
- * / Système de qualité respectant les exigences de certification iso.
- * / le suivi en permanence des commandes bobine.
- * / système centralisé de gestion de stock, production.

Faiblesses :

- * / incapacité de déterminer le responsable de retard au niveau stock ou de production.
- * / intervention de deux sous-traitants nécessitant de budget supplémentaire.
- * / l'arrêt d'un ensemble des équipements au niveau de la protection et de commande.
- * / l'arrêt de production sur une zone suit à un dérèglement ou un retard d'intervention maintenance.

Opportunités :

- * / tendeurs à des productions de plus en plus courtes et rapides.
- * / tendeurs à l'utilisation de plusieurs nouvelles références nécessitant une bonne gestion.
- * / la vision stratégique d'une production 100% centralisé.

Menace :

- * / incapacité des opérateurs de coupe à respecter les consigne d'utilisation et de commandes des bobines.
- * / apparition de nouvelles bobines de câbles inadéquats avec le gerbeur de manutention.
- * / risque d'accidents grave à cause d'un mauvais étalonnage ou mauvaises interventions.

Tableau 5 : la matrice de la démarche SWOT appliqué a la zone rack.

3. Diagramme QQQQCP :

La méthode QQQQCP permet de mieux appréhender la problématique, et aussi permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels. **QQQQCP: Quoi? Qui? Où? Quand? Comment? Pourquoi?**

Le diagramme QQQQCP présenté en figure 10 est appliqué au gerbeur manuel.



Fig 10 : diagramme QQQQCP applique au gerbeur manuel

4. Digramme ISHIKAWA :

Le diagramme d'Ishikawa appelé aussi le diagramme de causes à effet, est un outil graphique issu d'un brainstorming. Il permet d'identifier les causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer les moyens pour y remédier. Cet outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson comme présenté en figure 11, il classe les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M ou 6M , voire 7M (matière, main d'œuvre, matériel, méthode, milieu, Management et Moyens financiers), tels que :

M1= Matière : Recense les causes ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés ;

M2= Main d'œuvre : Problèmes relatifs aux compétences requise, à l'effectif disponible ... ;

M3= Matériel : Causes relatives aux Machines, aux équipements et moyens concernés ;

M4= Méthode : Procédures ou modes opératoires utilisés ;

M5= Milieu : Environnement physique : lumière, bruit, poussière, localisation, signalétique ;

M6= Management : Problèmes d'organisation;

M7= Moyens financiers : Problèmes de financement.

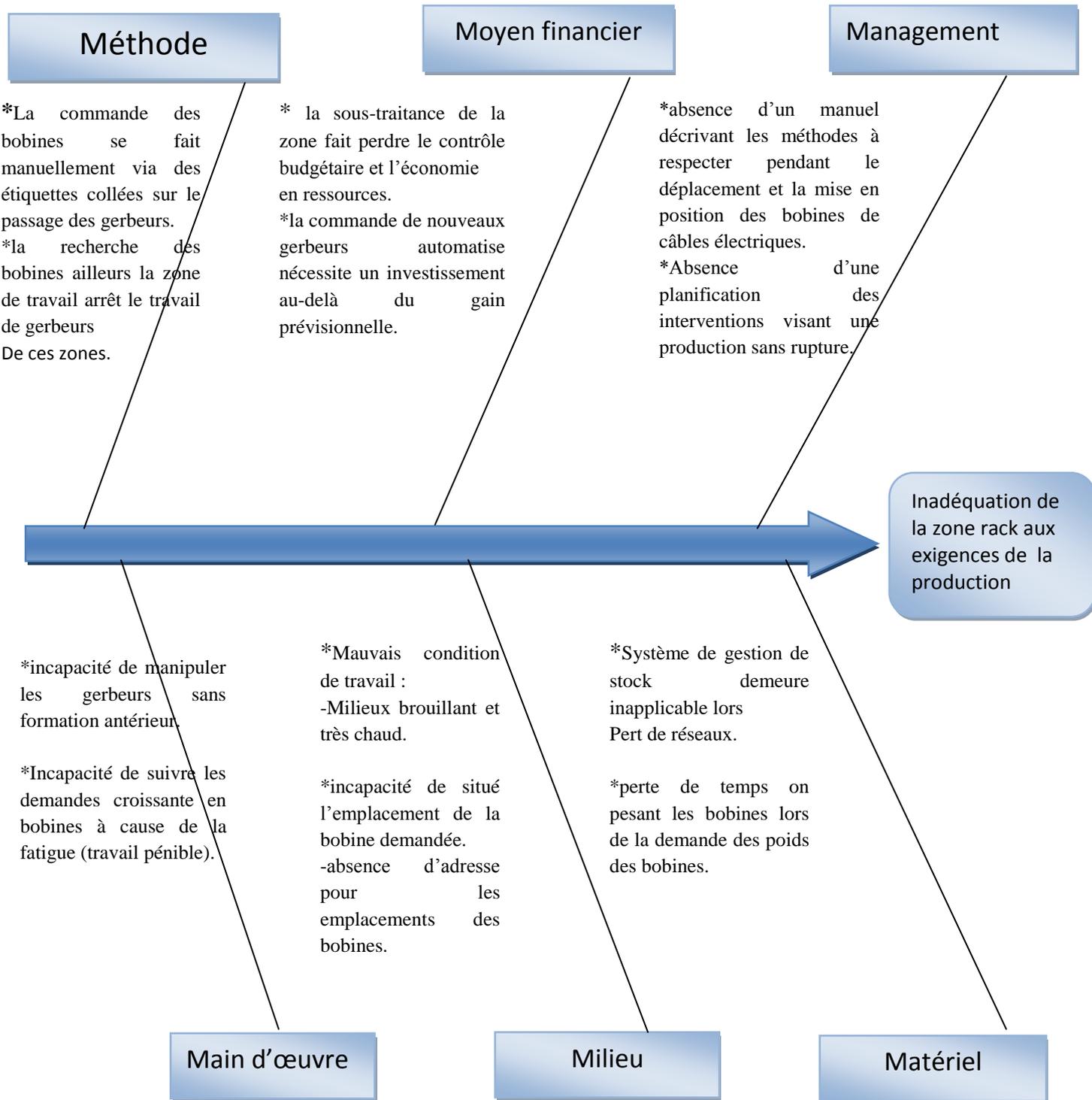


Fig11 : Diagramme d'ISHIKAWA applique au gerbeur manuel

5. Mise en place de l'outil AMDEC :

5.1 Présentation de l'outil :

La méthode AMDEC est avant tout une méthode d'analyse des systèmes (systèmes au sens large composé d'éléments fonctionnels ou physiques, matériels, logiciels, humains ...), statique, s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes - conséquences), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité.

La méthode AMDEC consiste à examiner méthodiquement les défaillances potentielles des systèmes -analyse des modes de défaillances-, leurs causes et leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ensemble -leurs effets-.

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle, s'applique notamment au produit ou au processus, permettant d'estimer les risques d'apparition des défaillances et de leurs conséquences. Chaque défaillance est caractérisée par :

- La gravité (G) perçue par " le client/consommateur " ;
- la fréquence d'apparition (F) ;
- le risque de non-détection d'une défaillance (D).

On définit alors un « Niveau de Priorité de Risque » : NPR où $NPR = F \times G \times D$.

Après une hiérarchisation des défaillances potentielles, basées sur le NPR, des actions prioritaires sont déclenchées, réalisées et suivies.

5.2 Les principales étapes de la mise en place de l'AMDEC :

Les principales étapes de la mise en place d'une démarche AMDEC sont les suivantes :

Poser le problème : Définir clairement l'objectif à atteindre et le champ d'application ;

- Définir le groupe de travail ;
- Décomposition fonctionnelle : Le système est décomposé en sous-systèmes, et ceux-ci en composants élémentaires ;
- Analyse qualitative des défaillances : Recensement des modes de défaillance, des causes qui sont à l'origine (Causes de défaillance) et de leur effet (Effet de défaillances) ;
- élaboration de grilles d'AMDEC pour chaque sous-système ;

Analyse quantitative des défaillances : Pour chaque mode de défaillance, évaluer la gravité, la fréquence d'apparition, le risque de non-détection et calculer le nombre prioritaire de risque (NPR) ;

- Déterminer le NPR critique : Après la hiérarchisation des modes de défaillance selon leur NPR, on détermine le NPR au-dessus duquel il faut déclencher des mesures correctives.

5.3 Echelles de cotation

Pour rendre l'étude homogène, la criticité des défaillances de tous les équipements sera évaluée suivant une même échelle de cotation, à partir de trois critères indépendants cités précédemment :

- La fréquence d'apparition ou la probabilité d'occurrence (F) ;
- La gravité (G) ;
- Et la probabilité de non détection (N).

A chaque critère on associe une échelle de cotation définie selon quatre niveaux en s'appuyant sur l'historique des arrêts du département de maintenance et l'expérience du personnel. En effet, l'échelle de cotation est basée principalement sur le temps de l'indisponibilité ainsi que le nombre de défaillances des équipements. Elle est aussi le résultat de nombreuses discussions menées avec le personnel du service maintenance.

5.4 Objectifs à atteindre

Notre étude consiste à mettre en relief les éléments critiques afin d'améliorer la machine et la rendre capable d'assurer les exigences suivantes :

- Permettre une fourniture de bobines permanente, rapide, précis et sécurisé;
- Permettre un suivie quotidien de fonctionnement de gerbeur et de l'inventaire;
- Surmonter la demande de la production et améliorer son milieu de travail.

5.4. Composants de gerbeur manuel :

Le gerbeur se constitue de plusieurs elements repartis en 4 sous groupes, cmme montré a la figure 11'.



Fig11' : constituant d'un gerbeur manuel

5.5 Equipe de l'AMDEC

L'équipe de travail est constituée des membres suivants :

- Directeur Ingénierie : M. Said Teffal ;
- Superviseur procès : M. Mohammed Draoui ;
- Ingénieurs maintenance : M. Ouissam Oumaalem;
- Stagiaires : M. El-Kassimi Abdenmour ;
- Techniciens ingénierie-Maintenance : abderehman et imad.

5.6 Décomposition du système

Le gerbeur peut être décomposé en 4 sous-systèmes, comme indiqué dans la Figure 12.

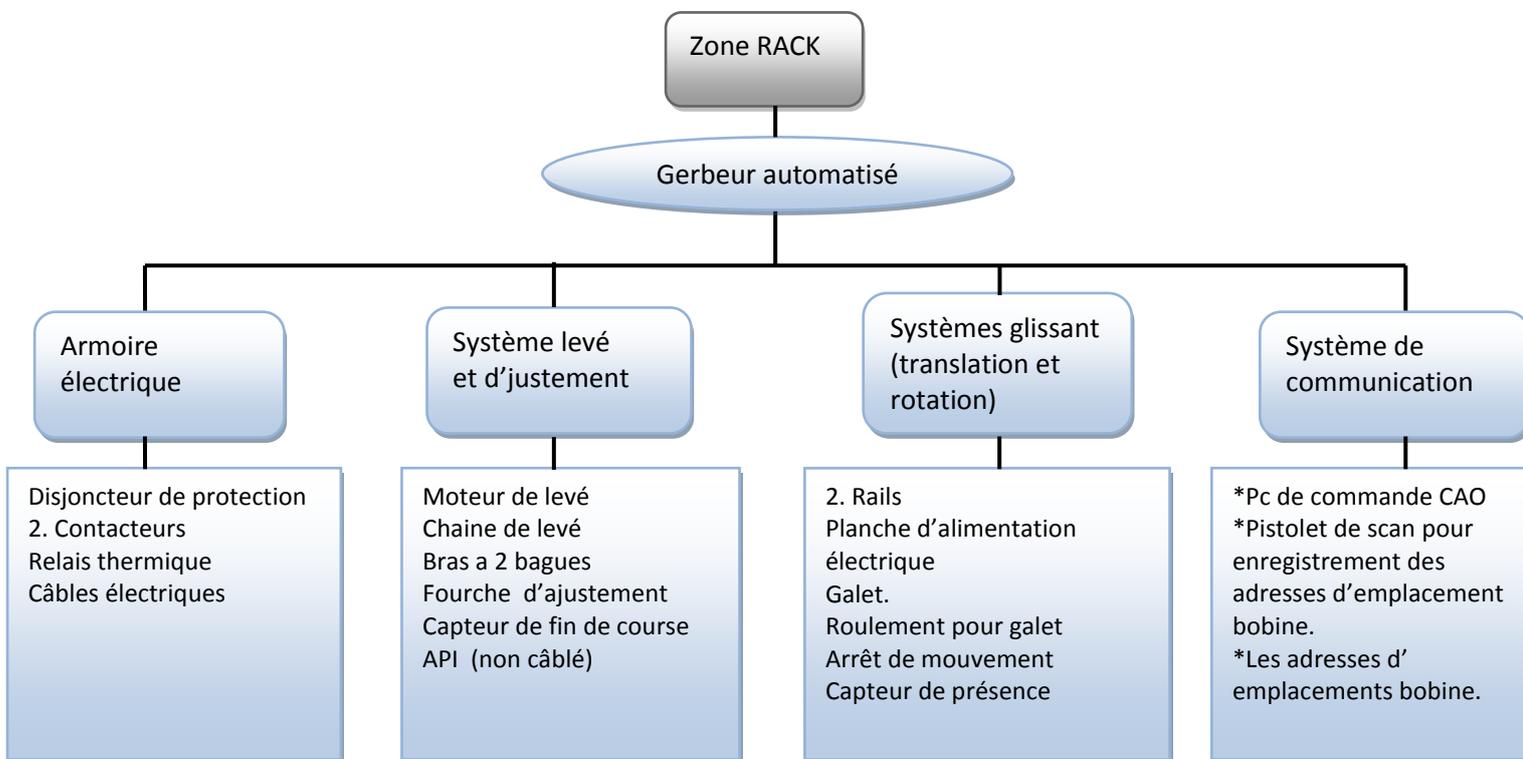


Fig12 : Schéma des différents composants de gerbeur

5.7 Grille modèle d'AMDEC :

L'élaboration des grilles d'AMDEC nécessite la disponibilité d'une base de données des défaillances survenues sur notre système dans une période significative, et l'utilisation d'une échelle de cotation des différents paramètres (Observabilité, Fréquence, Gravité).

Dans notre cas, l'élaboration des grilles est effectuée en se basant sur la démarche du brainstorming. Le résultat du brainstorming, nous a permis d'élaborer la grille présentée au Tableau 5.

Tableau 3 : Modèle de la grille d'AMDEC, élaboré suite à un brainstorming

Usine	AMDEC type								
	Atelier :								
	Système étudié :								
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effets	Détection	Criticité			
						F	G	D	C

Tableau 6: grille AMDEC

Lors du remplissage de la grille, il faut veiller au respect de l'échelle de criticité imposée par la société YMO, ainsi que les données délivrées, relatives à l'historique des défaillances de chaque élément. Pour se faire, nous allons tenir compte des éléments suivant, pour chacune des évaluations :

➤ Evaluation de la Gravité chez YMO

La sévérité (ou la gravité) est une évaluation de l'importance de l'effet de la défaillance potentielle, sur le fonctionnement de la zone de coupe. L'échelle de cotation de ce caractère est de 1 à 10 chez YMO

➤ Evaluation de la Fréquence (occurrence) de défaillance

L'Occurrence (Fréquence d'apparition) est une évaluation de l'apparition d'une défaillance particulière (à l'utilisation, le déplacement ou la manutention des bobines des câbles automobiles). L'échelle de cotation de ce caractère est de 1 à 10 chez YMO.

➤ Evaluation de la Détection de défaillance

La détection est une évaluation de la probabilité que les contrôles (conception et procédé) détecteront la cause d'une défaillance ou la défaillance elle-même. L'échelle de cotation de ce caractère est de 1 à 10 chez YMO.

Pa la suite, on établira les grilles d'AMDEC suivantes :

- ✓ Grille de l'armoire électrique ; (Voir annexe 1.1)
- ✓ Grille de système glissant (translation et rotation) ; (Voir annexe 1.2)
- ✓ Grille du système de levé et d'ajustement ; (Voir annexe 1.3)
- ✓ Grille du système de communication ; (Voir annexe 1.4)

Après l'élaboration des grilles d'AMDEC pour l'ensemble des sous-systèmes, on passe à l'étape de comparaison des criticités trouvées avec le NRP critique (150), au-dessous duquel il faut apporter des actions correctives aux éléments concernés. Le tableau suivant résume les résultats trouvés :

Fourche de levé	336
réseau	315
Fourche d'justement	192
Roulement	168
Galet	100
Etiquète	126
Contacteur	140
Bouton de commande	120

Tableau 6 : résultat NRP pour chaque sous système

D'après l'analyse AMDEC menée ci-dessous, on constate que les sous-systèmes en état critiques sont : système de communication, système de levé actionneur, bras de levé et d'ajustement. Ceci en se référant au seuil de criticité (NRP), influence sur production et redondance des interventions.

6. Solution contre les défaillances AMDEC :

6.1 Présentation :

L'outil AMDEC a montré plusieurs défaillances qui nécessitent une intervention urgente. Comme décrite avant, le mécanisme peut se composer en 4 parties, on a pu régler les défaillances de 3 éléments critiques :

- Système de levée de bobines
- L'inventaire des bobines (pesages des bobines)
- Système SAP de réseau informatique

L'intervention qu'on a maintenue à amélioré le fonctionnement de la zone rack et précisément de gerbeur manuel. il a minimiser près de 20% des arrêts au niveau de la zone rack et la zone de coupe.

6.2 Au niveau de système de levée :

Les bobines très lourdes provoquent des fissures et des déviations des fourches de levée des bobines. L'intervention de maintenance arrête définitivement le travail sur la zone jusqu'à la fin de réparation de levé de gerbeur.

Le nouveau gerbeur est équipé d'un levé de fourche indépendant de gerbeur qui peut se dissocier de l'ensemble de mécanisme et le remplacer par un autre.

La solution envisagée est présentée sur la figure 13 sous forme 3d avec le logiciel de conception catia.

