

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Supérieure des Sciences Appliquées
d'Alger



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا في العلوم التطبيقية بالجزائر

Département du second cycle

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

Filière : **Electrotechnique**

Spécialité : **Traction électrique**

Thème :

**Automatisation et supervision d'un poste de
transfert de palettes dans l'industrie automobile**

Présenté par : SIACI Maissa

Encadrée par : M. TEFFAHI
Abdelkader

Soutenu publiquement, le :28/06/2022,

Devant le Jury composé de :

Président : M. ARBID Mahmoud MCB ESSA Alger

Examinatrice : Mme. DJELLOUL Imene MCA ESSA Alger

Encadreur : M. TEFFAHI Abdelkader MCA ESSA Alger

Monôme N° : 03/PFE /TR/2022

Remerciements

Au terme de ce travail, je désire d'abord et avant tout remercier le bon dieu qui m'a donné le courage, l'aptitude et le sérieux de mener ce travail.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrant, Monsieur TEFFAHI Abdelkader pour tout le temps précieux qu'il m'a consacré dans le but de la réalisation de ce travail, et qui n'a jamais manqué de m'orienter et de me conseiller.

Mes remerciements les plus sincères vont à Madame DJELLOUL Imene et Monsieur ARBID Mahmoud, les membres du jury, qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger ce modeste travail, pour toute l'attention qu'ils vont prêter à l'évaluation de ce travail.

Je suis aussi reconnaissante envers tous les enseignants qui nous m'ont soutenue tout au long de nos études. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux.

Dédicaces

Je dédie ce travail

*A ma famille qui m'a toujours soutenue et encouragée et à laquelle j'exprime
toute ma gratitude,*

*A ma mère disparue trop tôt mais qui a su m'apprendre beaucoup en peu de
temps,*

A mon père à qui je dois tout pour tous les sacrifices qu'il a consentis.

Résumé

Les systèmes d'automatisation et de contrôle industriel ont révolutionné les processus industriels ces dernières décennies, de ce fait le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'automatisation et supervision d'un poste de transfert de palettes dans l'industrie automobile par API Modicon M221, le travail est divisé en une partie théorique qui présente l'automatisation et l'API M221, et une partie pratique d'étude et d'implémentation du programme pour la simulation.

Abstract

Automation and industrial control systems have revolutionized industrial processes in the last decades, therefore the work presented in this thesis focuses on the automation and supervision of a pallet transfer station in the automotive industry by PLC Modicon M221 , the work is divided into a theoretical part which presents the automation in general and the API M221, and a practical part for the study and implementation of the program for the simulation.

ملخص
أحدثت أنظمة الأتمتة والتحكم الصناعي ثورة في العمليات الصناعية في العقود الماضية ، وبالتالي فإن العمل المقدم في هذه الأطروحة يركز على الأتمتة والإشراف على محطة نقل البليت في صناعة السيارات بواسطة PLC Modicon M221 ، وينقسم العمل إلى جزء نظري والذي يعرض الأتمتة بشكل عام و API M221 ، وجزء عملي لدراسة وتنفيذ برنامج المحاكاة.

Table des matières

Introduction Générale	1
1 Contexte de l'automatisation	3
1.1 Introduction	3
1.2 Bref historique de l'automatisation	3
1.3 Automatisation industrielle	6
1.4 Avantages et inconvénients de l'automatisation industrielle	6
1.5 Composants clés requis pour l'automatisation	8
1.5.1 Relais et contacteurs logique	8
1.5.2 Automates programmables industriels (API)	8
1.5.3 Contrôle, supervision et acquisition de données (SCADA)	9
1.5.4 Système numérique de contrôle-commande (SNCC)	9
1.6 Structure d'un système automatisé	9
1.7 Conclusion	11
2 État de l'art des systèmes automatisés	12
2.1 Introduction	12
2.2 Convoyeur	13
2.2.1 Présentation d'un convoyeur	13
2.2.2 Principaux composants d'un convoyeur	13
2.2.3 Types de convoyeurs	15
2.2.3.1 Convoyeur à courroie	15

2.2.3.2	Convoyeur à chaîne	16
2.2.3.3	Convoyeur à rouleaux	17
2.3	Capteurs	18
2.3.1	Définition d'un capteur	18
2.3.2	Classification des capteurs	19
2.3.2.1	Capteurs passifs et actifs	20
2.3.2.1.1	Types de capteurs actifs	20
2.3.2.1.2	Types de capteurs passifs	21
2.3.2.2	Types de capteurs selon leurs propriétés de dé- tection	23
2.4	Actionneurs	26
2.4.1	Définition d'un actionneur	26
2.4.2	Types d'actionneurs	27
2.5	Conclusion	29
3	API Modicon M221	30
3.1	Introduction	30
3.2	Présentation	30
3.3	M221 standard et M221 book	31
3.4	Description détaillée du M221	33
3.5	Communication embarquée	34
3.5.1	Communication sur réseau Ethernet	34
3.5.2	Liaisons série	36
3.6	Programmation logicielle par EcoStruxure Machine Expert Basic	37
3.6.1	Présentation du logiciel	37
3.6.2	Raccordement d'un terminal PC au contrôleur	38
3.7	Modules d'extension d'entrées/sorties	40
3.8	Conclusion	41
4	Commande du poste de transfert de palettes avec le M221	42
4.1	Introduction	42

4.2	Description globale d'un système de transfert de palette	43
4.3	Bilan des entrées-sorties de la commande séquentielle de l'ensemble	45
4.4	Étude de l'occupation des zones	48
4.4.1	Occupation des zones Z_{A_n} , Z_{P_n} et Z_{E_n}	48
4.4.1.1	Représentation de l'occupation des zones par logigramme	48
4.4.1.2	Représentation de l'occupation des zones par LADDER	49
4.4.1.2.1	Occupation de la zone Z_{A_n}	50
4.4.1.2.2	Occupation de la zone Z_{E_n}	51
4.4.1.2.3	Occupation de la zone Z_{P_n}	52
4.4.2	Occupation de la zone tampon Z_{T_n}	52
4.5	Commande de l'ensemble (poste n, zone tampon ZT)	54
4.5.1	Commande des Butée et de l'élévateur	54
4.5.1.1	Butée BT_{n-1}	55
4.5.1.2	Butée BA_n	57
4.5.1.3	Butée BP_n	59
4.5.1.4	Butée BE_n	61
4.5.1.5	Élévateur	63
4.5.2	Diagramme de Gantt pour la coordination des tâches du système en PN	65
4.5.3	Grafctet de production normale	66
4.5.4	Conclusion	67
5	Supervision du système avec Vijeo Designer Basic	69
5.1	Introduction	69
5.2	Présentation de Vijeo Designer Basic	70
5.2.1	Description générale	70
5.2.2	Outils	70
5.3	Création du projet	72
5.3.1	Création d'un nouveau projet	72

5.3.2	Création de la table des variables	73
5.3.3	Vue principale	74
5.4	Conclusion	75
	Conclusion Générale	77
	Bibliographie	77

Liste des tableaux

2.1	Comparatif entre les capteurs passifs et actifs.	20
2.2	Types de capteurs selon leurs propriétés de détection	25
3.1	Fonctionnalités principales du M221.	32
4.1	Bilan des entrées-sorties de la commande séquentielle de l'ensemble poste n et zone tampon ZTn.	46
4.2	Bilan des bits mémoire utilisés pour la commande séquentielle de l'ensemble poste n et zone tampon ZTn.	47
4.3	Zones de transfert et de travail considérées occupées	48

Table des figures

1.1	Panneaux de relais du début des années 1960.	4
1.2	Modicon 084.	5
1.3	Structure d'un système automatisé	10
2.1	Composants d'un convoyeur.	14
2.2	Convoyeur à courroie textile	15
2.3	Convoyeur à courroie métallique.	15
2.4	Convoyeur à chaîne.	17
2.5	Convoyeur à rouleaux non alimenté.	18
2.6	Convoyeur à rouleaux motorisé.	18
2.7	Principe de fonctionnement d'un capteur.	19
2.8	capteur de température résistif.	22
2.9	capteur de proximité inductif.	22
2.10	capteur de proximité capacitif.	23
2.11	thermomètre numérique et thermomètre à mercure.	23
2.12	Accéléromètre piézoélectrique.[20]	24
2.13	Galvanomètre.	24
2.14	Capteur de dioxyde de carbone.	25
2.15	Principe de fonctionnement d'un actionneur.	26
2.16	Rotor et Stator.	27
2.17	Vérin à vis.	28
2.18	Vérin pneumatique.	29
2.19	Moteur rotatif hydraulique.	29

3.1	M221 standard à 16 E/S.	31
3.2	M221 book à 16 E/S.	31
3.3	Description détaillée du M221.	33
3.4	Ports de communication du M221.	35
3.5	Port Ethernet du M221.	36
3.6	Liaisons séries du M221.	37
3.7	Ecostruxure Machine Expert – Basic.	39
3.8	Modules d’entrées/sorties logiques.	41
3.9	Modules d’entrées/sorties analogiques.	41
4.1	Ligne générique d’assemblage.	43
4.2	Schéma du principe de fonctionnement du système de transfert de palettes.	44
4.3	Logigramme caractérisant l’occupation de zones.	49
4.4	Ladder et IL d’occupation de la zone ZAn.	50
4.5	Ladder et IL d’occupation de la zone ZEn.	51
4.6	Ladder et IL d’occupation de la zone ZPn.	52
4.7	Ladder et IL d’occupation de la zone ZTn.	53
4.8	GRAFCET de la commande de la butée BT_{n-1}	55
4.9	Ladder et IL de la commande de la butée BT_{n-1}	56
4.10	GRAFCET de la commande de la butée BA_n	57
4.11	Ladder et IL de la commande de la butée BA_n	58
4.12	GRAFCET de la commande de la butée BP_n	59
4.13	Ladder et IL de la commande de la butée BP_n	60
4.14	GRAFCET de la commande de la butée BE_n	61
4.15	Ladder et IL de la commande de la butée BE_n	62
4.16	GRAFCET de la commande de la butée l’élèveur.	63
4.17	Ladder et IL de la commande de l’élèveur.	64
4.18	Diagramme de Gantt de la coodrination des tâches pour la production normale.	65
4.19	Grafcet de coodrination des tâches pour la production normale.	66

4.20	Affectation des sorties du Grafcet de coordination des tâches. . . .	67
5.1	Environnement de Vijeo Designer	71
5.2	Création d'un nouveau projet dans Vijeo Designer	72
5.3	Configuration du pilote d'un nouveau projet dans Vijeo Designer .	73
5.4	Configuration de l'équipement d'un nouveau projet dans Vijeo Designer	73
5.5	Importation de variables d'un nouveau projet dans Vijeo Designer	74
5.6	Configuration de la butée BT_{n-1}	75
5.7	Vue principale	75

Liste des abréviations

A/N : analogique / numérique
AC : Alternative Current
API : Automate Programmable Industriel.
CDD : charge coupled device
CPU : Central Processing Unit (unité centrale)
DC : Direct Current
DEL : Diode électroluminescente
E/S : Entrée/Sortie.
FBD : Function Block Diagram
I/O : In / Out
IHM : Interface Homme Machine
IP : Internet Protocol
Modicon : MODular DIgital CONtroller
N/A : numérique / analogique
NGVL : Network Global Variable List
PC : Partie commande
PC : Ordinateur Personnel
PID : proportionnel, intégral, dérivé
PN : Production normale
PO : Partie opérative
QR : Quick Response

SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition (système de contrôle et d'acquisition de données).

SD : Secure Digital (carte mémoire)

SNCC : Système numérique de contrôle-commande.

SQL : Structured Query Language

TOR : Tout ou rien

TCP : Transmission Control Protocol

USB : Universal Serial Bus

VPN : Virtual Private Network (réseau privé virtuel)

Introduction Générale

Interner l'automatisation dans les processus de production est devenue une pratique courante pour la plupart des industries dans le monde parce qu'elle est rentable, efficace et rapide.

D'autre part l'utilisation de convoyeurs dans les processus industriels a été quand à elle mise en pratique depuis le début du 20ème siècle. Ils permettent de déplacer des matériaux d'un endroit à un autre et sont spécifiquement destinés au transport rapide et efficace d'une grande variété de matériaux de toutes formes et tailles. Dans un système de production, ou de montage avec des taux de production élevés, les produits doivent être transportés avec un système de convoyage sophistiqué mais sûr et fiable, d'où la nécessité d'automatiser ce dernier.

L'Automatisation du convoyage contribue à augmenter l'efficacité et la vitesse d'utilisation des palettes ou produits dans leur expédition, stockage et manipulation. Cela peut réduire considérablement les coûts et les erreurs humaines.

Dans l'industrie automobile des palettes chargées des constituants d'un moteur automobile sont déplacées de poste à poste sur une ligne d'assemblage. Pour une meilleure productivité. Il faut augmenter la cadence de la ligne de transfert.

Pour but d'une gestion efficace des durées des différentes phases de transfert nous allons automatiser et superviser un poste de transfert de palettes dans une usine de montage dans l'industrie automobile par un automate programmable industriel Modicon M221 de Schneider Electric.

Ce mémoire se compose de cinq chapitre organisés comme suit :

- Le premier chapitre est consacré au contexte de l'automatisation à travers

un bref historique, ses avantages et ses inconvénients et les composants clés requis pour l'automatisation.

- Le deuxième chapitre présente l'état de l'art des systèmes automatisés, notamment les convoyeurs, les capteurs et les actionneurs.
- Le troisième chapitre est consacré à l'API Modicon M221 de Schneider Electric
- Le quatrième chapitre présente une description détaillée de notre système à commander et la méthode de commande du poste de transfert de palettes avec l'API M221.
- Le cinquième chapitre dresse les différentes étapes de supervision du système avec Vijeo Designer Basic.

Nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre 1

Contexte de l'automatisation

1.1 Introduction

Les systèmes d'automatisation et de contrôle industriel ont révolutionné les processus industriels, ainsi la notion d'automatisation telle qu'on la perçoit aujourd'hui est le résultat de nombreuses années de recherche et de travail d'ingénieurs déterminés à améliorer les fonctionnalités, la gestion et l'organisation des processus industriels, elle est un moyen d'augmenter l'efficacité et d'améliorer la productivité de ces derniers.

Dans ce premier chapitre, nous commencerons par présenter un bref historique de l'automatisation, nous présenterons ensuite l'automatisation, puis ses avantages et ses inconvénients et dans la quatrième section les composants clés requis pour l'automatisation.

1.2 Bref historique de l'automatisation

Bien que nous considérons les systèmes de contrôle industriel comme faisant partie des processus d'usine depuis le milieu des années 1800, les pre-

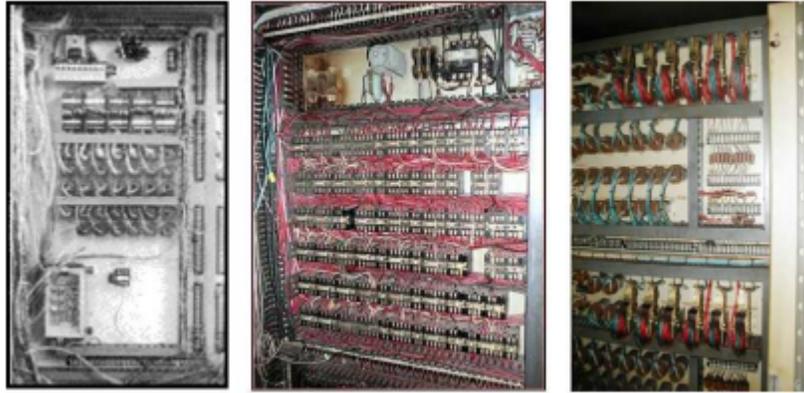


FIGURE 1.1 – Panneaux de relais du début des années 1960.

mières sociétés grecques et arabes avaient en fait des régulateurs à flotteur dans des appareils tels que des horloges à eau, des lampes à huile, des distributeurs de vin et des réservoirs d'eau [1]. A partir de la fin des années 1800 jusqu'au début des années 1900, les systèmes de contrôle étaient utilisés majoritairement pour le contrôle des températures, des pressions, des niveaux de liquide et de la vitesse des machines tournantes.

L'interrupteur électromagnétique a été inventé par Joseph Henry en 1837, il était à ses débuts utilisé comme amplificateur de signal dans les stations Morse [2]. Plus tard, dans les années 1950 et 1960 les techniciens et les ingénieurs devant accomplir un travail exigeant physiquement et chronophage pour mener à bien un processus industriel, ils ont utilisé les relais dans la construction de contrôleurs programmés câblés qui ont permis d'effectuer automatiquement des tâches complexes, la figure 1.1 montre des Panneaux de relais du début des années 1960 [1]. Cependant plusieurs modifications et améliorations ont dues être apportées aux relais qui étaient coûteux, difficiles à câbler, difficiles à configurer et difficiles à dépanner. Ces limitations ont conduit au développement des API.

M. Dick Morley connu comme étant le « père » des API, dans son récit intitulé "L'histoire de l'automate", il note que l'automate moderne est né le

jour de l'an 1968. La machine initiale - qui n'a jamais été livrée - n'avait que 125 mots de mémoire et il n'y avait aucune considération pour la vitesse. Le premier automate livré s'appelait Modicon (figure 2.2 [1]). Le nom Modicon signifiait MODular DIGital CONTroller. L'une des premières unités a été conçue pour l'industrie de la machine-outil. L'emplacement du premier automate Modicon était la société Bryant Chuck and Grinder à Springfield, Vermont, qui utilisait le modèle 084, qui représentait le projet 084. La machine était conçue pour être robuste - elle n'avait pas d'interrupteur marche/arrêt, pas de ventilateurs, ne faisait aucun bruit et n'avait aucune pièce susceptible de s'user.[1]



FIGURE 1.2 – Modicon 084.

