

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الآلية والالكتروتقني  
Département d'Automatique et électrotechnique



# Mémoire de Master

Mention Automatique

Spécialité Automatique et Systèmes

Présenté par

**BENSALEM Mohamed Aimen**

&

**MEZIOUD Mohamed Aniss**

## Conception d'un système automatique pour la manutention du produit

Promoteur : Pr. KARA Kamel

Co-promoteur : Mr. KHELIFA Ibrahim

Année Universitaire 2022-2023



## Remerciements

---

Je tiens à remercier au premier lieu Allah de m'avoir donné la force, la volonté, le courage et la patience d'aller jusqu' au bout de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Mes remerciements à monsieur KARA KAMEL, mon encadreur, pour sa précieuse orientation, ses conseils éclairés et son soutien constant tout au long de ce projet.

Je tiens également à remercier chaleureusement l'ensemble de l'équipe d'IECO, en particulier monsieur KHELIFA IBRAHIM de partager leurs connaissances et leur expertise, contribuant ainsi à enrichir ce travail.

Je n'oublie pas ma famille et mes amis pour leur soutien indéfectible, leur encouragement et leur compréhension tout au long de cette période exigeante.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce mémoire.

**À IMEN**

À mon binôme, pour sa patience, son encouragement et son soutien indéfectible dans les moments de doute.

À mes amis et camarades, pour les souvenirs partagés, les moments de détente bien mérités et les discussions inspirantes.

À toutes les personnes qui ont croisé ma route, m'ont enseigné, inspiré et aidé, merci du fond du cœur. Ce mémoire est dédié à vous tous, en reconnaissance de votre impact sur mon parcours académique et personnel.

**AIMEN**

---

## الملخص :

خلال فترة تدريبي في مصنع IECO ، قمت بتصميم وتطوير نظام تخزين آلي مؤقت للكراتين شبه المكتملة. هذا المشروع هدف إلى تحسين كفاءة المصنع من خلال تجنب انقطاعات الإنتاج. لقد استخدمت برامج مثل Somachine و Vijeo Designer، بالإضافة إلى مهاراتي في لغة Ladder و Grafcet. تضمنت التنفيذ العملي تركيب الناقلات وأجهزة استشعار الخلايا الضوئية ومحركات غير متزامنة، مع برنامج معقد لأتمتة نقل الكراتين. أكدت عملية المحاكاة موثوقية النظام. هذا التدريب أتاح لي تجربة قيمة في مجال الأتمتة الصناعية.

**كلمات مفتاحية :** نظام أوتوماتيكي, برمجيات (Somachine, Vijeo Designer), لغة السلم, جرافسيت, ناقلات, الأتمتة الصناعية.

---

## Résume :

Au cours de mon stage à l'usine IECO, j'ai conçu, développé et mis en place un système automatisé de stockage temporaire pour les cartons semi-finis. Ce projet visait à améliorer l'efficacité de l'usine en évitant les interruptions de production. J'ai utilisé des logiciels tels que Somachine et Vijeo Designer, ainsi que mes compétences en langage Ladder et Grafcet. La réalisation pratique a impliqué l'installation des convoyeurs, des capteurs photocellules et des moteurs asynchrones, avec un programme complexe pour automatiser le transfert des cartons. La simulation a confirmé la fiabilité du système. Ce stage m'a apporté une expérience précieuse dans le domaine de l'automatisation industrielle.

**Mots clés :** Système automatisé, Logiciels (Somachine, Vijeo Designer), Langage Ladder, Grafcet, Convoyeurs, Automatisation industrielle.

---

## Abstract:

During my internship at IECO factory, I designed, developed, and implemented an automated temporary storage system for semi-finished cartons. This project aimed to enhance the factory's efficiency by avoiding production interruptions. I utilized software such as Somachine and Vijeo Designer, along with my skills in Ladder and Grafcet programming languages. Practical implementation involved the installation of conveyors, photoelectric sensor devices, and asynchronous motors, all controlled by a complex program for carton transfer automation. Simulation confirmed the system's reliability. This internship provided me with valuable experience in the field of industrial automation.

**Key words:** Automated System, Software (Somachine, Vijeo Designer), Ladder Language, Grafcet, Conveyors, Industrial Automation.

---

---

# Table Des Matières

---

<b>Remerciements</b>	
<b>Dédicaces</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Table des matières</b>	
<b>Liste des figures et tableaux</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I Généralité sur l'entreprise IECO</b>	
<b>I.1 Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2 Présentation de l'entreprise.....</b>	<b>3</b>
I.2.1 Identification d'IECO .....	3
<b>I.3 Historique.....</b>	<b>4</b>
<b>I.4 Domaines d'activités.....</b>	<b>4</b>
<b>I.5 Procédé de production du carton ondulé .....</b>	<b>5</b>
I.5.1 Définition d'emballage .....	5
I.5.2 Familles d'emballage.....	6
I.5.3 Le carton ondulé .....	7
I.5.4 Structure.....	7
<b>I.6 Les gammes de produits d'IECO.....</b>	<b>8</b>
<b>I.7 L'organisation générale de l'entreprise IECO .....</b>	<b>9</b>
<b>I.8 Problématique.....</b>	<b>10</b>
<b>I.9 Conclusion .....</b>	<b>10</b>
<b>Chapitre II Logiciels et équipements utilisés</b>	
<b>II.1 Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>II.2 Automates Programmables Industriels .....</b>	<b>11</b>
II.2.1 Définition des Automates Programmables Industriels .....	11
II.2.2 Architecture des Automates Programmables Industriels .....	12

II.2.3 Types d'Automates Programmables Industriels .....	13
II.2.4 Avantages des Automates Programmables Industriels .....	15
II.2.5 Critères de Choix des Automates Programmables Industriels .....	15
<b>II.3 Automate Modicon M221 de Schneider.....</b>	<b>16</b>
II.3.1 Présentation de l'Automate Modicon M221 .....	16
II.3.2 Caractéristiques Clés .....	17
II.3.3 Fonctionnalités Clés .....	17
<b>II.4 Interface Homme-Machine (HMI) GXU3512 de Schneider .....</b>	<b>17</b>
II.4.1 Présentation de l'HMI GXU3512 .....	18
II.4.2 Caractéristiques Clés .....	18
II.4.3 Fonctionnalités Clés .....	19
<b>II.5 Logiciels Utilisés (Programmation et Supervision).....</b>	<b>19</b>
II.5.1 Logiciel de Programmation (SoMachine Basic) .....	19
II.5.2 Logiciel de Création d'Interface Homme-Machine (Vijeo Designer).....	20
<b>II.6 Composants Matériels .....</b>	<b>21</b>
II.6.1 Convoyeurs Motorisés en Acétal .....	21
II.6.2 Moteurs de Convoyeur .....	22
II.6.3 Relais Thermiques.....	23
II.6.4 Capteurs photocellule.....	23
<b>II.7 Conclusion .....</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre III Réalisation Pratique</b>	
<b>III.1 Introduction .....</b>	<b>25</b>
<b>III.2 Principe de Fonctionnement du Système .....</b>	<b>25</b>
<b>III.3 Création d'un GRAFCET .....</b>	<b>26</b>

III.3.1 Définition du grafcet .....	27
III.3.2 Grafcet niveau 2 .....	27
<b>III.4 Programmation Sous Somachine .....</b>	<b>30</b>
III.4.1 Présentation de l'Environnement de Programmation .....	30
III.4.2 Configuration de l'Automate .....	30
III.4.3 Présentation des entres/sorties .....	31
III.4.4 Programmation Ladder .....	32
III.4.5 Vue d'Ensemble de la Programmation .....	32
<b>III.5 Création d'une vue de supervision .....</b>	<b>36</b>
III.5.1 Communication entre Vijeo Designer et SoMachine .....	36
III.5.2 Conception Visuelle sous vejio designer .....	37
<b>III.6 Simulation et Évaluation des Performances .....</b>	<b>39</b>
<b>III.7 Conclusion .....</b>	<b>40</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>41</b>

---

## Liste Des Figures Et Tableaux

---

**Liste Des Figures**

Figure I.1 LOGO De L'entreprise IECO.....	3
Figure I.2 Localisation De L'entreprise IECO .....	4
Figure I.3 le carton ondulé.....	7
Figure I.4 produits d'IECO.....	9
Figure I.5 L'organigramme De L'entreprise IECO.....	9
Figure II.1 Architecture Interne D'un Automate Programmable Industriel [1].....	13
Figure II.2 API Modulaire .....	14
Figure II.3 Api compact schneider.....	14
Figure II.4 Modicon M221 .....	16
Figure II.5 La HMI GXU3512.....	18
Figure II.6 SoMachine Basic .....	20
Figure II.7 Vijeo Designer .....	20
Figure II.8 Convoyeurs En Acétal .....	21
Figure II.9 Moteur Asynchrone .....	22
Figure II.10 Relais Thermique.....	23
Figure II.11 Capteur Photocellule.....	24
Figure III.1grafcet ligne 1 .....	28
Figure III.2 grafcet ligne 2.....	29
Figure III.3 La Configuration De L'api Modicon 221 Dans Somachine .....	30
Figure III.4 Les Entres Numériques.....	31
Figure III.5 Les Sorties Numériques.....	31
Figure III.6 Programme De Mode Manuel .....	32
Figure III.7 Programme En Mode Auto Charge .....	33

## Liste Des Figures Tableaux

---

Figure III.8 Programme En Mode Auto Décharge .....	35
Figure III.9 La Fenêtre De Configuration De La Communication .....	37
Figure III.10 Panneaux Principale De Notre Système .....	37
Figure III.11 Panneau Ligne 1 .....	38
Figure III.12 Panneaux Alertes .....	39

### Liste Des Tableaux

Tableau II.1 Les Caractéristiques D'api Modicon M221 .....	17
Tableau II.2 Les Caractéristiques De l'HMI GXU3512 .....	18

---

## Liste Des Abréviations

---

## Liste Des Abréviations

---

<b>API</b>	Automate Programmable Industriel
<b>AU</b>	Arrêt d'urgence
<b>EEPROM</b>	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
<b>GRAFCET</b>	Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions
<b>HMI</b>	Human Machine Interface
<b>IECO</b>	Industrie des Emballages en Carton Ondulé
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>RTH</b>	Relais Thermique
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TOR</b>	Toute Ou Rien

---

# Introduction Générale

---

## Introduction Générale

L'industrie moderne des emballages en carton ondulé joue un rôle important dans la préservation des produits à travers divers secteurs économiques. Au cœur de cette industrie se trouve le défi essentiel de garantir le transport et le stockage efficaces des plaques en carton, éléments clés dans la fabrication d'emballages de haute qualité. Dans ce contexte, l'automatisation émerge comme une solution pour améliorer la rapidité, la précision et l'efficacité de ces processus vitaux.

Le présent mémoire s'attache à explorer en profondeur la conception, la réalisation et la mise en œuvre d'un système automatisé de stockage temporaire dédié aux cartons semi-finis au sein d'une entreprise spécialisée dans la production d'emballages en carton ondulé IECO. En conjuguant la technologie, l'ingénierie et la programmation, cette recherche vise à relever les défis opérationnels de l'industrie, tout en mettant en avant les bénéfices d'une approche innovante.

À travers trois chapitres structurés, ce mémoire aborde progressivement les aspects théoriques, pratiques et opérationnels liés à l'automatisation du stockage temporaire. Depuis la présentation de l'entreprise et du contexte industriel jusqu'à la mise en œuvre concrète du système de convoyeurs automatisés et de la supervision via des vues de contrôle, chaque étape est explorée en détail. De plus, une attention particulière est portée à la programmation des automates et à la simulation des opérations pour assurer une mise en œuvre fluide et efficace.

L'objectif ultime de ce mémoire est d'offrir une vision globale de l'automatisation industrielle en action, en proposant une solution novatrice et pratique pour surmonter les défis à l'industrie des emballages en carton ondulé. Les résultats obtenus et les enseignements tirés de cette démarche contribueront sans aucun doute à l'amélioration continue des opérations industrielles et à l'adoption de solutions automatisées dans d'autres contextes similaires.

Ce mémoire se compose de trois parties principales. Le premier chapitre offre une vue d'ensemble de l'entreprise IECO, où se déroule notre projet. Ensuite, le deuxième chapitre se base sur les détails pratiques en expliquant les logiciels et le matériel que nous avons utilisés.

