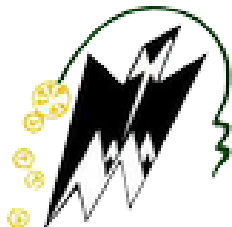


**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**



**Faculté De Génie Électrique et d'Informatique**  
**Département d'Électronique**

**Mémoire de Fin d'Etudes**

**de MASTER Professionnel**

Spécialité :

**Electronique industrielle**

Filière :

**Electronique**

Par

**ABELLA AMAR**

**BOUARABA MILISSA**

Thème

---

**Etude et automatisation d'un palettiseur au sein  
de l'unité Lalla khedidja-Cevital**

---

Soutenu le : 27/06/2024

**Promoteur : Dr. DJEFAL NADHIR**

**Co-Promoteur : Mr. GAOUAOUI MOHAMMED**

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude envers Dieu Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la patience nécessaires à l'accomplissement de ce travail.*

*Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à notre promoteur, Mr. DJEFFAL NADHIR, pour son encadrement, ses conseils précieux et son soutien constant tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont également à notre copromoteur, GAOUAOUI MOHAMMED, pour ses orientations et Mr REKIK HAKIM pour ses encouragements continus, son aide durent notre durée stage.*

*Nous remercions chaleureusement les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.*

...

***Dédicace***

*Je dédie ce travail à Mes très chers parents dui ont été toujours à mes  
coté pour me Soutrnir et m'encourager.*

*Mes très chers Frères Massinissa et Amayas.*

*Toute ma famille.*

*Mes amies et mes collègues.*

...

**AMAR**

***Dédicace***

*Je dédie ce travail à*

*Mes très chers parents, dont le soutien inconditionnel et l'amour m'ont  
toujours porté.*

*Mon cher frère MOHAMED qui est toujours à mes côtés et m'encourage.*

*Mes chères sœurs NASSIMA et NEDJMA méritent toute ma gratitude  
pour leur patience, leur compréhension et leur affection.*

*Ma famille, mes amis et mes collègues pour leur soutien tout au long de  
ce parcours.*

...

*MILISSA*

# Abstract

Our project, completed at the **Cevital Lalla Khedidja** mineral water production unit, involves studying the **CERMEX P4** palletizer and improving its automation. The objective of our work is to modernize and improve the automated system of this machine by replacing the S7-300 with the S7-1200. This upgrade aims to enhance the efficiency and reliability of our system, thereby reducing maintenance costs due to its more modern design. The study began by understanding the machine's operation, developing the palletizer's specifications document, and then creating a Grafcet that allowed us to transition to the LADER language and program using the **TIA PORTAL** software. We also used the PLC SIM software to perform our simulation.

**Keywords :** Programmable Logic Controller, Tia Portalv16, Sensor, Palettizer.

# Résumé

Notre projet réalisé a l'unité de production d'eau minérale **Cevital Lalla Khedidja**, se résume sur l'étude du Palettiseur **CERMEX P-432** et l'amélioration de son Automate. L'objectif de notre travail est améliorer et moderniser le système automatisée de cette machine en remplaçant le S7-300 pour but d'améliorer l'efficacité et fiabilité de notre système en passant au **S7-1200** cette mise à niveau vas permettre aussi une réduction des coûts de maintenance grâce à sa conception plus moderne. L'étude au début est basée sur la compréhension du fonctionnement de la machine en élaborant le cahier de charges du Palettiseur pour passer ensuite au grafcet qui nous a permis de passer au langage LADDER et programmer ainsi avec le logiciel de programmation **TIA PORTAL** et utiliser le logiciel PLCSIM pour effectuer notre simulation.

