

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA-BEJAIA



Faculté de Technologie

Département de Génie Électrique

Mémoire de Fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en
Electromécanique

Option : Electromécanique.

Thème

*Etude, Motorisation et Programmation d'une Colleuse Simple Face
pour Machine de Fabrication du Carton au Sein de l'industrie
Générale Emballage Spa Akbou Bejaia*

Réalisé Par :

Mr : AGOUM Samir

Melle : BELMOKHTAR Kenza

Encadré Par :

Mr : TAZERART Farid

Mr : BOUGUELEN Nabil

Année Universitaire 2022/2023



On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr : TAZERART FARID, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Nous remercions aussi Mr BOUGUELEN NABIL et Mr MAZOUZI NASSIM ainsi que toutes les personnes qui nous ont soutenu de près ou de loin au sein de l'entreprise de General emballage SPA AKBOU durant notre stage.

Nous remerciment s'adresse également à nos Professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve leurs charges académiques et Professionnelles.

Nous tenons également à remercier les membres de jury d'avoir accepté sans réserve de juger et d'évaluer notre travail.

Dédicaces

Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné la force, la volonté et la sagesse d'être patient dans mes études.

Je dédie ce travail à mes chers parents, mon père "Cherif", et à ma mère "Djida" qui m'ont soutenu et aidé tout au long de mon parcours, car sans eux je ne serais jamais arrivée là où j'en suis maintenant.

À ma grand-mère "Hamama" qui m'a toujours encouragé à atteindre mes objectifs.

À mes frères "Amir", "Riad", "Amine", "Sami" que je leur souhaite une bonne continuation dans leurs études.

À mes chers amis.

A ma binôme Kenza.

A mes cousins "Lamri", "Ouarda", "Aya", "Sabrina".

À tous mes très chers enseignants qui ont fait preuve de sérieux et de disponibilité tous au long de mon cursus universitaire.

Samir

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À Ma lumière, celle qui m'a donné la vie, l'amour, la tendresse et le Courage, toi chère Maman que j'adore, Tu as été là pour moi à chaque étape, me motivant et me rappelant toujours de viser l'excellence, Ce mémoire est dédié à toi, afin de te remercier pour ton encouragement, ton amour infini et ta croyance en mes capacités pour affronter les différents obstacles de la vie.

A Celui qui m'a soutenu et guidé dans le bon sens pour franchir chaque étape dans ma vie avec succès, tu m'as montré la valeur du travail acharné, de la persévérance et de la détermination afin que je puisse arriver à cette phase de ma vie qui n'est qu'un fruit de tout ce que vous m'avez donné depuis mon enfance, toi cher père que j'aime Merci d'être à mes côtés pour me combler de joie et de bonheur et pour ton amour dévoué , merci pour ton soutien, durant toute ma période d'étude.

À mes sœur NAIMA et TAOUS, et à toi mon très cher frère RABAH et sa femme KAHINA et ABD RAHIM merci pour votre présence votre soutiens votre encouragements sans cesse pour réaliser ce modeste travail.

A mon fiancé MOUHAMED, la personne la plus chère à mes yeux, tu étais toujours là pour moi tu m'as soutenu durant toute cette période ainsi ton support moral constant tout au long de la réalisation de tous mes travaux merci d'être là dans ma vie.

A ma belle-mère et à ma très chère belle-sœur adorée que j'aime tant Merci d'être présente dans ces moments ci précieux de ma vie je n'oublierai jamais vos doux mots et vos conseils en or merci pour votre soutien.

À mes très chers amis, MERISSA merci pour tes encouragements et merci à toi THIZIRI CELIA pour ta présence et ton soutien morale dans les moments les plus difficiles de ma vie merci ma chérie je t'adore.

Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont aidé et contribué de près ou de loin pour achever ce mémoire.

KENZA

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Liste des notations

Liste des abréviations

Liste des figures

Introduction générale..... 1

Présentation de l'entreprise 3

Chapitre I : Présentation des différentes parties

de la chaîne de production.

I.1. Introduction..... 4

I.2. Carton ondulé..... 4

I.2.1. Couvertures 4

I.2.2 Cannelures..... 5

I.2.3. Colle..... 5

I.3. Utilisation du carton ondulé..... 6

I.4. Principe de fonctionnement de machine de fabrication du carton 6

I.4.1. Onduleuse 7

I.4.2. Processus de fabrication du carton ondulé..... 8

I.5. Etudes conceptuelle des machines de fabrication du carton 9

I.5.1. Manutention des bobines (Chariots et Rails CCM) 9

I.5.2. Porte-bobine (PBM)..... 9

I.5.3. Raccordeur (CTS) 10

I.5.4. Préchauffeur simple (PSM)..... 10

I.5.5. Poste simple face n°1 (COM 01) 11

I.5.6. Poste simple face n°2 (COM 02) 11

I.5.7. Montée au pont et le Pont d'emmagasinage 12

I.5.8. Guide nappe 12

I.5.9. Frein pont (FPM) 13

I.5.10. Préchauffeur Triple (PTM)..... 13

I.5.11. Poste double face EDM 350 14

I.5.12. Tables chauffantes (SAM) 14

I.5.13. Coupeuse transversale auxiliaire (CRM) 15

I.5.14. Coupeuse Mitrailleuse Longitudinale (CLM) 15

I.5.15. Déviatrice 16

I.5.16. Coupeuse transversale (CTM)	16
I.5.17. Table montante et descendante (empileur) SRM-350.....	17
I.5.18. Manutention	17
I.6. Description de la machine actuelle	17
I.6.1. Groupe onduleur	17
I.6.2. Pré conditionneur	18
I.6.3. Cylindre presseur	18
I.6.4. Colleuse.....	19
I.7. Problématique	20
I.8. Conclusion	20

Chapitre II : Dimensionnement de la Motorisation et les différentes parties mécanique.

II.1. Introduction	21
II.2. Solutions proposées pour résoudre la problématique	21
II.3. Moteur pneumatique.....	21
II.3.1. Principe du fonctionnement.....	22
II.4. Compresseur	24
II.5. Groupe de conditionnement.....	24
II.6. Commutateur à trois positions	25
II.7. Bobine d'électrovanne	25
II.8. Réducteur de vitesse	26
II.9. Régulateur de pression.....	26
II.10. Distributeur	27
II.10.1. Rôle d'un distributeur 5/3	27
II.11. Capteur.....	30
II.11.1. Capteur de fin de course	30
II.11.2. Capteur de position	30
II.12. L'engrenage	30
II.12.1. Système roue et crémaillère.....	31
II.13. Calcul de la motorisation du chariot.....	32
II.13.1 Choix de la motorisation.....	32
II.13.2. Cahier des charges	32

II.13.3. Grandeurs physiques intermédiaires calculées	32
II.13.4. Choix du réducteur de vitesse.....	35
II.13.5. Choix du moteur	36
II.14. Modifications apportées au système.....	38
II.15. Conclusion	40

CHAPITRE III : Analyse fonctionnelle en vue de l'automatisation.

III.1. Introduction	41
III.2. Automatisation	41
III.2.1. Système automatisé	41
III.2.2. Objectifs de l'automatisation	41
III.3. Automate Programmable Industriel	41
III.3.1. Principe de fonctionnement d'un API	42
III.3.2. Structure d'un System Automatisé.....	42
III.3.3. Cycle d'un API.....	42
III.3.4. Langage de programmation.....	42
III.3.5. Automate SIMATIC S7-300.....	43
III.3.6. Architecture de l'automate S7-300.....	44
III.3.7. Procédure et réalisation du programme.....	44
III.4. Bref aperçu sur le logiciel TIA Portal	45
III.5. GRAFCET.....	48
III.5.1. Description du GRAFCET	48
III.5.2. Règles d'évolution d'un GRAFCET	49
III.5.3. Les structures de base.....	50
II.6. Cahier des charges	52
II.7. Organigrammes correspondant au cahier de charge de notre système	54
II.8. Conclusion	55

Chapitre IV : Programmation et supervision.

IV.1. Introduction	56
IV.2. Supervision industrielle	56

IV.3. Principe de la supervision.....	56
IV.4. Configuration et paramétrage du matériel.....	57
IV.5. Critère de choix de l'interface IHM.....	57
IV.6. Etapes de réalisation de l'interface homme-machine du processus.....	58
IV.7. Création d'une vue IHM.....	58
IV.8. Etablissement d'une liaison directe avec la PLC.....	59
IV.9. Création de la table des variables.....	60
IV.10. Simulation du Programme.....	60
IV.10.1. Le simulateur des programmes PLCSIM.....	60
IV.11. Simulation de la Supervision.....	66
IV.11.1. Vue principale.....	66
IV.11.2. Vue de commande.....	67
IV.12. Conclusion.....	69
Conclusion Général.....	70

**LISTE DES ACRONYMES ET
DES ABREVIATION**

Liste des acronymes et des abréviations :

CCM : Chariots et Rails MEDESA.

PSM : Préchauffeur simple MEDESA.

COM : Simple Face MEDESA.

SPM : Montée au pont MEDESA.

FPM : Frein pont MEDESA.

PTM : Préchauffeur Triple MEDESA.

EDM : Poste double face MEDESA.

SAM : Tables chauffantes MEDESA.

CRM : Coupeuse transversale auxiliaire MEDESA.

CLM : Coupeuse Mitrailleuse Longitudinale MEDESA.

CTM : Coupeuse transversale MEDESA.

SRM : Sortie réception MEDESA (Tables montante et descendante).

PBM : Porte-bobine MEDESA.

CPM : Jeux de bars oscillants (Déviatrice).

CTS : Raccordeur.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions.

IHM : Interface Homme Machine.

API : Automate Programmable Industriel.

TIA Portal : Totally Integrated Automation Portal.

PC : Partie Commande.

PO : Partie Opérative.

FBD : Fonction Block Diagram.

IL : Instruction List.

LD : Ladder Diagram.

SFC : Séquentiel Fonction Chart.

ST : Structure de Texte.

CPU : Central Procession Unit.

WinCC : Windows Control Center.

SF : Simple Face.

DF : Double Face.

DC : Double Cannelure.

TC : Triple Cannelure.

E/S : Entrée/Sortie.

PN/PD : Profinet/Profibus.

PS : Module d'alimentation.

IM : coupleur.

SM : Module de Signaux.

FM : Module de Fonction.

OB : Bloc d'organisation.

AC : courant alternatif.

DC : courant continue.

USB : bus universel série.

PLC : Contrôle Logique Programmable.

WinCC : Windows Control Center.

S7 : STEP7.

SPA : Société Par Actions.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : SARL Générale Emballage Akbou	3
-------------------------------------------------------	----------

Chapitre I

Figure I.1 : Disposition du carton ondulé	4
Figure I.2 : Différents types de carton ondulé.....	5
Figure I.3 : Différents types du papier bobinés.....	6
Figure I.4: Fabrication du carton ondulé vue générale schématique d'une onduleuse	7
Figure I.5: Processus de fabrication	8
Figure I.6 : CCM 350 Chariots et Rails.....	9
Figure I.7: La PBM 350 porte bobine Medesa.....	9
Figure I.8: CTS 350 raccordeur	10
Figure I.9: PSM 350 Préchauffeur Simple	10
Figure I.10 : Description du poste simple face	11
Figure I.11 : SPM 350 Monté au pont.....	12
Figure I.12 : Guide nappe.....	12
Figure I.13 : FPM 350 Frein pont	13
Figure I.14 : PTM 350 Préchauffeur Triple	13
Figure I.15 : L'EDM 350 Double Face	14
Figure I.16 : Le SAM 350 Table chauffante	14
Figure I.17 : CRM 350 Coupeuse transversale auxiliaire.....	15
Figure I.18 : CLM 350 Coupeuse Mitrailleuse Longitudinale.....	15
Figure I.19. CPM 350 Déviatrice	16
Figure I.20 : CTM 350 Coupeuse transversale	16
Figure I.21 : Le SRM 350 Empileur	17
Figure I.22: Principe de fabrication du carton ondulé simple face	18
Figure I. 23: Couleuse	19

Chapitre II

Figure II.1 : Moteur pneumatique.....	22
Figure II. 2 : Fonctionnement d'un moteur pneumatique« L'état du repos « A » »	
« Rotation sens horaire « B » »	23
Figure II. 3 : Fonctionnement d'un moteur pneumatique « Rotation sens	
anti horaire « C » »	23

Figure II. 4 : Compresseur	24
Figure II. 5 : Groupe de conditionnement.....	24
Figure II. 6 : commutateur à trois positions « Deux voies avec borne commune »	25
Figure II. 7 : bobine d'électrovanne.....	25
Figure II. 8 : réducteur de vitesse	26
Figure II. 9 : régulateur de pression.....	26
Figure II. 10 : distributeur 5/3.....	27
Figure II. 11 : schéma de fonctionnement du capteur.....	28
Figure II.12 : Capteur fin de course.....	28
Figure II. 13 : Capteur de position	28
Fig. II. 14 : différents types d'engrenage	29
Figure. II. 15 : Système pignon crémaillère.....	29
Figure. II. 16 : Pignon crémaillère	31
Figure.II.17 :Répartition des charges et les différentes forces appliquées sur le chariot colleuse.....	34
Figure II. 18 : Schéma d'un entraînement électrique.....	35
Figure II. 19 : réducteur W 63_12	35
Figure II. 20 : Schéma de calcul à 03 masses	36
Figure II. 21 : moteur pneumatique LZB66-AR008-11	37
Figure II. 22 : Système actuel	38
Figure II. 23 : Nouveau Système	39
Figure II. 24 : fonctionnement des deux moteurs « état de repos ».....	39
Figure II. 25 : fonctionnement des deux moteurs sens horaire	39
Figure II. 26 : fonctionnement des deux moteurs sens anti horaire	40

Chapitre III

Figure III.1 : Structure d'un système automatisé	42
Figure III.2 : Vue de l'automate S7-314C-2 PN/DP.....	43
Figure III.3 : Structure de l'automate S7-300.....	44
Figure III.4 : Création du projet.....	45
Figure III.5 : Vue de projet	46

Figure III.6: Choix de CPU	46
Figure III.7: Table des variables de l'automate API	47

Chapitre IV

Figure IV.1 : Chargement de la configuration matérielle.....	57
Figure IV.2 : Choix de l'IHM KTP700 Basic PN	58
Figure IV.3 : Vue globale de la supervision	59
Figure IV.4 : Liaison entre la PLC et IHM.....	59
Figure IV.5 : Table des variables IHM	60
Figure IV.6 : Interface de simulation PLCSIM	61
Figure IV.7 : Déplacement du chariot de l'extraction vers le repos.....	61
Figure IV.8 : Déplacement du chariot de repos vers la production.....	62
Figure IV.9 : L'allumage de lampe marche	62
Figure IV.10 : Activation des deux moteurs pneumatiques droits et gauche «sens horaire».....	63
Figure IV.11 : Arrêt de la production (recule le chariot au l'état de repos)	63
Figure IV.12 : L'allumage de la lampe d'arrêt (stop).....	64
Figure IV.13 : Recule le chariot du repos vers l'extraction.....	64
Figure IV.14: Activation des deux moteurs pneumatiques droits et gauche «sens anti horaire».....	65
Figure IV.15: Commande les différents déplacements du chariot avec une vitesse Constante.....	65
Figure IV.16 : Régulation de la pression à l'état de production.....	66
Figure IV.17 : Vue principale de supervision	67
Figure IV.18 : Vue de commande (Etat de production avec une régulation de pression) ..	68
Figure IV.19 : Vue de commande (Arrêt de production).....	68

LISTE DES TABLEUAX

Liste des tableaux

Tableau I.1 : différents types et grammage du papier	6
Tableau II.1 : différents taille réelle des dentures (module)	30
Tableau II.2 : différent pas en fonction des modules.....	30

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

Dans l'industrie, la productivité, la qualité, les meilleures conditions de travail et la sécurité sont gérées par des systèmes automatisés, ces derniers sont devenus indispensables aux files des années, permettant d'augmenter la productivité en minimisant les pertes.

Notre travail est basé sur la motorisation, programmation et la supervision d'une colleuse simple face MEDESA située à l'unité de fabrication du carton ondulé au sein de l'entreprise Général Emballage. Le but est de passer d'un système manuel à un système automatisé.

Tout au long de ce mémoire, nous allons illustrer les principales étapes de l'analyse d'un processus industriel, en partageant notre travail en quatre chapitres.

Le premier sera dédié à la description et au fonctionnement du procédé de fabrication du carton dans lequel, nous allons faire une description des unités existantes de préparation du carton « la ligne onduleuse » afin d'élaborer l'analyse fonctionnelle, ensuite, nous s'intéresser à la Colleuse simple face. Nous allons aussi faire une description générale sur les équipements utilisés pour leurs fonctionnements. En définitive la délimitation de la problématique rencontrée dans cette section de fabrication du carton, notre problème se pose dans l'extraction de la colleuse qui se déplace manuellement (deux personnes qui poussent ou reculent le chariot pour qu'il se déplace), et à plusieurs reprises ce chariot tombe sur les opérateurs et engendre des blessures, dégâts à cause des rails qui restent pliés lors de son extraction.

Le deuxième chapitre portera sur le dimensionnement des différentes parties mécaniques, pneumatiques et électriques, dans lequel nous allons réaliser des calculs pour un choix optimal de la motorisation, nécessaire pour un éventuel nouveau système qui répondra à la problématique posée.

Le troisième chapitre sera dédié à l'automatisation de la nouvelle station et dans lequel nous allons élaborer une analyse fonctionnelle par organigrammes et par Grafcet décrivant les différents modes de fonctionnement, en se basant sur un cahier des charges.

Le dernier chapitre sera consacré sur la programmation qui est basée sur les équations Ladder représentées sur le logiciel TIA-PORTAL V13 d'un automate de la gamme siemens S7-300, en tiendra compte d'une simulation afin d'assurer l'automatisation de système.

Ainsi que, la réalisation d'une supervision de l'installation qui nous permettra le contrôle et la commande des modes de marche utilisés dans cette nouvelle station.

Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale dans laquelle nous allons répondre à la problématique posée.

Présentation de l'entreprise

Présentation de l'entreprise

General Emballage est un leader de l'industrie algérienne du carton ondulé. Selon la commande, elle peut fabriquer des plaques double-face/double-double, emballer, afficher et produire des post-impressions haute résolution jusqu'à 6 couleurs avec des vernis intégraux ou sélectifs. Leur équipe maîtrise toutes les tâches de production :

Etudes et recherche, prototypage, production de films découpés et imprimés, fabrication d'emballages et de présentoirs, livraison.

General Emballage a été créée en 2002 sous la forme d'une société de capitaux au capital social de 2 000 000 000 DZD, opère sur 3 sites industriels (Akbou, Oran et Sétif), compte près d'un millier de salariés et un chiffre d'affaires de 6 milliards de DZD.

Général Emballage a eu la Certification ISO 9001 en 2008 ISO 14001 en 2015 et ISO 45001 en 2018.

Le siège social est à ZAC Taharacht, Akbou, dans la wilaya de Bejaïa.

RC N° : 00 B 0183268 du 05/08/2009

NIF : 000006018326879

Article d'imposition : 06256000300

NIS : 099806250344426.



Figure 1: SARL Générale Emballage Akbou

CHAPITRE I

Présentation des différentes
parties mécanique de la
chaîne de production

I.1. Introduction

Le papier est un matériau fabriqué à partir de fibres cellulosiques, principalement obtenues à partir de bois, mais aussi de paille, de coton, de chanvre, de lin et d'autres matières végétales. Les fibres sont transformées en une pâte à papier qui est ensuite pressée, séchée et coupée en feuilles ou en rouleaux. Le papier est largement utilisé pour l'écriture, le stockage d'informations, l'impression et le dessin, ainsi que pour la production d'emballages, de cartons et d'autres produits, et applications. Il peut être fabriqué dans une grande variété de tailles, de couleurs, de grammage, de textures et d'épaisseurs pour répondre aux besoins spécifiques de chaque utilisation. Dans ce chapitre nous représenterons les différentes machines de fabrication du carton et ces utilités ainsi que le fonctionnement et le processus de l'entreprise et de ses différentes machines. Dans notre travail nous s'intéresserons plus particulièrement sur l'onduleuse et exactement sur la Colleuse simple face.

I.2. Carton ondulé

Le carton ondulé montré sur la figure I.1 est constituée d'une ou plusieurs couches de papier ondulé, appelées cannelures, collées ensemble entre des feuilles de papier plan et lisse, appelées "liner" ou bien couverture. La combinaison de ces différentes couches permet au carton de résister aux chocs, à la compression et à la déchirure, ainsi que pour former une structure rigide.

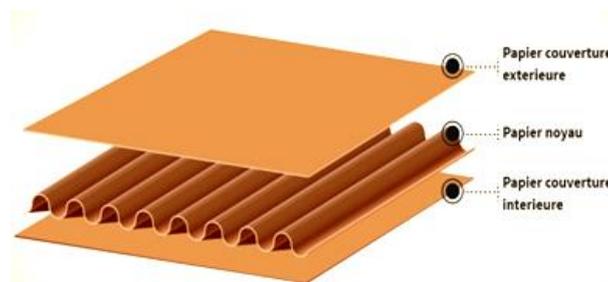


Figure I.1 : Disposition du carton ondulé

I.2.1. Couvertures : appelée aussi le papier liner, il s'agit de la couche externe du carton ondulé, le papier liner est lisse et offre une surface d'impression de haute qualité. Il existe plusieurs types de papier pour couvertures :

- **Kraftliner** : papiers à base de fibres neuves et longues obtenues par un procédé chimique au sulfate ou à la soude, et pouvant incorporer des fibres recyclées. Il est d'aspect écru ou blanc. Les grammages sont compris entre 110 et 440 g/m².
- **Testliner** : papiers essentiellement à base de fibres recyclées dont les grammages sont similaires à ceux du kraftliner. Il est d'aspect écru ou blanc, et peut être teinté. Compris entre 90 et 250 g/m² [1].

I.2.2. Cannelures : appelé aussi le papier ondulé, il s'agit de la couche intermédiaire, fabriquée à partir d'une feuille de papier ondulé pliée en forme des vagues. Le papier ondulé est disponible en différentes tailles et épaisseurs pour répondre aux besoins spécifiques de chaque emballage. Il existe plusieurs types de papier pour cannelures:

- **Mi-chimique :** c'est le papier cannelure le plus résistant, mais qui se fait de plus en plus rare. Papiers à base de fibres neuves obtenues par un procédé chimique et mécanique, et pouvant incorporer des fibres recyclées. Les grammages sont compris entre 105 et 250 g/m².
- **Wellstoff :** papiers à base de fibres recyclées, c'est le papier le plus couramment employé et bon marché. Les grammages sont compris entre 105 et 250 g/m² [1].
- **Types de cannelures :** La technologie de fabrication conduit à onduler le papier cannelure selon des profils pseudo-sinusoïdaux de plusieurs types, il existe huit types de cannelures, combinables les unes avec les autres selon le résultat attendu. La figure I.2 montre les différents types de carton ondulé.
 - Cannelure K ou d, mesurant plus de 7 mm ;
 - Cannelure A mesurant plus de 4.5 mm ;
 - Cannelure C, mesurant de 3.5 à 4.5 mm ;
 - Cannelure B, mesurant de 2.5 à 3.5 mm ;
 - Cannelure E, mesurant de 1.5 à 2 mm ;
 - Cannelure F, mesurant environ 1.2 mm ;
 - Cannelure G ou N, mesurant environ 0.8 mm ;
 - Cannelure O, mesurant environ 0.5 mm [1].

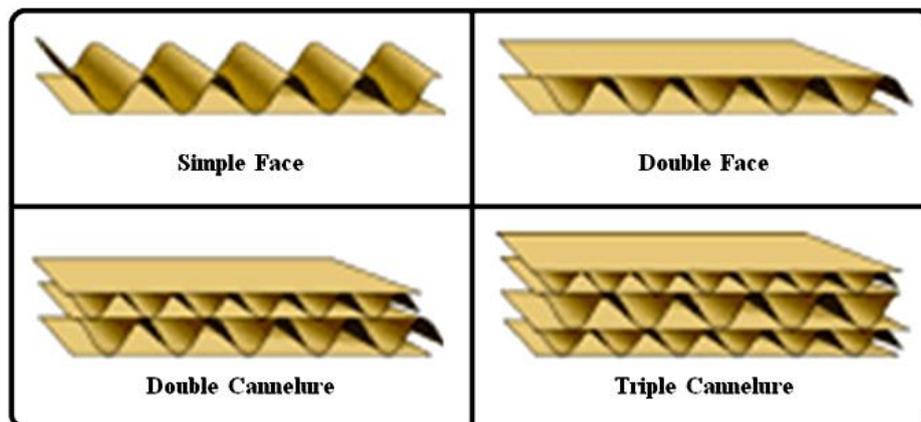


Figure I.2 : Différents types de carton ondulé

I.2.3. Colle : La performance de la structure dépend étroitement de la qualité du collage. Les colles utilisées pour relier les couches de papier ensemble (le collage couverture/cannelure) sont à base d'amidon, déposé sur les sommets des cannelures. L'amidon se gélatinise sous l'effet de la chaleur et assure l'assemblage des papiers [1].

I.3. Utilisation du carton ondulé

Il est utilisé pour la fabrication des boîtes, des caisses et des conteneurs pour l'emballage et le transport de produits. Son appellation varie selon le nombre de feuilles :

- Simple face **SF** : une couverture unique avec une cannelure solidarifiée par un adjuvant de colle (1 face lisse et 1 face cannelée, épaisseur de 0.4 à 4 mm).
- Simple cannelure ou double face **DF** : une seconde couverture s'ajoute au SF (un papier cannelé entre deux faces lisses).
- Double cannelure **DC** : un second module SF s'ajoute au DF (deux papiers cannelés entre trois faces lisses, épaisseur 7 mm).
- Triple cannelure **TC** : trois simples faces s'associent à une couverture (trois papiers cannelés entre quatre faces lisses, épaisseurs 15 mm) [2].

I.4. Principe de fonctionnement de machine de fabrication du carton

La figure I.3 et le tableau I.1 montre les différents types de papiers/grammages utilisés pour le carton ondulé chez Général Emballage.



Figure I.3 : Différents types du papier bobinés

Tableau I.1 : Différents types et grammage du papier [3].

Qualité du papier	Grammage (g.m ⁻²)
Kraft écreu	115-125-135-140-200-400
Simili Kraft écreu	115-125-140-145
Simili Kraft Blanc	140-185
Test Ecreu	135-140
Test Blanc	120-125-135-140
Hydro-saica	120-127-135-165
Hydro saica plus	195
Fluting	110-125-127-130
Duo Saica	110-120-130-150-200
Test blanc couché	140-145

I.4.1. Onduleuse

L'onduleuse de la figure I.4 est un train de machine de plus de 125 m de longueur et 2 à 2.6 m de largeur, qui à partir de bobines de papiers permet la fabrication de plaques du carton ondulé. Cette opération, réalisée en continu, comporte les phases suivantes : formation de l'ondulation du papier cannelure et collage à une couverture: c'est le poste simple face [3].

