

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



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Faculté de Technologie
Département d'Electrotechnique

Projet de Fin d'Etude

Pour l'obtention du diplôme de Master en Electromécanique

Thème

Etude et automatisation d'une fardeleuse

Réalisé par :

CHIBANE Karim

TERKI Yuba

Jurys :

Mr ALLOUI Loucif

Mr MOKRANI Ahmed

Encadré par :

Mr ADJATI Arezki

Année Universitaire : 2019/2020

Dédicace

C'est avec profonde gratitude que je dédie cet humble travail :

A ma petite famille, aucune dédicace ne saura exprimer ma reconnaissance pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, pour les valeurs qu'ils m'ont inculquées, je dédie particulièrement ce modeste travail à ma très chère maman sans elle je ne serais pas là, pour son soutien et ses conseils judicieux qui m'ont éclairé le chemin, que dieu les protège tous pour moi.

A toute ma famille et tous mes cousins et cousines.

A mon binôme Karim et sa famille

A tous mes amis(es) sans exception.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Yuba

Dédicace

C'est avec profonde gratitude que je dédie cet humble travail :

A ma famille, aucune dédicace ne saura exprimer ma reconnaissance pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, pour les valeurs qu'ils m'ont inculquées, je dédie particulièrement ce modeste travail à mes très chers parents sans eux je ne serais pas là, pour leur soutien et conseils judicieux qui m'ont éclairé le chemin, que dieu les protège tous pour moi.

A mes grands frères mouloud et m'henni

A mes sœurs et leurs enfants « Islam, Juba, Axel, Houda »

A toute ma famille et tous mes cousins et cousines.

A tous mes amis sans exception.

A mon binôme Yuba et sa famille

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Karim

Remerciement

De par le nom de Dieu tout miséricordieux et tout compatissant.

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu tout puissant, de nous avoir armés de courage, de patience et santé pour y parvenir au bout de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Monsieur ADJATI AREZKI de l'université de Bejaia pour nous avoir encadré durant notre projet de fin d'études et nous conseillé tout le long de notre travail.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptent d'évaluer notre projet.

Nous présentons enfin, notre profonde gratitude à notre famille, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

Karim & Yuba

Merci 

Sommaire

| | |
|-------------------------------|-----|
| Liste des figures | i |
| Liste des tableaux | ii |
| Listes des abréviations | iii |
| Préambule..... | v |

Introduction générale

| | |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés

| | |
|---|----|
| I.1 Introduction..... | 2 |
| I.2 Généralités sur les automates programmables industrielles | 2 |
| I.2.1 Structure des API | 2 |
| I.2.2 Description des éléments de l'API..... | 3 |
| I.2.2.1 Le processeur | 3 |
| I.2.2.2 La mémoire | 3 |
| I.2.2.3 L'alimentation | 3 |
| I.2.2.4 Interfaces et les cartes entrée/sortie | 3 |
| I.2.2.4.1 Les cartes d'entrées | 4 |
| I.2.2.4.2 Les cartes de sortie..... | 4 |
| I.2.3 Les informations traitées par l'automate | 5 |
| I.2.4 Traitement du programme automate | 5 |
| I.2.5 L'alimentation des automates..... | 6 |
| I.2.5.1 L'alimentation de l'automate..... | 6 |
| I.2.5.2 Alimentation des entrées de l'automate..... | 7 |
| I.2.5.3 Alimentation des sorties de l'automate..... | 7 |
| I.2.6 Le choix de l'API..... | 7 |
| I.2.7 Les langages de programmation des automates | 8 |
| I.3 L'automate s7 300 | 8 |
| I.3.1 Les modules de S7 300..... | 9 |
| I.3.2 Les caractéristiques de S7 300 : | 9 |
| I.3.3 Les domaines d'application des API..... | 10 |

| | |
|--|----|
| I.4 Les systèmes automatisés | 10 |
| I.4.1 La description des parties d'un système automatisé | 11 |
| I.4.1.1 La partie commande (PC) | 11 |
| I.4.1.2 La partie opérative (PO) | 11 |
| I.4.2 Les objectifs de l'automatisation..... | 11 |
| I.4.3 Exemples des domaines d'utilisation des systèmes automatisés | 11 |
| I.4.4 Les avantages et les inconvénients des systèmes automatisés | 13 |
| I.4.4.1 Les avantages..... | 13 |
| I.4.4.2 Les inconvénients | 13 |
| I.5 Conclusion | 13 |

Chapitre II : Etude et description de la fardeleuse

| | |
|--|----|
| II.1 Introduction | 14 |
| II.2 La fardeleuse..... | 14 |
| II.2.1 Définition | 14 |
| II.2.2 Description des éléments de la fardeleuse | 15 |
| II.2.3 Le principe de fonctionnement de la fardeleuse | 15 |
| II.2.4 Description des capteurs, actionneurs, variateurs et pré-actionneurs utilisés.. | 16 |
| II.2.4.1 Les capteurs..... | 16 |
| II.2.4.2 Les actionneurs..... | 16 |
| II.2.4.2.1 Les moteurs..... | 16 |
| II.2.4.2.2 Les vérins..... | 17 |
| II.2.4.3 Les variateurs de vitesse..... | 18 |
| II.2.4.4 Les pré-actionneurs | 19 |
| II.2.4.4.1 Les distributeurs | 19 |
| II.2.4.4.2 L'électrovanne | 19 |
| II.2.4.4.3 Les contacteurs | 20 |
| II.3 Conclusion | 20 |

Chapitre III : Automatisation de la fardeleuse

| | |
|--|----|
| III.1 Introduction | 21 |
| III.2 Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions | 21 |
| III.2.1 Etapes..... | 21 |
| III.2.2 Actions..... | 22 |
| III.2.3 Les transitions..... | 23 |
| III.2.4 Les réceptivités | 23 |
| III.2.5 Les liaisons orientées | 23 |
| III.3 Niveau d'emploi du grafcet..... | 23 |
| III.3.1 Grafcet du niveau 1..... | 23 |
| III.3.2 Grafcet du niveau 2..... | 23 |
| III.4 Règles d'évolution du Grafcet..... | 24 |
| III.4.1 Situation initiale..... | 24 |
| III.4.2 Franchissement d'une transition..... | 24 |
| III.4.3 Évolution des étapes actives | 24 |
| III.4.4 Transitions simultanées | 25 |
| III.4.5 Activation et désactivation simultanées | 25 |
| III.5 Configurations courantes du grafcet | 25 |
| III.5.1 Séquence unique | 25 |
| III.5.2 Séquence simultanées (ET) | 25 |
| III.5.3 Séquence exclusive (OU) | 26 |
| III.5.4 Saut d'étapes..... | 26 |
| III.5.5 Reprise d'étapes..... | 26 |
| III.6 Cahier de charges | 27 |
| III.7 Nomenclature de la fardeleuse | 28 |
| III.8 Grafcet de la fardeleuse..... | 29 |
| III.8.1 Grafcet de niveau 1 | 29 |
| III.8.2 Grafcet de niveau 2..... | 30 |
| III.9 Conclusion..... | 31 |

Chapitre IV : Programmation et supervision

| | |
|--|----|
| IV.1 Introduction | 32 |
| IV.2 Définition de STEP 7 | 32 |
| IV.3 La programmation sur step7..... | 32 |
| IV.4 Les blocs | 33 |
| IV.5 Création d'un projet | 33 |
| IV.5.1 Démarrage de STEP 7 | 33 |
| IV.5.2 La table mnémonique | 34 |
| IV.6 Simulation | 36 |
| IV.7 La supervision | 40 |
| IV.7.1 Le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 | 41 |
| IV.7.2 Intégration WinCC dans STEP 7 | 41 |
| IV.8 Développement d'un système de supervision sur WinCC flexible..... | 41 |
| IV.9 Runtime | 45 |
| IV.10 Conclusion | 46 |

Conclusion générale

| | |
|---------------------------|----|
| Conclusion générale | 47 |
|---------------------------|----|

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure I.1 : Structure interne d'un API | 3 |
| Figure I.2 : Exemple de la carte d'entrée typique d'un API | 4 |
| Figure I.3 : Exemple d'une carte de sortie typique d'un API | 4 |
| Figure I.4 : Fonctionnement cyclique d'un automate | 5 |
| Figure I.5 : Alimentation de l'API | 6 |
| Figure I.6 : Alimentation des entrées de l'automate | 7 |
| Figure I.7 : Alimentation des sorties de l'automate | 7 |
| Figure I.8 : L'automate S7 300..... | 8 |
| Figure I.9 : Les modules de S7 300 | 9 |
| Figure I.10 : Structure d'un système automatisé | 10 |
| | |
| Figure II.1 : Vue d'ensemble de la fardeleuse | 14 |
| Figure II.2 : Moteur asynchrone triphasé | 17 |
| Figure II.3 : Vérin simple effet | 18 |
| Figure II.4 : Vérin double effet..... | 18 |
| Figure II.5 : Variateur de vitesse ATV 11 HU09M2E..... | 19 |
| Figure II.6 : Quelques distributeurs | 19 |
| Figure II.7 : Electrovanne montée sur un distributeur | 20 |
| Figure II.8 : Contacteur..... | 20 |
| | |
| Figure III.1 : Eléments constituant un Grafcet | 22 |
| Figure III.2 : Exemple de Grafcet niveau '1' | 24 |
| Figure III.3 : Exemple de Grafcet niveau '2' | 24 |
| Figure III.4 : Séquence unique | 25 |
| Figure III.5 : Séquence simultanée 'ET' | 26 |
| Figure III.6 : Séquence exclusive 'OU' | 26 |
| Figure III.7 : Séquence saut d'étapes | 26 |
| Figure III.8 : Séquence reprise d'étapes | 26 |
| | |
| Figure IV.1 : Création d'un projet STEP 7 | 34 |
| Figure IV.2 : Configuration du matériel | 34 |
| Figure IV.3 : Fenêtre de PLCSIM..... | 36 |
| Figure IV.4 : Visualisation de l'étape initiale | 37 |
| Figure IV.5 : Etape de démarrage de tapis 1 et 2 | 37 |
| Figure IV.6 : Etape d'introduction du film | 37 |
| Figure IV.7 : Etapes de la soudure..... | 38 |
| Figure IV.8 : Etapes d'évacuation vers tunnel..... | 39 |
| Figure IV.9 : Indicateur de niveau des bobines | 40 |

| | |
|--|----|
| Figure IV.10 : Vue d'accueil | 41 |
| Figure IV.11 : Vue d'alarme | 42 |
| Figure IV.12 : Vue de la bobine..... | 42 |
| Figure IV.13 : Vue des capteurs et actionneurs | 43 |
| Figure IV.14 : Vue du process | 43 |
| Figure IV.15 : Présentation du carton sur tapis 1..... | 44 |
| Figure IV.16 : Arrive du carton avec du film sur le tapis 2 | 44 |
| Figure IV.17 : Sortie du carton dans le tunnel | 45 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau III.1 : Description des éléments de grafcet..... | 28 |
| Tableau IV.1 : La table mnémonique | 35 |

Liste des abréviations

API : Automate Programmable Industriel

CPU: Central Processing Unit

RAM: Random Access Memory

ROM: Read Only Memory

EPROM: Erasable and Programmable Read Only Memory

EEPROM: Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory

E/S : Entrée/Sortie

AC: Courant Alternatif

PID : Proportionnelle Intégrale dérivées

TOR : Tout ou Rien

LD : Ladder Diagram

IL : Instruction List

FBD : Function Blocks Diagram

ST : Structured Text

SFC : Sequential Function Chart

MPI : Interface Multi Points

PS : Module d’Alimentation

SM : Modules de Signaux

IM : Modules de Coupleurs

FM : Modules de Fonction

UR : Châssis d’extension

CP : Modules de Communication

PC : Partie Commande

PO : Partie Opérative

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions

DCY : départ cycle

FC : Fin de Course

STEP7 : Logiciel de Programmation et de Supervision

LISTE : Langage Liste

LOG : Langage Logigramme

CONT : Langage Contact

OB : Bloc d'Organisation

FB : Bloc Fonctionnel

FC : Bloc Fonction

DB : Bloc de Données

PLCSIM : Programmable Logic Controller

Win CC: Windows Control Center

IHM: Interface Homme Machine

PRÉAMBULE

DESCRIPTION DE
COMPLEXE DE CÉVITAL

1 Présentation générale de l'entreprise

CEVITAL c'est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le secteur de l'agroalimentaire : raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale.

Elle conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest [10].

2 Historique

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Fondé par Mr. Isaad Rebrab et créé à partir des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m². CEVITAL Contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

En effet les besoins du marché national sont de 1200 T/J d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de CEVITAL sont de 1800 T/J, soit un excédent commercial de 600 T/J.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli...).

3 Mission et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations [10].

4 Activités de CEVITAL

Le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998. En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle en Août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présente comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour).
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure).
- Production de margarine (600 tonnes/jour).
- Raffinage du sucre (4600 tonnes/jour).
- Stockage des céréales (120000 tonnes).
- Fabrication d'emballage (PET): Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 unités/heure). [10]

5 Les unités de production

Le complexe CEVITAL est composé de plusieurs unités de production Agro-alimentaire :

5.1 Corps gras (Raffinerie d'huile, conditionnement d'huile et Margarinerie) :

Elle a été mise en chantier en mai 1998, l'adaptation d'une technologie de dernière génération lui a permis de rentrer en production en un temps record soit août 1999. Elle est considérée parmi les plus modernes au monde. Actuellement sa capacité de production est de

1800 tonnes par jour. Cette raffinerie est conçue pour le traitement et conditionnement de toutes les qualités d'huile comestible tel que : le colza, le tournesol, le soja, le palme...etc.

5.2 Margarinerie

Mise en chantier en mars 2000, puis rentrée en production en juillet 2001. Cette margarinerie construite par le groupe lui-même représente une offensive considérable sur le marché à grand public. Sa capacité de production est de 100T/J pour chaque chaîne de production qui sont au nombre de six.

5.3 Sucre (raffinage et conditionnements, sucre roux et sucre liquide)

Elle est mise en chantier en octobre 2000, devenue fonctionnelle en octobre 2002. Elle est dotée d'un équipement industriel très modernisé qui répond aux besoins du marché, sa capacité de production actuelle est de 4600T/J.

5.4 Stockage de la matière première

Les silos de stockage sont opérationnels depuis juin 2003, ce sont de gigantesques récipients cylindriques construits en béton, destinés au stockage des céréales et des graines oléagineuses. Au nombre de 24, la capacité de stockage de chaque cellule est de 5000 tonnes, ce qui offre une capacité de 120000 tonnes (la plus grande capacité de stockage en Afrique).

5.5 Situation géographique

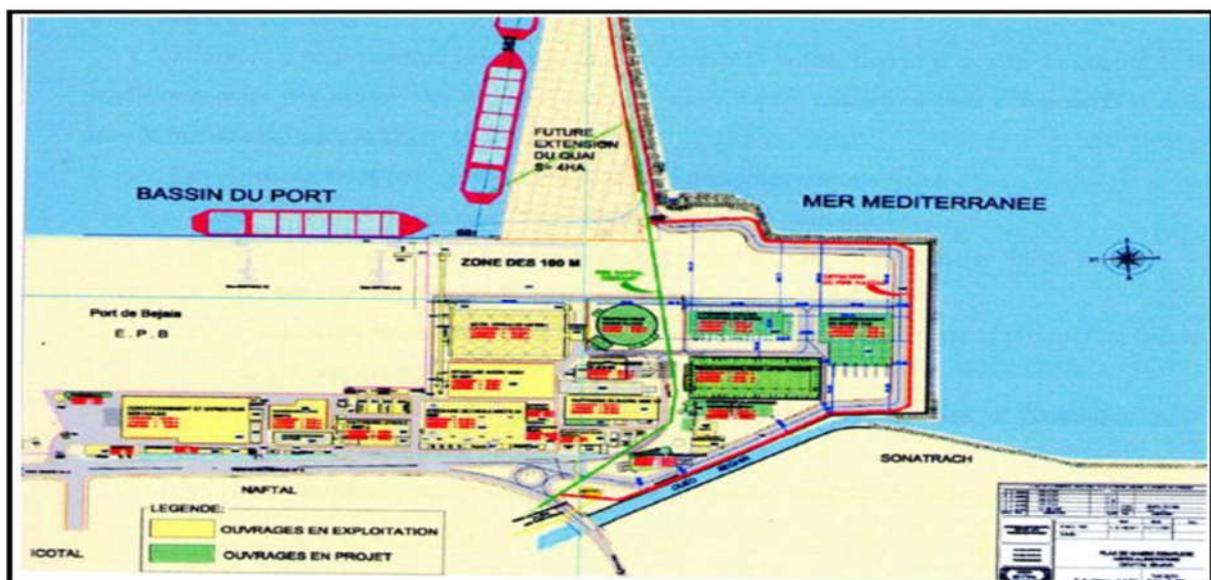


Figure 1 : Situation géographiques du complexe de CEVITAL [10].

CEVITAL Est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 Km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 09.

Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport, et il s'étend sur une superficie de 14 Hectares [10].

6 L'organigramme du complexe de CEVITAL

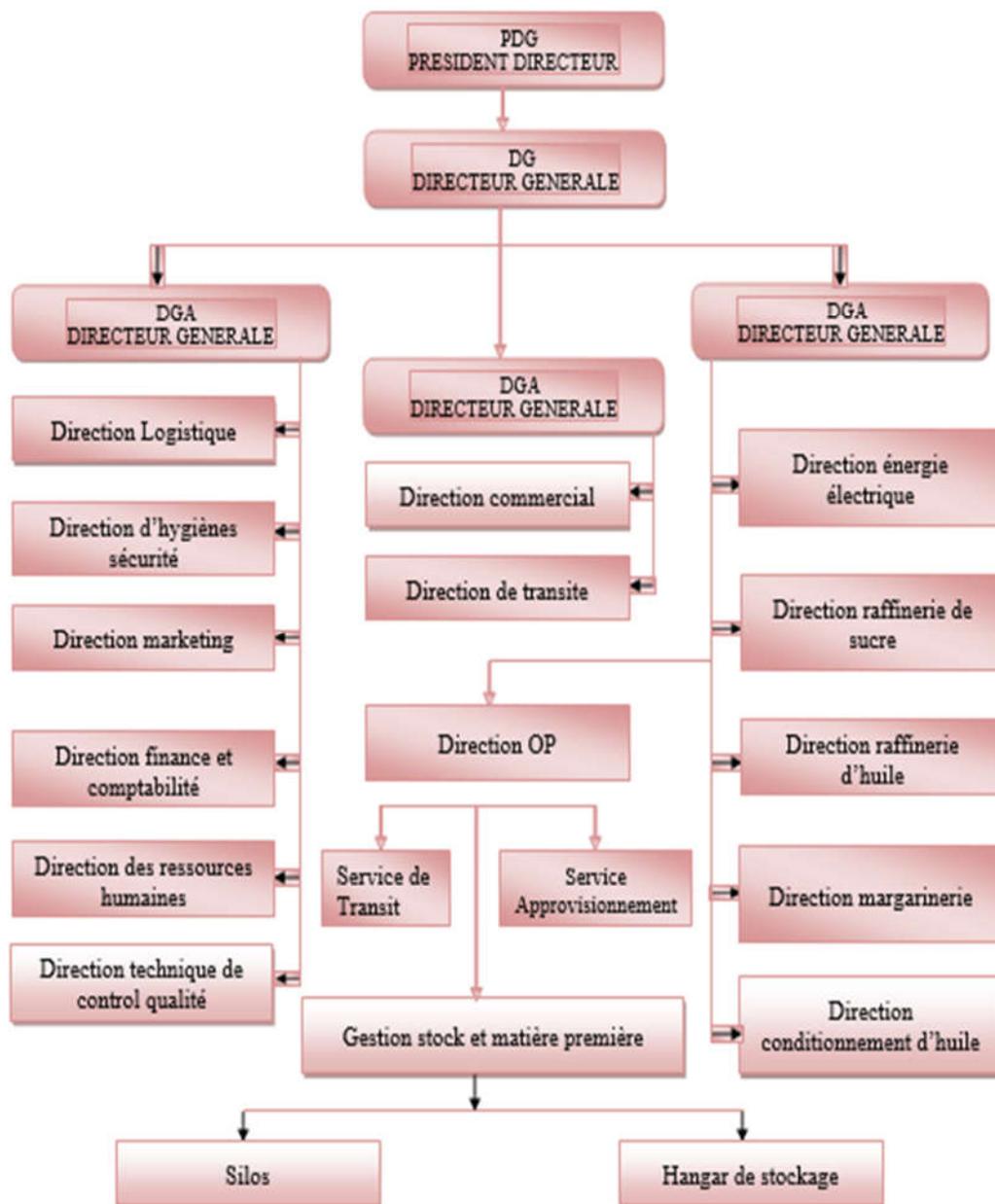
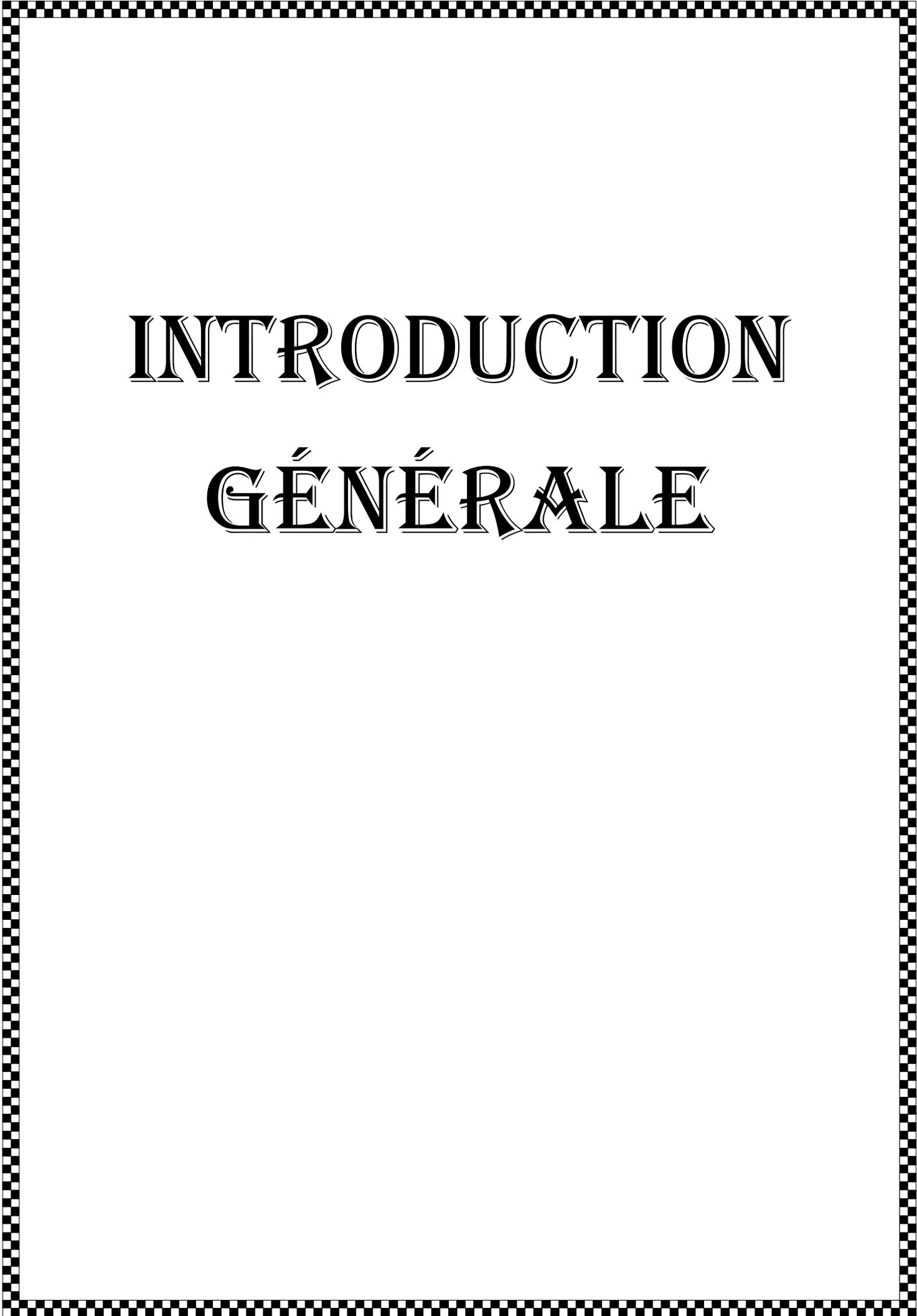


Figure 2 : Organigramme du complexe de CEVITAL.