Enfin, le troisième chapitre couvre la mise en œuvre concrète de notre système automatisé. Cette structure en trois parties facilite la compréhension et la présentation de notre travail de recherche.

---

# Chapitre I

## Généralité sur l'entreprise IEEO

---

# Chapitre I Généralité sur l'entreprise IECO

## I.1 Introduction

L'emballage en carton, boîte en carton ou simplement carton est un emballage utilisé pour le transport d'objets. La société IECO BLIDA (Industrie des Emballages en Carton Ondulé) est devenue parmi les premières sociétés dans ce domaine, elle est connue par la bonne qualité et la diversité de ses produits, grâce au renouvellement et l'automatisation du matériel effectué en 2012.

## I.2 Présentation de l'entreprise

Nous allons dans cette partie identifier la mission d'IECO, son développement ainsi que sa structure organisationnelle.

### I.2.1 Identification d'IECO

IECO, abréviation de : Industrie des Emballages en Carton Ondulé. C'est une société à responsabilité limitée dont l'activité de base est la conception et la fabrication d'emballage en carton ondulé. Elle assure aussi des recherches permanentes sur les matériaux et produits nouveaux ainsi que la création de tous types d'emballage en carton. Depuis sa création en 1996, elle est localisée à la zone industrielle de Ouled-Yaich, Blida. Cette entreprise, qui compte plus de 320 employés, a connu une grande rénovation entre 2012 et 2014, où toute la chaîne de production a été automatisée.



Figure I.1 LOGO De L'entreprise IECO.

La mission principale d'IECO est donc d'apporter à la clientèle un produit fini, résistant à toutes les contraintes et avec une extrême rapidité d'exécution, réalisé par un personnel hautement qualifié munis d'une longue expérience et sachant manier un équipement moderne et un matériel adapté à toutes les exigences.

### I.3 Historique

IECO est une entreprise qui a succédé à de la société des emballages S.I.F.E.C créée dans les années soixante-dix. L'entreprise S.I.F.E.C produisait des emballages en carton ondulés, utilisant comme matière première les plaques en carton achetées auprès d'onduleurs.

Au début des années quatre-vingts, alors que l'entreprise et la ville de Blida grandissaient et s'épanouissaient, les preneurs des décisions de S.I.F.E.C ont autonomisés la production, par l'acquisition d'un train onduleur qui fabrique les plaques en carton à partir du papier.

En 1996 il a été nécessaire de créer une deuxième entreprise : IECO. Cette nouvelle entreprise qui s'étend sur 20 000 m<sup>2</sup> a été équipée d'infrastructures modernes qui lui permettent de développer une large gamme d'emballages avec impression de haute qualité [1].



Figure I.2 Localisation De L'entreprise IECO.

### I.4 Domaines d'activités

L'entreprise IECO, a commencé son activité en ciblant le marché local et s'est développée de façon croissante. La flexibilité et l'adaptabilité de l'outil de production d'IECO, lui permettent aisément de satisfaire les commandes à spécifications techniques et commerciales différentes.

Il faudrait dire, que cet avantage technologique concurrentiel confère à la société une marge de manœuvre commerciale importante.

Le large éventail de secteurs utilisateurs d'emballages en carton ondulé, ouvre de larges perspectives de développement de l'entreprise à moyen et long terme et constitue une opportunité que IECO, a pu saisir à temps.

Les clients utilisateurs des emballages en carton sont innombrables et appartiennent à des secteurs d'activité variés, dont entre autres [2] :

- La céramique
- La biscuiterie
- La chocolaterie
- L'agroalimentaire
- La chaussure& l'habillement
- La chimie& la pharmacie
- Les cosmétiques& la parfumerie
- Le plastique
- L'ameublement
- L'électroménager
- L'agriculture

## **I.5 Procédé de production du carton ondulé**

### **I.5.1 Définition d'emballage**

Vient de l'ancien allemand balla, l'emballage est défini comme tout objet constitué de matériaux de toute nature, destiné à contenir et à protéger des marchandises données allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation. D'une façon plus

globale, l'emballage d'un produit peut se définir comme : « dans le produit, tout ce qui n'est pas le produit lui-même » [3].

### **I.5.2 Familles d'emballage**

Les familles d'emballage sont identifiées par les mots-clés suivants : feuille, sac, caisse, boîte, fût, bidon, bouteille, tube. Chaque famille se décompose en genres d'emballage déterminés en fonction de la forme ou de la conception de l'emballage. Les familles sont définies comme suit :

#### **Feuille**

Ensemble de feuilles de matériau souple employées pour l'enveloppement, après, par exemple, découpage à partir d'une bobine (feuille en plaque, en rouleau)

#### **Sac**

Ensemble de moyens d'emballage préformés à partir d'un matériau souple, généralement quadrangulaires (sac auto-ouvrant)

#### **Caisse**

Ensemble de moyens d'emballage rigides généralement parallélépipédiques. (Caisse américaine, bac, plateau, cagette) ;

#### **Boîte**

Ensemble de moyens rigides, de petite contenance, de formes variées, ne comportant ni col, ni goulot (boîte pliante, boîte deux ou trois pièces, boîte cylindrique composite, boîtier, pot).

#### **Fût**

Ensemble de moyens d'emballage rigides constitués d'un corps généralement cylindrique pourvu d'extrémités planes et comportant une ou plusieurs ouvertures.

#### **Bidon**

Ensemble de moyens d'emballage rigides comportant un dessus plat ou galbé muni d'un goulot, sans raccordement par un col. (Bidon cylindrique, Jerrican).

#### **Bouteille**

Ensemble de moyens d'emballage rigides se terminant par un col et une bague destinée à recevoir un système de fermeture. (Bouteille champenoise, bouteille à poignée intégrée).

## Tube

Ensemble de moyens d'emballage semi-rigides de section généralement circulaire, dont une extrémité est prévue pour permettre le prélèvement du produit par compression.

### I.5.3 Le carton ondulé

Le carton ondulé est constitué par un ou plusieurs feuilles de papier canneté collées sur une ou plusieurs feuilles de papier cannelé collées sur une ou plusieurs feuilles de papier plan, utilisé la première fois en 1871 aux Etats-Unis. La fabrication du carton ondulé est assurée par une machine à onduleuse, il faut aussi, du papier, de la colle et de la chaleur.

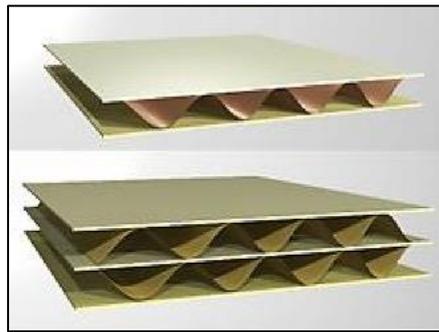


Figure I.3 le carton ondulé.

### I.5.4 Structure

L'étude de la résistance des matériaux a permis, dans le cas des matériaux de construction, de remplacer de lourdes poutres massives par des structures profilées aussi rigides mais plus légères. De la même façon, le carton ondulé permet de remplacer un lourd carton massif par plusieurs feuilles planes maintenues équidistantes par une ou plusieurs entretoises de forme ondulée :

- Les feuilles planes externes sont appelées couvertures.
- Les feuilles planes internes sont appelées médianes.
- Les feuilles ondulées formant entretoise sont appelées cannelures. La simple face est constituée d'une couverture et d'une cannelure solidarifiée par des joints de colle sur les crêtes de cannelure en contact avec la couverture ; il est utilisé comme papier

d'emballage renforcé, calage, support pour panneaux divers et se stocke en rouleaux [3].

## **I.6 Les gammes de produits d'IECO**

IECO produits tous types d'emballages suivants :

- Caisse américaine collée ou agrafée.
- Caisse à rabats recouvrant.
- Caisse à rabats chevauchants.
- Plaque de séparation, croisillons et calages.
- Caisse à poignées et à poussins.
- Barquettes (tout type tout format).
- Plateau de fruits et légumes.
- Caisse à découpe spéciale.
- Boite archives.
- Avec impression flexographie 1, 2, 3,4 et 5 couleurs.

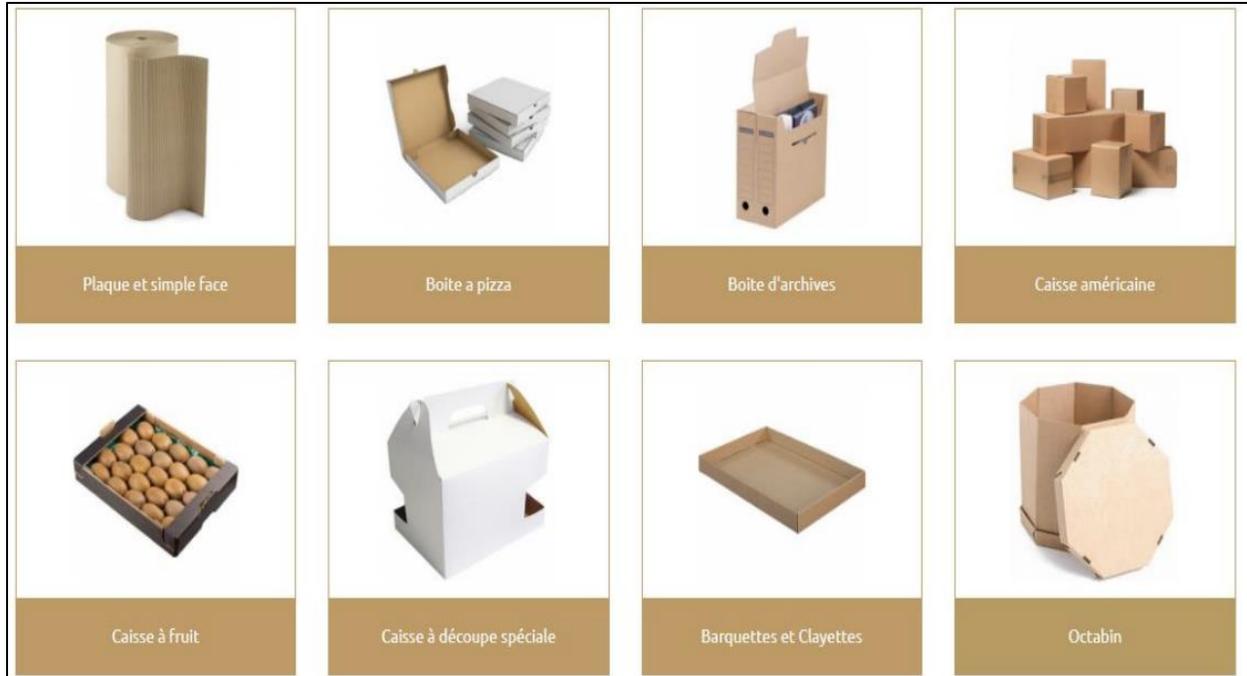


Figure I.4 produits d'IECO [2].

## I.7 L'organisation générale de l'entreprise IECO

L'organisation d'IECO se présente sous une structure fonctionnelle répartie en différentes directions et départements. Il est articulé en cinq (05) directions placées sous l'autorité du directeur général, qui lui-même est sous l'égide d'un conseil d'administration. (Voire figure I.5)

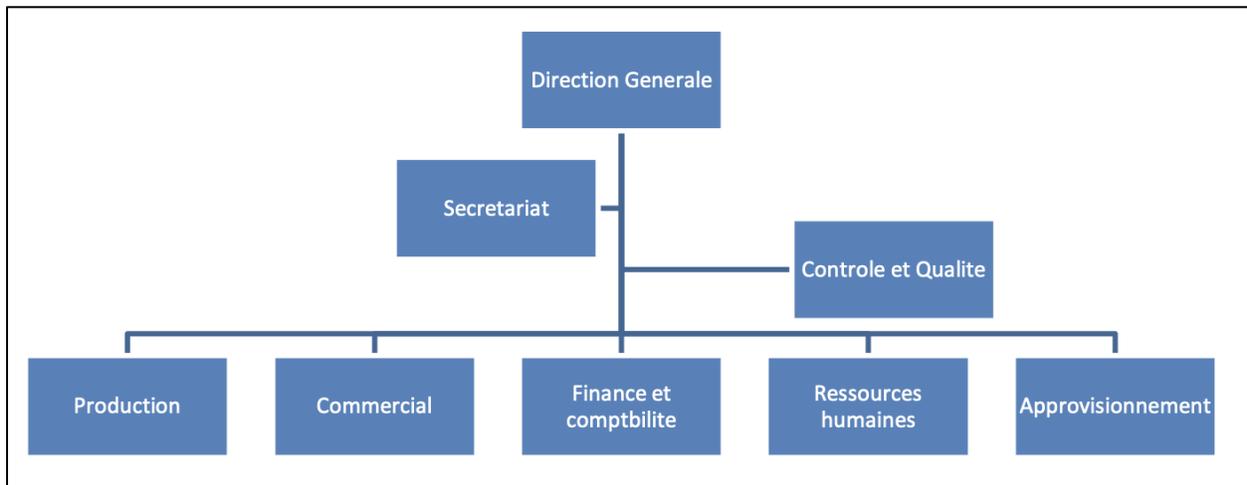


Figure I.5 L'organigramme De L'entreprise IECO.