En 1977, Modicon a été vendu à Gould Electronics, puis en 1997 à Schneider Electric, qui détient toujours la marque aujourd'hui et utilise le nom Modicon [3].

Depuis l'apparition des microprocesseurs dans les années 60 et ensuite de l'informatique, L'automatisation est devenue indissociable des techniques modernes de commande, robotique, et productique. Mais les vieilles techniques de régulation classiques restent encore très utilisées dans l'industrie.

1.3 Automatisation industrielle

L'automatisation est la conversion d'un processus de travail, d'une procédure ou d'un équipement en un fonctionnement ou un contrôle automatique plutôt qu'humain. L'automatisation ne se contente pas de transférer des fonctions humaines vers des machines, mais implique une profonde réorganisation du processus de travail, au cours de laquelle les fonctions humaines et les fonctions de la machine sont redéfinies.[4] A ses débuts l'automatisation reposait sur la mécanisation, néanmoins au degré d'industrialisation, l'informatisation est une phase après la mécanisation.

L'objectif est l'automatisation des opérations dans le processus technique à l'aide d'unités de traitement de l'information appropriées ainsi les opérateurs humains n'effectuent des requêtes que sur les résultats d'exploitation. L'automatisme industriel correspond aux automatismes séquentiels et couvrent l'ensemble des systèmes de contrôle-commande permettant de superviser ou de piloter une chaîne de production.[5]. On retrouve l'automatisation industrielle dans plusieurs secteurs comme l'agroalimentaire avec les lignes de conditionnement et les machines spéciales, la chimie, l'industrie pétrolière, les usines de production d'électricité, l'industrie pharmaceutique.

1.4 Avantages et inconvénients de l'automatisation industrielle

L'automatisation de l'industrie peut apparaître comme révolutionnaire en permettant notamment d'améliorer le chiffre d'affaires d'une société en augmentant considérablement le rythme de production. Néanmoins elle peut avoir aussi des inconvénients, Certains des avantages et des inconvénients de l'automatisation sont énumérés ci-dessous :

Les principaux avantages de l'automatisation industrielle sont :

- Économie sur les couts : le remplacement des opérateurs humains pour les tâches fastidieuses ou les tâches qui dépassent les capacités humaines, et par la même occasion effectuer des économies sur les coûts d'exploitation et de main d'œuvre. Aussi les installations industrielles automatisées sont généralement moins soumises aux pannes, ce qui permet aux entreprises de faire des économies substantielles sur les coûts liés à une maintenance fréquente ;
- Remplacement des humains dans des tâches qui devraient être effectuées dans un environnement dangereux (le feu, l'espace, les volcans, les installations nucléaires, sous l'eau, etc.), elle est ainsi un gage de sécurité ;
- Fiabilité et flexibilité : La fiabilité est impérative dans le climat compétitif actuel et les erreurs humaines peuvent conduire l'entreprise à des situations potentiellement catastrophiques, pour réduire le risque d'erreur humaine pouvant par exemple être causée par la fatigue ou la démotivation, les entreprises peuvent s'appuyer sur les processus automatisés. De même l'ajout d'une nouvelle tâche ou d'un nouveau produit dans un processus de production nécessite une formation des opérateurs humains. Les appareils automatisés peuvent quant à eux être reconfiguré ou reprogrammés pour effectuer n'importe quelle tâche [6] ;
- Production de composants uniformes et conformes aux attentes [2].

Les inconvénients liés à l'automatisation industrielle sont :

- Le coût d'investissement pour l'automatisation d'un processus est coûteux, il faut ainsi prendre en considération le cout des machines automatisées, de leur entretien et maintenance et le cout de formation des employés pour qu'ils exploitent aux mieux ces machines ;
- Peut ne pas être flexible, particulièrement pour les taches nécessitant une dextérité manuelle ou intellectuelle ;

- La croissance des industries et des machines automatisées implique une augmentation de la consommation d'énergie qui a un impact direct sur le coût de production ainsi que sur l'environnement ;
- Les taux de chômage augmentent parce que les machines sont utilisées pour effectuer des tâches que les humains feraient normalement [2].

1.5 Composants clés requis pour l'automatisation

1.5.1 Relais et contacteurs logique

Un relais est un interrupteur électrique qui s'ouvre et se ferme sous le contrôle d'un autre circuit électrique. Dans sa forme originale, l'interrupteur est actionné par un électroaimant pour ouvrir ou fermer un ou plusieurs ensembles de contacts. Les fonctions générales des relais sont la protection, la surveillance et le contrôle. [7]

Un contacteur n'est autre qu'un relais électromagnétique destiné à un usage intensif, il permet grâce à des contacts (pôles) de puissance d'assurer le fonctionnement de récepteurs de fortes puissances. Il est donc plus robuste qu'un simple relais car il commute des charges élevées (moteurs fractionnaires et à plusieurs chevaux, moteurs multiphasés, charges de chauffage importantes et l'éclairage industriel/commercial). Par conséquent, les contacteurs sont conçus pour supporter de gros fils à fort courant.

1.5.2 Automates programmables industriels (API)

Appareil électronique à fonctionnement numérique qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne d'instructions en implémentant des

fonctions spécifiques telles que le séquençage logique, la synchronisation, le comptage et l'arithmétique pour contrôler, par l'intermédiaire de modules d'entrée/sortie numériques ou analogiques, divers types de machines [7] .

1.5.3 Contrôle, supervision et acquisition de données (SCADA)

SCADA est l'acronyme de « Supervisory Control And Data Acquisition » (système de contrôle et d'acquisition de données), c'est un système informatique, pour collecter et analyser des données en temps réel. les systèmes SCADA sont des systèmes de télégestion à grande échelle, utilisés pour contrôler des actifs géographiquement dispersés, souvent dispersés sur des milliers de kilomètres carrés, où l'acquisition et le contrôle centralisés des données sont essentiels au fonctionnement du système.

1.5.4 Système numérique de contrôle-commande (SNCC)

Un système numérique de contrôle-commande s'occupe du contrôle généralement d'un système de fabrication, d'un processus ou de tout type de système dynamique, dans lequel les éléments du contrôleur ne sont pas centralisés [7]. Il est ainsi doté d'une interface homme-machine pour la supervision et d'un réseau de communication numérique.

1.6 Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé se décompose en deux principales parties interdépendantes : la partie opérative (PO) et partie commande (PC). Les informations échangées entre ces deux parties sont des informations internes au système alors que les consignes, signalisation proviennent de l'extérieur.

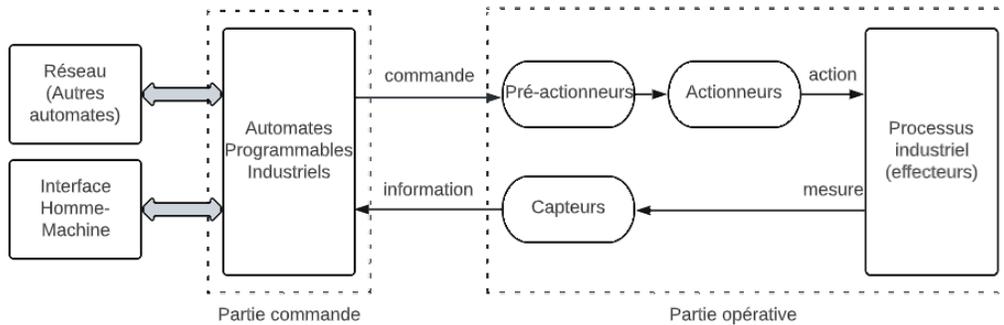


FIGURE 1.3 – Structure d'un système automatisé

- La partie opérative : C'est elle qui opère sur la matière d'œuvre, elle se compose des ensembles suivants :
 - * Processus (effecteurs) : c'est les outillages et moyens qui réalisent la fabrication ou la transformation dans le processus industriel, exemple : le cas d'un tapis roulant.
 - * Les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie mécanique nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple) [8], ils ont donc pour rôle de mouvoir ou mettre en œuvre les effecteurs.
 - * Les préactionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (distributeur pour un vérin...etc). [8]
 - * Les capteurs permettent d'acquérir les divers états du système et donc d'informer la partie commande de l'exécution du travail, exemple : cas d'un fin de course
- La partie commande : Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative, elle se compose de l'unité de traitement qui est représenté ici par un API qui peut être programmé pour exécuter certaines fonctions de contrôle, il élabore en sortie des ordres destinés aux actionneurs de la partie opérative en fonction des informations reçues

des capteurs sur l'état du système ainsi que les consignes de l'utilisateur. Il se compose d'une unité centrale ou d'un processeur, de modules d'E/S (analogiques et numériques) pour connecter les différents dispositifs d'E/S et les modules de relais.

- L'IHM : Il offre des fonctionnalités telles que l'affichage des informations sur des écrans d'ordinateur et d'autres écrans, l'enregistrement des résultats dans la base de données, l'envoi d'un signal d'alarme, etc. Il utilise des technologies telles que SCADA (contrôle de supervision et acquisition de données) et d'autres technologies visuelles [9].
- Système de communication : Dans les industries, de nombreux capteurs, actionneurs, autres dispositifs de contrôle sont répartis géographiquement et interagissent les uns avec les autres via des lignes de communication, telles que des câbles électriques, des fibres optiques, des liaisons radio et des éléments d'interface, tels que des cartes réseaux, des gateways. L'arrangement physique du réseau est appelé topologie physique ou architecture du réseau [10].

1.7 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre le contexte général de l'automatisation, nous avons vu son évolution dans l'histoire au travers d'un bref historique, ensuite nous avons abordé le thème de l'automatisation industrielle ainsi que ses avantages, ses inconvénients et son impact sur les processus industriels d'aujourd'hui. Enfin dans la dernière partie nous avons abordé les composants clés requis pour l'automatisation.

Le chapitre suivant dresse un état de l'art des travaux déjà effectué dans ce domaine.

Chapitre 2

État de l'art des systèmes automatisés

2.1 Introduction

Un système automatisé ou automatique est un système qui exécute toujours le même cycle de travail qui est programmé à l'avance, sans l'intervention de l'utilisateur, comme décrit dans la chapitre précédant il est composé de deux parties principales ; la partie commande qui reçoit les informations de la partie opérative, puis procède à leur traitement puis les renvoie grâce à l'interface de communication.

Dans ce chapitre nous allons voir en détails les principales parties qui composent la partie opérative, notamment les convoyeurs qui feront office d'effecteur dans notre thème à traiter, les actionneurs et les capteurs.

2.2 Convoyeur

2.2.1 Présentation d'un convoyeur

Ce sont des dispositifs de manutention qui sont couramment utilisés pour déplacer des charges en vrac ou unitaires de manière continue ou intermittente d'un point à un autre avec un minimum d'effort, ils sont utilisés plus particulièrement dans les applications impliquant le transport de matériaux lourds ou volumineux. Ils se composent généralement de cadres qui supportent des rouleaux, des chaînes ou des courroies et peuvent être des dispositifs motorisés ou manuels.

De nos jours, les convoyeurs sont utilisés dans les sites industriels du monde entier. Ils aident à diriger la production, synchronisent le travail d'un grand nombre de personnes et économisent du temps et des efforts et augmentent la productivité. Un autre avantage important de l'utilisation d'un système de convoyage automatisé est un niveau élevé et stable de sécurité au travail lors du déplacement des charges [11].

2.2.2 Principaux composants d'un convoyeur

La figure 2.1 [12] montre les principaux composants d'un convoyeur. Les principaux composants d'un convoyeur sont :

- Des tambours : Les tambours utilisés dans les convoyeurs à bandes ont pour fonction d'entraîner la bande ou l'amener à changer de direction. Les tambours peuvent être recouverts d'un revêtement afin d'augmenter le coefficient de frottement entre la bande et le tambour, de réduire l'usure par abrasion de ce dernier ou de créer un effet autonettoyant [13]. Chaque unité a deux tambours ; un tambour de tension et un tambour de commande.

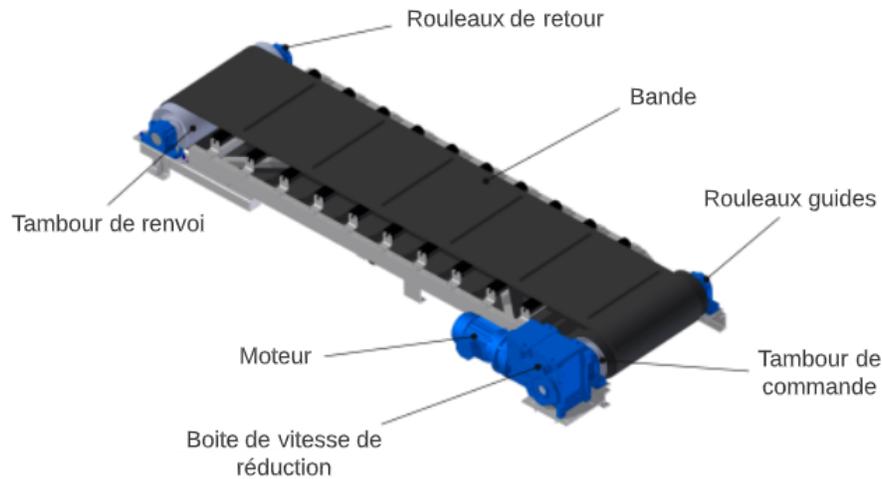


FIGURE 2.1 – Composants d'un convoyeur.

- Des rouleaux : ils sont utilisés pour supporter la courroie. Ils sont fabriqués avec précision à partir de bois massif ou en tôle d'acier. Ils doivent être correctement installés de manière à assurer le fonctionnement fluide et efficace du convoyeur.
- Un châssis porteur avec une sole de glissement qui assure le soutien de la bande : C'est un composant qui permet à la bande de se déplacer en douceur sans aucune restriction. Si l'unité de support n'est pas stable, la courroie tombe en panne s'il y a un objet lourd dessus, ce qui fait que la courroie ne se déplace pas aussi facilement ou aussi vite qu'elle le devrait. La bande reste tendue et se déplace efficacement grâce à l'utilisation d'unités de support.
- Une unité d'entraînement : L'unité d'entraînement permet au système de convoyeur de se déplacer ou de fonctionner. Il comprend une poulie ou parfois deux, un moteur et un engrenage de transmission entre le moteur et la poulie.

2.2.3 Types de convoyeurs

La fonction principale des convoyeurs étant déplacer des charges sur des trajets déterminés, mais étant donné le grand nombre d'applications et les différents types de charges, on retrouve plusieurs types de convoyeurs dans l'industrie :

2.2.3.1 Convoyeur à courroie

C'est l'un des types de convoyeurs les plus courants, les plus simples, les plus adaptables et aussi les moins coûteux. Un convoyeur à courroie est un moyen de transport qui utilise une courroie sans fin, plate et flexible pour transporter des produits en ligne droite ou par des changements de hauteur ou de direction.

Les convoyeurs à courroie présentent l'avantage de fonctionner dans un plan vertical, horizontale ou avec une inclinaison (vers le haut ou vers le bas) en fonction de la propriété de frottement de la charge transportée. Ils ont une haute capacité de transport soit 500-5000 m³/heure ou plus mais elle peut être contrôlée en modifiant la vitesse de la bande. [11] Ils sont utilisés dans d'innombrables lignes de production, entrepôts, centres de distribution, divers systèmes de tri et même des applications nécessitant le déplacement de matériaux en vrac. La courroie peut être en métal comme dans la figure



FIGURE 2.2 – Convoyeur à courroie textile

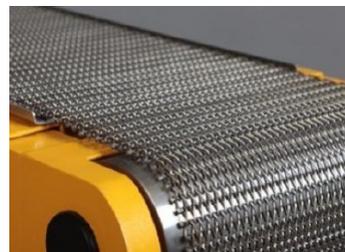


FIGURE 2.3 – Convoyeur à courroie métallique.

2.3 [13], ces convoyeurs sont principalement utilisés dans le domaine de la métallurgie, ils permettent de transporter des pièces coupantes, abrasives, lourdes et à des températures élevées. Elle peut aussi être en textile dans des convoyeurs qui suivant leur domaine d'utilisation, des revêtements avec différentes propriétés ainsi que des carcasses textiles à un ou plusieurs plis. Ce sont des produits endurants pour une multitude d'opérations de transport dans la construction mécanique en général, ainsi, que dans de nombreux autres secteurs industriels. [13]

2.2.3.2 Convoyeur à chaîne

Le terme convoyeur à chaîne désigne un groupe de différents convoyeurs utilisés dans diverses applications,[9] ils se caractérisent par le nombre de chaînes ainsi que les matériaux de fabrication de ces dernières qui peuvent être de l'acier, de l'inox ou du plastique. Dans ce type de convoyeur chaque engrenage a des dents qui forment une rotation libre le long de la chaîne ce qui justifie leur utilisation dans les cas où il y a un sérieux besoin de transporter des charges lourdes, ou dans le cas de manutention de colis nécessitant une précision et une exactitude de vitesse. La figure 2.4 [13] montre un convoyeur à chaîne.