A decorative border with a black and white checkerboard pattern surrounds the entire page.

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à controverser, vu que la machine a remplacé l'homme dans plusieurs tâches, il ne peut hélas assurer ce genre de tâches compte tenu de la délicatesse que jouissent ces tâches dans plusieurs domaines.

Elle consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles. Le système ainsi conçu sait prendre en compte les situations pour lesquelles sa commande a été réalisée.

Dans l'industrie, les automatisations sont devenues indispensables car ils permettent d'augmenter la productivité et la flexibilité et, d'améliorer la qualité ainsi que les conditions de travail. Ces automatisations sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain.

La réalisation d'un système automatisé nécessite un cahier de charge donné par le client qui contient les besoins de l'industrie, et le constructeur qui a pour mission de donner le bon choix des éléments à utiliser.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée sur l'automatisation de la fardeleuse en utilisant l'automate qui présente de meilleurs avantages vu sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajouté à tout ça, l'élaboration du grafcet et la supervision de ce système via le logiciel Win CC flexible.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux. Le premier chapitre sera dédié aux automates programmables ainsi que l'automate SIEMENS S7 300 et ses composantes d'une façon générale. Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation générale de la fardeleuse. Le troisième chapitre consiste sur l'automatisation de la fardeleuse, ainsi que la présentation de GRAFCET conçu et le dernier chapitre traitera la partie programmation et supervision de ce projet. Une conclusion générale couronnera ce modeste essai.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

I.1 Introduction

Un système est dit automatisé lorsque les opérations du système seront exécutées et enchaînées d'une situation initiale à une situation finale sans l'intervention humaine, et ce comportement est répétitif chaque fois que les conditions de ce qui caractérisent la situation initiale soient remplies.

Ce système de production assure des produits de qualités avec une grande rapidité et une grande précision.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables industriels et les systèmes automatisés.

I.2 Généralités sur les automates programmables industrielles

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante au Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors), qui réclamaient plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande [1].

L'Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un API est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage. C'est pour cela qu'il est, généralement, de construction modulaire [1].

I.2.1 Structure des API

Les API sont composés de:

- Processeur (CPU) ;
- Mémoire ;
- Interfaces d'entrée et de sortie ;
- Extensions entrées - sorties
- Alimentation.

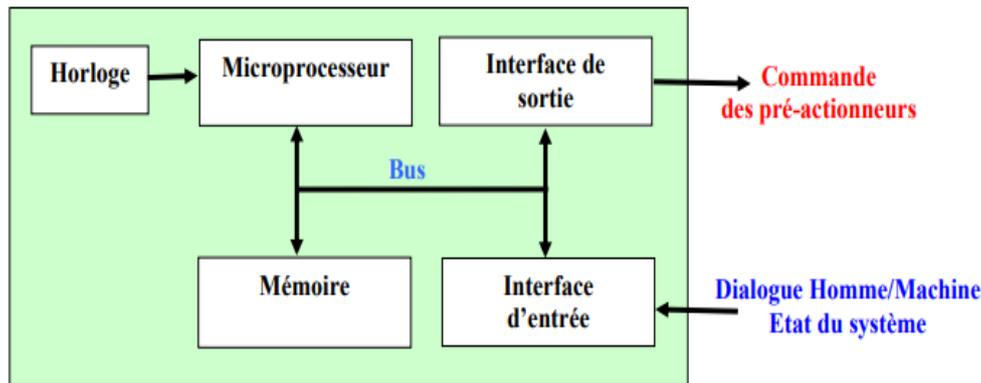


Figure I.1 : Structure interne d'un API. [2]

I.2.2 Description des éléments de l'API

I.2.2.1 Le processeur

Le processeur a pour un rôle principal de traiter et de gérer les instructions du programme et d'organiser les relations entre la mémoire et les interfaces.

I.2.2.2 La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs [3].

Il existe dans l'API plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- La conception et l'élaboration du programme par la RAM et l'EEPROM.
- La conservation du programme pendant son exécution par l'EPROM.

I.2.2.3 L'alimentation

Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240V AC et délivrent une tension de 24 V CC.

I.2.2.4 Interfaces et les cartes entrée/sortie [3]

- L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrées. Chaque capteur est relié à une de ses adresses.

- L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses.
- Le nombre des entrées et des sorties varie suivant le type d'automate.
- Les cartes d'E/S ont une modularité de 8,16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent une tension de 0-24V

I.2.2.4.1 Les cartes d'entrées [2]

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

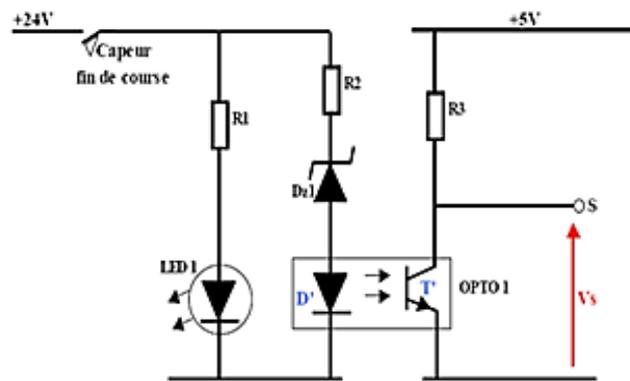


Figure I.2 : Exemple de la carte d'entrée typique d'un API [2].

I.2.2.4.2 Les cartes de sortie [2]

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande et celle de la partie opérative du système en garantissant une protection galvanique entre ces dernières.

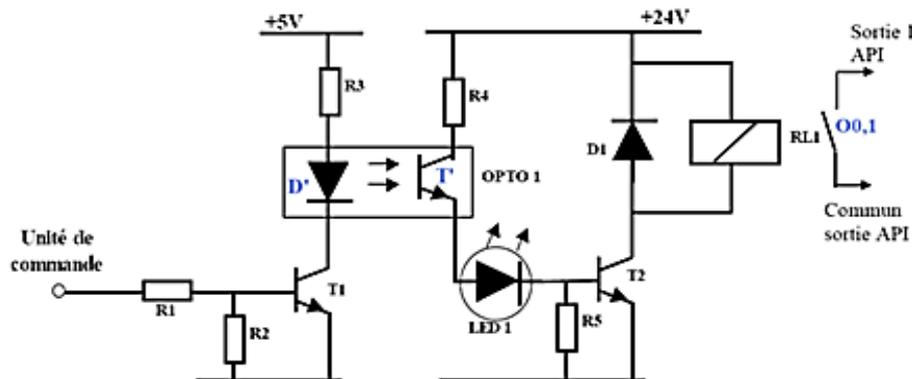


Figure I.3 : Exemple d'une carte de sortie typique d'un API [2].

Pratiquement, ils existent des cartes d'entrée / sortie, des cartes de comptage rapide, des cartes de commande d'axe, des cartes d'E/S analogiques, des cartes de régulateur PID, des cartes de communication et des cartes d'E/S déportées [1].

I.2.3 Les informations traitées par l'automate [1]

Les informations peuvent être de type :

- a) **Tout ou rien (T.O.R)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 1/ 0). C'est le type d'information délivrée par un détecteur TOR, un bouton poussoir, ...).
- b) **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...).
- c) **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

I.2.4 Traitement du programme automate [1]

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :



Figure I.4 : Fonctionnement cyclique d'un automate.

- a) **Traitement interne** : L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certaines paramètres systèmes (détection d'un passage en RUN / STOP, mises à jours des valeurs de l'horodateur, ...).
- b) **Lecteur des entrées** : L'automate lit les entrées de façon synchrone et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- c) **Exécution du programme** : L'automate exécute le programme instruction par instruction et l'écrit dans la mémoire image de sortie.

d) Ecriture des sorties : L'automate bascule les différentes sorties de façon synchrone aux positions définies dans la mémoire image de sortie.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate avec un fonctionnement cyclique.

I.2.5 L'alimentation des automates

I.2.5.1 L'alimentation de l'automate [1]

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230 V, 50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V etc. ...).

On doit ajouter à l'alimentation de l'automate un disjoncteur magnétothermique pour la protection de surcharges et de court-circuit. Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique (contacteur KM1).

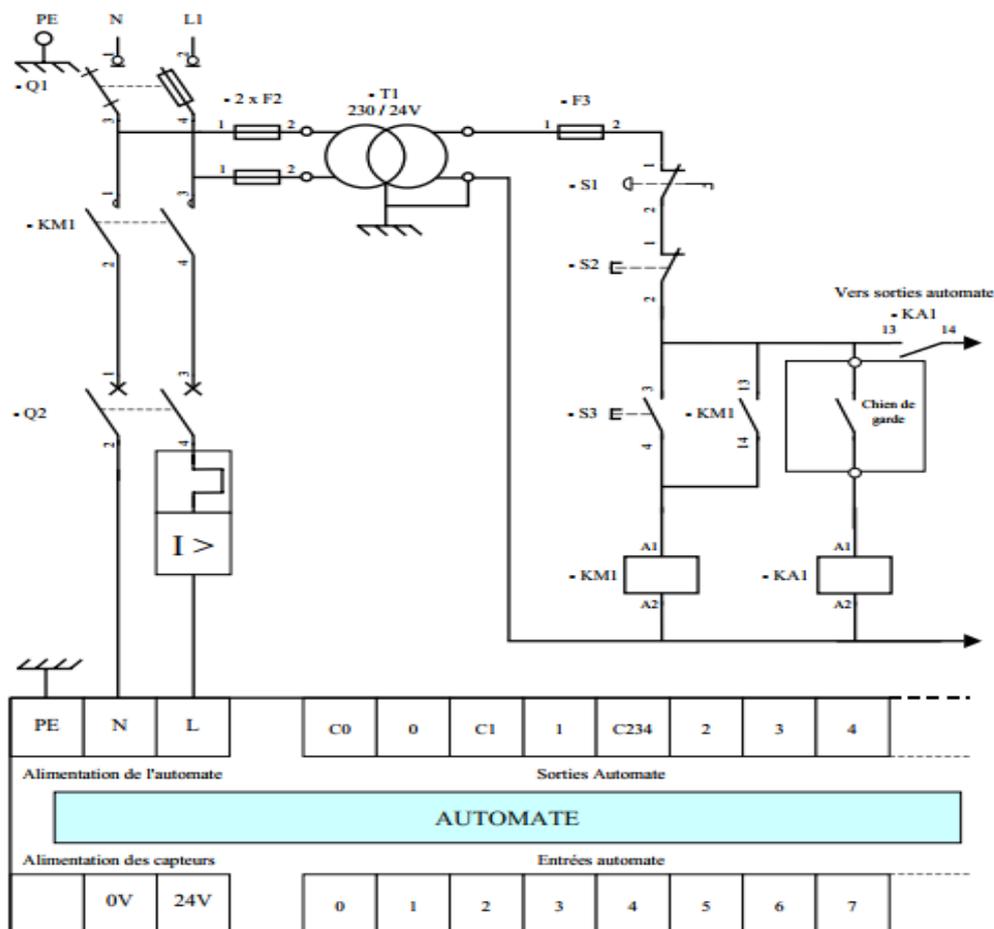


Figure I.5 : Alimentation de l'API.[1]

- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, la robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après-vente, la durée de la garantie, la formation.

I.2.7 Les langages de programmation des automates

Les API possèdent plusieurs langages de programmation, et chaque langage possède son propre format pour que les techniciens puissent élaborer des programmes pour les API sans aucune difficulté.

Il existe cinq langages qu'on peut utiliser pour la programmation des automates selon la norme CEI 1131-3 [5] :

- Le langage LD (Ladder Diagram).
- Le langage IL (Instruction List).
- Le langage FBD (Function Blocks Diagram).
- Le langage ST (Structured Text).
- Le langage SFC (Sequential Function Chart).

1.3 L'automate S7 300

L'automate S7 300 est un automate modulaire fabriqué par la firme SIEMENS, il possède une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'un système d'automatisation. Cet automate a la possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoints (MPI) et profibus et industrial Ethernet.



Figure 1.8 : L'automate S7 300.

I.3.1 Les modules de S7 300 :

Le S7 300 est un automate modulaire, il possède une gamme vaste des modules selon les besoins de cahier de charge. Le S7 300 est composé des modules suivants :

- Module d'alimentation (PS)
- Unité centrale (CPU)
- Modules de signaux (SM)
- Modules de coupleurs (IM)
- Modules de fonction (FM)
- Châssis d'extension (UR)
- Modules de communication (CP)

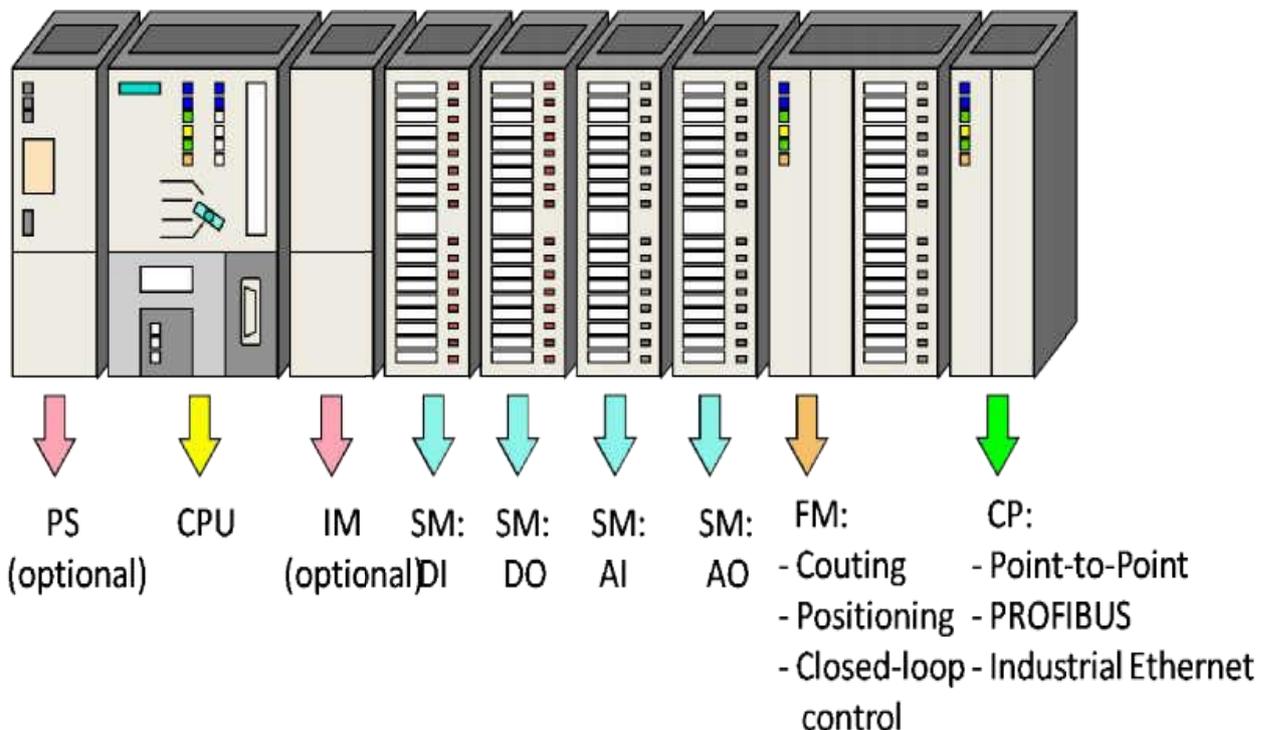


Figure 1.9 : les modules de S7 300.

I.3.2 Les caractéristiques de S7 300 :

L'automate S7 300 possède les caractéristiques suivantes :

- L'automate est très performant, optimal dans la résolution des problèmes
- Une vaste gamme diversifiée de CPU

- Programmation libre
- Possibilité d'extension
- Une large plage de température -25°C à +60°C

I.3.3 Les domaines d'application des API

Les automates programmables industriels sont utilisés dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyeurs, emballages...), ou dans les chaînes de production (automobiles, agroalimentaire...). Ils sont aussi de plus en plus utilisés dans les domaines de bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle de chauffage, de l'éclairage, de la sécurité d'alarmes.

I.4 Les systèmes automatisés [5,6]

Un système automatisé est un ensemble des constituants qui sont organisés et programmés pour réaliser et accomplir une tâche précise sans l'intervention humaine, il possède un rôle très important dans la production dont la rapidité, la quantité et la qualité du produit.

Un système automatisé est constitué d'une partie opérative et d'une partie commande. Pour que le système fonctionne, des consignes doivent être données par un opérateur à la partie commande (PC), ces consignes seront traduites en ordres qui vont être exécutés par la partie opérative (PO).

Si la partie opérative a exécuté tous les ordres qu'elle reçoit, elle donne une signalisation à la partie commande (PC) qui va transmettre le signal à l'opérateur, et ce dernier peut constater que son travail est réalisé.

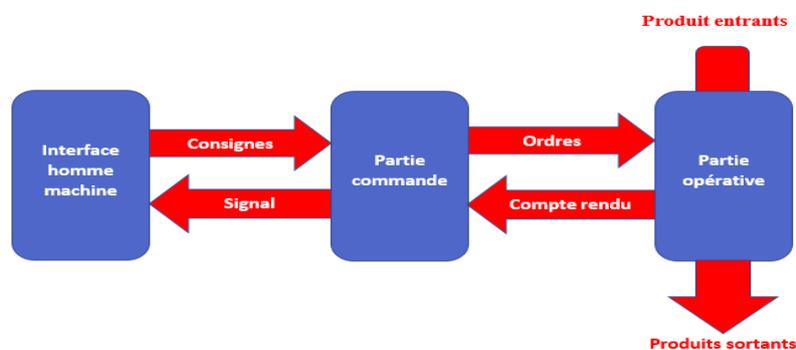


Figure I.10 : Structure d'un système automatisé.

I.4.1 La description des parties d'un système automatisé

I.4.1.1 La partie commande (PC) [3]

La partie commande est la partie qui donne les ordres à la partie opérative, et elle reçoit des informations à travers des capteurs et les détecteurs de la partie opérative, et les rétablit vers cette dernière à travers des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs, ...) et des actionneurs (vérins, moteurs, ...).

Les pré-actionneurs commandent les actionneurs par le transfert d'énergie (hydraulique, pneumatique, électrique, ...) pour les actionneurs.