**Les mots clés :** Automate programmable, Tia Portal V16, Capteur, Palettiseur.

# Table des matières

<b>Remerciments</b>	<b>i</b>
<b>Table des figures</b>	<b>x</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>xiii</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>3</b>
<b>I Présentation de l'entreprise CEVITAL Lalla Khedidja</b>	<b>4</b>
I.1 Introduction . . . . .	4
I.2 Présentation de CEVITAL Lalla Khedidja . . . . .	4
I.2.1 Situation géographique . . . . .	5
I.2.2 Les produits fabriqués . . . . .	6
I.3 Organigramme du staff . . . . .	7
I.4 Les zones de filtration d'eau . . . . .	7
I.4.1 La zone de pré filtrage . . . . .	7
I.4.1.1 Stockage de l'eau pré filtrée dans les cuves . . . . .	8
I.4.2 La zone de filtration finale et alimentation des lignes . . . . .	8
I.4.3 La zone de NEP (Nettoyage En Place) ou CIP (Clearing In Place)	8
I.4.4 La zone de siroperie . . . . .	8
I.4.5 La zone de préformes PET et bouchons PHD (l'injection) . . . . .	9
I.4.6 La zone des utilités . . . . .	9
I.4.6.1 La zone de chaudière . . . . .	9
I.4.7 La zone d'installation CO2 . . . . .	9
I.4.7.1 La zone de conditionnement d'eau minérale et produc- tion de boisson . . . . .	9
I.4.7.2 La salle blanche . . . . .	9
I.4.7.3 Les lignes de production . . . . .	10
I.4.7.4 L'air de stockage . . . . .	10
I.5 Présentation de la chaine de production . . . . .	11
I.5.1 Distributeur de préforme . . . . .	11
I.5.2 Four de prêt chauffage . . . . .	11
I.5.3 La souffleuse . . . . .	12
I.5.4 La remplisseuse . . . . .	12
I.5.5 La bouchonneuse . . . . .	13
I.5.6 L'Etiqueteuse . . . . .	14

I.5.7	Convoyeur ligne . . . . .	14
I.5.8	La dateuse . . . . .	15
I.5.9	La fardeleuse . . . . .	15
I.5.10	La Twin-pack . . . . .	16
I.5.11	Le palettiseur . . . . .	16
I.5.12	La bandroleuse . . . . .	16
I.6	Conclusion . . . . .	17

## **Bibliographie** **18**

## **II Description fonctionnelle du palettiseur** **19**

II.1	Introduction . . . . .	19
II.2	Présentation de la machines . . . . .	19
II.2.1	Définition . . . . .	19
II.3	Référence du palettiseur . . . . .	20
II.4	Description fonctionnelle d'un palettiseur . . . . .	20
II.4.1	Partie groupage des produits . . . . .	21
II.4.1.1	Tapis cadenceur . . . . .	21
II.4.1.1.1	Tapis d'accélération . . . . .	21
II.4.1.2	Convoyeurs rouleaux . . . . .	21
II.4.1.3	Butées cheminés . . . . .	22
II.4.1.4	Fonctions poussoirs . . . . .	22
II.4.2	Partie groupage des couches . . . . .	23
II.4.2.1	Fonction levage . . . . .	23
II.4.2.2	Fonction table . . . . .	24
II.4.2.3	Fonction barre . . . . .	24
II.4.2.4	Fonction taquage . . . . .	25
II.4.3	Partie amenée palettes . . . . .	25
II.4.3.1	magasin palette . . . . .	25
II.4.3.2	Ascenseur palettes . . . . .	26
II.4.3.3	Butée palette . . . . .	26
II.4.3.4	Convoyeur de sortie . . . . .	27
II.4.3.5	Bras Scara . . . . .	27
II.5	Partie capteurs . . . . .	28
II.5.1	Détecteur photoélectrique type proximité . . . . .	28
II.5.2	Détecteur photoélectrique de type réflexe . . . . .	28
II.5.3	Capteur inductif . . . . .	29
II.5.4	Capteurs ILS (Interrupteur à Lame Souple) . . . . .	29
II.5.5	Capteur fin de course . . . . .	29
II.6	Partie pneumatique . . . . .	30
II.6.1	Vérins . . . . .	30
II.6.1.1	Vérin pneumatique à simple effet . . . . .	30
II.6.1.2	Vérin pneumatique à double effet . . . . .	31
II.6.2	Électrovannes pneumatiques . . . . .	31
II.6.3	Distributeurs pneumatiques . . . . .	31
II.6.4	Ventouses . . . . .	32
II.7	Elements électriques . . . . .	33
II.7.1	Armoire électrique . . . . .	33