Ils ont pour avantages d'être flexible ainsi la chaîne offre plus de précision en cas de plusieurs procédures de démarrage/arrêt grâce à la facilité de contrôle de la chaîne par rapport à la courroie. Ils peuvent aussi être utilisés dans des conditions difficiles, ce qui en fait des convoyeurs très fiables et solides.[11] En revanche ils sont couteux et requièrent une maintenance régulière.



FIGURE 2.4 – Convoyeur à chaîne.

2.2.3.3 Convoyeur à rouleaux

Ce type de convoyeurs sont composés de rouleaux parallèles fixés au châssis. ils supportent des charges unitaires sur cette série de rouleaux, montés sur roulements, reposant à espacement fixe sur deux châssis latéraux.[12] L'espacement des rouleaux dépendent de l'importance des charges unitaires à transporter, de sorte que la charge soit portée au moins par deux rouleaux à tout moment. Il existe deux types de convoyeurs à rouleaux ; soit non alimenté comme dans la figure 2.15 [13], ils utilisent donc la gravité pour transporter l'objet, ou manuellement lorsqu'ils sont montés horizontalement. Ou motorisés comme montré dans la figure 2.16 [14] c'est-à-dire que les rouleaux sont entraînés par un ou plusieurs moteurs en fonction de l'agencement d'entraînement sélectionné.

Les convoyeurs à rouleaux et à roues sont principalement utilisés dans les applications de manutention ou dans les chaînes de montage en tant que dispositifs de transfert entre différentes stations de traitement[11]. On a cité ici les principaux types de convoyeurs, néanmoins il existe beaucoup d'autres



FIGURE 2.5 – Convoyeur à rouleaux non alimenté.



FIGURE 2.6 – Convoyeur à rouleaux motorisé.

types dans l'industrie ; les transélévateurs qui permettent le mouvement des marchandises verticalement, les convoyeur à magnétique qui permettent la séparation des particules ou déchets métalliques, les convoyeurs à vis, les convoyeurs à accumulation qui permettent de stocker des colis sur le convoyeur, les convoyeurs à câbles, et bien d'autres.

2.3 Capteurs

2.3.1 Définition d'un capteur

Un capteur est un dispositif qui, lorsqu'il est exposé à un phénomène physique (température, déplacement, force, etc.), produit un signal de sortie proportionnel (électrique, mécanique, magnétique, etc.) [15].

Les capteurs détectent en recevant un signal d'un appareil tel qu'un transducteur qui un dispositif qui convertit une forme d'énergie en une autre forme d'énergie. Donc un capteur est composé d'un transducteur et d'une chaîne d'acquisition qui une électronique d'adaptation soit un montage qui adapte la grandeur physique donnée par le transducteur en une information facilement manipulable. Le signal de sortie d'un capteur peut être sous

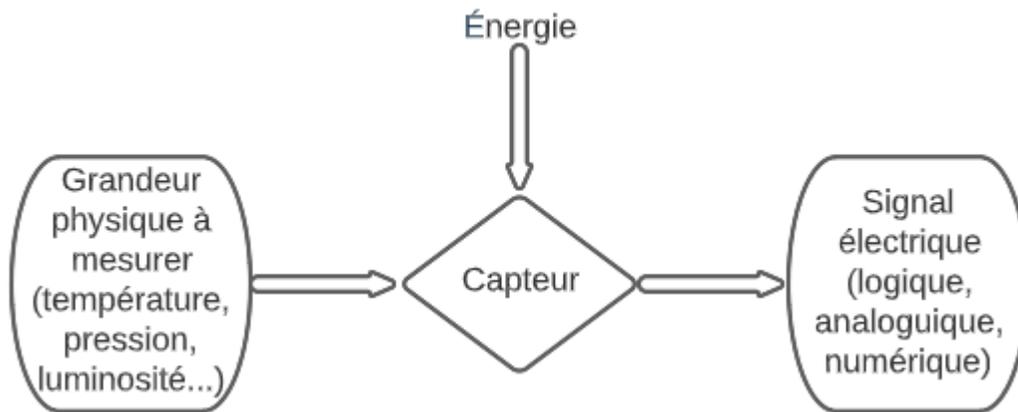


FIGURE 2.7 – Principe de fonctionnement d'un capteur.

forme de tension, de courant ou de charge. Un capteur a de nombreuses formes de propriétés d'entrée et de propriétés de sortie électrique. Ainsi une petite variation dans la quantité détectée entraînera une petite variation de la sortie électrique.

2.3.2 Classification des capteurs

Lors de la réception des stimuli d'entrée, le capteur produit une sortie qui est obtenue à partir de plusieurs étapes de conversion avant de produire un signal électrique. La performance des capteurs est décrite en termes de relation entre l'entrée et la sortie [16]. Les capteurs sont donc classés en fonction de leurs utilisations, applications, matériaux utilisés et certaines technologies de production. Certains capteurs sont également classés en fonction de leurs caractéristiques telles que le coût, la précision ou la portée du capteur.

2.3.2.1 Capteurs passifs et actifs

Les capteurs peuvent être passifs ou actifs. Les capteurs actifs ne nécessitent pas un apport d'énergie extérieure pour fonctionner c'est-à-dire que la puissance nécessaire pour produire la sortie est fournie par le phénomène physique détecté lui-même tandis que les capteurs passifs eux ont besoin d'un apport d'énergie extérieure. Ci-dessous un tableau qui dresse un comparatif entre ces capteurs :

Capteurs actifs	Capteurs passifs
Ne nécessite pas d'alimentation externe	Nécessite une alimentation externe
Pas de problème d'interférence avec l'environnement	Quelques problèmes d'interférence
Peut fonctionner dans les mêmes conditions d'environnement	Peut fonctionner dans différentes conditions environnementales
Sensible aux conditions météorologiques	Moins sensible aux conditions météorologiques
inadapté aux conditions d'obscurité	Fonctionne bien dans des conditions d'obscurité
Difficulté de contrôle du bruit	Meilleur contrôle du bruit
Bas prix	Prix élevé

TABLE 2.1 – Comparatif entre les capteurs passifs et actifs.

2.3.2.1.1 Types de capteurs actifs Les principaux principes physiques sur lesquels fonctionnent les capteurs actifs sont :

- Effet thermoélectrique : L'effet Seebeck (du physicien allemand Thomas Johann Seebeck) est un effet thermoélectrique, par lequel une différence de potentiel apparaît à la jonction de deux matériaux soumis

à une différence de température. C'est notamment le principe du thermocouple.

- Effet piézoélectrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une charge électrique de signe différent sur les faces opposées. Exemple : Mesure d'effort, d'accélération (accéléromètre) [8].
- Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique. Exemple : Détection de passage d'un objet métallique.
- Effet photoélectrique et photovoltaïque : Basés sur la libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux, ou plus généralement d'une onde électromagnétique. Exemple : Mesure de lumière (capteur CCD, photodiode) [8].
- Effet Hall : un champ magnétique et un courant électrique créent dans le matériau une différence de potentiel.

2.3.2.1.2 Types de capteurs passifs On retrouve les capteurs passifs suivants :

- Capteurs résistifs : C'est un composant électronique dont la résistance varie en fonction de la grandeur physique à mesurer. Exemples : Mesure d'effort par jauge de contrainte, mesure d'intensité lumineuse par photorésistance [8]. La figure 2.8 [17] ci-dessous illustre un capteur de température résistif.



FIGURE 2.8 – capteur de température résistif.

- Capteurs inductifs : La valeur de l'inductance varie en fonction de la grandeur physique à mesurer. Exemples : Mesure de déplacement par inductance variable, mesure d'effort par capteur magnéto-élastique. La figures 2.9 [18] ci dessous illustre un capteur de proximité inductif.



FIGURE 2.9 – capteur de proximité inductif.

- Capteurs capacitifs : La capacité varie en fonction de la grandeur physique à mesurer. Exemples : Mesure de déplacement et de position : l'objet dont on veut mesurer le déplacement se déplace avec une armature du condensateur, mesure de niveau : la présence de liquide modifie la valeur de la capacité. La figures 2.10 [18] ci dessous illustre un capteur de proximité capacitif.



FIGURE 2.10 – capteur de proximité capacitif.

2.3.2.2 Types de capteurs selon leurs propriétés de détection

Les principaux types de capteurs sont :

- Capteurs thermiques : ils sont utilisés pour mesurer la température, la capacité thermique ou le flux thermique ; on retrouve parmi ces capteurs le thermomètre qui mesure la température absolue comme illustré dans la figure 2.11 [19] , le thermocouple qui mesure la température par son effet sur deux métaux différents ou encore le calorimètre qui mesure la chaleur des réactions chimiques ou des changements physiques et la capacité thermique.



FIGURE 2.11 – thermomètre numérique et thermomètre à mercure.

- Capteurs mécaniques : ils détectent une certaine forme de déformation mécanique la traduisent en un signal électrique. La déformation méca-

CHAPITRE 2. ÉTAT DE L'ART DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

nique peut se produire en raison d'une variété de stimuli ; déplacement, force, masse, débit etc... On retrouve parmi ces capteurs la capteur de pression, le baromètre qui mesure la pression atmosphérique, l'altimètre qui mesure l'altitude d'un objet au-dessus d'un niveau fixe, les capteurs de débit de liquide ou débit de gaz, l'accéléromètre(figure 2.12 [20]).

- Capteurs électriques : ils détectent des courants, tensions, charges, impédances, diélectrique. Parmi ces capteurs l'ohmmètre qui mesure la résistance, le voltmètre, le galvanomètre (figure 2.13 [19]), le compteurs de wattheurs qui mesure la quantité d'énergie électrique fournie et utilisée par une résidence ou une entreprise.[19]



FIGURE 2.12 – Accéléromètre piézoélectrique.[20]



FIGURE 2.13 – Galvanomètre.

- Capteurs chimiques : ils détectent la présence de certains produits chimiques ou classes de produits chimiques et convertissent des informations chimiques (concentration, activité, pression partielle) en un signal mesurable, exemple : capteur de dioxyde de carbone dans la figure 2.14 [19].



FIGURE 2.14 – Capteur de dioxyde de carbone.

On retrouve dans le tableau 2.2 un résumé de ces types de capteurs ainsi que d'autres types

Types	Propriétés de détection
Capteur thermique	Température, chaleur, flux de chaleur, etc.
Capteur électrique	Résistance, courant, tension, inductance, etc.
Capteur chimique	Composition, pH, concentration, etc.
Capteur magnétique	Densité de flux magnétique, moment magnétique, etc.
Capteur optique	Intensité de la lumière, longueur d'onde, polarisation, etc.
Capteur de pression	Pression, force etc.
Capteur de vibration	Déplacement, accélération, vitesse, etc.
Capteur de pluie/humidité	Eau, humidité, etc.
Capteurs d'inclinaison	Angle d'inclinaison, etc.
Capteur de vitesse	Vitesse, distance, etc
Capteur acoustique	ondes sismiques, ondes sonores
Capteur de mouvement	Mouvement
Compteur Geiger	rayonnement atomique

TABLE 2.2 – Types de capteurs selon leurs propriétés de détection

2.4 Actionneurs

2.4.1 Définition d'un actionneur

Un actionneur est un constituant permettant de mettre en mouvement les organes de machines suite à une commande de contrôle (principalement sous la forme d'un signal électrique). il produit un changement dans le système physique en générant une force, un mouvement, de la chaleur, un flux, etc.

L'énergie d'entrée des actionneurs peut être manuelle (par exemple, leviers et vérins), hydraulique ou pneumatique (par exemple, pistons et vannes), thermique (par exemple, interrupteurs ou leviers bimétalliques) et électrique (par exemple, moteurs et résonateurs). [21]

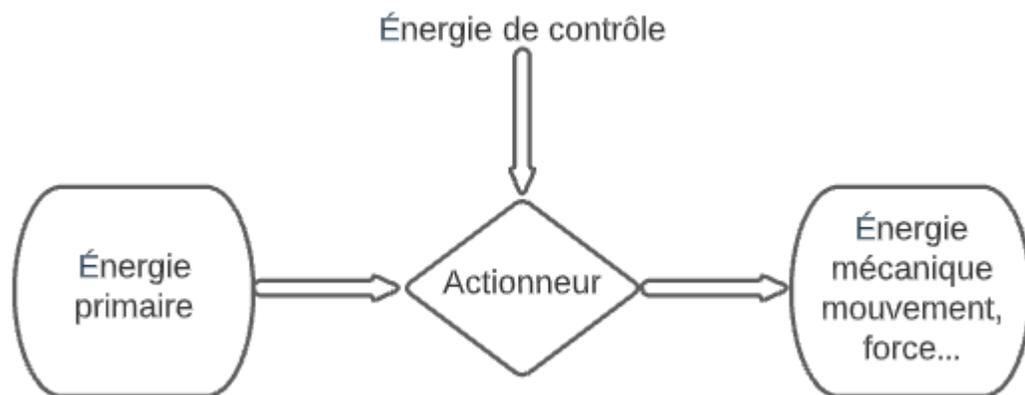


FIGURE 2.15 – Principe de fonctionnement d'un actionneur.

2.4.2 Types d'actionneurs

- Actionneurs électriques : Ils utilisent de l'électricité ou de l'énergie électrique pour créer un mouvement. Un moteur électrique est un type d'actionneur électrique qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. Son fonctionnement repose sur les principes de l'électromagnétisme.

Le moteur comporte deux parties : une partie fixe (le stator) et une partie mobile (le rotor) comme illustré dans la figure 2.16 [8]. Il existe un grand nombre de types de moteurs : moteurs asynchrones (généralement à courants triphasés : moteurs à cage, moteurs à bagues), moteurs à courant continu, moteurs synchrones, moteurs pas à pas... [8]

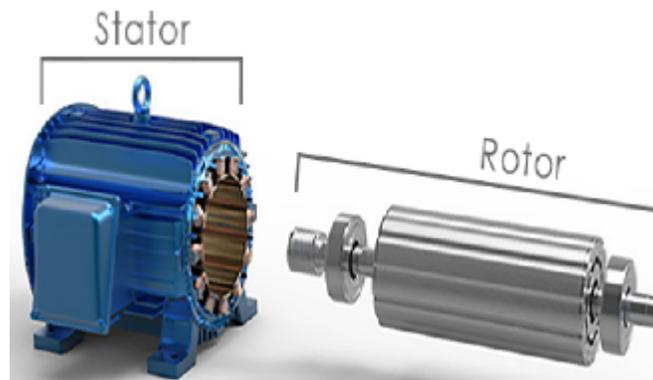


FIGURE 2.16 – Rotor et Stator.

- Actionneurs mécaniques : Les actionneurs mécaniques convertissent une entrée mécanique (généralement rotative) en mouvement linéaire. Un exemple courant d'actionneur mécanique est un vérin à vis où la rotation du vis provoque l'écartement ou le rapprochement des pattes du cric [19]. La figure 2.17 [8] montre un vérin à vis en fonctionnement.
- Actionneurs hydrauliques et pneumatiques : Les actionneurs hydrauliques et pneumatiques sont normalement soit des moteurs rotatifs, soit



FIGURE 2.17 – Vérin à vis.

des pistons/cylindres linéaires, soit des vannes de régulation. Ils sont parfaitement adaptés pour générer de très grandes forces couplées à de grands mouvements[21]. Les actionneurs pneumatiques utilisent de l'air sous pression à 6 bar qui convient le mieux aux applications à force faible à moyenne, à course courte et à grande vitesse, L'air y est fourni par un compresseur, qui alimente souvent tout l'atelier, et distribué à toutes les machines. Ils sont alimentés par des distributeurs, suite à une commande électrique.

Les actionneurs hydrauliques peuvent produire des forces très importantes couplées à de grands mouvements de manière rentable. L'inconvénient des actionneurs hydrauliques est qu'ils sont plus complexes et nécessitent plus d'entretien. Ils utilisent de l'huile sous des pressions atteignant 400 bar, ils permettent d'obtenir une force prodigieuse (jusqu'à 300 tonnes force). Leurs temps de réponse sont plus rapides que pour l'air (quelquesmillisecondes), car l'huile est presque incompressible. L'huile est fournie par une pompe hydraulique qui fait généralement partie de la machine [8]. Les figure 2.18 [8] et 2.19 [8] montrent respectivement un vérin pneumatique et moteur rotatif hydrolique.

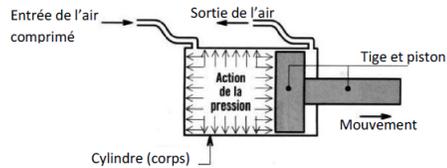


FIGURE 2.18 – Vérin pneumatique.

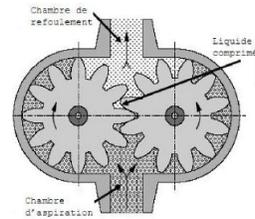


FIGURE 2.19 – Moteur rotatif hydraulique.

2.5 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre un état de l'art des systèmes automatisés, plus particulièrement les composants de la partie opérative, notamment les convoyeurs dans la première section, ensuite les capteurs ainsi que leurs différents types, et enfin les actionneurs.

Nous consacrerons le prochain chapitre à l'étude de l'API Modicon M221.

Chapitre 3

API Modicon M221

3.1 Introduction

Les constructeurs de machines cherchent constamment de nouvelles façons de concevoir et de construire rapidement des machines plus innovantes et à moindre coût.