I.4.1.2 La partie opérative (PO) [1, 3]

La partie opérative est la partie qui exécute les ordres de la partie commande par les pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs, ...) et actionneurs (moteurs, vérins, vannes, ...) qui transforment l'énergie électrique ou pneumatique ou hydraulique en énergie mécanique.

Sur la partie opérative, on trouve des capteurs et des détecteurs permettant d'acquérir les divers états du système.

I.4.2 Les objectifs de l'automatisation [7]

- Eliminer les tâches répétitives ;
- Augmenter la sécurité ;
- Simplifier le travail de l'humain ;
- Accroître la productivité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Maintenir la qualité.

I.4.3 Exemples des domaines d'utilisation des systèmes automatisés



a/ Remplissage des bouteilles.



b/ Fabrication automobiles.



c/ Les feux de circulation.



d/ Distributeur des billets de métro.

I.4.4 Les avantages et les inconvénients des systèmes automatisés [3]

I.4.4.1 Les avantages

- L'accélération de la capacité de production.
- La création des postes de travail pour les automaticiens.
- La souplesse d'utilisation

I.4.4.2 Les inconvénients

- Le coût élevé du matériel ;
- La suppression d'emplois ;
- La maintenance doit être structurée.

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit des systèmes automatisés et des automates programmables industriels d'une façon générale en expliquant la décomposition et la description de ses composants. Nous avons aussi présenté l'automate S7 300 et ses composants d'une façon générale.

CHAPITRE II

ETUDE ET DESCRIPTION DE
LA FARDELEUSE

CHAPITRE II

ETUDE ET DESCRIPTION DE LA FARDELEUSE

II.1 Introduction

La fardeleuse occupe une place très importante dans la chaîne de distribution, elle est destinée à mettre des bouteilles, des cartons, des boîtes, ...en fardeaux, la production de ces fardeaux se fait selon la taille et le produit.

Notre travail consiste à étudier la fardeleuse en déterminant la description de ces composants et ces différentes parties.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la description de la fardeleuse et ces composants, ainsi que son fonctionnement d'une façon générale.

II.2 La fardeleuse

II.2.1 Définition

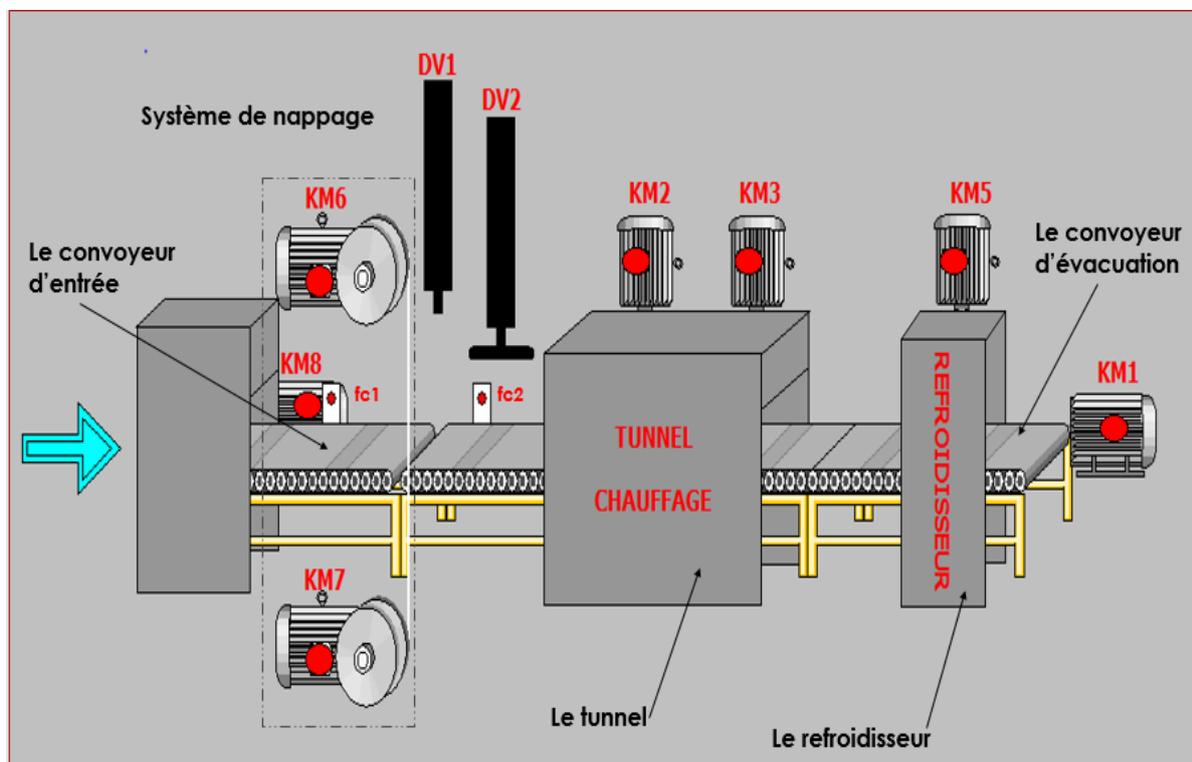


Figure II.1 : Vue d'ensemble de la fardeleuse.

La fardeleuse est une machine automatisée, elle a le rôle de mettre en fardeaux des bouteilles, des boîtes, ... etc. Le produit à mettre en fardeaux est empilé d'un film en plastique avant le passage dans un tunnel à l'air chaud pour que le film se rétracte et colle sur le produit et un ventilateur à l'air froid sert à refroidir et stabiliser le film.

II.2.2 Description des éléments de la fardeleuse

a) Le convoyeur d'entrée

Le tapis 1 reçoit les cartons à la rentrée de la fardeleuse, il est commandé par le moteur KM8.

b) Système de nappage

Il est constitué de deux bobines de film rétractable qui sont commandées par les deux moteurs KM6 et KM7 avec deux vérins pour la coupe de film.

c) Convoyeur d'évacuation

À la fin de tapis 1, on trouve un tapis 2 d'évacuation qui sert à transporter les cartons vers le tunnel et à la sortie de tunnel, ce tapis est commandée par le moteur KM1.

d) Le tunnel

Le tunnel est un four qui sert à chauffer et à rétracter le film afin de le coller sur les cartons, il est composé de deux turbines de moteurs KM2 et KM3 et des résistances pour créer de l'air chaud qui circule dans le tunnel.

e) Le refroidissement

A la fin du tunnel, se trouve un système de refroidissement qui est composé d'un ventilateur qui sert à refroidir le film sur le carton après sa rétraction dans le tunnel.

II.2.3 Le principe de fonctionnement de la fardeleuse

A l'arrivée du carton au niveau de la fardeleuse, un détecteur de proximité détecte l'arrivée de carton ce qui provoque le démarrage du moteur KM6 et KM7 des bobines du nylon 1 et 2 pour introduction le film sur le carton. Un autre détecteur à la sortie de tapis 1 détecte le carton avec le film, ce qui active les vérins 1 et 2 pour descendre et couper le film.

Après le carton se dirige vers le tunnel chauffant pour fondre et étalé le film bien sûr le carton et à la sortie du tunnel se trouve un ventilateur pour le séchage du film.

II.2.4 Description des capteurs, actionneurs, variateurs et pré-actionneurs utilisés

II.2.4.1 Les capteurs

Le capteur est un dispositif qui sert à transmettre des informations sur l'état d'un système à la partie commande, aussi il convertit les informations d'une grandeur physique en information exploitable d'une grandeur électrique, ils peuvent être des capteurs TOR, analogiques, numériques [11].

Dans la fardeleuse se trouve deux types de capteurs :

- Capteurs de proximité
- Capteurs de fin de course.

II.2.4.2 Les actionneurs

Les actionneurs sont des organes de la partie opérative qui exécute les ordres venant de la partie commande à travers des pré-actionneurs, ils convertissent l'énergie reçue en termes de tâche de programme d'un système automatisé.

La fardeleuse possède deux types d'actionneur :

- Les moteurs
- Les vérins

II.2.4.2.1 Les moteurs

Les moteurs sont des machines électriques qui servent à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique. Ils existent plusieurs types de moteurs mais les moteurs asynchrones sont les plus utilisés dans les applications industrielles en tenant compte de leurs rendements et de leurs excellentes fiabilités.



Figure II.2 : Moteur asynchrone triphasé.

La fardeleuse dispose de 07 moteurs [12] :

- Moteur KM1 de tapis 2 : 230V, 2.15A, 0.37KW, 1380 Tr/min, $\cos\phi=0.76$;
- Moteur KM2 et KM3 de ventilation de tunnel : 0.18KW, 0.55A ;
- Moteur KM5 de refroidissement : 0.08KW, 0.16A ;
- Moteur KM6 et KM7 d'introduction de film : 0.18KW, 0.55A ;
- Moteur KM8 de tapis 1 : 230V, 1.27A, 0.25KW, N=1300 Tr/min, $\cos\phi=0.81$.

II.2.4.2.2 Les vérins

Le vérin est un actionneur composé d'une partie fixe (tube cylindrique) et une partie mobile (piston), il sert à transformer une énergie hydraulique ou pneumatique en énergie mécanique.

On distingue deux types de vérins :

a) Vérin simple effet

Le vérin simple effet est un vérin qui est commandé dans un seul sens, il possède un seul orifice d'alimentation et le même orifice de refoulement avec une chambre, l'alimentation d'orifice fait entrainer le piston à sortir ou à entrer dans un seul sens. Le retour de piston s'effectuant à l'aide d'un ressort.

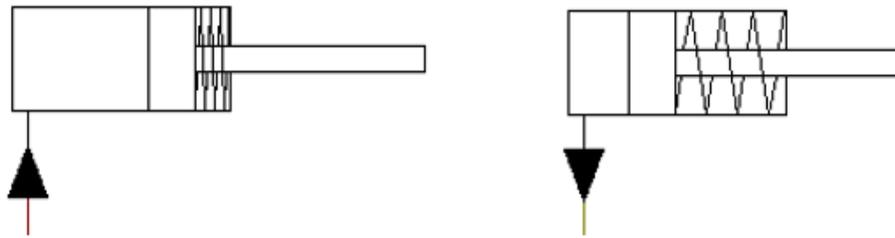


Figure II.3 : Vérin simple effet.

b) Vérins à double effet

Le vérin à double effet possède deux orifices et deux chambre, la sortie du piston s'effectuant en alimentant un orifice et pour rappeler le piston a sa position initiale il faut inverser l'alimentation vers l'autre orifice.

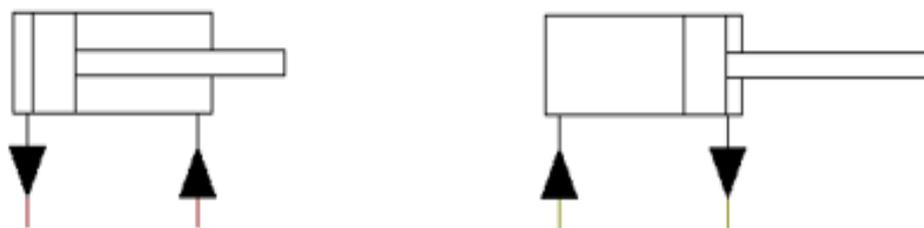


Figure II.4 : Vérin double effet.

Les vérins sont utilisés pour la coupe de nylon dans ce système.

II.2.4.3 Les variateurs de vitesse

Les variateurs de vitesse ont été créé pour les moteurs qui ont une vitesse de rotation constante tel que les moteurs asynchrones, les moteurs à courant continu. La variation de vitesse est obtenue en faisant varier la fréquence d'alimentation du moteur.

Dans la fardeleuse on trouve deux variateurs de vitesse de type ATV 11 HU09M2E qui assure une variation des deux moteurs, le moteur de tapis 2 KM1 et le moteur de tapis 1 KM8.



Figure II.5 : Variateur de vitesse ATV 11 HU09M2E.

II.2.4.4 Les pré-actionneurs

II.2.4.4.1 Les distributeurs

Le distributeur est un dispositif qui sert à alimenter et contrôler les circulations des fluides (hydraulique ou pneumatique) sous pression dans les canalisations qui aboutissent aux chambres de vérins. Il existe plusieurs types de distributeurs qui sont caractérisés par le nombre d'orifices et de position.

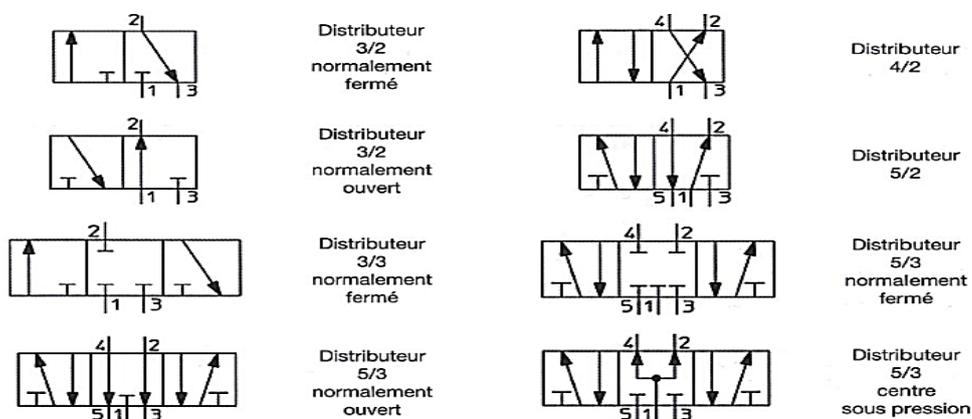


Figure II.6 : Quelques distributeurs.

II.2.4.4.2 L'électrovanne

L'électrovanne est une vanne commandée électriquement, ce dispositif a le rôle de transformer un signal électrique en signal pneumatique ou hydraulique, elle est destinée à commander des distributeurs par l'inversion de son fonctionnement.



Figure II.7 : Electrovanne montée sur un distributeur.

II.2.4.4.3 Les contacteurs

Le contacteur est un appareil commandé par un électro-aimant qui peut commander automatiquement ou manuellement des actionneurs, l'alimentation de la bobine crée un champ magnétique qui va permettre de fermer ou d'ouvrir les contacts du contacteur.

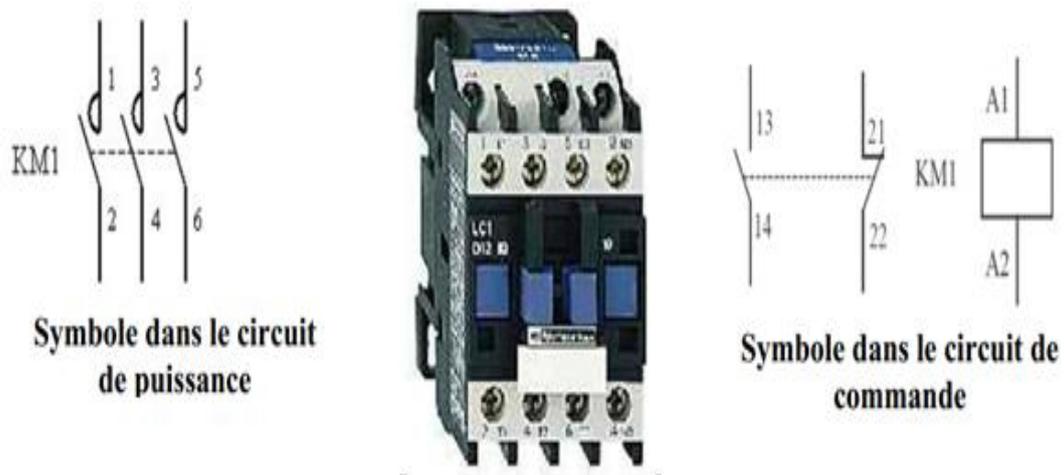


Figure II.8 : Contacteur. [13]

II.3 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté les différentes parties de la fardeleuse en expliquant le rôle de chaque partie, aussi on a présenté les actionneurs et les pré-actionneurs de la machine

Cette étude nous permettra de travailler sur la programmation et la supervision de la fardeleuse dans les chapitres suivants.

CHAPITRE III

AUTOMATISATION DE LA FARDELEUSE

CHAPITRE III

AUTOMATISATION DE LA FARDELEUSE

III.1 Introduction

La modélisation du comportement des systèmes automatisés nécessite une représentation graphique telle que le GRAFCET (Grphe fonctionnel de commande étapes et transitions).

Le GRAFCET répond particulièrement bien aux besoins de l'industrie dans des automatismes séquentiels. Il permet non seulement d'analyser le problème posé, mais également de recevoir une solution pour l'automate, quelle que soit sa technologie. C'est une méthode simple qui nous permettra, à partir d'un cahier de charges bien défini, de résoudre les problèmes d'automatismes séquentiels.

Dans ce chapitre, une description sur le GRAFCET et ses différentes parties sera exposée avant d'entamer la conception du grafcet de la fardeleuse.

III.2 Grphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions

Le GRAFCET diminutif de « **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes et **T**ransitions) ou le diagramme fonctionnel est un outil utilisé par les automaticiens ou les électromécaniciens pour la description d'un cahier de charge d'un système à automatiser [3].

Le GRAFCET est une représentation des étapes et transitions, il peut représenter graphiquement le comportement d'un automatisme suite à l'étude de son cahier de charge.

Le Grafcet est défini par un ensemble d'éléments graphiques de base tels que:

III.2.1 Etapes

Une étape est état permettant de réaliser complètement une ou plusieurs actions. Chaque étape est représentée par un carré numéroté.

La numérotation est réalisée par des chiffres ou des nombres entiers positifs dans un ordre croissant et ayant une signification particulière. Deux étapes différentes ne doivent jamais porter le même numéro.

Il existe deux types d'étapes :

- **Une étape initiale** : c'est l'étape qui représente l'état d'un système au repos. Elle est activée au début de cycle.
- **Une étape normale** : c'est une étape associée à une ou à plusieurs actions, elle peut être activée ou inactivée. Chaque étape lui est associée une variable binaire exprimant son activité :

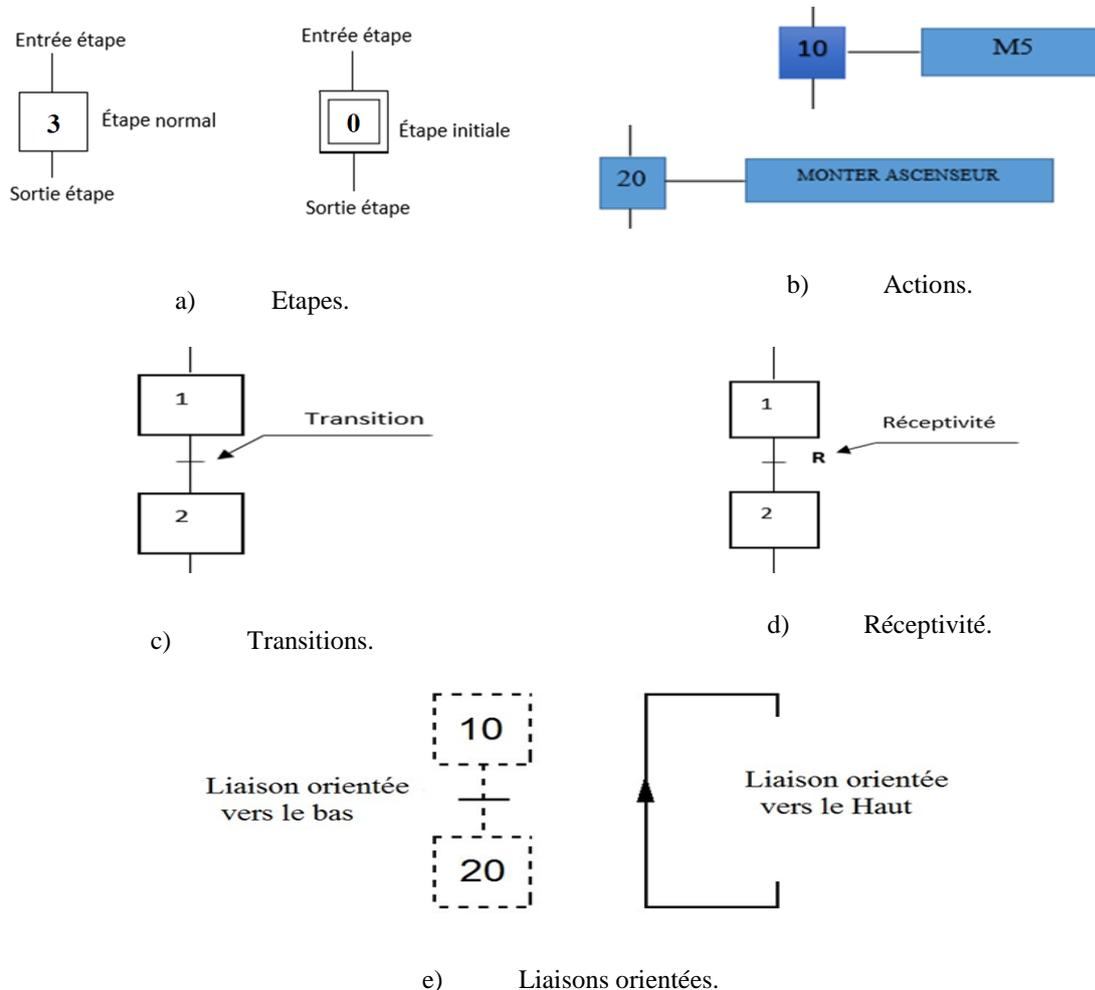


Figure III.1 : Eléments constituant un Grafcet.