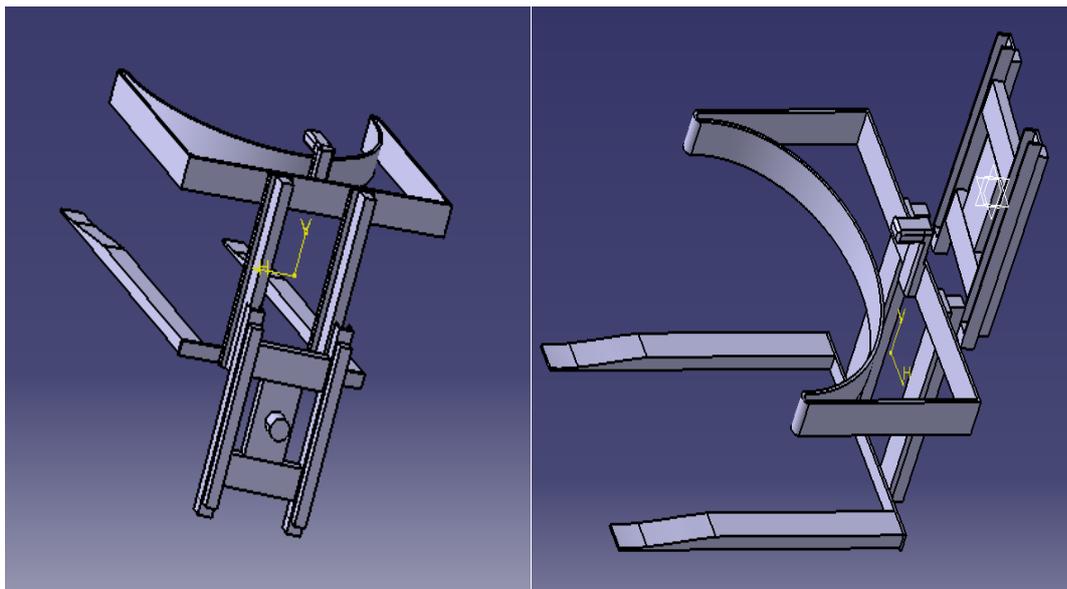


Fig13 : fourche de levée des bobines

6.3 Au niveau de système réseau :

Nous avons trouvé que les adresses des emplacements bobines se déchirent a cause du frottement et le contact de gerbeur avec les racks. et pace qu'ils sont conçues sous forme de papier collé au-dessous de chaque emplacement bobine comme montré à la figure 14.

L'intervention à ce stade était d'intégrer des étuis présenté à la figure 15, contenant l'adresse des emplacements. Cette étui permet de protéger les adresses du milieu extérieur et favorise le passage de faisceau lumineux pour le scan.



fig14: adresse emplacement bobine déchirés



Fig15: étui pour protection des adresses bobines

6.4 Au niveau de pesages des bobines :

Le pesage des bobines se fait de temps à autre, les opérateur de la zone rack perdent beaucoup du temps en pesant les bobines d'une manière indépendante de processus de fonctionnement de gerbeur.

La solution proposée pour remédier à ce problème était de concevoir une balance intégrée dans le gerbeur comme présenter a la figure 16 permettant le pesage des bobines d'une manière rapide, simple et automatique.

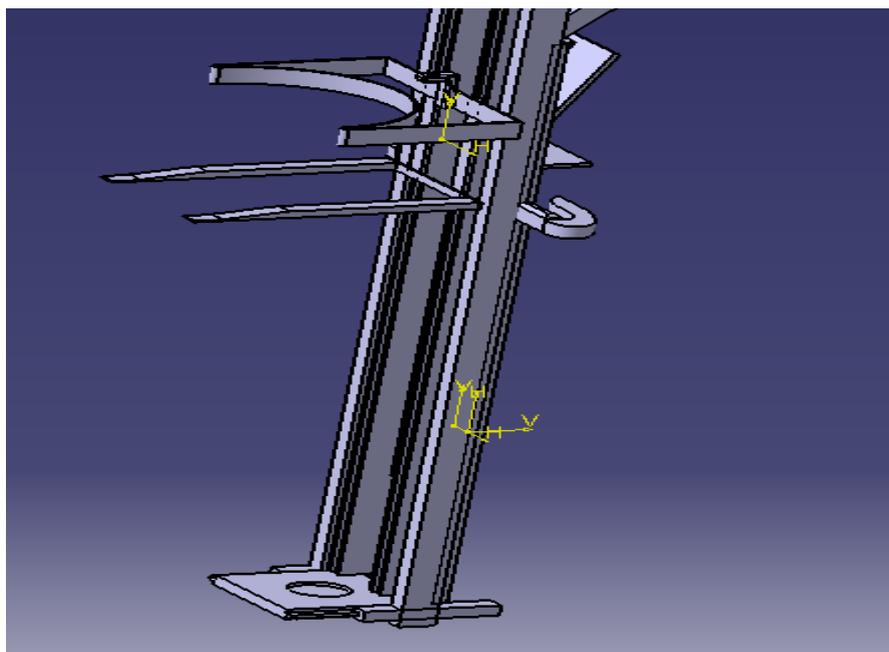


Fig16 : position de la balance sur le gerbeur

La balance contient un moteur a courant continue fixe, permettant la rotation de la bobine pour la lecture de code barre (référence) de bobine, la balance soustraire le poids de moteur systématiquement avant de l'enregistrer.

7. Estimation du gain :

L'outil AMDEC permet d'améliorer rapidement les performances du système étudié. Dans notre cas et après une analyse de l'impacte des solutions suggérées, on a bénéficié des gains en temps suivants le planning suivant :

- L'intervention de maintenance de levé de fourche requiert entre 15 min et 20 min suivant les taches de soudures, de fixation des palettes ou guidage par la chaine de transmission.
 - L'intégration de levé de fourche indépendant au gerbeur a permis de réduire l'intervention de technicien en 2 min au maximum.

- Lors de la demande des inventaires (mesure de poids des bobines) les operateur de la zone rack sont besoins d'une durée de 2min à 6min pour effectuer le pesage, enregistrer le poids et évacuer la balance de chemin.
 - L'intégration de la bobine dans le gerbeur a permis de réduire la duré de pesage en 1min au maximum.

- Si l'opérateur à changé une bobine dont l'adresse de son emplacement est supprimé, il demande l'accès à l'écran de supervision pour écrire l'adresse manuellement, ce travail prend une duré entre 20s et 40s, mais vue le grand nombre des emplacements qui souffre de ce problème et les problèmes de saisies dans les écrans de supervision le temps perdu deviens très important.
 - Avec l'intégration des étuis qui protègent les adresses d'emplacement bobine, l'opérateur n'aura jamais à saisir les adresses manuellement ou d'accéder à son système SAP.

8. Conclusion :

Ce chapitre a permis d'améliorer les performances de gerbeur manuel en minimisant les retards de productivité dans la zone de coupe. Les résultats trouvés étaient remarquables et par suite on a décidé d'automatiser le gerbeur manuel afin d'atteindre l'objectif '0' retard au niveau de la livraison des bobines pour la zone de coupe.

L'action qui suivra cette analyse des défaillances, est l'analyse fonctionnelle qui mettra en évidence le transstockeur au cœur de notre développement.

CHAPITRE III: analyse fonctionnel

1. Analyse Fonctionnelle externe :

L'analyse fonctionnelle est une étape très importante, dans la conception ou la réalisation d'un nouveau produit. Elle consiste à déterminer les fonctions établies par le système étudié. Lors de cette analyse, il faut considérer le transstockeur comme une « boîte noire » qui doit satisfaire les exigences de la production, en assurant diverses fonctions et en faisant abstraction aux solutions technologiques.

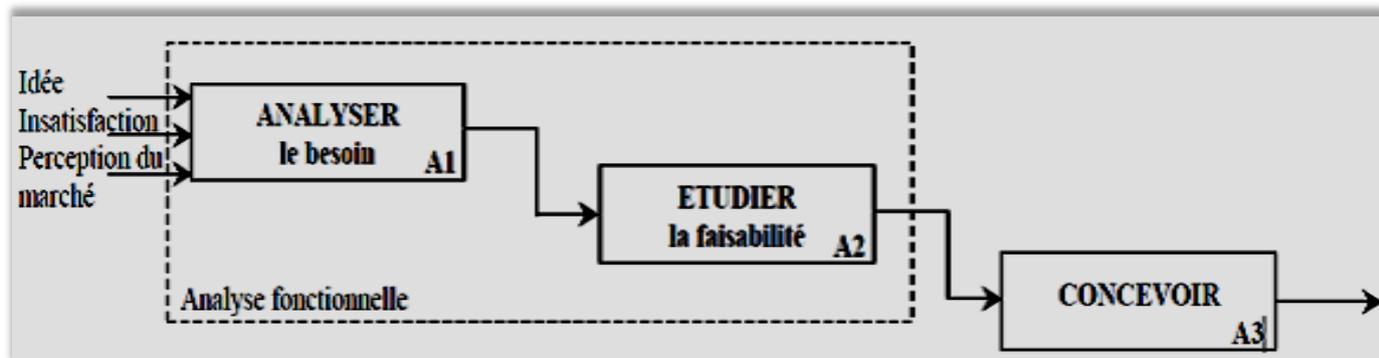


Fig17 : illustration des étapes d'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est possible grâce à des outils tels que le diagramme de bête à cornes, pieuvre, FAST et SADT...

1.1 Analyse de besoin

1.1.1 Saisir le besoin

La machine actuelle (gerbeur) présente plusieurs problèmes qui consistent en :

- ✓ Retard en distribution des bobines.
- ✓ mauvais moyen de communication lors des commandes urgentes;
- ✓ Travail non structuré et chaotique lors de perte réseau;
- ✓ Réclamations au niveau de la production ;
- ✓ Difficulté à manipuler le gerbeur sans frottement;
- ✓ Défaillances fréquentes de certains équipements.

1.1.2 Expression du besoin :

A cette phase nous allons exprimer avec rigueur le but et les limites de l'étude, et pour cela on va expliciter l'exigence fondamentale qui justifie la modification de la conception de l'existant.

Lorsque la société YMO décide de modifier la conception de gerbeur de manutention pour le rendre un transstockeur de bobine, elle le fait pour améliorer les performances de cette machine pour pouvoir répondre aux exigences accrue de la production et assurer un fonctionnement sans rupture, sans problèmes et aussi, pour assurer des conditions de travail plus ergonomiques aux opérateurs des machines de coupe.

Afin de déceler le besoin, nous devrions répondre aux trois questions suivantes :

- ✓ A qui rend service le gerbeur automatisé ?
- ✓ Sur quoi agit-il ?
- ✓ Dans quel but existe-t-il ?

La réponse est formulée à l'aide de l'outil normalisé appelé diagramme de bête à cornes présenté a la figure 18.

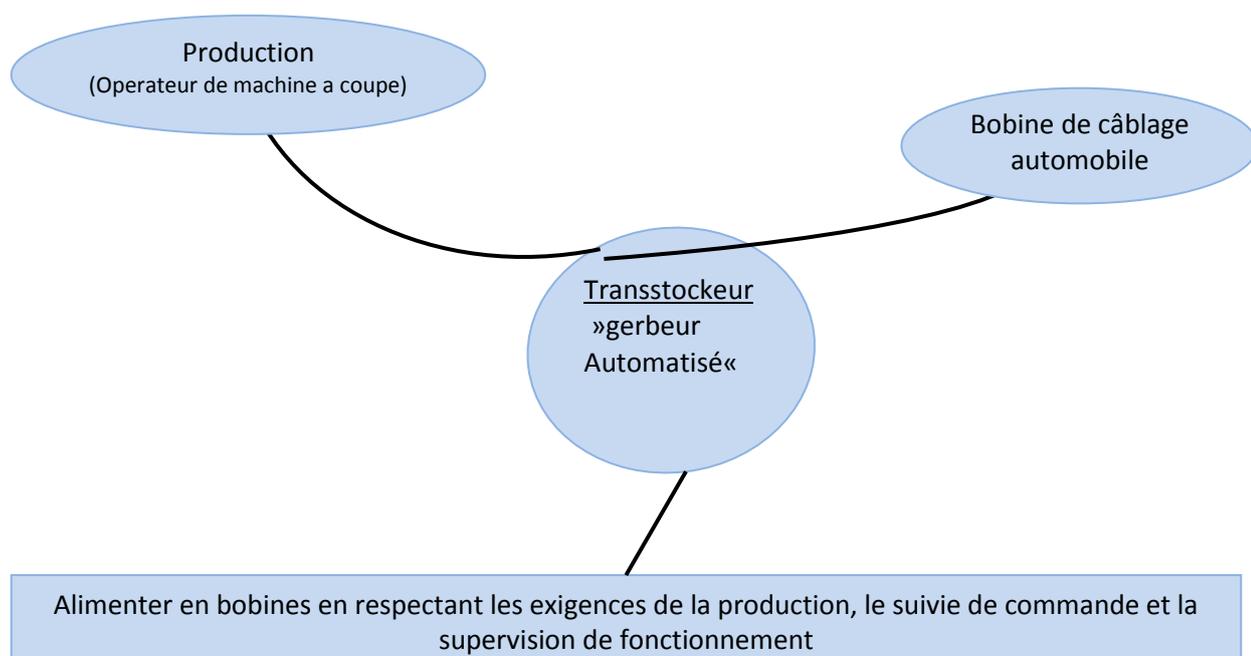


Fig18: Diagramme de Bête à corne

1.1.3 Validation du besoin :

Après avoir déterminé le besoin que le transstockeur doit satisfaire, nous allons vérifier la stabilité en répondant à cinq questions, comme présenté dans le Tableau 7.

Questions	Réponse
Pourquoi le besoin existe-t-il ?	Parce qu'il y a souvent des tensions entre les opérateurs des machines de coupe (production) et les manipulateurs des gerbeurs. Manque de sécurité de rapidité et d'organisation.
Dans quel but ?	Pour assurer un fonctionnement sophistiqué en matière de sécurité, rapidité et aussi supervision et le contrôle.
Pour quelle raison ?	Pour répondre aux exigences de la production. Tracer les premiers pas de la robotisation des machines et la minimisation des opérateurs Avoir des ressources et des moyens performant pour accueillir des nouveaux projets
Qu'est ce qui pourrait le faire évoluer ?	L'ajout des éléments de mesures, de contrôle, de pesage et de suivi. Intégration de système d'information et de supervision L'économie en budget et l'autosuffisance sans sous-traitant
Qu'est ce qui pourrait le faire disparaître ?	La fin de la production des câbles automobiles.

Tableau 7: analyse de besoin de gerbeur automatisé

Le gerbeur qui intervienne dans le processus de production, n'assure pas toujours une distribution efficace des bobines sur les différentes machines de coupe. Ceci étant dû au pilotage manuel de ce dernier et la mauvaise manière de réception des commandes.

D'après ces données le besoin est validé. Par conséquent, on va entamer l'étude d'un nouveau système assurant diverses fonctions. Ces dernières seront validées par des solutions technologiques.

1.2 Etude de faisabilité :

A cette phase d'analyse fonctionnelle, nous allons identifier les fonctions, les classer, les hiérarchiser et rédiger le cahier des charges fonctionnelles **CDCF**, afin d'exprimer le besoin.

➤ Remplacement du produit dans son milieu

Dans cette partie, nous allons appliquer la méthode Pieuvre. Cette méthode consiste à identifier les composants du milieu environnant le produit, chercher et définir les fonctions principales et les fonctions contraintes du produit par le biais des interactions entre le produit et ses milieux externes comme présenté en figure 19.

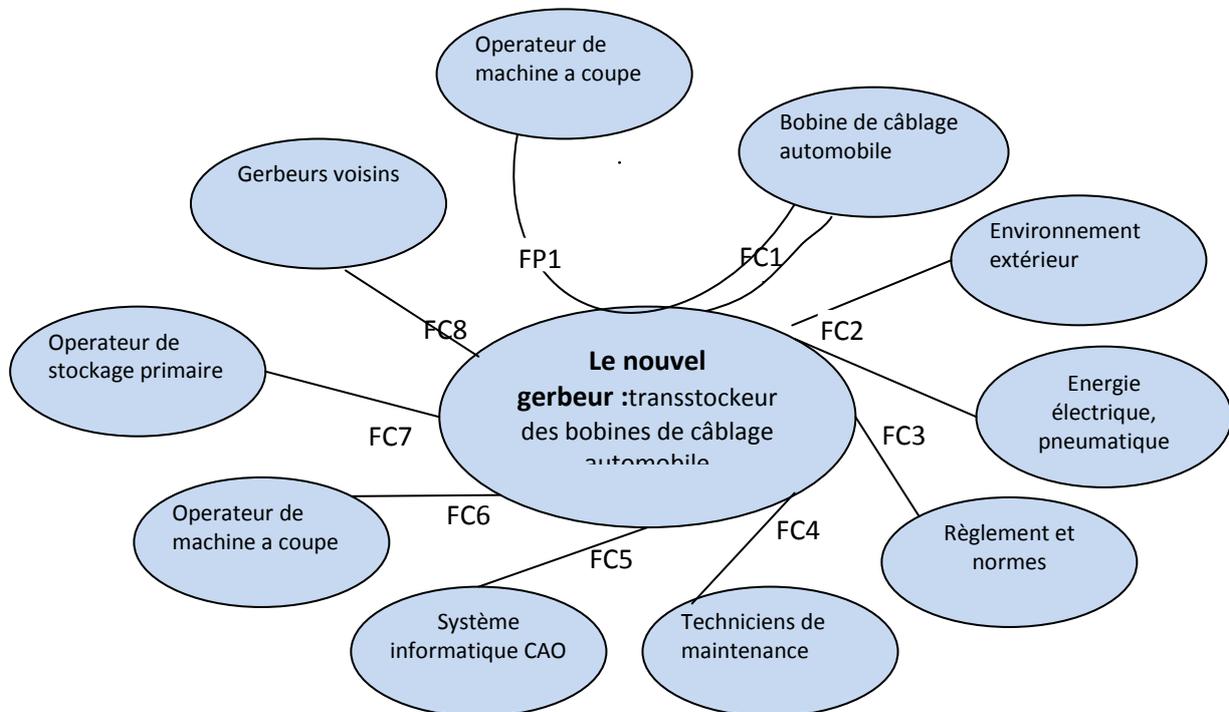


Figure 19 : Diagramme Pieuvre de la phase de conception du nouveau système

Le diagramme pieuvre encercle le produit : gerbeur automatisé dans son milieu environnant et engendre les contraintes de ce dernier.

Le diagramme en Figure 18 nous permet d'énoncer les fonctions présentées au Tableau 8 :

Fonction	contraintes
FP1	Permettre aux opérateurs de production un déplacement sophistiqué, précis et autonome.
FC1	Etre adapté à l'environnement extérieur.
FC2	Etre adapté aux énergies de secteurs.
FC3	Etre en rigueur avec les lois et les règlements international.
FC4	Etre maintenable et facile aux interventions.
FC5	Permettre la liaison avec système informatique CAO.
FC6	Permettre une utilisation aise pour les opérateurs de production.
FC7	Autoriser le stockage de rail primaire sans rupture de fonctionnement.
FC8	Travailler en parallèle avec les gerbeurs voisins.