II.7.1.1	Disjoncteur magnétothermique . . . . .	33
II.7.1.2	Potre fusibles . . . . .	34
II.7.1.3	Sectionneur . . . . .	34
II.7.1.4	Contacteur . . . . .	35
II.7.1.5	Relais . . . . .	35
II.7.1.6	Transformateur . . . . .	36
II.7.1.7	Variateur de vitesse . . . . .	36
II.7.2	Automate S7-300 . . . . .	37
II.7.3	Les moteurs asynchrone triphasé . . . . .	38
II.7.3.1	Moteurs réducteurs . . . . .	38
II.7.3.2	Les moteurs à frein . . . . .	39
II.7.4	Conclusion . . . . .	39
<b>Bibliographie</b>		<b>40</b>
<b>III Programmation et simulation</b>		<b>42</b>
III.1	Introduction . . . . .	42
III.2	Système automatisé . . . . .	42
III.2.1	Structure d'un système automatisé . . . . .	42
III.2.1.1	Partie opérative (PO) . . . . .	43
III.2.1.2	Partie commande (PC) . . . . .	43
III.2.1.3	Partie relation (PR) . . . . .	43
III.2.2	Définition et architecture d'un automate programmable . . . . .	43
III.2.3	L'API se compose . . . . .	44
III.2.3.1	Unité de traitement ou processeur (CPU) . . . . .	44
III.2.3.2	Une mémoire programme . . . . .	44
III.2.3.3	Une mémoire de données . . . . .	44
III.2.3.4	Une interface d'ENTREE . . . . .	45
III.2.3.5	Une interface de SORTIE . . . . .	45
III.2.3.6	Un module d'ALIMENTATION . . . . .	45
III.2.4	Principe de fonctionnement d'un automate . . . . .	45
III.2.5	Le choix de l'automate programmable industriel . . . . .	46
III.3	Présentation de l'automate programmable S7-1200 . . . . .	46
III.3.1	Caractéristiques de l'automate programmable S7-1200 . . . . .	47
III.3.1.1	CPU 1214C AC DC RLY . . . . .	47
III.4	GRAFCET . . . . .	47
III.4.1	Définition . . . . .	47
III.4.2	Types de GRAFCET . . . . .	48
III.4.2.1	GRAFCET niveau 1 . . . . .	48
III.4.2.2	GRAFCET niveau 2 . . . . .	48
III.4.2.3	GRAFCET niveau 3 . . . . .	48
III.4.3	Structures de base d'un GRAFCET . . . . .	49
III.4.3.1	Séquence unique . . . . .	49
III.4.3.2	Séquences simultanées . . . . .	49
III.4.3.3	Sélection de séquence (aiguillage en OU) . . . . .	49
III.4.3.4	Saut d'étapes . . . . .	49
III.4.3.5	Reprise d'étape . . . . .	50
III.4.4	Elaboration du GRAFCET du palettiseur . . . . .	50

III.4.4.1	Cahier de charge du fonctionnement du Palettiseur . . .	50
III.4.4.1.1	Partie groupage produit . . . . .	50
III.4.4.1.2	Partie Table . . . . .	52
III.4.4.1.3	Partie Palettes . . . . .	53
III.4.4.1.4	Bras Scara . . . . .	54
III.5	Organigrammes du fonctionnement de la machine . . . . .	56
III.5.1	Partie Groupage . . . . .	56
III.5.2	Partie Table . . . . .	56
III.5.3	Partie Palettes . . . . .	57
III.5.4	Bras scara . . . . .	58
III.6	Présentation du logiciel de programmation . . . . .	58
III.6.1	Création du projet dans TIA PORTAL V16 . . . . .	58
III.6.2	Configuration matériel . . . . .	59
III.6.3	Vue du projet . . . . .	60
III.6.3.1	Fenêtre de travail . . . . .	60
III.6.3.2	Fenêtre d'inspection . . . . .	60
III.6.4	Compilation et chargement de la configuration matérielle . . . . .	60
III.7	Programmation de l'automate S7-1200 . . . . .	61
III.7.1	Création du tableau des variables API . . . . .	62
III.7.2	Ajouter des blocs de programmation . . . . .	62
III.7.2.1	Les blocs d'organisation(OB) . . . . .	63
III.7.2.2	Les blocs fonctionnels(FB) . . . . .	63
III.7.2.2.1	Bloc fonctionnel FB1 . . . . .	64
III.7.2.2.2	Bloc fonctionnel FB2 . . . . .	64
III.7.2.2.3	Bloc fonctionnel FB3 . . . . .	65
III.7.2.2.4	Bloc fonctionnel FB4 . . . . .	65
III.7.2.2.5	Bloc fonctionnel FB5 . . . . .	66
III.7.3	Compilation et simulation . . . . .	66
III.7.4	Visualisation . . . . .	67
III.7.5	Visualisation du programme . . . . .	69
III.8	Conclusion . . . . .	81
	<b>Bibliographie</b>	<b>82</b>
	<b>Conclusion Générale</b>	<b>83</b>