III.2.2 Actions

Chaque étape est associée à une action ou à des actions à effectuer lorsque l'étape est active. Les actions sont décrites d'une façon littérale ou symbolique (selon le niveau du Grafcet utilisé) à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles situés à la droite de l'étape, reliés au symbole de l'étape à laquelle elles sont associées.

Dans le Grafcet du niveau 1, l'action est décrite d'une façon littérale et dans le Grafcet du niveau 2, l'action sera identifiée par des symboles.

III.2.3 Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système.

A chaque transition est associée à une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une d'étape à une autre [3].

III.2.4 Les réceptivités

La réceptivité associée à une transition est une fonction logique des entrées, des variables auxiliaires et/ou de l'activité d'étapes du GRAFCET. Elle peut s'écrire d'une façon littérale ou symbolique en utilisant des opérateurs ET, OU, NON, front montant et descendant. La réceptivité regroupe toutes les conditions et uniquement celles qui sont nécessaires au franchissement de la transition. Une réceptivité est dite vraie si la condition ou l'équation booléenne associée est vérifiée et égale à 1 [3].

III.2.5 Les liaisons orientées

Les liaisons relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Par convention, le sens naturel d'évolution est du haut vers le bas. Dans le cas différent, il faut indiquer le sens d'évolution par l'utilisation d'une flèche.

III.3 Niveau d'emploi du grafcet

III.3.1 Grafcet du niveau 1

Un niveau qui tient en compte les spécifications fonctionnelles du système. C'est la description de l'automatisme seul d'une façon générale, c'est-à-dire il ne prend compte que de l'aspect fonctionnel du cahier de charges. Il ne considère que les actions à réaliser et les informations nécessaires pour les obtenir, sans spécifier comment elles seront technologiquement obtenues [3].

III.3.2 Grafcet du niveau 2

Le Grafcet de niveau 2 tient en compte les spécifications technologiques. C'est une description complète de l'automatisme, il tient compte de toutes les contraintes du procédé, il est différent du grafcet de niveau 1 compte tenu de la nature et en particulier de la technologie des capteurs et des actionneurs utilisés.

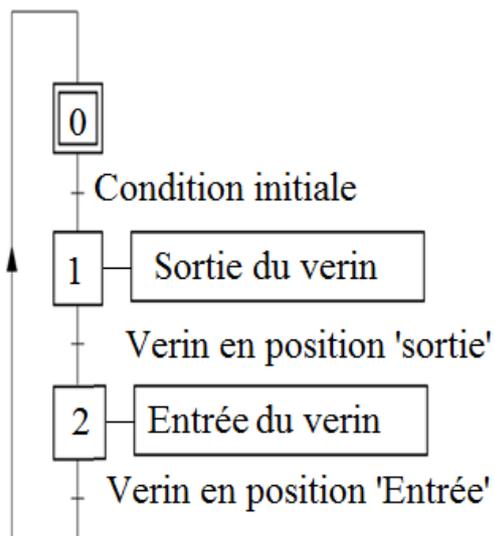


Figure III.2 : Exemple de Grafcet niveau '1'.

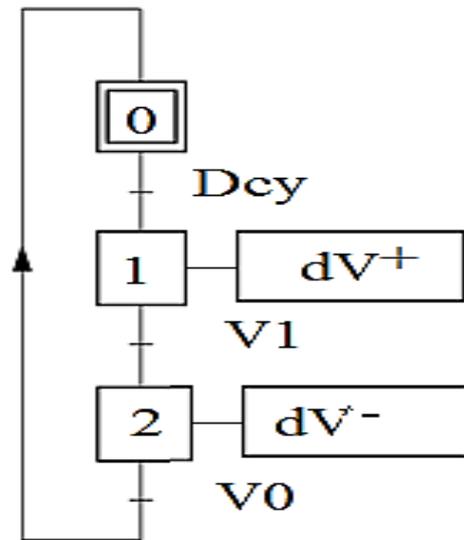


Figure III.3 : Exemple de Grafcet niveau '2'.

III.4 Règles d'évolution du Grafcet

III.4.1 Situation initiale

Un Grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant l'évolution du cycle. L'initialisation précise les étapes actives au début de fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le Grafcet en doublant les côtés des symboles correspondants.

III.4.2 Franchissement d'une transition

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées.

Le franchissement d'une transition ne peut se produire que si la transition est validée (étapes immédiatement précédentes actives) et si la réceptivité associée est vraie (équation logique associée égale à 1).

III.4.3 Évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition provoque simultanément [9]:

- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition.
- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes reliées à cette transition.

III.4.4 Transitions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

III.4.5 Activation et désactivation simultanées

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 [9].

III.5 Configurations courantes du grafcet

III.5.1 Séquence unique

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes que l'on active les unes après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape. La séquence est dite active si au moins une étape est active, elle est dite inactive si toutes les étapes sont inactives.

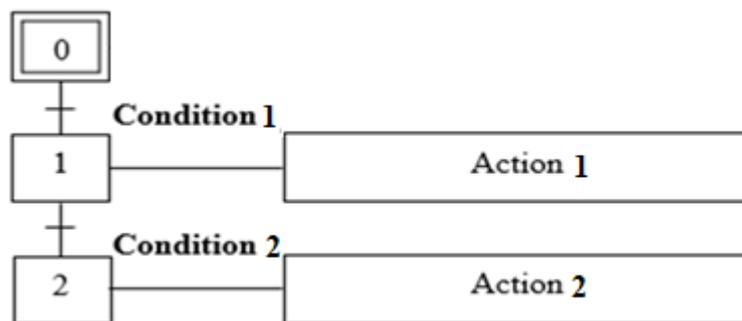


Figure III.4 : Séquence unique.

III.5.2 Séquence simultanées (ET)

Dans un cycle à séquences simultanées, les séquences débutent en même temps, finissent en même temps, mais les étapes de chaque branche évoluent de façon indépendante. En pratique, les étapes de fin de parallélisme ne comportent pas d'actions. De plus la transition de fin de parallélisme est souvent vraie.

III.5.3 Séquence exclusive (OU)

Une sélection de séquence est dite exclusive lorsque les réceptivités associées aux transitions ne peuvent pas être vraies simultanément. C'est-à-dire il y'a une seule transition qui doit être activée, pas les deux à la fois.

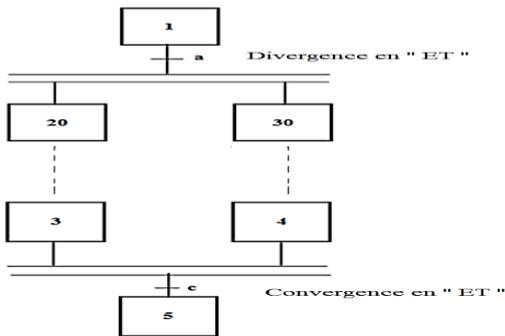


Figure III.5 : Séquence simultanée "ET".

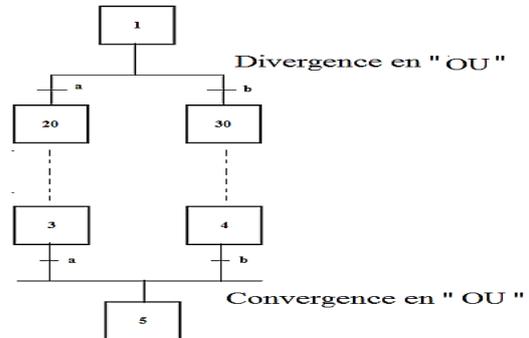


Figure III.6 : Séquence exclusive "OU".

III.5.4 Saut d'étapes

Le saut d'étape est une sélection de séquence permettant de sauter plusieurs étapes indésirables, en fonction des conditions d'évolution. Le saut d'étape comprend au minimum un saut d'une étape.

III.5.5 Reprise d'étapes

La reprise d'étapes permet de recommencer plusieurs fois si nécessaire une même séquence. La reprise de séquence doit comporter aux moins trois étapes, l'activation d'une étape comporte la désactivation de l'étape précédente et la validation de l'étape suivante.

Dans une boucle de reprise de séquence avec deux étapes, il n'est pas possible de remplir ces conditions. Le sens des flèches et la position des transitions sur les liaisons sont très importants.

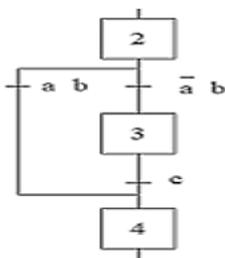


Figure III.7 : Séquence saut d'étapes.

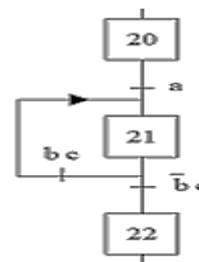


Figure III.8 : Séquence reprise d'étapes.

III.6 Cahier de charges

Après le choix du mode de fonctionnement (manuel ou automatique), un opérateur va donner une consigne de démarrage en appuyant sur le bouton de départ cycle (DCY), ceci va actionner les deux contacteurs (KM8 et KM1) pour démarrer les moteurs de tapis 1 et 2 qui vont amener le carton dans la fardeleuse.

A la présence d'un carton sur le tapis 1, un détecteur FC1 va le détecter et donner une consigne d'actionner les contacteurs (KM6 et KM7) des moteurs d'introduction du film sur le carton et actionner les contacteurs des moteurs du tunnel (KM2 et KM3) pour créer de l'aire chaud dans le tunnel ainsi que le moteur de refroidissement KM5.

Au moment où le carton traverse le tapis 1, un détecteur FC2 indique la présence d'un carton avec du film, ceci va dés-actionner les contacteurs (KM1, KM8, KM6, KM7) et actionner les distributeurs dV1 et dV2 pour sortir les tiges des deux vérins 1 et 2 pour couper le film.

A l'arrivée des deux vérins sur les deux capteurs de fin de course FC3_b et FC4_b, deux électrodes vont chauffer pendant une seconde pour souder et couper le film. A la fin de la temporisation les deux vérins 1 et 2 vont rentrer jusqu'à les deux capteurs FC3_h et FC4_h, ceci va actionner KM8 et KM1 des moteurs de tapis 1 et tapis 2, le tapis 1 pour amener un nouveau carton et le tapis 2 pour faire traverser le carton dans le tunnel.



Au cours de production si aucun carton n'est présenté sur le tapis 1, le moteur KM8 est arrêté et le moteur KM1 reste actionner pendant 15 secondes pour assurer l'évacuation des cartons vers la sortie du tunnel. Apes la temporisation, si le commutateur est en mode (cy/cy) va dés-actionner tous les moteurs et il retourne vers la situation initiale.

Si le commutateur est en mode AUTO les moteurs KM8 et KM1 sont actionnés et la présence d'un carton commencera un nouveau cycle.

Dans le tunnel on trouve une circulation de l'air chaud qui va coller le film sur le carton qui va ensuite passer par le refroidissement pour stabiliser le refroidir le film.

Dans le cas d'action d'un des relais thermiques ou d'une panne dans le système de production ou dans le cas qu'un opérateur appuie sur le bouton d'arrêt d'urgence, une consigne est adressée à l'automate pour forcer le grafcet vers la situation initiale, ce qui va arrêter tout le système.

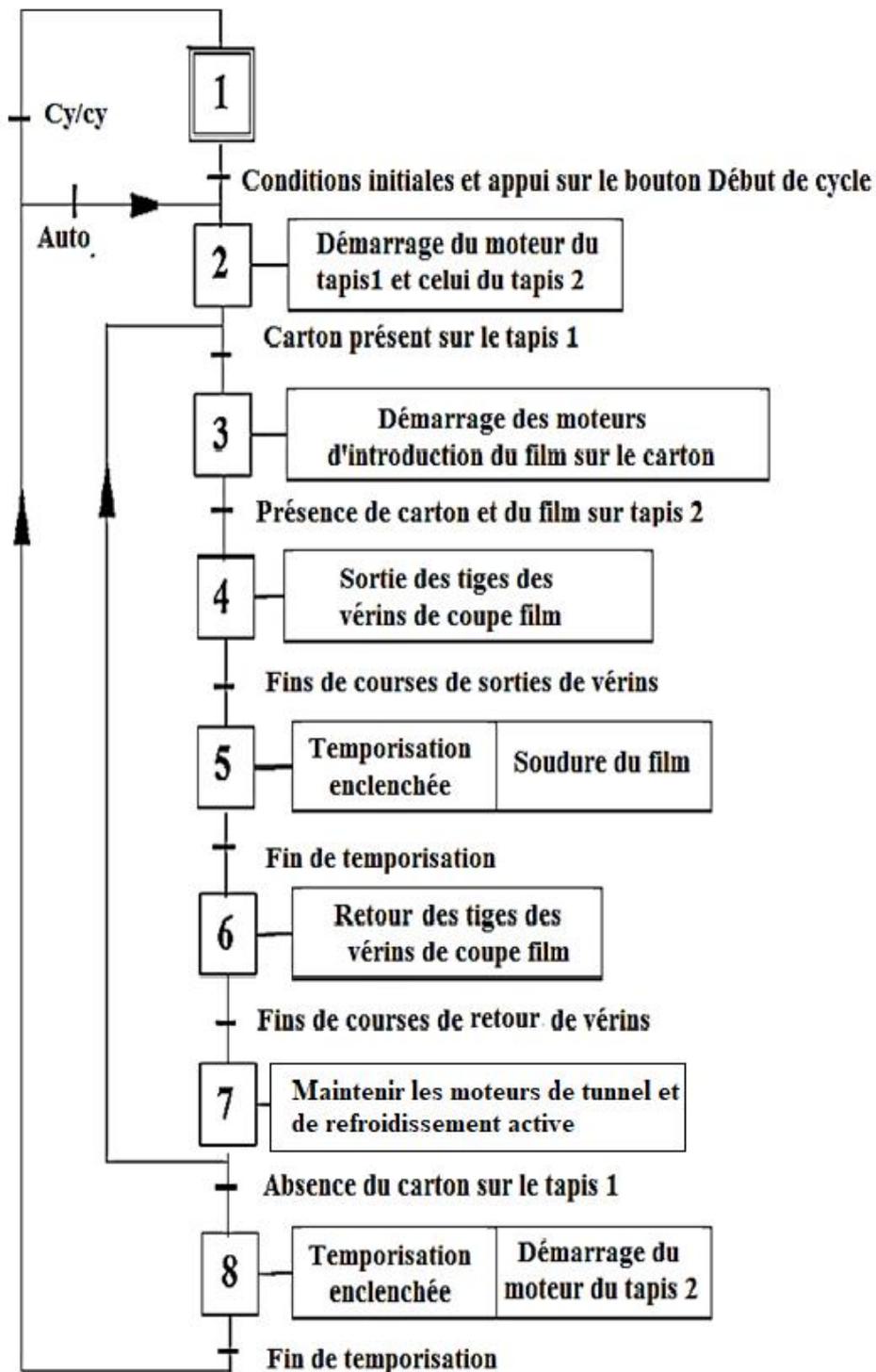
III.7 Nomenclature de la fardeleuse

Tableau III.1 : Description des éléments de grafcet.

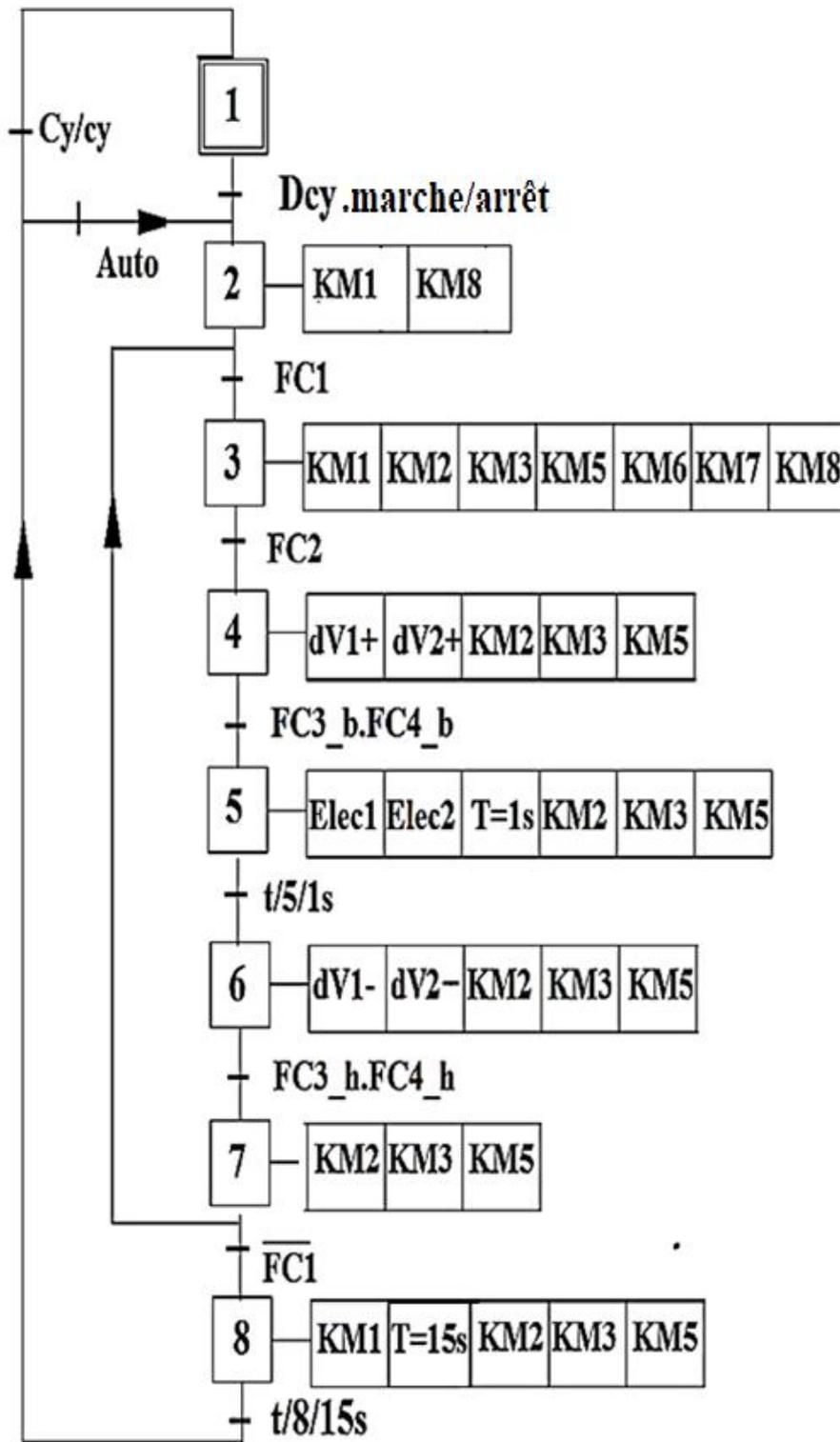
| Elément | Description |
|--|---|
| KM8 | Moteur de tapis 1 |
| KM1 | Moteur de tapis 2 |
| KM2, KM3 | Moteurs de tunnel |
| KM6, KM7 | Moteurs d'introduction du film |
| KM5 | Moteur de refroidissement |
| DCY | Bouton départ cycle |
| FC1 | Capteur de présence de carton sur tapis 1 |
| FC2 | Capteur de présence de carton avec film sur tapis 2 |
| FC3_b | Capteur de position basse du vérin 1 |
| FC3_h | Capteur de position haute du vérin 1 |
| FC4_b | Capteur de position basse du vérin 2 |
| FC4_h | Capteur de position haute du vérin 2 |
| Auto | Mode du choix automatique |
| Cy/Cy | Mode du choix Cycle par cycle |
| Elect1, Elect2 | Electrode de soudure et de coupe films |
| AUR | Bouton d'arrêt d'urgence |
| dV1⁺ - dV2⁺ | Sortie du vérin de coupe film |
| dV1⁻ - dV2⁻ | Entrée du vérin de coupe film |
| MARCHE/ARRET | Bouton marche et arrêt de la machine |

III.8 Grafset de la fardeleuse

III.8.1 Grafset de niveau 1



III.8.2 Grafcet de niveau 2



III.9 Conclusion

Le GRAFCET est un outil indispensable pour les systèmes automatisés car il sert à élaborer le cahier de charge afin d'avoir le fonctionnement souhaité du système.

Dans ce chapitre on a présenté le GRAFCET avec ces différentes parties, on a aussi présenté le GRAFCET de notre fardeleuse ainsi que son fonctionnement. Ceci nous permettra d'avancer et d'intégrer la programmation et la supervision dans le chapitre prochain.

CHAPITRE IV

PROGRAMMATION ET SUPERVISION

CHAPITRE IV

PROGRAMMATION ET SUPERVISION

IV.1 Introduction

L'automatisation est une technologie très indispensable dans les industries, les automates exécutent les tâches à travers des programmes et des instructions à suivre. Le programme doit être écrit par des langages déterminés en respectant des règles prédéfinies pour que l'automate puisse l'exécuter.

Dans ce chapitre, une description du STEP 7 SIMATIC est donnée et nous présentons aussi le programme de la fardeleuse avec le langage ladder.

Pour pouvoir suivre l'évolution du process, une supervision sera possible par une programmation sur Wincc flexible.

IV.2 Définition de STEP 7

Le STEP 7 est un logiciel de configuration et de programmation des automates programmable industrielles de la firme SIEMENS, il s'exécute sous un environnement Windows à travers une console de programmation ou d'un PC.

IV.3 Programmation sur step7

Le STEP7 dispose de trois langages de programmation, ainsi que d'une méthode utilisant le GRAFCET comme outil.