Tableau 8 : Les fonctions contraintes de la fonction automatisation de gerbeur

1.2.1 Hiérarchisation des fonctions

Cette phase permet de quantifier l'importance relative des fonctions de service, les résultats de cette analyse permettront, lors de la conception de faire coïncider la répartition des coûts avec cette hiérarchisation. Il est en effet, logique que le coût des solutions technologiques adoptées pour remplir une fonction de service soit proportionnelle à l'importance qu'on lui accorde.

À ce propos allons déterminer l'importance de chaque fonction par rapport aux autres. Et ce à l'aide d'une matrice dite matrice tri croisé. Afin de comparer le niveau d'importance, nous allons attribuer une note en supériorité de 0 à 3.

	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	Points	(%)	
Fp1	9	18%									
	2	1	1	1	/	2	1	1			
	FC1	Fc1	Fc3	Fc4	Fc5	Fc1	Fc7	Fc1			8%
		2	2	1	3	2	/	/			4
		FC2	Fc3	Fc4	Fc5	Fc6	fc7	Fc2			2%
			2	1	3	/	1	1			1
			FC3	Fc3	Fc5	Fc3	Fc3	Fc3			14%
				1	2	2	/	/			7
				FC4	Fc5	Fc6	Fc7	Fc8			4%
					3	2	1	1			2
				FC5	Fc5	Fc5	Fc5	36%			
					3	2	3	18			
					FC6	Fc7	Fc8	4%			
						2	2	2			
						FC7	Fc7	8%			
							/	4			
							FC8	6%			
								3			
								TOTAL	50		

Tableau 9 : Matrice de tri-croisée appliquée aux fonctions du transstockeur.

En remplissant la matrice en tableau 9, nous avons pris en considération l'échelle suivante :

/ : Niveau égal.

1 : Légèrement supérieure.

2 : Moyennement supérieure.

3 : Nettement supérieure.

Nous allons effectuer ensuite le calcul du total des points, pour toutes les fonctions afin de pouvoir calculer le poids de chaque fonction en pourcentage.

1.2.2. Histogramme des fonctions

Nous allons rendre significatifs les résultats de la hiérarchisation fonctionnelle en représentant sous forme de graphique les pourcentages attribués à chaque fonction comme présenté en figure 20.

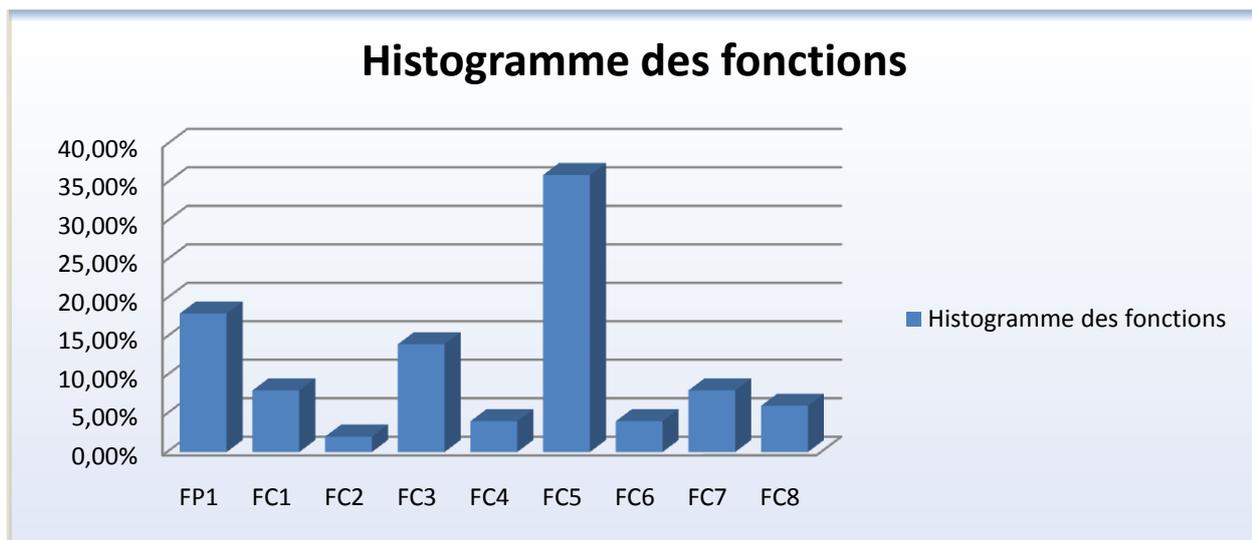


Fig20 : Histogramme de classement des fonctions

--> **Constat** : D'après les données de l'histogramme, on constate que la fonction principale FP1 (Permettre aux opérateurs de production un déplacement sophistiqué, précis et autonome de leurs bobines commandés) et la fonction contrainte FC5 (Permettre la liaison avec système informatique CAO)

1.2.3. Cahier des charges fonctionnel (C.D.C.F)

Nous allons construire le C.D.C.F, il s'agit d'un document par lequel nous allons exprimer le besoin en termes de fonctions de service. Pour chacune des fonctions nous allons définir les critères d'appréciations et leurs niveaux de flexibilité, où :

- Le critère d'appréciation d'une fonction est le caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte est respectée. [NF X50-150] ;
- Le niveau d'un critère d'appréciation est la grandeur repérée dans l'échelle adoptée, pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur, peut être celle recherchée en tant qu'objectif ou celle atteinte pour une solution proposée. [NF X50-150] ;
- La flexibilité du niveau d'un critère d'appréciation est l'ensemble des indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler le niveau recherché pour un critère d'appréciation. [NF X50-150] Nous pouvons représenter la flexibilité par des chiffres ou d'une façon littéraire (Classe) :

Flexibilité nulle (F0): niveau impératif ;

Flexibilité faible (F1): niveau peu négociable ;

Flexibilité moyenne (F2): niveau négociable ;

Flexibilité forte (F3): niveau très négociable.

Tenant compte de ces éléments, nous obtenons le cahier des charges illustré au Tableau 10.

Fonction	Libelle	Critère d'appréciation	Niveau de critère	Flexibilité
FP1	Permettre aux opérateurs de production un déplacement sophistiqué des bobines de câble.	Vérification des références	Tous ou rien	F0
		Déplacement précis	Connaitre les positions	F0
		Communication bidirectionnelle	Réseaux : OPC, MPI	F0
FC1	Etre adapté à l'environnement extérieur.	Multitudes de références	Mémoire large,	F1
FC2	Etre adapté aux énergies du secteurs.	Plusieurs projets	scan efficace	F0
		Tension	220v	F0
		Fréquences	50hz	F0
FC3	Etre en rigueur avec les lois et les règlements internationaux.	pression	7bar	F0
		Assure la protection	ISO 18001	F0
		Conserve l'état des câbles	ISO /TS16949	F1
FC4	Etre maintenable et facile aux interventions.	Existence de Pièces de rechanges	Fournisseur Maroc	F2
		Assure le retour manuel	AUTO/MANU	F1
		Liaison API et SQLserver	Software Pc de commande	F0
FC5	Permettre la liaison avec système informatique CAO.	Liaison SAP et HMI	Liaison avec wincc	F1
		Actualisation et mise à jour rapide	Contrôlé par AITI	F1
		HMI simple et	Ecran supervision	F1
FC6	Permettre une utilisation aise pour les opérateurs de production.	Traçages des opérations		
FC7	Autoriser le stockage de rail primaire sans rupture de fonctionnement.	Assure le stockage primaire en toute sécurité	Détection de mouvement	F2
FC8	Travailler en parallèle avec les gerbeurs voisins.	Liaison entre différentes gerbeurs	Livraison interne et remplacement	F1

Tableau 10 : Cahier des charges fonctionnelles

2. Analyse fonctionnel interne :

2.1 SADT- A0

La méthode SADT, ou méthode d'analyse fonctionnelle descendante, est une méthode graphique qui part du général pour aller au particulier. Elle permet de décrire des systèmes complexes où coexistent différents flux de matière d'œuvre.

Le transstockeur est lié à son environnement interne via plusieurs organes comme présenté dans le SADT-a0 en figure 21.

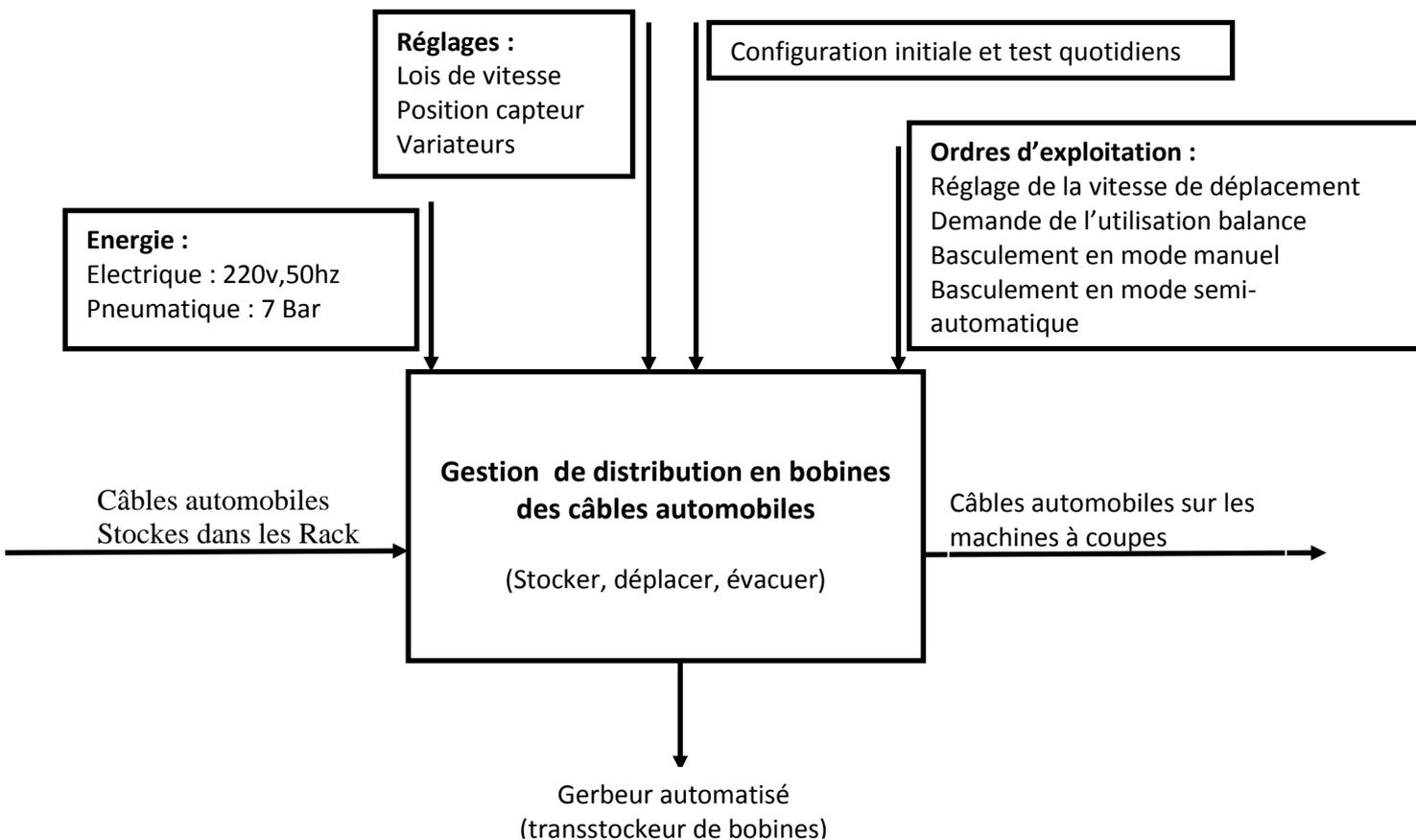


Fig 21 : diagramme SADT-A0

2.2 Diagramme FAST :

Un diagramme FAST (Functional Analysis System Technic) présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s). Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit.

Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

Dans le but d'élaborer le diagramme FAST, nous avons organisé plusieurs réunions avec les différents responsables sur l'entourage de la machine, pour étudier toutes les responsabilités de mise en œuvre du système et aussi de proposer des solutions qui répondent à notre besoin. Le diagramme en représente les résultats de ces réunions est présenter a la figure 22.

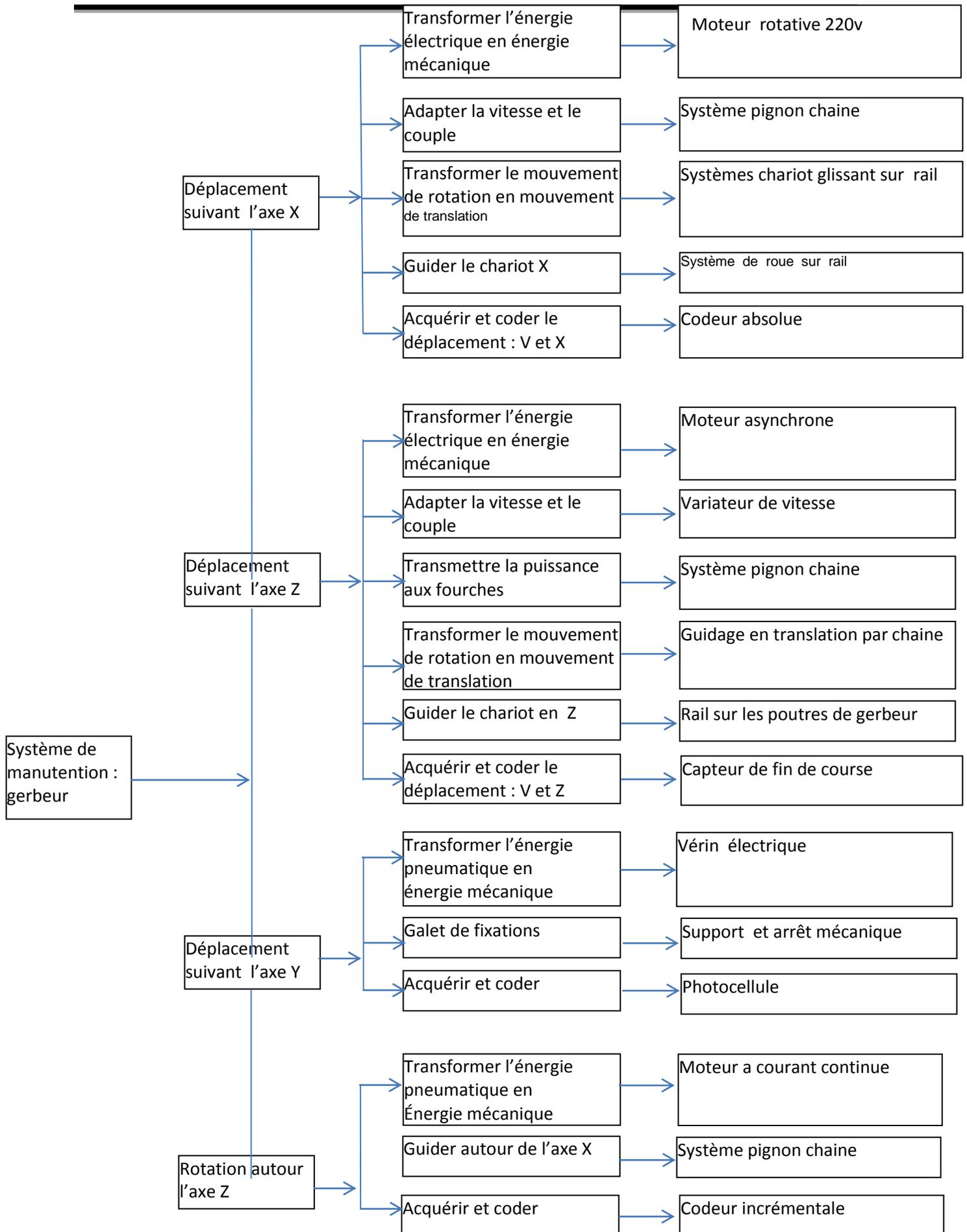


Fig22 : résultat de l'élaboration de diagramme FAST avec l'équipe

Après avoir fini l'analyse fonctionnel, le transstockeur demeure visible en ce qui concerne son milieu interne. Il nous faut juste concevoir des solutions mécaniques pour intégrer les solutions choisies dans le diagramme FAST.

3. Solution pour l'automatisation de gerbeur :

3.1 Logiciel de conception CATIA V5PR20

CATIA (Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée) est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), créé au départ par la société Dassault Aviation pour ses propres besoins sous le nom de CATI (acronyme de conception assistée tridimensionnelle interactive). La compagnie Dassault Systèmes fut créée en 1981 pour en assurer le développement et la maintenance sous le nom de CATIA, IBM en assurant la commercialisation.

3.2 Transstockeur de bobine :

Le nouveau gerbeur favorise le déplacement autonome suivant les 3 axes, les solutions technologiques décrites au paravent nécessitent une conception différente au gerbeur manuel qui permet à la fois une automatisation sans difficultés et un retour au fonctionnement manuel aisé.

On a conçu pour chaque mouvement une solution technologique veillant les exigences de productivités, d'intégrités et surtout son cout d'investissement. La figure 23 présente le

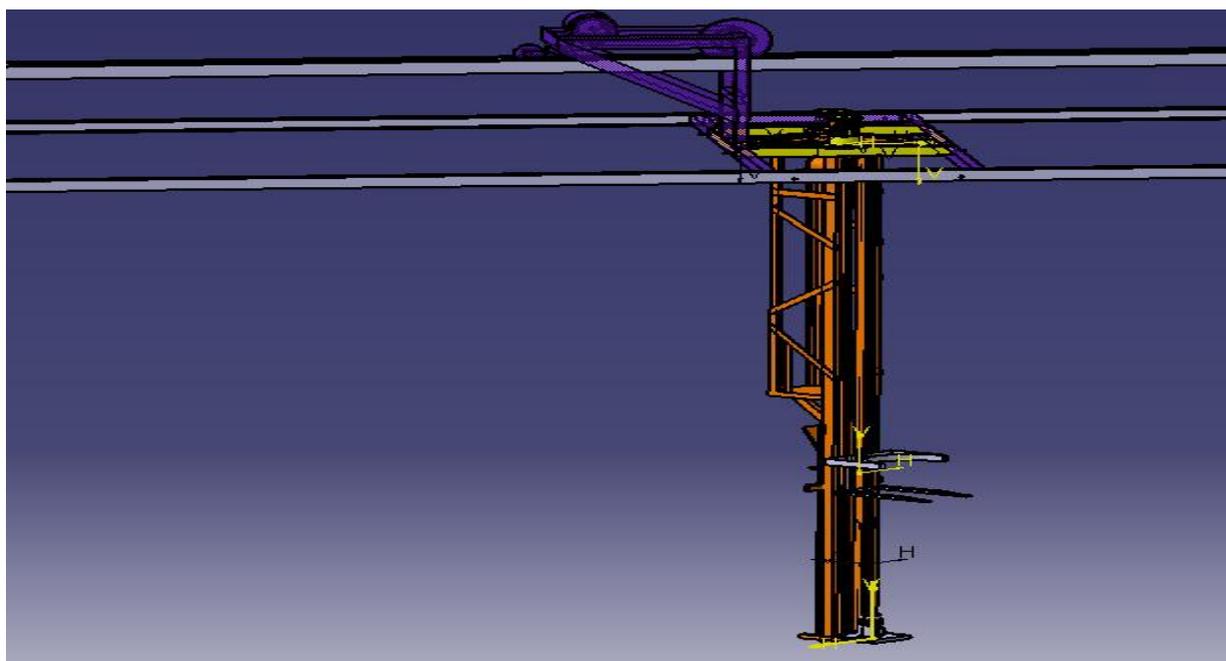


Fig23 : vue panoramique de gerbeur automatisé

Dimensionnement de conception globale en annexe 2 :

3.3 Déplacement suivant l'axe horizontal X :

Un système de roue, pignon et chaîne permet la translation de mécanisme le long de la zone comme présenté en figure 24. Un système de guidage composé d'un circuit de rail est penché au-dessus de la zone et articulé aux extrémités des emplacements bobines favorise le glissement de gerbeur et ces mouvements dans les 3 axes.