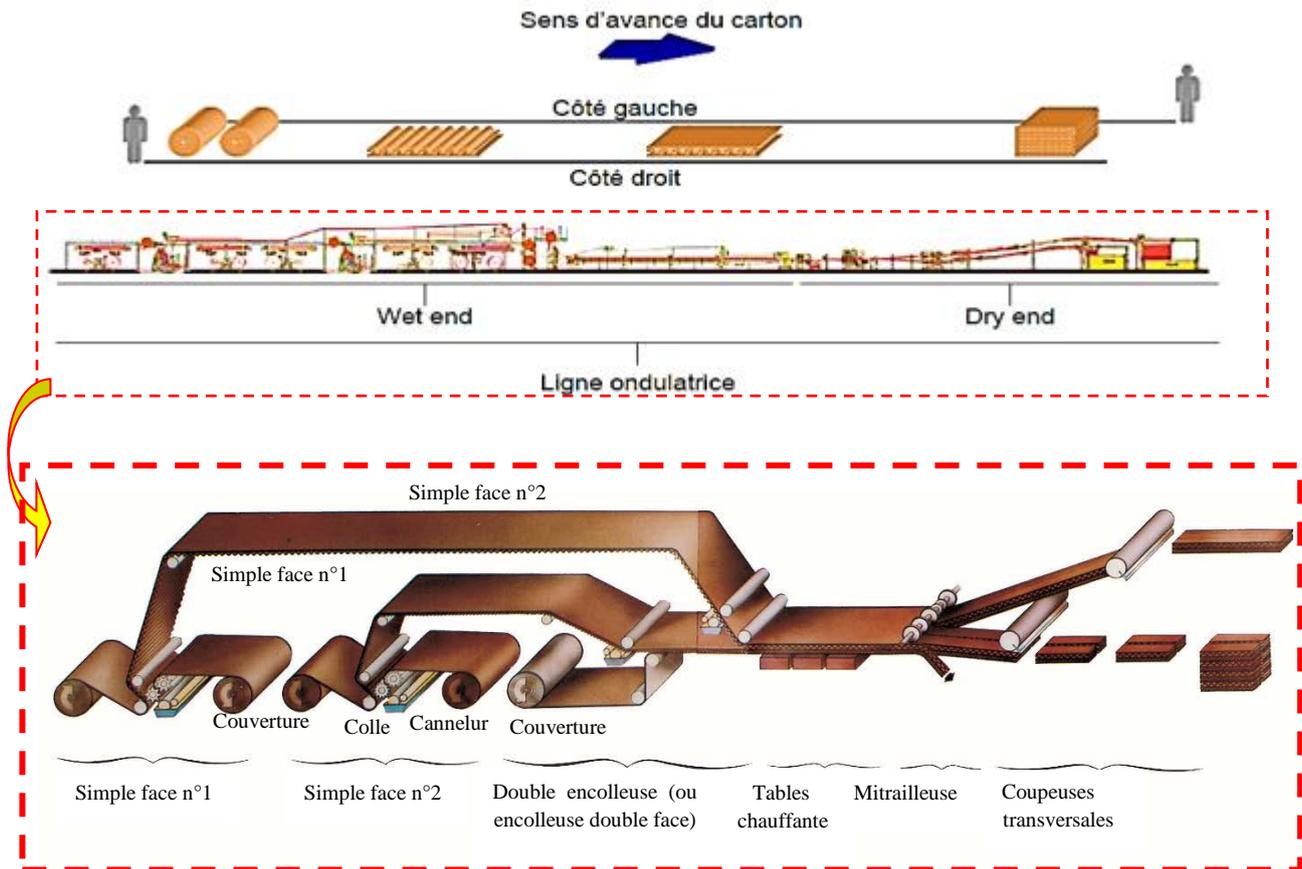


Figure I.4 : Fabrication du carton ondulé vue générale schématique d'une onduleuse

Cette opération, réalisée en continu, comporte les phases suivantes :

1. Formation de l'ondulation du papier cannelure et collage à une couverture : c'est le poste simple face ;
2. Dans le cas double cannelure, on utilise 2 groupes de simple face (N°1 et N°2) ;
3. Adjonction de la seconde couverture par collage au simple-face, c'est le poste double-encolleuse ;
4. Solidarisation définitive de la seconde couverture et séchage du carton : c'est le rôle des tables chauffantes ;
5. Transformation en plaques de la nappe de carton par :
 - Coupe longitudinale (ou refoulage) des rabats sur la mitrailleuse ;
 - Coupe transversale sur la coupeuse ;

6. Palettisation des plaques de carton [3].

I.4.2. Processus de fabrication du carton ondulé

Le procédé de fabrication du carton ondulé au début avec l'arrivée des bobines de papier, qui sont transportées avec un tapis roulant au porte bobines pour les raccorder avec un raccordeur. Le papier de premier porte bobine appelée « line1 » ou couverture interne, le seconde est appelé « fluting1 » ou cannelure. La « line1 » passe par un cylindre préchauffeur (PSM) pour être préchauffé, par contre « fluting1 » passe en premier lieu par un autre cylindre (pré conditionner) qui a un modificateur pour être humidifié, puis en 2^{ème} lieu il passe dans la cassette pour avoir des cannelures et en parallèle le cylindre en colleur applique de la colle sur les sommets des ondulations et en parallèle le cylindre en colleur applique de la colle sur les sommets des ondulations et collé avec la couverture intérieure du carton à l'aide d'une presse, nous allons obtenir une nappe du carton simple face.

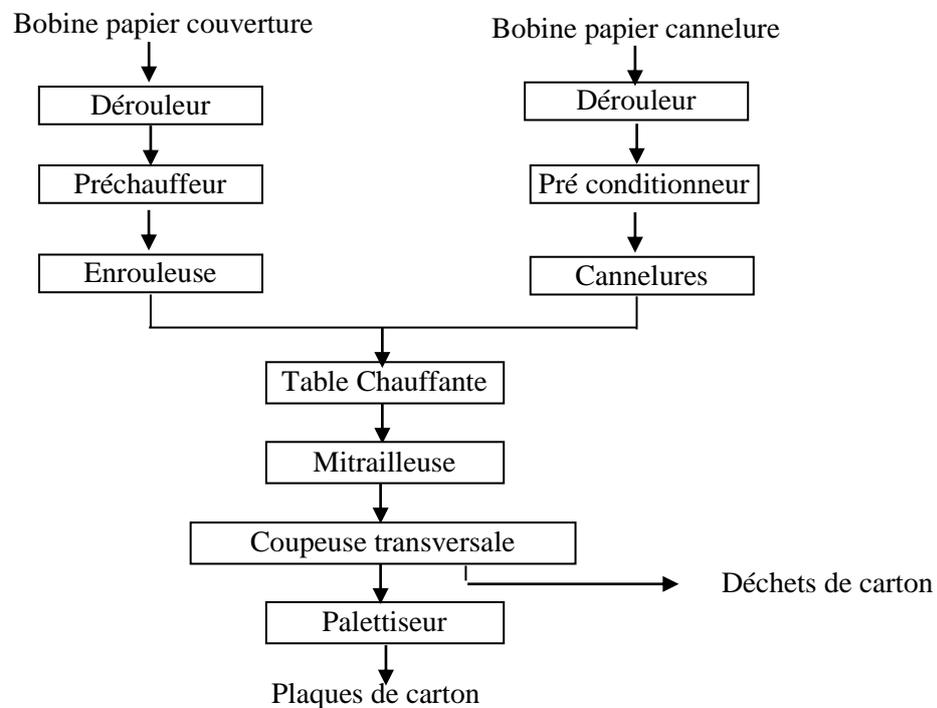


Figure I.5 : Processus de fabrication

Si on désire avoir un carton ondulé double face (double cannelure), une deuxième simple face va reproduire les mêmes étapes pour avoir la deuxième nappe, si non la nappe se dirige au pont magasin à l'aide d'une monté pont (SPM), ensuite elle va descendre vers la double face et passe par la table chauffante où la nappe et la deuxième couverture appelée couverture extérieur se réunissent, se collent et se sèchent, par la suite le carton ondulé passera par une coupeuse auxiliaire (CRM 350) qui coupe le carton en cas de défaut, puis par une coupeuse longitudinale (CLM 350) et autre transversale (CTM 350), les dimensions du carton son fixé par rapport au

commande des clients. A la fin une machine (SRM350) empile de façon précise les plaques de carton.

I.5. Etudes conceptuelle des machines de fabrication du carton

I.5.1. Manutention des bobines (Chariots et Rails CCM)

Cette machine figure I.6 proportionne le transport des bobines à partir de la position d'attente jusqu'à la position décharge. La manutention au sol des bobines peut être effectuée avec les systèmes de translation situés au niveau du sol par le déplacement des chariots. Ces systèmes peuvent être motorisés avec un contrôle manuel ou automatique du cycle de chargement et déchargement, ou bien fous, l'opérateur poussant manuellement la bobine [4].



Figure I.6. : CCM 350 Chariots et Rails

I.5.2. Porte-bobine (PBM)

La machine porte-bobine figure I.7 permet le déroulement des bobines. Durant le travail, étalonner les dispositifs de freinage pour régler la tension du papier. Pour effectuer le chargement, on fait coulisser les bobines transversalement sur le système de manutention jusqu'à ce qu'elles se trouvent face au porte-bobines (transportées les bobines sur un tapis roulant automatisé jusqu'à l'onduleuse), sur lequel elles sont chargées mécaniquement. Le chargement peut être manuel ou automatique suivant le modèle de machine [4].



Figure I.7 : La PBM 350 porte bobine Medesa

I.5.3. Raccordeur (CTS)

C'est une machine de fabrication du carton ondulé figure I.8, comporte deux stations de travail, son concept consiste à raccorder des bobines de papier d'une station avec la seconde station pour assurer un tirage continu du papier et une production ininterrompue.

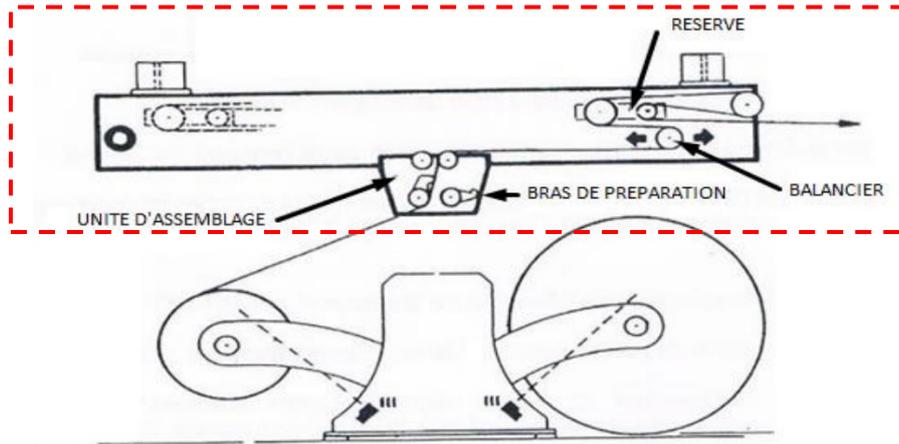


Figure I.8 : CTS 350 raccordeur

I.5.4. Préchauffeur simple (PSM)

Le rouleau préchauffeur figure I.9 est une machine placée entre le porte-bobine du papier et la colleuse, composée par un cylindre lisse et creux chauffé à l'intérieur avec la vapeur et sur lequel s'enroule le papier durant la production dans le but d'éliminer l'humidité résiduelle pour le rendre plus souple et plus facile à façonner et de favoriser l'opération d'encollage successive [4].

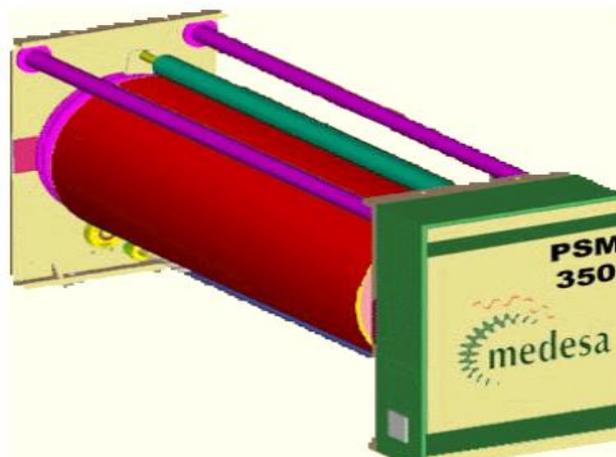


Figure I.9 : PSM 350 Préchauffeur Simple

I.5.5. Poste simple face n°1 (COM 01)

La fabrication du carton ondulé simple face nécessite deux bobines de papier, une première bobine pour le papier de face dite couverture et une seconde pour le papier de cannelure. La première bobine est à une température d'environ 185°C, ce processus est effectué par les cylindres chauffants, ce procédé facilite la manipulation des fibres de papier. En effet, un papier chauffé permet une pénétration de la colle plus efficace et donne également une meilleure horizontalité du carton. La seconde bobine est également préchauffée puis circule à travers une presse cannelée qui lui donnera la forme ondulée désirée.

La tâche du poste simple face Figure I.10 se termine par l'application de la colle sur le sommet des cannelures, le papier de face sera alors annexé aux cannelures à l'aide de la presse lisse. Le produit sortant de ce poste est donc un carton simple face.

I.5.6. Poste simple face n°2 (COM 02)

Il fait la même chose que la simple face 01 et l'en utilise juste pour la fabrication du carton double face (double cannelure).

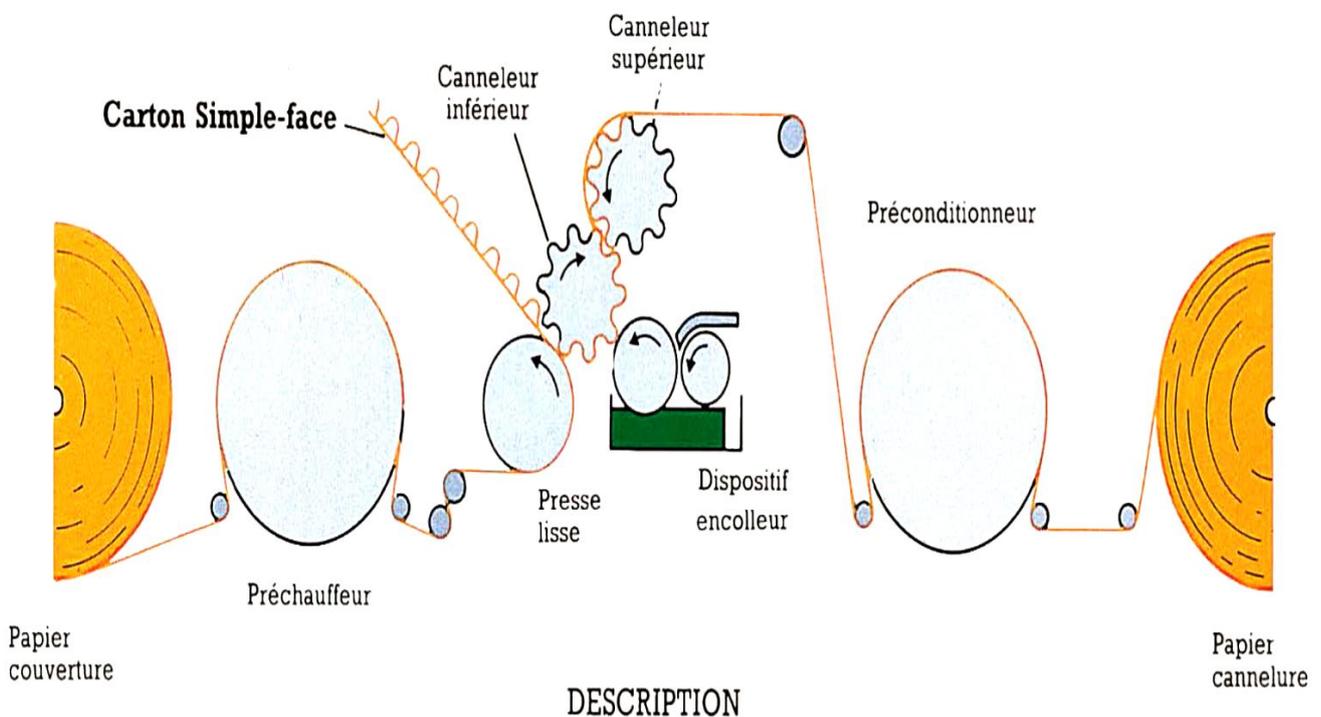


Figure I.10 : Descriptif du poste simple face

I.5.7. Montée au pont et le Pont d’emmagasinement

Structure en fer et en bois figure I.11 située dans la partie supérieure de la ligne ondulatrice, au-dessus du groupe onduleur, dans lequel s’accumule et coulisse le papier ondulé. Il a pour fonction de terminer le séchage de la colle et de créer une réserve de papier ondulé pour l’alimentation des machines successives. À la sortie du pont d’emmagasinement se trouve le préchauffeur et l’encolleuse aux plans [4].

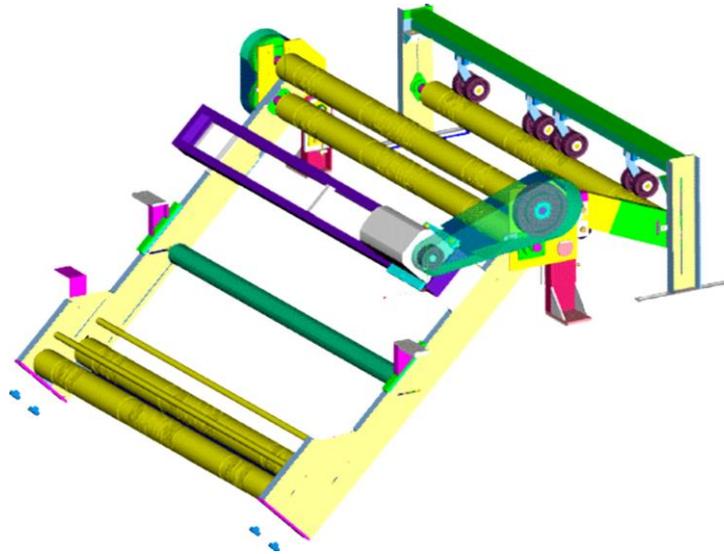


Figure I.11 : SPM 350 Monté au pont

I.5.8. Guide nappe

Le système à automatiser est un guide nappe mobile Figure I.12 pouvant centraliser une nappe dans un plan de travail : deux servomoteurs indépendants assurent les déplacements à gauche et à droite de la nappe. Deux roues de traction, situées au centre du cadre de commande, amènent la bande de carton ondulé simple face à la bonne position en suit analyse de système en entrée, le papier est centralisé. Le système Guide nappe corrige toute déviation autour du centre [5].



Figure I.12 : Guide nappe

I.5.9. Frein pont (FPM)

Le frein pont figure I.13 dans une machine onduleuse est un dispositif de freinage utilisé pour contrôler la tension du papier ondulé pendant sa transformation en carton ondulé. L'action de freinage est effectuée par des freins pneumatiques à disques de haute dissipation de chaleur et commandement par pourcentage progressif [4]. Le frein pont est situé à la fin de pont d'emmagasinage.

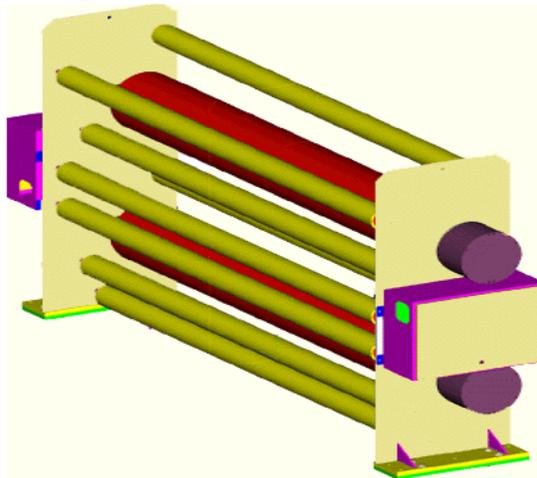


Figure I.13 : FPM 350 Frein pont

I.5.10. Préchauffeur Triple (PTM)

Machine placée entre le porte-bobine du papier pour couverture externe et l'encolleuse aux plans (encolleuse double face), composée par deux ou plusieurs cylindre préchauffeurs figure I.14, le premier cylindre est le préchauffeur supérieur, qui élimine l'humidité de la nappe supérieure, le deuxième cylindre ou le milieu élimine l'humidité de la nappe inférieure, enfin, le dernier cylindre (le bas) élimine celle de la face extérieure. Afin d'éliminer l'humidité résiduelle du papier est pour favoriser l'opération successive d'encollage, réalisée sur l'encolleuse aux plans (d'assurer le maintien de l'encollage).

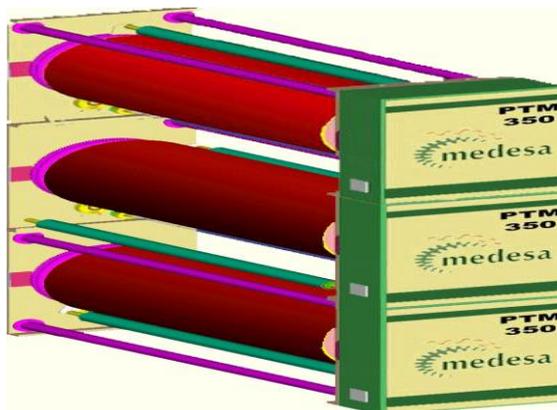


Figure I.14 : PTM 350 Préchauffeur Triple

I.5.11. Poste double face EDM 350

Dans le poste double face EDM (Encolleuse Double Medesa) figure I.15 La colle est appliquée par deux modules encolleurs intégrés dans la machine avec une motorisation indépendante, de grande précision et fiabilité à n'importe quelle vitesse. Elle incorpore un système de réglage automatique de distance entre les cylindres encolleur et doseur de colle, en fonction de la vitesse de la machine [4]. Un poste double face où sont assemblés un, deux ou trois ondulés simple face et une couverture extérieure pour réaliser de la SC, DC ou de la TC [1].

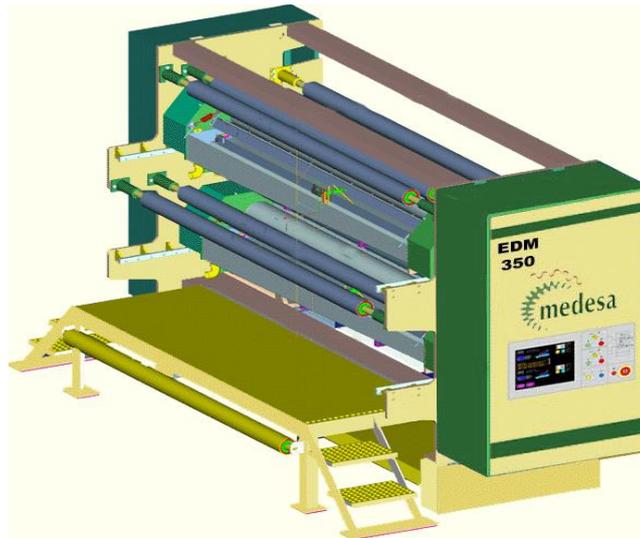


Figure I.15 : L'EDM 350 Double Face

I.5.12. Tables chauffantes (SAM)

Machine composée d'éléments plats chauffants figure I.16, constitués par des plaques en fonte à l'intérieur desquelles circule de la vapeur ; celles-ci déterminent l'encollage définitif du papier ondulé sur la couverture et le séchage de la colle. La bande de carton est maintenue au contact des plaques au moyen d'un feutre guidé par deux rouleaux et équipé d'un système de pression. À la fin des plaques chaudes, la bande de carton est envoyée vers les machines successives par l'intermédiaire de feutres qui en déterminent l'avance [4].

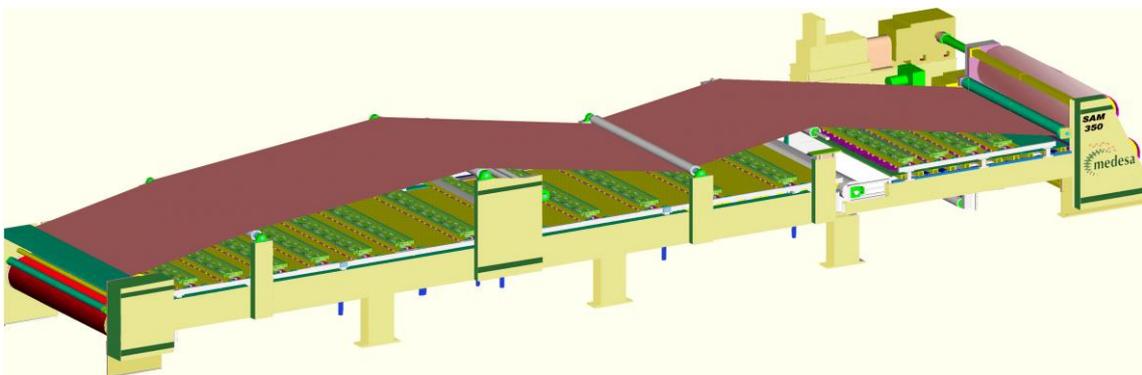


Figure I.16 : Le SAM 350 Table chauffante

I.5.13. Coupeuse transversale auxiliaire (CRM)

La figure I.17 est une machine qui réalise la découpe du carton avant qu'il n'atteigne la machine mitrailleuse. Elle est essentiellement constituée par deux rouleaux, un rouleau supérieur et un rouleau inférieur, sur lequel on trouve des lames de découpe et par des dispositifs pour l'éloignement et le ramassage des déchets. On l'utilise pour éliminer le carton d'une qualité non acceptable [4].

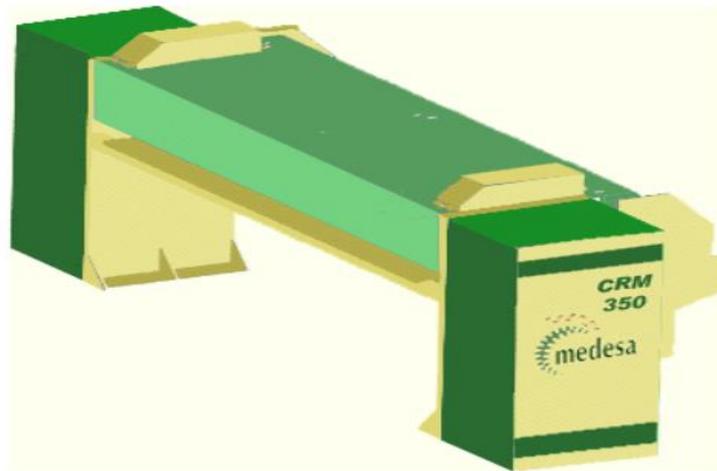


Figure I.17 : CRM 350 Coupeuse transversale auxiliaire

I.5.14. Coupeuse Mitrailleuse Longitudinale (CLM)

Une fois la production du carton ondulé terminée, il faut le couper à l'aide du poste mitrailleuse figure I.18 pour le transformer en différentes bandes d'une largeur réduite et obtenir des feuilles de différents formats.

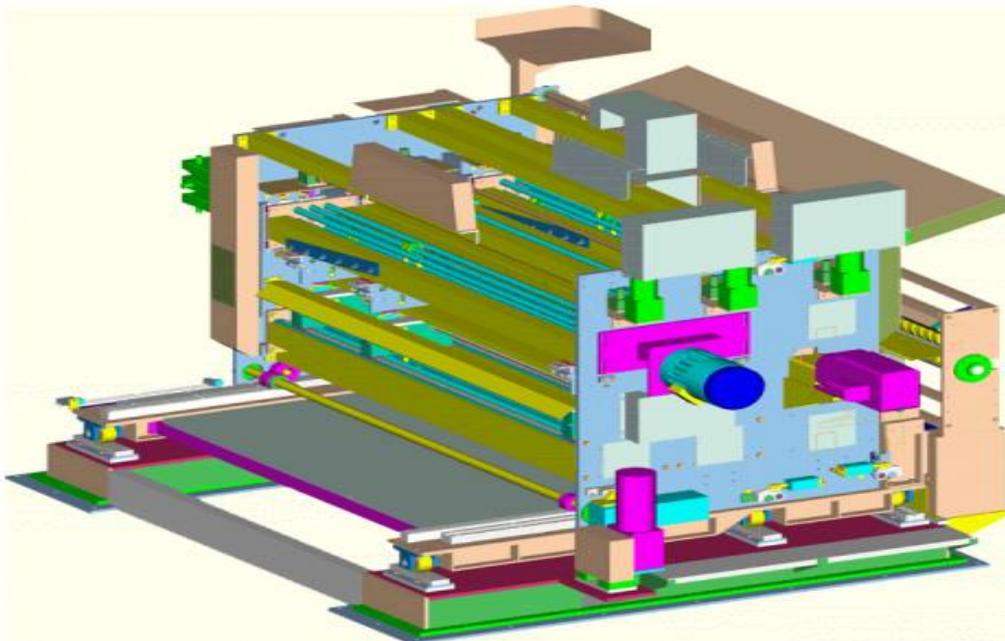


Figure I.18 : CLM 350 Coupeuse Mitrailleuse Longitudinale

I.5.15. Déviatrice

Machine composée d'une série de lames qui forment un plan de support mobile du carton figure I.19. En configurant la position des lames (basse/haute pour une installation à 2 niveaux, ou basse/intermédiaire/haute pour trois niveaux) suivant l'ordre actuel, on dévie le carton en provenance de la mitrailleuse vers les niveaux de découpe de la coupeuse transversale [4].

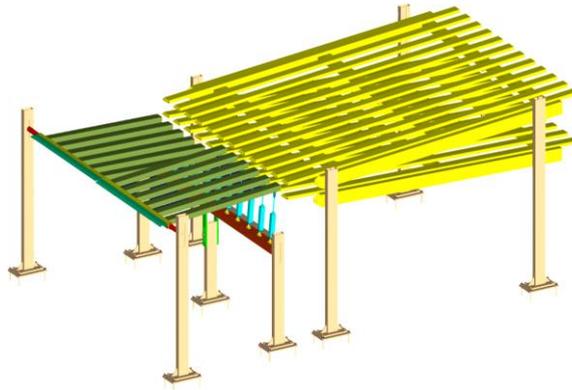


Figure I.19 : CPM 350 Déviatrice

I.5.16. Coupeuse transversale (CTM)

La machine est en général équipée de deux ou trois dispositifs de découpe indépendants figure I.20, dont chacun est composé de deux arbres porte-lames actionnés par un ou plusieurs moteurs qui permettent la variation de la vitesse. Ce poste est utilisé pour couper le carton ondulé dans sa largeur avec des dimensions précises pour réduire la longueur, c'est en effet la coupeuse transversale qui complète le procédé technique pour rendre le carton dans le format désiré par le client. Par la suite, les feuilles de carton ondulé sont envoyées sur un tapis roulant qui les amène vers le dernier poste de l'onduleuse, les tables montantes et descendantes [4].