- a) **Langage liste (LIST)** : image textuelle proche du comportement interne de l'automate.
- b) **Langage logigramme (LOG)** : langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques).
- c) **Langage contact (CONT)** : suite de réseaux parcourus séquentiellement dont les entrées sont représentées par des interrupteurs et les sorties par des bobines.
- d) **Graph** : utilise le GRAFCET comme outil, qui permet de vérifier si le GRAFCET fonctionne correctement après une simulation.

IV.4 Les blocs

Pour réaliser la tâche d'automatisation, on doit charger dans l'automate les blocs qui contiennent les différents programmes et données. Les blocs existant sont (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme. [8]

a) Bloc d'organisation (OB)

Le dossier bloc contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser une tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC) qui contiennent les programmes.
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

b) Blocs fonctionnelles (FB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code, On lui associé un bloc de données d'instance DB relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Pour ce programme on a utilisé quatre blocs de ce type, programmé en langage GRAPH.

c) Blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas des instructions, ces données seront utilisées par d'autres blocs.

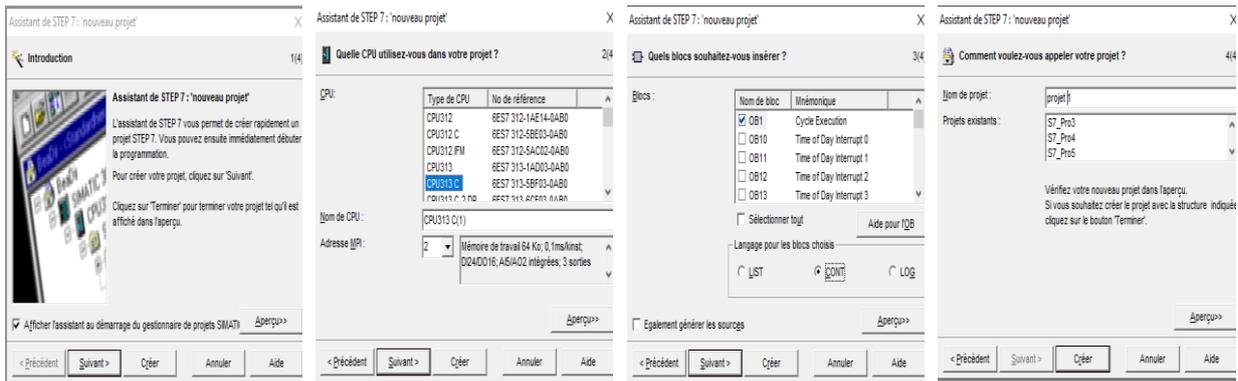
d) Bloc fonction (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

IV.5 Création d'un projet

IV.5.1 Démarrage de STEP 7

Le démarrage de STEP 7 est réalisé en cliquant deux fois sur l'icône « SIMATIC Manager » pour ouvrir la fenêtre d'assistant de STEP 7, on procède au choix de la CPU 313C et au choix du langage de programmation et à la nomination du projet.



Démarrage de STEP7

Choix de la CPU

Choix du langage

Nom de projet.

Figure IV.1 : Création d'un projet STEP 7.

Une fois que le projet est créé, le matériel est configuré, notamment par le choix d'alimentation, des E/S analogiques et TOR...etc.

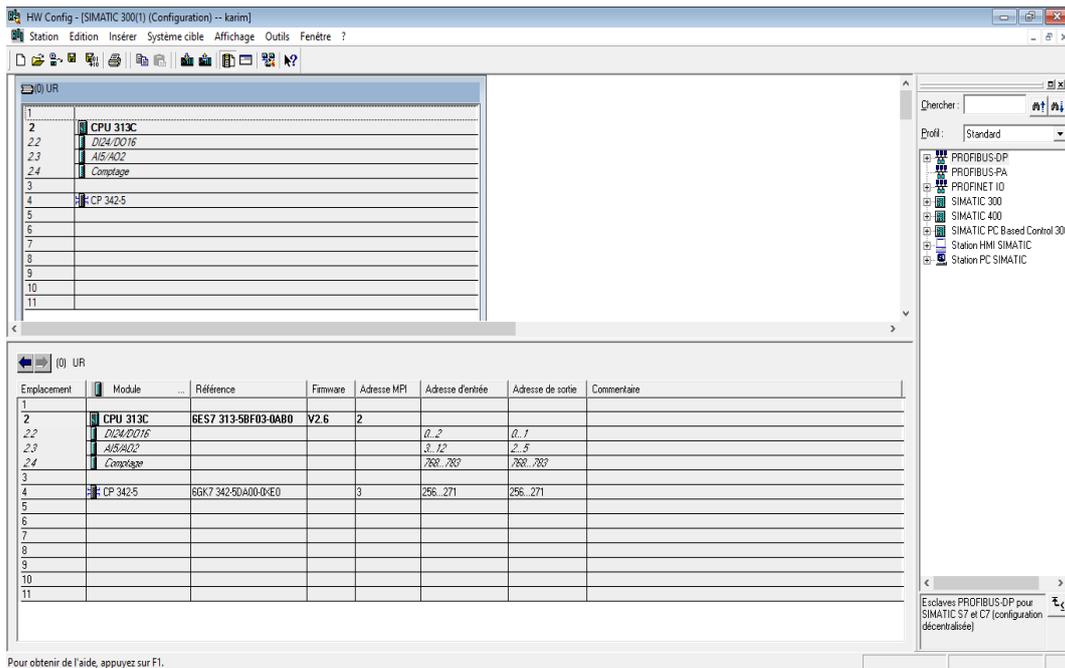


Figure IV.2 : Configuration du matériel.

IV.5.2 La table mnémonique

La table mnémonique permet d'affecter des noms à des adresses globales, accessibles à travers des blocs. Ils peuvent être des entrées (E), sorties(S), des mémotos (M), temporisateurs, compteurs, ...etc.

Les mémotos sont des bits internes de l'automate, par exemple : (M 0.0, M 0.1).

Tableau IV.1 : La table mnémorique.

| Mnémonique | Opérande | Type de données | Commentaire |
|-------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------|
| FC1 | E 0.1 | BOOL | Capteur présence carton |
| FC2 | E 0.2 | BOOL | Capteur présence carton avec film |
| FC3_b | E 0.3 | BOOL | Capteur position basse vérin 1 |
| FC3_h | E 0.4 | BOOL | Capteur position haute vérin 1 |
| FC4_b | E 0.5 | BOOL | Capteur position basse vérin 2 |
| FC4_h | E 0.6 | BOOL | Capteur position haute vérin 2 |
| AUR | E 0.7 | BOOL | Arrêt d'urgence |
| KM8 | A 0.0 | BOOL | Moteur tapis 1 |
| KM1 | A 0.1 | BOOL | Moteur tapis 2 |
| KM6 | A 0.2 | BOOL | Moteur d'introduction film |
| KM7 | A 0.3 | BOOL | Moteur d'introduction film |
| KM2 | A 0.4 | BOOL | Moteur de tunnel |
| KM3 | A 0.5 | BOOL | Moteur de tunnel |
| KM5 | A 0.6 | BOOL | Moteur de refroidissement |
| DV1+ | A 0.7 | BOOL | Sortie de vérin 1 |
| DV2+ | A 1.0 | BOOL | Sortie de vérin 2 |
| ELECT1 | A 1.1 | BOOL | Allumage d'électrode 1 |
| ELECT2 | A 1.2 | BOOL | Allumage d'électrode 2 |
| DV1- | A 1.3 | BOOL | Retour de vérin 1 |
| DV2- | A 1.4 | BOOL | Retour de vérin 2 |
| INIT | M 0.0 | BOOL | Initialisation |
| X1 | M 0.1 | BOOL | Etape 1 |
| X2 | M 0.2 | BOOL | Etape 2 |
| X3 | M 0.3 | BOOL | Etape 3 |
| X4 | M 0.4 | BOOL | Etape 4 |
| X5 | M 0.5 | BOOL | Etape 5 |
| X6 | M 0.6 | BOOL | Etape 6 |
| X7 | M 0.7 | BOOL | Etape 7 |
| X8 | M 1.0 | BOOL | Etape 8 |
| DCY | M 1.1 | BOOL | Départ cycle |
| AUTO | M 1.2 | BOOL | Mode automatique |
| CY/CY | M 1.3 | BOOL | Mode cycle par cycle |
| MARCHE/ARRET | M 1.4 | BOOL | Bouton marche et arrêt |
| Dep | MW 10 | WORD | |
| Dep2 | MW 12 | WORD | |
| Dep3 | MW 14 | WORD | |
| ALARME | MW 20 | WORD | |
| DEPLACEMENT | FC 1 | FC 1 | |
| SCALE | FC 105 | FC 105 | Scaling values |
| NIVEAU | MD 20 | REAL | Niveau de la bobine |

IV.6 Simulation

Après l'élaboration du programme du système à automatiser, nous arrivons à l'étape de la validation du programme par la simulation et la vérification de bon fonctionnement du système.

Pour cela, le logiciel S7 PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP 7, est utilisé.

L'application de simulation des modules S7 PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme simulé par le PC.

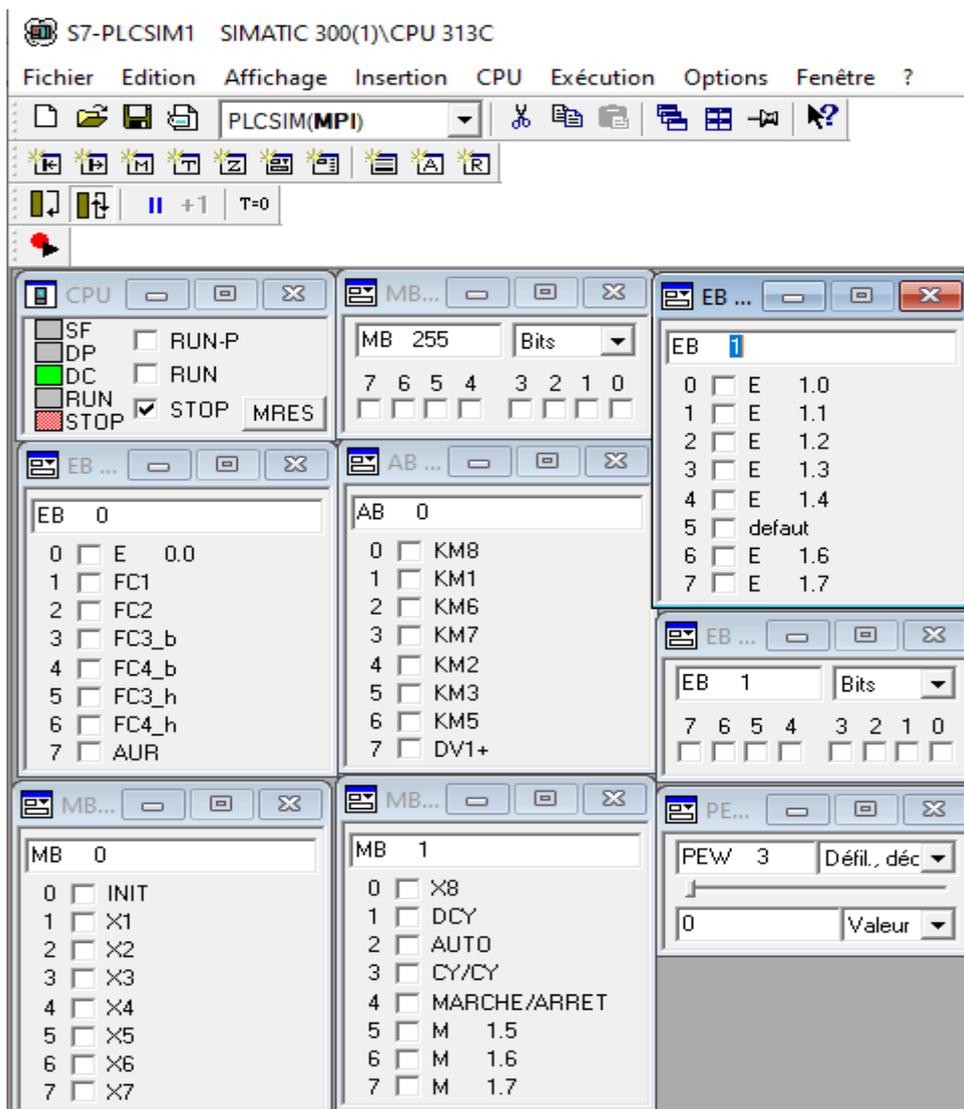


Figure IV.3 : Fenêtre de PLCSIM.

a) Condition initiales

Pour que l'étape initiale soit active, on doit actionner les conditions suivantes ou bien on actionne le bouton d'initialisation.

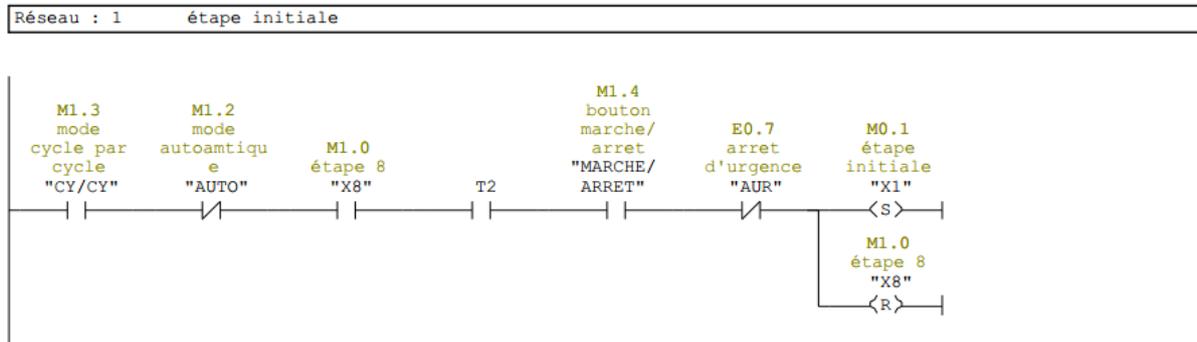


Figure IV.4 : Visualisation de l'étape initiale.

b) Etape de démarrage du tapis 1 et 2

L'étape initiale est active au début de cycle et avec l'action du bouton "marche/arrêt" et le bouton DCY, l'étape de démarrage des tapis 1 et 2 est activée.

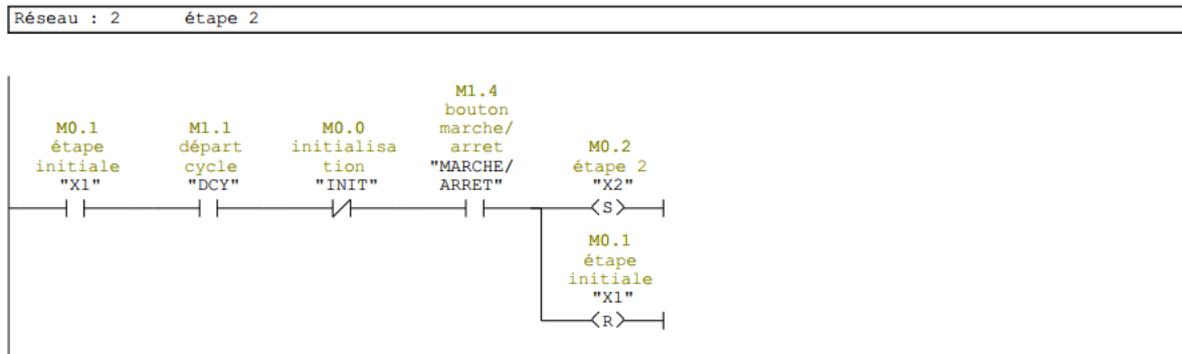


Figure IV.5 : Etape de démarrage de tapis 1 et 2.

c) Etape d'introduction de film

Le capteur (FC1) détecte la présence du carton, condition pour l'action de l'étape d'introduction du film.

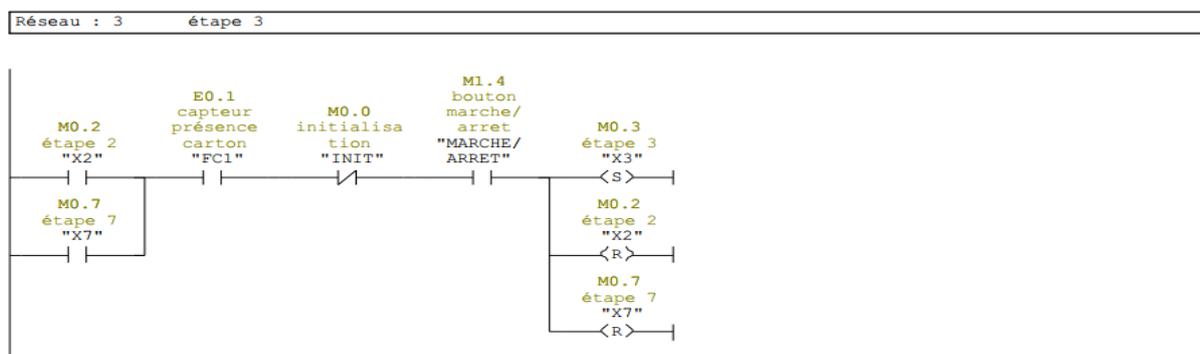


Figure IV.6 : Etape d'introduction du film.

d) Etapes de la soudure

L'étape de la soudure s'effectue en actionnant les étapes suivantes :

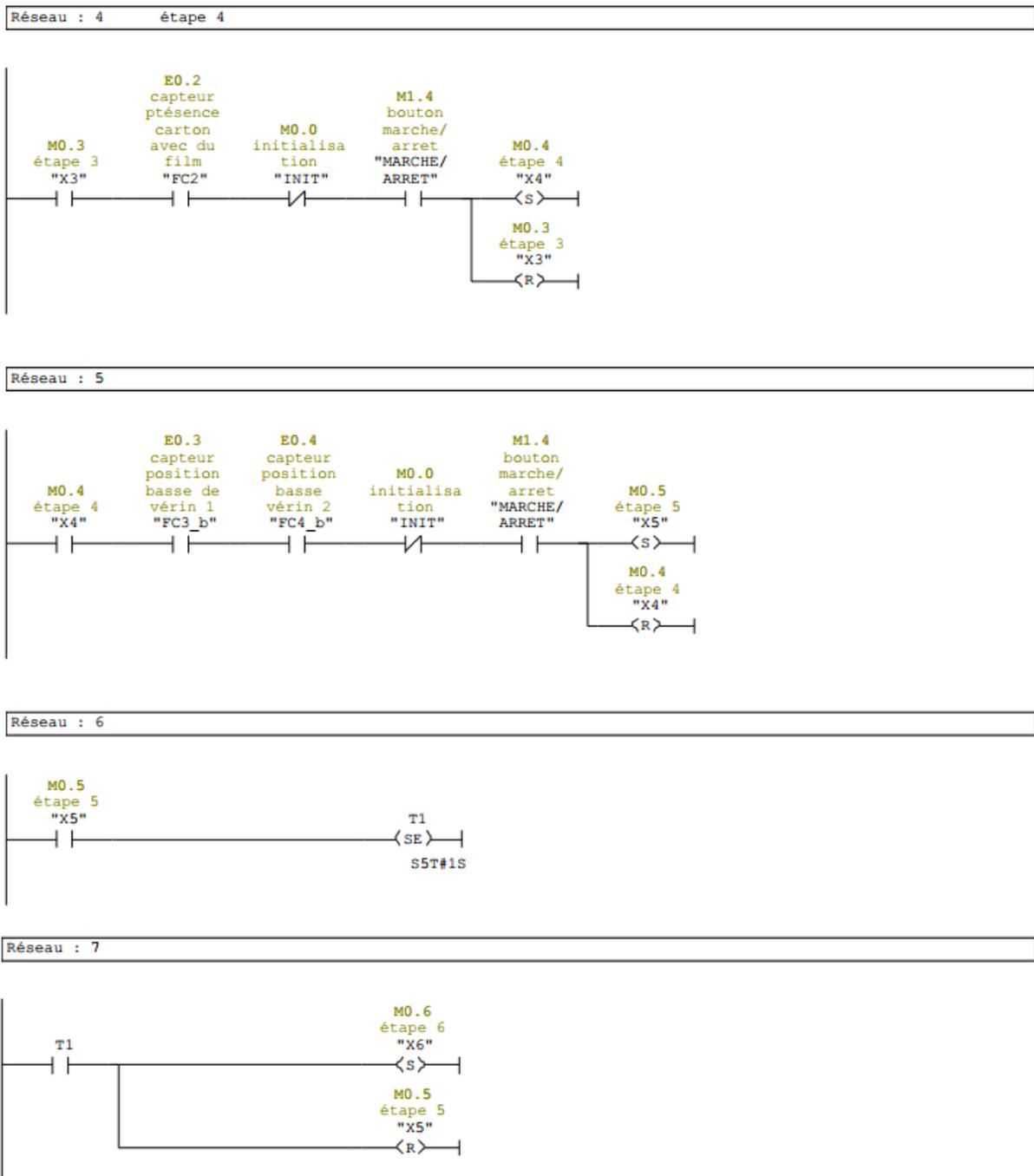


Figure IV.7 : Etape de la soudure.

e) Etape d'évacuation vers le tunnel

Après l'étape de la soudure, le tapis et l'actionnement des capteurs de fin de course hauts des vérins, le tapis 2 démarre pour amener le carton vers le tunnel pour chauffer et rétracter le film.