## **I.8 Problématique**

Comment gérer de manière efficace et sécurisée l'augmentation de la production de cartons au sein de notre usine, en évitant les problèmes de surcharge, les arrêts de production et en garantissant un flux continu de production malgré les variations de charge ?

Cette problématique reflète le défi auquel votre projet répond, c'est-à-dire la nécessité de faire face à l'augmentation de la production tout en maintenant la continuité des opérations, en évitant les arrêts inattendus et en optimisant l'utilisation des ressources.

Notre système automatisé de transport et de stockage des plaques en carton vise à apporter une solution à cette problématique en fournissant un moyen efficace de gérer les variations de charge et les besoins de stockage temporaires.

## **I.9 Conclusion**

Nous avons présenté, dans ce chapitre, un aperçu général sur l'entreprise IECO Blida incluant l'historique de l'entreprise et les procédures de la fabrication du carton, ses gammes de produits et son organisation.

---

## Chapitre II

### Logiciels Et Equipements Utilisés

---

## **Chapitre II Logiciels et équipements utilisés**

### **II.1 Introduction**

Le présent chapitre se concentre sur une exploration en profondeur des équipements qui jouent un rôle fondamental dans le processus de déplacement et de stockage des plaques en carton au sein de notre usine. En examinant attentivement les éléments clés de ce système, notre objectif est de dévoiler leurs fonctions et leurs interactions.

### **II.2 Automates Programmables Industriels**

Dans le domaine de l'automatisation industrielle, les Automates Programmables Industriels (API) jouent un rôle essentiel en orchestrant la synchronisation des opérations et la gestion des processus. Ces dispositifs polyvalents sont conçus pour automatiser des tâches répétitives au sein des environnements industriels, contribuant ainsi à améliorer l'efficacité, la précision et la fiabilité des opérations. Cette section se penchera sur la définition, l'architecture et les différents types d'API, éclairant leur rôle fondamental dans notre projet de transport et de stockage automatisé de plaques en carton.

#### **II.2.1 Définition des Automates Programmables Industriels**

Un Automate Programmable Industriel est un dispositif électronique programmable conçu pour surveiller, contrôler et automatiser des processus industriels. À l'instar du cerveau opérationnel d'une installation, les API exécutent des séquences d'instructions logiques afin de coordonner les entrées, les décisions et les sorties qui régissent les opérations [4].

## **II.2.2 Architecture des Automates Programmables Industriels**

L'architecture typique d'un API se compose de plusieurs composants interconnectés. Le cœur de l'API est le processeur central, qui exécute les programmes et prend des décisions en fonction des entrées fournies par les capteurs. Les sorties de l'API sont connectées à des actionneurs tels que des moteurs et des vannes, qui effectuent des opérations physiques. L'API est également équipée d'interfaces de communication pour échanger des données avec d'autres systèmes et des interfaces utilisateur pour la surveillance et le contrôle [5].

### **Un processeur**

Son rôle consiste à traiter les instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application, à gérer les entrées et sorties, à surveiller et diagnostiquer l'automate (par des tests lancés régulièrement), à mettre en place un dialogue avec le terminal de programmation.

### **Une mémoire**

Elle permet le stockage des instructions constituant le programme de fonctionnement ainsi que diverses informations. Il peut s'agir de mémoire vive RAM (modifiable à volonté, mais perdue en cas de coupure de tension) ou de mémoire morte EEPROM (seule la lecture est possible).

### **Des interfaces entrées/sorties**

Elles permettent au processeur de recevoir et d'envoyer des informations. Ces dispositifs d'entrée et sortie peuvent produire des signaux discrets, numériques (ce sont des sorties de type « tout ou rien ») ou analogiques. Les dispositifs qui génèrent des signaux discrets ou numériques sont ceux dont les sorties sont de type tout ou rien. Par conséquent, un interrupteur est un dispositif qui produit un signal discret : présence ou absence de tension. Les dispositifs numériques peuvent être vus comme des dispositifs discrets qui produisent une suite de signaux tout ou rien. Les dispositifs analogiques créent des signaux dont l'amplitude est proportionnelle à la grandeur de la variable surveillée [5].

### **L'alimentation**

Elle est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative en une basse tension continue (24V) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées-sorties. L'alimentation ne fait pas toujours partie de l'automate qui sera donc directement alimenté par une basse tension.

### Interface de communication

Utilisé pour recevoir et transmettre des données sur des réseaux de communication qui relie l'API à d'autres API distants ou à des équipements en fonction des protocoles choisis (voir le chapitre Protocole de communication industriel). Elle est impliquée dans des opérations telles que la vérification d'un périphérique, l'acquisition de données, la synchronisation entre des applications et la gestion de la connexion.

### Périphérique de programmation

Utilisé pour entrer le programme dans la mémoire du processeur. Ce programme est développé sur le périphérique, puis transféré dans la mémoire de l'API.

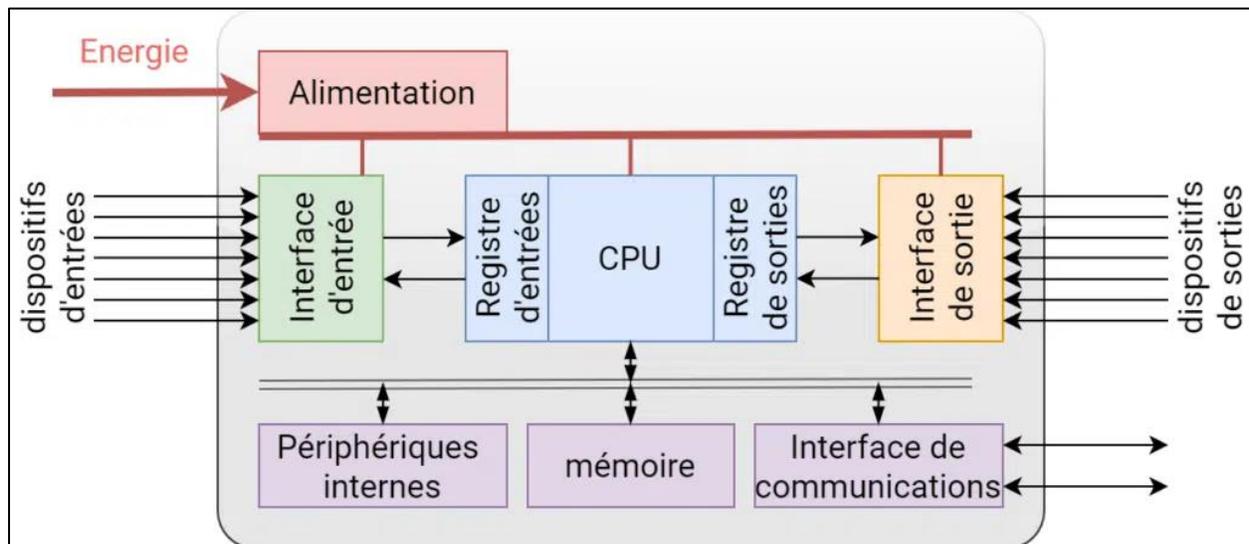


Figure II.1 Architecture Interne D'un Automate Programmable Industriel [5].

### II.2.3 Types d'Automates Programmables Industriels

Les API sont disponibles dans une variété de types et de tailles pour répondre à des besoins spécifiques. Les principaux types incluent :

- **API Modulaires** : Ces API sont modulaires et peuvent être configurés avec des modules d'entrées/sorties en fonction des besoins de l'application.

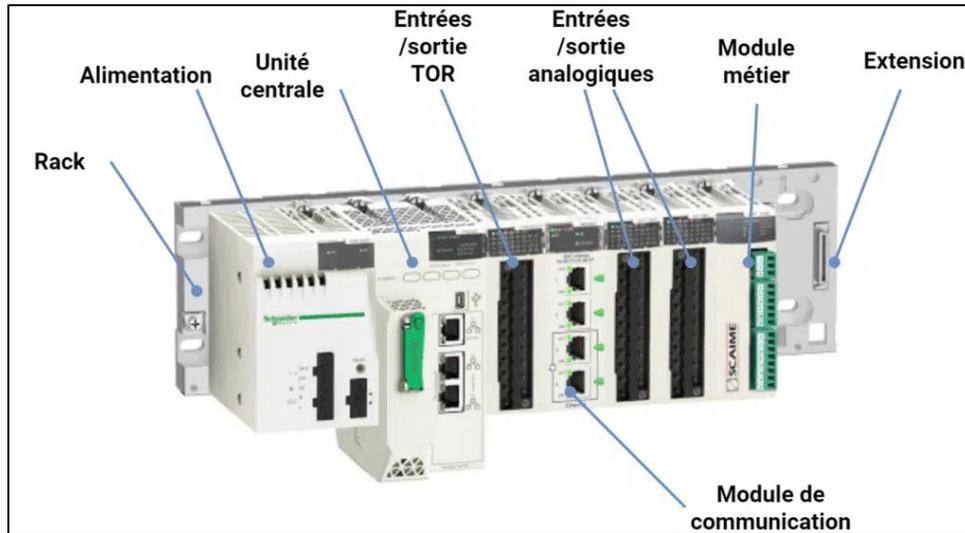


Figure II.2 API Modulaire [5].

- **API Compact** : Ces API sont plus petites et conviennent aux applications simples nécessitant moins d'entrées/sorties.



Figure II.3 Api compact schneider.

- **API de Sécurité** : Ces API sont spécialement conçus pour les applications de sécurité, avec des fonctionnalités telles que la surveillance des arrêts d'urgence et la réaction rapide aux anomalies.

## II.2.4 Avantages des Automates Programmables Industriels

Les API offrent une multitude d'avantages qui en font des éléments indispensables dans le domaine de l'automatisation industrielle :

- **Automatisation Précise** : Les API exécutent des instructions programmées avec une précision infaillible, réduisant les erreurs humaines et améliorant la qualité des opérations.
- **Flexibilité** : Les API sont reprogrammables, ce qui permet de les adapter à de nouveaux processus ou de les ajuster en fonction des besoins changeants de la production.
- **Réduction des Temps d'Arrêt** : En surveillant les opérations en temps réel, les API peuvent détecter rapidement les anomalies et déclencher des actions correctives pour minimiser les temps d'arrêt non planifiés.
- **Intégration de Systèmes** : Les API sont capables de communiquer avec d'autres systèmes et équipements, facilitant l'intégration de processus complexes.
- **Diagnostic Avancé** : Les API offrent des fonctionnalités de diagnostic avancées, permettant aux ingénieurs de détecter les problèmes plus rapidement et de faciliter la maintenance préventive [6].

## II.2.5 Critères de Choix des Automates Programmables Industriels

Le choix d'un API adapté à notre projet repose sur plusieurs critères clés :

- **Évolutivité** : L'API doit être capable de s'adapter à l'expansion future de la production et des processus.
- **Capacité d'Entrées/Sorties (E/S)** : Le nombre et le type d'entrées/sorties nécessaires doivent être compatibles avec les besoins de notre système.
- **Performance de Traitement** : L'API doit disposer d'une puissance de traitement adéquate pour gérer les opérations en temps réel.
- **Interfaces de Communication** : Les options de communication de l'API doivent permettre l'intégration avec d'autres systèmes et la communication avec l'interface de supervision.
- **Compatibilité Logicielle** : L'API doit être compatible avec les logiciels de programmation que nous utilisons pour développer la solution.