Fig24 : vue de mécanisme déplacement suivant l'axe X (mouvement horizontale)

Cette solution est validé par l'équipe d'ingénierie, en effet elle respecte les exigences de productivité tel que, il n'y a pas de frottement à part la roue motrice, pas de poids supplémentaire qui peut décélérer ou arrêter le mouvement de transstockeur.

3.4 Déplacement suivant l'axe horizontale Y :

Le mouvement de translation suivant l'axe Y dit mouvement transversal est piloté via un vérin électrique comme décrit avant et comme montré à la figure 25. La disposition de vérin permet l'accès aux emplacements bobines.

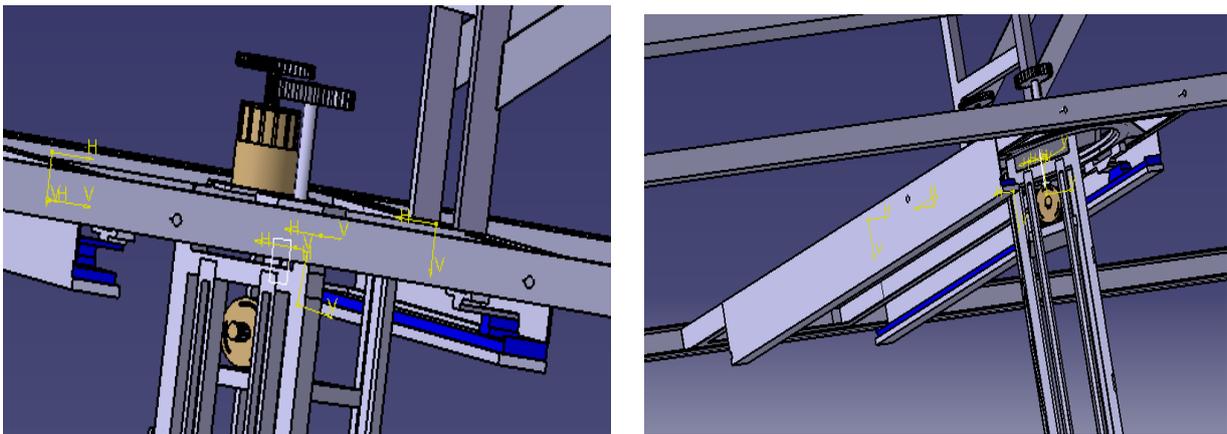


Fig25 : Vue déplacement suivant l'axe Y (mouvement horizontale)

La solution mécanique conçue pour intégrer le vérin électrique est économique au niveau d'investissement, performante au niveau de la précision et réalisable au niveau de la conception et son montage simple.

3.5 Rotation de gerbeur suivant l'axe Z :

Le mouvement de rotation est piloté par un moteur électrique via un système pignon chaîne, autorisant la rotation par angle comme montré à la figure.

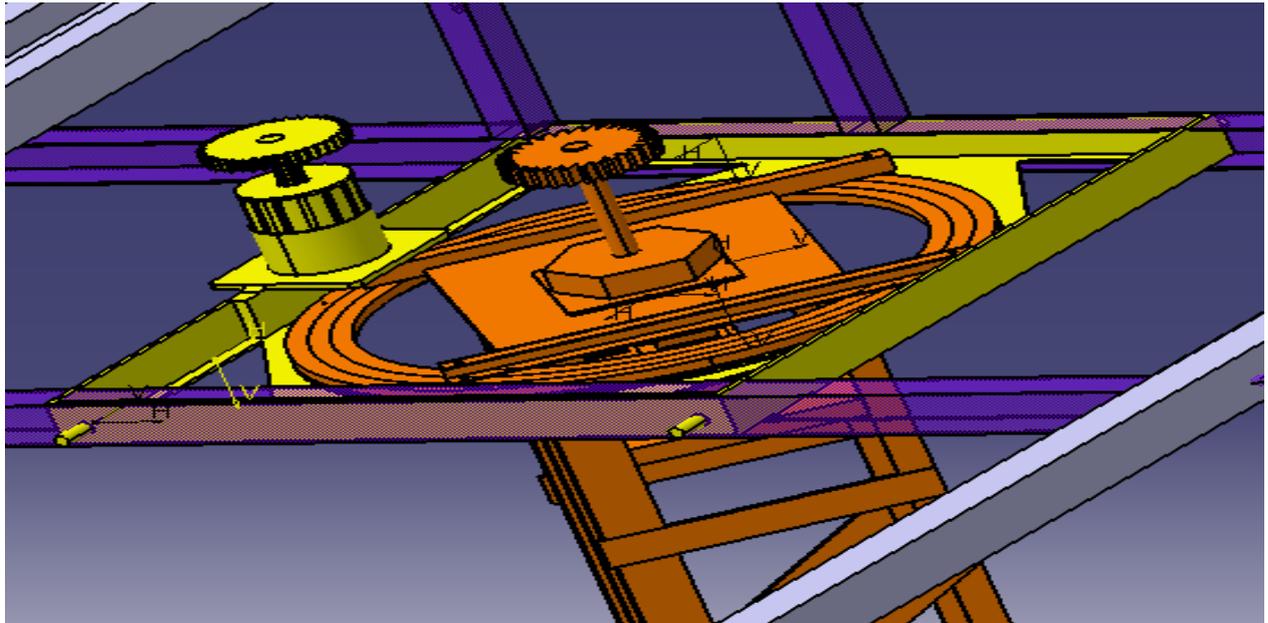


Fig26 : vue de mécanisme rotation de gerbeur autour de l'axe Z

Le mouvement de rotation nécessite un accouplement rigide puisque le poids est énorme et une transmission de mouvement précise puisque le transstockeur tourne avec des angles bien définies, donc on a choisi un système pignon chaîne.

3.6 Le pivotement de bobine pour la lecture de sa référence :

La lecture de la référence des bobines nécessite l'orientation de cette dernière pour que la fiche d'identité collée sur la bobine soit en face d pistolet de scan. Le moteur intégré sur la balance comme présenté sur la figure 27, permet de pivoter la bobine jusqu'à détection de sa référence.

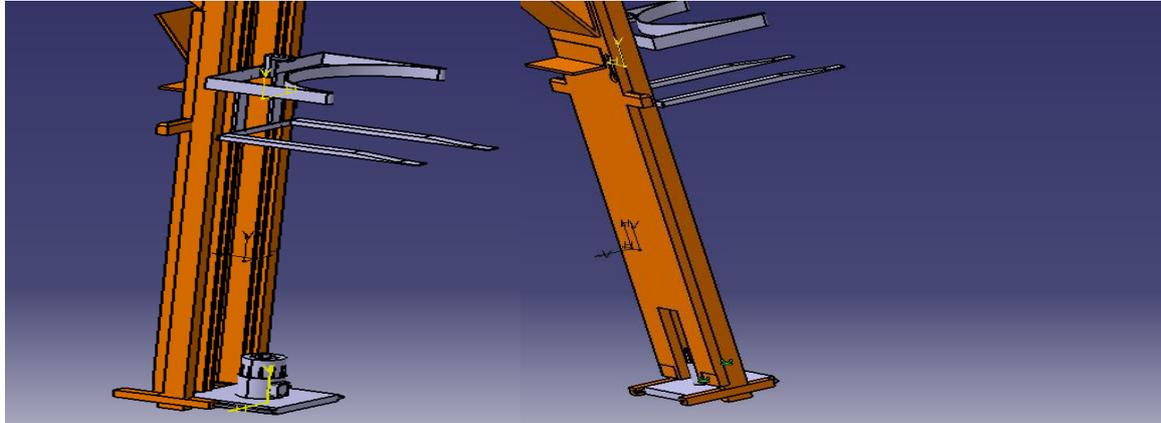


Fig27 : moteur de pivotement de bobine pour la lecture de scan

4. Conclusion :

A travers ce second chapitre, nous avons pu localiser à l'aide de l'analyse fonctionnelle le milieu externe et interne de transstockeur, en prenant en considération les exigences du cahier des charges déjà prescrites, pour déboucher finalement sur une conception mécanique favorisant les mouvements autonomes du transstockeur.

Le prochain chapitre traite la démarche suivie pour l'automatisation de gerbeur en passant par la configuration de l'unité de traitement et la liaison entre cette dernière et les écrans de supervision, ensuite on va concevoir une interface de supervision pour le contrôle et le suivie des commandes et des performances de la zone rack.

CHAPITRE IV: automatisation et interface de la supervision de la zone rack

1. introduction

Dans ce chapitre, nous allons développer le programme de commande et de supervision pour la nouvelle architecture de gerbeur automatisé.

Tout d'abord nous allons modéliser graphiquement le fonctionnement de cette nouvelle structure à l'aide de l'outil GRAFCET (Grphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition), puis nous allons présenter les interfaces de supervision.

2. Architecture de commande et supervision (SCADA)

La communication entre les différents machine de coupe et l'écran de supervision centrale est réalisé grâce au réseau Ethernet, alors que la liaison entre l'écran de supervision centrale et l'automate programmable industriel est faite réaliser par le biais d'un réseau profibus comme présenté a la figure28.

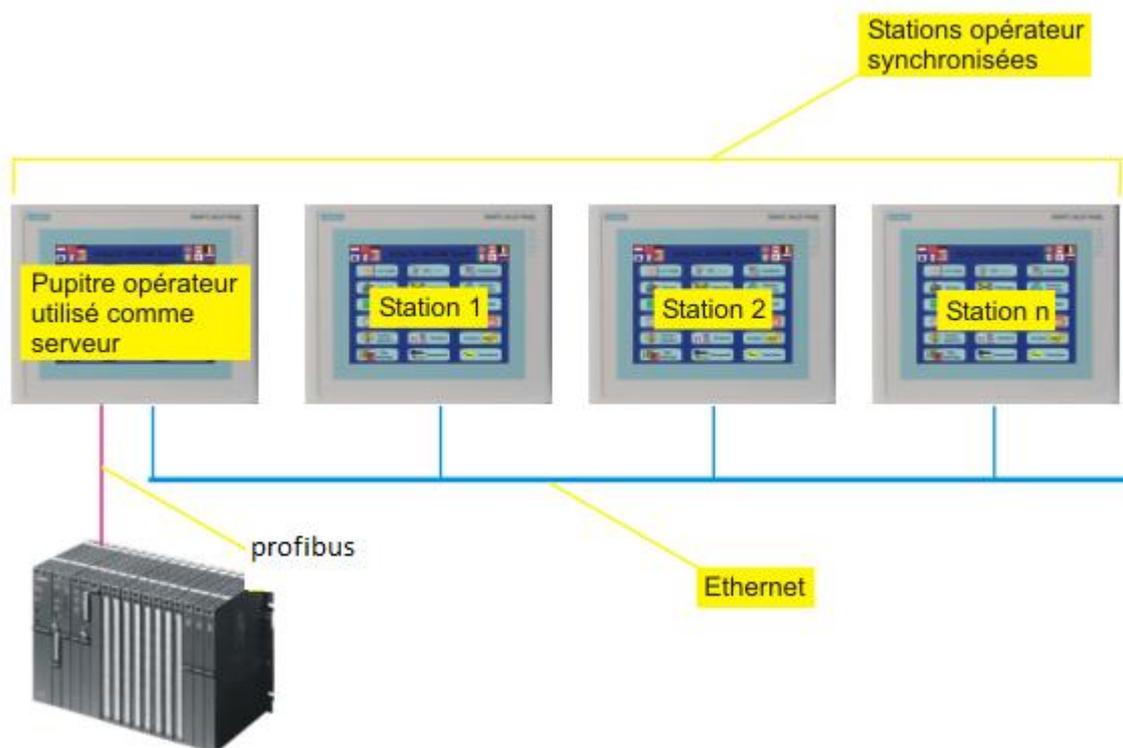


Fig28 : architecture de la liaison automate et les machines de coupes

L'API commande le gerbeur automatisé grâce aux entrées/sorties et en même temps communique avec l'écran de supervision centrale et celle des machines de coupe les commandes ordres, comme montré à la figure 29 pour assurer aux opérateurs de coupe la manutention des bobines et pour les techniciens de maintenance une supervision et un contrôle toute la zone rack.

3. Programmation

Cette étape consiste à traduire le nouveau cycle du fonctionnement en un enchaînement d'événements temporels, et en des langages bien spécifiés.

Premièrement, on va expliciter les différentes séquences de fonctionnement du nouveau gerbeur automatisé et les différents choix d'utilisation. Ensuite on va les traduire en langage STEP 7 approprié pour la programmation de notre automate appartenant à la gamme SIEMENS 300.

3.1 GRAFCET: Graphe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions :

Le GRAFCET est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes.

Le GRAFCET est donc un langage graphique représentant le fonctionnement d'un automatisme par un ensemble :

- Des étapes auxquelles sont associées des actions ;
- Des transitions entre étapes auxquelles sont associées des conditions de transition ;
- Des liaisons orientées entre les étapes et les transitions.

Son nom est l'acronyme à la fois de « graphe fonctionnel de commande étapes /transitions » et de « graphe du groupe AFCET (Association française pour la cybernétique économique et technique) ».

Dans l'automatisme de système de fonctionnement de **la zone rack**, nous allons adopter une décomposition du système en un ensemble de sous-systèmes, dont le fonctionnement de chacun d'eux est décrit par un Grafcet élémentaire.

La décomposition du système est basée sur la cohérence temporelle, la dépendance des événements, et la nature du mode de fonctionnement, à cet effet, nous présentons:

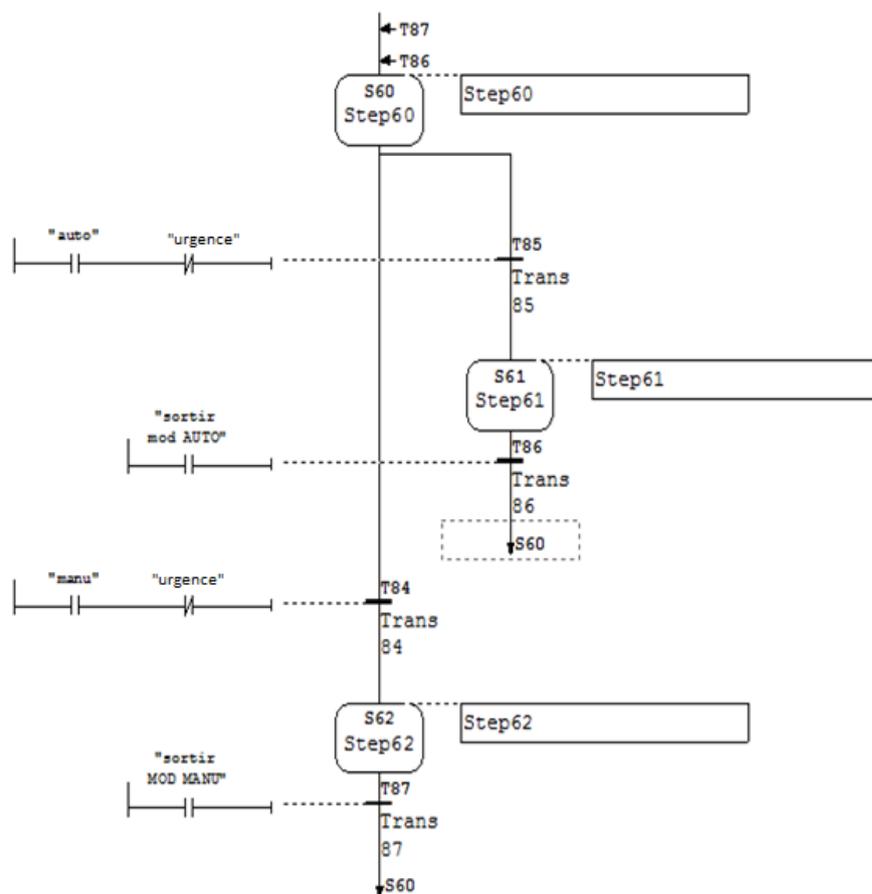
- Grafcet de choix de mode de fonctionnement;
- Grafcet de contrôle permanent (pour les techniciens de maintenance) ;
- Grafcet du fonctionnement générale (pour les opérateurs de coupe) ;

La procédure de fonctionnement de chacun de ces grafcet fait appelle a plusieurs grafcet qui travail simultanément un après l'autre (le cas de grafcet du fonctionnement générale) ou indépendamment suivant la tache appelé (le cas de contrôle permanent).

3.2 GRAFCET de choix d'utilisation AUTO/MANU :

Le premier GRAFCET qui se met en marche dès le lancement de programmes est celui des modes de choix présenté à la figure 29'.

- Le choix de mode AUTO fait appel au GRAFCET de fonctionnement générale qui permet de commander les bobines.
- Le choix de mode MANU fait appel au GRAFCET de contrôle permanent qui permet le contrôle des mouvements et la supervisions de son performance.