# Table des figures

I.1	Situation géographiques . . . . .	5
I.2	Bouteilles formats : 0,5L 1L 1,5L. . . . .	6
I.3	Eau minérale Gazeuze 0.33L et 1L. . . . .	6
I.4	Organigramme du staff . . . . .	7
I.5	Distributeur de performe. . . . .	11
I.6	Four de prêt chauffage. . . . .	12
I.7	La souffleuse. . . . .	12
I.8	La remplisseuse. . . . .	13
I.9	La remplisseuse. . . . .	13
I.10	La bouchonneuse. . . . .	13
I.11	L'etiqueteuse. . . . .	14
I.12	Convoyeur ligne. . . . .	14
I.13	Dateuse . . . . .	15
I.14	La fardeleuse. . . . .	15
I.15	La Twin-pack. . . . .	16
I.16	Le palettiseur (Bras Scara). . . . .	16
I.17	Le palettiseur. . . . .	16
I.18	La bandroleuse. . . . .	17
II.1	Palettiseur. . . . .	20
II.2	chaîne cinématique du palettiseur. . . . .	20
II.3	Tapis cadenceur et d'accélération. . . . .	21
II.4	Convoyeurs rouleaux. . . . .	22
II.5	Butées cheminés. . . . .	22
II.6	Poussoirs. . . . .	23
II.7	Mat portique. . . . .	23
II.8	Table. . . . .	24
II.9	Barre de conformation. . . . .	24
II.10	verins de taquage. . . . .	25
II.11	magasin palettes . . . . .	25
II.12	Ascenseur palettes. . . . .	26
II.13	Butée palette. . . . .	26
II.14	Convoyeurs de sortie. . . . .	27
II.15	Bras Scara. . . . .	27
II.16	Détecteur photoélectrique type proximité. . . . .	28
II.17	Détecteur photoélectrique de type réflexe. . . . .	28
II.18	Capteur inductif. . . . .	29
II.19	Capteurs ILS . . . . .	29

II.20 Capteur fin de course. . . . .	30
II.21 Vérin pneumatique à simple effet. . . . .	30
II.22 Vérin pneumatique à double effet. . . . .	31
II.23 Électrovanne pneumatique . . . . .	31
II.24 Distributeur pneumatique. . . . .	32
II.25 Ventouse. . . . .	32
II.26 Armoire électrique. . . . .	33
II.27 Disjoncteur magnétothermique. . . . .	34
II.28 Porte Fusible. . . . .	34
II.29 Sectionneur. . . . .	35
II.30 Contacteur. . . . .	35
II.31 Relais. . . . .	36
II.32 Transformateur. . . . .	36
II.33 Variateur de vitesse. . . . .	37
II.34 Automate S7-300. . . . .	37
II.35 Moteur asynchrone triphasé. . . . .	38
II.36 Moteur reducteur. . . . .	38
II.37 Moteur a frien. . . . .	39
III.1 Structure d'un système automatisé. . . . .	43
III.2 Structure interne d'un automate. . . . .	44
III.3 Différentes étapes de fonctionnement d'un automate. . . . .	45
III.4 Automate S7-1200. . . . .	46
III.5 Grafcet. . . . .	48
III.6 Séquences simultanées. . . . .	49
III.7 Sélection de séquence. . . . .	49
III.8 GRAFCET Tapis 1. . . . .	51
III.9 GRAFCET Tapis 2. . . . .	51
III.10Poussoir lignes. . . . .	52
III.11Poussoir couche. . . . .	52
III.12GRAFCET Partie Table. . . . .	53
III.13GRAFCET Partie Palettes. . . . .	54
III.14GRAFCET Partie Palettes. . . . .	55
III.15L'organigramme du fonctionnement de la partie groupage. . . . .	56
III.16l'organigramme du fonctionnement partie Table. . . . .	57
III.17l'organigramme du fonctionnement de la partie Palettes. . . . .	57
III.18L'organigramme du fonctionnement du Bras Scara. . . . .	58
III.19logiciel de programmation. . . . .	59
III.20Configuration matériel. . . . .	59
III.21Fenêtre d'inspection. . . . .	60
III.22Compilation et chargement de la configuration matérielle. . . . .	61
III.23Automate S7-1200. . . . .	61
III.24Tableau des variables. . . . .	62
III.25Ajout des blocs de programmation. . . . .	62
III.26blocs OB1. . . . .	63
III.27Bloc OB Partie Groupage. . . . .	63
III.28blocs FB. . . . .	64
III.29blocs FB Poussoir. . . . .	65