- **Fiabilité et Durabilité** : L'API doit être suffisamment robuste pour résister aux conditions industrielles et fonctionner de manière fiable.
- **Coût Total de Possession** : Le coût d'achat initial, ainsi que les coûts de maintenance et de support, doivent être pris en compte pour évaluer la rentabilité à long terme.

## II.3 Automate Modicon M221 de Schneider

Nous avons choisi d'utiliser l'Automate Modicon M221 de Schneider. Cet automate, reconnu pour ses performances et sa fiabilité, joue un rôle important dans la coordination et le contrôle des opérations au sein de notre système. Dans cette section, nous explorerons en profondeur les caractéristiques et les fonctionnalités clés de l'Automate Modicon M221.

### II.3.1 Présentation de l'Automate Modicon M221

L'Automate Modicon M221 appartient à la gamme Modicon développée par Schneider Electric, un acteur majeur dans le domaine de l'automatisation industrielle. Compact et puissant, le M221 est spécialement conçu pour répondre aux besoins des applications industrielles exigeantes. Sa conception modulaire permet de personnaliser les entrées et les sorties en fonction des besoins spécifiques de chaque projet [7].



Figure II.4 Modicon M221 [7].

### II.3.2 Caractéristiques Clés

Ce tableau ci-dessous représente les caractéristiques de l'api Modicon M221 :

Tableau II.1 Les Caractéristiques D'api Modicon M221 [7].

<b>Gamme de produit</b>	Modicon M221
<b>Type de produit ou équipement</b>	Contrôleur logique
<b>[Us] tension d'alimentation</b>	100...240 V CA
<b>Nombre d'entrées TOR</b>	24, entrée TOR se conformer à CEI 61131-2 Type 1
<b>Nombre entrées analogiques</b>	2 à 0...10 V
<b>Type de sortie logique</b>	Relais normalement ouvert
<b>Nombre de sorties TOR</b>	16 relais
<b>Tension de sortie logique</b>	5...125 V CC 5...250 V CA
<b>Courant de sortie logique</b>	2 A

### II.3.3 Fonctionnalités Clés

- **Langages de Programmation** : Le M221 prend en charge plusieurs langages de programmation, y compris le langage Ladder, permettant aux ingénieurs de développer des programmes de manière efficace.
- **Sécurité Intégrée** : L'automate intègre des fonctionnalités de sécurité telles que la protection des accès et des arrêts d'urgence, garantissant un fonctionnement sûr des opérations.
- **Diagnostic Avancé** : Le M221 propose des outils de diagnostic avancés, permettant aux opérateurs et aux ingénieurs de détecter rapidement les problèmes et de prendre des mesures correctives.

## II.4 Interface Homme-Machine (HMI) GXU3512 de Schneider

Nous avons intégré l'Interface Homme-Machine (HMI) GXU3512 de Schneider. Cette interface conviviale joue un rôle central dans la supervision, le contrôle et l'interaction avec notre système automatisé. Dans cette section, nous allons examiner en détail les caractéristiques et les fonctionnalités clés de l'HMI GXU3512.

### II.4.1 Présentation de l'HMI GXU3512

La HMI GXU3512 fait partie de la gamme de produits Schneider Electric, conçue pour offrir une interaction intuitive entre les opérateurs et les systèmes automatisés. Dotée d'un écran tactile haut résolution, la GXU3512 permet aux opérateurs de surveiller les opérations en temps réel, de visualiser les données essentielles et d'interagir avec le système en toute simplicité [8].



Figure II.5 La HMI GXU3512 [8].

### II.4.2 Caractéristiques Clés

Ce tableau ci-dessous représente les caractéristiques de l'HMI GXU3512 :

Tableau II.2 Les Caractéristiques De l'HMI GXU3512 [8].

<b>Gamme de produits</b>	Harmony Easy GXU
<b>Type de produit ou de composant</b>	Écran tactile avancé
<b>Type d'affichage</b>	Ecran tactile LCD
<b>couleur de l'écran</b>	65536 couleurs
<b>Résolution d'affichage</b>	800 x 480 pixels WVGA
<b>Taille de l'affichage</b>	7 pouces

### II.4.3 Fonctionnalités Clés

- **Surveillance en Temps Réel** : La HMI permet aux opérateurs de surveiller les opérations en temps réel, d'analyser les données de production et de prendre des décisions éclairées.
- **Contrôle de Processus** : Les commandes intégrées à l'HMI permettent aux opérateurs d'activer des actions spécifiques dans le système automatisé, offrant un contrôle direct sur les opérations.
- **Visualisation des Données** : Les données de production, les rapports et les graphiques peuvent être affichés en temps réel, aidant les opérateurs et les gestionnaires à évaluer la performance.
- **Historique et Analyse** : L'HMI stocke les données historiques, ce qui permet d'effectuer des analyses postérieures et d'optimiser les processus.

## II.5 Logiciels Utilisés (Programmation et Supervision)

Dans cette section, nous allons examiner les logiciels clés qui ont été employés pour la programmation de notre contrôleur automatisé et la création de l'interface homme-machine (HMI).

### II.5.1 Logiciel de Programmation (SoMachine Basic)

Le logiciel SoMachine Basic, développé par Schneider Electric, a été notre choix pour la programmation de l'Automate Modicon M221. Ce logiciel convivial offre une gamme de langages de programmation, dont le langage Ladder, permettant aux ingénieurs de développer des applications automatisées de manière efficace. SoMachine Basic fournit également des bibliothèques préconfigurées et des outils de débogage, ce qui facilite la création, la validation et le déploiement des programmes sur notre contrôleur [9].

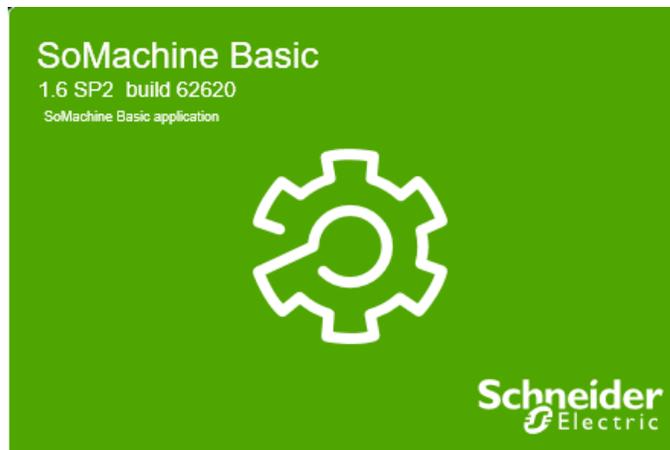


Figure II.6 SoMachine Basic [9].

## II.5.2 Logiciel de Création d'Interface Homme-Machine (Vijeo Designer)

Pour concevoir l'interface homme-machine conviviale qui permet la supervision et le contrôle de notre système automatisé, nous avons utilisé le logiciel Vijeo Designer, également proposé par Schneider Electric. Vijeo Designer offre une interface graphique intuitive qui facilite la création d'écrans personnalisés, de graphiques et d'éléments interactifs. Nous avons pu intégrer des alarmes, des notifications en temps réel et des boutons de contrôle pour permettre une interaction fluide avec le système via notre HMI GXU3512[10].



Figure II.7 Vijeo Designer [10].

L'utilisation de SoMachine Basic et Vijeo Designer a été déterminante pour garantir une programmation efficace du contrôleur et la conception d'une interface homme-machine conviviale pour notre système automatisé. Ces logiciels ont permis une intégration transparente entre les composants matériels et logiciels.

## II.6 Composants Matériels

Cette section offre une vue approfondie des éléments matériels fondamentaux de notre système :

### II.6.1 Convoyeurs Motorisés en Acétal

Au cœur de notre système automatisé de transport et de stockage des plaques en carton, les convoyeurs motorisés jouent un rôle essentiel dans le déplacement fluide et efficace des plaques entre différentes zones de production. Pour notre projet, nous avons choisi d'utiliser des convoyeurs en acétal en raison de leurs propriétés distinctives [11].



Figure II.8 Convoyeurs En Acétal.

#### ➤ **Caractéristiques des Convoyeurs en Acétal**

Les convoyeurs en acétal offrent des avantages significatifs pour notre application spécifique :

- **Résistance à l'Usure :** L'acétal est connu pour sa résistance à l'usure et à l'abrasion, ce qui en fait un choix idéal pour des opérations de transport intensives.
- **Coefficients de Frottement Réduits :** Les convoyeurs en acétal minimisent le frottement lors du déplacement des plaques en carton, réduisant ainsi la possibilité d'endommager les matériaux.
- **Fiabilité et Durabilité :** Les convoyeurs en acétal sont conçus pour résister aux conditions industrielles exigeantes, assurant une longue durée de vie opérationnelle.
- **Propriétés de Glissement :** Les plaques en carton glissent facilement sur la surface des convoyeurs en acétal, favorisant un déplacement fluide et continu.

## II.6.2 Moteurs de Convoyeur

Les moteurs asynchrones sont utilisés pour alimenter les convoyeurs de notre système.

Un moteur asynchrone, également appelé moteur à induction, est un type de moteur électrique largement utilisé dans de nombreuses applications industrielles et commerciales. Il fonctionne en induisant un champ magnétique tournant dans la partie mobile (le rotor) du moteur, sans nécessiter de connexion électrique directe à cette partie mobile. Le moteur asynchrone tire son nom du fait que la vitesse de rotation du rotor est légèrement inférieure à la vitesse du champ magnétique rotatif induit par le stator, ce qui crée un glissement entre les deux vitesses.



Figure II.9 Moteur Asynchrone.

### II.6.3 Relais Thermiques

Afin d'assurer la sécurité et la protection des moteurs des convoyeurs, des relais thermiques ont été mis en place.

Un relais thermique, aussi appelé relais de surcharge thermique, est un dispositif de protection utilisé dans les systèmes électriques pour surveiller et protéger les moteurs électriques contre les surcharges thermiques potentiellement dangereuses. Il est conçu pour détecter les variations de température anormales dans le moteur, généralement causées par une surcharge prolongée ou une condition de fonctionnement anormale.



Figure II.10 Relais Thermique.

### II.6.4 Capteurs photocellule

Une photocellule, également connue sous le nom de capteur photoélectrique, est un dispositif optique utilisé pour détecter la présence ou l'absence d'objets en utilisant la lumière. Elle est composée d'une source de lumière, d'un récepteur et d'une zone de détection. Le principe de fonctionnement repose sur la mesure de la lumière réfléchie, absorbée ou transmise par un objet.

Lorsqu'un objet passe devant la photocellule, il bloque partiellement ou complètement le passage de la lumière entre la source lumineuse et le récepteur. En détectant les variations de lumière reçue, la photocellule peut déterminer la présence, la distance, la couleur, la taille ou d'autres caractéristiques de l'objet.



Figure II.11 Capteur Photocellule.

## II.7 Conclusion

Ce chapitre a présenté les éléments matériels et logiciels clés de notre système automatisé de stockage temporaire. Le choix de l'automate Modicon M221 et de l'interface homme-machine Vijeo Designer repose sur leur adéquation à nos besoins opérationnels et à la création de vues de supervision intuitives. Les convoyeurs en acétal, les capteurs photocellules et les moteurs asynchrones constituent les piliers matériels de notre système, ces choix stratégiques posent les bases nécessaires pour la mise en œuvre, qui sera détaillée dans le chapitre à venir.

---

# Chapitre III

## Réalisation Pratique

---

## Chapitre III Réalisation Pratique

### III.1 Introduction

Ce chapitre se concentre sur la mise en pratique de notre solution automatisée. Nous explorerons en détail le fonctionnement concret de notre système tout en mettant en avant les logiciels clés que nous avons utilisés : SoMachine pour programmer les automates programmables industriels et Vijeo Designer pour créer les interfaces de supervision. En analysant les mécanismes opérationnels, les programmes et les interfaces de supervision, nous montrons comment notre solution a été effectivement mise en place dans l'environnement industriel de l'usine.