La nouvelle gamme de contrôleurs logiques Modicon de Schneider Electric assure un contrôle flexible et évolutif des machines, avec les APIs les plus petits et les plus rapides du marché.

Dans ce chapitre nous allons Présenter Le Modicon M221, nous verrons les deux versions existantes de ce dernier, une description de ses composants, ses ports de communications et des modules d'extentions disponibles pour ce dernier.

3.2 Présentation

Le Modicon M221 est un API pour machines industrielles fabriqué par Schneider Electric, il présente une solution intuitive dédiée à l'automati-

sation des machines. De la conception au développement en passant par la mise en service et la maintenance.

Il présente l'avantage d'être flexible; le contrôle évolutif de la machine permet ainsi de passer facilement à des plateformes plus performantes pour améliorer l'efficacité. Il est destiné aux machines simples. Il permet d'optimiser la taille des coffrets et armoires d'automatisme grâce à son encombrement réduit.

Ce contrôleur est utilisé avec le logiciel de programmation EcoStruxure Machine.

3.3 M221 standard et M221 book

LES API M221 sont déclinés en 2 formats :

- Les contrôleurs Modicon M221 illustré dans la figure 3.1 [22] (références TM221C***) offrent une grande capacité de raccordement et des possibilités de personnalisation par cartouches d'entrées/sorties, de communication ou applicatives sans augmentation de la taille du contrôleur.
- Les contrôleurs Modicon M221 Book illustré dans la figure 3.1 [22] (références TM221M***) offrent un encombrement très réduit et un large choix de connectiques [22].



FIGURE 3.1 – M221 standard à 16 E/S.



FIGURE 3.2 – M221 book à 16 E/S.

Le tableau 3.1 [22] dresse un comparatif des fonctionnalités entre le M221 standard et le M221 book

Modicon TM221C***	Modicon TM221M***
Dimensions :	
6E/S :95x90x70mm 14E/S :110x90x70mm 16E/S :163x90x70mm	16E/S :70x90x70mm 32E/S :70x90x70mm
Tension d'alimentation :	
100-240 V AC	24V DC magnétique, etc.
Communication Ethernet embarquée :	
Disponible	disponible
Liaison série :	
1 embarquée	1 à 2 embarquées
Cartouches :	
Un emplacement pour 1 ou 2 cartouches selon le modèle de contrôleur : cartouche d'E/S analogiques, cartouche de communication ou cartouches applications (levage, convoyage, emballage)	pas de cartouches
Chaque contrôleur M221 et M221 Book embarque : un interrupteur Run/Stop un emplacement pour carte mémoire SD un QR code procurant un accès direct à sa documentation technique	

TABLE 3.1 – Fonctionnalités principales du M221.

Dans la suite du chapitre nous allons nous concentrer sur le M221 standard qui sera utilisé par la suite pour notre projet.

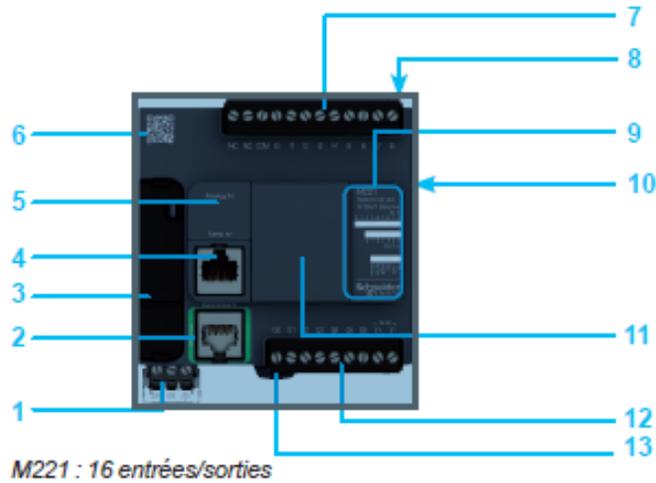


FIGURE 3.3 – Description détaillée du M221.

3.4 Description détaillée du M221

L'API M221 standard montré dans la figure 3.3 [22] est composé des éléments suivants :

1. Bornier débrochable à vis, 3 bornes pour le raccordement de l'alimentation
2. Connecteur type RJ 45 pour réseau Ethernet
3. Derrière le cache amovible : Connecteur type USB pour le raccordement d'un PC équipé du logiciel SoMachine basic, Emplacement pour la carte mémoire SD, Interrupteur Run/Stop.
4. Port liaison série (RS 232 ou RS 485) : connecteur type RJ 45
5. Derrière un cache : connecteur spécifique débrochable pour deux entrées analogiques
6. QR code d'accès à la documentation technique du contrôleur
7. Raccordement des entrées logiques 24 V sur borniers débrochables à vis

8. Sur le dessus du contrôleur : emplacement pour pile de sauvegarde.
9. Bloc de visualisation à DEL de : l'état du contrôleur et de ses composants, (batterie, carte mémoire SD), l'état de la liaison série, l'état de entrées/sorties.
10. Sur le côté du contrôleur : connecteur de bus TM3 pour la liaison avec un module d'extension Modicon TM3.
11. Emplacement(s) pour cartouche(s) d'entrées/sorties, cartouche de communication ou cartouche(s) application : un sur contrôleurs M221 à 16 et à 24 E/S, deux sur contrôleurs M221 à 40 E/S.
12. Raccordement des sorties logiques relais / transistor : sur borniers débrochables à vis
13. Clip de verrouillage sur profilé symétrique.

3.5 Communication embarquée

Le M221 comporte les ports de communication suivants montrés dans la figure 3.4 [22] :

3.5.1 Communication sur réseau Ethernet

Les API M221 embarquent un port Ethernet comme montré dans la figure 3.5 [22] de type RJ 45 avec les protocoles Modbus TCP (Client Serveur), Ethernet IP (adapter), TCP, SMS, email.

Les ports de communication Ethernet permettent une parfaite intégration des machines dans les architectures réseaux usine.

Le contrôleur Modicon M221 s'intègrent facilement dans des architectures de type : [22]

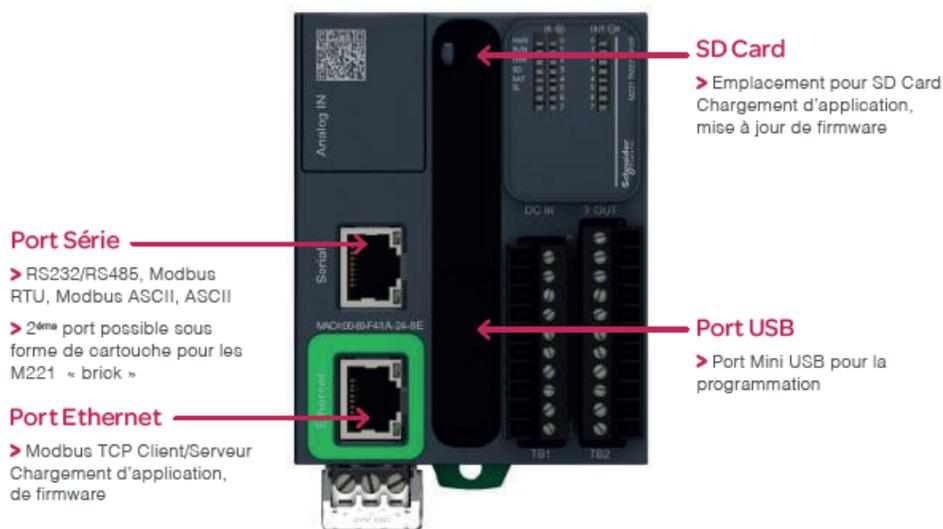


FIGURE 3.4 – Ports de communication du M221.

- Machine vers équipements (variateurs de vitesse, modules d'entrées / sorties déportés, terminaux de dialogue) avec la fonction scrutation d'entrées / sorties (I/O Scanner). Ce principe de scrutation via un protocole standard permet à un équipement disposant du service I/O Scanner de communiquer avec tout produit supportant la messagerie Modbus TCP en mode serveur soit Modbus TCP esclave qui permet de créer une table spécifique d'entrées/sorties dans le contrôleur, accessible par le protocole Modbus TCP et accessible par un contrôleur ayant la fonction Modbus TCP I/O Scanner.

Le service Modbus TCP I/O Scanner permet de gérer l'échange d'états des entrées/sorties distantes sur le réseau Ethernet, après une simple configuration et sans besoin de programmation spécifique.

- Machine vers machine avec le protocole NGVL qui permet à un contrôleur de mettre à disposition d'autres contrôleurs des données sur un réseau local Ethernet (LAN) ou de s'abonner aux données publiées par d'autres contrôleurs qui prennent en charge le protocole NGVL per-

mettant ainsi, par exemple, la synchronisation entre plates-formes de contrôle.

- Machine vers supervision avec la fonction Modbus Client/Serveur.

Ethernet apporte aussi la transparence dans l'usine, permettant notamment à partir de n'importe quel point du réseau et de façon sécurisée grâce aux fonctions de pare-feu de programmer, surveiller un contrôleur ou de télécharger une application et d'accéder aux paramètres des équipements (variateurs de vitesse par exemple).

Un simple navigateur internet permet d'accéder aux machines à tout moment et quelque soit leur localisation, au moyen de tablette ou de smartphone.

La sécurité peut être renforcée par l'utilisation de modems VPN.

Le port Ethernet offre également les fonctionnalités de chargement, de mise à jour et de mise au point de l'application lorsque le contrôleur est alimenté.



FIGURE 3.5 – Port Ethernet du M221.

3.5.2 Liaisons série

LE M221 embarque une liaison série configurable en RS 232 ou en RS 485 illustrés dans la figure 3.6 [22], ces liaisons offrent une solution simple aux



FIGURE 3.6 – Liaisons séries du M221.

besoins de communication des machines compactes. Les protocoles standards de communication Modbus et ASCII permettent de raccorder de nombreux équipements tels que : IHM, imprimantes, compteurs d'énergie, variateurs de vitesse, départs-moteurs, entrées/sorties déportées. Les contrôleurs logiques Modicon M221 à 16, 24 ou 40 entrées/sorties disposent en face avant de :

1. un port liaison série avec un connecteur RJ 45 fournissant une tension de 5 V (200 mA) pour alimentation d'IHM ou d'adaptateur Bluetooth
2. un emplacement pour 2ème port liaison série (avec raccordement sur bornier) en y insérant la cartouche de communication.

3.6 Programmation logicielle par EcoStruxure Machine Expert Basic

3.6.1 Présentation du logiciel

Le logiciel de programmation EcoStruxure Machine Expert – Basic est un outil convivial conçu pour développer des projets réalisés à partir de contrôleurs logiques Modicon M221 ou Modicon M221 Book. il est organisé selon

le cycle de développement du projet ; la navigation sur le logiciel est donc aisée et intuitive grâce à une interface moderne pour une prise en main [23] :

- Confortable et rapide : l'interface simplifiée permet de trouver en deux ou trois clics maximum les informations nécessaires,
- Efficace, grâce aux fonctions proposées.

logiciel Le port de programmation, équipé d'un connecteur USB mini-B, est embarqué sur chaque contrôleur M221 et M221 Book ; il est dédié à la communication avec un PC équipé de EcoStruxure Machine Expert Basic pour la programmation, la mise au point, et la maintenance.

3.6.2 Raccordement d'un terminal PC au contrôleur

Il existe plusieurs moyens de raccorder le terminal PC aux contrôleurs logiques Modicon M221 dans les phases de programmation, de mise au point et de maintenance.[23]

- Liaison par cordons de raccordement Le terminal PC se connecte au contrôleur logique M221 via le port USB-B, par l'intermédiaire du cordon TCSXCNAMUM3P (mini-USB vers USB).
- Liaison par modem ou routeur : Les modems permettent de réduire la fréquence des déplacements sur site pour certaines interventions de maintenance. ainsi le modem connecté au contrôleur logique M221 doit être déclaré au niveau de la configuration matérielle. Il sera initialisé automatiquement par le contrôleur, côté PC, le logiciel EcoStruxure Machine Expert – Basic associera une connexion modem spécifique qui sera mémorisée dans le projet (incluant le numéro de téléphone à utiliser).

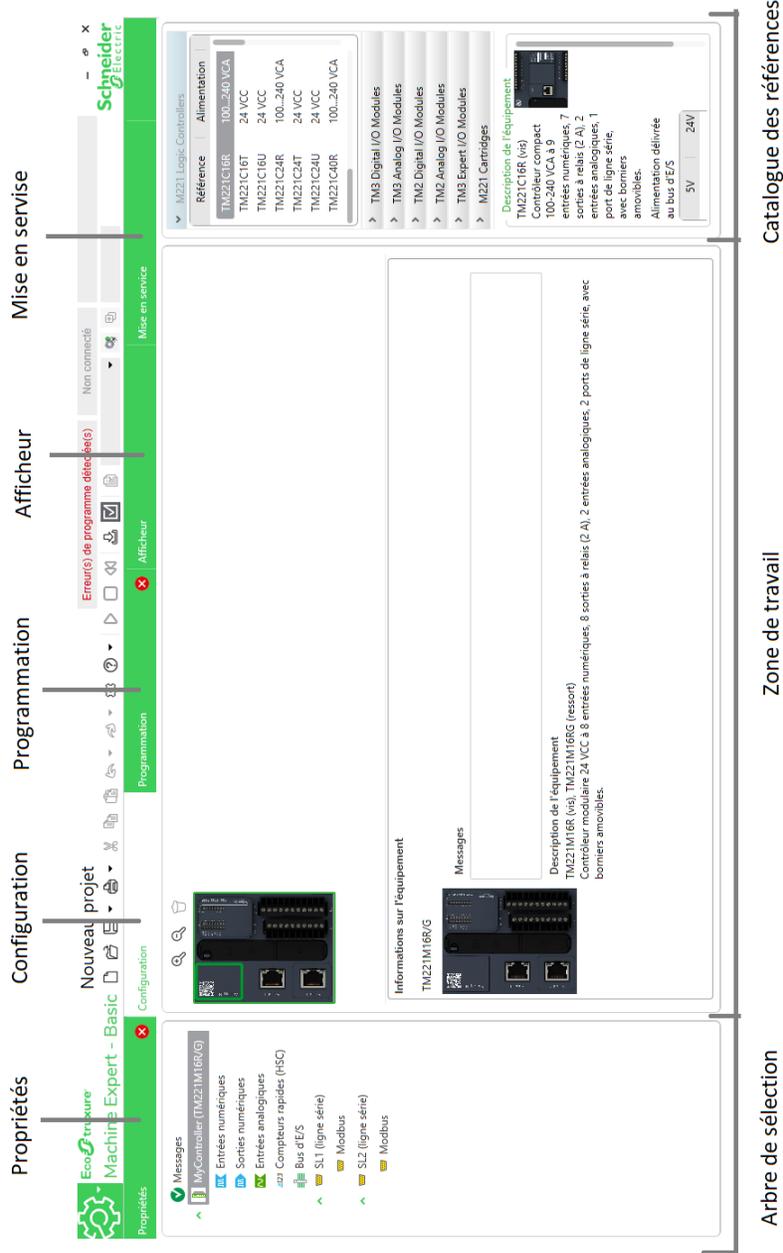


FIGURE 3.7 – Ecostruxure Machine Expert – Basic.

- Liaison par réseau Ethernet : Grâce à leur port Ethernet embarqué, les API M221 offrent la possibilité d'une connexion avec un terminal PC en utilisant le réseau Ethernet et le protocole Modbus TCP/IP.
- Liaison sans fil Bluetooth : La liaison sans fil Bluetooth permet une liberté de mouvements dans un rayon de 10 m autour du contrôleur.

3.7 Modules d'extension d'entrées/sorties

Le Modicon TM3 permet d'enrichir les capacités des contrôleurs logiques Modicon M221 à travers : [24]

- des modules d'entrées/sorties "Tout ou Rien" montrés dans la figure 3.8 [24] permettant de réaliser des configurations jusqu'à 264 entrées/sorties TOR. Ces modules sont disponibles avec les mêmes connectiques que les contrôleurs.
- Modules d'entrées/sorties analogiques montrés dans la figure 3.9 [24], permettant de réaliser des configurations jusqu'à 114 entrées/sorties analogiques, destinés à recevoir entre autres les signaux de capteurs de position, de température, de vitesse et également capables de piloter des variateurs de vitesse ou tout autre dispositif équipé d'une entrée courant ou tension.
- Module expert pour le contrôle de départs-moteurs simplifiant le câblage de la partie contrôle grâce au raccordement par cordons RJ 45.
- Modules de sécurité fonctionnelle simplifiant le câblage et configurables dans le logiciel SoMachine Basic.

En outre Le système d'extension Modicon TM3 est commun à l'ensemble de la gamme de contrôleurs logiques Modicon M221 permettant ainsi une évolution du modèle de contrôleur sans changement des extensions.



FIGURE 3.8 – Modules d’entrées/sorties logiques.



FIGURE 3.9 – Modules d’entrées/sorties analogiques.

3.8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le Modicon M221 de Schneider Electric, notamment le format book et le format standard plus particulièrement, nous avons ainsi vu une description détaillée de ce dernier, les communications embarquées qu’il comporte, ainsi modules d’extensions intégrables à ce dernier. Nous avons aussi abordé le logiciel de programmation EcoStructure Machine Expert – Basic qui est utilisé pour le M221.