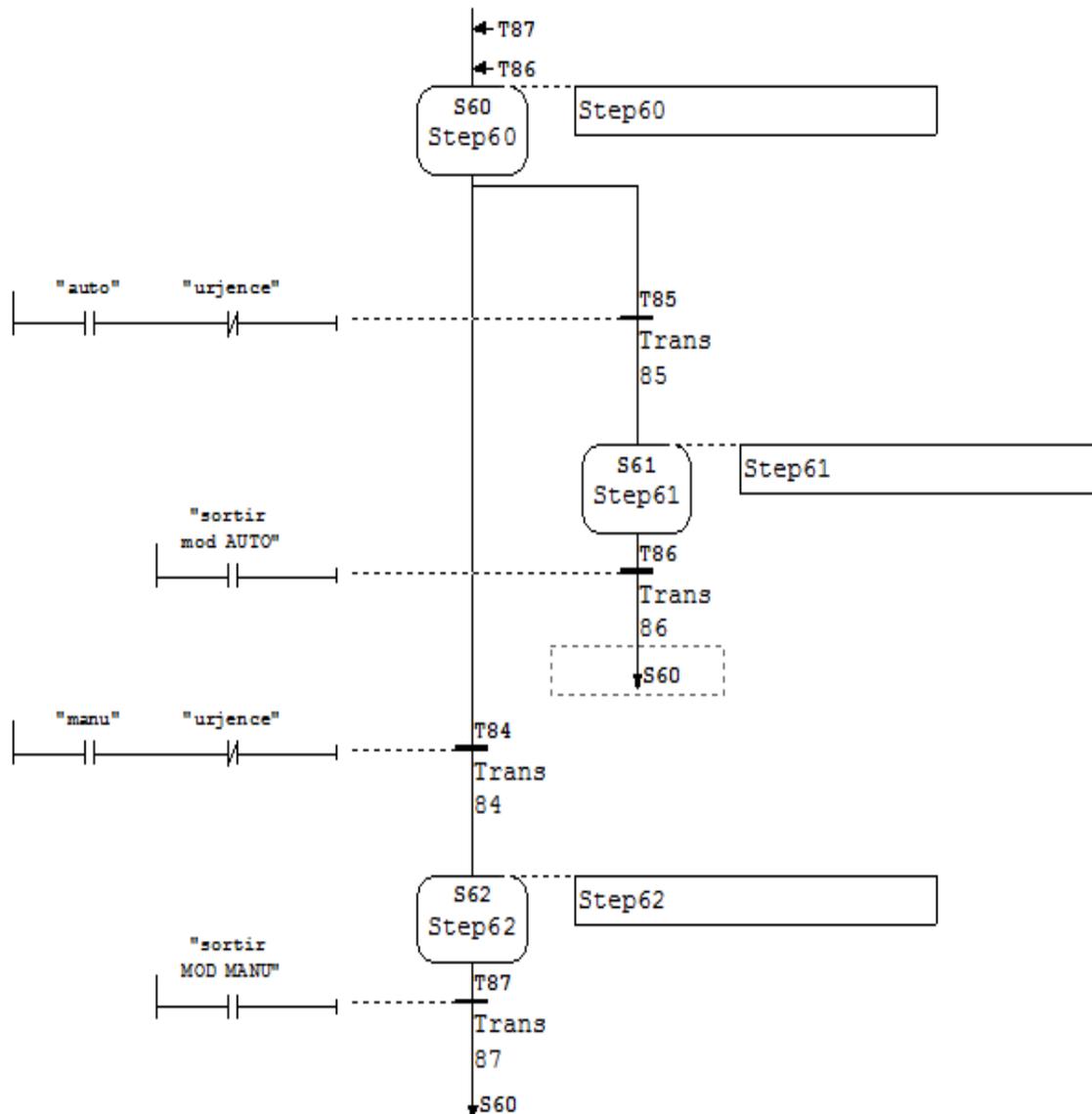


Fig29: GRAFCET de choix commande

3.3 GRAFCET de contrôle permanent :

L'objectif de GRAFCET est de permettre au technicien de maintenance de détecter les anomalies et les pannes depuis l'écran de supervision. Une configuration de paramètre de fonctionnement est aussi possible comme montré à la figure 30.

Ce GRAFCET traite chaque mouvement de gerbeur indépendamment des autres pour tester son état de fonctionnement et les performances de ses équipements.

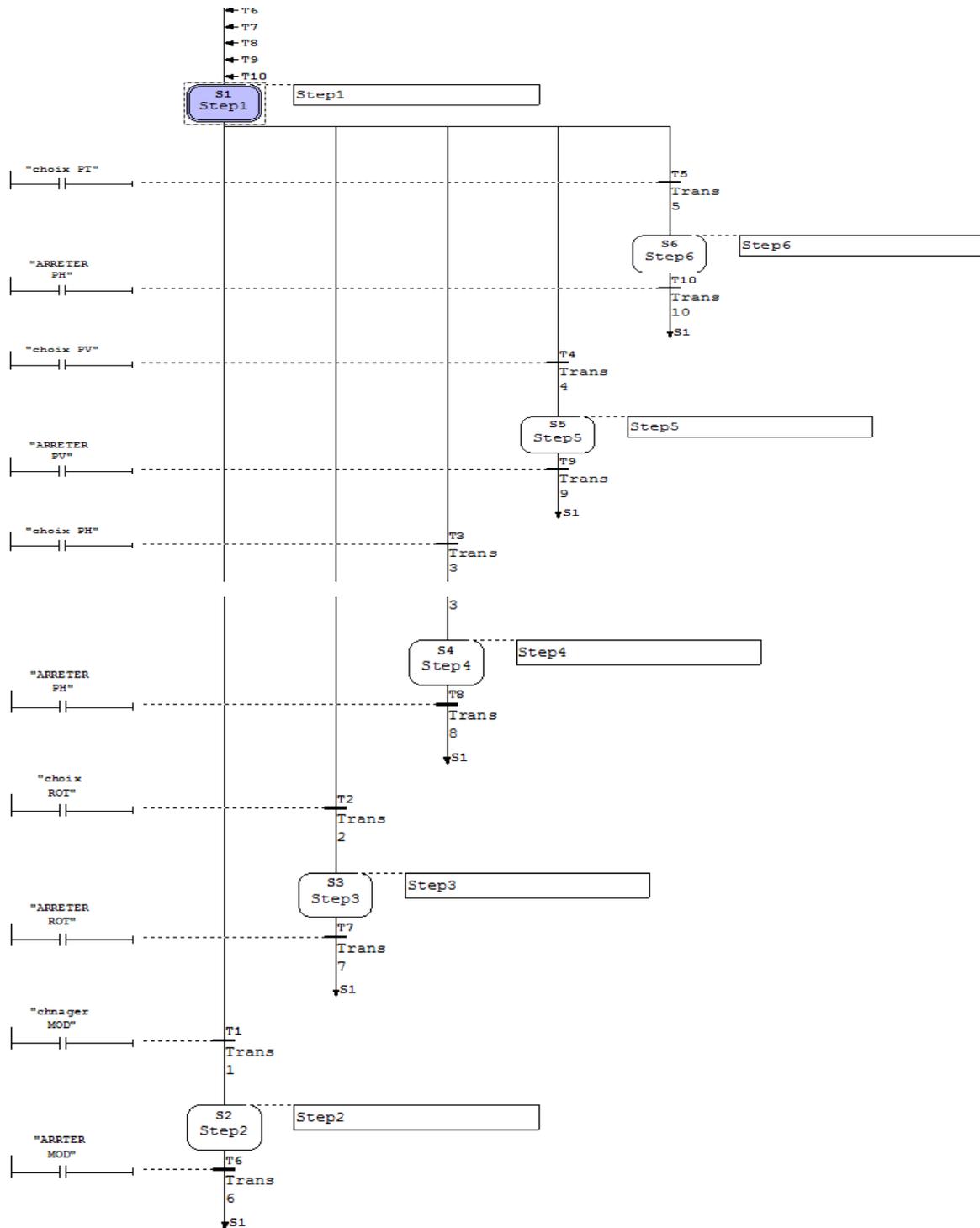


Fig30 : GRAFCET de choix des mouvements

Ce GRAFCET permet au technicien de maintenance de choisir entre plusieurs actions :

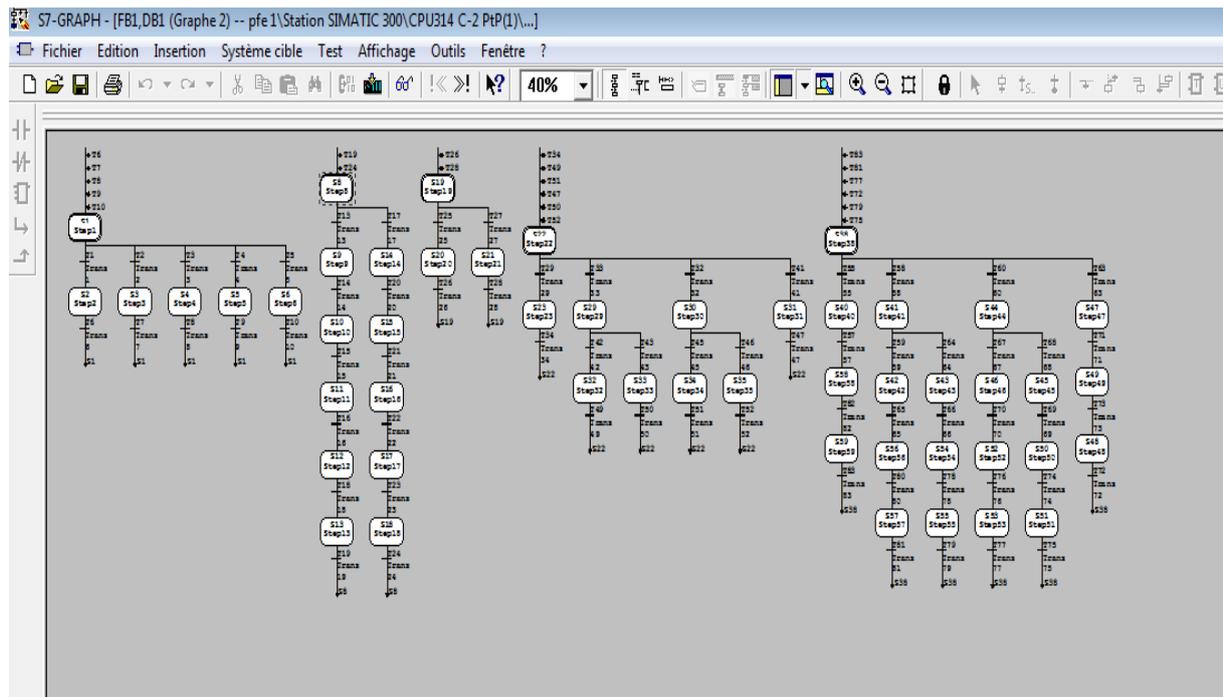


Fig31 : ensemble de GRAFCET permettant le fonctionnement global de gerbeur

4. Interface de supervision :

4.1 Introduction

L'interface de supervision permet à l'opérateur de superviser et de contrôler un système automatisé. Elle permet d'afficher les informations concernant l'état du processus de production et d'envoyer les ordres de commande et les paramètres de production vers les prés-actionneurs.

Comme explicité auparavant, le gerbeur automatisé est une machine modèle capable de réagir suivant les commandes reçues des machines de coupe.

Mieux encore, elle doit Contrôler la consommation des bobines, le suivie des commandes et aussi la supervision de l'état des équipements.

4.2 Logiciel de supervision :

Nous utilisons pour la supervision, le logiciel WINCC FLEXIBLE, qui permet de configurer l'interface de supervision par le module RUNTIME/RE, et de faire la simulation par le module RUNTIME/RT.

4.3 Configuration de la liaison entre l'automate et l'écran de supervision :

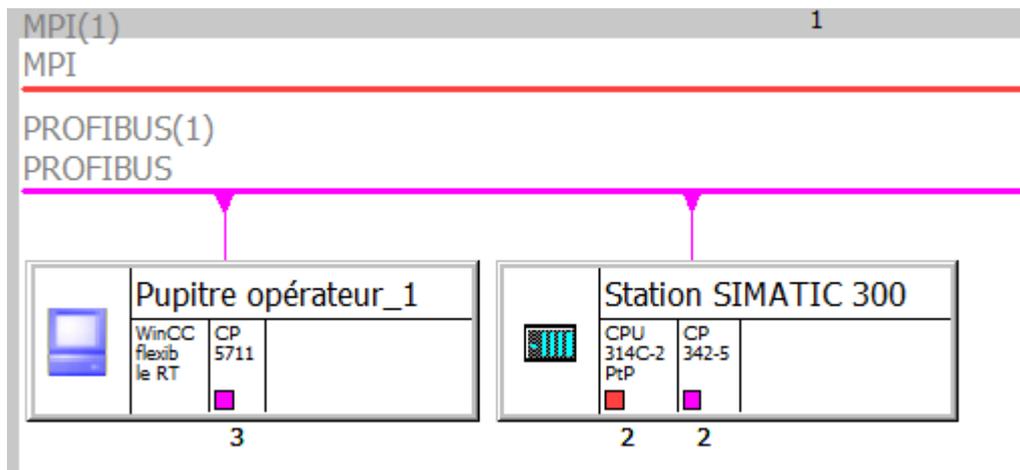


Fig32 : liaison de l'automate et l'écran de supervision (simatic manager)

4.4 Interfaces de supervision :

On va présenter les différentes images de supervision qui seront interactives, une fois le mode Runtime est activé.

L'interface d'accueil : c'est la première fenêtre qui s'affiche sur le système de supervision, présenté a la figure 33, il contient 5 choix, certain choix sont à accès limités comme la fenêtre de maintenance et d'autres sont public.



Fig33 : fenêtre d'accueil a l'écran de supervision

Ecran du mode automatique : cette interface restreinte pour les operateurs de la zone de coupe et les techniciens de maintenance, c'est la plus utilisé dans toute la supervision puisqu'elle donne la possibilité de saisir les coordonnes de la référence d'une bobine demandé par une machine de coupe comme présenté a la figure 34.

L'interface de supervision commande l'API pour déplacer le gerbeur afin d'évacuer une bobine vide ou de chercher une nouvelle référence saisie.

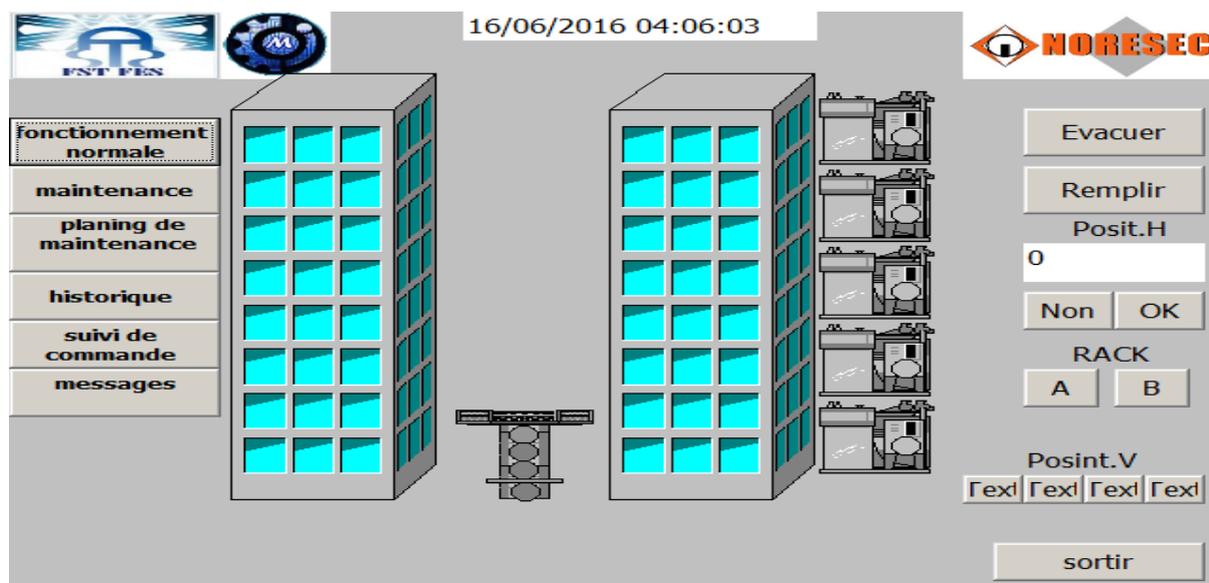


Fig34: fenêtre de fonctionnement normale a l'écran de supervision

Écran de mode manuel : cette fenêtre permet au technicien éligible de superviser l'état de tous les équipements de la zone rack et d'intervenir au cas des pannes ou de réglages.

Elle donne l'accès aux mouvements de gerbeur indépendamment de fonctionnement normal comme présenté en figure 35, pour visualiser la réaction des actionneurs, des capteurs et des éléments de protection de toute la zone rack.

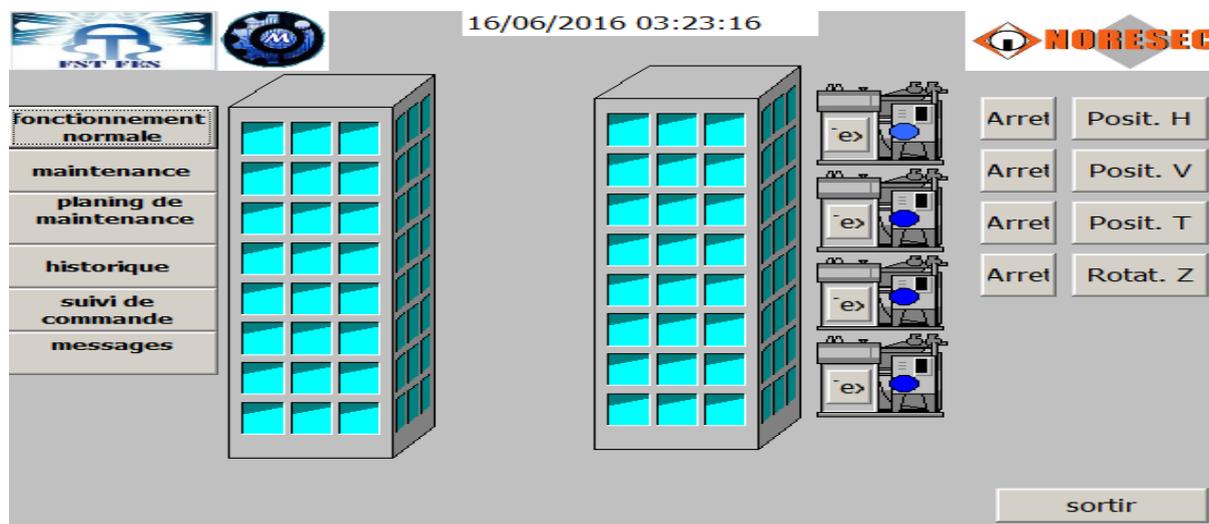


Fig35 : fenêtre de maintenance a l'écran de supervision

Écran de planning de maintenance : affiche l'intervention quotidienne, mensuelle et annuelle que le technicien de maintenance doit effectuer, les procédures à suivre, et les consignes à respecter pendant une intervention.

Écran de l'historique et écran de suivi de planning : ces deux écran permet le suivie des travaux. La premier au niveau de la production, elle donne un rapport sur les commandes faites, le nombre et les durées de chaque demande, et la deuxième trace un rapport sur le fonctionnement des équipements et les différents interventions des techniciens de maintenance.