III.30blocs FB Table. . . . .	65
III.31blocs FB Fermeture Fourches. . . . .	65
III.32blocs FB Descente du Bras scara. . . . .	66
III.33Chargement du programme. . . . .	66
III.34La vue du projet . . . . .	67
III.35Table SIM 1. . . . .	67
III.36Compilation réussite. . . . .	68
III.37visualisation. . . . .	68
III.38Demarrage des Tapis Convoyeur. . . . .	69
III.39Comptage du produit. . . . .	69
III.40Demarrage du convoyeur à rouleaux. . . . .	70
III.41Comptage de 3 fardeaux. . . . .	70
III.42sortie des butées. . . . .	71
III.43Fin de comptage. . . . .	71
III.44Marche avant poussoir lignes. . . . .	72
III.45Rentrée du verrins. . . . .	72
III.46Marche arrière poussoir lignes. . . . .	72
III.47Comptage de poussées. . . . .	73
III.48Marche arrière poussoir couche. . . . .	73
III.49Sortie du verrins. . . . .	73
III.50Marche avant poussoir couche. . . . .	74
III.51Montée de la table. . . . .	74
III.52Fermeture de la table. . . . .	74
III.53Transfert avec barre. . . . .	75
III.54Serrage avec verrin. . . . .	75
III.55Ouverture de la Table. . . . .	76
III.56rentrée avec verrin. . . . .	76
III.57Convoyeur Magasin. . . . .	76
III.58Fermeture de fourche. . . . .	77
III.59Compteur d"impulsion. . . . .	77
III.60Levage Pile palettes. . . . .	77
III.61Moteur convoyeur ascenseur. . . . .	78
III.62Sotie de la butée. . . . .	78
III.63Descente du Bras scara. . . . .	78
III.64Aspiration d'intercalaire. . . . .	79
III.65Montée du Bras scara. . . . .	79
III.66Translation horizontal " A Droite". . . . .	79
III.67Descente du scara. . . . .	80
III.68Fin d'aspiration. . . . .	80
III.69Montée du Bras scara. . . . .	80
III.70Translation horizontal " A Gauche". . . . .	81

# Liste des tableaux

# Introduction Générale

L'automatique, technique qui a connu une évolution significative au fil des siècles, a progressivement étudié et maîtrisé des systèmes de plus en plus complexes. Initialement utilisée pour contrôler des processus simples, tels que les horloges mécaniques, l'automatique a évolué pour gérer des systèmes plus complexes, tels que les systèmes de contrôle industriel. Au fil du temps, les avancées technologiques ont permis aux machines de réaliser et contrôler des tâches techniques sans intervention humaine ou avec une intervention réduite. Aujourd'hui, l'automatique est utilisée dans de nombreux domaines, tels que l'industrie, l'aéronautique, la médecine et la gestion des systèmes de transport, pour améliorer l'efficacité, la précision et la sécurité des opérations[1].

L'avènement des Automates Programmables Industriels (API) a révolutionné l'industrie en offrant une flexibilité et une efficacité sans précédent. Depuis leur introduction, les API ont évolué de manière spectaculaire, passant d'être des outils peu courants à devenir des millions d'unités utilisées dans divers processus industriels. Aujourd'hui, les API sont utilisés pour contrôler et piloter des machines, traiter des données, circuler de l'information et même simuler des processus. Cette évolution a permis aux entreprises de gagner en productivité, de réduire les coûts et de répondre plus rapidement aux besoins de leurs clients. Les API ont également facilité la mise en place de systèmes de production plus intelligents et plus connectés, ce qui a entraîné une augmentation de la précision et de la qualité des produits. En résumé, l'impact des API sur l'industrie a été profond et durable, et leur influence continue de se faire sentir dans de nombreux domaines[2] [5].