Dans le chapitre suivant nous allons aborder la commande d’un poste de transfert dans l’industrie automobile, nous présenterons le système, et apporteront une solution pour son contrôle grâce à l’API M221 de Schneider.

Chapitre 4

Commande du poste de transfert de palettes avec le M221

4.1 Introduction

Dans tout les processus industriels, les produits en cours de production sont déplacés d'un poste de travail à un autre par des systèmes de transfert à palette. Ainsi les systèmes de transfert à palettes sont indispensables dans les processus de production dans l'industrie.

Dans ce chapitre nous allons aborder la partie commande du système de transfert de palettes dans une ligne d'assemblage dans l'industrie automobile. Dans un premier temps nous présenterons une description globale du système de transfert de palettes à travers un schéma qui décrit son fonctionnement, on dressera ensuite un bilan des entrées et sorties du système, puis on étudiera l'occupation des différentes zones du convoyeurs, et finalement la commande du système, à travers la commande des butées, de l'élévateur et ensuite une coordination des taches de l'ensemble.

4.2 Description globale d'un système de transfert de palette

Dans l'industrie automobile, une ligne générique d'assemblage illustrée dans la figure 4.1 [25] est constituée d'un ensemble de postes totalement ou partiellement automatisés, reliés par des convoyeurs (voir Figure 4.1). A l'intérieur de chaque poste, un convoyeur équipé d'un élévateur permet d'amener une palette dans la zone de travail de la machine d'assemblage puis de l'évacuer de cette zone [25].

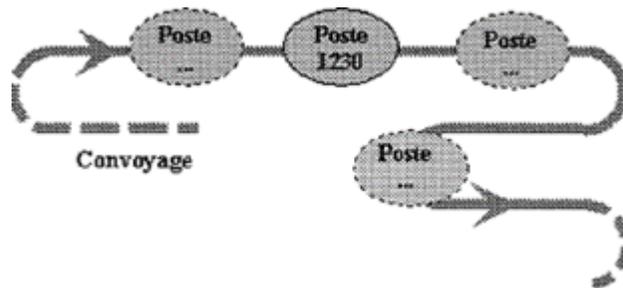


FIGURE 4.1 – Ligne générique d'assemblage.

Une analyse rapide du travail effectué au niveau d'un poste de la ligne d'embellissage du moteur permet d'illustrer la problématique. Ce poste réalise la mise en place du vilebrequin dans le bloc moteur. Les palettes sont acheminées par un convoyeur à rouleaux vers un dispositif élévateur qui isole l'ensemble (palette, bloc moteur) de la ligne transfert. Après la mise en position de cet ensemble, le travail d'assemblage dans la machine peut commencer. Ensuite l'ensemble est évacué de la zone de travail [25]. La figure 4.2 [25] illustre le principe de fonctionnement du système mis en œuvre.

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES
AVEC LE M221

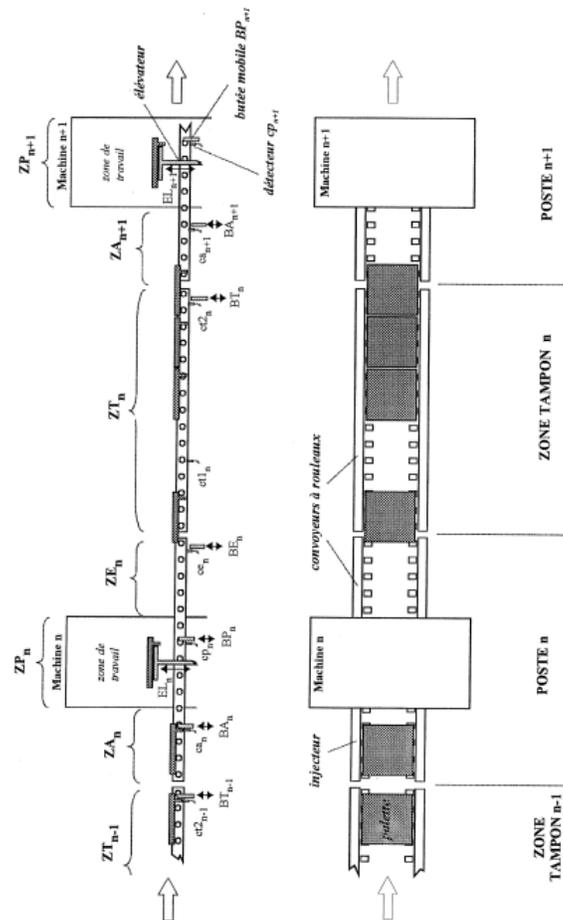


FIGURE 4.2 – Schéma du principe de fonctionnement du système de transfert de palettes.

4.3 Bilan des entrées-sorties de la commande séquentielle de l'ensemble

A partir du schéma de fonctionnement du poste de transfert de palette, on peut dresser le bilan suivant des entrées et sorties de notre système (Table4.1)

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES
AVEC LE M221

Utilisé	Adresse	Symbole	Commentaire
X	%I0.0	CPN	palette présente devant la butée BPn
X	%I0.2	CT1N	palette présente devant la butée BTn
X	%I0.3	CEN	palette présente devant la butée BEN
X	%I0.4	CAN	palette présente devant la butée BAn
X	%I0.5	BT0N_1	butée BTn-1 en position basse
X	%I0.7	BP0N	butée BPn en position basse
X	%I0.8	BP1N	butée BPn en position haute
X	%I0.9	BE0N	butée BEN en position basse
X	%I0.10	BE1N	butée BEN en position haute
X	%I0.11	BA0N	butée BAn en position basse
X	%I0.12	BA1N	butée BAn en position haute
X	%I0.14	EL1N	élévateur en position haute
X	%I0.15	TRAVAIL_EFFECTUÉ	
X	%Q0.0	BTN_1	montée et descente de la butée BTn-1 et transfert des palettes de la butée ct2n-1 à can
X	%Q0.1	BANUP	montée de la butée BAn
X	%Q0.2	BANDOWN	descente de la butée BAn
X	%Q0.3	BPNUP	montée de la butée BPn
X	%Q0.4	BPNDOWN	descente de la butée BPn
X	%Q0.5	BENUP	montée de la butée BEN
X	%Q0.6	BENDOWN	descente de la butée BEN
X	%Q0.7	ELUP	montée de l'élévateur
X	%Q0.8	ELDOWN	descente de l'élévateur
X	%Q0.9	BTN_1UP	montée de la butée BTn-1
X	%Q0.10	BTN_1DOWN	descente de la butée BTn-1
X	%Q0.11	BPN	montée de descente de la butée BPn + transfert des palettes
X	%Q0.12	BAN	montée et descente de la butée BAn + transfert des palettes
X	%Q0.13	TRAVAIL	Travail d'assemblage
X	%Q0.14	ÉLÉVATEUR	montée et descente de l'élévateur+ travail
X	%Q0.15	BEN	montée et descente de la butée BEN + transfert des palettes

TABLE 4.1 – Bilan des entrées-sorties de la commande séquentielle de l'ensemble poste n et zone tampon ZTn.

En plus des entrées et sorties réelles, nous avons aussi fait appel à des bits

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

mémoire pour les étapes d'attentes et les variables intermédiaires. (table4.2)

Utilisé	Adresse	Symbole
X	%M0	CPN_INTERMÉDIAIRE
X	%M1	CTEN_1_INTERMÉDIAIRE
X	%M2	CTIN_INTERMÉDIAIRE
X	%M3	CEN_INTERMÉDIAIRE
X	%M4	CAN_INTERMÉDIAIRE
X	%M5	CPN_FM
X	%M6	CPN_FM_NEGATION
X	%M7	CTEN_1_FD
X	%M8	CTIN_FM
X	%M9	CTIN_FM_NEGATION
X	%M11	CEN_FM
X	%M12	CEN_FM_NEGATION
X	%M13	CAN_FD
X	%M14	OZAN
X	%M15	OZEN
X	%M16	OZFN
X	%M17	INIT_BTN_1
X	%M18	ATTENTE1_BTN_1
X	%M19	ATTENTE2_BTN_1
X	%M20	INIT_ÉLÉVATEUR
X	%M21	ATTENTE1_ÉLÉVATEUR
X	%M22	ATTENTE_2_ÉLÉVATEUR
X	%M23	INIT_BPN
X	%M24	ATTENTE1_BPN
X	%M25	ATTENTE2_BPN
X	%M26	INIT_BAN
X	%M27	ATTENTE1_BAN
X	%M28	ATTENTE2_BAN
X	%M29	INIT_BEN
X	%M30	ATTENTE_BEN
X	%M31	ATTENTE1
X	%M32	ATTENTE2
X	%M33	ATTENTE3
X	%M34	ATTENTE4

TABLE 4.2 – Bilan des bits mémoire utilisés pour la commande séquentielle de l'ensemble poste n et zone tampon ZTn.

4.4 Étude de l'occupation des zones

4.4.1 Occupation des zones ZA_n , ZP_n et ZE_n

Dans la configuration de la ligne de montage des blocs moteurs, le transfert des palettes d'une machine à une autre est assuré par un ensemble de convoyeurs dont les rouleaux tournent en continu et à la même vitesse. Certains convoyeurs permettent le transfert des palettes dans les machines, d'autres assurent la fonction d'accumulation (zone tampon). Chaque palette entraînée parcourt en moyenne 1m en 6s. [25]

Des butées mécaniques et des détecteurs de position permettent la gestion du flux de palettes sur les différents convoyeurs.

La gestion du flux de palettes est basée sur la définition de différentes zones de transfert et de travail. Toute palette présente dans l'une des zones ZT_{n-1} , ZA_n , ZP_n ne peut être libérée que si la zone immédiatement suivante n'est pas occupée. Les zones ZA_n , ZP_n et ZE_n seront considérées occupées dans les cas suivants :

Zone considérée occupée	dès le départ d'une palette de la zone	et jusqu'à la détection de son arrivée dans la zone
ZA_n	ZT_{n-1} ($\downarrow ct_{2n-1}$)	ZP_n ($\uparrow cp_n$)
ZP_n	ZA_n	ZE_n
ZE_n	ZP_n	ZT_n

TABLE 4.3 – Zones de transfert et de travail considérées occupées

4.4.1.1 Représentation de l'occupation des zones par logigramme

Des variables booléennes caractérisant respectivement les occupations des zones ZA_n , ZP_n , ZE_n ont été élaborées à l'aide de logigramme comme suit : Les équations

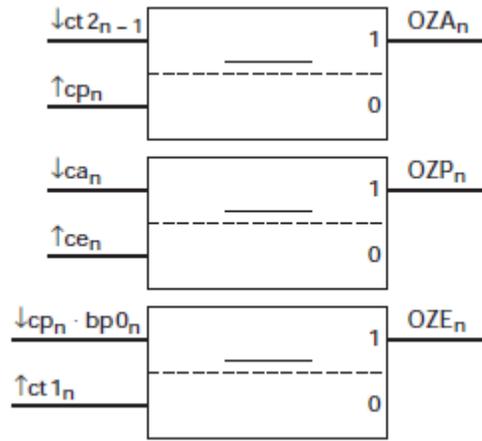


FIGURE 4.3 – Logigramme caractérisant l'occupation de zones.

tions logiques équivalentes pour l'occupation des zones sont les suivantes :

$$OZA_n = \downarrow ct_{2n-1} \cdot \overline{\uparrow cp_n}$$

$$OZP_n = \downarrow ca_n \cdot \overline{\uparrow ce_n}$$

$$OZE_n = \downarrow cp_n \cdot bp_{0n} \cdot \overline{\uparrow ct1_n}$$

4.4.1.2 Représentation de l'occupation des zones par LADDER

A partir des équations logiques établies précédemment on peut établir les schémas à contacts caractérisants l'occupation des zones ZA_n , ZP_n , ZE_n comme suit :

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

4.4.1.2.1 Occupation de la zone ZAn On programmera l'occupation de la zone ZAn comme suit : La bobine sortie OZAN s'active Lorsque le signal passe de 1 à 0 sur l'entrée CT2N-1, et reste à 0 sur l'entrée CPN. la bobine de sortie OZAN reste active jusqu'à la détection d'un front montant par CT2N-1 c'est à dire passage de l'entrée CT2N-1 de 0 à 1 ou, ou le passage de CPN de 0 à 1.

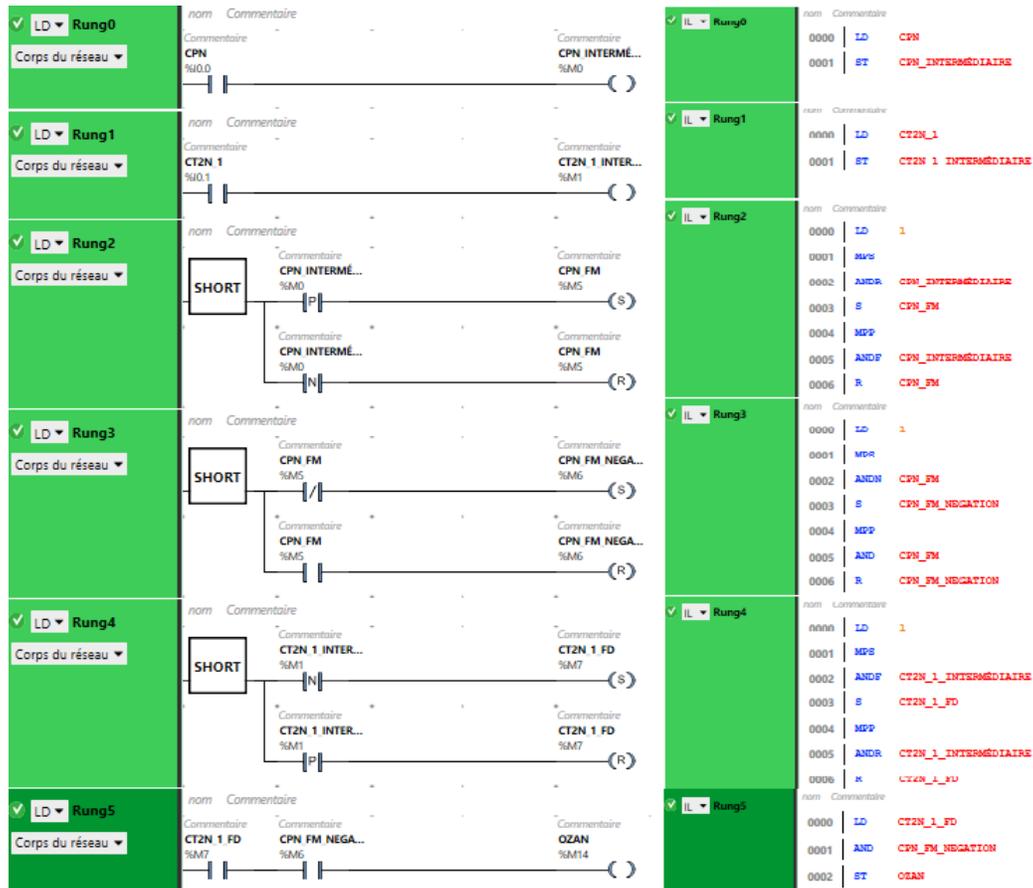


FIGURE 4.4 – Ladder et IL d'occupation de la zone ZAn .

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

4.4.1.2.2 Occupation de la zone ZE_n On programmera l'occupation de la zone ZE_n comme suit : La bobine sortie OZEN s'active Lorsque le signal passe de 1 à 0 sur l'entrée CPN , et reste à 0 sur l'entrée CT1N, et passe de 0 à 1 sur l'entrée PB0N. la bobine de sortie OZEN reste active jusqu'à la détection d'un front montant par CPN c'est à dire passage de l'entrée CPN de 0 à 1 ou, ou le passage de CT1N de 0 à 1 ou le passage de 1 à 0 de l'entrée PB0N.

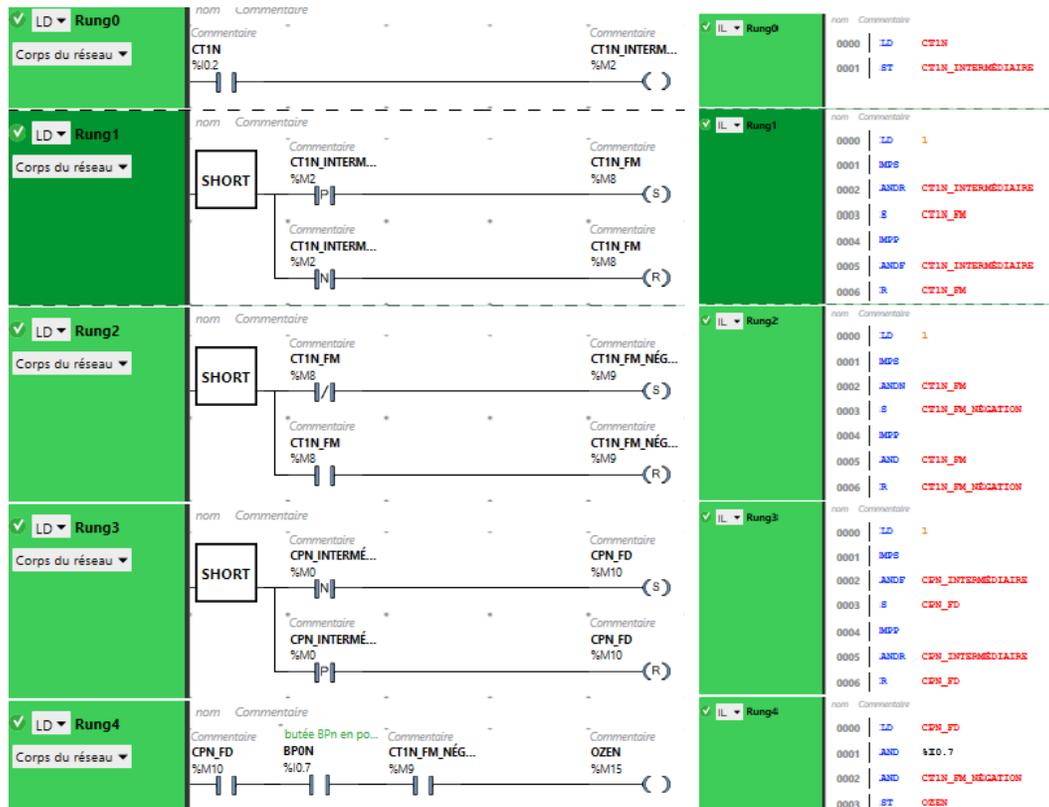


FIGURE 4.5 – Ladder et IL d'occupation de la zone ZEn.