5. Conclusion

Arrivant à ce stade, nous avons réalisé un programme capable de gérer les différents manipulations d'un gerbeur, et favoriser le mouvement de chacun de ses éléments ans intervention humaine. La conception d'une interface home machine à permet de lier le programme avec ses commandes dans un moyen utilisable par les opérateurs de coupe et les techniciens de rack.

Il en reste le choix des équipements de mesure et de d'action pour permettre la réalisation réel du projet.

CHAPITRE V: Choix des équipements

1. Introduction :

Cette partie est consacrée aux choix des équipements pour la réalisation de la solution retenue. Il ya une multitude des équipements que le gerbeur automatisé nécessite pour son mouvement autonome, ces éléments sont énoncé à la figure 22 dans le tableau de diagramme FAST, nous avons procédé comme suit :

- ✓ Choix des pré-actionneurs et actionneurs de la partie opérative ;
- ✓ Choix des éléments d'acquisition ;
- ✓ Choix de l'automate programmable industriel.
- ✓ choix des éléments de protection et accessoire de l'armoire de commande.

2. Choix des vérins :

2.1 Vérin pneumatique pour la sortie de balance :

Pour effectuer les pesages des bobines (inventaire) on a implanté un vérin pneumatique qui permet de translater le plateau de balance avec une course maximale de 200mm pendant 2s, la masse déplacé est constitué d'une balance et un moteur triphasé, l'ensemble a une masse de 15kg.

Le vérin est sous l'effort de son poids et celui de la force qui exerce l'ensemble de balance comme montré en figure 36, on calcul la force statique exercé sur le vérin :

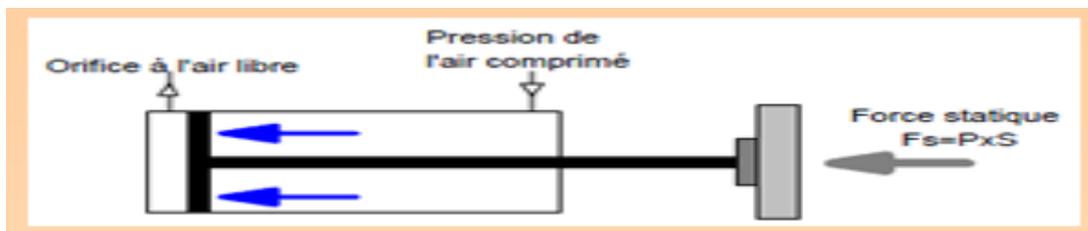


Fig 36 : principe d'un vérin pneumatique

- On néglige le poids de vérin on, et procède pour le dimensionnement de vérin :
- L'ensemble de mécanisme de balance a une force :

$$F = m \cdot g \text{ avec } m = 15\text{kg}, g = 9.81\text{N/kg}$$

$$F = 15 \cdot 9.81 = 147.15\text{N}$$

En repoussant la balance :

$$\text{Pour que la balance se déplace il faut que : } F_{th} < P \cdot S$$

$$S > F_{th}/p = 14.715 / 7 = 2.10 \text{ cm}^2 \gg \gg \text{ Avec : daN/bar} = \text{cm}^2$$

$$(P \cdot D^2)/4 > 2.10 \text{ donc } D > 1.63 \text{ cm}$$

On choisit comme référence :

Le choix est fixé sur la référence : **DSNU-20-200-P-A** de la marque FESTO, présenté en figure 37.

- Choix du distributeur du vérin de sortie de balance :

Sans calcul supplémentaire et a partir de la poussé maximale et la course de traversé.

On a choisi un distributeur de la marque FESTO 5/2 bistable à commande électrique. Sa référence **VSNC-F**, présenté en figure 38.



Fig37 : vérin pneumatique double effet DSNU

Fig38 : distributeur 5/2 monostable VSNC-F

2.2 Vérin électrique pour la translation transversal de gerbeur

Ce vérin a pour rôle de déplacement transversal, permettant l'accès à la case des rails pour l'évacuation ou le remplissage des bobines. Il doit permettre un mouvement sécurisé suivant les conditions de remplissage et de vidanges.

Le vérin doit mobiliser un ensemble de mécanisme constituant presque 80% de gerbeur d'un poids estime à 500kg. L'ensemble est reparti sur 4 roues circulant dans les circuits des rails.

Estimation de poussé :

$$p = m * g = 500 * 9.81 = 4905N$$

on sais que : $F_a = m * a$, Avec $m = 500kg$ et $a(\text{acceleration}) = (v_1 - v_0) / t$

$$\text{Donc } a = \frac{1}{4} = 0.25m/s^2$$

$$F = 500 * 0.25 = 150N$$

Calcul de la résistance au roulement : $F_f = b * P$ avec b : coefficient de sécurité

On a un contact de 4 roues avec le sol :

Calcul de coefficient de sécurité (contact roue/ sole) :

$$b = 1.52 \sqrt{\frac{(P \cdot R)}{(E \cdot L)}} \text{ avec}$$

R : rayon de roue

L : largeur de contact

P : force de pesanteur

E : module de young

$$b = 1.52 \sqrt{\frac{\left(\left(\frac{500}{3}\right) \cdot 0.0245\right)}{(2.1 \cdot 0.01)}}$$

$$b = 2.11 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

$$\text{Coefficient} = \frac{b}{R} = \frac{0.211}{24.5} = 0.00861 \text{ (sans unité)}$$

L'effort de traction nécessaire pour vaincre les frottements au roulement :

$$F = F_a + F_f$$

$$F = 150 + (0.00861 \cdot 4905) = 153.483 \text{ N}$$

le choix est fixé sur la référence EGC-80- -BS-KF de la marque FESTO en figure 39.



Fig39: vérin électrique EGC de FESTO

2.2 Choix des moteurs

2.1.1 Moteur horizontal X :

2.1.2. Moteur horizontal Y :

2.1.3. Moteur de rotation autour de Z :

3. Choix des capteurs

3.1 Introduction :

Un capteur est un objet technique qui est capable d'acquérir une information concernant le système, ou son environnement. Cette information est transmise à la partie COMMANDE.

Les Capteurs sont les éléments qui permettent de mettre en relation la partie Opérative (Chaîne d'énergie) et la partie Commande (chaîne d'information). Les capteurs fournissent une information électrique qui est le résultat d'un phénomène physique (température, vitesse, force ...) l'information qui est délivrée peut l'être sous 3 formes :

- Logique
- Analogique
- Numérique

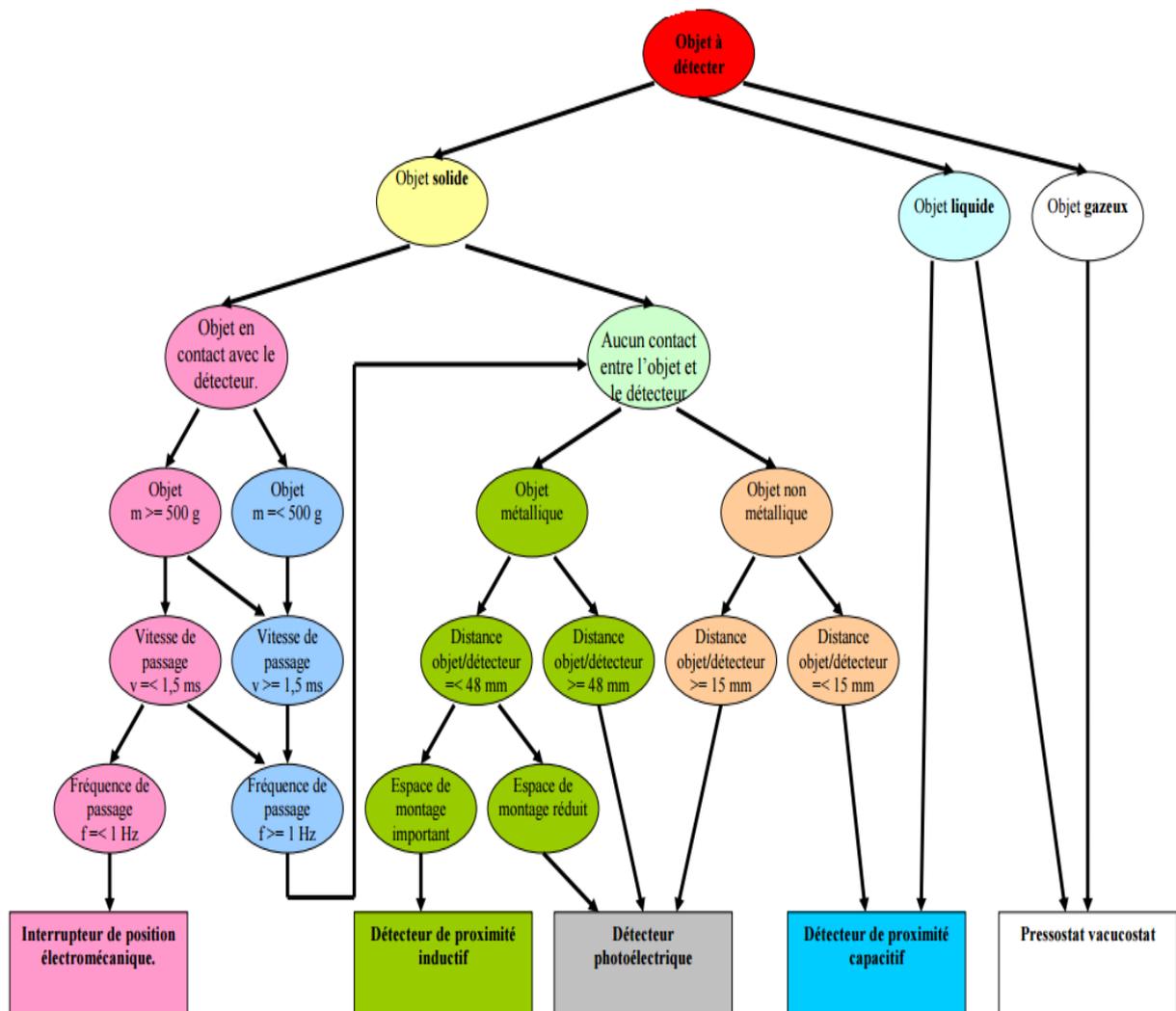


Fig40 : méthode de choix des capteurs

3.2 Capteur de position horizontale : Codeur optique

3.2.1. Présentation de codeur optique :

Le codeur numérique de position est destiné à des applications pour lesquelles on souhaite obtenir l'information de position sans traitement par la partie commande. Il est constitué d'un disque comportant plusieurs pistes concentriques et d'une tête de lecture par piste. Le nombre de piste détermine le nombre de positions différentes qui peuvent être définies à l'intérieur d'un tour de disque. Les codeurs industriels comportent jusqu'à 24 pistes présenté en figure 41.

- ✚ Il existe deux principaux types de codeurs optiques :
- **Les codeurs incrémentaux** : qui délivrent une information de déplacement angulaire du disque sous forme d'un train d'impulsions.
 - **Les codeurs numériques de position** (codeurs absolus) : pour lesquels chaque position du disque correspond à une valeur numérique différente identifiable par la partie commande.

La partie commande reçoit directement un code numérique sur n bits (n étant le nombre de pistes), image de la position du disque à un instant donné. A l'intérieur d'un tour de disque, cette information est donc une information de position absolue (à la différence d'un codeur incrémental qui ne délivre qu'une information de déplacement par rapport à une origine qu'il a fallu définir au préalable).



Fig41: codeur optiques

3.2.2. Les Codes du codeur optique

Les pistes du disque sont réalisées en utilisant le **code Gray** (binaire réfléchi) ou le **code binaire** pur. L'avantage d'un tel codage est que d'une position à la suivante, un seul bit change d'état. Ainsi, tout changement d'état perçu par la partie commande correspond réellement à un changement de position du disque (si l'alignement des têtes de lecture n'est pas parfait ou si certains photo-transistors sont moins sensibles que d'autres, des retards de changement d'état ne seront pas interprétés comme des positions aberrantes du disque – ce qui serait le cas en binaire pur).

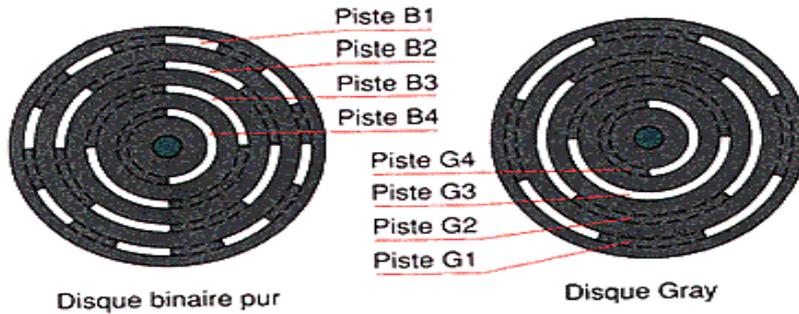


Fig42 : disque de code binaire et code Gray

- ✓ Le disque comporte « n » pistes concentriques divisées en segments égaux.
- ✓ Chaque piste est représentative d'un bit.
- ✓ La piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente permet de déterminer dans quel demi-tour se situe.
- ✓ La piste est divisée en quarts alternativement opaques et transparents.

Tous les codeurs optiques exploitent des principes de fonctionnement similaires. Ils sont constitués d'un disque comportant des zones opaques et des zones translucides. Le nombre de ces zones et leur disposition dépendent de la nature du codeur et du type d'information que l'on souhaite obtenir.

3.2.3. Principe de fonctionnement du codeur optique absolu

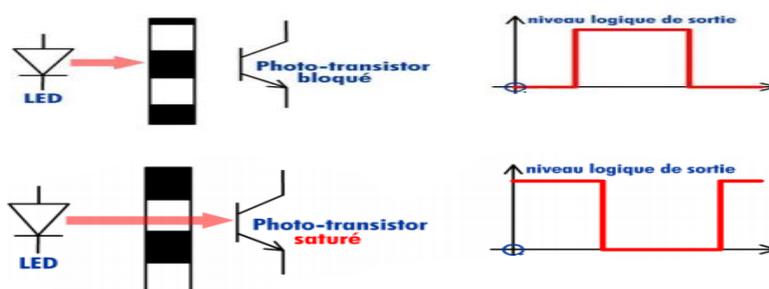


Fig43 : niveau logique de sortie et le faisceau lumineux

Des diodes électroluminescentes (LED) émettent une lumière qui peut traverser les zones translucides. Des photo-transistors, situés de l'autre côté du disque en regard des LED, captent cette lumière lorsqu'ils sont face à une ouverture et délivrent un signal électrique, image de la présence de cette ouverture. Ce signal est amplifié puis converti en un signal carré, qui est ensuite envoyé à un système de traitement.

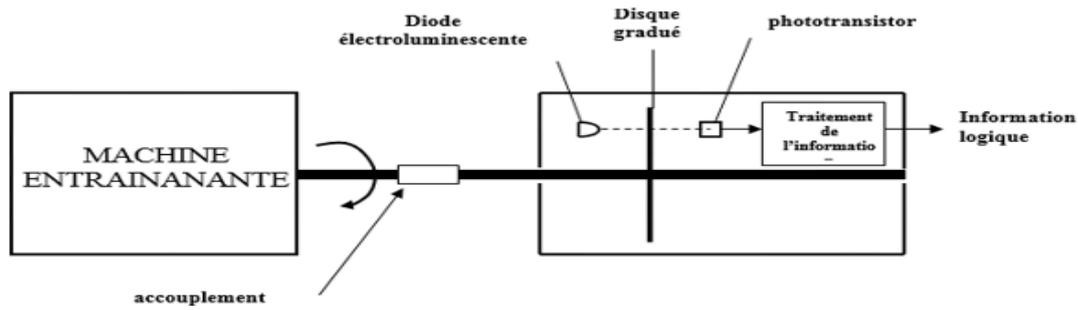


Fig44 : accouplement de l'arbre de codeur avec moteur

3.2.4. Lecture du code à partir du disque du codeur

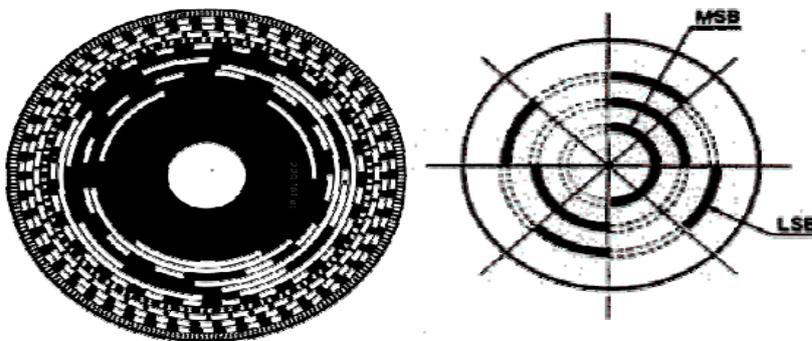


Fig45 : bit de poids fort et poids faible

- ✚ Si on appelle N le nombre de pistes, cette dernière piste comportera 2^N points. Le nombre de positions codées sur un tour du disque sera 2^N , on dira alors que le codeur a une résolution de 2^N points par tour.
- ✚ La lecture simultanée de toutes les pistes (informations binaires) nous donne un code binaire représentatif de la position du disque du codeur dans le tour.
- ✚ Le code binaire délivré par le codeur comporte autant de bits qu'il y a de pistes sur le disque soit N bits.