### III.2 Principe de Fonctionnement du Système

Notre système est équipé de deux lignes de convoyeurs rapides, chacune comprenant quatre convoyeurs. Ces convoyeurs ont été conçus pour assurer un transfert rapide et fluide des cartons semi-finis. Les convoyeurs fonctionnent avec la navette pour faciliter le mouvement continu des cartons, assurant ainsi une efficacité maximale du système. Ce dernier opère selon un principe de fonctionnement bien coordonné, basé sur les modes charge et décharge, pour optimiser le transfert des cartons semi-finis de la navette vers la zone de stockage et en sens inverse. Voici comment chaque mode fonctionne, tout en tenant compte des conditions de marche et des mesures de sécurité :

#### **Mode Charge :**

- Lorsqu'un carton semi-fini est acheminé depuis la navette, un capteur photocellule (FC1) à l'entrée du premier convoyeur active (MC1) ce dernier.
- Le carton est déplacé sur le premier convoyeur.
- Un deuxième capteur photocellule (FC2), à l'extrémité du premier convoyeur, déclenche le mouvement du deuxième convoyeur (MC2) lorsque le carton atteint cette position.

- Après une courte temporisation (TM0) prédéfinie, le premier convoyeur s'arrête(AC1) pour permettre un transfert en douceur au deuxième convoyeur.
- Le deuxième convoyeur poursuit le transfert selon un schéma similaire vers le troisième convoyeur et ainsi de suite, jusqu'à la zone de stockage.

#### **Mode Décharge :**

- Lorsqu'une demande de déchargement survient, le processus de décharge est enclenché.
- Le dernier convoyeur est activé (MC4) en premier à l'aide d'un capteur approprié(FC4).
- Le carton est transféré jusqu'au dernier convoyeur.
- Le deuxième capteur photocellule (FC3) déclenche le mouvement du convoyeur précédent lorsque le carton atteint cette position.
- Le processus de déchargement continue jusqu'à ce que le carton soit complètement retiré du système.

#### **Conditions de Marche et Sécurité :**

- Le bouton d'arrêt d'urgence (AU) reste inactif pendant le fonctionnement normal.
- Les relais thermiques (RTH) surveillent en permanence la température des moteurs des convoyeurs.
- Ces dispositifs assurent la sécurité des opérations en évitant les arrêts inattendus et en prévenant les risques de surchauffe ou de problèmes électriques.

### **III.3 Création d'un GRAFCET**

En complément à la description verbale du principe de fonctionnement, nous allons créer un GRAFCET pour modéliser visuellement et en détail les étapes et les transitions du système. Le GRAFCET offrira une représentation graphique intuitive du cheminement des cartons semi-finis à travers les convoyeurs et la navette, tant en mode charge qu'en mode décharge. Cette représentation visuelle contribuera à une meilleure compréhension du fonctionnement du système et facilitera la communication avec les intervenants.

### III.3.1 Définition du grafcet

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Étapes-Transitions) est une méthode graphique de représentation et de modélisation des séquences d'opérations et de contrôles au sein d'un système automatisé. Il permet de décrire de manière claire et structurée les différentes étapes par lesquelles passe un processus, ainsi que les conditions de transition entre ces étapes.

Le GRAFCET est largement utilisé en automatisme industriel pour concevoir, analyser et documenter les logiques de contrôle des systèmes automatisés. Il se compose d'un ensemble d'étapes (ou états) qui représentent les situations ou les actions spécifiques du processus, et de transitions qui indiquent comment le système évolue d'une étape à une autre en fonction des événements ou des conditions détectées. Cette méthode graphique facilite la compréhension, la planification et la programmation des séquences d'actions et de décisions dans un système automatisé [12].

### III.3.2 Grafcet niveau 2

Dans cette section, nous allons présenter en détail le Grafcet de notre système :

**AU** : arrêt d'urgence

**RTH** : relais thermique

**FCin** : capteur photocellule input

**FCout** : capteur photocellule output

**TM** : temporisateur

**MC** : convoyeur en état de marche

**AC** : convoyeur en état d'arrêt

**BMA**: bouton auto/manuel

**BCD**: bouton charge/décharge

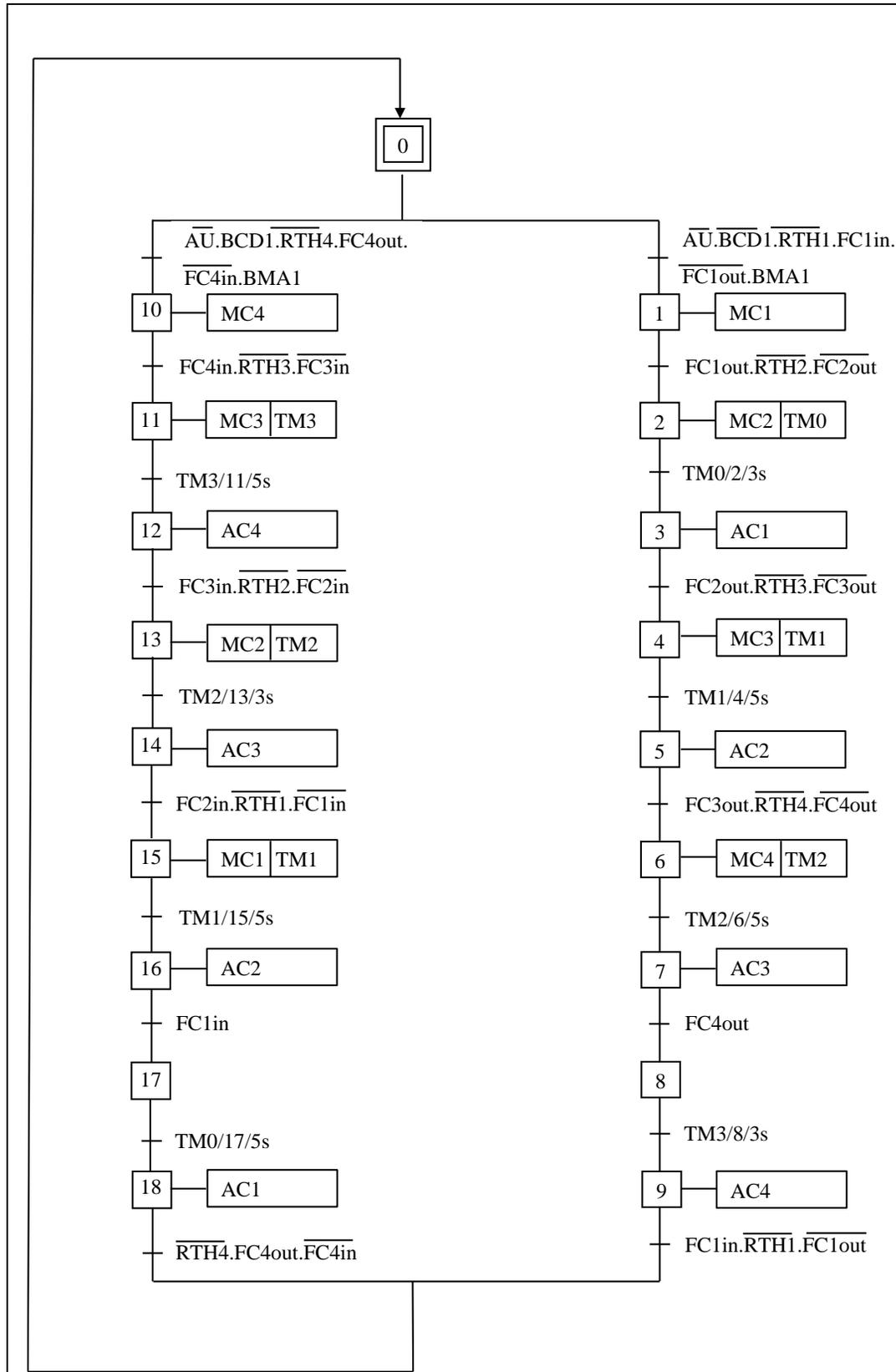


Figure III.1grafcet ligne 1.

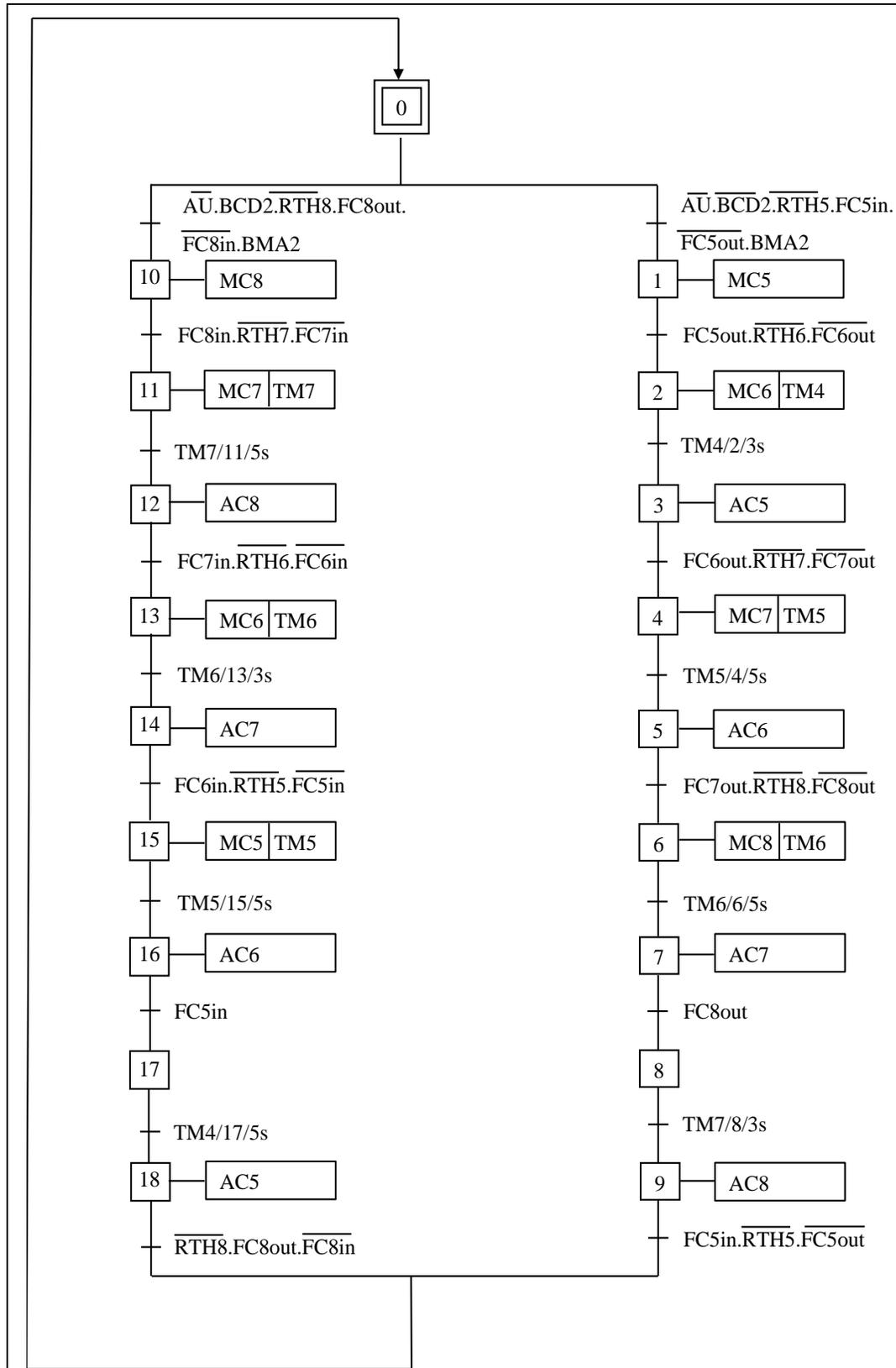


Figure III.2 grafcet ligne 2.

## III.4 Programmation Sous SoMachine

Dans cette section, nous allons explorer les étapes essentielles de la programmation sous SoMachine.

### III.4.1 Présentation de l'Environnement de Programmation

L'environnement de développement SoMachine a été choisi comme plateforme pour programmer notre Automate Programmable Industriel (MODICON TM221). SoMachine offre une interface conviviale et puissante qui nous permet de configurer et programmer notre système automatisé de manière cohérente et efficace.