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

4.4.1.2.3 Occupation de la zone ZP_n On programmera l'occupation de la zone ZP_n comme suit : La bobine sortie OZPN s'active Lorsque le signal passe de 1 à 0 sur l'entrée CAN, et reste à 0 sur l'entrée CEN. la bobine de sortie OZPN reste active jusqu'à la détection d'un front montant par CAN c'est à dire passage de l'entrée CAN de 0 à 1 ou, ou le passage de CEN de 0 à 1.

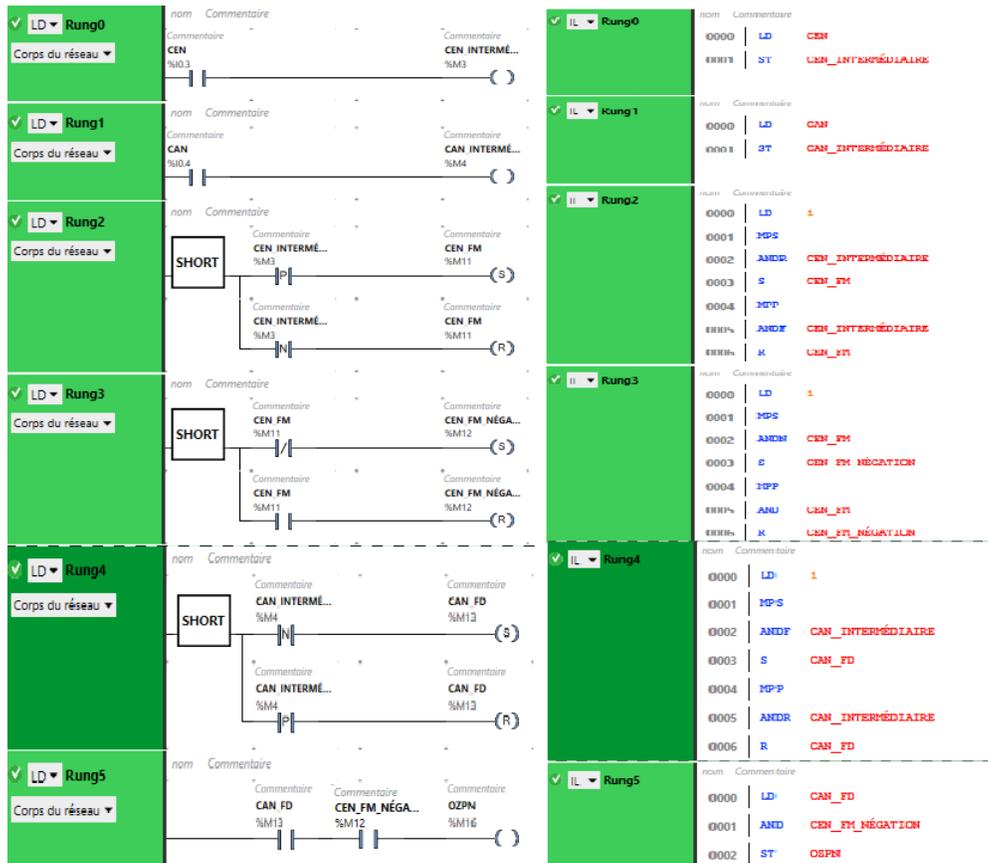


FIGURE 4.6 – Ladder et IL d'occupation de la zone ZP_n .

4.4.2 Occupation de la zone tampon ZT_n

La zone ZT_n est une zone tampon. Elle permet l'accumulation de 4 palettes. On considère que cette zone est saturée ($sat_n = 1$) lorsque quatre palettes sont

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES
AVEC LE M221

immobilisées pendant une durée supérieure ou égale à 2 s dans ZT_n ($\downarrow ct1_{n-1} = \downarrow ct2_{n-1} = 1$) alors que les rouleaux du convoyeur tournent. La variable sat_n repassera à l'état 0 lorsqu'une palette, après avoir été libérée de la zone ZT_n , atteindra la zone ZA_{n-1} . L'information sat_n a été élaborée avec le grafcet de la figure 4.6

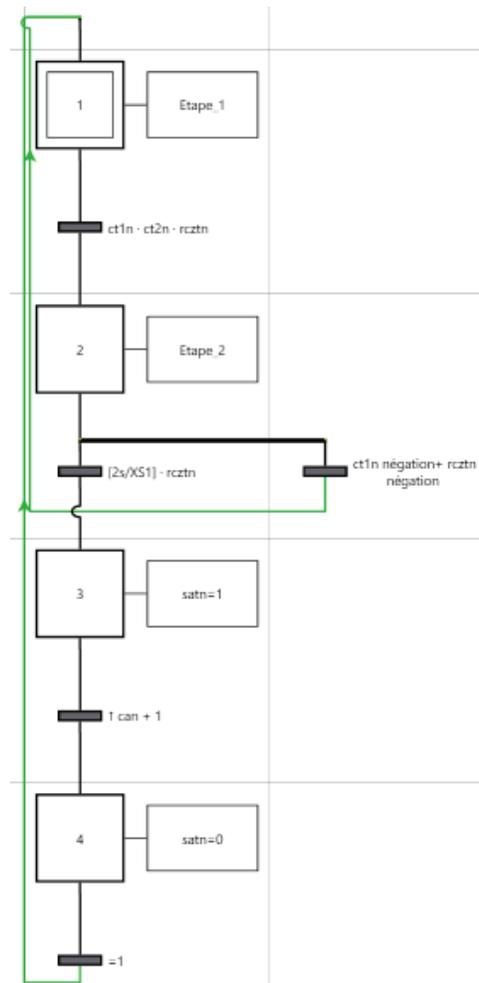


FIGURE 4.7 – Ladder et IL d'occupation de la zone ZT_n .

4.5 Commande de l'ensemble (poste n, zone tampon ZT)

Pour la commande de l'ensemble nous allons faire les hypothèses suivantes :

- La zone ZT_n n'est jamais saturée
- Dès que la zone ZA_n est non occupée, une nouvelle palette peut être aussitôt libérée de la zone ZT_{n-1} (pas de rupture d'approvisionnement en palettes)
- La situation de départ est la suivante : aucune palette n'est présente sur les convoyeurs, toutes les butées sont abaissées sauf BT_n , l'élévateur EL_n est en position basse

4.5.1 Commande des Butée et de l'élévateur

Pour les besoins du logiciel Ecostruxure Machine Expert, la commande des butées et l'élévateur sera programmé en langage Ladder ou IL.

4.5.1.1 Butée BT_{n-1}

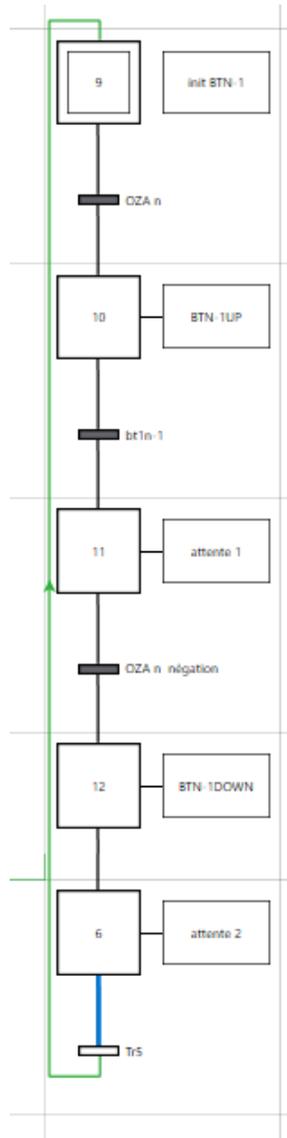


FIGURE 4.8 – GRAFCET de la commande de la butée BT_{n-1} .

On programmera la montée et la descente de la butée BT_{n-1} comme suit :

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

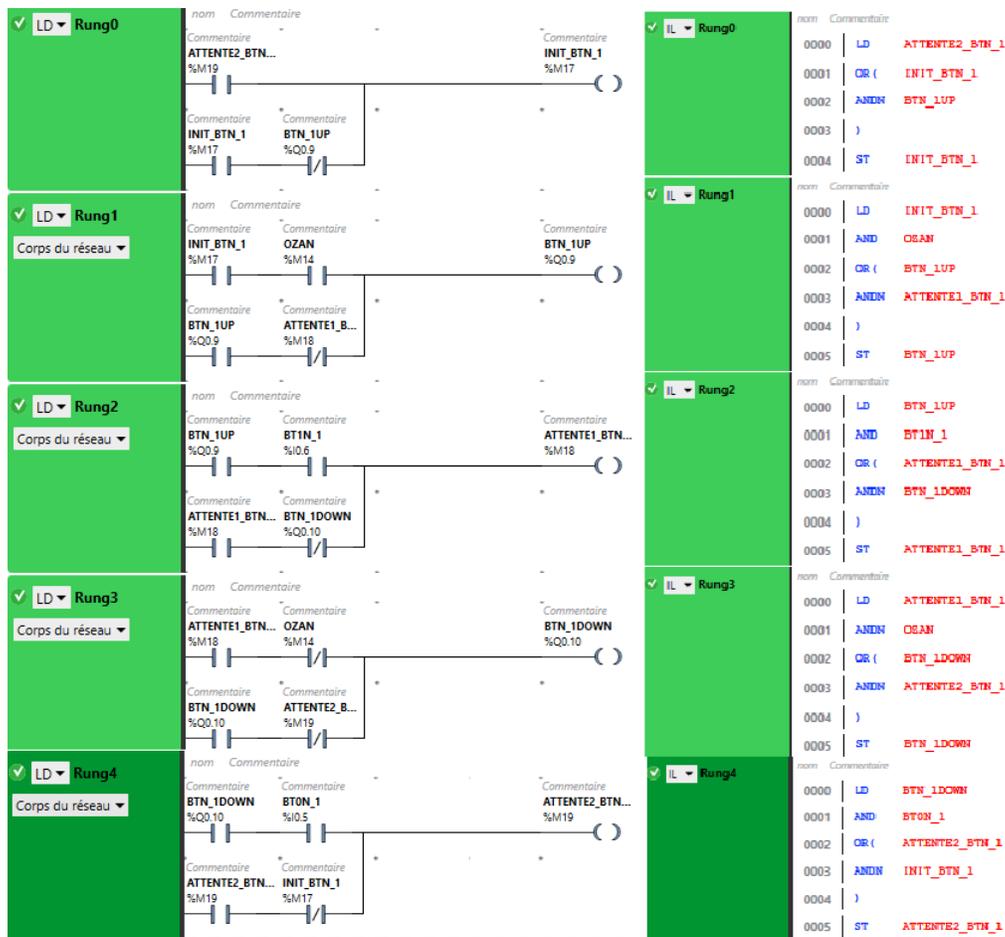


FIGURE 4.9 – Ladder et IL de la commande de la butée BT_{n-1} .

4.5.1.2 Butée BA_n

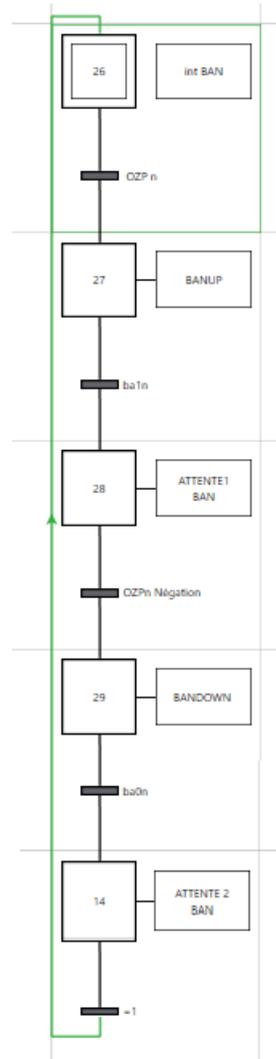


FIGURE 4.10 – GRAFCET de la commande de la butée BA_n .

On programmera la montée et la descente de la butée BA_n comme suit

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

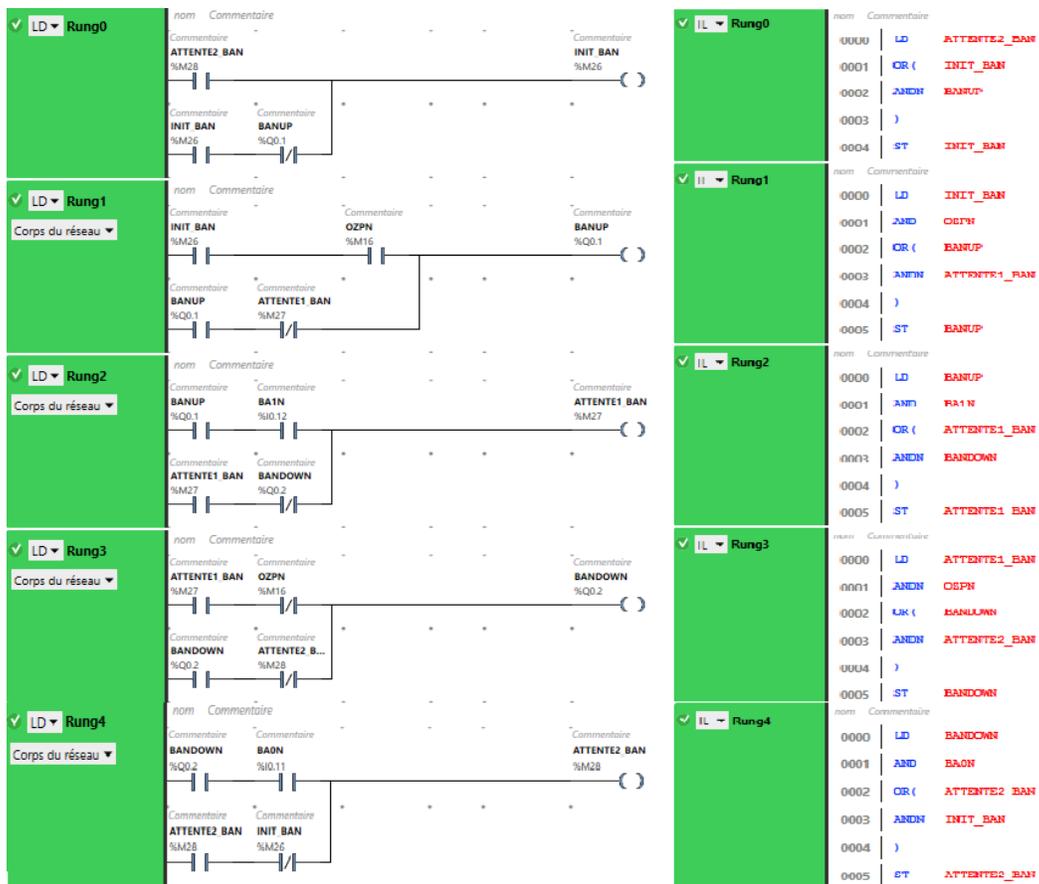


FIGURE 4.11 – Ladder et IL de la commande de la butée BA_n .

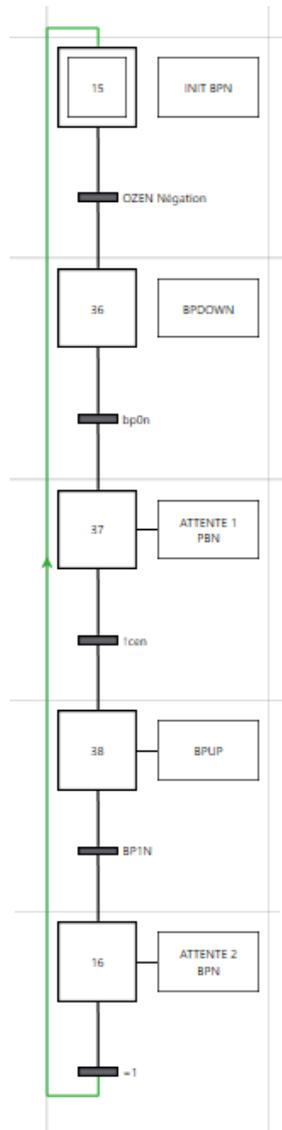


FIGURE 4.12 – GRAFCET de la commande de la butée BP_n .