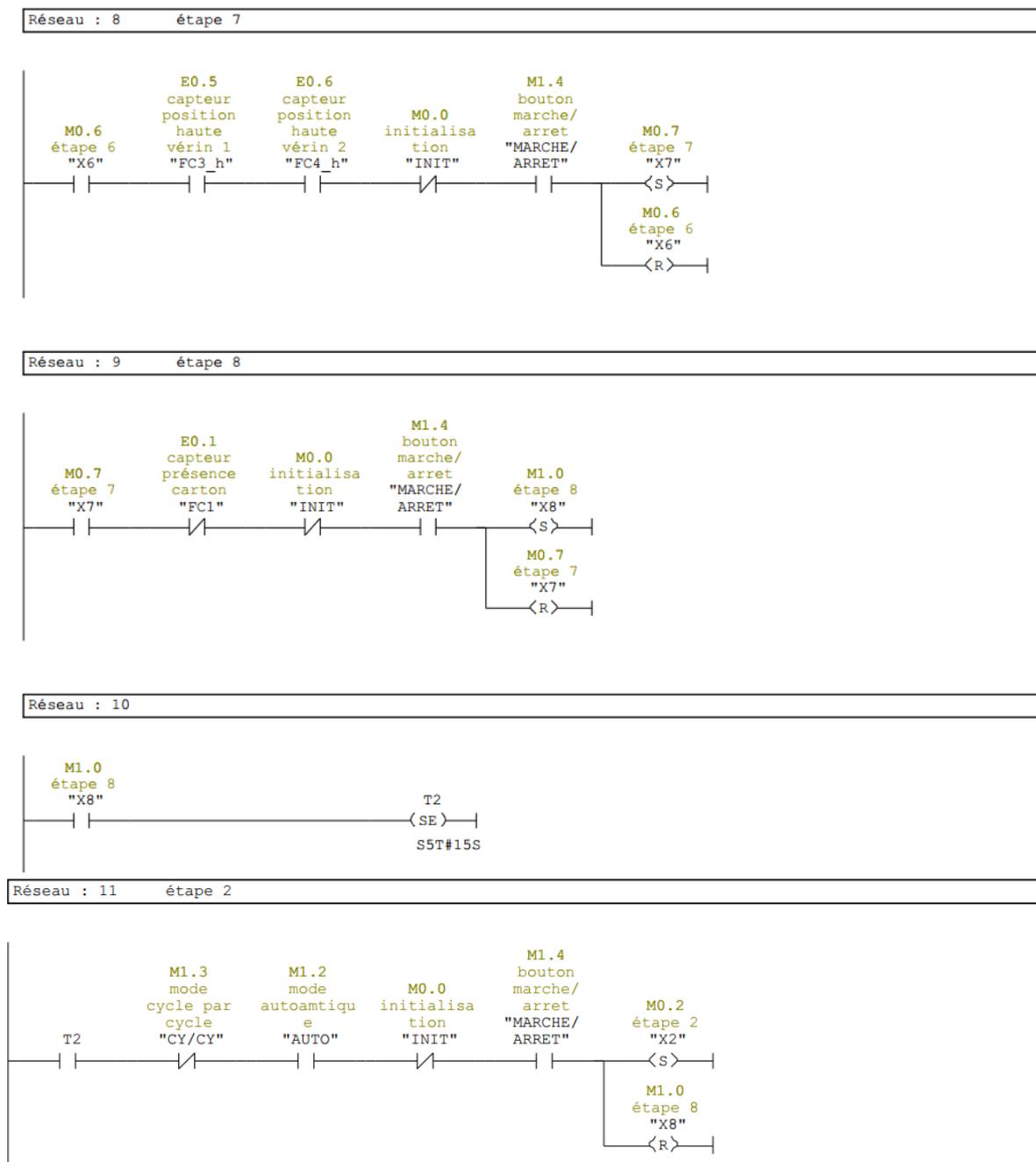


Figure IV.8 : Etape d'évacuation vers tunnel.

Dans le mode cycle par cycle, et à la fin du cycle, le système retourne à l'étape initiale. Mais dans le mode automatique, selon l'état de capteur FC1, le retour sera vers l'étape 2 ou l'étape 3.

- **Le bloc de niveau de la bobine**

Une alarme sera déclenchée, si le niveau de la bobine est inférieur à 15%. Et elle est désactivée si le niveau des bobines est supérieur à 15%.

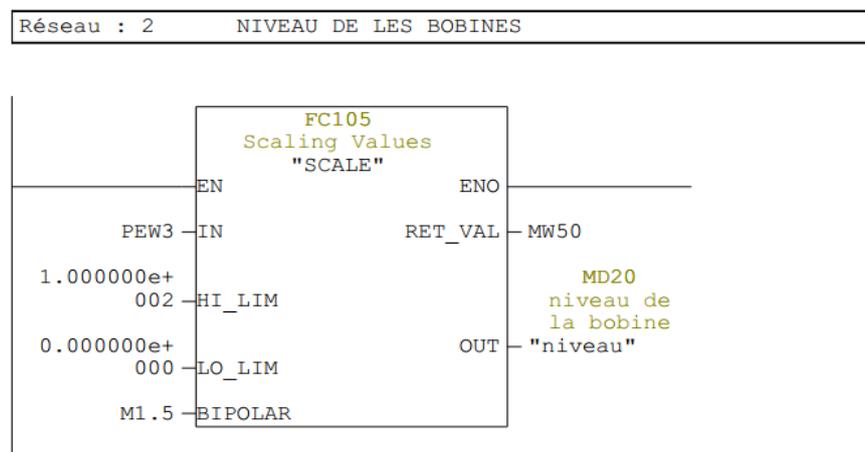


Figure IV.9 : Indicateur de niveau des bobines.

IV.7 La supervision

La supervision est une forme évoluée du dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantages pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle.

Le pupitre de supervision permet:

- De visualiser l'état des actionneurs et des capteurs ;
- D'afficher les alarmes ;
- D'agir sur les actionneurs ;
- De la détection des défauts ;
- La surveillance de processus à distance.

IV.7.1 Le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008

WinCC flexible est un système IHM (Interface Homme Machine) très performant développé par SIEMENS. C'est un outil flexible qui intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de technique de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC flexible permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tel que : affichage numérique, bibliothèque complète de symboles IHM, ...etc. [13]

IV.7.2 Intégration WinCC dans STEP 7

WinCC flexible s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP 7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP 7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi du temps et on évite aussi les sources d'erreurs dues à répétition de la saisie.

Pour intégrer le WinCC flexible dans un projet de STEP 7, on clique sur « Projet, intégrer dans le projet STEP 7 », puis on choisit le nom de projet dans la barre d'outils de WinCC flexible.

IV.8 Développement d'un système de supervision sur WinCC flexible

Nous avons réalisé 5 vues de contrôle pour cette station, donc à partir de ces vues on peut suivre et surveiller notre process.

a) Vue d'accueil

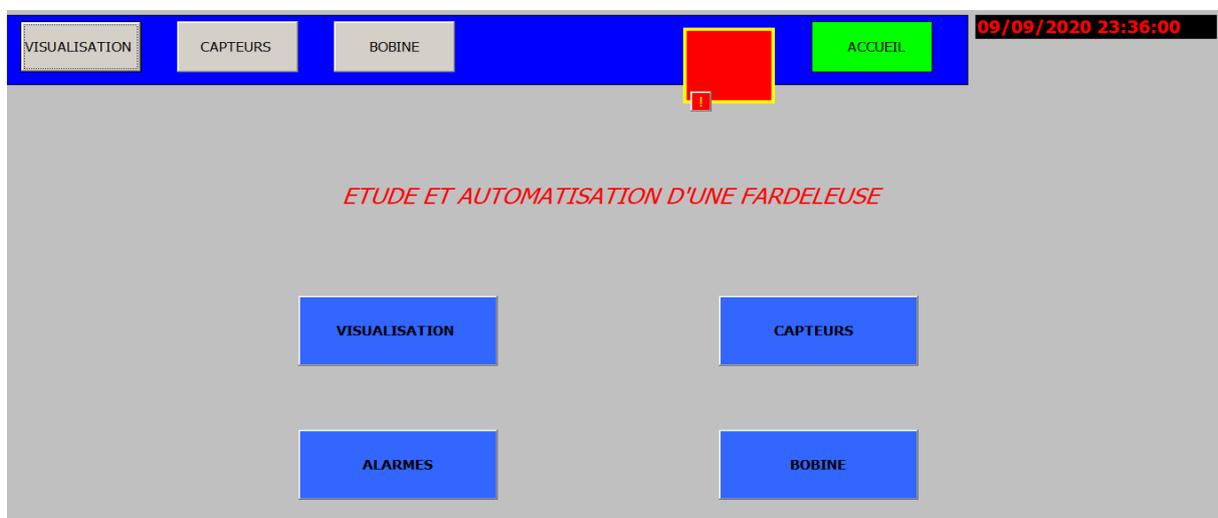


Figure IV.10 : Vue d'accueil.

Pour accéder aux autres vues on doit choisir la vue qu'on voudra dans la vue d'accueil. Cette vue possède un indicateur d'alarme et une horloge et des boutons qui conduisent vers les autres vues.

b) Vue d'alarme

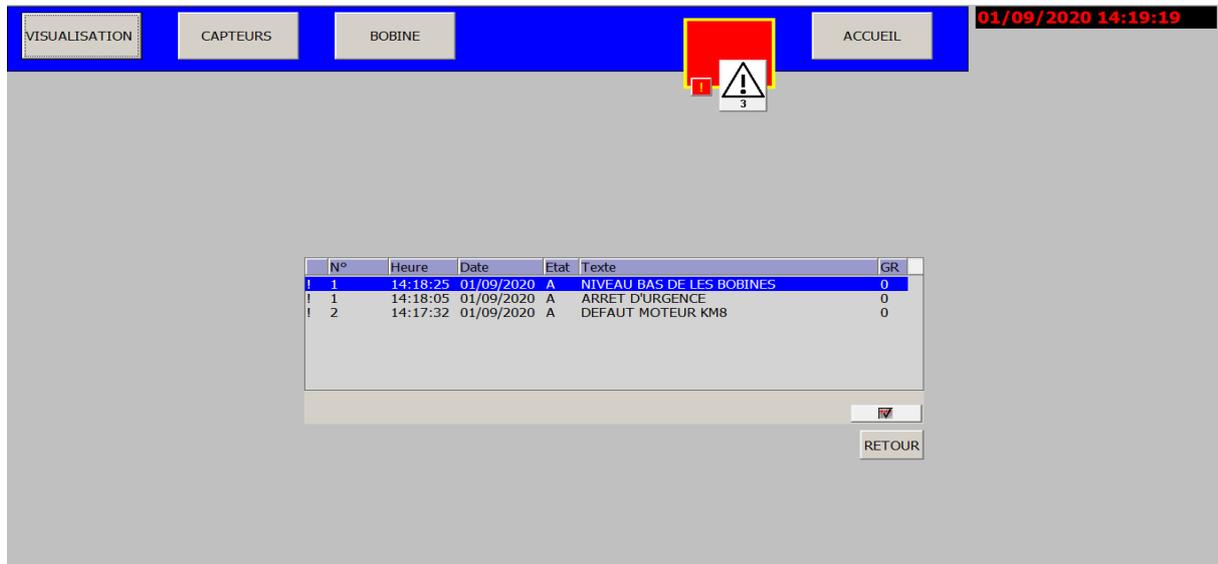


Figure IV.11 : Vue d'alarme.

Dans cette vue, on trouve un indicateur d'alarme qui sera visible si le niveau de la bobine est inférieur à 15% ou si le bouton d'arrêt d'urgence est actionné, on a aussi ajouté un exemple de défaut d'un moteur, on trouve aussi une fenêtre qui indique par un texte la cause de l'alarme avec un bouton d'acquiescement.

c) Vue de bobine

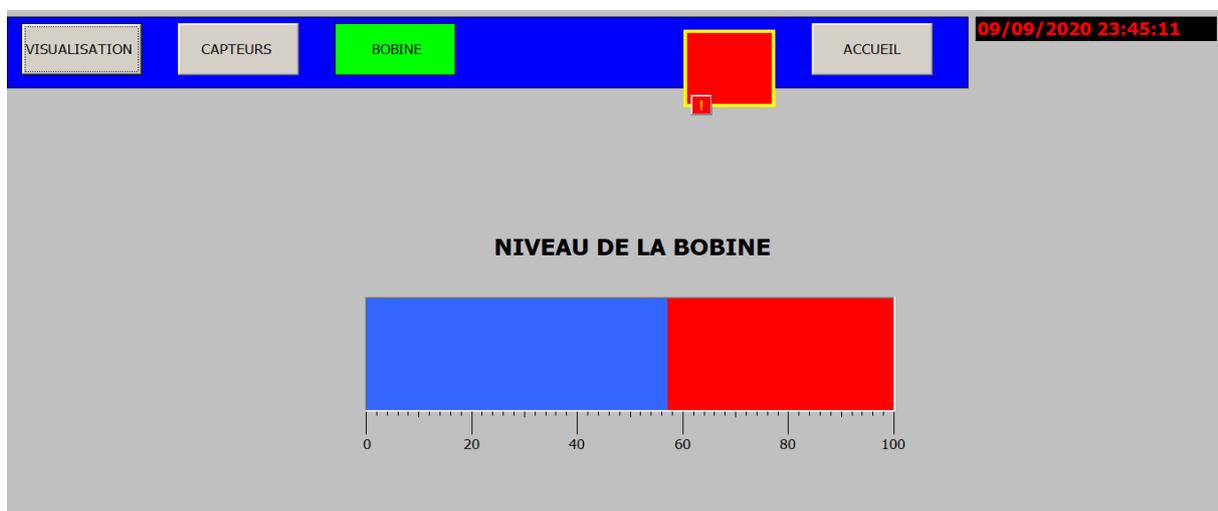


Figure IV.12 : Vue de la bobine.

Le rôle de cette vue est la visualisation de niveau de la bobine.

d) Vue de capteurs et actionneurs

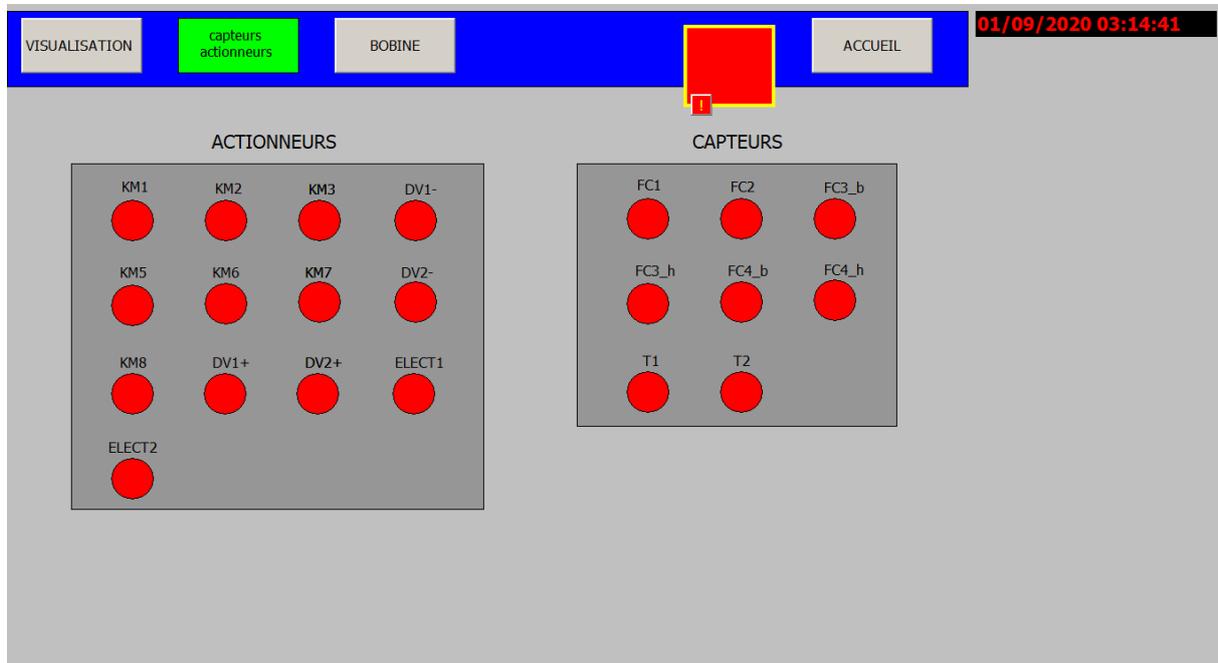


Figure IV.13 : Vue des capteurs et actionneurs.

Dans cette vue, on peut visualiser les capteurs et les actionneurs et les temporisations qui sont actionnés au cours de fonctionnement de la machine.

e) Vue de visualisation

Dans cette vue on visualise le fonctionnement de la machine.

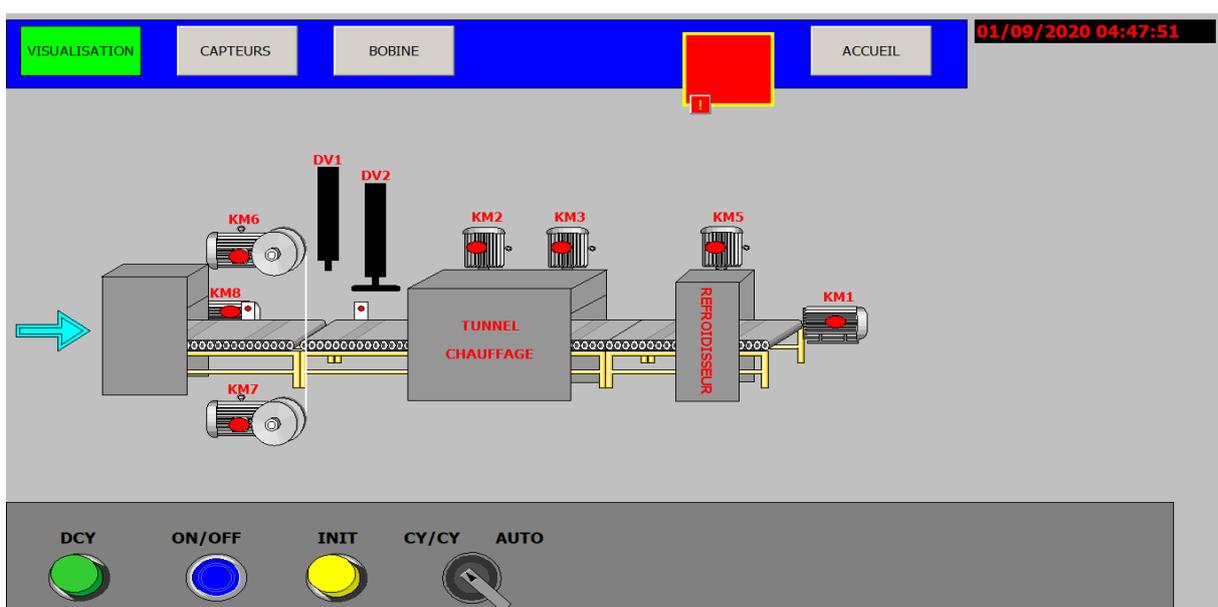


Figure IV.14: Vue du process.

Après l'actionnement du bouton marche/arrêt, on clique sur le bouton DCY, ce qui provoque le fonctionnement du moteur KM8 et KM1 pour amener le carton vers la fardeleuse. A l'arrivée du carton au capteur FC1, les moteurs d'introduction de films vont démarrer.

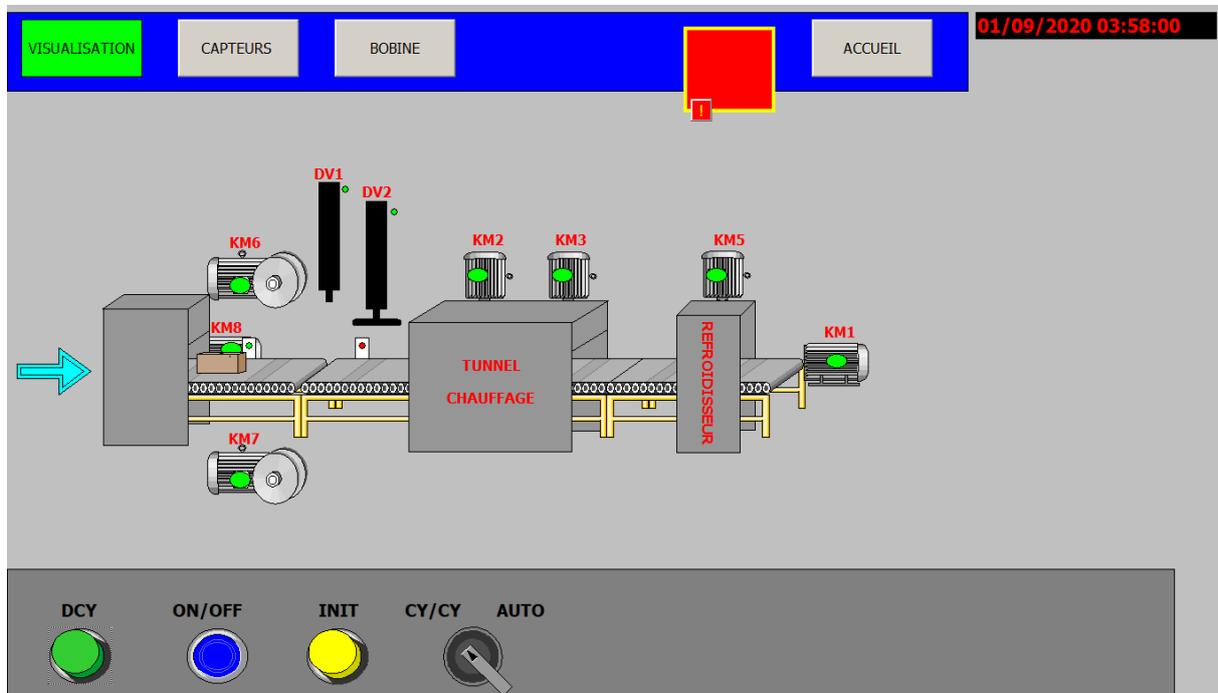


Figure IV.15: Presentation du carton sur tapis 1.