### III.4.2 Configuration de l'Automate

La configuration de notre Automate Programmable Industriel (API), en l'occurrence le Modicon M221 de Schneider, a été réalisée en utilisant le protocole de communication Modbus TCP/IP. Cette configuration permet l'échange d'informations fluides entre l'API et les autres composants de notre système, garantissant une coordination sans faille des opérations.

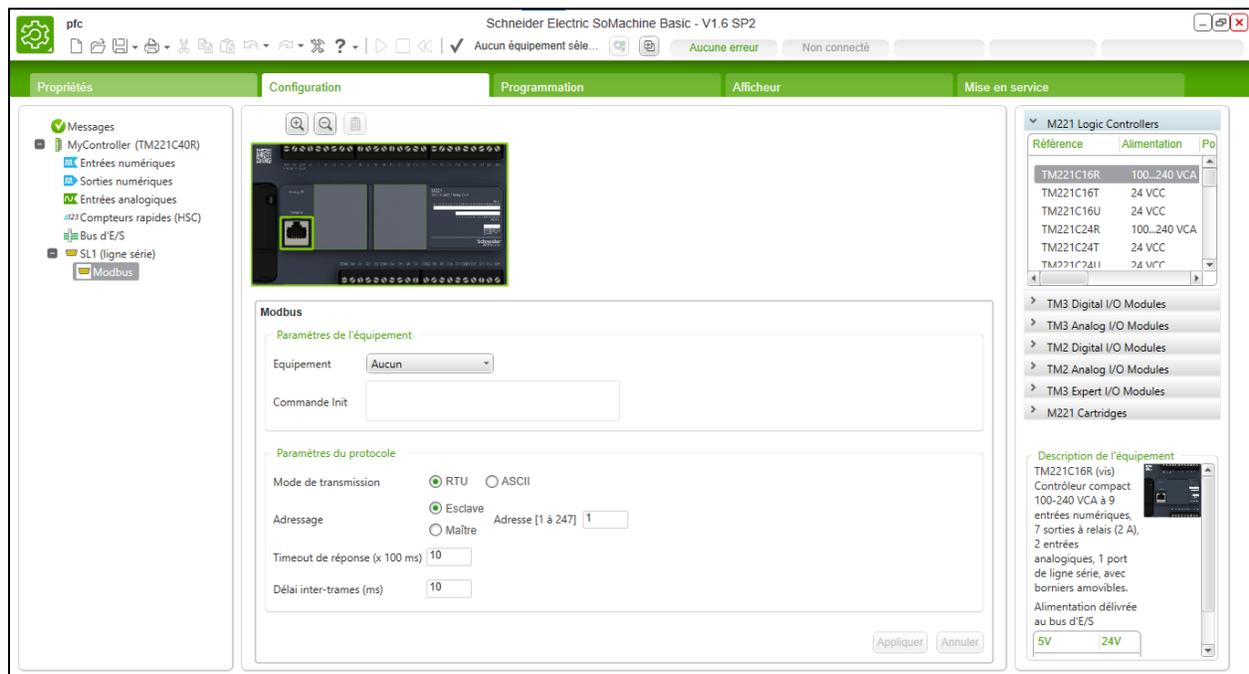


Figure III.3 La Configuration De L'api Modicon 221 Dans SoMachine.

### III.4.3 Présentation des entres/sorties

Avant d'entrer dans les détails, il est essentiel de bien comprendre les éléments fondamentaux qui composent notre système de stockage temporaire automatisé. Dans cette partie, nous allons introduire les entrées et sorties qui sont au cœur de notre système.

#### Les entres

La figure ci-dessus représente les entres numériques de notre système :

Utilisé	Adresse	Symbole	Commentaire
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0		FC1 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1		FC1 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2		FC2 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3		FC2 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4		FC3 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.5		FC3 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.6		FC4 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.7		FC4 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.8		FC5 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.9		FC5 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.10		FC6 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.11		FC6 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.12		FC7 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.13		FC7 in
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.14		FC8 out
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.15		FC8 in

Figure III.4 Les Entres Numériques.

#### Les sorties

La figure ci-dessus représente les sorties numériques de notre système :

Utilisé	Adresse	Symbole	Commentaire
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0		MC1 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1		MC1 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2		MC2 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3		MC2 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4		MC3 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5		MC3 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6		MC4 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7		MC4 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.8		MC5 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.9		MC5 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.10		MC6 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.11		MC6 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.12		MC7 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.13		MC7 décharge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.14		MC8 charge
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.15		MC8 décharge

Figure III.5 Les Sorties Numériques.

### III.4.4 Programmation Ladder

La programmation de l'API a été réalisée en utilisant le langage ladder, une méthode graphique qui facilite la représentation des opérations logiques sous forme de schémas électriques. Nous avons traduit chaque étape et transition du Grafcet de niveau 2 en instructions ladder, ce qui permet à notre système de fonctionner de manière synchronisée et précise.

### III.4.5 Vue d'Ensemble de la Programmation

Le processus de programmation a été exécuté en suivant une séquence logique. De la configuration initiale à la traduction du Grafcet en langage ladder, en passant par l'intégration des fonctions de sécurité, ces étapes sont :

#### Mode Manuel :

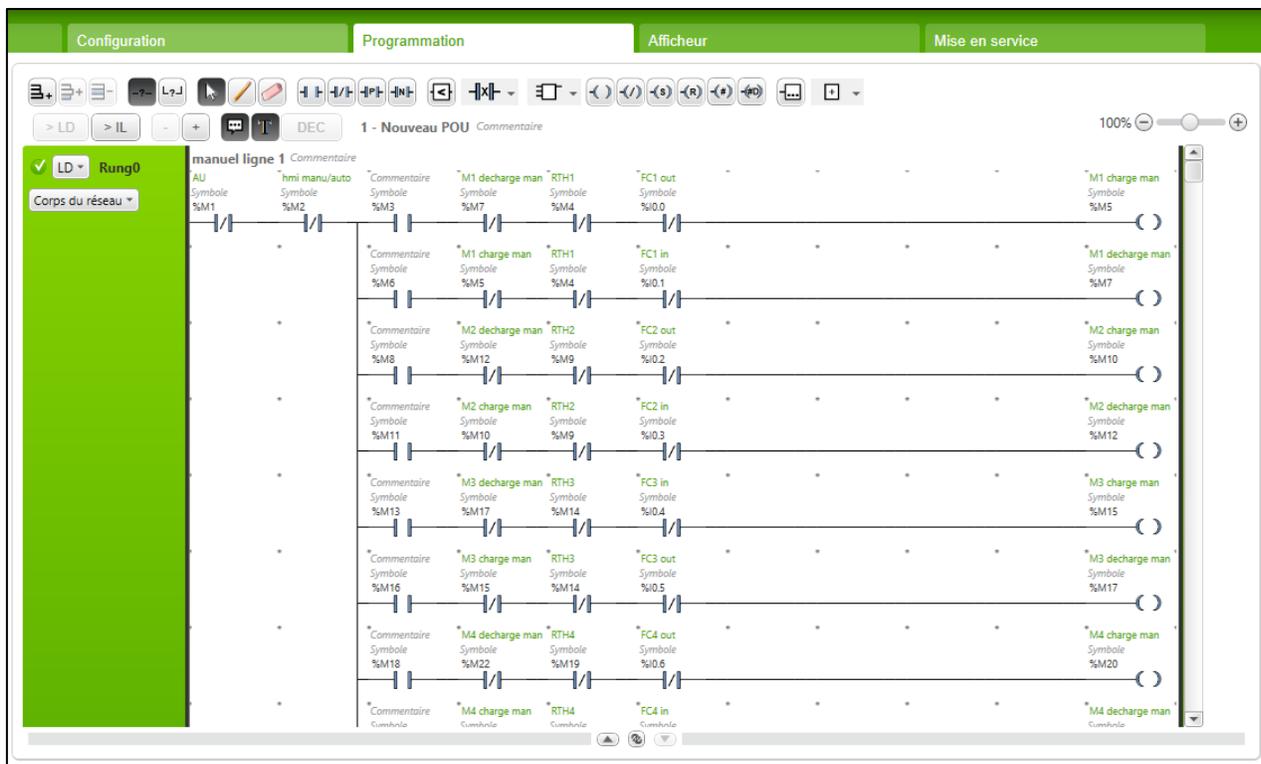


Figure III.6 Programme De Mode Manuel.

Cette section du programme gère les opérations manuelles pour les deux lignes de convoyeurs :

- Nous allons utiliser des entrées dédiées, telles que des boutons poussoirs, pour activer manuellement les convoyeurs dans les deux directions.

- Intégration des entrées des relais thermiques pour surveiller la température des moteurs des convoyeurs.
- Arrêt automatique du convoyeur si la température dépasse la valeur seuil prédéfinie.
- Intégration d'un bouton d'arrêt d'urgence pour interrompre instantanément tous les convoyeurs.

### Sécurité des Modes Manuel

- Les modes manuels des deux lignes de convoyeurs sont équipés de dispositifs de sécurité pour prévenir tout danger potentiel lors de l'interaction manuelle.
- Si le bouton d'arrêt d'urgence est enclenché, les modes manuels sont instantanément désactivés. Cette fonctionnalité garantit une réponse rapide en cas de situation d'urgence.
- Si un relais détecte une température excessive, il désactive immédiatement le mode manuel associé pour éviter tout risque de surchauffe ou de problème électrique.

### Mode automatique :

En divisant ce mode en deux parties distinctes pour la charge et la décharge :

#### ➤ Mode auto (charge) :

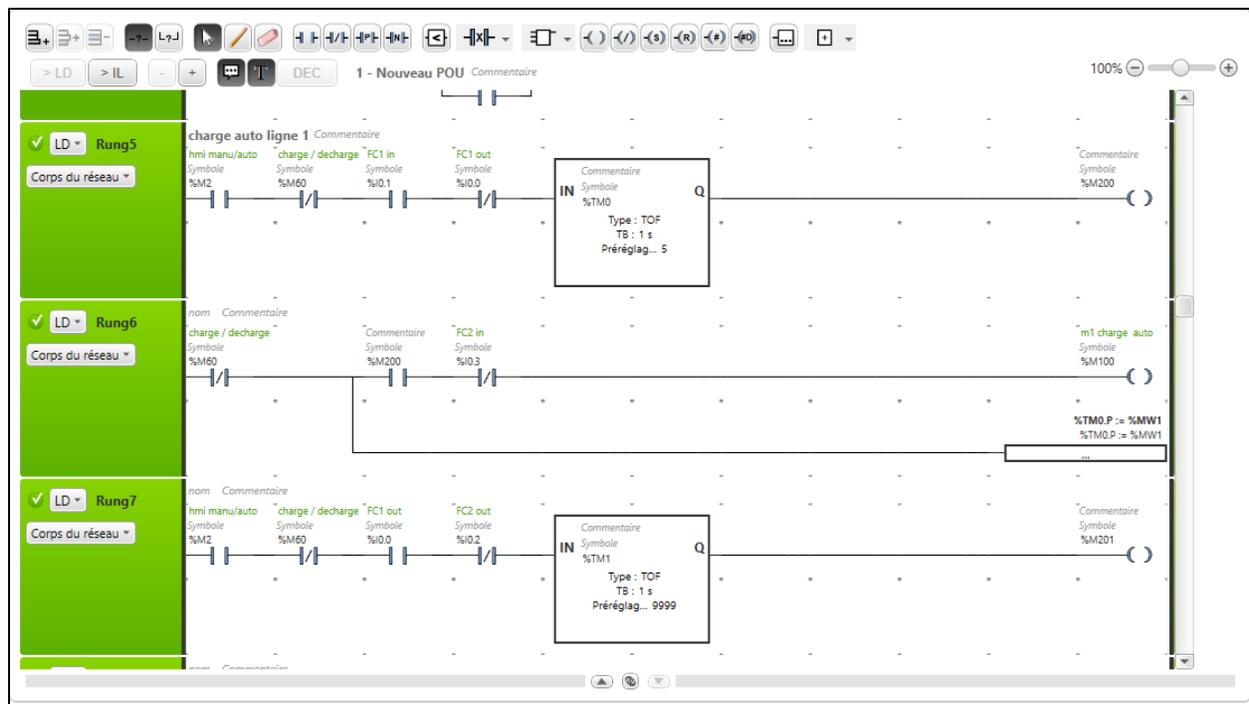


Figure III.7 Programme En Mode Auto Charge.