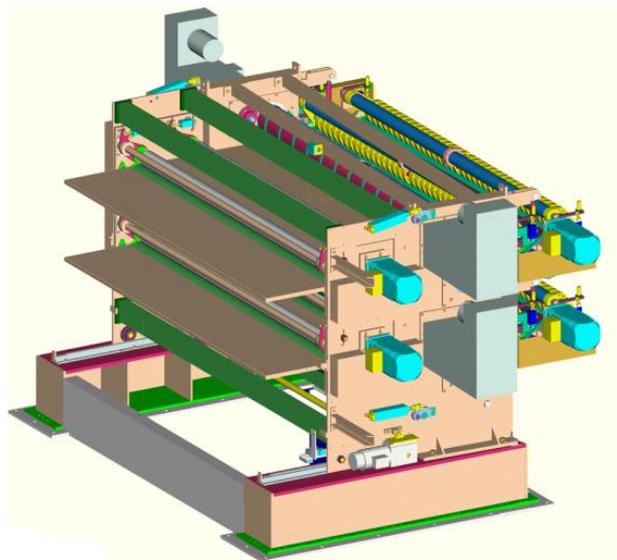


Figure I.20 : CTM 350 Coupeuse transversale

I.5.17. Table montante et descendante (empileur) SRM-350

Machine destinée au ramassage des plaques de carton ondulé découpées par la coupeuse transversale. La fonction de la SRM-350 figure I.21 consiste à empiler de forme exacte les plaques de carton en présentant un système d'empilement qui offre de la vitesse, précision et flexibilité dans la formation de piles de haute qualité pour une manipulation efficace et pour une conversion effective de carton à caisse [4]. Les cartons pré empilés sont compacts sur la table montante descendante par lots de 175 feuilles maximums. Le carton est ensuite évacué sur un convoyeur à rouleau vers la section expédition de la cartonnerie. La formation de la pile peut être réalisée par des machines qui utilisent un système d'empilage.

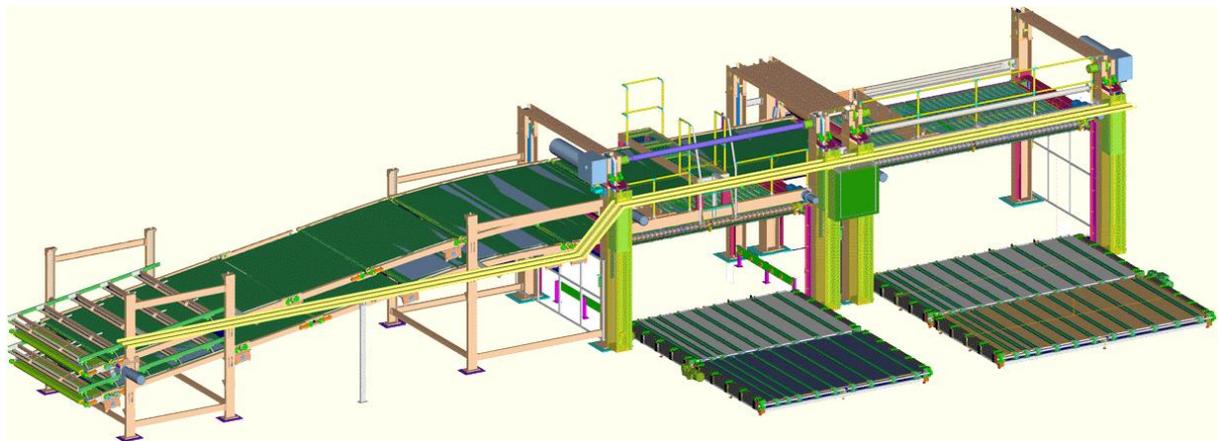


Figure I.21 : Le SRM 350 Empileur

I.5.18. Manutention

Machines destinées au déplacement au sol des piles de carton en provenance de l'empileuse et destinées aux secteurs de transformation ou aux zones de chargement pour la vente. Il s'agit normalement de systèmes composés de rouleaux motorisés et fous ou par une caténaire et des tapis de transport [4].

I.6. Description de la machine actuelle

I.6.1. Groupe onduleur

La machine a pour objectif d'onduler le papier en l'encollant sur le papier à couverture (figure I.22) ; les deux papiers sont chauffés en passant à travers le préconditionneur (papier pour ondulation) et le rouleau préchauffeur (papier pour couverture). L'ondulation est formée au niveau du point de contact entre deux cylindres onduleurs appelés cassette. Généralement, les cylindres sont montés sur des structures mobiles et/ou démontables de la machine, pour permettre la production de différents profils d'ondulation.

Un groupe à colle spécifique appelés colleuse dépose au sommet de chaque ondulation la quantité de colle nécessaire pour l'encollage sur le papier pour couverture par l'intermédiaire de la pression d'un rouleau presseur.

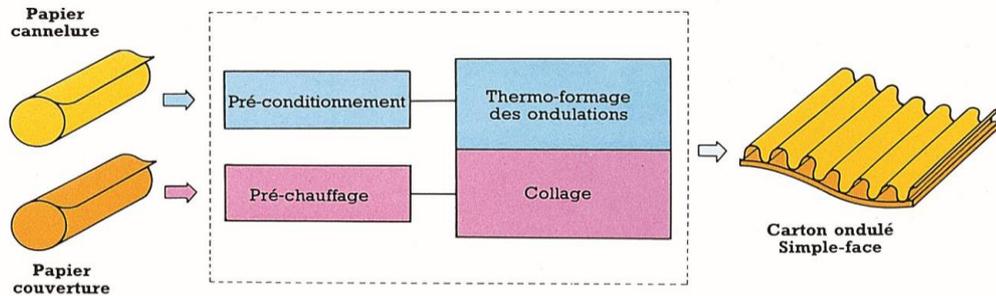


Figure I.22 : Principe de fabrication du carton ondulé simple face

I.6.2. Pré conditionneur

Le pré conditionneur est un système de traitement du papier pour l'ondulation composé par un rouleau préchauffeur et un humidificateur par lequel sort la vapeur destinée à humidifier le papier avant son introduction dans le groupe onduleur [4].

I.6.3. Cylindre presseur

Il s'agit d'un cylindre lisse et creux chauffé à l'intérieur par la vapeur utilisée pour favoriser l'encollage du papier pour couverture et du papier ondulé [4].

I.6.4. Colleuse

Elle se situe à l'intérieur du groupe onduleur, et constitue la partie la plus importante de la machine onduleuse. Elle est dessinée pour l'application d'une fine et homogène pellicule de colle à la crête de la cannelure (sans la déformer). Il est essentiellement constitué par un rouleau doseur qui prend la colle dans une cuve spéciale et par un rouleau applicateur (encolleur) qui la dépose au sommet de chaque ondulation [4].

Doseur : un doseur est un cylindre qui permet de doser et de limiter la quantité de colle dans le cylindre Encolleur via d'un gape avec un réglage manuel ou automatique à partir du pupitre, et empêche la colle de colmaté.

Encolleur : Sa fonction est de donner la pellicule de colle sur la crête de la cannelure du Fluting dans le cylindre onduleur central (cassette) sans exercer aucune pression sur celle-ci, c'est un rouleau cylindrique qui permet de répartir et de distribuer la colle de manière régulière et uniforme sur la surface à encoller. L'encolleur est une partie essentielle de la colleuse, car il

garantit une adhérence optimale entre les matériaux collés, ce qui est crucial pour la qualité de production et la durabilité du produit final.

La distance entre le cylindre onduleur central (cassette) et le cylindre donneur de colle (encolleur) est réglée par des butées qui sont incorporées dans la cassette et des excentriques qui sont montées sur le groupe encolleur, ce système garantit un correct réglage du groupe encolleur (colleuse) pour les différentes cassettes incorporées [4].

La colleuse figure I.23 composée de grattoirs cylindres doseurs et encolleurs qui sont montés dans la partie supérieure du réservoir de colle, nettoient la superficie des cylindres et évitent que la colle sorte de l'intérieur du réservoir. Elle contient aussi de réservoir où on stock la colle et de limiteurs latéraux placés dans les extrémités avec des trous limiteurs qui maintiennent le nivel de colle. Ces imitateurs sont réglables électriquement à partir du pupitre et de la machine.



Figure I.23 : Couleuse

La colleuse dispose de deux modes de fonctionnement, manuel et automatique. En mode manuel, l'opérateur choisit à tout moment les paramètres de fonctionnement désirés, soit avec un bouton qui commande deux vérins pneumatiques pour le déplacement du repos à la préparation du travail ou bien dans le cas contraire, pour le cas du repos à l'extraction ou l'inverse se fait avec deux personnes qui tirent ou poussent ce chariot de la colleuse.

En mode automatique, MEDESA possède un système de compensation automatique entre les Cylindres Encolleur et Onduleur Central (cassette). Ces automatismes garantissent une constante précision et fiabilité de l'encollage à n'importe quelle vitesse, accélération ou ralentissement de la ligne et compense les différences de grammage de la bande, et variations de diamètres du cylindre Onduleur Central en fonction de sa température et type de cannelure. Les boutons de réglage agissent sur des servo-potentiomètres qui alimentent les entrées analogiques correspondantes de l'automate, avec cela on arrive à conserver les paramètres ajustés après un arrêt ou manque de fourniture d'énergie [4].

I.7. Problématique

Le system actuel de fabrication du carton au sein de l'entreprise générale emballage est doté d'une machine colleuse qui est mobile pour assurer quatre endroits et situations d'arrêts qui sont : situation d'extraction ; situation de repos ; situation préparation du travail et enfin situation de production. Le déplacement entre les deux situations repos et préparation se fait par un commutateur à deux positions (semi-automatiques), Par contre l'avancement vers la production s'effectue par un bouton marche et le retour par un bouton d'arrêt. Le déplacement entre ces trois positions se fait à l'aide de deux vérins à triples effets.

La problématique posée par l'entreprise concerne l'extraction de la colleuse (lourde) qui se fait en déplacement manuel à l'aide de deux personnes (poussent ou reculent le chariot) entre les deux positions (repos et extraction). Par conséquence de ces manœuvres, des accidents répétitifs (plusieurs fois ce chariot tombe), causant des dégâts et blessures importantes aux opérateurs à cause des rails qui se replient, c'est aussi considéré comme une tache pénible physiquement.

Notre objectif est de résoudre cette problématique en proposant des modifications sur le système actuel de déplacement du chariot, par motorisation et l'automatisation à trois étapes : extraction, repos et production.

I.8. Conclusion

La démarche optée au début de notre travail consiste à avoir en premier lieu une idée générale sur les compartiments des machines de la ligne onduleuse et de bien assimiler le processus de fonctionnement du chariot de colleuse afin de bien comprendre le problème et mettre en œuvre les solutions possibles et d'entamer le dimensionnement de la motorisation du système.

CHAPITRE II

Dimensionnement de la
motorisation et les différentes
parties mécanique

II.1. Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter comment dimensionner un moteur pneumatique pour une application particulière, lorsque des mécanismes de transmission sont insérés entre celui-ci et la charge. Par conséquent nous allons faire un dimensionnement d'un entraînement pneumatique constitué d'un moteur pneumatique, réducteur de vitesse à pignons, et aussi d'un système de transmission par pignon crémaillère, nécessaire pour le déplacement d'un chariot de la colleuse (actuellement son déplacement est manuel via deux personnes) et étudier les efforts mécaniques appliqués sur ce chariot. Le choix final se portera sur un moteur pneumatique et un réducteur qui sont disponibles chez un fabricant et qui doivent répondre aux spécifications du cahier des charges.

II.2. Solutions proposées pour résoudre la problématique

Pour résoudre notre problématique nous avons proposé plusieurs solutions :

- La première est de laisser le système tel qu'il est (sans modification), nous ajoutons seulement deux vérins, l'un de côté gauche et d'autre de côté droit pour faire l'extraction (de l'état de repos vers l'extraction ou le contraire).
- La deuxième est de remplacer les deux vérins pneumatiques de trois positions (repos, préparation du travail et travail « production ») par d'autres qui ont quatre positions (une quatrième position pour l'extraction).
- La troisième est de placer deux moteurs réducteurs collés aux deux roues droites et gauches à l'intérieur du chariot de la colleuse.
- La dernière proposition consiste à éliminer complètement les deux vérins et à améliorer le système en ajoutant un système de transmission de puissance par pignon et crémaillère, qui sera équipé de deux moteurs pneumatiques. Les crémaillères seront positionnées de chaque côté du chariot à côté des deux rails.

II.3. Moteur pneumatique

Les moteurs pneumatiques, ou moteurs à air comprimé, convertissent l'énergie de l'air comprimé en travail mécanique par un mouvement rotatif. Ils exploitent la puissance sûre et fiable de l'air comprimé pour générer un couple et un mouvement de rotation. Plusieurs modèles différents sont disponibles pour répondre à une grande variété d'applications. Les spécifications techniques à prendre en compte pour faire un choix pertinent sont le couple et la vitesse de rotation. En effet, la combinaison des deux détermine la puissance du moteur [6].

La figure II.1, il s'agit d'un actionneur pneumatique qui convertit l'énergie de l'air comprimé en mouvement rotatif. Il est utilisé pour faire tourner une pièce autour d'un axe de rotation défini, en utilisant la pression de l'air pour générer un couple de rotation. Il est couramment utilisé dans les applications industrielles telles que l'automatisation des machines, les outils pneumatiques et les équipements de levage.

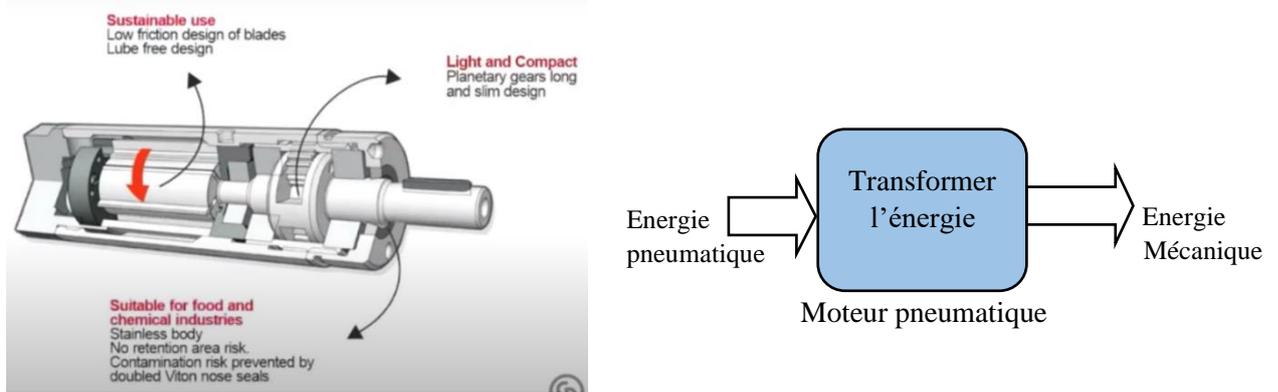


Figure II. 1 : Moteur pneumatique

II.3.1. Principe du fonctionnement

Les figures II.2 et II.3, représentent la transformation d'énergie pneumatique en énergie mécanique. Un moteur pneumatique fonctionne en utilisant de l'air comprimé pour produire un mouvement rotatif. Le principe de fonctionnement est basé sur la force du gaz comprimé pour produire un couple moteur qui entraîne l'arbre du moteur. Les moteurs à engrenages comportent deux roues dentées tournant sur leur axe avec un jeu minime. Une roue dentée est fixée à l'arbre de sortie, tandis que l'autre génère le couple. Deux flasques plates sont entraînées à l'aide d'un souffle d'air comprimé dans le sens de la rotation, et une autre dans le sens opposé. L'air d'échappement est dirigé dans les chambres formées entre la flasque et la paroi du châssis vers la vanne d'échappement, ce qui génère la rotation. Les moteurs pneumatiques sont souvent utilisés dans les applications industrielles où l'air comprimé est facilement disponible, comme dans les usines, les ateliers et les entrepôts. Ils sont souvent préférés aux moteurs électriques dans les environnements potentiellement explosifs, car [7] :

- Ils ne génèrent pas d'étincelles;
- Le moteur pneumatique, petit mais puissant ;
- La fiabilité du moteur pneumatique est sans égale : même soumis à une surcharge, il ne s'abîme pas bien qu'il reste bloqué. Lorsque la charge est abaissée, le moteur se débloque, et se remet à fonctionner normalement. De plus, il n'y a pas de pic d'intensité au démarrage ;
- Le moteur pneumatique s'adapte à tous les environnements ;

- Le coût d'un moteur pneumatique est très compétitif (le moteur pneumatique ne chauffe pas, en comparaison, le moteur électrique devra être surdimensionné pour éviter qu'il ne surchauffe) ;
- Le moteur pneumatique est respectueux de l'environnement.

L'énergie mécanique est produite sous forme d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement ou de créer une force. Pour que le moteur pneumatique fonctionne on propose un schéma pneumatique avec une commande électrique pour le distributeur. Dans ce schéma on a utilisé plusieurs composants pneumatiques et électriques telle : le compresseur (c'est la source d'énergie pneumatique), Groupe de conditionnement (filtre, régulateur de pression, lubrificateur), distributeur, commutateur à trois positions, bobine d'électrovanne.

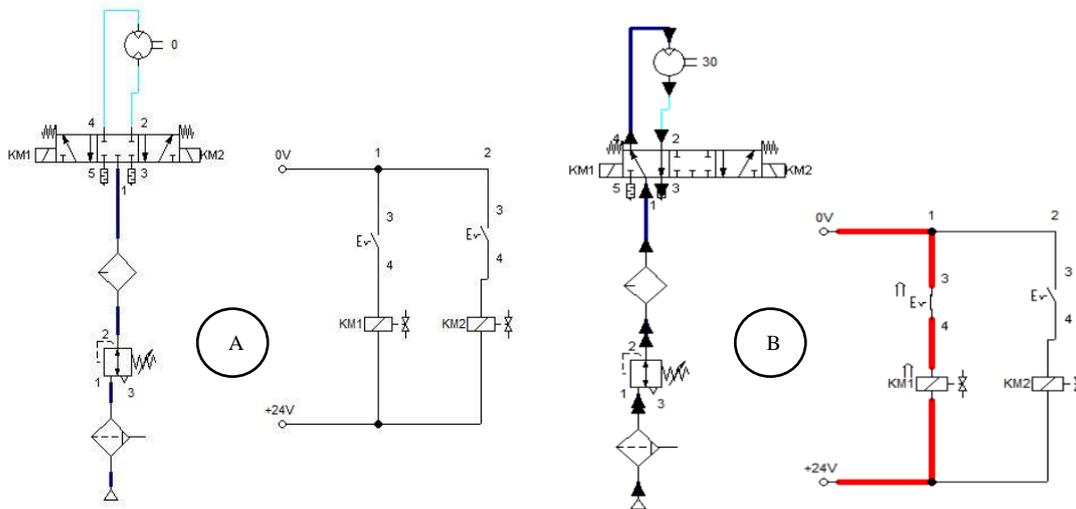


Figure II. 2 : Fonctionnement d'un moteur pneumatique « L'état du repos « A » »
« Rotation sens horaire « B » »

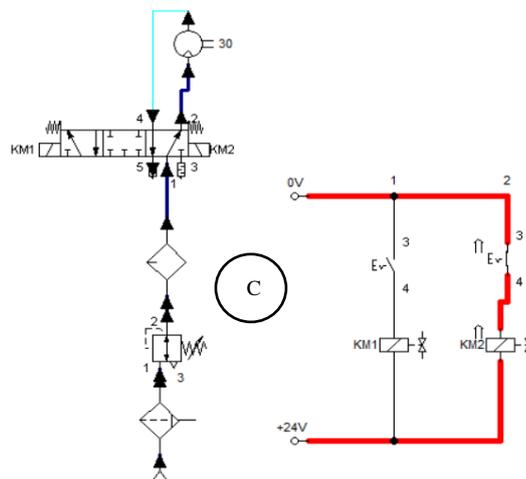


Figure II. 3 : Fonctionnement d'un moteur pneumatique « Rotation sens anti horaire « C » »

II.4. Compresseur

Pour produire l'air comprimé on utilise des compresseurs figure II.4, qui augmentent la pression de l'air. Deux principes différents sont utilisés :

➤ Compresseurs volumétriques

Une quantité d'air est enfermée dans une enceinte dont le volume est diminué pour augmenter la pression.

On distingue les compresseurs alternatifs (à piston ou à membrane) et les compresseurs à piston rotatif (multicellulaires à palettes ou hélicoïdaux).

Ces compresseurs permettent d'atteindre des pressions élevées avec un débit moyen.

➤ Turbocompresseurs

L'air est accéléré jusqu'à une très grande vitesse avant d'être dirigé au point d'utilisation où l'énergie due à la vitesse se transforme en pression. D'une technologie plus complexe, ces compresseurs permettent d'obtenir des débits très élevés [8].



Figure II. 4 : Compresseur

II.5. Groupe de conditionnement

Afin de garantir une disponibilité optimale de la pression nécessaire avec un air le plus pur possible, chaque machine dispose d'une unité de conditionnement d'air figure II.5 comportant au minimum, un filtre et un manodétendeur (régulateur de pression). Dans la plupart des cas, on adjoint un huiler (ou lubrificateur) pour lubrifier l'air à l'entrée des machines [8].

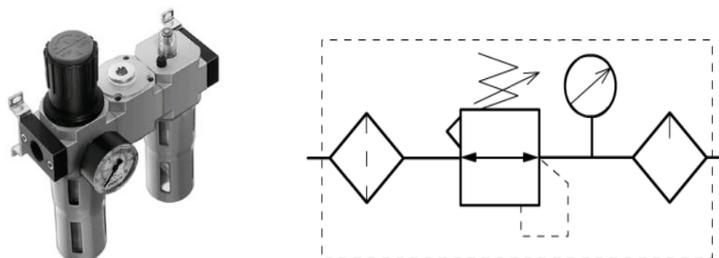


Figure II. 5 : Groupe de conditionnement

II.6. Commutateur à trois positions

Un commutateur à 3 positions est un dispositif électromécanique utilisé pour sélectionner l'une des trois options ou positions possibles. Il est également connu sous le nom de commutateur à trois voies ou commutateur à trois pôles. Ce sélecteur figure II.6 est de type monostable : les positions 1 et 2 sont à rappel à une position de repos (la position centrale repérée 0). Lorsque l'opérateur relâche la commande, le bouton revient de lui-même dans cette position de repos [8].



Figure II. 6 : commutateur à trois positions « Deux voies avec borne commune »

Trois positions (seule la position 0 est fixe) :

- Position 0 : position repos : aucun contact actionné ;
- Position 1 : contact 1 fermé ;
- Position 2 : contact 2 fermé.

II.7. Bobine d'électrovanne

Une électrovanne figure II.7 est une vanne à commande électrique. La vanne comporte un solénoïde, qui est une bobine électrique avec un noyau ferromagnétique mobile (plongeur) en son centre. En position de repos, le piston ferme un petit orifice. Un courant électrique traversant la bobine crée un champ électromagnétique qui attire le piston à l'intérieur des chambres de distributeur [9].



Figure II.7 : bobine d'électrovanne

II.8. Réducteur de vitesse

Le terme "réducteur" peut avoir différentes significations selon le contexte, mais généralement, il désigne quelque chose qui réduit ou diminue quelque chose d'autre. La figure II.8 présente un réducteur mécanique de vitesse. Dans le domaine de la mécanique, un réducteur est un dispositif qui réduit la vitesse de rotation d'un arbre moteur en utilisant des engrenages, des courroies ou des chaînes. Cela permet de transmettre plus de couple et de puissance à des charges externe, comme une machine ou un équipement.



Figure II.8 : réducteur de vitesse

II.9. Régulateur de pression

Un régulateur de pression figure II.9 est un dispositif mécanique ou électronique qui contrôle la pression d'un fluide (gaz ou liquide) dans un système donné. Il est utilisé pour maintenir la pression du fluide à un niveau constant ou pour limiter la pression à une valeur spécifique en fonction des besoins de l'application. Il existe différents types de régulateurs de pression, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients. Les régulateurs de pression mécaniques utilisent des ressorts et des soupapes pour réguler la pression, tandis que les régulateurs de pression électroniques utilisent des capteurs et des circuits électroniques pour contrôler la pression. En général, les régulateurs de pression sont des composants importants pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité de nombreux systèmes.



Figure II.9 : régulateur de pression

II.10. Distributeur

Les distributeurs sont utilisés pour commuter et contrôler le débit du fluide sous pression, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou hydraulique, afin de commander l'organe récepteur (vérin ou moteur). Un distributeur pneumatique figure II.10 est un composant d'un système pneumatique qui permet de contrôler le débit d'air comprimé dans différents circuits. Il est utilisé pour distribuer de l'air comprimé à différents actionneurs, tels que des vérins, des moteurs pneumatiques ou des valves, afin de contrôler leur mouvement ou leur fonctionnement. Les distributeurs pneumatiques peuvent avoir plusieurs positions, ou voies, qui permettent de diriger l'air comprimé vers différentes sorties en fonction des besoins du système.

Dans la description d'un distributeur, le nombre de connexions est toujours notifié en premier, suivi d'une barre oblique et du nombre de positions de commutation. Un distributeur 3/2 classique a donc trois orifices et deux positions de commutation. De la même manière, un distributeur 5/3 a cinq orifices et trois positions de commutation. Les distributeurs les plus utilisés sont les types 3/2, 5/2 et 5/3. Le distributeur est chargé d'alimenter le vérin ou le moteur en énergie pneumatique. Pour notre système on utilise un distributeur 5/3 à commande électrique [10].

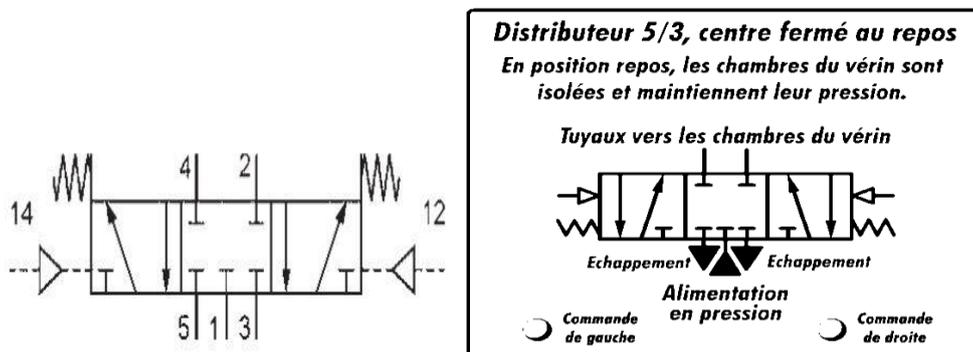


Figure II. 10 : distributeur 5/3

II.10.1. Rôle d'un distributeur 5/3

Il existe trois types différents de distributeurs 5/3, qui se distinguent par la configuration de la position centrale. Le premier type est fermé au repos, ce qui signifie que lorsque le distributeur est en position centrale, tous les orifices sont fermés et aucune pression n'est exercée. Le deuxième type est à l'échappement au repos, ce qui signifie que lorsque le distributeur est en position centrale, les orifices sont reliés à l'échappement, permettant ainsi la libération de la pression. Enfin, le troisième type est sous pression au repos, ce qui signifie que lorsque le distributeur est en position centrale, les orifices sont reliés à une source de pression, maintenant ainsi une pression constante [8].

II.11. Capteur

La figure II.11 représente un schéma de fonctionnement d'un capteur électronique qui mesure une grandeur physique, telle que la température, la pression, l'humidité, le mouvement, le son, etc., et la convertie en un signal électrique ou numérique qui peut être interprété par un ordinateur ou un autre système électronique [11].

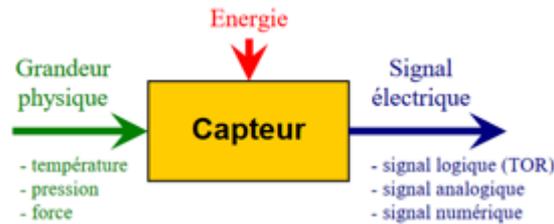


Figure II. 11 : Schéma de fonctionnement du capteur

II.11.1. Capteur de fin de course

Il existe trois capteurs de fin de course figure II.12 dans notre système. Ils sont utilisés pour la sécurité et comme des limites (ou barrière) de déplacement et rotation des roues [11]. Un capteur à gauche D et l'autre à droite E pour l'alignement des deux rails, et le troisième capteur A pour l'extraction du chariot.



Figure II.12 : Capteur fin de course

II.11.2. Capteur de position

Un capteur de position figure II.13 (aussi appelé capteur de mouvement) permet de connaître avec précision la position physique du chariot ou d'un autre système. Dans notre système on utilise deux capteurs de position B et C pour les deux positions du repos et du travail (production).

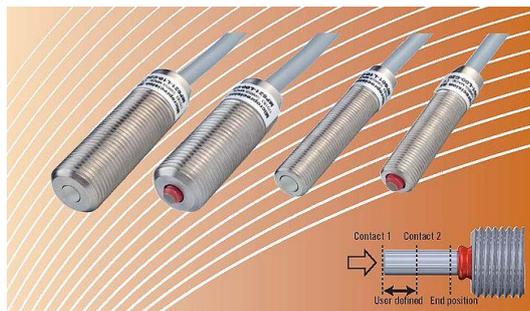


Figure II. 13: Capteur de position

II.12. L'engrenage

Un engrenage figure II.14 est un système mécanique qui permet la transmission de puissance et de mouvement entre deux arbres ou axes de rotation. Il est constitué de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable, et dont l'une entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact.

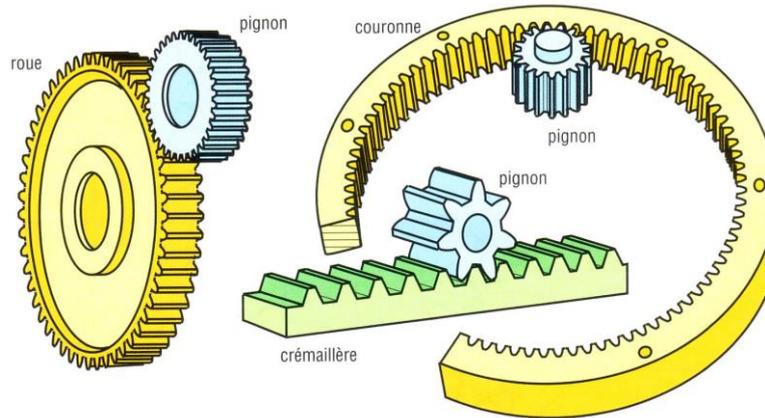


Figure II. 14 : Différents types d'engrenage

II.12.1. Système roue et crémaillère

Le système à pignon et crémaillère de la figure II.15 transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa.