Dans notre expérience l'unité de production d'eau minérale CEVITAL Lalla Khedidja est un exemple d'entreprise automatisée en Algérie.

L'intervention humaine est réduite à la surveillance des paramètres des machines, permettant aux opérateurs de se concentrer sur la supervision et la maintenance des équipements. Les tâches sont assurées par un matériel industriel automatisé, composé d'automates programmables et de systèmes de supervision récents. Ces derniers permettent de surveiller et de contrôler les processus en temps réel, garantissant une production efficace et précise. Les opérateurs peuvent ainsi se focaliser sur les aspects les plus critiques, tels

que la maintenance préventive et la résolution des problèmes techniques, tout en laissant les machines s'occuper des tâches répétitives et fastidieuses. Cette approche permet une amélioration significative de la productivité et de la qualité, tout en réduisant les coûts et les risques liés à l'intervention humaine dans les processus industriels[3] [4].

Notre travail consiste à étudier une parmi les machines essentielles pour le processus de production d'eau minérale qui est Le Palettiseur qui fonctionne avec l'automate S7-300 programme avec le logiciel STEPSET et notre rôle c'est de l'améliorer en utilisant l'automate S7-1200 qui est plus récent et plus avancé.

Pour ce faire. Nous avons reparti notre travail en 3 chapitre :

Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise CEVITAL Lalla Khedidja et la présentation de toutes la chaîne de production.

Le deuxième chapitre décrira le fonctionnement du Palettiseur, et de l'instrumentation associé à cette machine.

Le troisième chapitre sera consacré à la modélisation de la machine en utilisant l'outil graphique GRAFCET et à la programmation des tâches avec le logiciel TIA PORTAL.

Enfin nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

# Bibliographie

- [1] <https://www.techniques-ingenieur.fr/>. Consulté le 15/06/2024.
- [2] <https://www.jitterbit.com/fr/blog/industry-benefits-apis/>. Consulté le 15/06/2024.
- [3] <https://dspace.univ-ouargla.dz> Consulté le 15/06/2024.
- [4] <https://ryax.tech/fr/automatisation-monitoring> Consulté le 15/06/2024.
- [5] <https://www.zdnet.fr> Consulté le 15/06/2024.

# Chapitre I

## Présentation de l'entreprise CEVITAL

### Lalla Khedidja

#### I.1 Introduction

Ce chapitre présente l'organisme d'accueil, qui est l'entreprise algérienne CEVITAL Lalla Khedidja connu et réputé par son domaine qui est la production d'EAU MINÉRALE NATURELLE, pour cela nous allons décrire et expliquer dans ce chapitre la procédure suivie dans cette entreprise pour la réalisation de ce produit.

#### I.2 Présentation de CEVITAL Lalla Khedidja

Le groupe CEVITAL est un ensemble familial fondé sur une riche histoire, un parcours et des valeurs qui ont contribué à son succès et à sa renommée. Initialement financé par des fonds privés, il est devenu la première entreprise privée algérienne à diversifier ses activités dans plusieurs secteurs. Au fil des ans, le groupe CEVITAL a traversé des étapes clés pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelles, tout en poursuivant son objectif de créer des emplois et de générer de la richesse.

Le groupe CEVITAL s'est progressivement constitué à travers une série d'investissements, guidé par une vision ambitieuse de construire un véritable empire économique. Soutenu par plus de 10 200 collaborateurs, le groupe est devenu le fleuron de l'économie algérienne.

Le fondateur du groupe CEVITAL attribue son succès à sept éléments clés : le réinvestissement régulier des profits dans des secteurs à haute valeur ajoutée, l'adoption et l'implémentation des technologies les plus avancées, la sélection soignée des personnels, leur formation et le transfert de compétences, l'esprit entrepreneurial, l'innovation,

la poursuite de l'excellence et la fierté et la passion de servir l'économie nationale

L'unité de production d'eau "LALLA KHEDIDJA" a été relancée en 2005 par le groupe industriel CEVIAL. Cette unité avait été cédée en 2004 par l'entreprise touristique de Kabylie ETK dans le cadre d'un plan de cession des filiales en difficulté. Après cette reprise par CEVIAL, l'unité "LALLA KHEDIDJA" a pu redémarrer effectivement sa production en mois d'avril 2005.