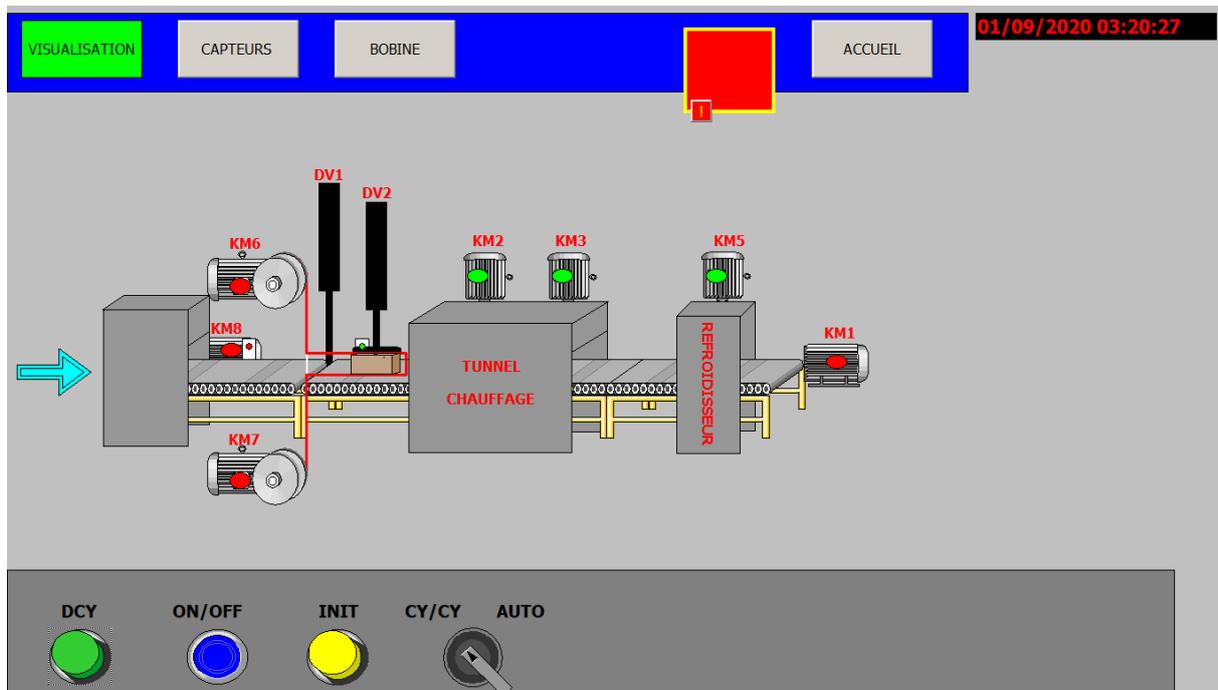


Figure IV.16: Arrivée du carton avec du film sur le tapis 2.

A l'arrivée de carton sur le tapis 2, le capteur FC2 détecte la présence du carton avec film, ce qui va arrêter les moteurs d'introduction de films et les moteurs des tapis pour faire descendre les vérins DV1 ET DV2 pour couper le film par des résistances qui vont chauffer pendant une seconde.

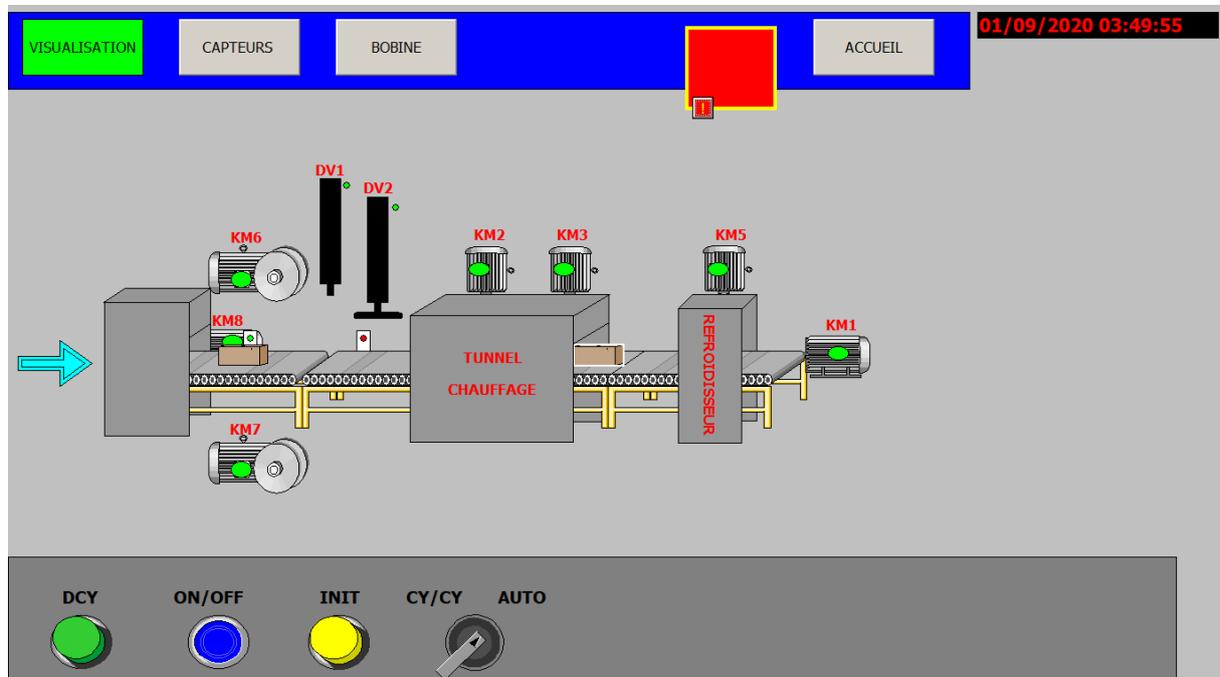


Figure IV.17: Sortie du carton dans le tunnel.

Après la soudure, les deux vérins rentrent et le carton se dirige vers le tunnel par le tapis 2 pour chauffer et rétracter le film et passer par le refroidisseur pour stabiliser le film et le refroidir.

IV.9 Runtime

Après avoir créé le projet et procéder à sa configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs.

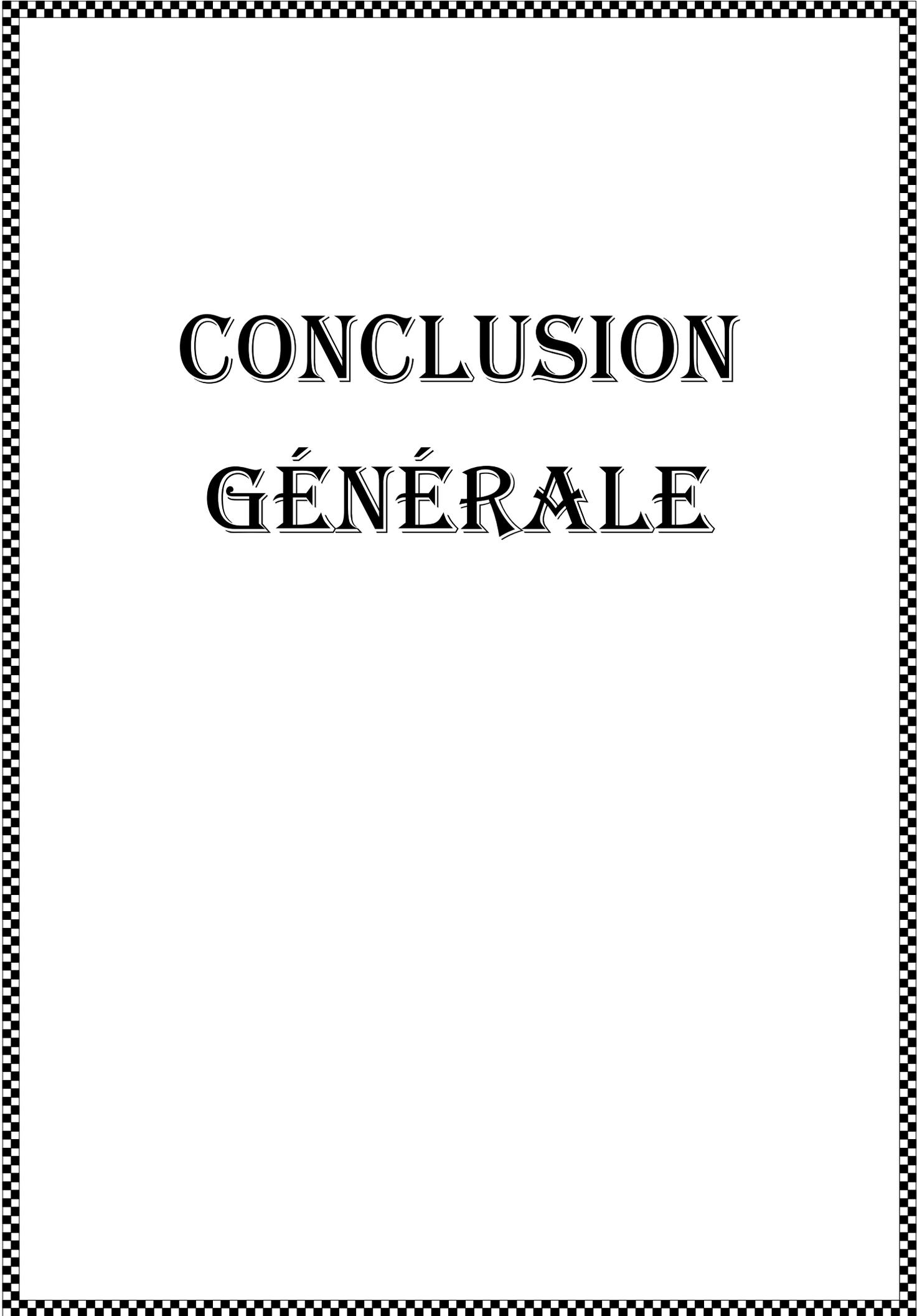
La simulation permet de détecter les erreurs à l'aide de simulateur SIMATIC WinCC RT Advanced.

Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du process, donc les tâches suivantes seront exécutées:

- Communication avec les automates.
- Affichage de vue à l'écran.
- Affichage des alarmes de Runtime actuelles [13]

IV.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents programmes qui nous permettrons de réaliser les tâches d'automatisation de la fardeleuse, aussi on a utilisé le WinCC Flexible qui nous a permet de visualiser et de superviser notre travail sur les vues de IHM.

A decorative border with a black and white checkerboard pattern surrounds the entire page.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins suivants :

- Simplifier le travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes.
- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement.
- Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations.
- Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de fournir des productions différentes par simple changement de programme.

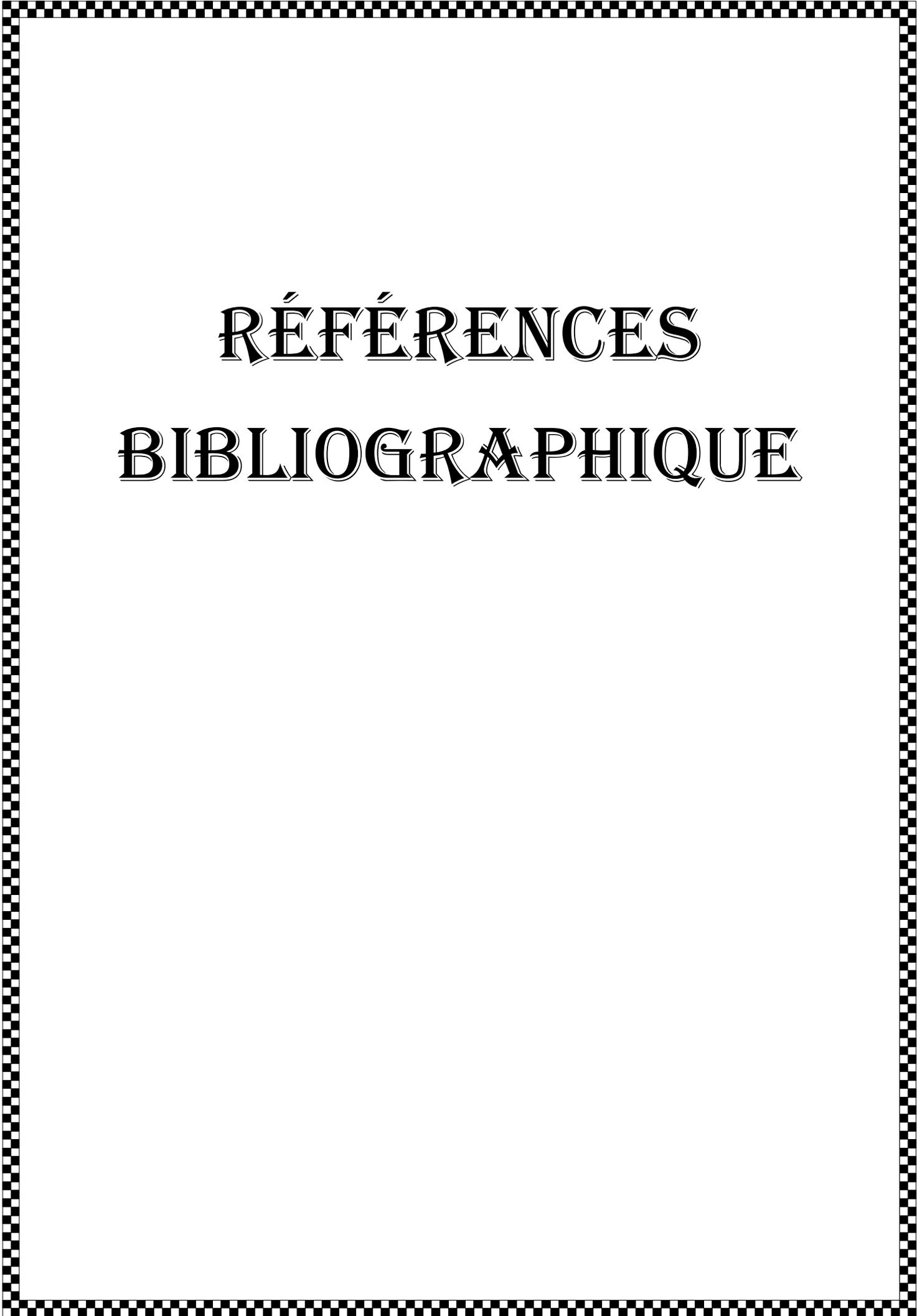
En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne.

L'objectif de notre travail est l'étude et l'automatisation d'une fardeleuse. Nous avons entamé notre travail par une analyse fonctionnelle du système proposé qui a abouti en premier temps à décrire le GRAFCET de notre fardeleuse ainsi que son fonctionnement en deuxième temps, par le choix de l'automate programmable S7-300 convenable pour notre application.

Ce travail nous a permis de se familiariser avec le logiciel STEP7 (en particulier sa version de simulation PLCSIM) intégrée à Win cc flexible.

En dernier lieu, le système de supervision permet à l'opérateur de connaître l'état d'avancement du processus en temps réel et d'intervenir directement sur le pupitre de commande à partir de la salle de contrôle. Le logiciel de supervision WinCC flexible permet de mettre en œuvre le système de supervision de l'installation étudiée d'une manière simple, efficace et facile à utiliser.

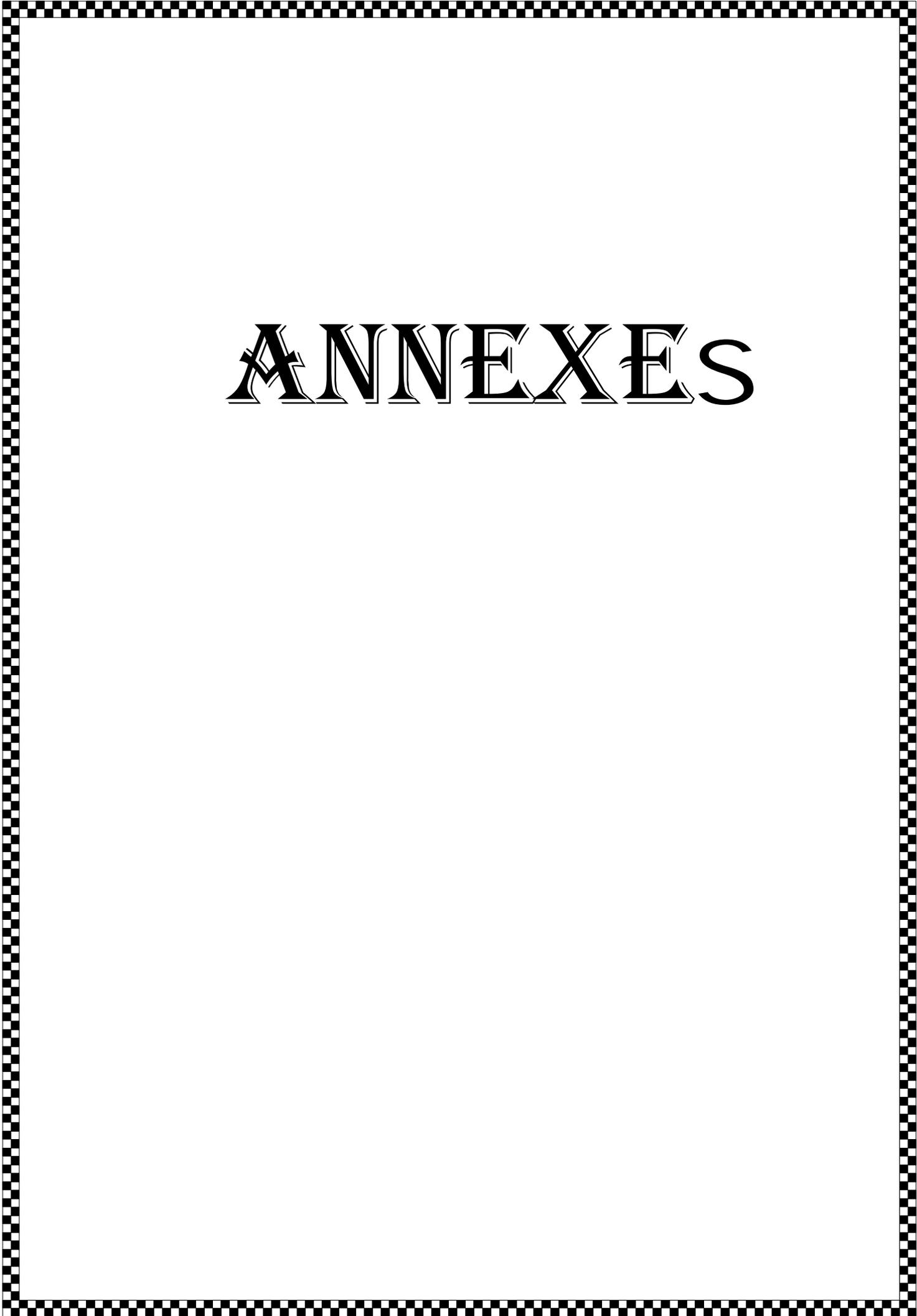
Toutefois, nous espérons que ce modeste travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.