La condition nécessaire pour que la roue et la crémaillère puissent engrener est que les deux éléments aient le pas (en millimètres) de la même valeur, donc un module identique [12].

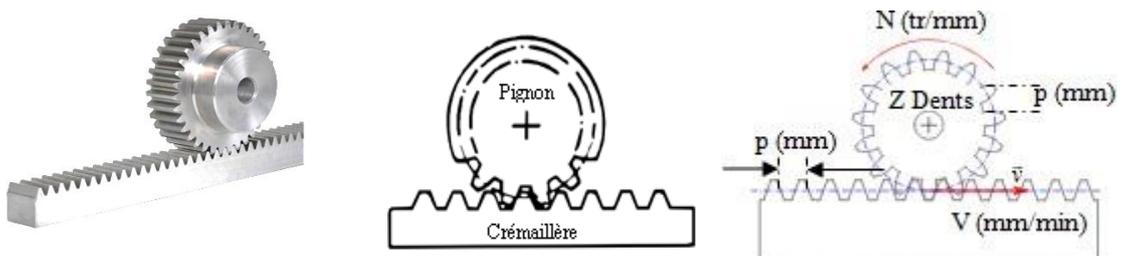


Figure. II. 15 : Système pignon crémaillère

Le module : Le module d'une denture est une mesure de la taille des dents d'un engrenage, qui correspond à la taille de la denture sur le diamètre primitif de l'engrenage, c'est la valeur qui permet de définir les caractéristiques d'une roue dentée. C'est le rapport entre le diamètre primitif de la roue et le nombre de ses dents ($m = d/z$). Le module est une grandeur normalisée généralement exprimé en millimètres (mm). Les engrenages de petit module auront des petites dentures, plus le module augmente plus les dents sont grosses [12].

Tous les engrenages d'un même module sont compatibles entre eux.

Tableau II.1 : différents taille réelle des dentures (module)

m=0.8	m=1	m=1.25	m=1.5
			
m=2	m=2.5	m=3	
			

La vitesse : cette équation permet de calculer la vitesse linéaire de la crémaillère (en millimètres par minute).

$$V_M \left(\frac{mm}{min} \right) = p(mm) \cdot Z_P \cdot N \left(\frac{tr}{min} \right) \quad (II-1)$$

Avec :

V_M : la vitesse linéaire en m/s ou mm/min d'un point M de la crémaillère

Z_P : nombre de dents du pignon ;

P : le pas du pignon et de la crémaillère en millimètre ;

N : la fréquence de rotation du pignon (tr/min).

Diamètre primitif:

$$d = m \cdot Z_P \quad (II-2)$$

d : diamètre primitif du pignon (mm);

m : le module en (mm).

V_A : la vitesse linéaire du chariot

w_A : la vitesse angulaire en rd/s d'un point A situé sur le diamètre primitif du pignon

$$V_A = r \times w_A \quad (II-3)$$

Le Pas : Le pas varie en fonction du module

$$P = \pi \cdot m \quad (II-4)$$

Tableau II.2 : Différents pas en fonction des modules

Module (m)	Pas en mm
0.80	2.51
1.00	3.14
1.25	3.93
1.50	4.71
2.00	6.28
2.50	7.85
3.00	9.42
3.50	11.00

La course (C) : C'est la distance de déplacement du pignon sur la crémaillère, ou bien on peut dire que c'est la longueur de la crémaillère.

$$C = \pi \times m \times Z_P \times N = \pi \times m \times Z_C \quad (\text{II-5})$$

Avec Z_C : nombre des dents de la crémaillère.

Calcule le nombre de dents du pignon Z_P

Le diamètre primitif du pignon d'attaque de la crémaillère est $d = 120$ mm

On prend un module de 1,25 donc un pas de 3.93 mm ; En calcule le nombre des dents du pignon Z_P :

$$d = m \times Z_P \quad Z_P = \frac{d}{m} \quad (\text{II-6})$$

$$\text{A.N : } Z_P = \frac{120}{1.25} \quad \longrightarrow \quad Z_P = 96 \text{ dents}$$

Calcule le nombre de dents de la crémaillère Z_C :

La longueur de cette crémaillère est 1335 mm, on a la course

$$C = \pi \cdot m \cdot Z_C \quad (\text{II-7})$$

$$Z_C = \frac{C}{\pi \times m} \quad (\text{II-8})$$

$$\text{A.N : } Z_C = \frac{1335}{3.14 \times 1.25}$$

$$Z_C = 340 \text{ dents}$$

Donc le nombre des dents du pignon est 96 dents, et de la crémaillère est 340 dents.

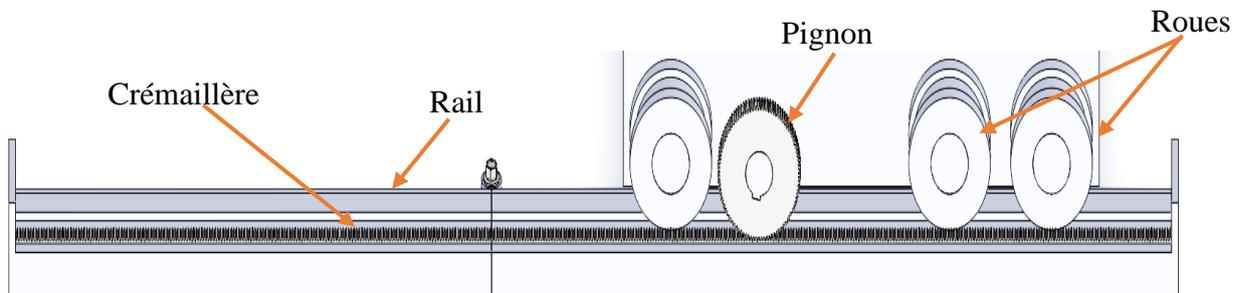


Figure II. 16 : Pignon crémaillère

II.13. Calcul de la motorisation du chariot

II.13.1. Choix de la motorisation

Les différentes étapes pour la détermination d'un entraînement constitué d'un motoréducteur peuvent être représentées de la manière suivante :

- Cahier des charges:
 - caractéristiques techniques et conditions environnantes
 - précision de positionnement
 - vitesse
- Grandeurs physiques intermédiaires calculées :
 - puissance exigée.
 - le couple nécessaire.
 - la vitesse.
- Choix du réducteur:
 - définition du type, de la taille et du rapport de réduction.
 - contrôle de la précision de positionnement.
- Choix du moteur:
 - couple nominal.
 - vitesse nominale.
 - puissance nominale.

II.13.2. Cahier des charges

Les caractéristiques générales du système (chariot verseur) sont :

- Masse du chariot $m = 1900 \text{ Kg}$;
- Vitesse maximale de translation du chariot $V = 0.266 \text{ m/s}$;
- Diamètre d'une roue $d = 120 \text{ mm}$;
- Coefficient de frottement roue / rail ou pignon / crémaillère (acier / acier) $\mu_s = 0.15$;
- Temps de démarrage $t_d = 0.3 \text{ s}$;
- Nombre de moteurs à installer $N_b = 2$ moteurs pneumatiques.

II.13.3. Grandeurs physiques intermédiaires calculées :

Calcul du couple résistant du mécanisme (chariot de colleuse) :

Pour calculer le couple résistant que doit vaincre chaque moteur et réducteur de vitesse, on doit diviser notre chariot en deux parties symétriques de sorte que, les deux moteurs subissent les mêmes contraintes sur chaque côté. Ce qui veut dire que la masse à entraîner est réduite à moitié M . donc il suffit de déterminer un seul moteur qui sera nécessaire pour une moitié du chariot de la colleuse. La puissance totale sera la somme des deux puissances des moteurs choisis.

Tout d'abord il faut déterminer la force totale de résistance au roulement. Elle est donnée par :

$$\vec{F} = \vec{F}_d + \vec{F}_v \quad (\text{II-9})$$

F_d c'est la Force de frottement dynamique :

$$F_d = \mu_s \times M \times g \quad (\text{II-10})$$

F_v : force de roulement, d'après la relation fondamentale de la dynamique

$$F_v = M \times a \quad (\text{II-11})$$

$$\text{D'où} \quad F - M \times g \times \mu_s = M \times a \quad (\text{II-12})$$

M : la moitié de la masse du chariot

g : l'accélération de la pesanteur

μ_s : le coefficient de frottement

a : l'accélération $a = V / t_d$

t_d : le temps de démarrage (Le temps nécessaire pour l'accélération) est 0.3s

$$a = \frac{v}{t} \quad (\text{II-13})$$

$$\begin{aligned} \text{A.N :} \quad a &= \frac{0.266}{0.3} \\ a &= 0.887 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

A.N :

$$F_d = 0.15 \times \frac{1900}{2} \times 9.81 \quad F_d = 1397.925 \text{ N}$$

$$F_v = 950 \times 0.887 \quad F_v = 842.65 \text{ N}$$

$$F = 1397.925 + 842.65$$

$$F = 2240.58 \text{ N}$$

$$C_r = F \times r \quad (\text{II-14})$$

Avec :

r : le rayon de la roue

$$r = d/2 = 60 \text{ mm}$$

$$C_r = 2240.58 \times 0.06 \quad C_r = 134.43 \text{ N.m}$$

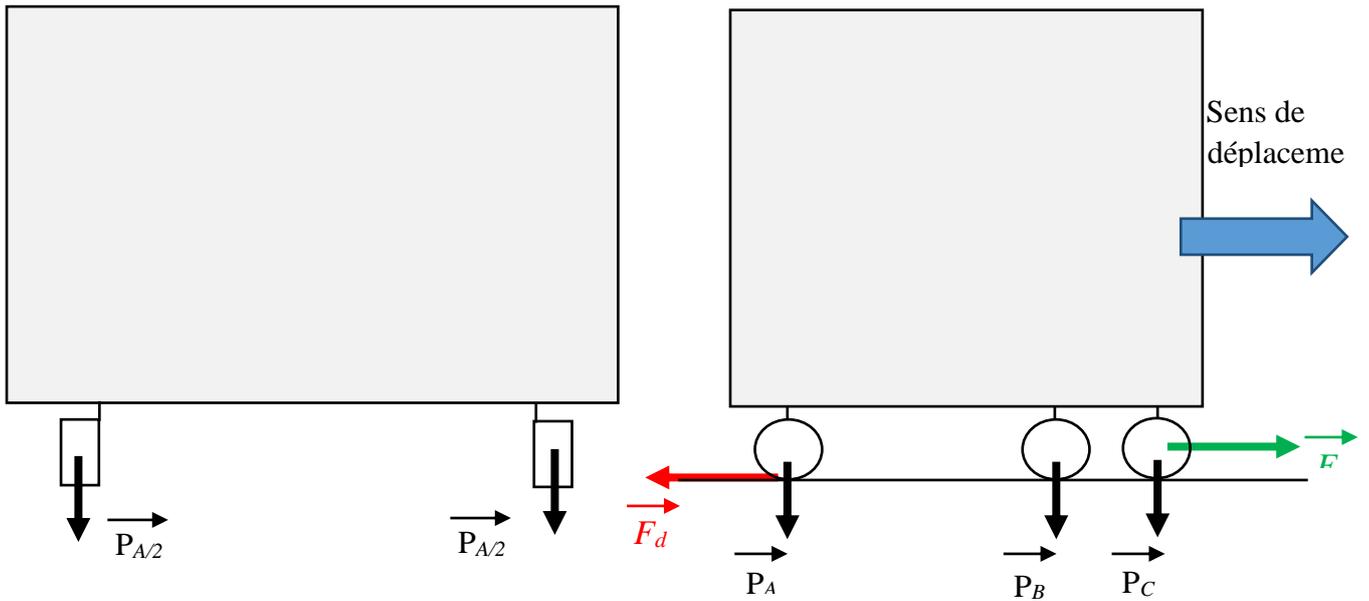


Figure. II. 17 : Répartition des charges et les différentes forces appliquées sur le chariot colleuse

P_A, P_B, P_C , représente les charges appliqués sur les roues respectivement aux points : A, B, C

La vitesse de rotation du pignon :

La vitesse de rotation du pignon est calculée à partir de la vitesse linéaire du chariot :

$$V = w_2 \times \frac{d}{2} = 0.266 \text{ m/s}$$

V : vitesse de translation (vitesse linéaire du chariot) ;

w_2 = vitesse de rotation du pignon ;

d : diamètre du pignon, $d = 120 \text{ mm}$;

$$w_2 = 2 \times \frac{V}{d} = \frac{2 \times \pi \times N_2}{60} \tag{II-15}$$

A.N : $w_2 = 2 \times \frac{0.266}{0.12}$

$$w_2 = 4.43 \text{ rd/s}$$

$$N_2 = \frac{60 \times 4.43}{2 \times 3.14}$$

$$N_2 = 42.32 \text{ tr/min}$$

La puissance nécessaire P2 :

$$P_2 = C_r \times w_2 \tag{II.16}$$

A.N : $P_2 = 134.43 \times 4.43$

$$P_2 = 595.52 \text{ w}$$

II.13.4. Choix du réducteur de vitesse :

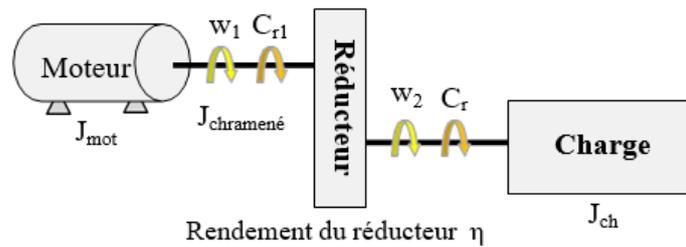


Figure II. 18 : Schéma d'un entraînement électrique

La fréquence de rotation d'un moteur dépasse couramment la valeur souhaitée pour les mouvements des organes récepteurs. Par ailleurs, le couple délivré est très souvent insuffisant pour vaincre l'inertie de démarrage. Dans ces conditions le réducteur intervient pour modifier les performances motrices, en diminuant la fréquence de rotation et en augmentant simultanément le couple disponible (figure II.18). On peut choisir le réducteur à partir des :

Paramètres physiques :

- La vitesse à la sortie du réducteur.
- Le couple résistant.

Paramètres techniques :

- Le type de réducteur (arbre parallèle, conique, ...).
- La taille du réducteur.

Pour notre cas nous devons choisir un réducteur à couple conique

En s'appuyant sur ces exigences techniques et physiques, et d'après les calculs qu'on a faits, on peut choisir à partir d'un catalogue du constructeur Bonfiglioli Série (VF-W) un réducteur ayant les caractéristiques : **W 63_12** montré dans la figure II.19.

W : TYPE REDUCTEUR « Réducteur à vis sans fin »

63 : Taille du Réducteur

12 : Rapport de Réduction (voir l'annexe).



Figure II. 19 : Réducteur W 63_12

II.13.5. Choix du moteur :

Le choix du moteur se fera en fonction de la vitesse et du couple résistant de la charge ramené sur l'arbre moteur.

La vitesse sur l'arbre du moteur :

$$w_1 = w_2 \times i \quad (\text{II-17})$$

Avec :

w_1 : la vitesse à l'entrée du réducteur

w_2 : la vitesse à la sortie du réducteur

i : rapport de réduction du réducteur

A.N :

$$w_1 = 4.43 \times 12$$

$$w_1 = 53.16 \text{ rad/s}$$

D'où :

$$N_1 = 507.84 \text{ tr/min}$$

Le couple sur l'arbre du moteur :

L'étude dynamique montre que le schéma de calcul de la partie mécanique se ramène à étudier un schéma de calcul à 03 masses (figure II.20) :

- Moteur
- Réducteur
- La charge mécanique

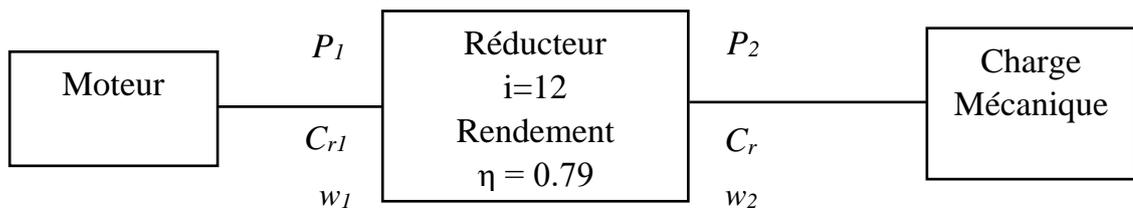


Figure II. 20 : Schéma de calcul à 03 masses

L'égalité des puissances à l'entrée et à la sortie du réducteur donne :

$$P_2 = P_1 \times \eta \quad (\text{II-18})$$

$$\Rightarrow C_r \times w_2 = C_{r1} \times w_1 \times \eta \quad (\text{II-19})$$

$$C_{r1} = \frac{C_r \times w_2}{\eta \times w_1} \quad (\text{II-20})$$

$$w_1 = w_2 \times i \Rightarrow \frac{w_2}{w_1} = \frac{1}{i} \quad (\text{II-21})$$

$$\Rightarrow C_{r1} = \frac{C_r}{\eta \times i} \quad (\text{II-22})$$

A.N :

$$C_{r1} = \frac{134.43}{0.79 \times 12}$$

$$C_{r1} = 14.18 \text{ N.m}$$

La puissance nominale du moteur :

$$P_I = C_{r1} \times \omega_I \quad (\text{II-23})$$

A.N :

$$P_I = 14.18 \times 53.16$$

$$P_I = 753.8 \text{ w}$$

A partir de la vitesse et du couple ramené sur l'arbre du moteur, on peut choisir un moteur dans le catalogue du constructeur de **LZB VANE MOTORS**

Le moteur choisi est le **LZB66-AR008-11** ayant les caractéristiques techniques suivantes (voir l'annexe) :

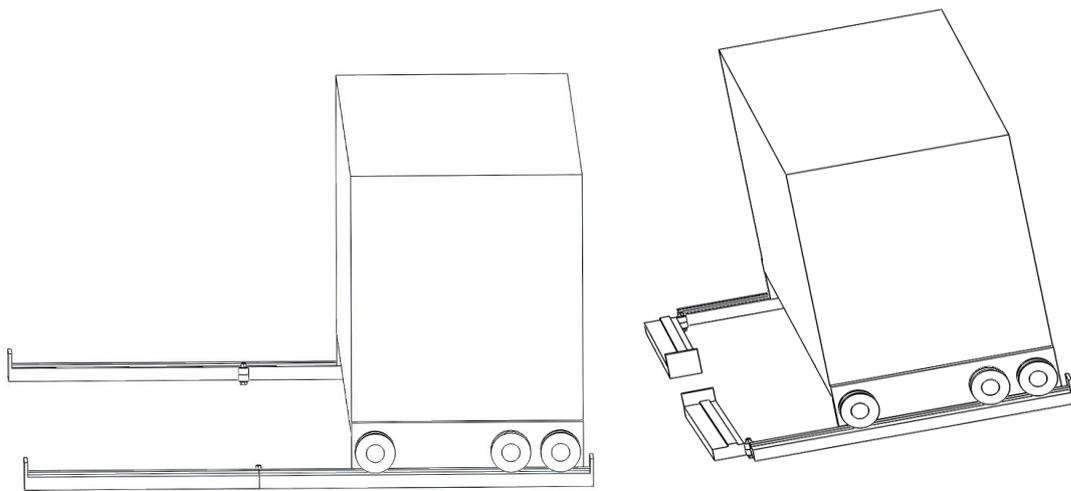
- Puissance nominale $P_n = 1.43 \text{ Kw}$
- Vitesse nominale $N_n = 470 \text{ tr/min}$
- Couple nominal $C_n = 29 \text{ N.m}$
- Masse $M = 2.9 \text{ Kg}$
- Pression d'air $P = 6.3 \text{ bar}$
- Consommation d'aire maximum 34 l/s



Figure II. 21 : Moteur pneumatique LZB66-AR008-11

II.14. Modifications apportées au système :

Système actuel	Système motorisé
<ol style="list-style-type: none"> 1. Système à quatre positions : extraction, repos, préparation du travail, production. 2. déplacement manuel de l'extraction vers la position du repos ou dans le cas inverse (deux personnes poussent ou tirent le chariot pour qu'il se déplace). 3. deux vérins triples effet pour le déplacement du chariot de l'état de repos vers la préparation, puis à la production (travail) ou le contraire (sens inverse). 4. les deux vérins sont placés dans les bords externes du chariot de colleuse. 5. la régulation de la distance entre le rouleau ondulé et l'encolleur se fait par les deux vérins suite au réglage de la pression d'air. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Système à trois positions : extraction, repos, production (travail). 2. deux moteurs pneumatiques placés à l'intérieur dans les deux côtés du chariot pour effectuer les différents déplacements. 3. deux réducteurs de vitesse placés avec les deux moteurs pour réduire leur vitesse de rotation. 4. les moteurs et les réducteurs se déplacent avec le chariot colleuse. 5. un arbre mécanique assure la liaison entre le motoréducteur et le chariot (placé entre le motoréducteur et le pignon qui tourne sur la crémaillère). 6. la régulation de la distance entre le rouleau ondulé et l'encolleur se fait par les deux moteurs suite au réglage de la pression d'air. 7. placement des capteurs de position et de fin de course sur le rail.

*Figure II. 22 : Système actuel*

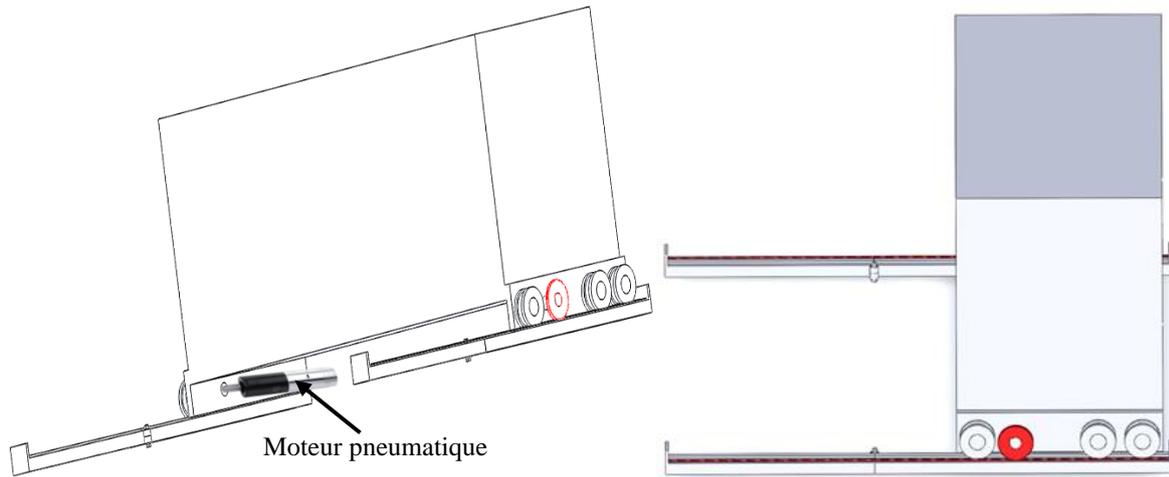


Figure II. 23 : Nouveau Système

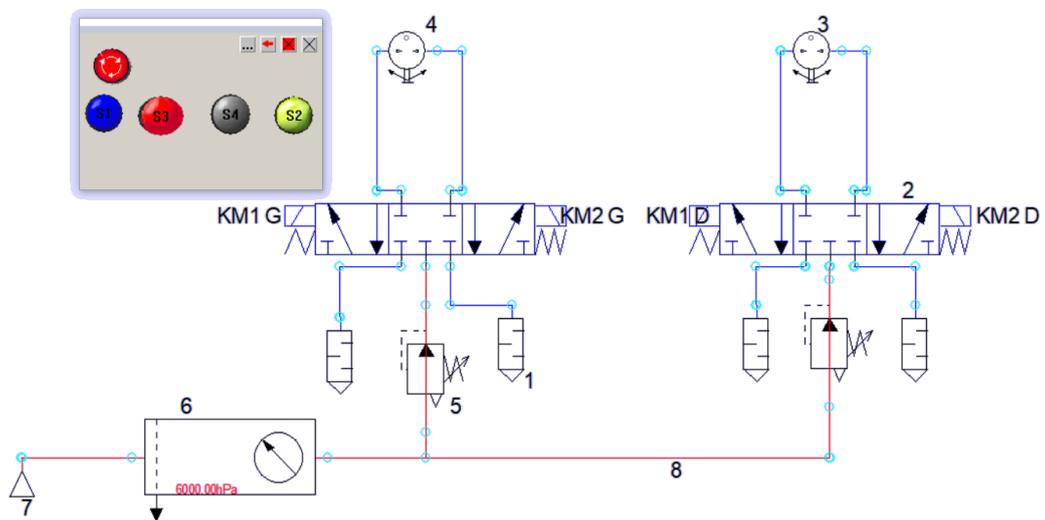


Figure II. 24 : fonctionnement des deux moteurs « états de repos »

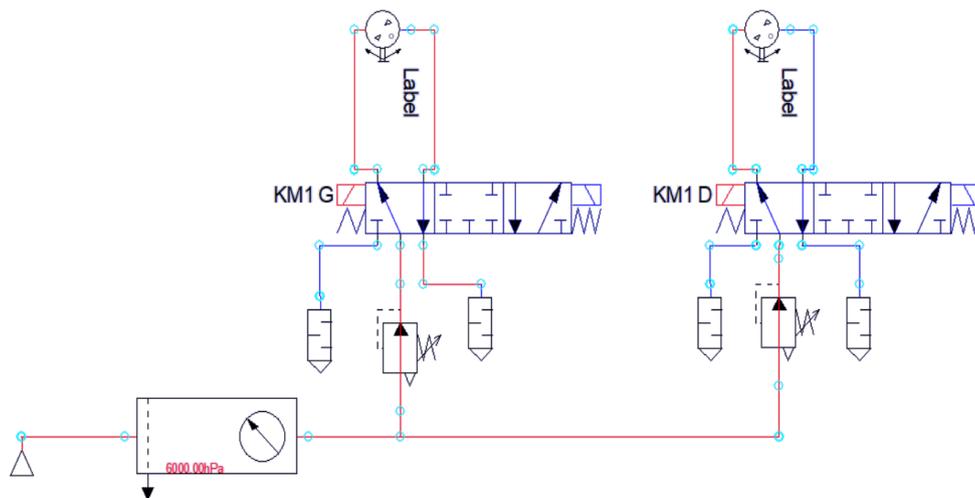


Figure II. 25 : fonctionnement des deux moteurs rotation sens horaire

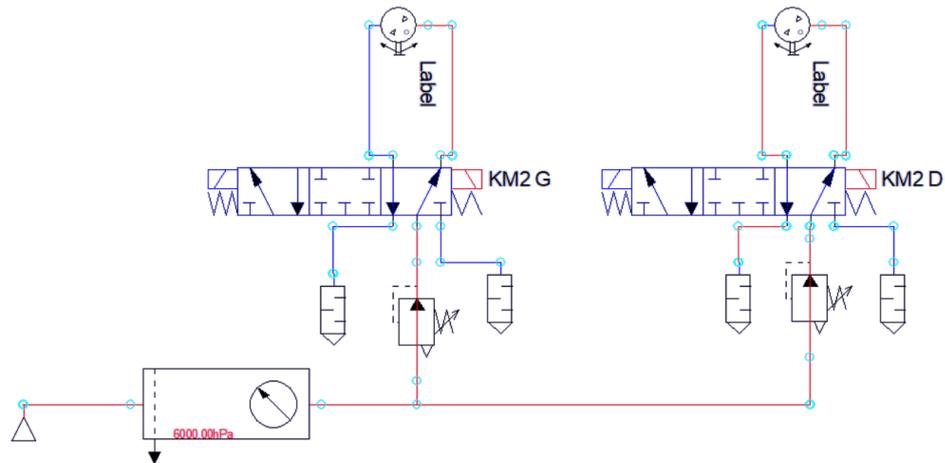


Figure II. 26 : fonctionnement des deux moteurs rotation sens anti horaire

II.15. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons proposé des différentes solutions pour l'amélioration de ce système, ainsi que le dimensionnement et le fonctionnement des deux moteurs pneumatiques et du réducteur, aussi le système de transmission de puissance par pignon crémaillère et des différents éléments qui assurant la fiabilité de ce système.

CHAPITRE III

Analyse fonctionnelle en vue
de l'automatisation

III.1. Introduction

L'automate programmable industriel API, on le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter pour assurer toutes les opérations du processus d'automatisation. Cette partie sera consacrée pour la description des automates programmables SIEMENS S7-300, et le nouveau logiciel TIA Portal V13 et le cahier des charges on suite le grafctet utilisé pour l'amélioration de la machine actuelle chez générale emballage.

III.2. Automatisation

III.2.1. Système automatisé

Un système automatisé est un dispositif qui peut fonctionner de manière autonome sans avoir besoin d'une intervention humaine directe. Il est généralement constitué d'une combinaison de logiciels et de matériels, et doit être programmé au préalable pour effectuer les tâches qui lui sont assignées [13].