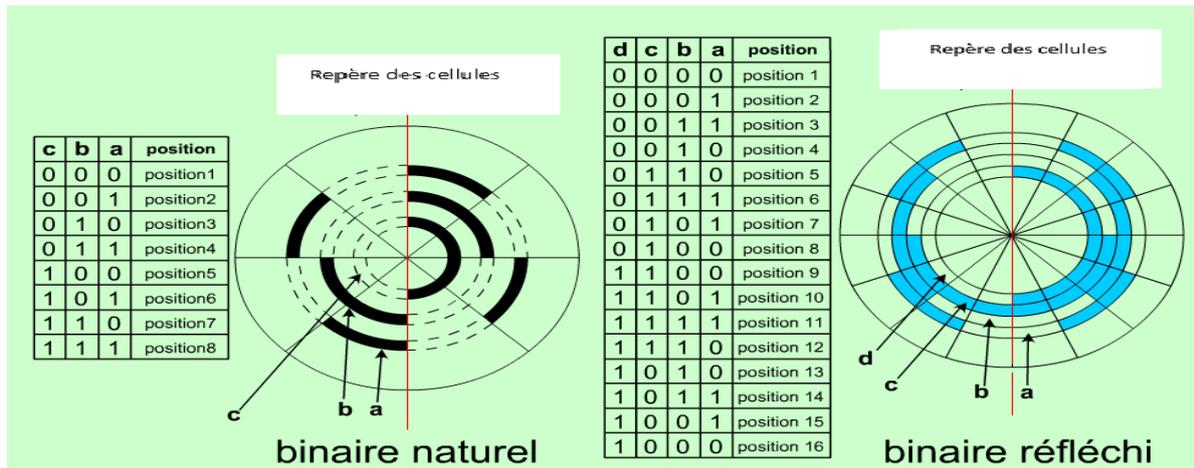


Fig46: la position de disque par rapport au repère de cellule

3.2.5. Justification de choix de codeur

✚ Caractéristique du codeur stegmann :

- Précision souhaité : 0.001m
- Longueur de la chaine de traitement : 370m
- Diamètre de la poulie : 0.5m
- Code : Gray
- Détermination de la résolution

- Longueur du déplacement L en 1 tour de poulie :

$$L = 2 \pi r = \pi d = \pi \cdot 0,5 = 1.57 \text{ m}$$

- Nombre de points n en un tour de poulie :

$$n = \text{déplacement } L / \text{précision} = 1.57 / 0,001 = 1570 \text{ points/tr}$$

⇒ Choisir la résolution R du codeur $\geq 1570 \text{ points / tr}$

- Détermination du nombre de tours effectués

Nombre de tours = hauteur h / longueur par tour = 372 / 1.57 = 236.942 tr

⇒ Il faut choisir un codeur multi tours

- **La résolution** : Nombre de tours * n = 236.942 * 1570
= 370520 < 2²⁴ = 16777 * 10⁶
- **Le nombre de bits** : 24 bits
- **La résolution angulaire** : 360 / 1570 = 0.229 degré/point

➤ Dans notre cas on a choisie un codeur absolu multi tours 24 bits

La figure 47 montre la référence de codeur pour l'acquisition de la position horizontal.



[Codeur absolu multitour 24 bits GXM1W](#)

description	code commande
GXM1W.	
A20W0ABB Gray	481-7616
A20W0BBB Binaire	481-7622

Prix/UDV: 1
657,00 €

Fig47 : référence de codeur choisie

Codeur absolu multitour sorties parallèles, Ø 58 mm

- ◆ Résolution jusqu'à 4096 points/tour sur 4096 tours
- ◆ Sorties parallèles collecteur ouvert PNP protégées contre les courts-circuits.
- ◆ Code Gray ou binaire.
- ◆ Positionnement électrique du zéro.
- ◆ Bride standard avec axe 10 mm.
- ◆ Fixation frontale par vis ou support équerre (option).
- ◆ Boîtier compact et de faible encombrement.
- ◆ Sortie par câble de 1 mètre avec Sub-D 37 contacts mâles, connecteur Sub-D femelle fourni avec le codeur.

Spécifications techniques

Tension d'alimentation :	10 à 30 V c.c
Consommation :	60 mA
Fréquence de commutation :	800 kHz max.
Charge :	50 N axial, 60 N radial
Vitesse de rotation :	mécanique = 10 000 tr/mn max. électrique = 6 000 tr/mn max.
Moment d'inertie :	$2 \times 10^{-6} \text{ kgm}^2$
Vibrations : IEC68	16 à 2000 Hz $\leq 100 \text{ m/s}^2$
Chocs : IEC68	$\geq 2000 \text{ m/s}^2$ (6 ms)
Sorties	PNP logique positive (40mA max. par sortie)
Température utilisation :	-20° à +70° C
Humidité relative :	95%
Dimensions sans axe (mm) :	Ø58 x L75
Indice de protection :	IP 65
Poids :	600 g

3.3. Capteur de rotation entre racks:

Pour connaître en permanence la position de gerbeur et pour une commande précise et exacte on utilise un codeur incrémentale délivrant l'information de déplacement angulaire sous la forme d'un nombre d'impulsion proportionnel à l'angle de rotation effectué.

3.3.1. Présentation

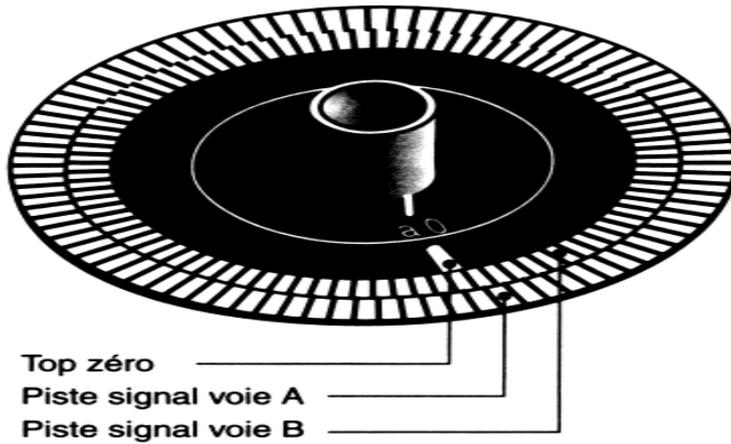
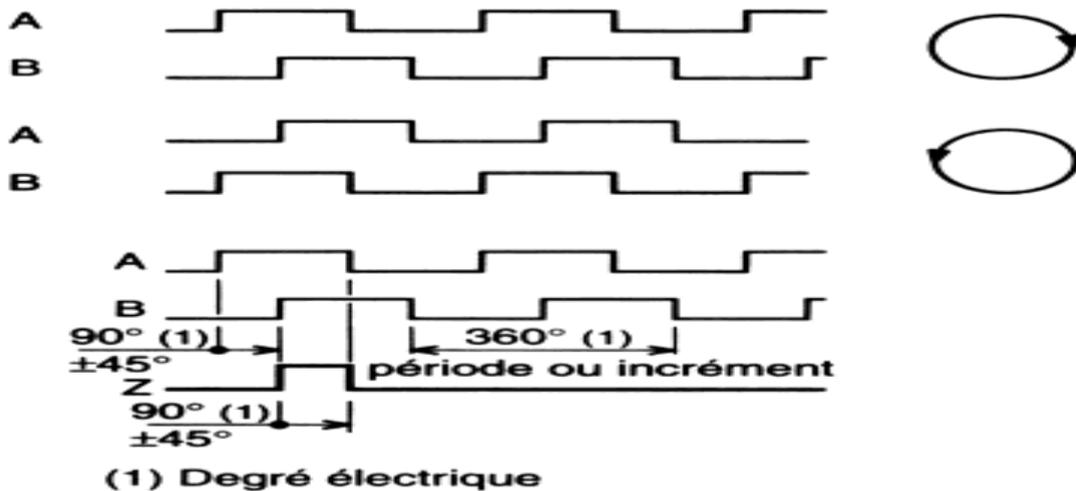


Fig48 : disque de codeur incrémentale

- Le disque comporte au maximum 3 pistes :
 - ❖ 1 ou 2 pistes extérieures (A et B) divisées en $2n$ intervalles d'angles égaux, alternativement opaques et transparents ; **n est la "résolution" ou le "nombre de points/tr" du codeur** (c'est aussi le nombre de périodes/tr ou le nombre d'impulsions/tr).
 - ❖ La piste intérieure (Z) comporte une seule fenêtre transparente. Il n'y a donc qu'1 impulsion/tr ; c'est le **"top zéro"**. **Il détermine une position de référence, permet la réinitialisation et le comptage des tours.**



- Derrière les pistes extérieures sont installés 2 photorécepteurs décalés qui fournissent des signaux carrés A et B en quadrature. Ce déphasage de 90° électriques permet de **déterminer le sens de rotation** : pendant le de A, B est à "1" ou à "0" :

On choisit donc un codeur

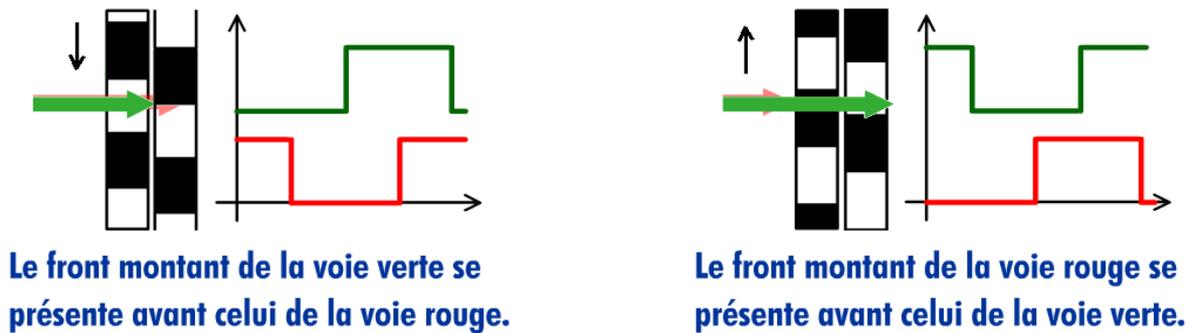


Fig49 : état de sortie et le faisceau lumineux

3.3.2. Référence de codeur choisi :

Codeurs incrémentaux série G305



- ◆ Gamme de codeurs de faible encombrement à principe optoélectronique, dont les sorties sont compatibles NPN et PNP.
- ◆ Ces codeurs permettent d'enregistrer et de mesurer des déplacements, longueurs, angles, vitesses de rotation, etc.
- ◆ Ils sont particulièrement intéressants en association avec un tachymètre pour la mesure de vitesse.
- ◆ Signaux de sortie sur transistor Darlington FET.
- ◆ Fixation par vis.

Spécifications techniques

Alimentation: 10-30 V c.c., 5% ondulation résiduelle

Consommation: 30 mA

Rapport cyclique: 1 ±30%

Fréquence: 10 kHz max.

Vitesse de rotation: 6000 tr/mn max.

Temps de montée: 1 µs

Temps de descente: 1 µs

Charge: 40 mA max.

Diamètre axe: 7 mm

Poids: 130 g

Température d'utilisation: -20°C à +60°C

Branchement connecteur circulaire 5 broches fourni



Fig50: Référence de codeur choisie

3.4. Capteur de position verticale

Pour capteur de position verticale on a choisi le capteur un détecteur de position mécanique (capteur de fin de course présenté en figure 51), Repartis sur la poutre de gerbeur.

il fournit en sortie un signal logique évoluant entre deux états (tout ou rien), indiquant la position verticale franchie de la fourche de gerbeur.



Fig51: détecteur de position mécanique

3.5. Capteur de fin de course de mouvement transversal : photocellule

3.5.1. Présentation

Ce capteur permet d'arrêter le vérin électrique une fois le détecteur de proximité est déclenché.

Son principe repose sur l'émission d'un faisceau lumineux qui se reflète à la proximité d'un objet comme présenté en figure52. On distingue 2 types de photocellule : système de proximité et système reflex.

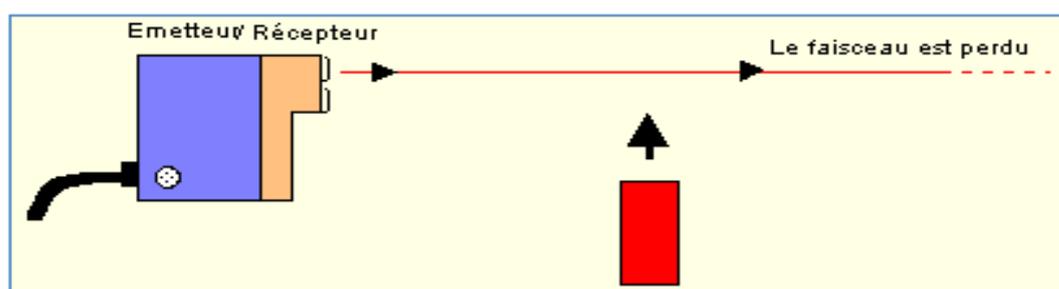
La portée de faisceau lumineux est la seule différence entre ces 2types.

Cette portée dépend :

- de la couleur de la cible et de son pouvoir réfléchissant (un objet de couleur claire est détecté à une distance plus grande qu'un objet de couleur sombre),
- des dimensions de la cible (la portée diminue avec les dimensions).

3.5.2 Propriétés :

- Les portées nominales annoncées sont définies à l'aide d'un écran blanc de dimensions 20 x 20 cm.
- Les détecteurs de proximité sont souvent équipés d'un potentiomètre de réglage de la sensibilité. Pour une distance donnée cible/émetteur, la détection d'une cible moins réfléchissante nécessite d'augmenter la sensibilité.



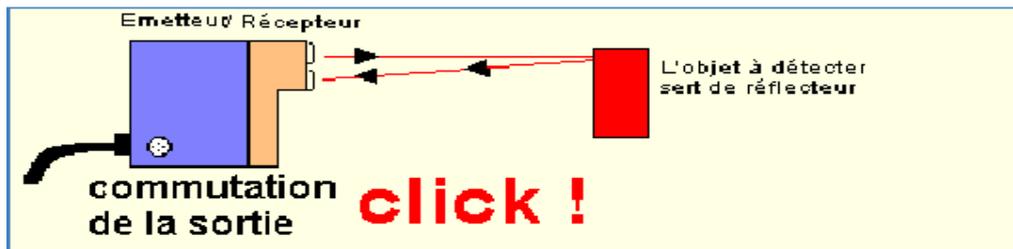


Fig52: Détecteur de position photocellule

3.5.3 Référence choisi :

La photocellule devrai être monté au dessus des rails de tel façon qu'elle détecte la proximité a la limite d'accès aux emplacements bobines.

Le chois d'une porté de 30cm est rigoureux avec l'installation actuel.

Le choix du photocellule est présenté à la figure 53.

**Série MH15
boîtier court**

Avantages

- Polyvalents, rapides et économiques, les capteurs MH15 s'utilisent partout
- Montage rapide avec outil original inclus
- Boîtier très court pour une profondeur de montage très faible
- Axe optique droit ou coudé à 90°

Caractéristiques techniques	
Dimensions [mm]	M18 x 15 x 36 ou 15 x 50
Matériau du boîtier	Plastique
Tension d'alimentation	CC 10 ... 30 V
Sorties	PNP, NPN
Indice de protection	IP 67
Température d'utilisation	-25 °C ... +55 °C
Raccordement	Connecteur / câble

Le boîtier Ø18 mm le plus court du marché

Référence	Désignation	Portée	Description			
1026127	MHL15-P3236	Barrage sur réflecteur portée 5 mètres (lumière rouge polarisée)	Sans réglage de sensibilité	Sortie PNP, commutation sombre (D.On)		Boîtier M18 plastique sortie du faisceau axiale
1026113	MHT15-P3347	Détecteur en réflexion directe, détecteur énergétique, portée 400 mm, lumière IR	Réglage de sensibilité par potentiomètre	Sortie PNP, commutation claire (L.On)		
1026135	MHL15-P3238	Barrage sur réflecteur Portée max. : 4,5 mètres (lumière rouge polarisée)	Sans réglage de sensibilité	Sortie PNP, commutation sombre (D.On)	Connecteur M12, 3 pôles	Boîtier M18 plastique sortie du faisceau radiale
1026121	MHT15-P3349	Détecteur en réflexion directe, détecteur énergétique, portée 250 mm, lumière IR	Réglage de sensibilité par potentiomètre	Sortie PNP, commutation claire (L.On)		Boîtier M18 plastique, sortie du faisceau radiale
1046535	MHTB15-P3367	Détecteur en réflexion directe, Elimination d'arrière plan, portée 300 mm, LED rouge, PinPoint	Réglage de sensibilité par potentiomètre	Sortie PNP, commutation claire (L.On)		Boîtier M18 plastique, sortie du faisceau axiale

Fig53 : référence de photocellule choisie

4. Choix de balance pour inventaire :

La balance d'inventaire est conçue de telles façons qu'elle soit assemblée dans son emplacement dans le transstockeur.

Les exigences qu'on prit en considération dans le choix de la balance référencé en figure 54 :

- Le porté maximal de pesage : 15 kg
- Les dimensions de l'emplacement de balance 350*400.mm

- L'intégration avec le système de supervision via port USB.

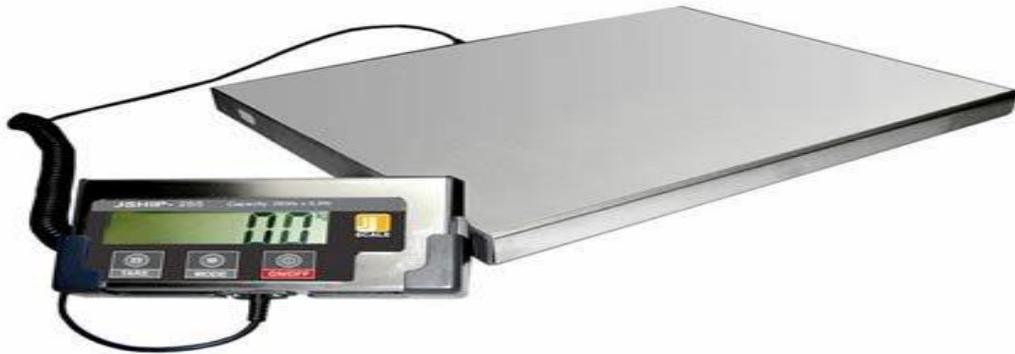


fig54: référence de la balance choisie : balance au sol mobile

5. Choix de l'automate programmable :

L'unité de traitement est considérée comme le cœur de ce projet et par suite un choix d'un mauvais API ou une mauvaise configuration provoque le dysfonctionnement de toute la zone. On rappelle que le gerbeur manuel était équipé d'un API de la marque Moeller permettant le levé de la fourche en différentes vitesses.

La configuration modeste de cet API et son logiciel de programmation payé nous a poussés à le remplacer par un API de la marque Siemens présente en figure 55.



Fig55: automate programmable de la marque Siemens

5.1 Propriété de l'API siemens :

L'automate siemens est composé d'un boîtier (rack) où ils sont disposés plusieurs éléments comme montré en figure 56.