4.5.1.3 Butée BP_n

On programmera la montée et la descente de la butée BP_n comme suit

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

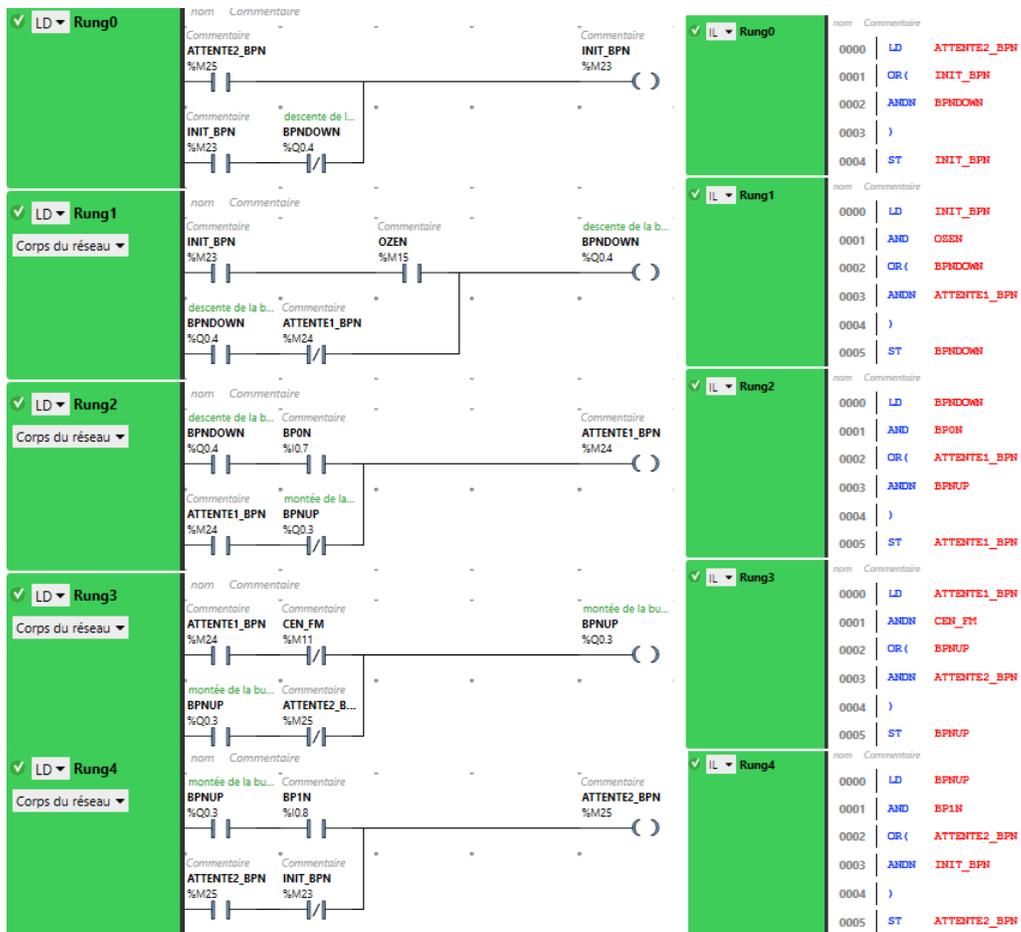


FIGURE 4.13 – Ladder et IL de la commande de la butée BP_n .

4.5.1.4 Butée BE_n

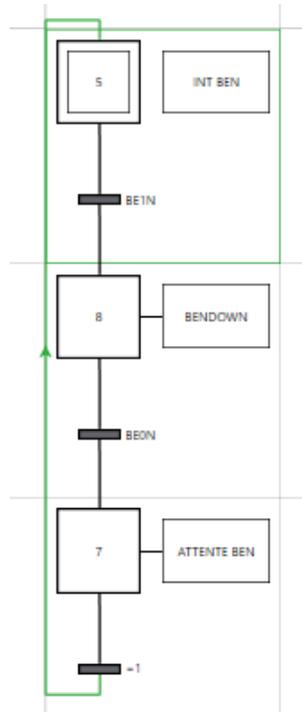


FIGURE 4.14 – GRAFCET de la commande de la butée BE_n .

On programmera la montée et la descente de la butée BE_n comme suit

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

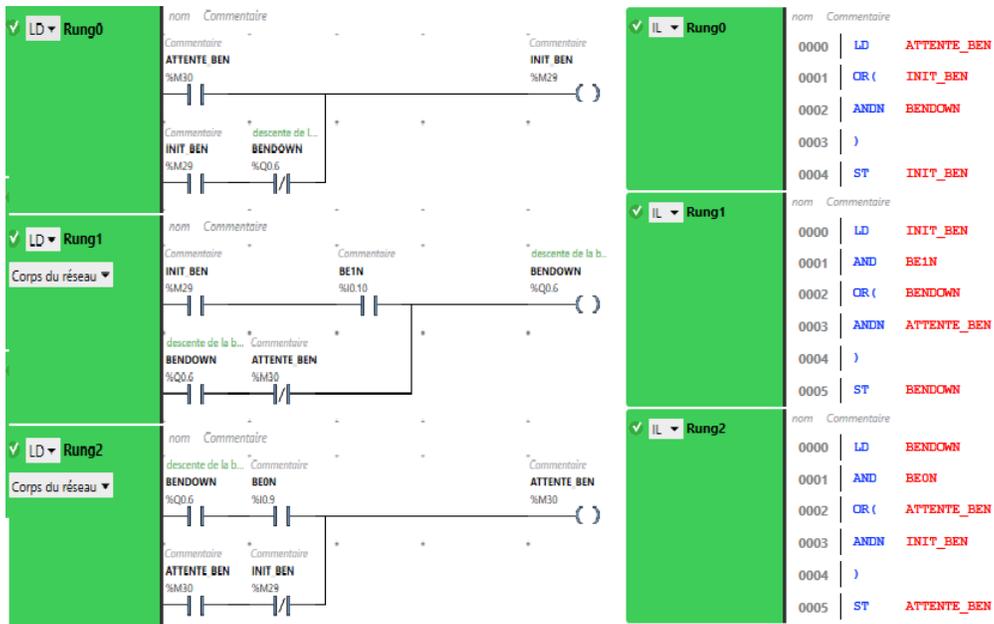


FIGURE 4.15 – Ladder et IL de la commande de la butée BE_n .

4.5.1.5 Élévateur

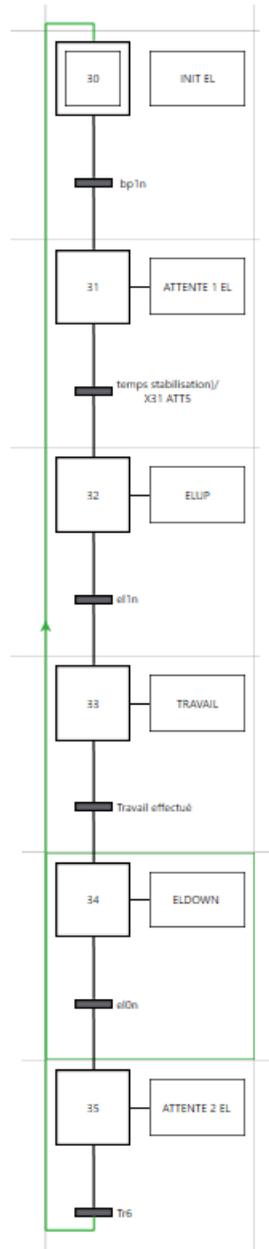


FIGURE 4.16 – GRAFCET de la commande de la butée l'élévateur.

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

On programmera la montée et la descente de l'élévateur comme suit

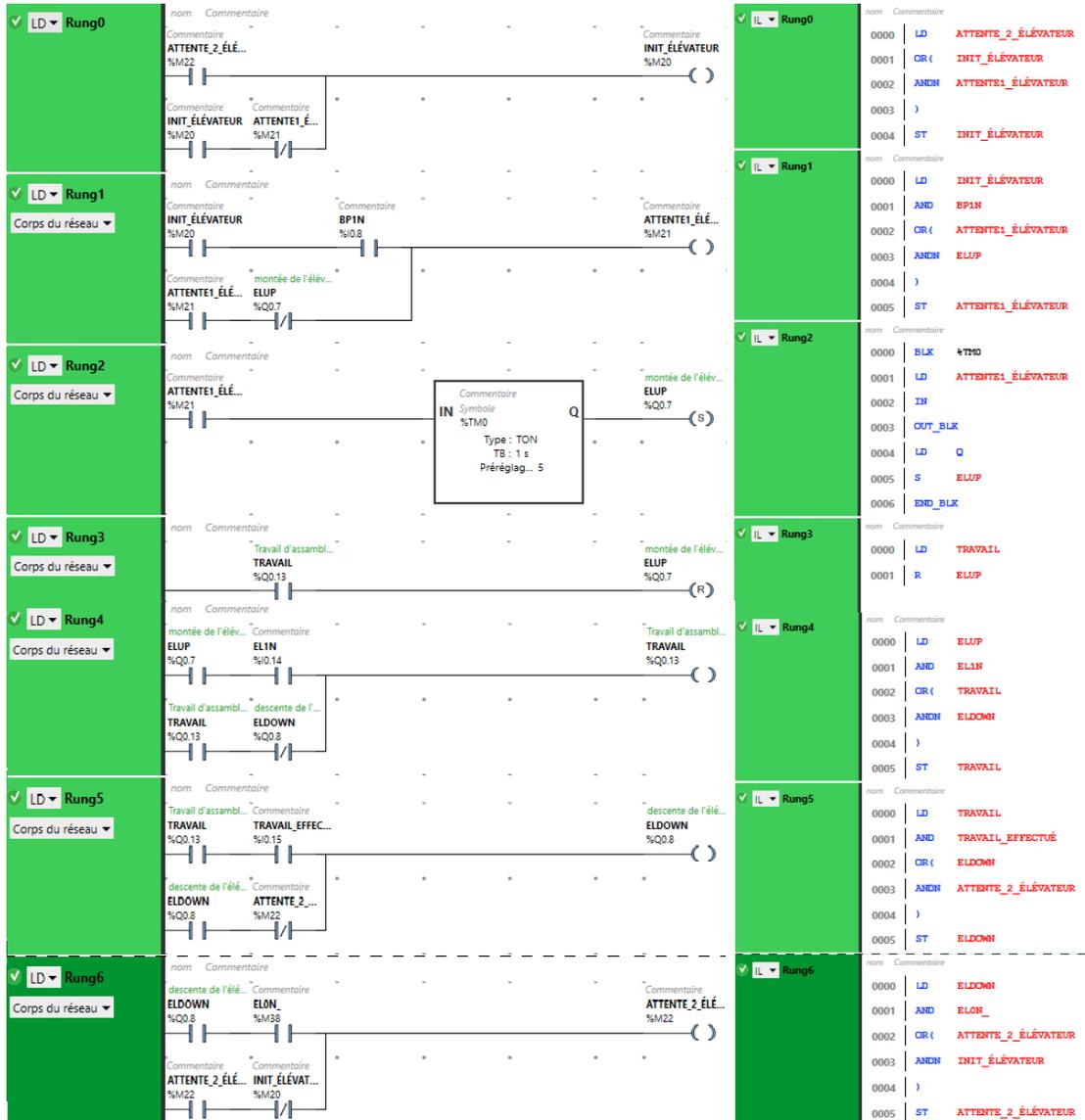


FIGURE 4.17 – Ladder et IL de la commande de l'élévateur.

4.5.2 Diagramme de Gantt pour la coordination des tâches du système en PN

On l'établit d'après les critères suivants :

- Le temps de montée et de descente de chaque butée est de 3 secondes.
- Le temps de montée de l'élèveur est de 3 secondes.
- Le temps de descente de l'élèveur est de 2.1 secondes.
- Le temps de travail de la machine dépendra du fonctionnement de chaque machine.
- Le temps de passage d'une palette entre 2 butée est de 6 secondes.

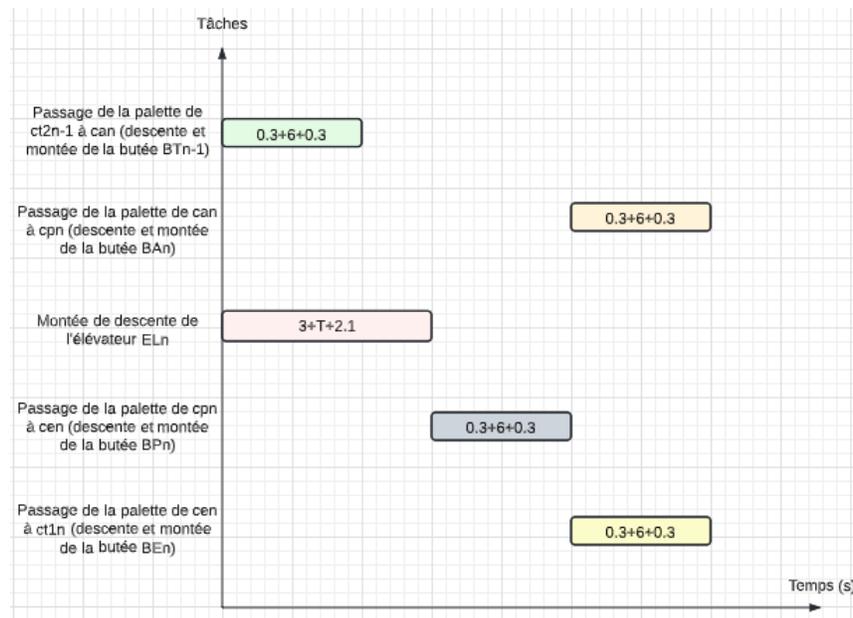


FIGURE 4.18 – Diagramme de Gantt de la coordination des tâches pour la production normale.

4.5.3 Grafcet de production normale

D'après le diagramme établi précédemment on peut construire le grafcet de coordination des tâches.

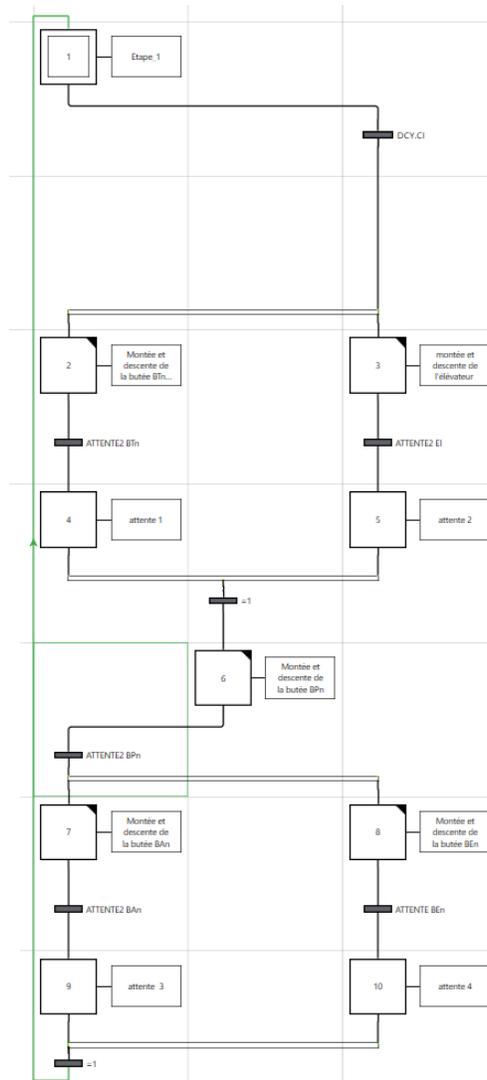


FIGURE 4.19 – Grafcet de coordination des tâches pour la production normale.

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221



FIGURE 4.20 – Affection des sorties du Grafcet de coordination des tâches.

4.5.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons utilisé le contrôleur M221 de Schneider Electric pour commander le poste de transfert d'un convoyeur dans une ligne de montage dans

CHAPITRE 4. COMMANDE DU POSTE DE TRANSFERT DE PALETTES AVEC LE M221

une industrie automobiles. Nous avons exposé la programmation des différentes butées et élévateur, et nous avons étudié l'occupation des zones ainsi que le diagramme de gantt qui permet la coordination des taches. A partir de ces données on a pu établir le grafcet de coordination des taches de notre système en mode de production normale

Chapitre 5

Supervision du système avec Vijeo Designer Basic

5.1 Introduction

Une interface homme-machine (IHM) est une interface utilisateur permettant à un utilisateur d'interagir avec un appareil ou système industriel, L' IHM fournit des informations sur l'état du système en temps réel. les IHM peuvent être utilisées pour des tâches simples et complexes. Ils peuvent être trouvées dans les machines et les processus de contrôle en usine. Les applications incluent l'automatisation industrielle et des bâtiments, les distributeurs automatiques, le médical, l'automobile et les appareils électroménagers.

Après avoir réalisé la commande de notre poste de transfert dans le chapitre précédent, nous allons dans ce chapitre passer à la visualisation, pour cela nous allons utiliser l'IHM Vijeo Designer Basic, logiciel de Schneider Electric qu'on configurera à partir de notre projet sur EcoStruxure Machine Expert Basic.

5.2 Présentation de Vijeo Designer Basic

5.2.1 Description générale

Vijeo Designer est un logiciel de pointe permettant de réaliser des écrans opérateur et de configurer les paramètres opérationnels des périphériques d'Interface Homme Machine (IHM). Il fournit tous les outils nécessaires à la conception d'un projet IHM, de l'acquisition des données jusqu'à la création et à la visualisation de synoptiques animés.