III.2.2. Objectifs de l'automatisation

- Simplifier le travail de l'humain et optimiser les processus ;
- Accroître la sécurité ;
- Économiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Efficaces et précis ;
- Amélioration de l'efficacité opérationnelle : L'automatisation peut réduire le temps et les ressources nécessaires pour effectuer des tâches répétitives, ce qui peut augmenter la productivité, réduire les erreurs et améliorer la qualité des résultats.

III.3. Automate Programmable Industriel

L'API est un dispositif électronique programmable spécialement conçu pour être utilisé dans des environnements industriels. Il permet d'automatiser des tâches en contrôlant les actionneurs et pré-actionneurs à partir des signaux logiques, analogiques ou numériques [14]. En somme, il assure la gestion automatisée de certaines fonctions dans un environnement industriel.

Les API se composent de quatre parties :

1. L'alimentation ;
2. Le processeur ;
3. La mémoire ;
4. Les interfaces Entrées/sorties.

III.3.1. Principe de fonctionnement d'un API

L'API reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu étant délivré par ses sorties. L'automate programmable est géré par l'unité centrale appelée CPU, cette dernière reçoit, mémorise et traite les données entrantes et détermine l'état des données sortantes en fonction du programme établi [15].

III.3.2. Structure d'un System Automatisé

Tout système automatisé se compose de trois parties nécessaires une partie opérative (PO), partie commande (PC) et une partie supervision (IHM pupitre) qui s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et des près-actionneurs. On peut les schématiser dans la figure suivante.

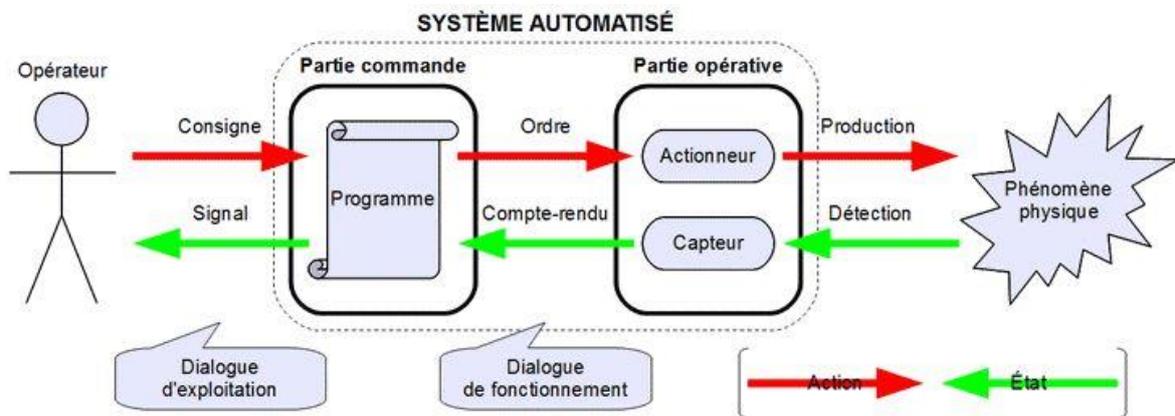


Figure III.1: Structure d'un système automatisé

III.3.3. Cycle d'un API

- Traitement interne ;
- Lecture des entrées ;
- Exécution de programme ;
- Ecriture des sorties.

III.3.4. Langage de programmation

La norme CEI 61131-3 définit des différents langages qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels (API) :

- 1) **FBD « Fonction Block Diagram »** ou schéma par blocs : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables;

- 2) **IL « Liste D'instruction »** : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur ;
- 3) **LD « Ladder Diagram »** ou schéma à relais : Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (vraie/faux) ;
- 4) **SFC « Sequential Function Char »** : issu du langage GRAFCET, ce langage, de haut niveau, permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels ;
- 5) **ST « Structured Text »** ou texte structuré : ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tous types d'algorithmes plus ou moins complexes [16].

Dans notre projet, nous allons utiliser la programmation par le langage ladder.

III.3.5. Automate SIMATIC S7-300

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 est un modèle d'automate modulaire ou compact fabriqué par Siemens, utilisé pour contrôler et automatiser divers processus industriels dans différents secteurs tels que l'industrie manufacturière, l'énergie, l'automobile, etc. On trouve une gamme étendue de modules S7-300 pour répondre de manière optimale à une tâche d'automatisation. L'automate S7 est constitué d'une alimentation, d'une CPU et des modules d'entrées sorties (Modules E/S). A ceux-ci peuvent s'ajouter des processeurs de communication et des modules de fonction qui se chargeront des fonctions spéciales. L'automate est programmé à l'aide du logiciel **TIA Portal** [17].



Figure III.2 : Vue de l'automate S7-314C-2 PN/DP

Dans notre projet nous avons utilisé l'automate S7-314C-2 PN/DP qui fait partie de la famille S7-300. La caractéristique principale de l'automate S7-314C-2 PN/DP est sa capacité à prendre en charge les communications via les protocoles Profinet (PN) et Profibus (DP). Ces protocoles sont couramment utilisés dans les environnements industriels pour connecter différents appareils tels que des capteurs, des actionneurs et d'autres automates.

L'automate S7-314C-2 PN/DP prend également en charge diverses interfaces de communication, telles que les ports Ethernet et les ports série, ce qui facilite l'intégration dans un réseau industriel existant. La figure III.2 illustre la vue de l'automate S7-314C-2 PN/DP.

III.3.6. Architecture de l'automate S7-300

L'automate programmable industriel qu'on a utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS, qui offre les modules suivants :

- Unité centrale de traitement (CPU) : C'est le cerveau de l'automate. La CPU exécute les programmes et les instructions pour contrôler les entrées et les sorties. Elle effectue également des calculs, des opérations logiques et gère les communications avec d'autres périphériques ;
- Module d'alimentation PS (24V) ;
- Module d'extension IM (coupleur) pour configuration de plusieurs lignes du SIMATIC S7-300 ;
- Module de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques ;
- Module de communication : IHM (interface homme machines), autre automate ;
- Module de fonction FM pour fonctions spéciales.

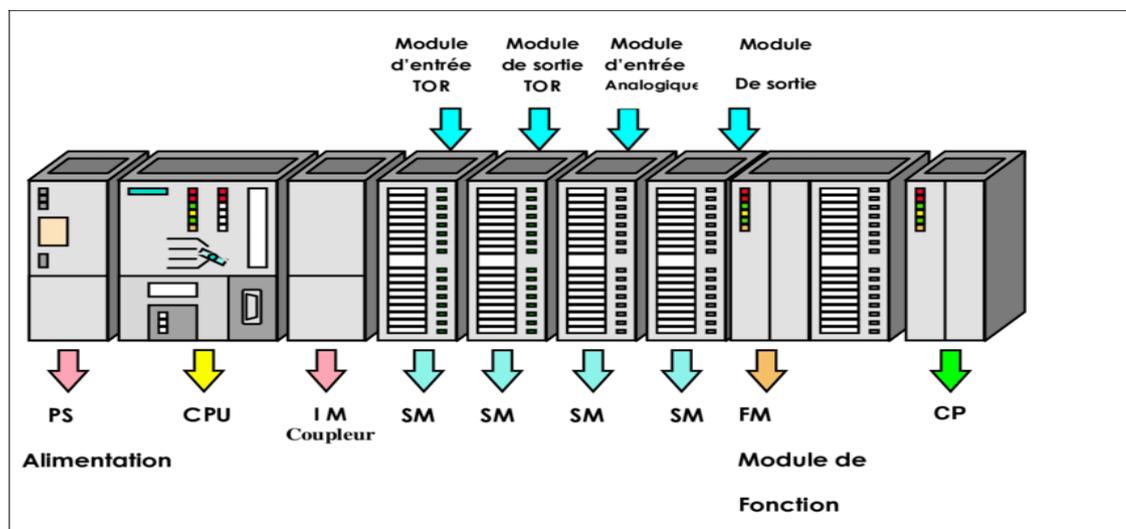


Figure III.3: Structure de l'automate S7-300

III.3.7. Procédure et réalisation du programme

- 1) Création du projet ;
- 2) Ouvrir la vue de projet ;
- 3) Ajouter un appareil (choisir le CPU, l'alimentation PS et les modules d'entrée/sortie) ;
- 4) Choix du langage de programmation qui est le langage à contact (LADDER) ;
- 5) Création de la table des variables ;
- 6) Création et programmation des blocs de programme (Main [OB1]).

III.4. Bref aperçu sur le logiciel TIA Portal

Le logiciel TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est le nouvel environnement de travail SIEMENS, il a été lancé en 2010, permettant aux utilisateurs d'effectuer rapidement et intuitivement des tâches d'automatisation et de contrôle grâce à une configuration efficace avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC.

Ce logiciel fournit des concepts de fonctionnement standardisés pour le stockage et la cohérence des contrôleurs, des interfaces homme-machine (IHM) et des lecteurs, et des données partagées (par exemple, lors de la configuration, de la communication et des diagnostics).

La conception technique simple de TIA Portal permet d'accéder facilement à l'ensemble du domaine de l'automatisation numérique, de la planification numérique à l'ingénierie intégrée et au fonctionnement transparent.

Outre, la gestion du cycle de vie (gestion du cycle de vie des produits, PLM) et la gestion des processus industriels (système d'exécution de fabrication, MES) dans le cadre de la suite logiciel d'entreprise numérique, le TIA portail complète également une série de logiciels fournis par Siemens. Applicable aux entreprises évoluant vers l'Industrie 4.0 [18].

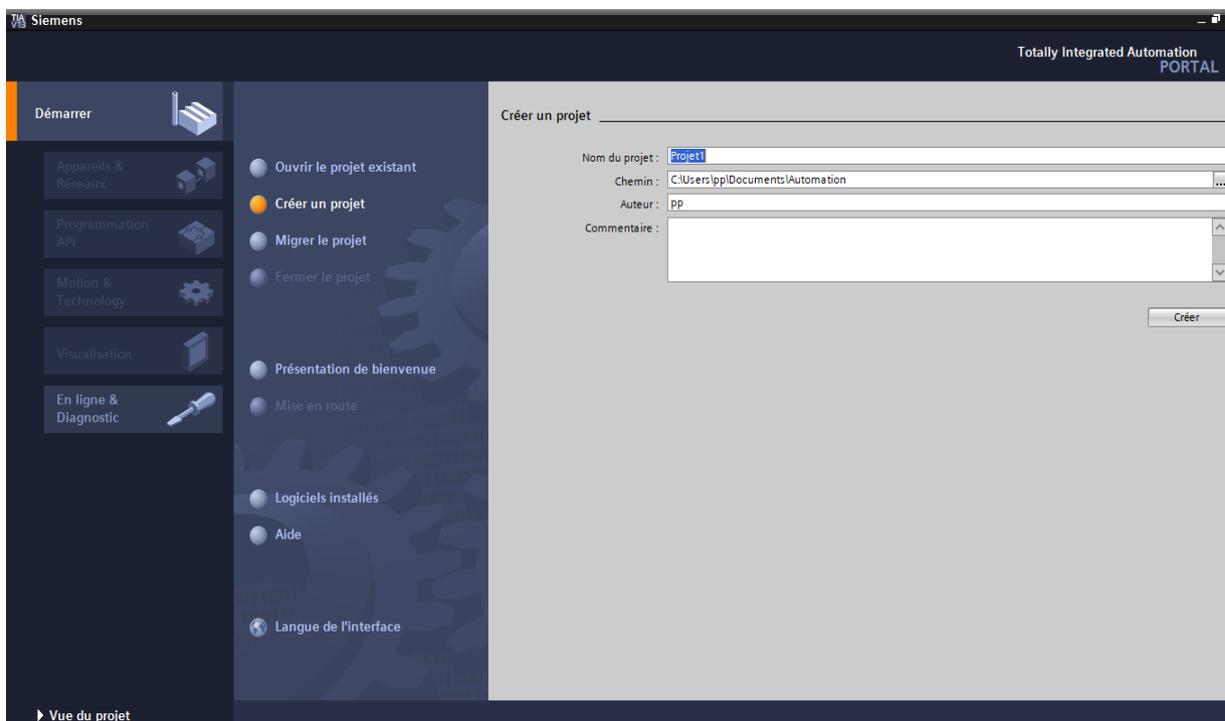


Figure III.4 : Création du projet

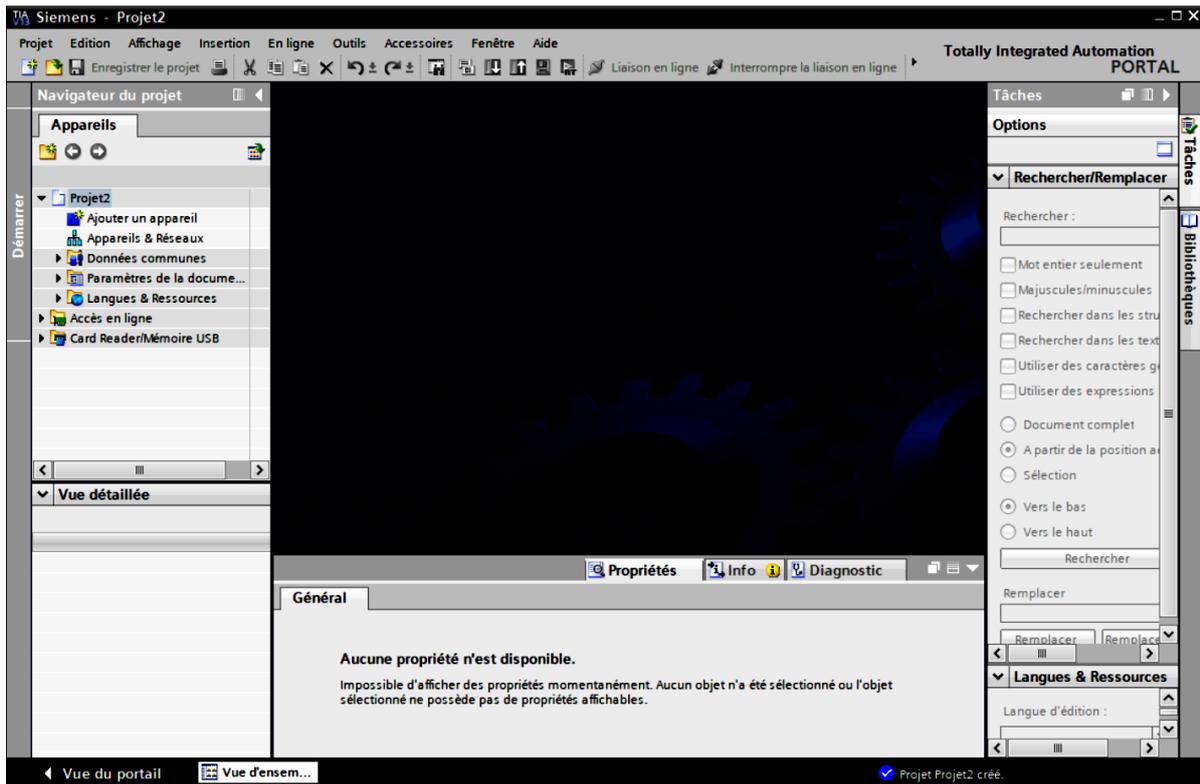


Figure III.5: Vue de projet

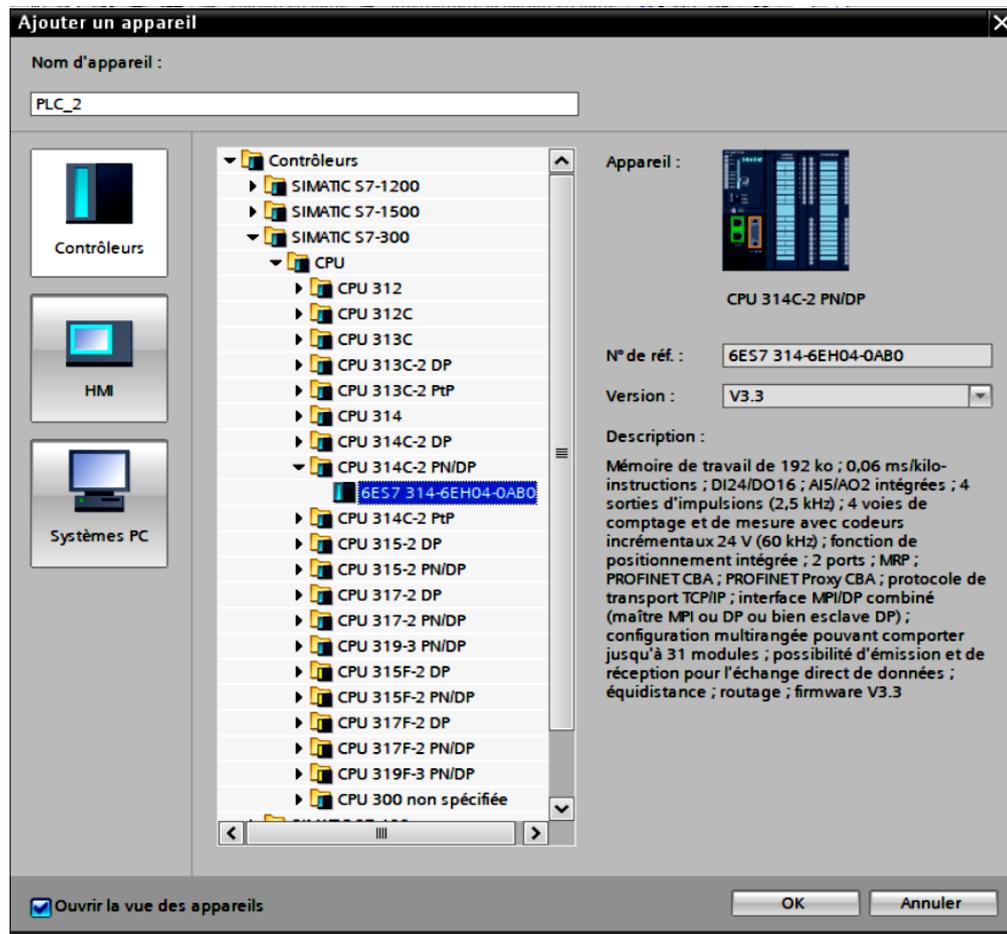


Figure III.6 : Choix de CPU

Après la création du projet et le choix de CPU, il faut définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation. L'utilisation des noms appropriés facilite la compréhension et la manipulation des programmes. Nous éditons la table des variables selon notre cahier des charges, en entrée et en sortie. La figure III.7 ci-dessous montre cette table des variables de l'automate API.

Table de variables standard							
	Nom	Type de donnée..	Adresse	...	Visible..	Accessi...	Commentaire
1	S1	Bool	%I136.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Commutateur Position S1
2	S2	Bool	%I136.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton Poussoir (bouton marche)
3	S3	Bool	%I136.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton Poussoir (bouton d'arrêt)
4	S4	Bool	%I136.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comutateur Position S4
5	A	Bool	%I136.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de Fin de course A
6	B	Bool	%I136.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de position B
7	C	Bool	%I136.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de position C
8	D	Bool	%I136.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur Fin de course D
9	E	Bool	%I137.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur Fin de course E
10	AU	Bool	%I137.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton d'arrêt d'urgent
11	KM1D	Bool	%Q136.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bobine distributeur pour le moteur droit (marche avant)
12	KM2 D	Bool	%Q136.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bobine distributeur pour le moteur droit (marche arrière)
13	KMDANA	Int	%QW800		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sortie analogique pour régulateur de pression (moteur droit)
14	KMGANA	Int	%QW802		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sortie analogique pour régulateur de pression (moteur gauche)
15	AUIMP	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front montant de l'arrêt d'urgent
16	M S3	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	mémoire pour reculer le chariot au repos
17	M S4	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	mémoire pour déplacement du chariot de repos vers l'extraction
18	CONSIGNE G	Int	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Entrée analogique pour commandé la pression dans le moteur gauche
19	CONSIGNE D	Int	%MW12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Entrée analogique pour commandé la pression dans le moteur droit
20	M S1	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	mémoire pour déplacement du chariot de l'extraction au repos
21	M S2	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	mémoire pour l'avancement du chariot au production
22	KM1 G	Bool	%Q136.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bobine distributeur pour le moteur gauche (marche avant)
23	KM2 G	Bool	%Q136.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bobine distributeur pour le moteur gauche (marche arrière)
24	LAMPE MARCHE	Bool	%Q136.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lampe marche
25	LAMPE STOPE	Bool	%Q136.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lampe arrêt (stop)
26	S2_IHM	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton marche IHM
27	S1_IHM	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Commutateur IHM Position S1
28	S1_IHM_FM	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front monto de commutateur IHM position S1
29	S1_FM	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front monto de commutateur position S1
30	AU_IHM	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton d'arrêt d'urgent IHM
31	S3_IHM	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'arrêt IHM
32	S4_IHM	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	commutateur IHM position S4
33	S4_FM	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front monto de commutateur position S4
34	S4_IHM_FM	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front monto de commutateur IHM position S4
35	AU_IHM_FD	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Front descendant de l'arrêt d'urgent IHM
36	<Ajouter>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure III.7 : Table des variables de l'automate API

III.5. GRAFCET

Grafcet (abréviation de Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transitions) est un langage de programmation graphique utilisé pour modéliser le comportement des processus industriels et des systèmes de contrôle. Il a été initialement développé en France.

III.5.1. Description du GRAFCET

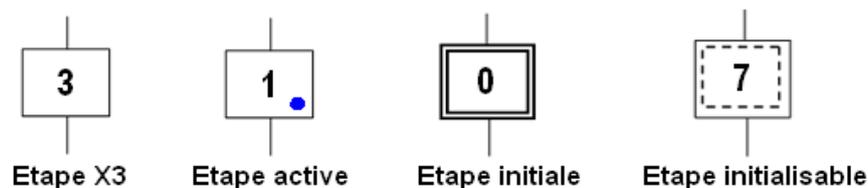
La description du comportement attendu d'un automatisme peut se représenter par un GRAFCET d'un certain «niveau».

Les concepts de base du GRAFCET comprennent les étapes, les transitions, les actions et les variables [19] :

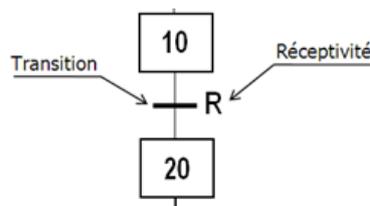
- **Les étapes** : représentent les différents états possibles du système automatisé. Elles peuvent être des étapes de fonctionnement, d'arrêt, de défaut ou encore de maintenance.

L'étape possède deux états possibles : **active** ou **désactive**.

L'étape initiale d'un système automatisé est indiquée et représentée par un carré double.

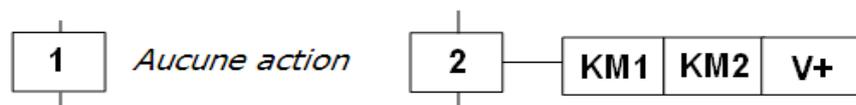


- **Les transitions** : représentent les conditions nécessaires pour passer d'une étape à une autre. Elles peuvent être conditionnées par l'état du système, une entrée ou une sortie. Ces conditions logiques appelées réceptivité qui exprime le passage d'une étape à une autre.

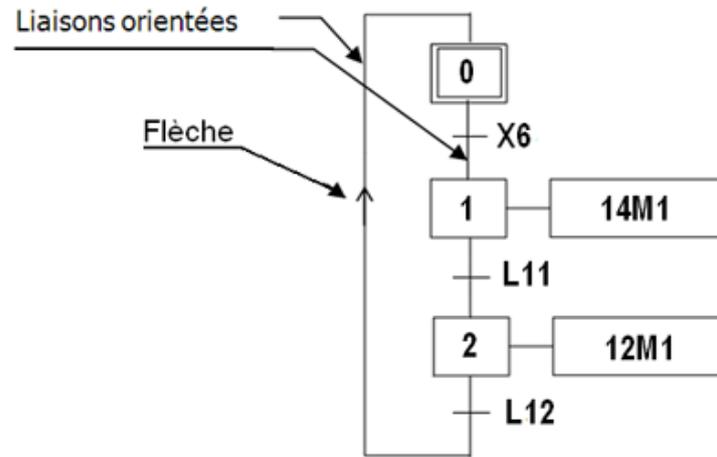


Remarque: Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie=1

- **Les actions associées aux étapes** : Chaque étape est associée à une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres grafkets. Mais on peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape vide « sans action » (étape d'attente). Les actions peuvent être des commandes de mouvement, des affichages, des messages ou encore des alarmes.



- **Liaisons orientées** : elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.



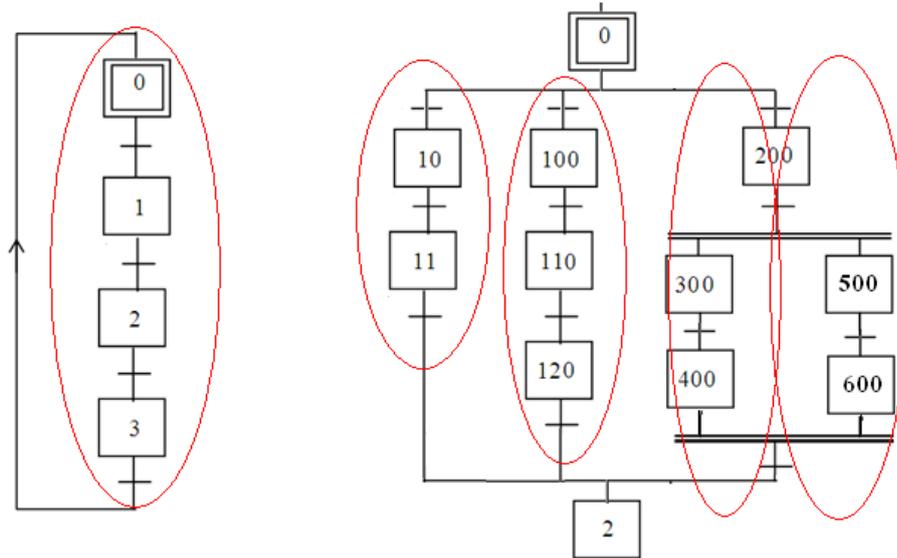
III.5.2. Règles d'évolution d'un GRAFCET [20]

Il existe cinq règles d'évolution dans le grafcet :

- ❖ **Règle 1 « Etape initiale »** : L'étape initiale est représentée par un carré double, l'initialisation précise les étapes actives au début de fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement.
- ❖ **Règle 2 « Franchissement d'une Transition »** : Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que la réceptivité associée à la transition est vraie. Une transition validée est obligatoirement franchie.
- ❖ **Règle 3 « Evolution des étapes actives »** : Le franchissement d'une transition provoque simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.
- ❖ **Règle 4 « Evolution simultanés »** : Plusieurs transitions, simultanément franchissables, sont simultanément franchies.
- ❖ **Règle 5 « Activation et désactivation simultanée d'une étape »** : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

III.5.3. Les structures de base [19]

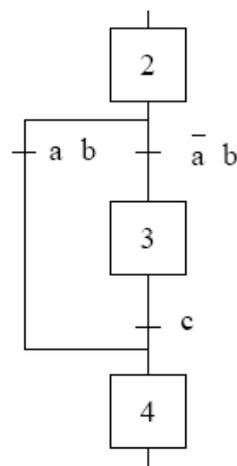
- **Notion de Séquence :** Une séquence, dans un Grafcet, est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre. Autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition AVAL et une seule transition AMONT.



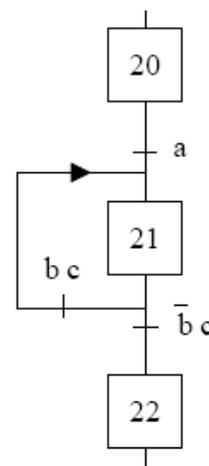
Grafcet à séquence unique.

Grafcet à plusieurs séquences.

- **Saut des étapes et reprise de séquence :** le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser, la reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue.