Ce mode gère le transfert automatique des cartons semi-finis de la navette vers la zone de stockage :

- Les capteurs photocellules détectent l'arrivée des cartons semi-finis depuis la navette.
- Le capteur photocellule FC1in détecte la présence d'un carton semi-fini.
- Le premier convoyeur est activé pour commencer le transfert du carton.
- Le carton semi-fini avance le long du premier convoyeur.
- Le capteur photocellule FC1out détecte que le carton a atteint la fin du premier convoyeur.
- Le deuxième convoyeur est activé en réponse à la détection du carton par FC1out.
- Le deuxième convoyeur démarre pour continuer le transfert.
- Après un délai défini par l'opérateur pour assurer le transfert fluide, le premier convoyeur est arrêté.
- La séquence de transfert se répète pour les convoyeurs suivants selon la même logique.
- Chaque convoyeur est activé à la détection du carton par le capteur du convoyeur précédent.

➤ **Avantages de cette Structure :**

- La séquence de transfert est clairement définie, ce qui facilite la compréhension et l'ajustement du programme.
- Les capteurs photocellules agissent comme des déclencheurs précis pour activer les convoyeurs au bon moment.
- L'ajout d'une temporisation permet d'assurer que le transfert d'un convoyeur à l'autre se déroule en douceur.

### ➤ Mode auto (décharge)

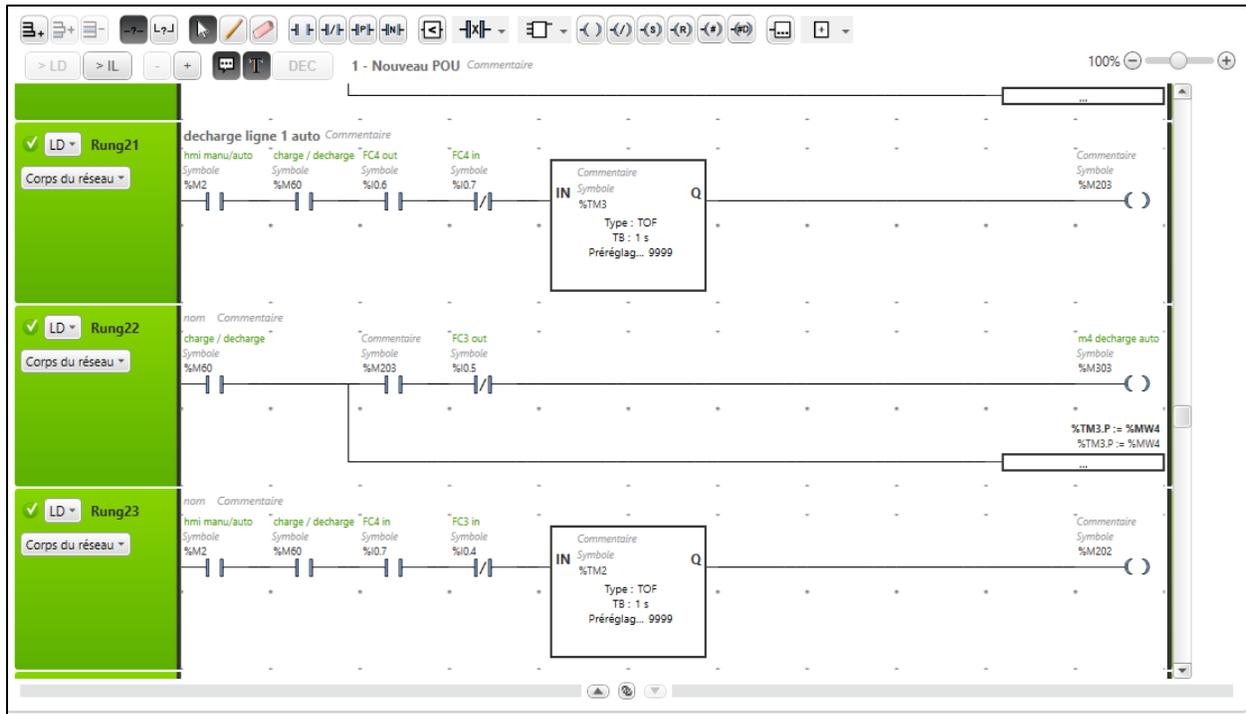


Figure III.8 Programme En Mode Auto Décharge.

- Le système reçoit une demande de déchargement.
- Le dernier convoyeur (le plus proche de la navette) est activé.
- Le carton semi-fini avance sur le dernier convoyeur.
- Le capteur photocellule détecte que le carton a atteint la fin du dernier convoyeur.
- Le convoyeur précédent est activé en réponse à la détection du carton par le capteur du dernier convoyeur.
- Le carton continue son transfert vers l'amont.
- Après un délai défini, le dernier convoyeur est arrêté pour permettre le transfert en douceur.
- La séquence de transfert se poursuit en sens inverse pour chaque convoyeur, de manière similaire au mode de charge.

#### ➤ Avantages de cette Structure :

- La logique du mode de charge est inversée pour le mode de décharge, simplifiant la compréhension.
- Les mêmes capteurs photocellule et mécanismes de transfert sont utilisés, garantissant une cohérence dans la conception.

### **Sécurité des Modes Automatiques**

- Les deux modes automatiques de charge et de décharge intègrent des mécanismes de sécurité pour garantir la protection des opérations et des équipements.
- Si le bouton d'arrêt d'urgence est enclenché, tous les modes automatiques sont instantanément désactivés. Cela interrompt immédiatement tous les convoyeurs et prévient tout risque potentiel.
- Si l'un des relais détecte une température anormalement élevée, le mode automatique concerné est désactivé cela empêche tout fonctionnement en cas de surchauffe ou de problème électrique potentiel.

## **III.5 Création d'une vue de supervision**

Dans le cadre de la réalisation pratique de notre système de stockage temporaire, l'intégration d'une interface de supervision efficace est essentielle pour surveiller et contrôler les opérations en temps réel. Pour cela, nous avons choisi le logiciel Vijeo Designer, qui nous permettra de concevoir une interface utilisateur intuitive et fonctionnelle. Cependant, avant de plonger dans la création de cette interface, il est primordial d'établir une communication fluide entre Vijeo Designer et SoMachine, le logiciel de programmation de notre automate Modicon M221.

### **III.5.1 Communication entre Vijeo Designer et SoMachine**

Cette communication est établie au moyen du protocole Modbus TCP/IP, en utilisant une adresse IP spécifique. Cette étape de liaison entre les deux logiciels permet l'échange en temps réel des données d'entrée et de sortie nécessaires à la supervision et au contrôle de notre système de stockage temporaire. Dans la figure à suivre, nous examinerons en détail la configuration minutieuse de cette communication, soulignant son rôle fondamental dans la réalisation réussie de notre interface de supervision interactive.

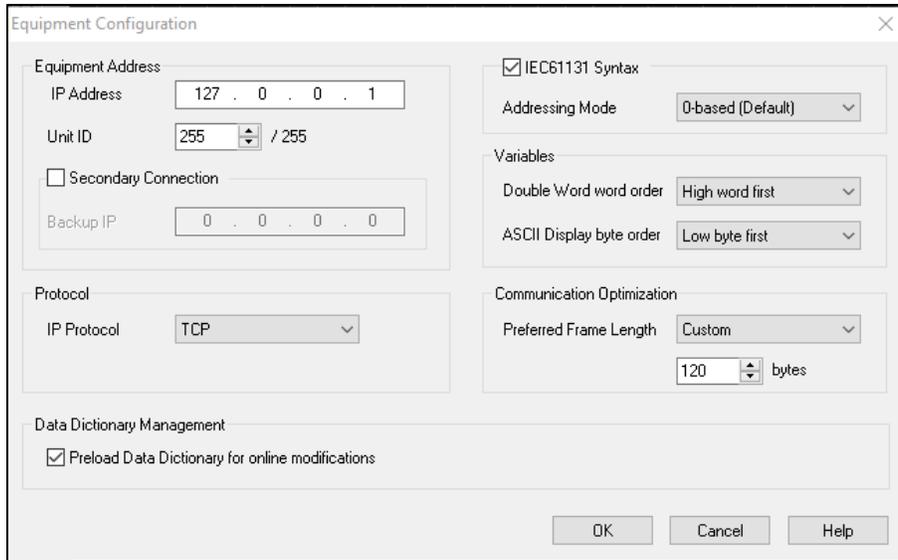


Figure III.9 La Fenêtre De Configuration De La Communication.

### III.5.2 Conception Visuelle sous vejio designer

En utilisant le logiciel Vijeo Designer, nous avons pu concevoir une interface utilisateur facile à utiliser et adaptée aux besoins de notre système. Cette interface combine des éléments visuels clairs et intuitifs, tels que des boutons, des indicateurs d'état et des éléments graphiques, pour offrir une expérience utilisateur fluide et efficace.

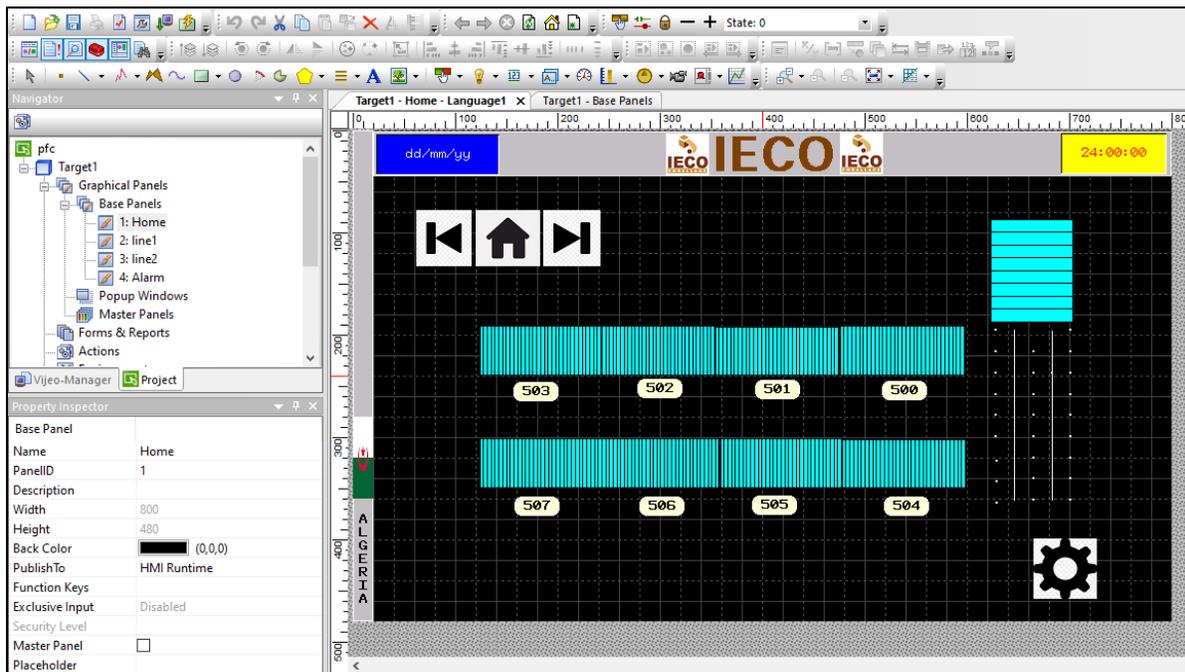


Figure III.10 Panneaux Principale De Notre Système.

- La vue principale présente une disposition bien structurée mettant en avant les éléments essentiels du système, tels que les lignes de convoyeurs et la navette, pour une compréhension immédiate.
- Des boutons de configuration stratégiquement placés permettent aux opérateurs de naviguer entre différentes vues, offrant ainsi la flexibilité de passer d'une vue à l'autre en fonction des besoins opérationnels.