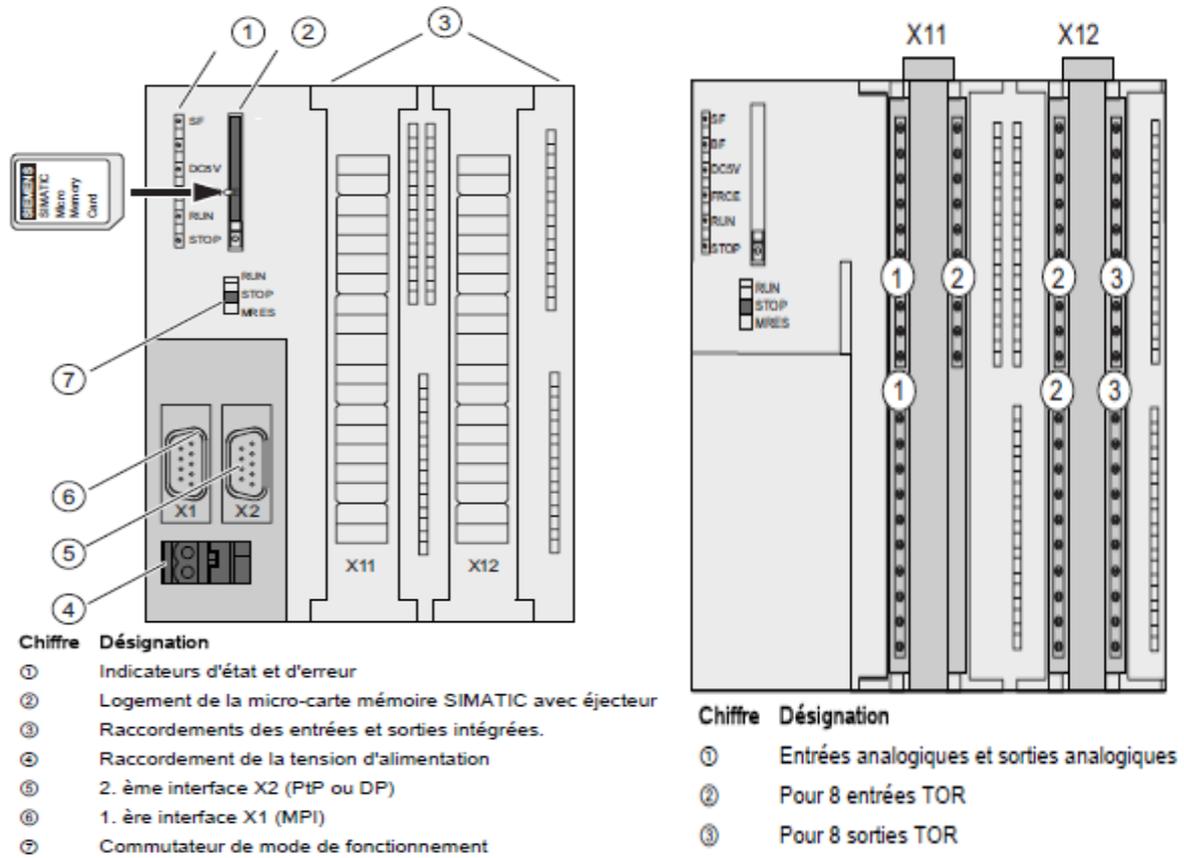


Fig56 : disposition des composants d'un automate programmable

5.2. Cpu choisi pour le transstockeur:

Le choix de l'API dépend des éléments d'entrée mis en jeu pour acquérir les grandeurs physiques et les éléments de sortie pour commander les organes de la partie opératives.

Le transstockeur requiert plus de 30 entrées-sorties TOR, 10 entrées-sorties analogiques et un compteur en positionnement.

D'où vient le choix de CPU 314-2ptp présenté en Tableau 14

Elément	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 DP	CPU 313C-2 PtP	CPU 314C-2 DP	CPU 314C-2 PtP
9 points Interface DP (X2)	-	-	X	-	X	-
15 points Interface PtP (X2)	-	-	-	X	-	X
Entrées TOR	10	24	16	16	24	24
Sorties TOR	6	16	16	16	16	16
Entrées analogiques	-	4 + 1	-	-	4 + 1	4 + 1
Sorties analogiques	-	2	-	-	2	2
Fonctions technologiques	2 compteurs	3 compteurs	3 compteurs	3 compteurs	4 compteurs Positionnement 1 voie	4 compteurs Positionnement 1 voie

Tableau 14 : Le choix de cpu de l'automate programmable

6. Choix des éléments de protection pour armoire électrique

6.1. Présentation :

L'armoire électrique permet de contrôler et de protéger le fonctionnement et l'installation générale du système étudié. Il est constitué des éléments de commande comme l'automate programmable, des éléments de protection comme des disjoncteurs, des contacteurs, et des sectionneurs.

L'armoire électrique actuelle présentée en figure 57 nécessite plusieurs éléments permettant la protection de l'API, des actionneurs et des capteurs du transstockeur.

Ces éléments en générale sont présentés sur les figures 58, 59, 60.



Fig57: disposition actuel de l'armoire de commande

6.2. Les organes de protection et de commande

6.2.1. Contacteur

Le contacteur réalise les fonctions suivantes :

- Commande des récepteurs, le contacteur est capable de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales de fonctionnement du récepteur.
- Protège des chutes de tensions et des coupures de courant : le contacteur est un appareil monostable. En cas de coupure de courant ou de tension, le contacteur s'ouvre et seule une commande volontaire permet de le refermer.

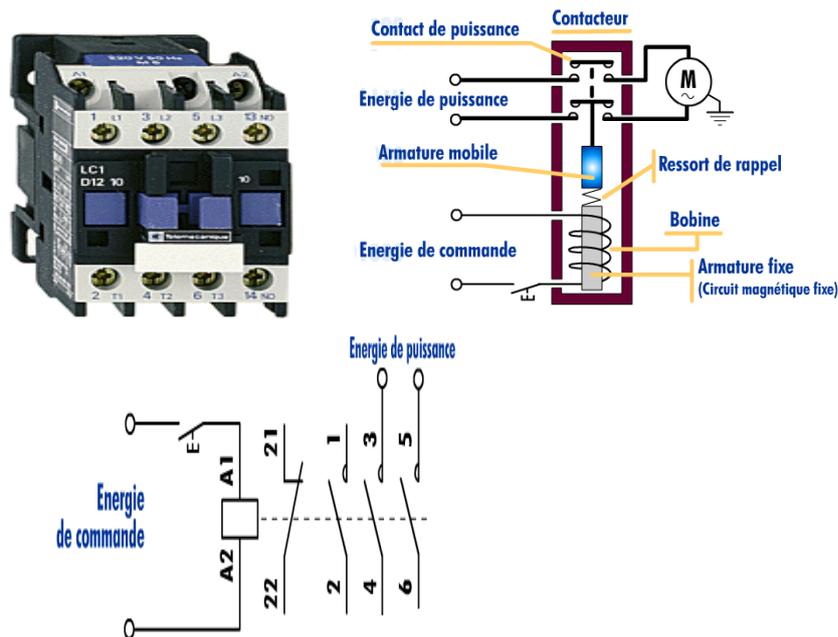


Fig58: contact triphasé

La commande de la bobine du contacteur sera effectuée par la sortie de notre automate SIEMENS, ce qui permet l'excitation et la désexcitation du contacteur ce qui introduit la marche ou l'arrêt des moteurs et des résistances triphasés.

6.2.3 Relais thermique

Le relais thermique assure une protection contre les charges.

La surcharge est un défaut qui est provoqué par un effort trop important sur l'axe d'un moteur (blocage, frottement...). elle donne un échauffement qui risque d'endommager les bobinages.

La surcharge se traduit par une élévation du courant absorbé par chaque phase (cause de la surchauffe du moteur).

Le relais se déclenche quand la valeur du courant dépasse un seuil fixé (réglable) correspondant à $1,15 \times$ courant nominal pendant une durée appelée « durée de déclenchement ».

Un témoin visuel permet d'informer l'utilisateur de l'état du relais, un bouton de réarmement permet la remise en service, ou automatiquement dès que le défaut a disparu.

Le relais est muni de contacts auxiliaires utilisés dans le circuit de commande (95-96 pour couper la commande et 97-98 dans un circuit de visualisation du défaut (voir figure 59)).

Un bouton de test permet de simuler le déclenchement.

La plupart des relais thermiques sont conçus pour être directement associés au contacteur.

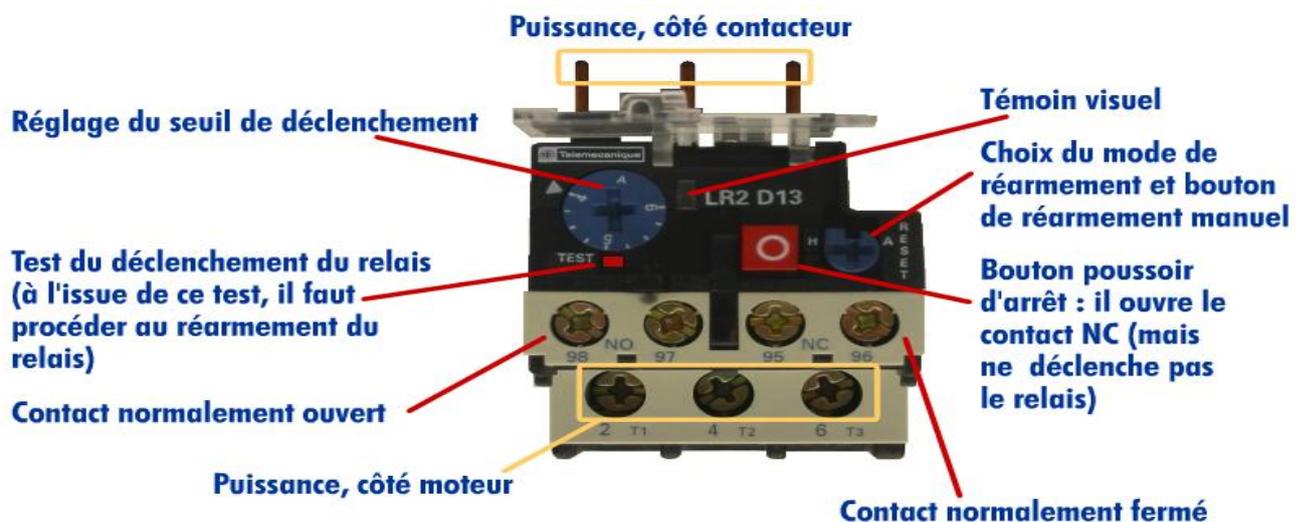
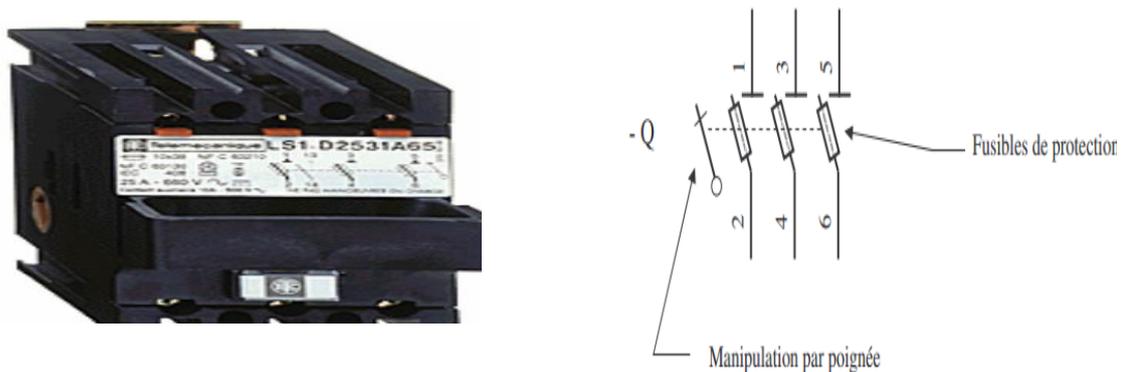


Fig59: relais thermique

6.2.4. Sectionneur porte-fusibles

C'est un appareil électrique de protection capable d'ouvrir ou de fermer un circuit sous l'action manuelle d'un technicien afin d'isoler les circuits électriques d'alimentation du réseau. Le sectionneur porte-fusibles a deux fonctions :

- La fonction consignation-isolément réalisée par le sectionneur.
- La fonction complémentaire de protection par fusible est souvent ajoutée. Cette fonction protège la ligne d'alimentation.



7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité l'étude technique pour le choix des équipements comme les actionneurs et Pré actionneurs, les organes de la chaine de traitement et d'acquisition, le transcodage Gray en Binaire et une description des organes de protection.

CONCLUSION GENERALE:

L'objectif principal de cette étude est de mettre en œuvre un système automatisé pour la manutention des bobines de câble automobile, ce système va remédier au problème des retards au niveau de la production en accélérant la première phase de la livraison de matière première (bobines), et va permettre d'intégrer des propriétés de contrôle de production, de maintenance et de lier les départements informatique, logistique et production entre eux.

En effet, on a fait un aperçu général sur le fonctionnement de la société et ses différents services en s'intégrant le plus rapidement possible avec le potentiel humain pour pouvoir accéder à sa collaboration, ses conseils et sa convivialité.

Durant ce travail, nous avons procédé à une conception fondée sur une démarche globale et progressive prenant en compte le système lui-même ainsi que son environnement physique et humain. Cette démarche débute par une analyse critique de l'existant suivie par la définition du cahier des charges fonctionnel issue d'une étude détaillée de l'analyse fonctionnelle. Ceci pour pouvoir tirer les différentes solutions technologiques et choisir la conception la plus optimale, tout en respectant un ensemble de contraintes.

Après avoir adopté un système automatique, piloté par un automate programmable, nous avons passé au choix technique des équipements qui n'est pas encore achevé.

Grâce aux améliorations apportées au gerbeur manuel ainsi que son automatisation nous avons atteint nos objectifs, et nous avons bénéficié d'une large marge de gains. Au niveau de temps, nous avons minimisé le temps des livraisons des bobines sur les machines de coupes et réduit le temps des interventions pour la maintenance industrielle. Au niveau organisationnel, nous avons dissocié la zone de coupe de la zone rack pour une meilleure estimation de rendement de chacune d'eux et nous avons intégré une stratégie ergonomique respectant l'opérateur, le produit et la machine. Au niveau économique, nous éliminerons les interventions humaines de 3 opérateurs sur chaque gerbeur.

Le projet étudié est susceptible d'intégrer plusieurs améliorations au niveau de son automatisation et son moyen de supervision. En effet une liaison de l'API avec la base de données régies par le réseau SAP aura un grand changement au niveau de la gestion des emplacements des bobines de la zone rack et par suite on peut régler les problèmes issues lors des pertes de réseau.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- [1]: Dossier technique Transstockeur / version 2005 Académie de Strasbourg
[2]: CASTELLA, 2009.
[3]: D.BAUER –R.BOURGEOIS, **MEMOTECH, sciences d'ingénieur**, 2010.

Catalogues et manuels des constructeurs

- [4]: **Constructeur SIEMENS**, SIMATIC S300/400.
[5]: **Constructeur SIEMENS**, Mise en route STEP7, Edition 02/2006.

Projets industriels de fin d'études

- [5]: BOUZELMAT El Hassan & EZZIYATI Mohammed,
Mise en place d'un système mécanique automatisé pour le contrôle des paramètres de brasage exigés par le client PSA Peugeot-Citroën, Rapport du projet industriel de fin d'études , ENSAM MEKNES , juillet 2012.
[6]: CHETOUANI Mohamed, Automatisation et Supervision du Robot de Traitement des Surfaces, Rapport du projet industriel de fin d'études, FST FES , juin 2015.

Webographie

- [7]:<http://www.yazaki-group.com/global/>
[8]:http://www.festo.com/cms/fr_fr/index.htm
[9]:<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&aktprim=99&lang=fr>
[10]: <http://catiatutorial.free.fr/>

ANNEXES

Annexe 1.1 : Grille de l'armoire électrique

Usine YAZAKI YMO	AMDEC type								
	Atelier : Zone Rack								
	Système étudié : L'armoire électrique								
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Contacteur	Interrompre le passage de courant a partir d'une commande	Arrêt de commande	Chute de tension et coupure d'électricité	Problème de maintien de la partie opérative	visuel	5	7	4	140
Contacteur auxiliaire	Une protection supplémentaire	arrêt de commande	Chute de tension et coupure d'électricité	Problème de maintien de la partie opérative	visuel	3	5	5	75
Transformateur	L'alimentation de l'automate et des autres équipements	Arrêt des éléments alimenté	Mauvais Câblage, milieu pollué	Arrêt de tous les équipements d'acquisition	visuel	2	7	5	70
Automate API	Traitement de commande		Initialisation des paramètres, configuration inadapté	Manutention de bobine verticalement sans variation de vitesse	En pilotage	2	8	5	80

Annexe 1.2 : Grille de système glissant (translation et rotation) ;

Usine	AMDEC type								
	Atelier :								
Système étudié : Système de translation et rotation									
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Roulement	Guidage en rotation des galets	Cassures ou fissures	Vibrations et frottement	Déséquilibre de système glissant	En pilotage	7	4	6	168
Galet	Roulement sur les rails	Cassure ou déviation	Vibrations et frottement	Mauvais guidage et mauvis manutention	En pilotage	5	4	8	160
Système de rotation	Pivotement de gerbeur	Arrêt de rotation	Fatigue ou durée de vie	Arrêt de manutention entre les 2 racks	En pilotage	2	6	6	72
système de fixation des mouvements	Blocage de tous les mouvements appart le mouvement vertical	Instabilité lors de mouvement verticale	Dévisage de système, coupure de câble de commande	Risque d'accident avec les rails de rack	En pilotage	2	4	4	32

Annexe 1.3 : Grille du système de levé et d'ajustement ;

Usine	AMDEC type								
	Atelier : Système étudié : système de levé et D'ajustement								
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Fourches de levé	Le Levé des bobines	Fressures ou courbure des fourches	Frottements	L'arrêt de gerbeur	visuel	8	7	6	336
Bouton de commande	Commande de levé de fourche	Blocage des boutons	Durée de vie et amorçage long.	L'arrêt de gerbeur	visuel	4	5	6	120
Capteur de fin de course	Minimiser la vitesse en voisinage d'emplacement bobine	Vitesse non variée de déplacement verticale.	Vibrations et durée de vie	Risque d'accident contre les racks	absence de faisceau lumineux	4	6	3	72
moteur	Déplacement des bobines verticalement	Arrêt de moteur	Commande erroné ou charge supérieure aux limites	L'arrêt de gerbeur	Pas de mouvement	2	8	4	64
Fourche d'ajustement	Centrage de bobine sur les fourches de levé	Fissures ou courbure des fourches	Frottements et contact	Mouvement des bobines sur les fourches de levé	visuel	8	4	6	192

Annexe 1.4 : Grille du système de communication

Usine	AMDEC type								
	Atelier :								
Système étudié : Système de communication									
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Etiquette adresses	L'identification de l'adresse d'un emplacement bobine	Déchiré ou décollé de son emplacement	Contact et frottement de gerbeur avec les racks A et B	L'Enregistrement d'un emplacement de bobine ne passe pas par le scan.	visuel	6	3	7	1 2 6
Réseau SAP	Base de données pour l'enregistrement des emplacements bobines, les commandes faites et les commandes à faire	Problèmes de réseau informatique	/	Blocage de l'écran de supervision et de demande bobines	visuel	4	8	2	6 4