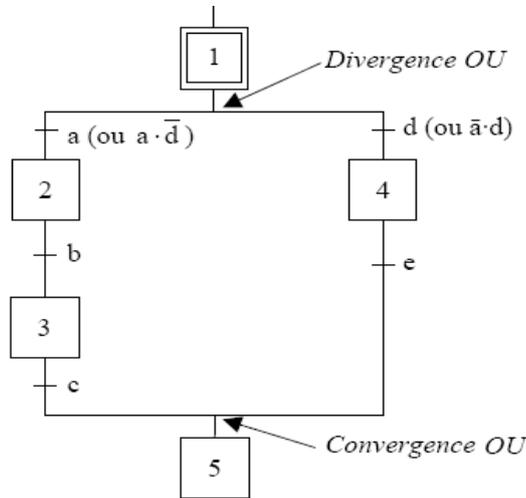
Saut d'étape



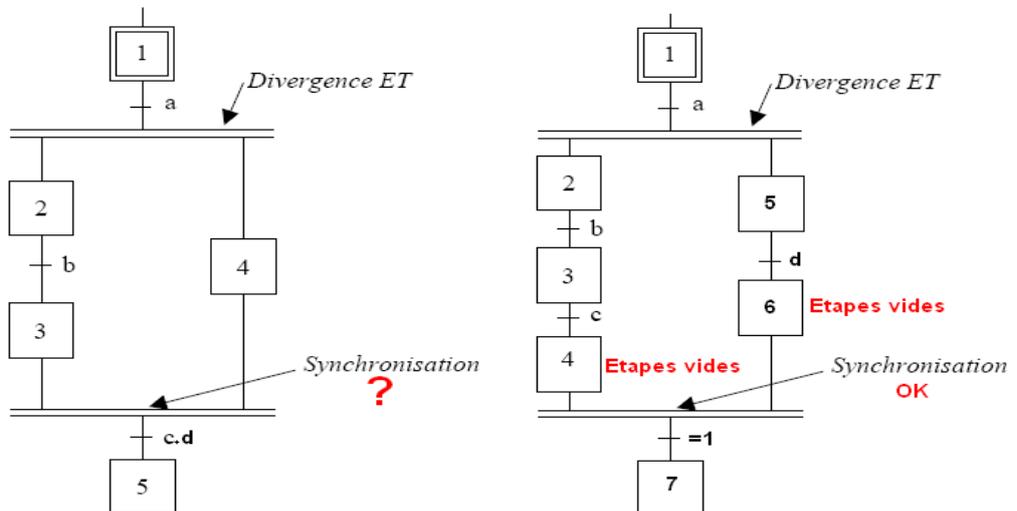
Reprise de séquence

- **Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences (Divergence et Convergence en OU) :** On dit qu'il y a une divergence en OU lorsque le grafcet se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel. Comme la divergence en OU on

rencontre aussi la convergence en OU. On dit qu'il y a convergence en OU, lorsque deux ou plusieurs séquences du grafcet converge vers une seule séquence. La divergence en OU est représentée par une barre horizontale avec plusieurs flèches qui partent de celle-ci, par contre la convergence en OU est représentée par une barre horizontale avec plusieurs flèches qui arrivent à celle-ci.



- **Parallélisme entre deux ou plusieurs séquences (ou séquences simultanées ou divergence et convergence en « ET »)** : Au contraire de l'aiguillage où ne peut se dérouler qu'une seule activité à la fois, on dit qu'on se trouve en présence d'un parallélisme structurel, si plusieurs activités indépendantes pouvant se dérouler en parallèle. Le début d'une divergence en « ET » et la fin d'une convergence en « ET » d'un parallélisme structurel sont représentés par deux traits parallèles. La divergence en « ET » est représentée par deux barre horizontal avec plusieurs flèches qui partent de celle-ci, par contre la convergence en « ET » est représentée par deux barre horizontal avec plusieurs flèches qui arrivent à celle-ci.



II.6. Cahier des charges

Pour pouvoir établir le Grafcet de la commande du chariot (colleuse), on doit d'abord définir le cahier de charge du fonctionnement.

Le chariot possède trois positions (repos ; travail ; extraction). Deux positions sont détectées par deux capteurs de position notés B et C (repos et travail), la troisième position est détectée par un capteur de fin de course noté A (extraction).

Deux autres capteurs de fin de course, notés « D » (côté droit) et « E » (côté gauche), sont utilisés pour détecter l'alignement des deux rails afin d'éviter que le chariot ne tombe pas lors de l'extraction.

En appuyant sur le bouton S1 pour le déplacement du chariot de l'extraction vers la position de repos. Lorsque le chariot est détecté par le capteur B il s'arrête automatiquement. Une fois dans cette position, le chariot peut avancer pour la production ou reculer vers l'extraction pour le nettoyage ou la maintenance en appuyant sur le bouton S4.

L'avancement du chariot de l'état de repos à la production se fait en appuyant sur le bouton de marche S2, accompagné de l'allumage de la lampe de marche. Le retour vers la position de repos, s'effectue en appuyant sur le bouton d'arrêt S3, ceci déclenche l'allumage de la lampe de stop « Lampe stop ».

Pour les différents déplacements, les deux moteurs fonctionnent simultanément.

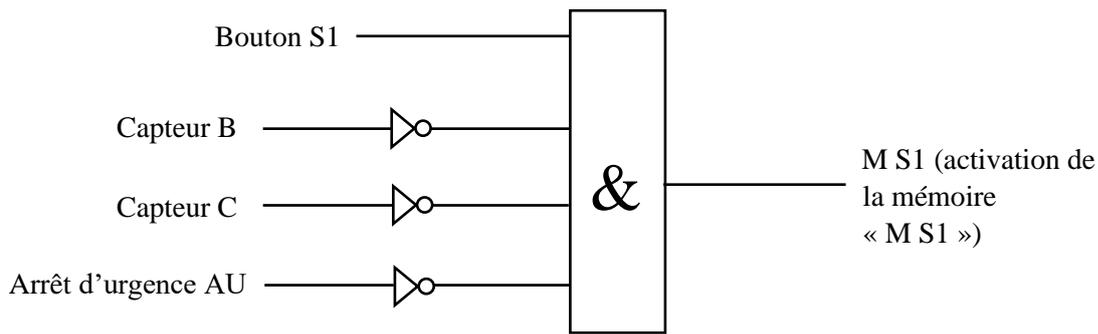
Par contre à l'état de production, chaque moteur fonctionne individuellement pour le réglage d'avance du chariot dans les deux côtés droit et gauche. Les consignes de pression nécessaires pour les deux moteurs sont transmises via un pupitre IHM.

Un bouton d'arrêt d'urgence est indispensable en cas de danger, et il peut protéger ou empêcher la détérioration de l'intégrité de l'automate et/ou de ses opérateurs en cas d'événement non critique.

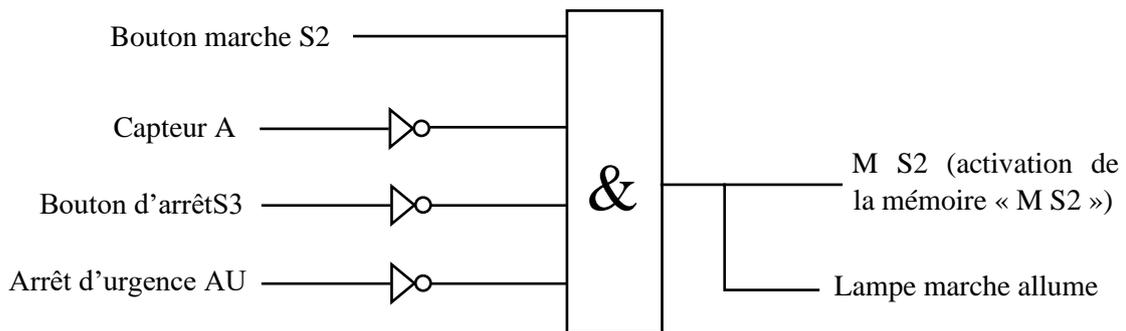
Lorsque nous relâchons le bouton d'arrêt d'urgence et si le chariot est à la position de travail (production) il faut qu'il revienne au repos, sinon il reste où il est dans les autres positions.

A partir de ce cahier de charge nous pouvons déduire le Grafcet adapté au fonctionnement du chariot colleuse pour un seul moteur et sera identique pour le deuxième moteur.

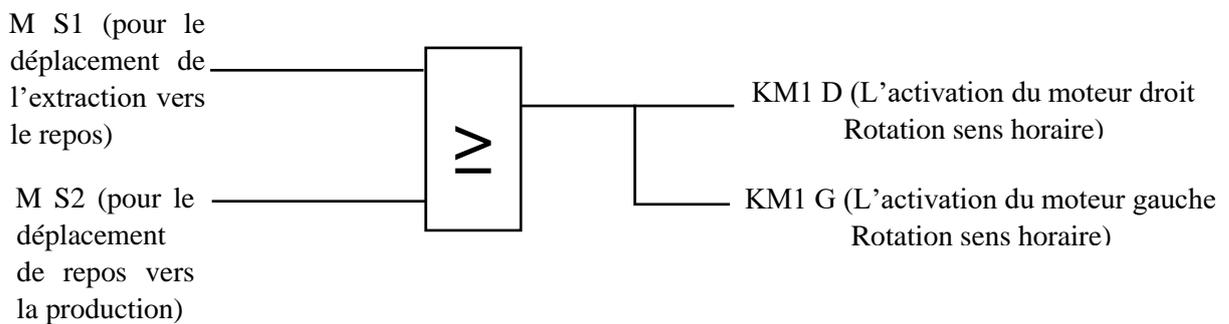
II.7. Organigrammes correspondant au cahier de charge de notre système



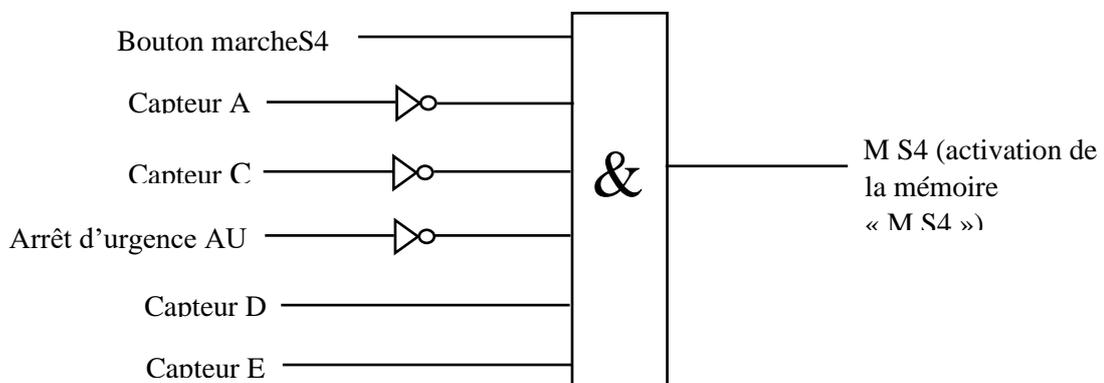
Organigramme 1: Activation de la mémoire M S1 (pour le déplacement de l'extraction au repos)



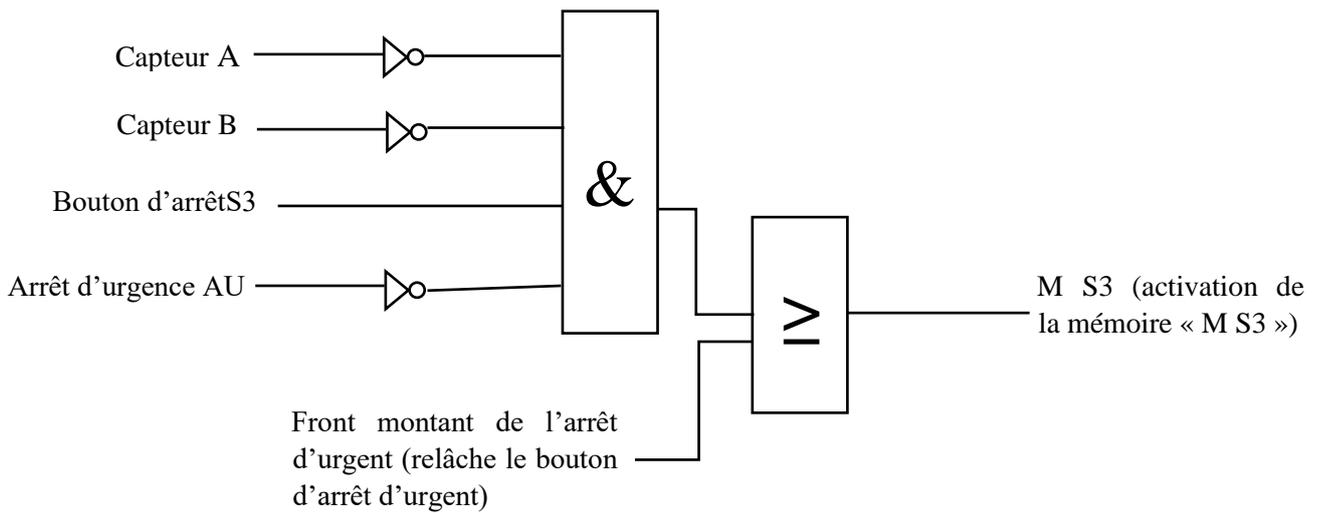
Organigramme 2: Activation de la mémoire M S2 et allumage de la lampe marche



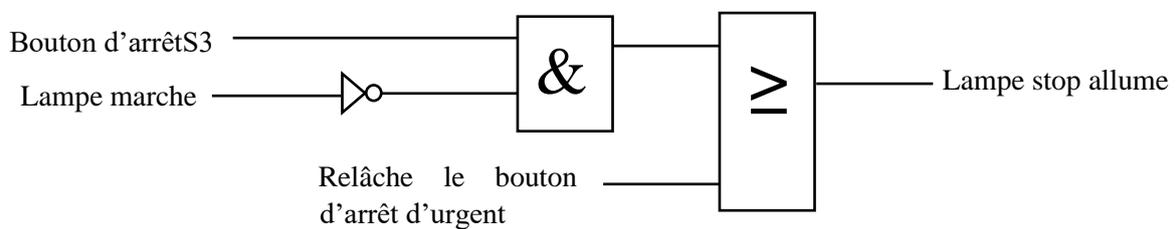
Organigramme 3: Activation des deux bobines pour le fonctionnement des deux moteurs droit et gauche « sens horaire »



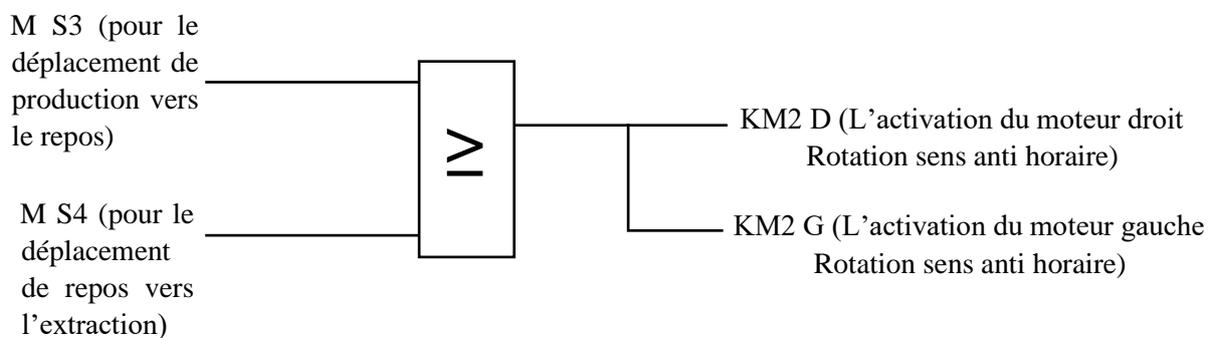
Organigramme 4: Activation de la mémoire M S4



Organigramme 5: Activation de la mémoire M S3



Organigramme 6: Activation de la lampe de stop



Organigramme 7: activation des deux bobines pour le fonctionnement des deux moteurs droit et gauche « sens anti horaire »

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons reconnu les automates programmables industriels de manière générale et nous avons choisi l'automate S7-314. Nous avons également donné un bref aperçu du logiciel TIA Portal V13 et son exécution. Ensuite, nous avons détaillé les différentes étapes que nous avons suivies pour réaliser notre GRAFCET ainsi que l'organigramme correspondant.

CHAPITRE IV

Programmation et supervision

IV.1. Introduction

La supervision revêt une importance fondamentale pour les opérateurs. Étant donné que les systèmes deviennent de plus en plus complexes et spécieux. Donc une transparence totale est nécessaire dans ce genre de situation.

Ce dernier chapitre destiné pour la programmation et la supervision de la machine étudiée sous le logiciel phare de Siemens TIA Portal qui est utilisé comme système d'acquisition de données et de surveillance en temps réel avec une interface homme-machine IHM.

IV.2. Supervision industrielle

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique en temps réel d'un procédé de fabrication, station ou machine automatisée. Le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et des objets animés, qui concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables. Elle permet l'affichage dynamique et la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité. De nos jours, de nouveaux procédés de supervision commencent à voir le jour se basant sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance [21].

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine.

IV.3. Principe de la supervision

La supervision intervient au sommet des processus de production. Elle constitue une technique de suivi et de pilotage informatique des procédés de fabrication automatisés.

La supervision concerne l'acquisition de données et la modification manuelle ou automatique des Paramètres de commande des processus, il est généralement confié à des automates programmables [22]. Cette dernière est obtenue grâce à l'aide des interfaces homme machine (IHM), car ils permettent :

- De visualiser l'état du système et des installations ;
- D'avoir des informations bien précises (température, pression...etc.) ;
- D'afficher et être avertie en cas de défauts et d'alarmes ;
- D'agir directement sur le système.

IV.4. Configuration et paramétrage du matériel

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail, en choisissant l'automate et tous les modules dont on aura besoin, et à la fin nous pouvons choisir l'interface homme/machine IHM qu'il nous faut. Après l'identification des E/S, et le choix de l'automate S7-300 avec un CPU 314C-2 PN/DP car elle contient un nombre suffisant des E/S intégré à la CPU. Après avoir établi le bilan de consommation, notre choix s'est porté sur la PS 307 2A, avec une alimentation externe AC120/230V ; DC24V/2A, qui fournit la tension de fonctionnement au bus interne de l'automate.

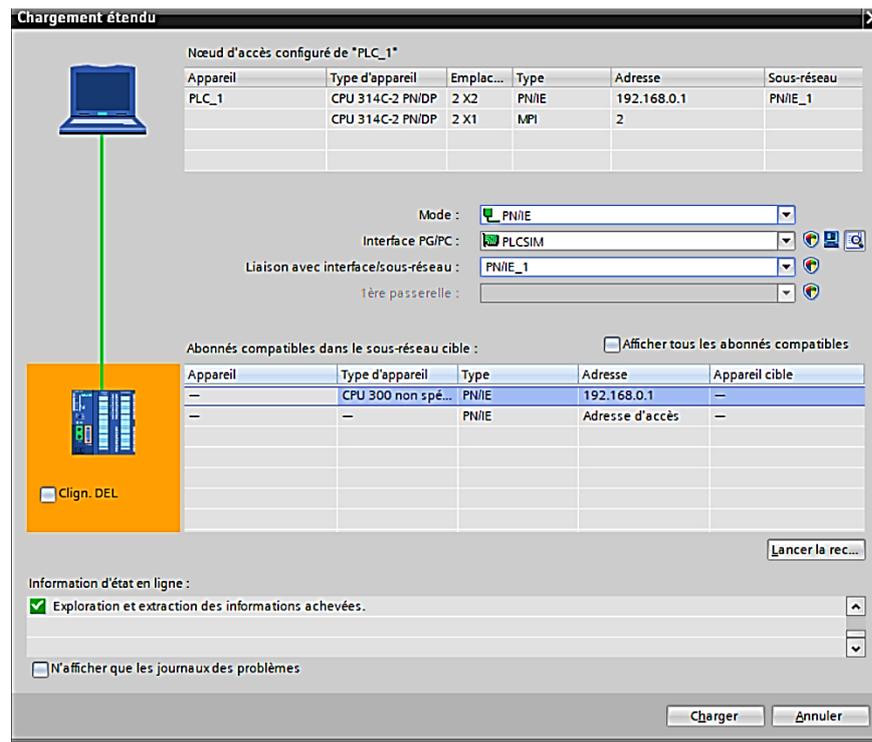


Figure IV.1 : Chargement de la configuration matérielle

IV.5. Critère de choix de l'interface IHM

Le Facilité choix de l'interface homme-machine repose sur des critères spécifiques:

- Souplesse et robustesse
- L'outil doit s'adapter à l'homme et non l'inverse
- L'outil doit rendre le comportement du système prévisible,
- Il doit diminuer le temps de recherche d'une information ;
- la prise d'informations [23].

Dans notre projet nous avons opté pour une interface de supervision IHM du type KTP700 Basic PN qui porte les caractéristiques suivant:

- Un écran tactile de 7" TFT ;
- Une résolution de 800x480 pixels ;

- Couleurs 64K ;
- Commande par touches et tactile ;
- 08 touches de fonction ;
- De Connecteur PROFINET et un USB.

IV.6. Etapes de réalisation de l'interface homme-machine du processus

Pour réaliser notre interface homme-machine nous sommes obligés de passer par les différentes étapes :

- Ajouter une IHM et la configurer ;
- Créer des vues ;
- Etablir la liaison directe avec l'API ;
- Ajouter une table des variables IHM ;
- Compiler et simuler.

IV.7. Création d'une vue IHM

Pour la création d'une vue IHM, nous devons commencer par la vue du projet, puis on cherche sur le navigateur du projet « ajouter un appareil », on clique sur le bouton « IHM », et on choisit « SIMATIC Basic panel », une liste de tous les IHM disponibles sera afficher, pour notre IHM nous avons choisi le KTP700 Basic PN Figure IV.2, et on confirme le choix en appuyant sur le bouton « OK », ainsi nous aurons créé le IHM sur lequel on va travailler.

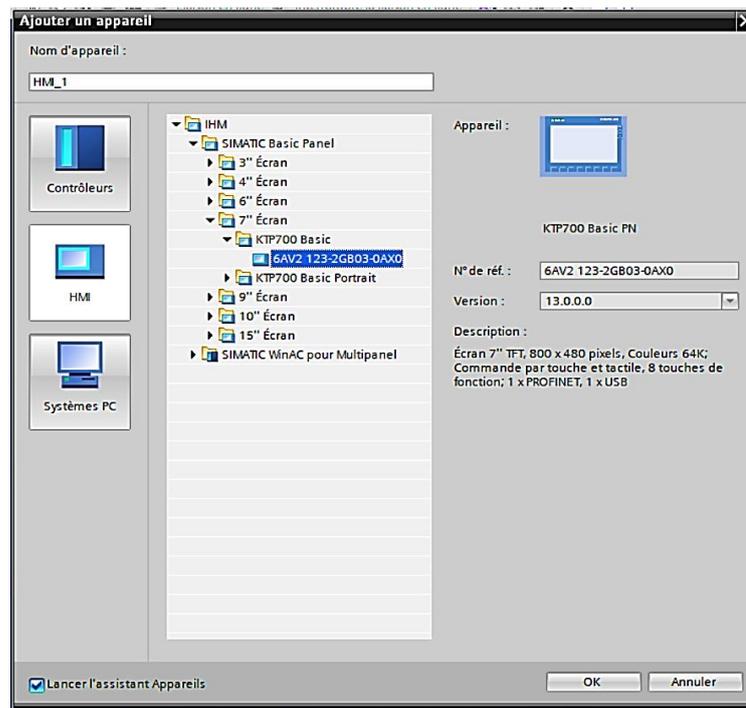
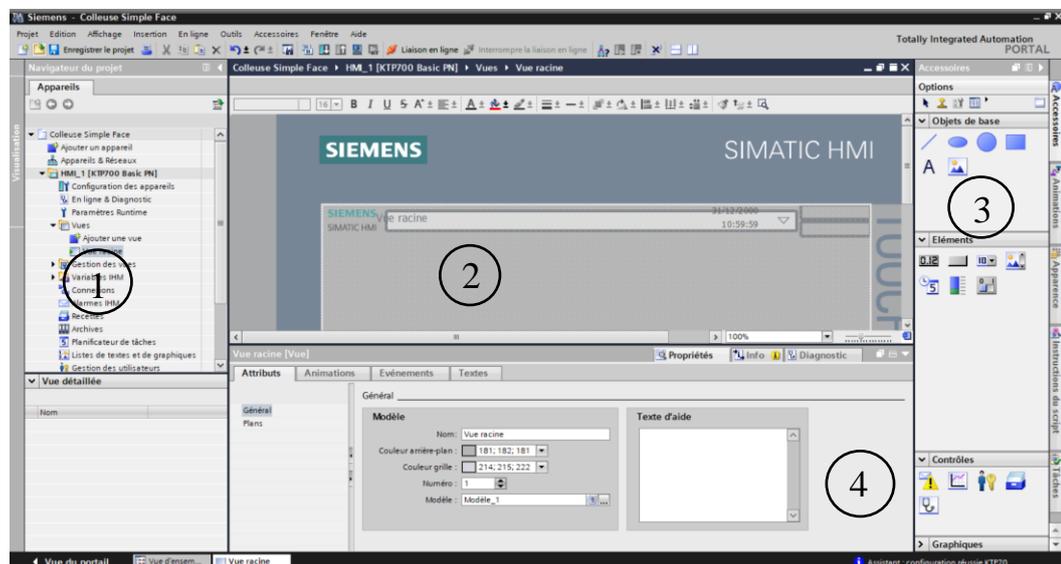


Figure IV.2 : Choix de l'IHM KTP700 Basic PN

La vue de supervision Figure IV.3 se compose de plusieurs éléments qui sont très utiles lors de la création de notre IHM, tel que :

- **Les accessoires** : on trouve tous les éléments de base, de contrôle, et tous les éléments graphiques qui peuvent servir à la création d'une vue.
- **Zone de travail** : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.
- **Fenêtre des propriétés** : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.
- **Navigateur du projet** : on peut accéder à toutes les vues, les composants, données et les alarmes du projet [15].



1. Navigateur du projet.
2. Zone de travail.
3. Les accessoires.
4. Fenêtre des propriétés.

Figure IV.3 : Vue globale de la supervision

IV.8. Etablissement d'une liaison directe avec la PLC

Dans cette étape notre objectif est de créer une liaison directe entre l'automate (CPU) et l'IHM afin de pouvoir lire les données transférées dans la mémoire de l'automate. Dans notre cas on a utilisé la liaison PN/IE. La figure IV.4 ci-dessous représente cette liaison.

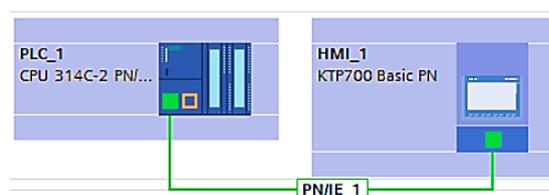
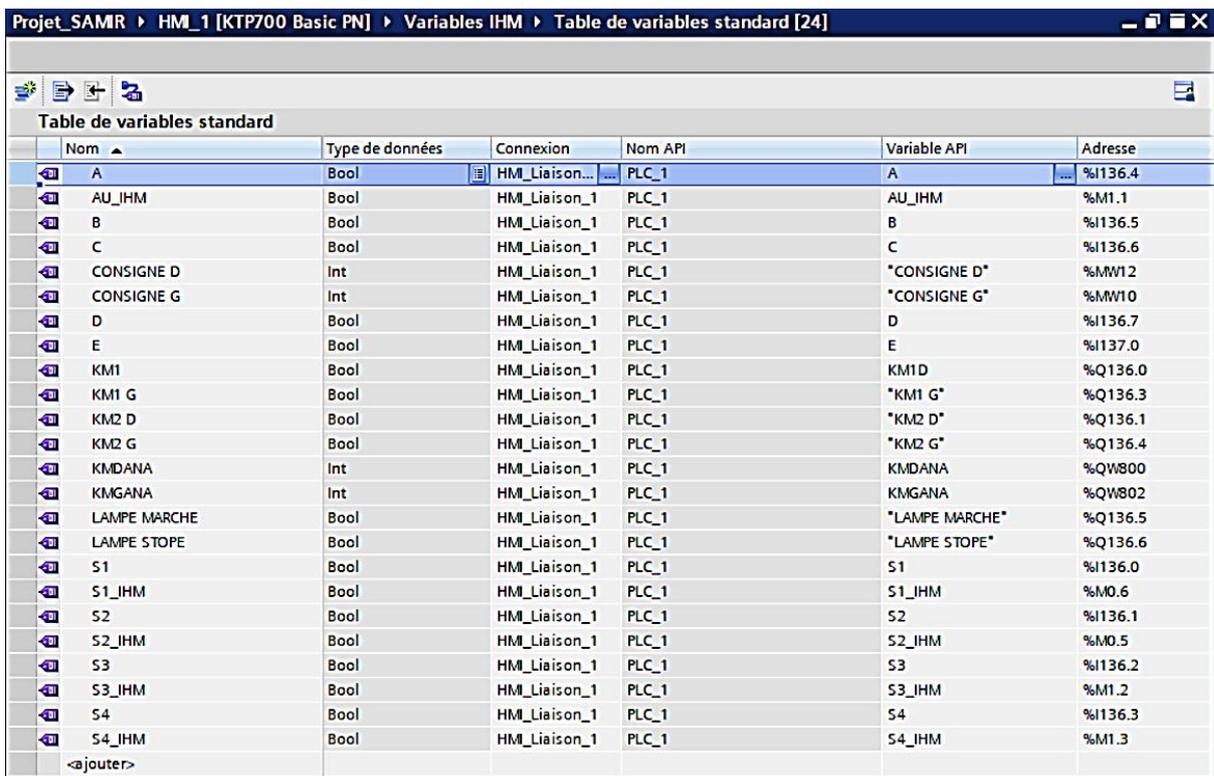


Figure IV.4 : Liaison entre la PLC et IHM

IV.9. Création de la table des variables

Après avoir établi la liaison entre l'IHM et l'API, la prochaine étape consiste à créer les variables de l'IHM Figure IV.5. Ces variables permettent la communication et l'échange des données entre l'IHM et le système. La table de correspondance des variables est créée à travers l'onglet "Variable IHM". Chaque ligne de cette table correspond à une variable de l'IHM, elle est spécifiée par: nom, type de table de variable, type de connexion, nom de l'api, adresse.



Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
A	Bool	HMI_Liaison...	PLC_1	A	%I136.4
AU_IHM	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	AU_IHM	%M1.1
B	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	B	%I136.5
C	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	C	%I136.6
CONSIGNE D	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONSIGNE D*	%MW12
CONSIGNE G	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONSIGNE G*	%MW10
D	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	D	%I136.7
E	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	E	%I137.0
KM1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	KM1 D	%Q136.0
KM1 G	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*KM1 G*	%Q136.3
KM2 D	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*KM2 D*	%Q136.1
KM2 G	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*KM2 G*	%Q136.4
KMDANA	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	KMDANA	%QW800
KMGANA	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	KMGANA	%QW802
LAMPE MARCHE	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*LAMPE MARCHE*	%Q136.5
LAMPE STOPE	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*LAMPE STOPE*	%Q136.6
S1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S1	%I136.0
S1_IHM	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S1_IHM	%M0.6
S2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S2	%I136.1
S2_IHM	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S2_IHM	%M0.5
S3	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S3	%I136.2
S3_IHM	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S3_IHM	%M1.2
S4	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S4	%I136.3
S4_IHM	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	S4_IHM	%M1.3
<ajouter>					

Figure IV.5 : Table des variables IHM

IV.10. Simulation du Programme

IV.10.1. Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un Automate Programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel TIA Portal, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300, et de remédier à d'éventuelles erreurs [24].

S7-PLCSIM Figure IV.6 dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer Les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées).

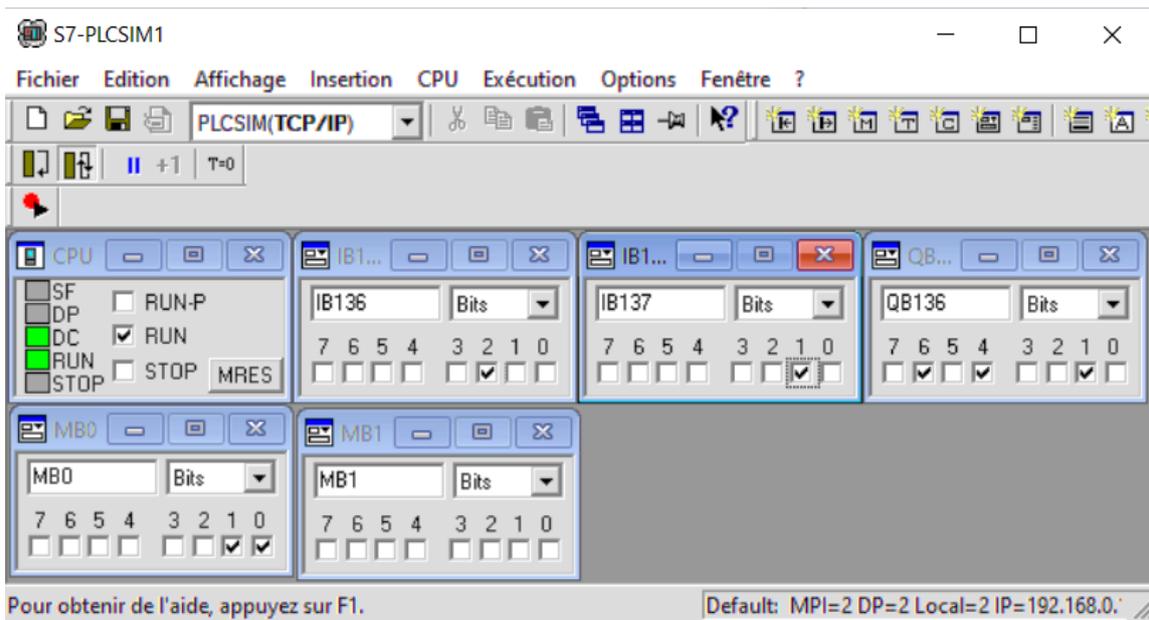


Figure IV.6 : Interface de simulation PLCSIM

Les blocs de programme contiennent plusieurs réseaux qui sont construits par des équations en ladders (LD), ces dernières permettent de gérer l'activation et la désactivation de chaque mode de marche en respectant des conditions bien déterminées selon le cahier des charges. Si un mode est activé l'autre mode restera bloqué et verrouillé jusqu'à la mise à l'arrêt du mode activé. Des programmes de simulations sont illustrés dans les figures ci-dessous :

Le réseau 1 de la Figure IV.7 ci-dessous permet la mémorisation de la commande qui donne l'ordre aux bobines des distributeurs pour activer les deux moteurs pneumatiques droit/gauche dans le but d'avancer le chariot de la colleuse de l'extraction vers la position du repos.

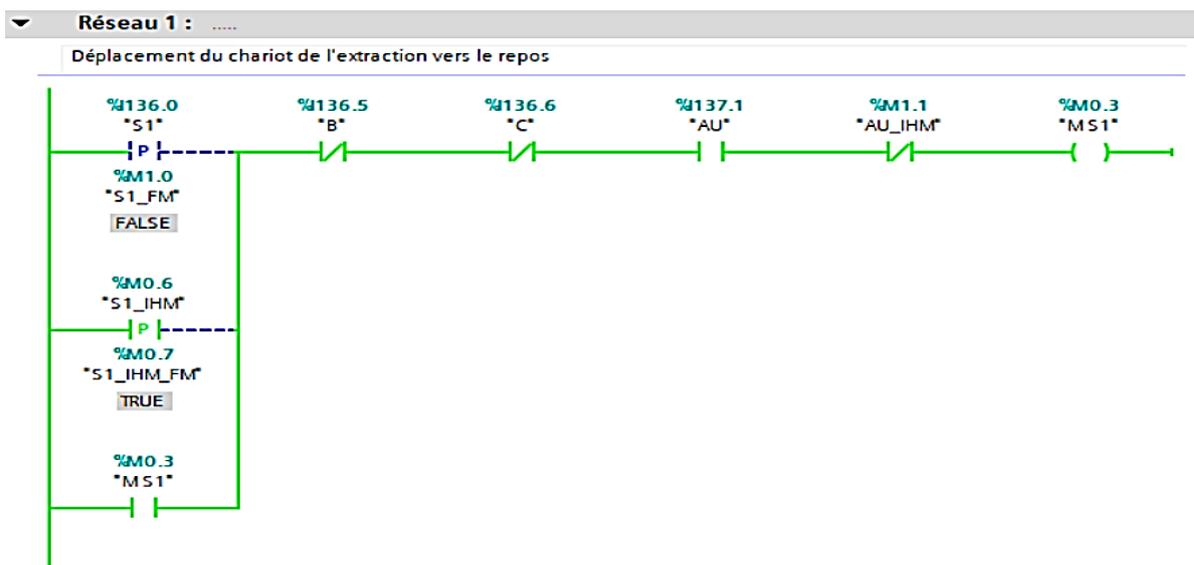


Figure IV.7 : Déplacement du chariot de l'extraction vers le repos

Le réseau ci-après Figure IV.8 contient le programme permettant de donner l'ordre de marche aux deux moteurs pour le déplacement du chariot vers la production.

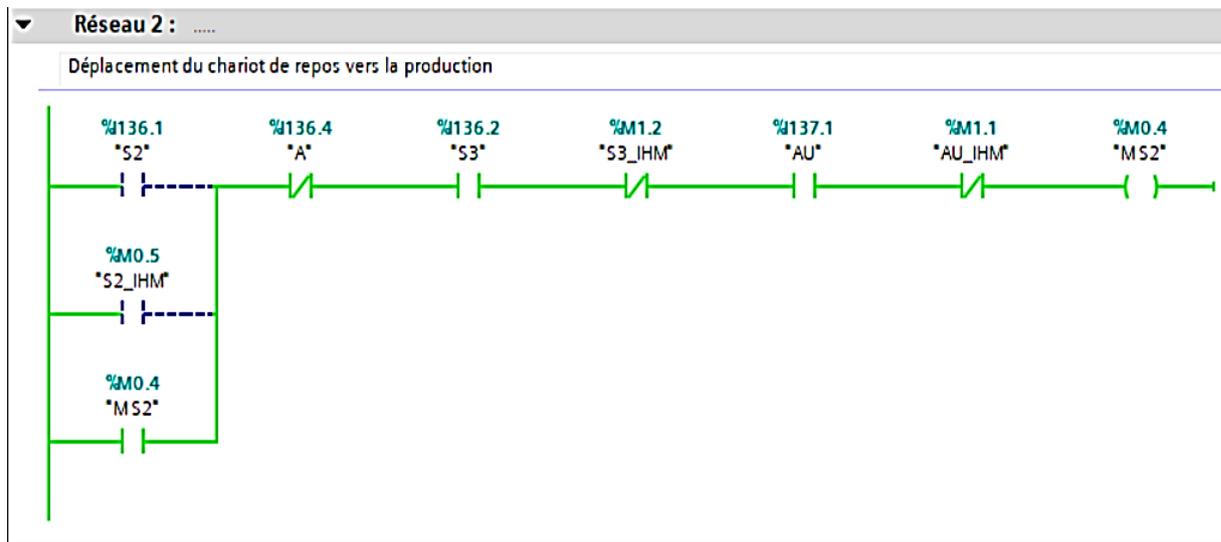


Figure IV.8 : Déplacement du chariot de repos vers la production

Le réseau 3 Figure IV.9 représente le schéma contact permettant d'indiquer l'allumage de la lampe marche lors de déplacement vers l'état de la production.

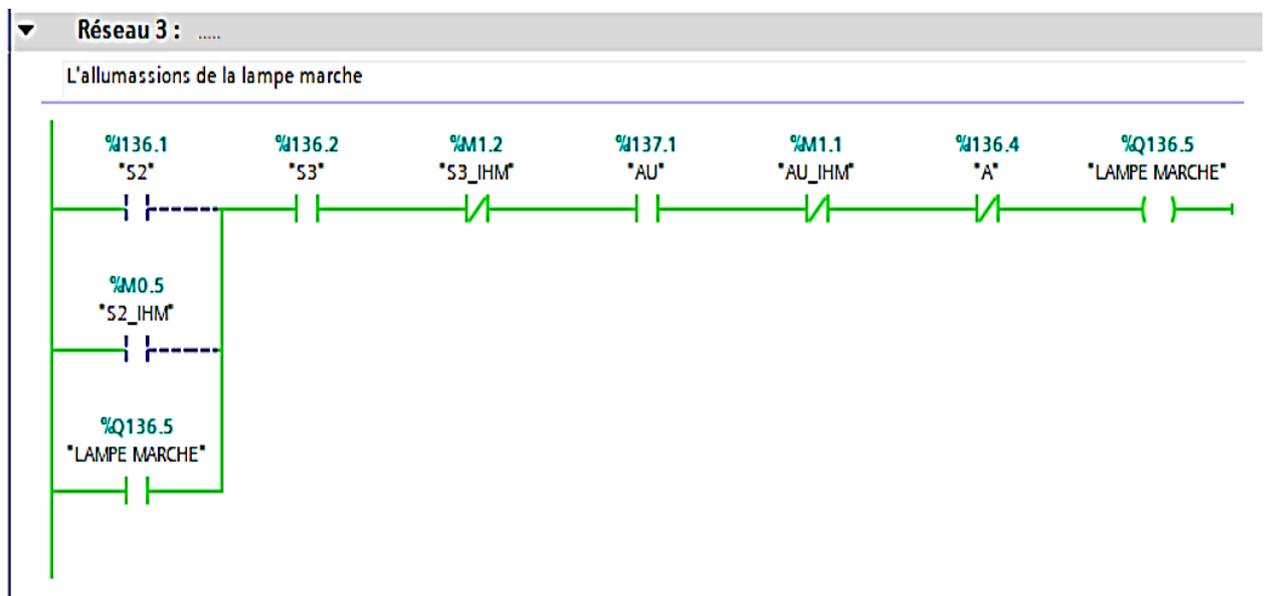


Figure IV.9 : L'allumage de lampe marche

Ce quatrième réseau Figure IV.10 nous permet de donner l'ordre de démarrage aux deux moteurs (marche avant) par l'activation d'une ou des deux mémoires correspondants.

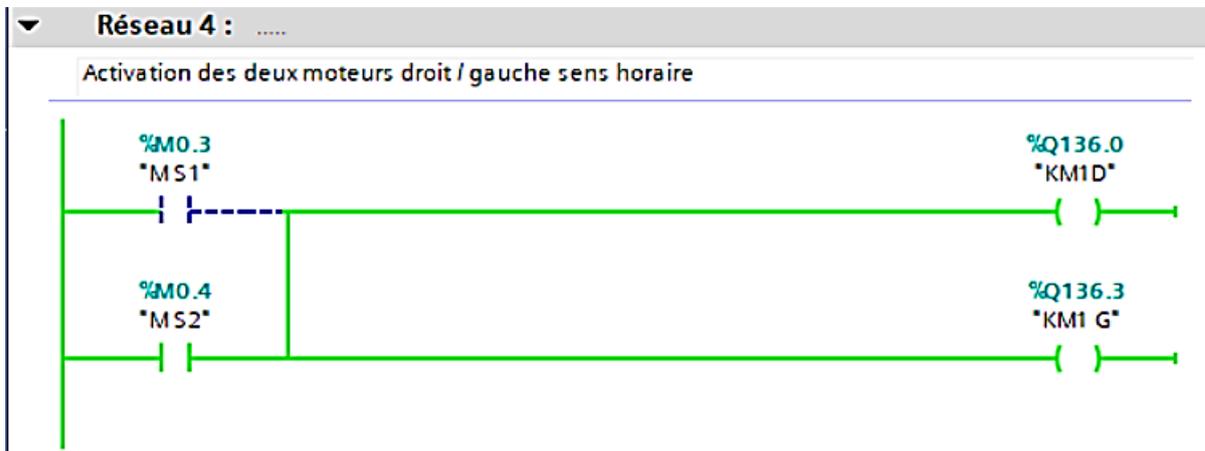


Figure IV.10 : Activation des deux moteurs pneumatiques droits et gauche « sens horaire »

Le réseau cinq Figure IV.11 ci-dessous nous permet de donner un ordre d'arrêt de production par la mémorisation d'une commande qui recule le chariot vers le repos.

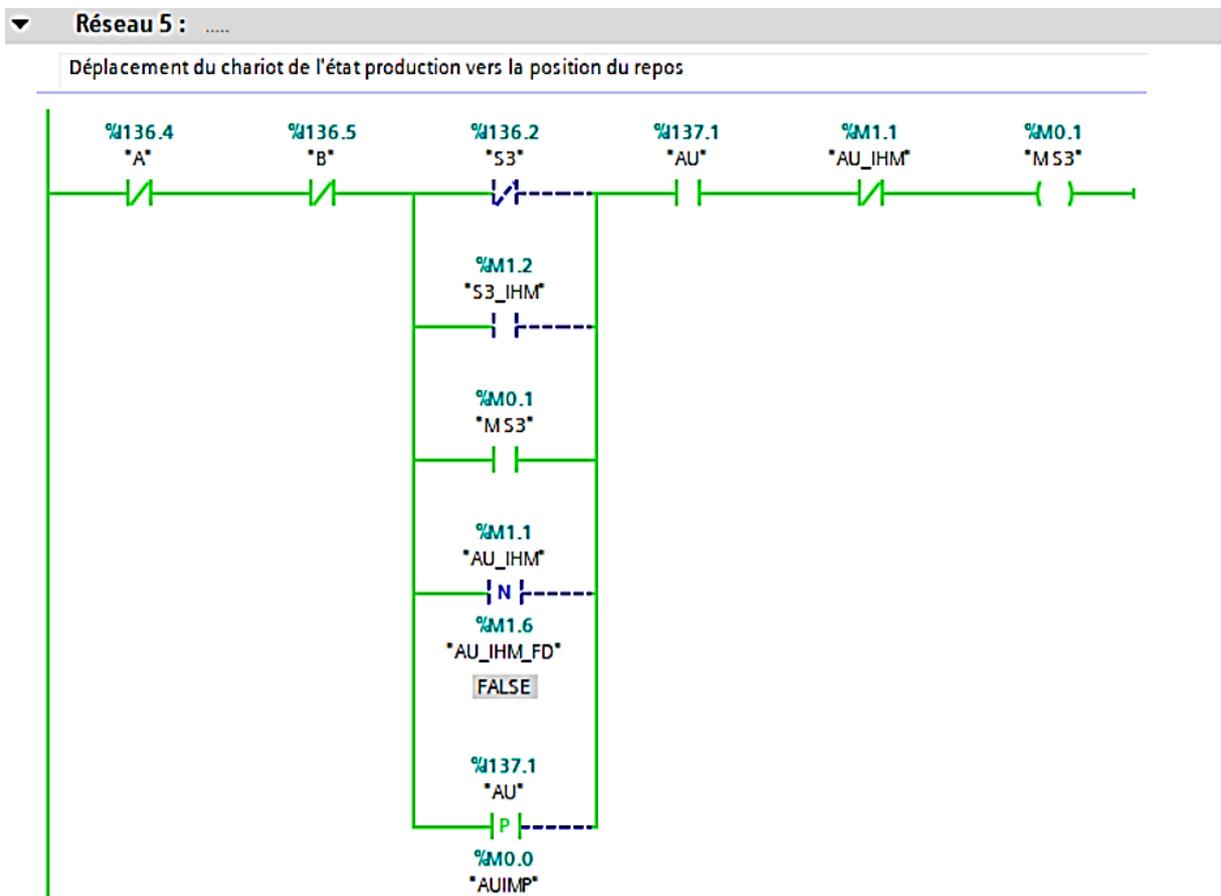


Figure IV.11 : Arrêt de la production (recule le chariot au l'état de repos)

Le sixième réseau Figure IV.12 correspond au programme permettant d'indiquer l'allumage de la lampe d'arrêt (stop) lors de recule du chariot vers la position du repos.

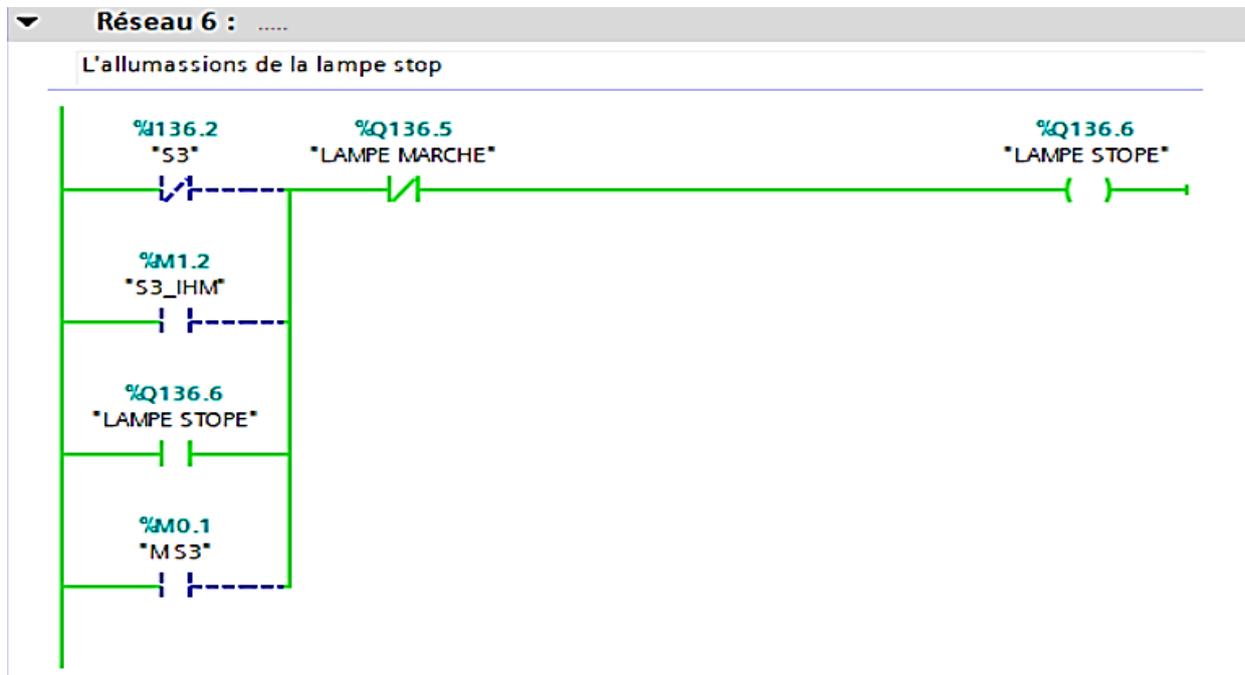


Figure IV.12 : L'allumage de la lampe d'arrêt (stop)

Le réseau 7 de la Figure IV.13 ci-dessous permet la mémorisation de la commande qui donne l'ordre aux bobines des distributeurs pour activer les deux moteurs pneumatiques dans le sens inverse dans le but de reculer le chariot de la colleuse de repos vers l'extraction par la satisfaction des deux conditions (D et E) de l'alignement des rails.

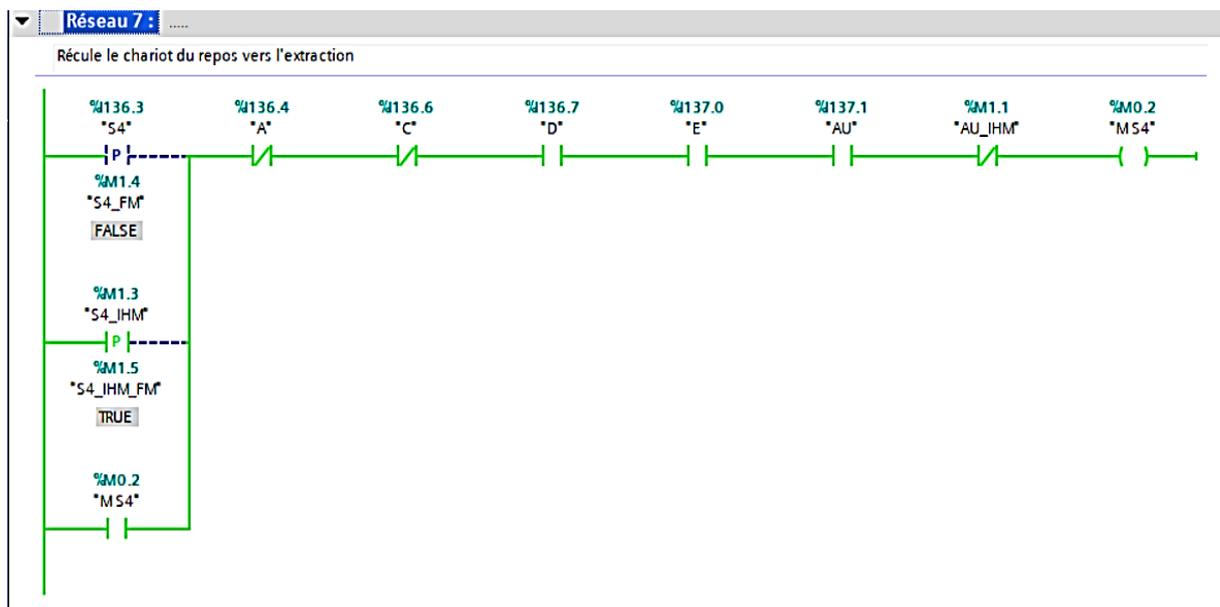


Figure IV.13 : Recule le chariot du repos vers l'extraction

Ce huitième réseau Figure IV.14 nous permet de commander les bobines des distributeurs qui donnent l'ordre de démarrage aux deux moteurs dans le sens inverse (marche arrière) par l'activation d'une ou des deux mémoires correspondants.

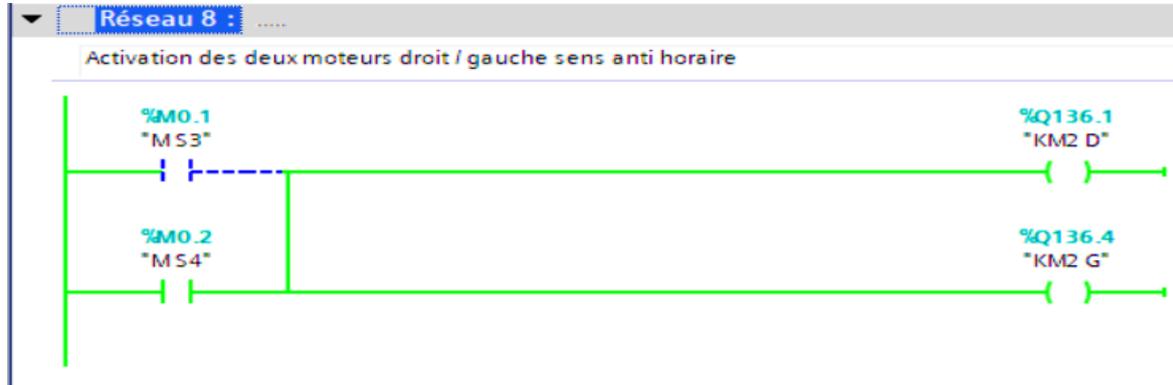


Figure IV.14 : Activation des deux moteurs pneumatiques droits et gauche « sens anti horaire »

Le réseau 9 de la Figure IV.15 ci-dessous consiste à fixer des consignes d'entrées à 10 volts qui représentent une pression de 6.3 bar pour faire les différents déplacements du chariot à une vitesse constante.

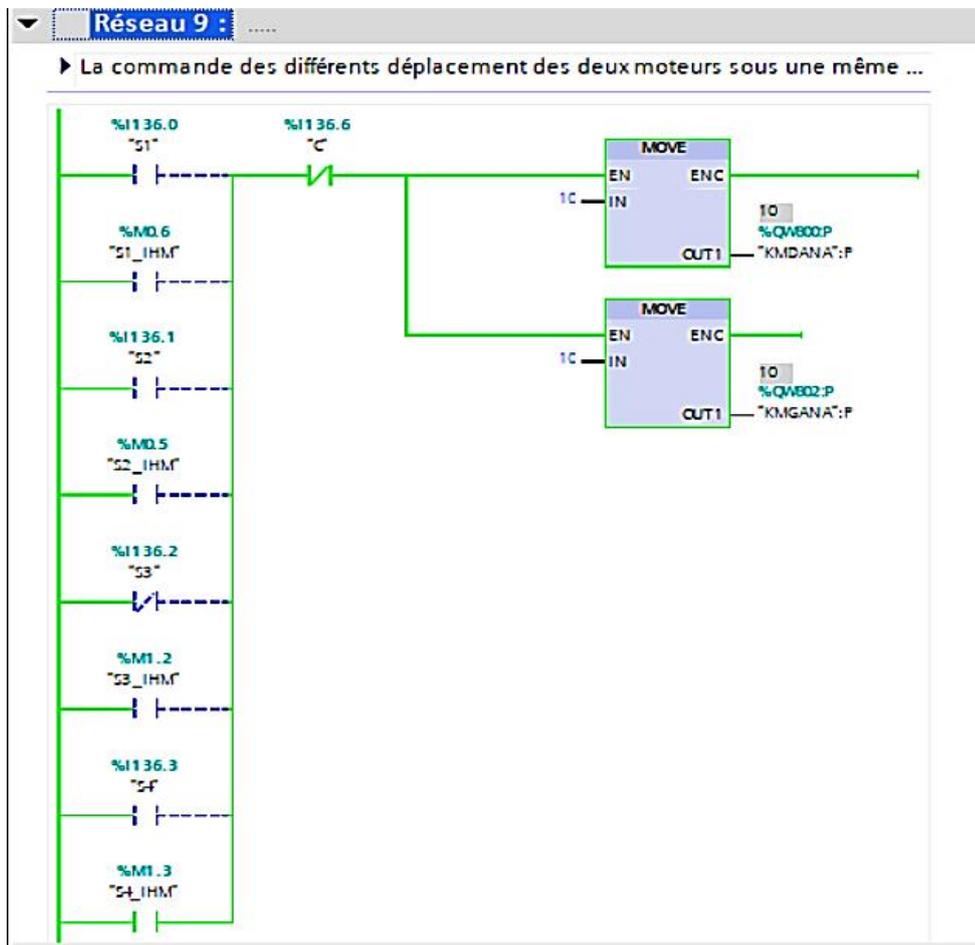


Figure IV.15 : Commande les différents déplacements du chariot avec une vitesse constante

Le dernier réseau Figure IV.16 ci-dessous montre la variation des consignes d'entrées lorsque le chariot atteint la position de travail « capteur C » (afin de régler la distance nécessaire entre la colleuse et la cassette pour mieux assurer l'encollage).

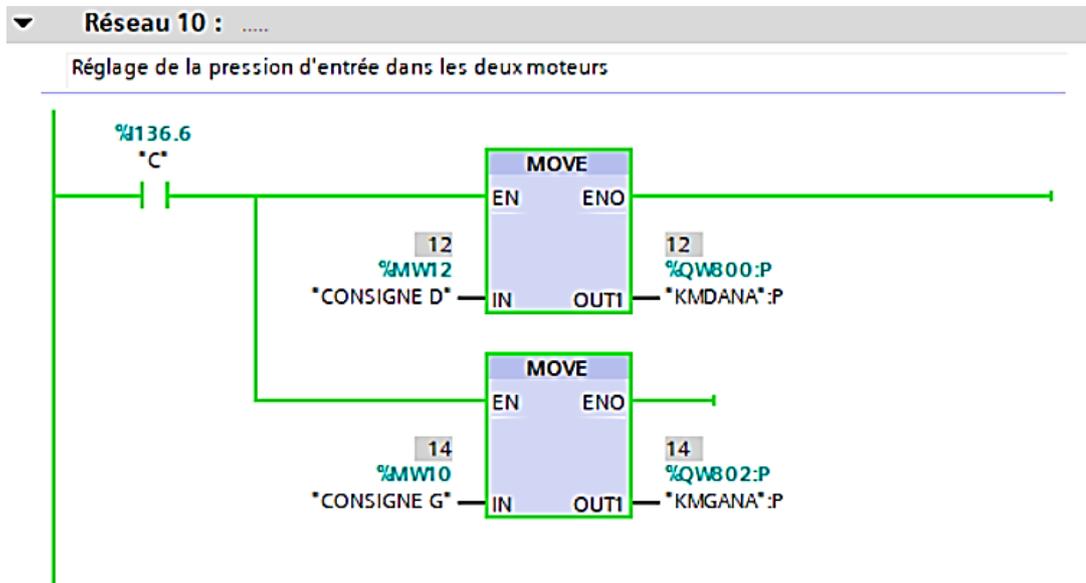


Figure IV.16 : Régulation de la pression à l'état de production

IV.11. Simulation de la Supervision

Les vues sont les éléments principaux pour la représentation de notre processus, les processus partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupées en une vue principale.