Il permet ainsi de créer des écrans IHM dynamiques. Il combine différentes fonctions, telles que les objets en mouvement, les zooms, les indicateurs de niveau et de marche/arrêt et les commutateurs, le tout dans une simple application. L'utilisation de symboles animés permet de générer et de modifier un écran graphique très simplement.

Vijeo Designer utilise deux types de données :

- les données internes créées dans l'application utilisateur ;
- les données fournies par des périphériques externes comme les automates et les modules d'E/S distants.

5.2.2 Outils

Les principaux outils de Vijeo Designer sont accessibles depuis l'écran principal du programme.

1. Navigateur : Sert à créer des applications. Les informations concernant chaque projet sont répertoriées hiérarchiquement dans un explorateur de documents.
2. Inspecteur de propriétés : Affiche les paramètres de l'objet sélectionné. Lorsque plusieurs objets sont sélectionnés, seuls les paramètres communs à tous les objets sont affichés.
3. Liste de graphiques : Enumère tous les objets apparaissant dans le sy-

CHAPITRE 5. SUPERVISION DU SYSTÈME AVEC VIJEO DESIGNER BASIC

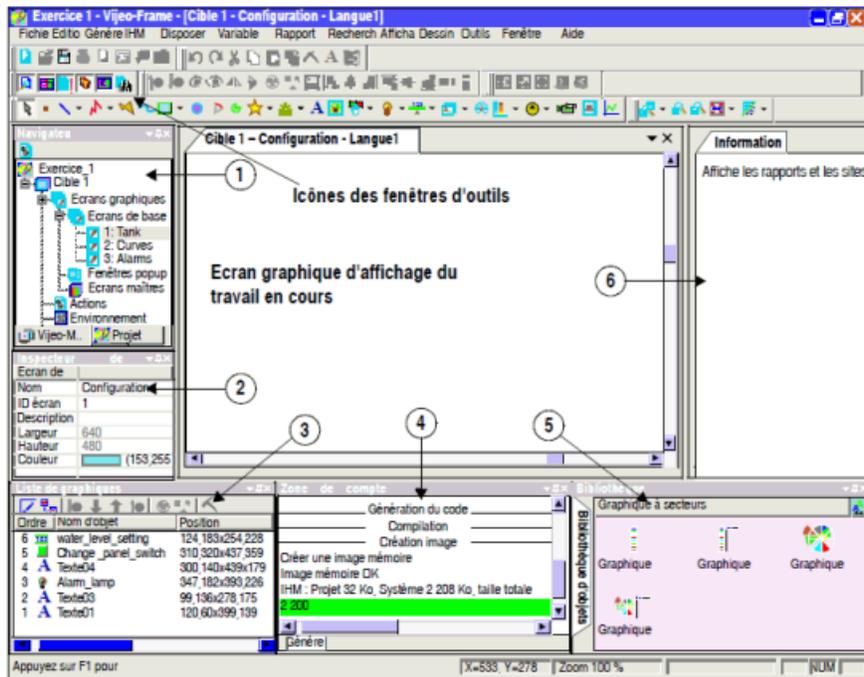


FIGURE 5.1 – Environnement de Vijeo Designer

noptique

4. Zone de compte rendu : Affiche la progression et les résultats de la vérification des erreurs, de la compilation et du chargement. Lorsqu'une erreur survient, le système affiche un message d'erreur ou un message d'avertissement.
5. Bibliothèque d'objets : Bibliothèque de composants (graphique à barres, chronomètres, etc.) fournis par le fabricant ou créés
6. Informations : Affiche le contenu d'un rapport ou le Web.

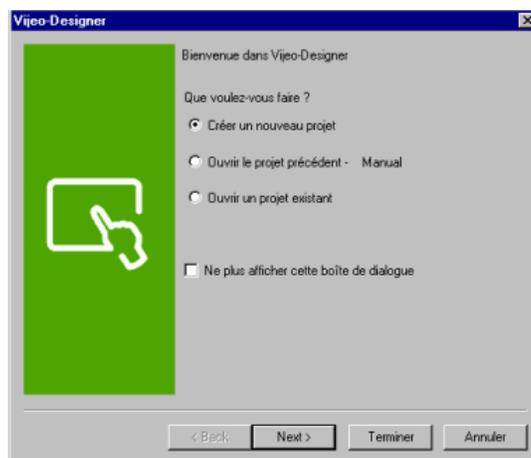


FIGURE 5.2 – Création d’un nouveau projet dans Vijeo Designer

5.3 Création du projet

5.3.1 Création d’un nouveau projet

A cette étape il faut saisir le nom du projet, puis sélectionner le type de cible, XBTGT2000 Series, et le modèle, XBT GT2330. en finalement sélectionnez l’adresse IP si le modèle utilise un port Ethernet et le pilote approprié pour le type de périphérique. Dans notre projet on sélectionne Schneider Electric Industrie SAS comme Fabricant, Modbus TCP/IP comme pilote et Equipement Modbus comme Equipement.

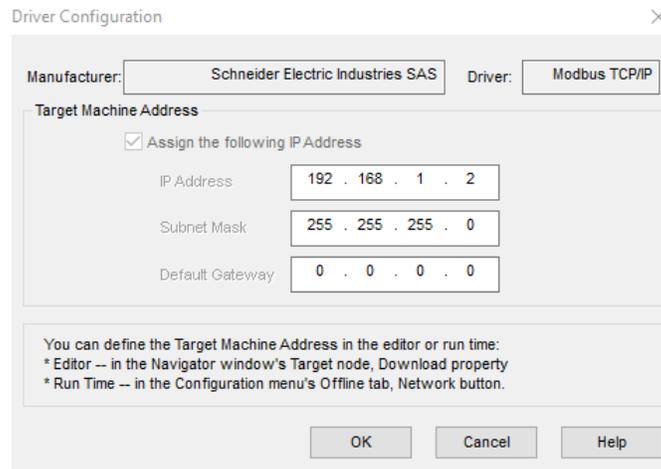


FIGURE 5.3 – Configuration du pilote d'un nouveau projet dans Vijeo Designer

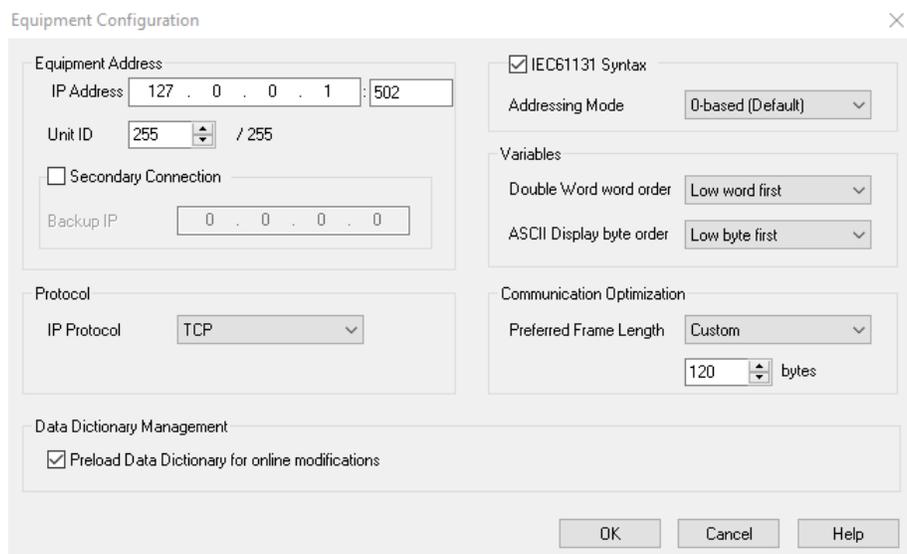


FIGURE 5.4 – Configuration de l'équipement d'un nouveau projet dans Vijeo Designer

5.3.2 Création de la table des variables

Dans notre cas, on va importer la table des variables depuis notre projet dans EcoStruxure Machine Expert Basic comme suit dans la figure 5.5

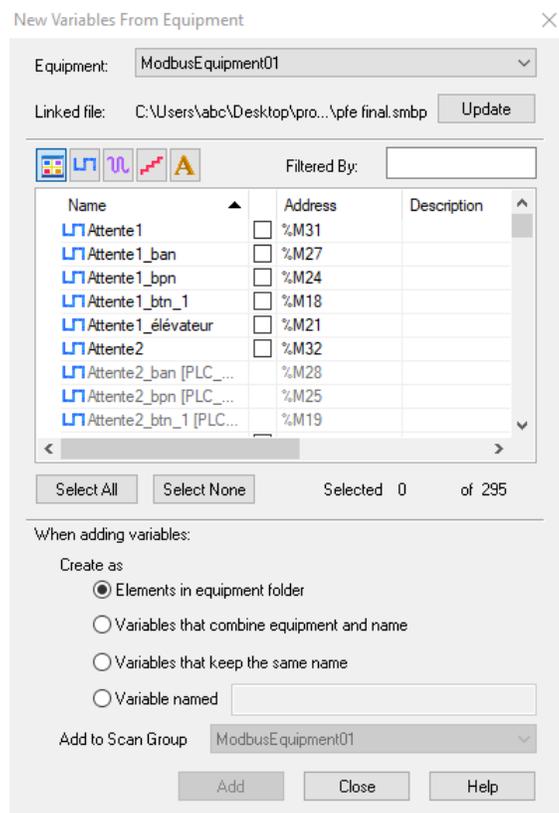


FIGURE 5.5 – Importation de variables d’un nouveau projet dans Vijeo Designer

5.3.3 Vue principale

Une fois nos variables importées, on peut construire notre interface visuelle à partir de la bibliothèque et affecter nos variables aux différents éléments.

Au finale on obtiendra la vue principale dans la figure 5.7

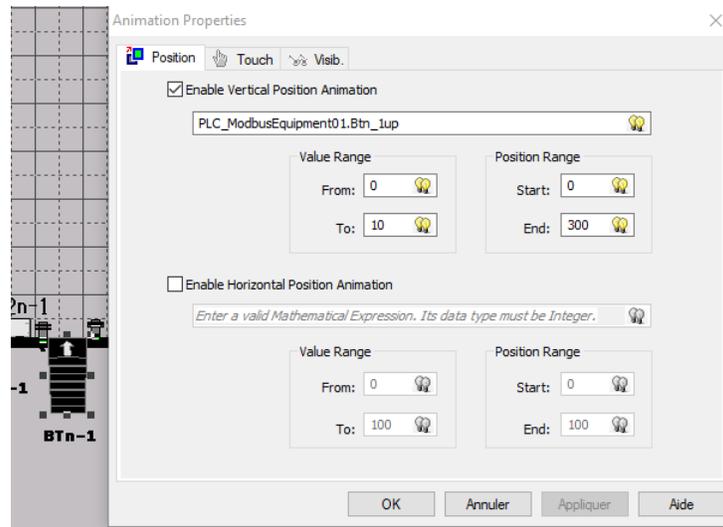


FIGURE 5.6 – Configuration de la butée BT_{n-1}

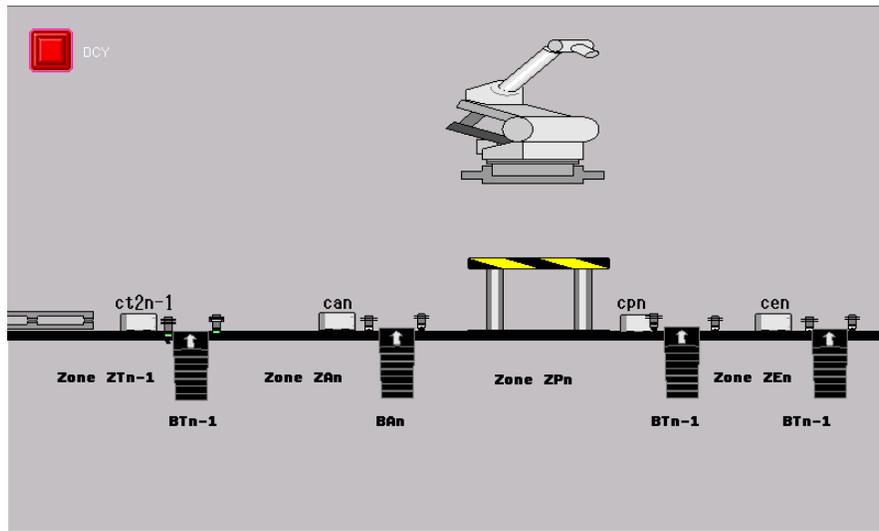


FIGURE 5.7 – Vue principale

5.4 Conclusion

Vijeo Designer nous a permis de réaliser l'IHM de notre de poste de transfert de palette pour sa visualisation, après avoir programmé sa commande dans le chapitre

CHAPITRE 5. SUPERVISION DU SYSTÈME AVEC VIJEO DESIGNER BASIC

précédant.

Dans ce chapitre nous avons présenté le logiciel Vijeo Designer pour la conception de notre IHM, ainsi que la méthode de création de notre projet et l'importation de nos variables à partir de EcoStruxure Machine Expert Basic.

Conclusion Générale

Dans le cadre du projet de fin d'études d'ingénieur « Automatisation et supervision d'un poste de transfert de palettes dans l'industrie automobile par API » et au regard des résultats obtenus, nous pouvons en tirer que l'objectif fixé a été atteint. Nous avons, en premier lieu, présenté le contexte générale de l'automatisation, puis l'état de l'art des systèmes automatisés, et l'API M221. dans un second lieu nous avons abordé le fonctionnement du système de transfert de palettes. Après l'étude du système, nous avons utilisé le langage Ladder et GRAFCET qui ont permis de communiquer simplement avec le procédé, en utilisant ses ressources d'une manière efficace pour la commande. l'implémentation a été faite en utilisant le logiciel EcoStruxure Machine Expert Basic et ainsi l'élaboration d'une solution programmable dans l'automate programmable industriel. Nous avons effectué la simulation avec ce logiciel, qui nous a permis de visualiser et de valider les résultats.

Finalement nous avons élaboré la partie supervision en utilisant Vijeo Designer Basic.

Notre conviction est d'avoir atteint dans la mesure de nos possibilités le but fixé, néanmoins un manque de données concernant les spécifications technologiques ne nous a pas permis de nous approfondir. En effet beaucoup de données relèvent du secret de fabrication des usines automobiles, qui préfèrent garder certaines données relatives aux fonctionnements de leurs processus de fabrication secrètes.

Bibliographie

- [1] Tim Conway Ernie Hayden, Michael Assante. An abbreviated history of automation and industrial controls systems and cybersecurity. 2014.
- [2] Oseikhuemen E.Isiramen. Design and implementation of an automatic conveyor sorting system eng. Master's thesis, MURDOCH UNIVERSITY, PERTH, WESTERN AUSTRALIA, 2018.
- [3] Vanessa Romero Segovia and Alfred Theorin. History of control, history of plc and dcs. 2012-06-15 (minor revision 2013-07-26).
- [4] Slava Gerovitch. Automation. January 2003.
- [5] automationsense. Automatisme industriel, 11-11-2015.
- [6] Simon. Les avantages et inconvénients de l'automatisation industrielle, 15-11-2021.
- [7] T.R. Nirmalraja H. Goutham R. Sabarinathan K. Madhanamohan, R.K. Praveen and A. Logeesan. Industrial automation system. 2013.
- [8] Architecture des systèmes automatisés, 2ème année automatique, université de batna. 2018/2019.
- [9] [https ://www.elprocus.com/an-overview-on-industrial automation/](https://www.elprocus.com/an-overview-on-industrial-automation/). An overview on industrial automation need, structure, types and technologies.
- [10] *Réseaux industriels, chapitre 9, Manuel Schneider Electric.*
- [11] Sergey Kulakov. Industrial automation. conveyors in industrial automation. automation project for konepaja astex gear oy. 2018.

- [12] college of petroleum and 3rd class mining engineering, university of mosul mining department. conveyors. 2018.
- [13] M. ARSLANE Mohamed M. NOUIBAT Khalil. Étude d'un convoyeur à bande : cas de la cimenterie lafarge hammam dalaa (m'sila). Master's thesis, UNIVERSITÉ MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 25-06-2019.
- [14] TheEngineersPost.com. Types of conveyors.
- [15] *The Mechatronics Handbook*, chapter 16 Introduction to Sensors and Actuators.
- [16] G R Sinha Bhagwati Charan Patel and Naveen Goel. Introduction to sensors. Novembre 2020.
- [17] <https://itmsol.fr/instrumentation/instruments/temperature/capteur-de-temperature-resistif>. Instrumentation and monitoring.
- [18] *catalogue Schneider Electric 2021-2022*.
- [19] Southwest Center for Microsystems Education (SCME) University of New Mexico. Introduction to transducers, sensors, and actuators.
- [20] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acc_Accéléromètre.
- [21] Southwest Center for Microsystems Education (SCME) University of New Mexico. Introduction to actuators.
- [22] *Contrôleurs logiques Modicon M221, Manuel Schneider Electric 2014*.
- [23] *EcoStruxure™ Machine Expert – Basic, Catalogue 2020 Schneider Electric*.
- [24] *Modules d'extension d'entrées/sorties pour contrôleurs Modicon M221, M241, M251 et M262, Catalogue 2020 Schneider Electric*.
- [25] Jean-Jacques DUMÉRY. Techniques de l'ingénieur l'expertise technique et scientifique de référence,grafcet - structuration des descriptions.