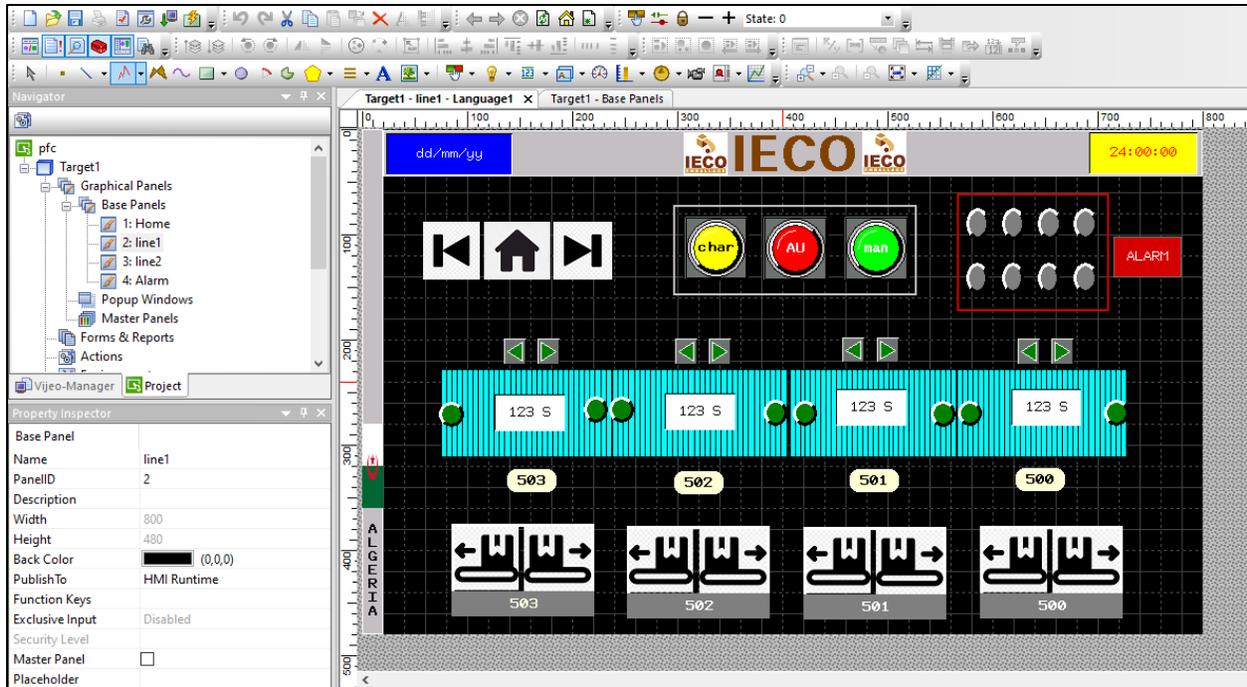


Figure III.11 Panneau Ligne 1.

- Cette vue se concentre sur les détails spécifiques de chaque ligne de convoyeurs. Chaque vue présente les convoyeurs de la ligne respective, accompagnés de boutons de configuration pour activer les modes manuel et automatique, ainsi que pour gérer les opérations de charge et de décharge, des boutons de mode manuel permettent également de contrôler manuellement des convoyeurs et un bouton d'arrêt urgence.
- Des lampes indicatrices sont également intégrées pour signaler visuellement l'état des convoyeurs et les alertes potentielles.

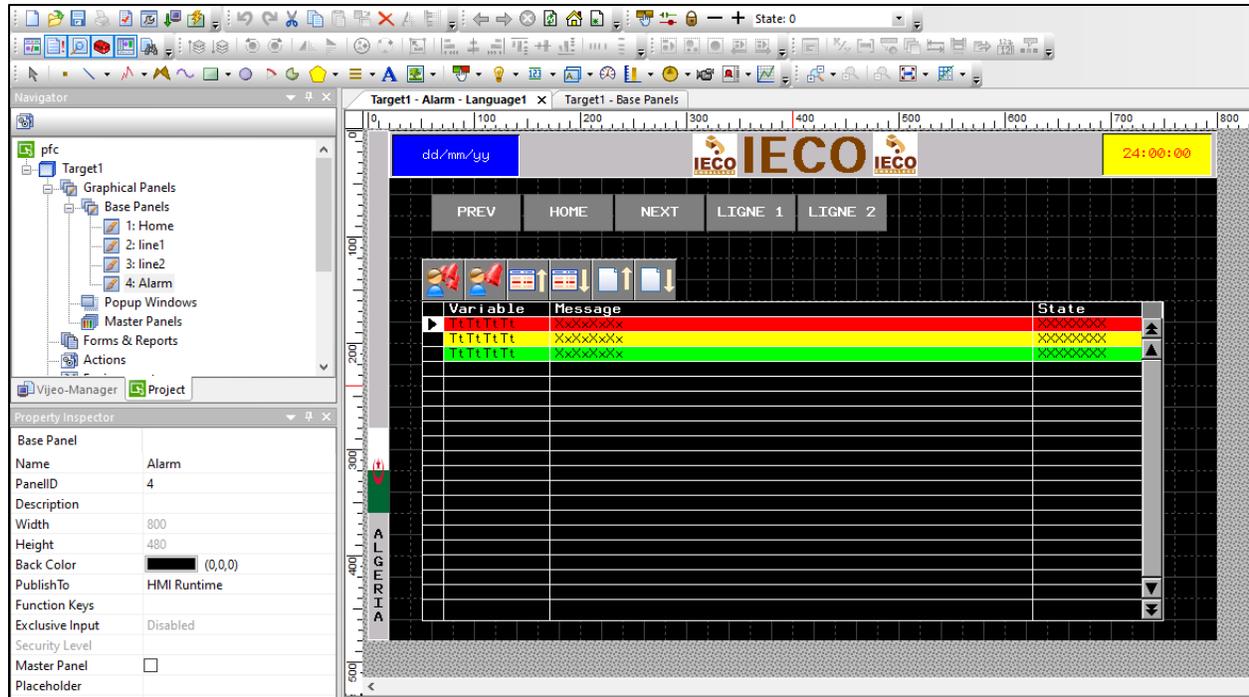


Figure III.12 Panneaux Alertes.

- La dernière vue est axée sur la surveillance des alertes et des détails opérationnels. Les opérateurs peuvent consulter des indicateurs visuels pour les alertes de relais thermiques et accéder à des informations détaillées sur les problèmes éventuels, ce qui facilite la prise de décisions et les actions correctives.

### III.6 Simulation et Évaluation des Performances

Nous avons mis en avant l'importance de la simulation comme outil essentiel pour anticiper et évaluer les performances de notre solution. La simulation nous a permis de modéliser divers scénarios opérationnels, de tester le comportement du système face à différentes conditions et d'ajuster les paramètres en conséquence.

Les résultats obtenus lors de ces tests ont été globalement positifs. Le système a démontré sa capacité à transférer les cartons semi-finis avec fluidité et rapidité entre les lignes de production et la zone de stockage. Les modes de fonctionnement manuel et automatique ont montré une réponse conforme aux attentes, permettant un contrôle précis et une automatisation efficace. De plus, les dispositifs de sécurité, tels que les boutons d'arrêt d'urgence et les relais thermiques, ont prouvé leur fiabilité en intervenant rapidement lors de situations critiques.

## **III.7 Conclusion**

Ce chapitre a concrétisé la mise en œuvre de notre système de stockage temporaire automatisé. Grâce à la programmation en langage ladder via Somachine et l'utilisation d'un Grafcet niveau 2, nous avons créé des modes de fonctionnement détaillés pour notre système. L'intégration de l'API Modbus TCP/IP a permis une communication fluide entre le logiciel de supervision Vijeo Designer et l'automate, et on termine ce chapitre par la simulation et à l'évaluation des résultats.

---

## Conclusion Générale

---

## Conclusion Générale

Ce mémoire a porté sur la conception et la réalisation d'un système automatisé pour stocker temporairement les cartons semi-finis dans une usine d'emballage en carton. À travers ce travail, nous avons réussi à mettre en place une solution qui permet un transfert efficace des cartons tout en évitant les arrêts de production.

Le point de départ de notre projet a été l'identification rigoureuse de la problématique spécifique à notre environnement industriel. Cela a été le levier pour concevoir une solution adaptée à nos besoins. Cette première phase a jeté les bases d'une aventure qui allait façonner notre maîtrise des concepts et des technologies. La création du GRAFCET a été une phase importante de notre projet. Cet outil graphique a transformé nos idées en un plan visuel cohérent, préparant ainsi le terrain pour la programmation et la réalisation de notre solution. Notre connaissance du langage Ladder, acquise durant notre parcours académique, s'est avérée indispensable à cette étape.

L'introduction aux nouvelles technologies de programmation, notamment les nouveaux logiciels comme Vijeo Designer et Somachine, qui étaient inconnus pour nous. Cependant, au fil du temps, nous avons réussi à les maîtriser et à les utiliser pour la supervision et la programmation efficace de notre système automatisé.

Dans notre travail, nous avons élaboré une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement du processus par l'intermédiaire d'un schéma synoptique en temps réel. Il est donc facile de cibler, en cas de panne, un élément défectueux parmi les capteurs et les actionneurs. Ainsi, l'opérateur peut intervenir et prendre les décisions appropriées pour remédier aux défauts survenus en un temps minime.

En regardant vers l'avenir, ce projet ouvre la voie à de nombreuses opportunités. Le secteur de l'automatisation industrielle évolue rapidement, et notre solution pourrait être une source d'inspiration pour d'autres industries. Les possibilités d'amélioration et d'intégration de nouvelles technologies sont nombreuses.

---

## Références Bibliographiques

---

- [1] BOUZEGHOUB, ALI, S., Youcef. (2015). Conception et Mise en place d'outils de planification et suivi de production d'IECO [Mémoire]. Ecole Nationale Polytechnique (consulté le 07/03/2023).
- [2] IECO - présentation. <https://www.ieco-dz.com/entreprise/presentation> (consulté le 27/03/2023).
- [3] Définitions. (s. d.). Techniques de l'Ingénieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/genie-industriel-th6/conception-d-emballage-42133210/fonction-emballage-ag6000/definitions-ag6000niv10001.html> (consulté le 07/05/2023 ).
- [4] Automate programmable industriel : définition et explications. (s. d.). Techno-Science.net. <https://www.techno-science.net/definition/6694.html> (consulté le 03/06/2023).
- [5] Lucas. (2022). Architectures des automates programmables industriels | SCIETech. ScieTech. <https://scietech.fr/architectures-des-automates-programmables-industriels-scietech/> (consulté le 15/06/2023 ).
- [6] Conseil, E. T. (2023). Automate Programmable Industriel (API). Euro Tech Conseil. <https://www.eurotechconseil.com/blog/automate-programmable-industriel-api/>.(consulté le 20/06/2023 ).
- [7] Logic Controller - Modicon M221 | Schneider Electric Algérie. (s. d.). <https://www.se.com/dz/fr/product-range/62128-logic-controller-modicon-m221/> (consulté le 1/07/2023 ).
- [8] HMIGXU3512 - 7 inch wide screen, Universal Model, 2 Serial Ports,1 Ethernet Port, EmbeddedRTC | Schneider Electric Indonesia. (s. d.). <https://www.se.com/id/en/product/HMIGXU3512/7-inch-wide-screen-universal-model-2-serial-ports1-ethernet-port-embeddedrtc/> (consulté le 15/08/2023 ).
- [9] SoMachine Basic Guide d'utilisation. (2017, décembre). Schneider électrique. [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=EIO0000001355.10.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000001355&\\_ga=2.235389249.1144618285.1693679654-1362186947.1678555546](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000001355.10.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000001355&_ga=2.235389249.1144618285.1693679654-1362186947.1678555546). (consulté le 20/08/2023 ).

- [10] Vjejo designer guide d'utilisation. (2014, mars). Schneider Electric. [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=Vjejo-Designer-Starting-guide-English.pdf&p\\_Doc\\_Ref=VD-userguide-V6.2&\\_ga=2.200116462.1144618285.1693679654-1362186947.1678555546](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=Vjejo-Designer-Starting-guide-English.pdf&p_Doc_Ref=VD-userguide-V6.2&_ga=2.200116462.1144618285.1693679654-1362186947.1678555546) (consulté le 23/08/2023 ).
- [11] MSET, Convoyeurs industriels & systèmes de manutention. (2022, 7 septembre). Convoyeur motorisé - transport automatique de charges. MSET. <https://www.mset.fr/convoyeurs-mecanises/> (consulté le 25/08/2023 ).
- [12] Le Grafcet - description générale. (s. d.). <https://sitelec.org/cours/abati/grafcet1.htm> (consulté le 27/08/2023 ).