Dans notre travail nous avons créé deux vues de supervision, une vue principale et une autre vue de commande.

IV.11.1. Vue principale

La vue principale apparaît lors de l'ouverture de notre écran de supervision et au démarrage de la simulation, elle comporte une illustration du chariot de la colleuse, les noms des réalisateurs, le logo de l'entreprise et de notre université ainsi que notre thème et à la fin un bouton « Simple Face » qui permet à l'opérateur d'accéder à la vue de commande.

La Figure IV.17 représente notre vue principale de supervision.

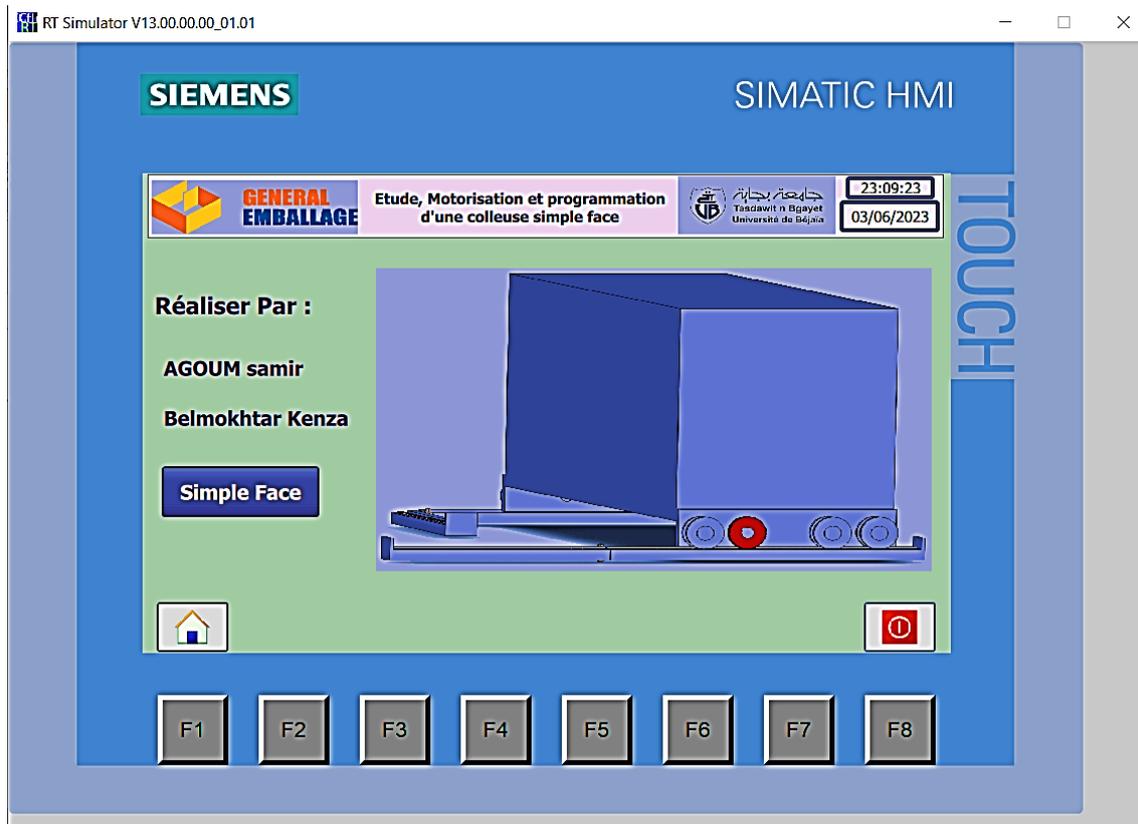


Figure IV.17 : Vue principale de supervision

IV.11.2. Vue de commande

La deuxième vue est celle de la commande qui montre les différents organes tels que : les deux moteurs pneumatiques, les capteurs de position et de fin de cours, ainsi que les deux rails et les pignons crémaillère avec lesquelles se déplace le chariot dans les différentes positions.

Cette vue comporte aussi :

- Un commutateur qui commande l'avance et le recul du chariot entre les deux positions de repos et extraction ;
- Un bouton marche S2 pour le déplacement à la production ;
- Un bouton d'arrêt S3 pour cesser la production (recule du chariot à la position du repos) ;
- Un bouton d'arrêt d'urgence en cas de danger ;
- Deux lampes (une pour l'état de marche « verte » et la seconde pour l'arrêt en rouge) ;
- Un afficheur pour entrer les consignes de réglage de la pression dans les deux moteurs lors de la production.

La Figure IV.18 présente la vue de commande lors du travail (production) où on peut varier les consignes de pression dans les deux moteurs séparément, par contre la Figure IV.19 montre la vue de commande dans l'état d'arrêt de production (retour du chariot au repos avec une vitesse constante dans les deux moteurs).

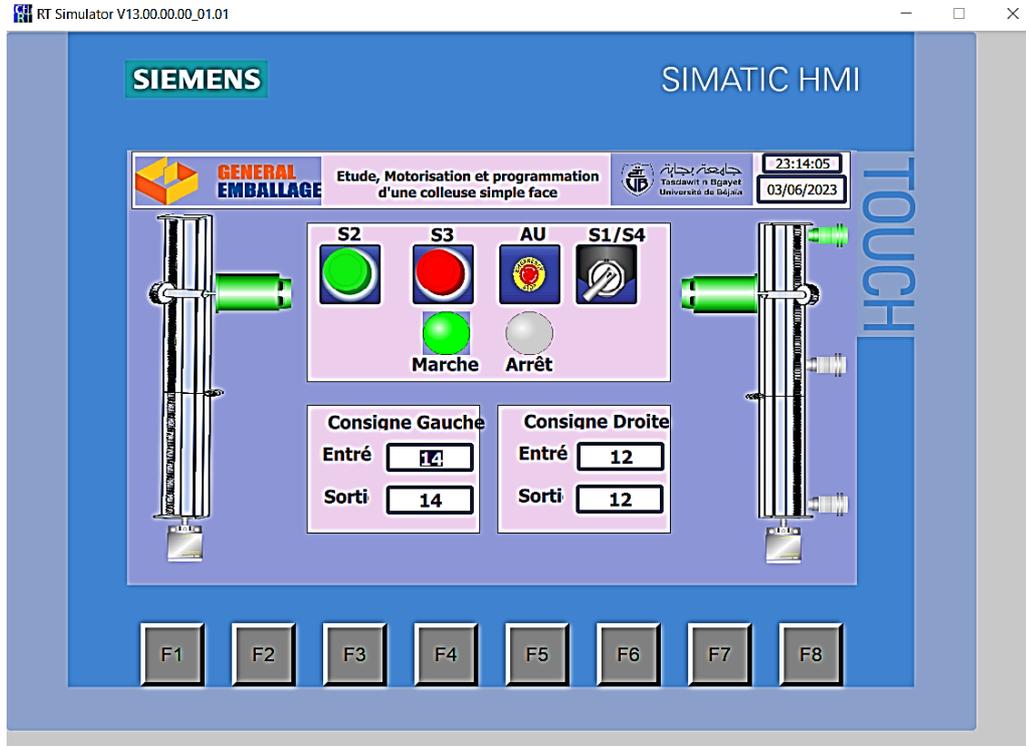


Figure IV.18 : Vue de commande (Etat de production avec une régulation de pression)

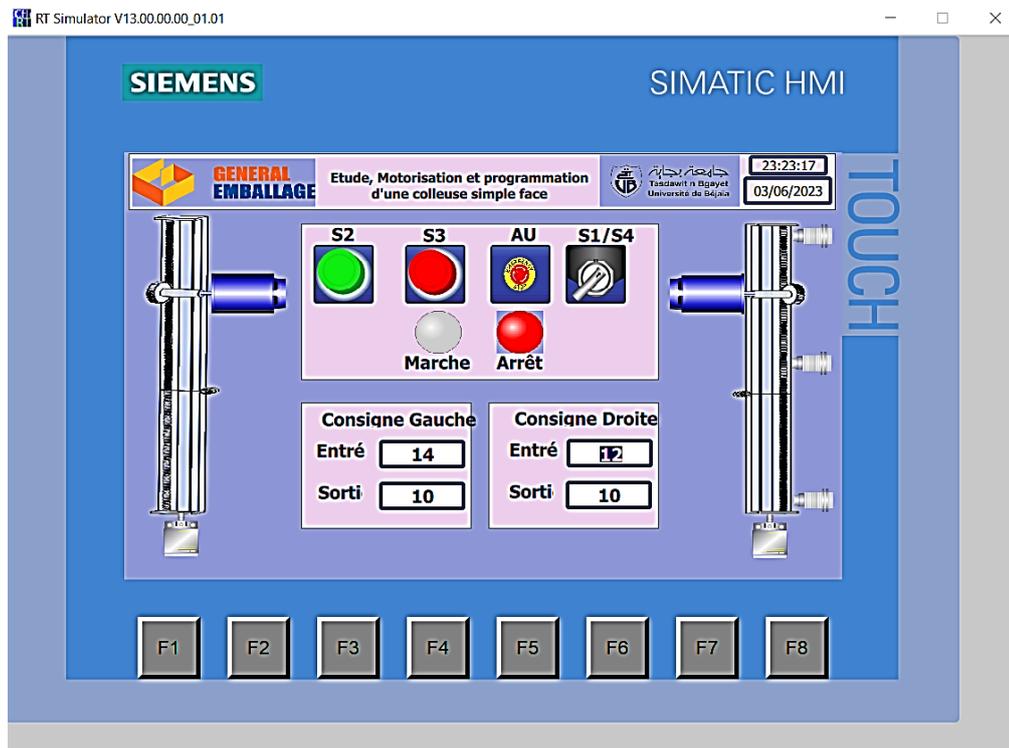


Figure IV.19 : Vue de commande (Arrêt de production)

IV.12. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons donné une vue globale sur la supervision et ces étapes de création. Ensuite, nous avons réalisé notre programme, et sa simulation ainsi que la supervision de notre système motorisé sur le logiciel TIA Portal V13, pour vérifier la programmation et le fonctionnement de ce nouveau système conformément à notre Grafcet.

La supervision de notre machine permet donc de mieux comprendre et de visualiser le fonctionnement réel de la machine ainsi que d'accéder facilement et en toute sécurité aux données du processus. La supervision est une étape importante qui représente l'interface homme machine. Elle peut facilement contrôler chaque étape de fonctionnement de notre système.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'objectif de ce projet était de réaliser une motorisation et automatisation d'une colleuse équipée d'un chariot mobile au sein de l'entreprise Général Emballage_ Spa_Akbou. Pour le déplacement automatique de ce chariot nous avons proposé un système de transmission pignon crémaillère et deux moteurs pneumatiques. Ces deux derniers sont contrôlés à l'aide d'un automate programmable de type S7-314C-2 PN/DP, doté d'un logiciel TIA PORTAL Version 13 qui est le dernier logiciel d'ingénierie de siemens et qui contient le step7 et WinCC Flexible. Ce logiciel nous a permis de réaliser une interface homme machine (IHM) de type KTP700 Basic PN, ce qui nous a permis la supervision à distance des deux moteurs nécessaires aux déplacements de ce chariot, et aussi d'avoir un meilleur suivi du processus de notre système.

Pour atteindre cet objectif, nous avons abordé notre travail par la connaissance des différentes machines de fabrication du carton ondulé (ligne onduleuse), ainsi qu'une description générale des différents éléments de la machine actuelle (colleuse).

Au cours de la réalisation de ce projet nous avons approfondi nos connaissances dans différentes disciplines, à savoir plusieurs domaines tels que la mécanique, la pneumatique et l'électricité, enfin l'automatisme. Toutes ces disciplines assurent la réalisation et l'élaboration d'un système électropneumatique et mécaniques, devront être maîtrisés par le concepteur de projets.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle.

Comme perspective, nous souhaitons améliorer notre travail sur le côté économique, tout d'abord nous allons faire une étude technico-économique qui nous permettra d'évaluer le coût du nouveau système et enfin espérant que ce système sera appliqué au niveau de cette entreprise en diminuant les risques et surtout sur les personnes en place.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] « Emballages en carton ondulé », GUIDE PRATIQUE PROFESSIONNEL, paris, 2017
<https://www.cartononduledefrance.org/wp-content/uploads/2017/09/Guide-pratique-professionnel-2017>
- [2] H. NOUREDDINE, « contribution a la Modélisation des structures sandwich de type carton ondule », mémoire présente pour l’obtention du diplôme de Magistère, construction mécanique, Université M. KHIDER Biskra
- [3] Sciences technique industrielles portail national de ressources Eduscol 2014.
- [4] Documents de l’entreprise Général Emballage consulté en 2023.
- [5] K. AMIMEUR, « Etude et réalisation d’un système de guidage d’une nappe à l’aide d’un automate Oron », mémoire présente pour l’obtention du Diplôme de master en Electronique, Université A. Mira Bejaia 2014.
- [6] Guide directe industrie, « Bien choisir un moteur pneumatique », France, consulté en 2023.
- [7] Modec, moteurs et solutions pneumatiques, « Les différents types de moteurs pneumatiques », 2018 en France.
- [8] Guide des automatismes - version 5.0, « Thierry Schanen 2001/2006 ».
- [9] Centre d’information Technique Tameson, France 2023.
- [10] Feston pneumatique et électrique, « distributeur pneumatique », allemande.
- [11] C. Jong, « Les capteurs et instrumentation industrielle », DUNOD, 2001 (www.GEEA.org).
- [12] F. TAZERART, « Cours Mécanismes Industriels de Transmission Mécanique de Puissance » Université A. Mira Bejaia.
- [13] F. TAZERART, « Cours d’automatisme industrielle » Université A. Mira de Bejaia 2019.
- [14] A.GONZAGA, Cours « Les Automates Programmables Industriels » Institut universitaire de technologie IUT
- [15] M. CHEHBI, S. DJABRI « Automatisation et Supervision d’un Compresseur ATLAS COPCO 40 Bars » mémoire présente pour l’obtention du Diplôme de master électrotechnique Option « Automatismes Industriels », Université A. Mira Bejaia 2019.
- [16] P. JARGOT, Norme CEI 1131-3, Technique de l’ingénieur, « Langage de programmation, langage et programmations pour API », Réf (S 8022, 23), édition 1993
- [17] A. SAIDOUM, T. ZABOT, « Automatisation et supervision d’une station de pompage et distribution d’eau à la S.N.V.I », mémoire fin d’étude de master professionnel Automatique Industrielle, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou,2018.

- [18] SIMATIC STEP 7 (TIA Portal) V13
- [19] L. BERGOUGNOUX, « Cours grafcet Les notions de base » Polytech Marseille 2005.
- [20] C. Bossy, P. Brard, P. Faugere, C. Merlaud, « le GRAFCET sa pratique et ses applications », Edition CASTEILLA, France 1985.
- [21] Y. JUGURTH, M. NOUREDIN, « Automatisation et supervision d'un réseau hydraulique au sein du complexe EATIT Bejaia », mémoire présente pour l'obtention du Diplôme de master en Electrotechnique Université A. Mira Bejaia 2020.
- [22] N. DJOUDER, B. YAHIAOUI, « Elaboration d'un système de supervision d'une installation de production d'air comprimé à haute pression sous TIAPORTAL à CEVITAL - Bejaïa » mémoire présente pour l'obtention du Diplôme de master électrotechnique Option « Automatismes Industriels » Université A. Mira Bejaia 2020.
- [23] Z. Fares, A. Redouane, « Dimensionnement électrique, Automatisation et Supervision d'un procédé de refonte du sucre au sien de l'entreprise CEVITAL », mémoire présente pour l'obtention du Diplôme de master en Electrotechnique Université A. Mira Bejaia 2022.
- [24] Y. KHEREDDIN, N. AITOUT « Analyse de fonctionnement automatisation et supervision des groupe turbo-alternateur au niveau de CEVITAL », l'obtention du diplôme De Master en électrotechnique, Université A. Mira Bejaia 2015.

Annexe

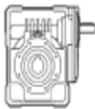
Annexe 1 : Catalogue du constructeur de LZB VANE MOTORS pour Le choix du moteur pneumatique

Data at air pressure 6.3 bar (91 psi)																		
Model	Lubricated	kW	hp	r/min	Nm	lb-ft	Min starting torque	Nm	lb-ft	Stall torque	Nm	lb-ft	Air					
													Free speed	consumption				
Max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	at max output	Weight	Shaft loading			
output	output	output	output	output	output	output	output	output	output	output	output	output	output	kg	lb			
code 1)	ATEX code		Ordering No.															
Clockwise rotation (Keyed shaft)																		
LZB66-A180-11		1.87	2.51	8200	2.2	1.62	3.2	2.4	4.4	3.2	16000	34	72	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0602 59
LZB66-A050-11		1.87	2.51	2400	7.6	5.6	11.3	8.3	15.2	11.2	4500	34	72	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0602 67
LZB66-A030-11		1.87	2.51	1440	12.5	9.2	18.6	13.7	25	18.4	2700	34	72	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0602 75
LZB66-A020-11		1.87	2.51	1060	17	12.5	25	18.4	34	25	2000	34	72	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0602 42
LZB66-A010-11		1.83	2.45	510	34	25	51	38	68	50	950	34	72	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0600 59
LZB66-A007-11		1.83	2.45	310	57	42	84	62	114	84	600	34	72	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0600 67
LZB66-A005-11		1.83	2.45	230	77	57	113	83	154	114	440	34	72	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0600 75
LZB66-A0025-11		1.80	2.41	125	139	103	205	151	278	205	230	34	72	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0600 83
LZB66-A0017-11		1.80	2.41	75	227	167	337	249	454	335	145	34	72	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0600 91
LZB66-A0012-11		1.80	2.41	55	308	227	456	336	616	454	110	34	72	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0602 83
Reversible (Keyed shaft)																		
LZB66-AR130-11		1.46	1.96	7500	1.9	1.4	2.4	1.8	3.8	2.8	13500	31	66	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0602 91
LZB66-AR035-11		1.46	1.96	2200	6.4	4.7	8.3	6.1	12.8	9.4	3900	31	66	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0603 09
LZB66-AR020-11		1.46	1.96	1320	10.5	7.7	13.5	10	21	15.5	2400	31	66	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0603 17
LZB66-AR015-11		1.46	1.96	970	14.3	10.5	18.5	13.6	29	21	1750	31	66	2.8	6.2	g	EX II 2GD cT4 IIC T110°C	8411 0603 25
LZB66-AR008-11		1.43	1.92	470	29	21	37	27	58	43	830	31	66	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0601 25
LZB66-AR005-11		1.43	1.92	290	48	35	62	46	96	71	500	31	66	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0601 33
LZB66-AR004-11		1.43	1.91	210	64	47	84	62	128	94	370	31	66	2.9	6.4	g	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0601 41
LZB66-AR0020-11		1.41	1.89	115	117	86	151	111	233	172	200	31	66	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0601 58
LZB66-AR0012-11		1.41	1.89	70	191	141	249	184	382	282	120	31	66	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0601 66
LZB66-AR0009-11		1.41	1.89	50	259	191	337	249	518	382	90	31	66	5.1	11.1	h	EX II 2GD cT6 IIC T85°C	8411 0603 33

Annexe 2 : Catalogue du constructeur Bonfiglioli Série (VF-W) pour Le choix du réducteur de vitesse

W 63 - WR 63

190 Nm

	i	η_s %	$n_1 = 2800 \text{ min}^{-1}$						$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$							
			n_2 min ⁻¹	M_{n2} Nm	P_{n1} kW	R_{n1} N	R_{n2} N	η_d %	n_2 min ⁻¹	M_{n2} Nm	P_{n1} kW	R_{n1} N	R_{n2} N	η_d %		
W 63	W 63_7	7	70	400	105	4.9	480	1010	90	200	120	2.9	480	1550	88	168
	W 63_10	10	66	280	125	4.2	370	1360	88	140	140	2.4	480	1840	86	
	W 63_12	12	63	233	125	3.5	435	1540	87	117	140	2.0	480	2070	85	
	W 63_15	15	59	187	125	2.8	410	1770	86	93	150	1.8	480	2280	83	
	W 63_19	19	55	147	130	2.4	310	1990	84	74	150	1.4	480	2600	81	
	W 63_24	24	52	117	130	1.9	370	2250	82	58	155	1.2	480	2890	78	
	W 63_30	30	44	93	125	1.6	440	2540	78	47	160	1.1	460	3170	74	
	W 63_38	38	40	74	130	1.3	330	2800	75	37	155	0.85	480	3580	70	
	W 63_45	45	37	62	130	1.2	380	3020	73	31	145	0.71	480	3920	67	
	W 63_64	64	31	44	110	0.75	480	3650	67	21.9	125	0.47	480	4680	61	
	W 63_80	80	27	35	100	0.59	480	4050	62	17.5	115	0.38	480	5000	56	
	W 63_100	100	23	28	100	0.51	480	4420	58	14.0	115	0.33	480	5000	51	
			$n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$						$n_1 = 500 \text{ min}^{-1}$							
W 63_7	7	70	129	130	2.0	480	1870	87	71	140	1.2	480	2420	84	168	
W 63_10	10	66	90	150	1.7	480	2220	84	50	165	1.1	480	2830	81		
W 63_12	12	63	75	150	1.4	480	2480	82	42	165	0.92	480	3140	79		
W 63_15	15	59	60	160	1.3	480	2740	80	33	180	0.83	480	3430	76		
W 63_19	19	55	47	160	1.0	480	3100	78	26.3	180	0.68	480	3860	73		
W 63_24	24	52	38	165	0.86	480	3440	75	20.8	185	0.58	480	4280	70		
W 63_30	30	44	30	170	0.76	480	3770	70	16.7	190	0.52	480	4690	64		
W 63_38	38	40	23.7	165	0.62	480	4240	66	13.2	185	0.42	480	5000	61		
W 63_45	45	37	20.0	155	0.52	480	4630	63	11.1	170	0.34	480	5000	58		
W 63_64	64	31	14.1	135	0.35	480	5000	56	7.8	150	0.24	480	5000	51		
W 63_80	80	27	11.3	125	0.28	480	5000	52	6.3	135	0.19	480	5000	46		
W 63_100	100	23	9.0	120	0.25	480	5000	46	5.0	130	0.17	480	5000	41		

Annexe 3 : Tables des variables pour l'automate API

Totally Integrated Automation Portal							
Projet_Fin d'étude / PLC_1 [CPU 314C-2 PN/DP] / Variables API							
Table de variables standard [35]							
Variables API							
	Nom	Type de données	Adresse	Réma-nence	Visible dans IHM	Accessible depuis IHM	Commentaire
	S1	Bool	%I136.0		True	True	Commutateur Position S1
	S2	Bool	%I136.1		True	True	Bouton Poussoir (bouton marche)
	S3	Bool	%I136.2		True	True	Bouton Poussoir (bouton d'arrêt)
	S4	Bool	%I136.3		True	True	Comutateur Position S4
	A	Bool	%I136.4		True	True	Capteur de Fin de course A
	B	Bool	%I136.5		True	True	Capteur de position B
	C	Bool	%I136.6		True	True	Capteur de position C
	D	Bool	%I136.7		True	True	Capteur Fin de course D
	E	Bool	%I137.0		True	True	Capteur Fin de course E
	AU	Bool	%I137.1		True	True	Bouton d'arrêt d'urgent
	KM1D	Bool	%Q136.0		True	True	Bobine distributeur pour le moteur droit (marche avant)
	KM2 D	Bool	%Q136.1		True	True	Bobine distributeur pour le moteur droit (marche arrière)
	KMDANA	Int	%QW800		True	True	Sortie analogique pour régulateur de pression (moteur droit)
	KMGANA	Int	%QW802		True	True	Sortie analogique pour régulateur de pression (moteur gauche)
	AUIMP	Bool	%M0.0		True	True	Front montant de l'arrêt d'urgent
	M S3	Bool	%M0.1		True	True	mémoire pour reculer le chariot au repos
	M S4	Bool	%M0.2		True	True	mémoire pour déplacement du chariot de repos vers l'extraction
	CONSIGNE G	Int	%MW10		True	True	Entrée analogique pour commander lapression dans le moteur gauche
	CONSIGNE D	Int	%MW12		True	True	Entrée analogique pour commander lapression dans le moteur droit
	M S1	Bool	%M0.3		True	True	mémoire pour déplacement du chariot de l'extraction au repos
	M S2	Bool	%M0.4		True	True	mémoire pour l'avancement du chariot au production
	KM1 G	Bool	%Q136.3		True	True	Bobine distributeur pour le moteur gauche (marche avant)
	KM2 G	Bool	%Q136.4		True	True	Bobine distributeur pour le moteur gauche (marche arrière)
	LAMPE MARCHE	Bool	%Q136.5		True	True	Lampe marche
	LAMPE STOPE	Bool	%Q136.6		True	True	Lampe arrêt (stop)
	S2_IHM	Bool	%M0.5		True	True	Bouton marche IHM
	S1_IHM	Bool	%M0.6		True	True	Commutateur IHM Position S1
	S1_IHM_FM	Bool	%M0.7		True	True	Front monto de commutateur IHM position S1
	S1_FM	Bool	%M1.0		True	True	Front monto de commutateur position S1
	AU_IHM	Bool	%M1.1		True	True	Bouton d'arrêt d'urgent IHM
	S3_IHM	Bool	%M1.2		True	True	bouton d'arrêt IHM
	S4_IHM	Bool	%M1.3		True	True	commutateur IHM position S4
	S4_FM	Bool	%M1.4		True	True	Front monto de commutateur position S4
	S4_IHM_FM	Bool	%M1.5		True	True	Front monto de commutateur IHM position S4
	AU_IHM_FD	Bool	%M1.6		True	True	Front descendant de l'arrêt d'urgent IHM

Annexe 4 : Tables des variables pour IHM « Supervision »

Name	Path	Connection	DataType	Coding	Address	Acquisition cycle
S1	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.0	100 ms
CONSIGNE D	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Int	Binary	%MW12	100 ms
CONSIGNE G	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Int	Binary	%MW10	100 ms
KMDANA	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Int	Binary	%QW800	100 ms
KMGANA	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Int	Binary	%QW802	100 ms
KM1	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.0	100 ms
KM1 G	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.3	100 ms
S2	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.1	100 ms
S3	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.2	100 ms
C	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.6	100 ms
B	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.5	100 ms
A	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.4	100 ms
D	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.7	100 ms
E	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I137.0	100 ms
S2_IHM	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%M0.5	100 ms
S4	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%I136.3	100 ms
S3_IHM	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%M1.2	100 ms
AU_IHM	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%M1.1	100 ms
S1_IHM	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%M0.6	100 ms
S4_IHM	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%M1.3	100 ms
LAMPE MARCHE	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.5	100 ms
LAMPE STOPE	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.6	100 ms
KM2 D	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.1	100 ms
KM2 G	Table de variables standard	HMI_Liaison_1	Bool	Binary	%Q136.4	100 ms

Résumé

Ce travail a été réalisé suite au stage pratique de fin d'étude réalisé au sein de l'entreprise SPA Général Emballage dont l'objectif est la maîtrise de la motorisation et la programmation d'une colleuse simple pour machine de fabrication du Carton Ondulé.

Pour cela nous avons procédé à une étude théorique sur le train d'onduleuse et plus précisément sur la colleuse simple face ensuite nous avons abordé les méthodes et outils de travail utilisés, sur un plan pratique.

Le commencement était de donner une idée générale sur les compartiments des machines de la ligne onduleuse, puis de proposer des différentes solutions pour l'amélioration de ce système, ainsi que le dimensionnement de la motorisation et les différentes parties mécanique, ensuite, nous avons reconnu les automates programmables industriels puis nous avons opté pour le choix de l'automate S7-314. Nous avons également donné un bref aperçu du logiciel TIA Portal V13 et son exécution.

Enfin nous avons donné une vue globale sur la supervision et ces étapes de création, qui nous a permis de mieux comprendre et de visualiser le fonctionnement réel de la machine ainsi que d'accéder facilement et en toute sécurité aux données du processus.

Abstract

This work was carried out as part of a practical end-of-study internship at SPA Général Emballage, with the aim of mastering the motorization and programming of a single-face gluer for a corrugated-board production machine.

To achieve this, we carried out a theoretical study of the corrugator train, and more specifically of the single-sided gluer, before tackling the working methods and tools used on a practical level.

The first step was to give a general idea of the machine compartments of the corrugator line, then to propose different solutions for improving this system, as well as the dimensioning of the motorization and the different mechanical parts. Next, we recognized the programmable logic controllers, then opted for the S7-314 PLC. We also gave a brief overview of the TIA Portal V13 software and its implementation.

Finally, we gave an overview of supervision and its creation stages, which enabled us to better understand and visualize the actual operation of the machine, as well as to access process data easily and securely.