A decorative border with a black and white checkerboard pattern surrounds the entire page.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

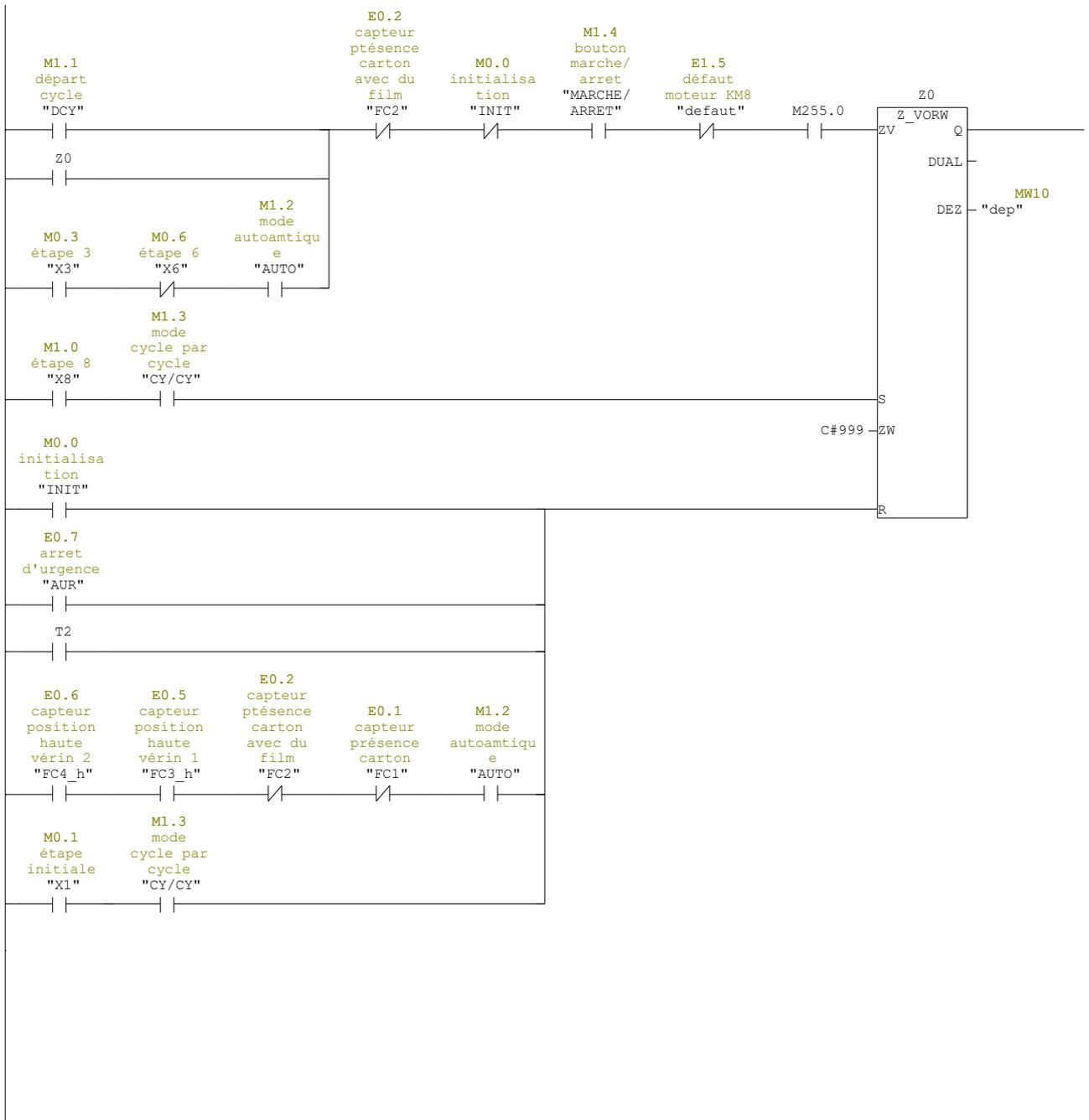
Référence bibliographique

- [1] ALAINE GONZANA, « les automates programmables industrielles », cours, 2004.
- [2] Mr ROIZOT Sébastien, « Etude des automates programmables industriels (API) », cours (BAC STI GE).
- [3] L. Bergougnoux, « A.P.I. AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS ». Polythèque Marseille, cours, 2004/2005.
- [4] SLIM BEN SAOUD, « les automates programmables industrielles (API) ».
- [5] WILLIAM BOLTON, « Automates programmable industriels », DUNOD, Paris, 2015.
- [6] FILLIPE LE BRUN « Automates programmable industriels », décembre 1999.
- [7] C. VRIGNON et M. THENAISIE, « L'automatisation », cours PowerPoint, ISTIA, école d'ingénieurs de l'université d'Angers, 17 octobre 2005.
- [8] KERKOUR Walid, « Etude et Conception d'un programme pour l'unité Décoloration de Sucre CEVITAL », mémoire fin d'étude de master automatique, Université Abderrahmane Mira Bejaia, 2015.
- [9] Dr Mohamad KHALIL, « Automates et Informatique industrielle », Centre Universitaire de technologie franco –libanais –CUT.
- [10] Site officiel de CIVITAL www.cevital.com, date de consultation : 20/07/2020.
- [11] H. GEORGE, « Capteurs en instrumentation », Edition DUNOD, Paris, 1999.
- [12] « documentation interne de CEVITAL », juillet 2008.
- [13] manuel d'utilisation WinCC flexible 2008.

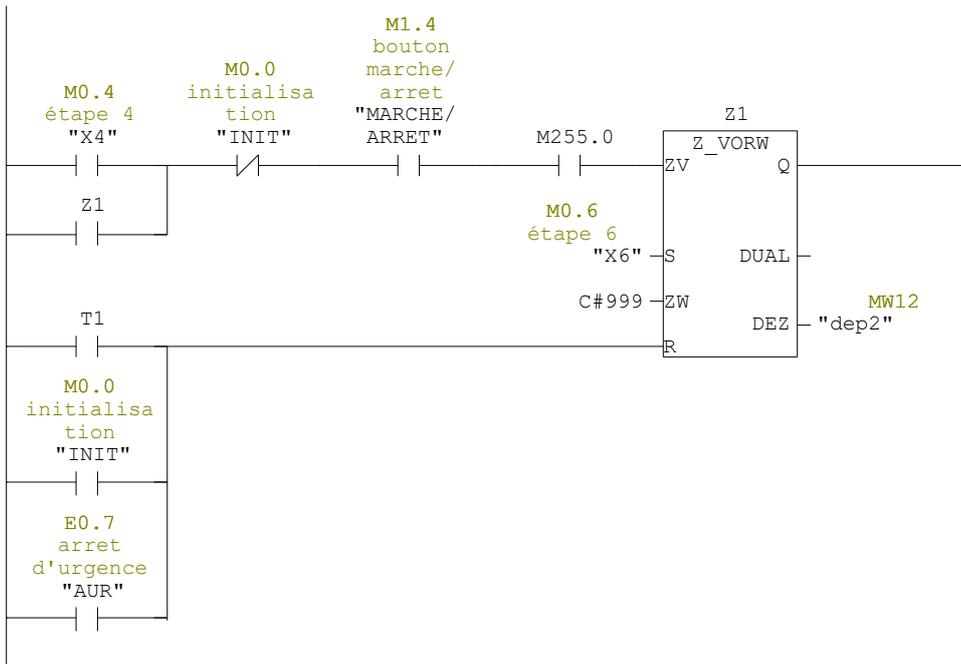


ANNEXES

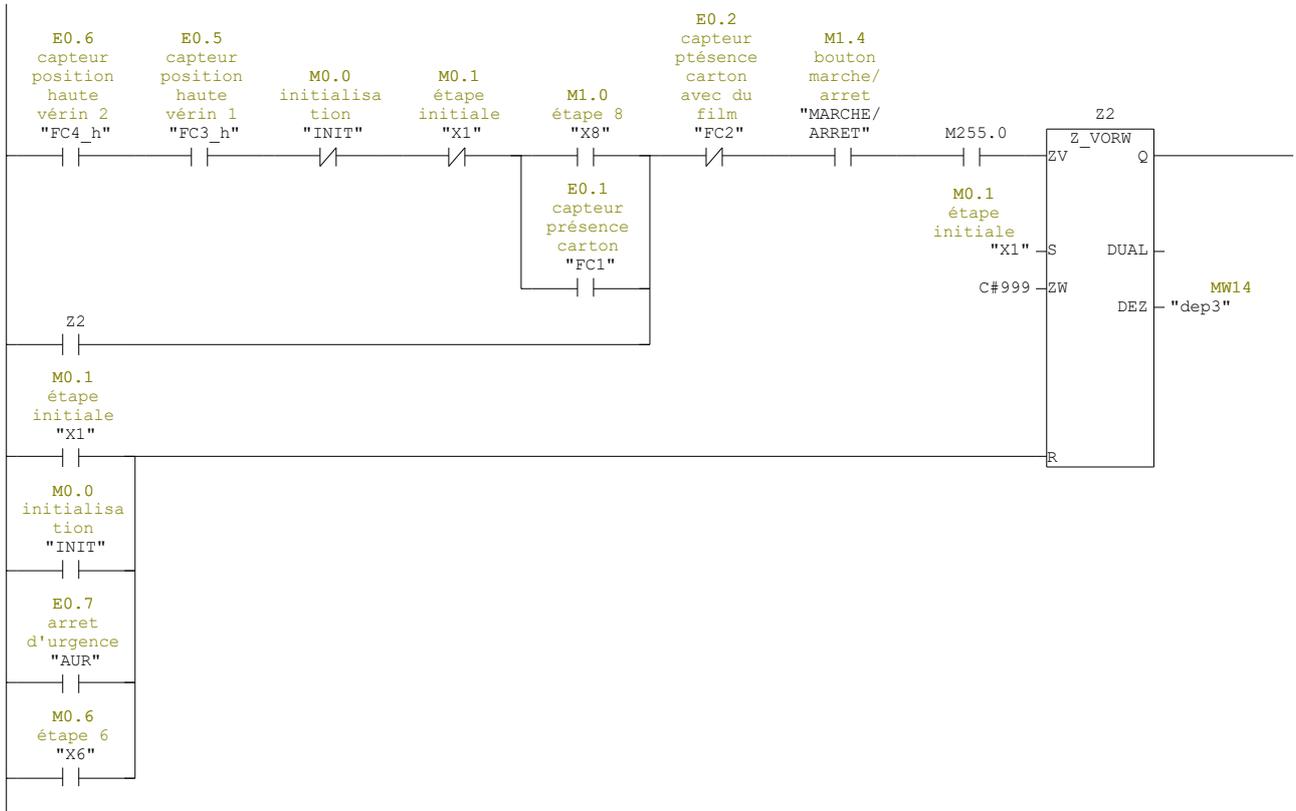
Réseau : 1



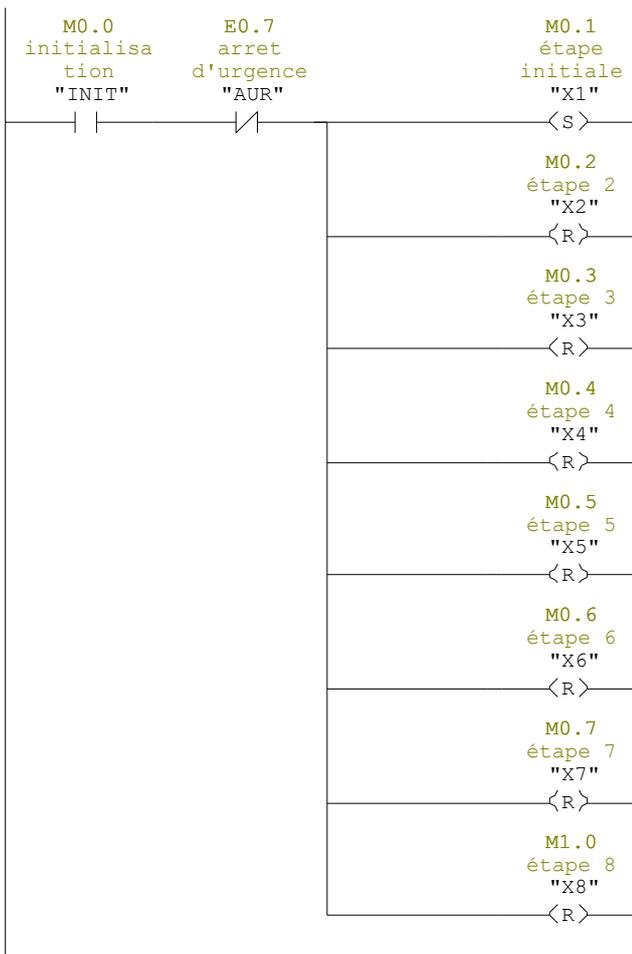
Réseau : 2



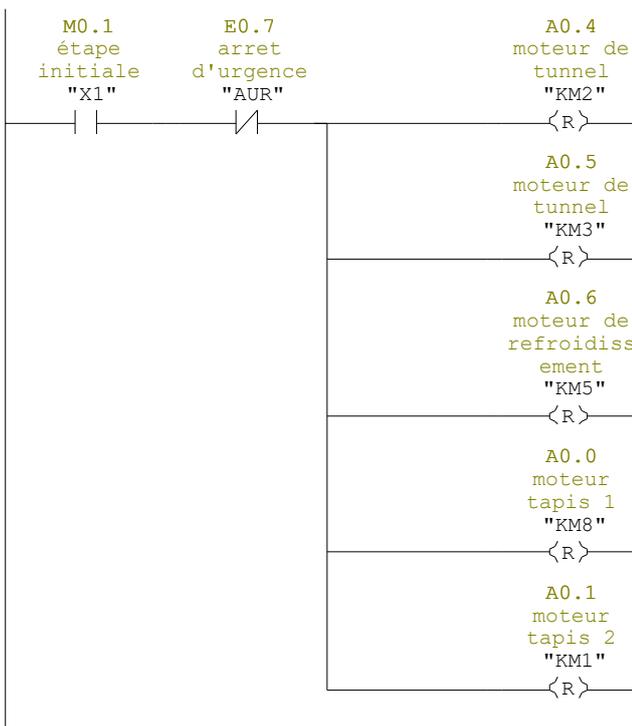
Réseau : 3



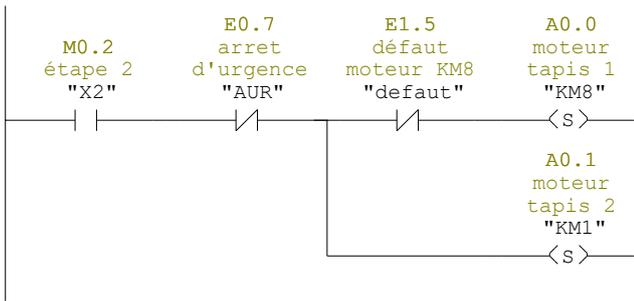
Réseau : 12 étape initiale



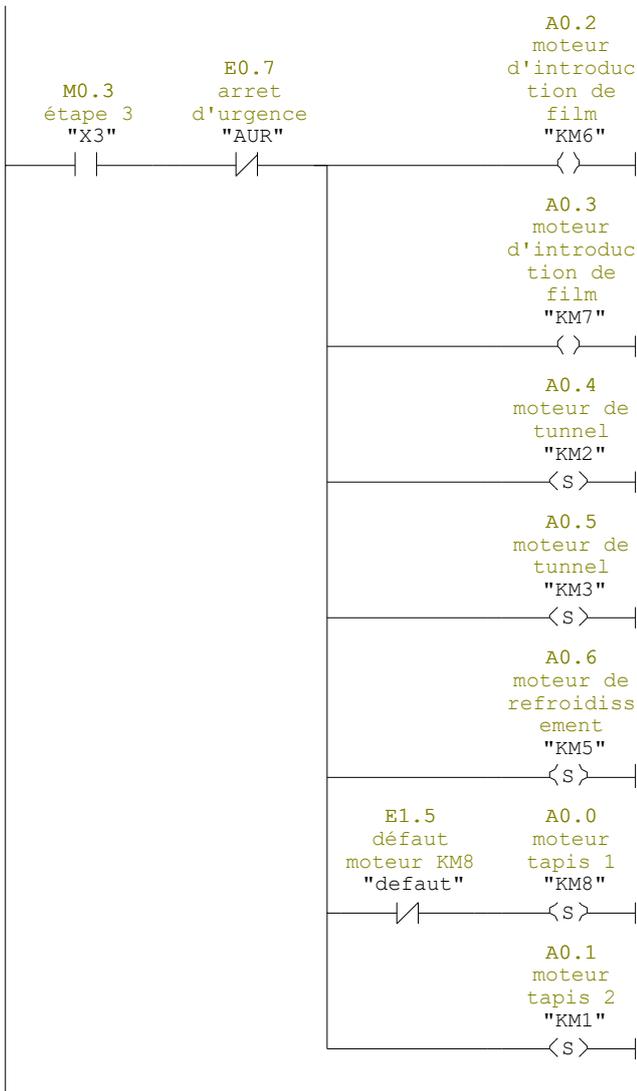
Réseau : 13 étape initiale



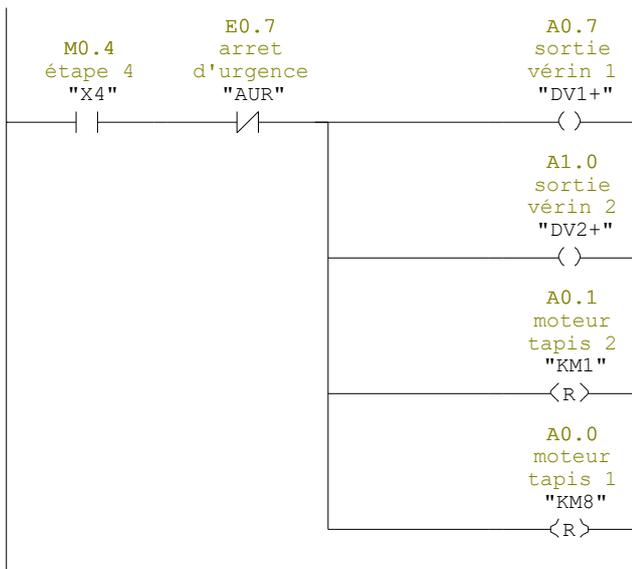
Réseau : 14 démarrage moteurs tapis 1 et tapis 2



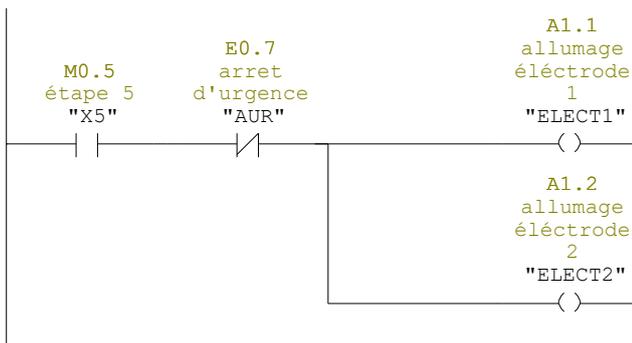
Réseau : 15 démarrage moteurs d'introduction de film



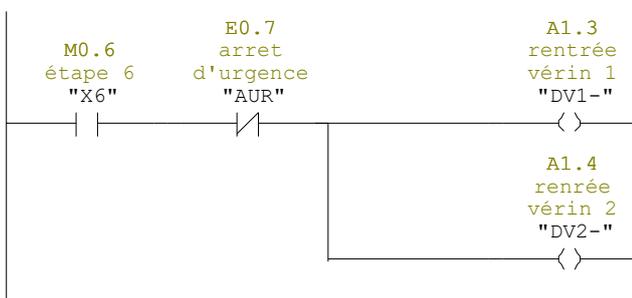
Réseau : 16 sortie des vérins



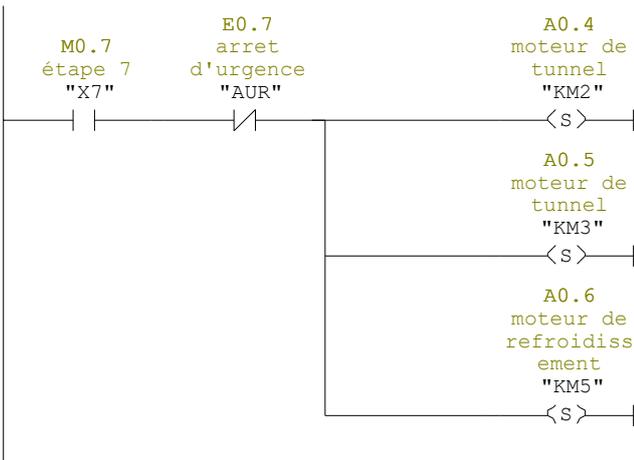
Réseau : 17 allumage électrodes



Réseau : 18 rentrée des vérins



Réseau : 19 démarrage moteurs de tunnel



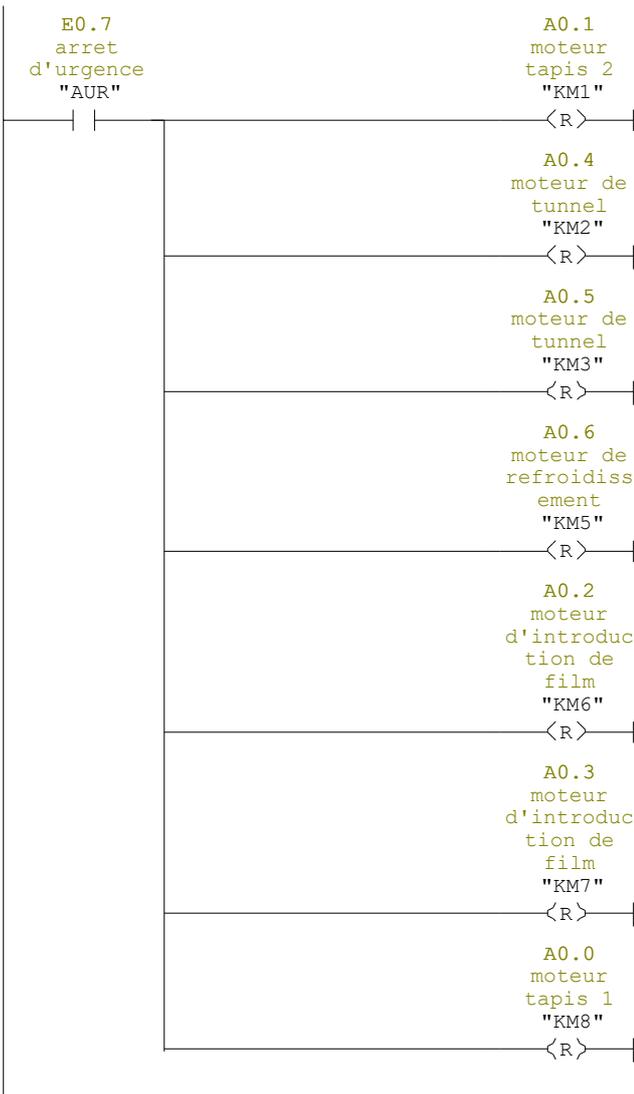
Réseau : 20 démarrage moteur tapis 2



Réseau : 21 arrêt d'urgence



Réseau : 22 Arrêt D'urgence



Réseau : 23



Réseau : 24 défaut de moteur tapis 1