L'eau minérale naturelle de Lalla Khedidja est collectée dans les sommets les plus élevés du Djurdjura, au cœur d'un massif montagneux où la pureté et les qualités originales de l'eau sont soigneusement préservées. Pour garantir la qualité de l'eau, elle est directement puisée à la source et transportée par des conduites en inox spéciales avant d'être embouteillée à l'unité de production[1] [4].

### I.2.1 Situation géographique

La source d'eau minérale "LALLA KHEDIDJA", située au pied du mont Djurdjura dans le village d'Agouni Gueghrane, commune des OUADHIAS, se trouve à environ 35 km au sud-ouest de la ville principale de la Wilaya de Tizi-Ouzou (voir la figure I.1).

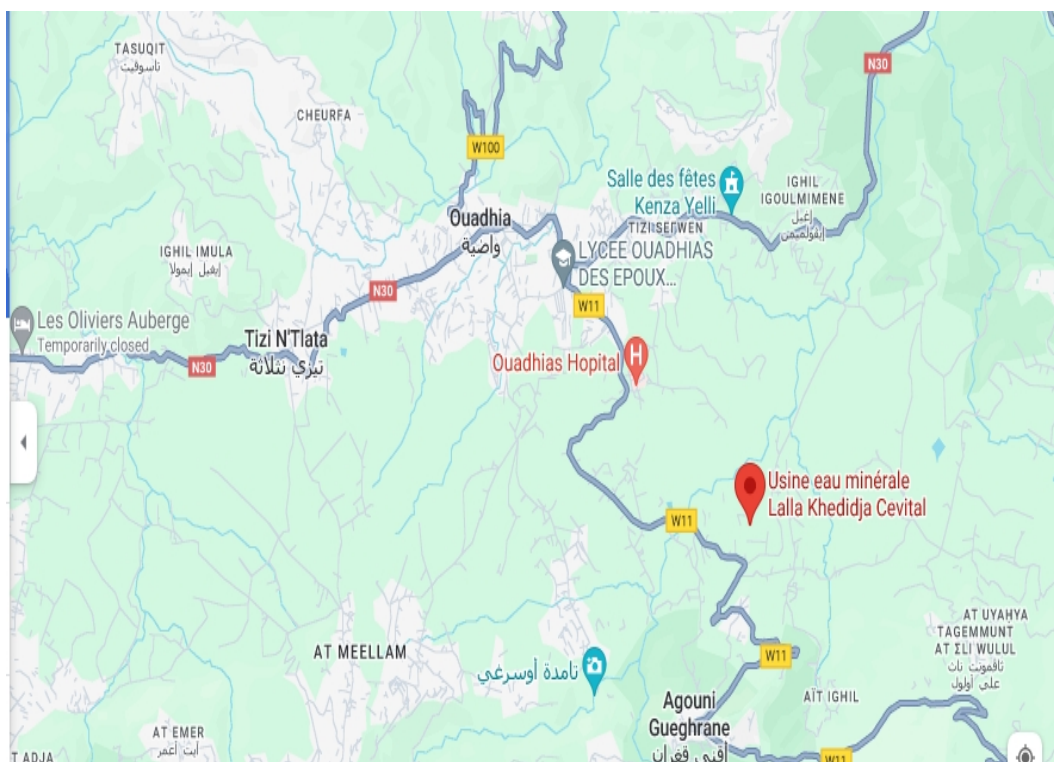


FIGURE I.1 – Situation géographiques

## I.2.2 Les produits fabriqués

L'unité de « LALLA KHEDIDJA » est spécialisée dans la production de :

- l'eau minérale et il est disponible en trois formats ; 1,5L, 1L et 0,5L (voir la figure I.2) [2].



FIGURE I.2 – Bouteilles formats : 0,5L 1L 1,5L.

- l'eau minérale Gazeuze disponible en deux formats 0,33L et 1L (voir la figure I.3)[2].



FIGURE I.3 – Eau minérale Gazeuze 0.33L et 1L.

### I.3 Organigramme du staff

Pour l'organisation de l'entreprise elle se présente comme suit , voir la figure I.17 [2] [5] :

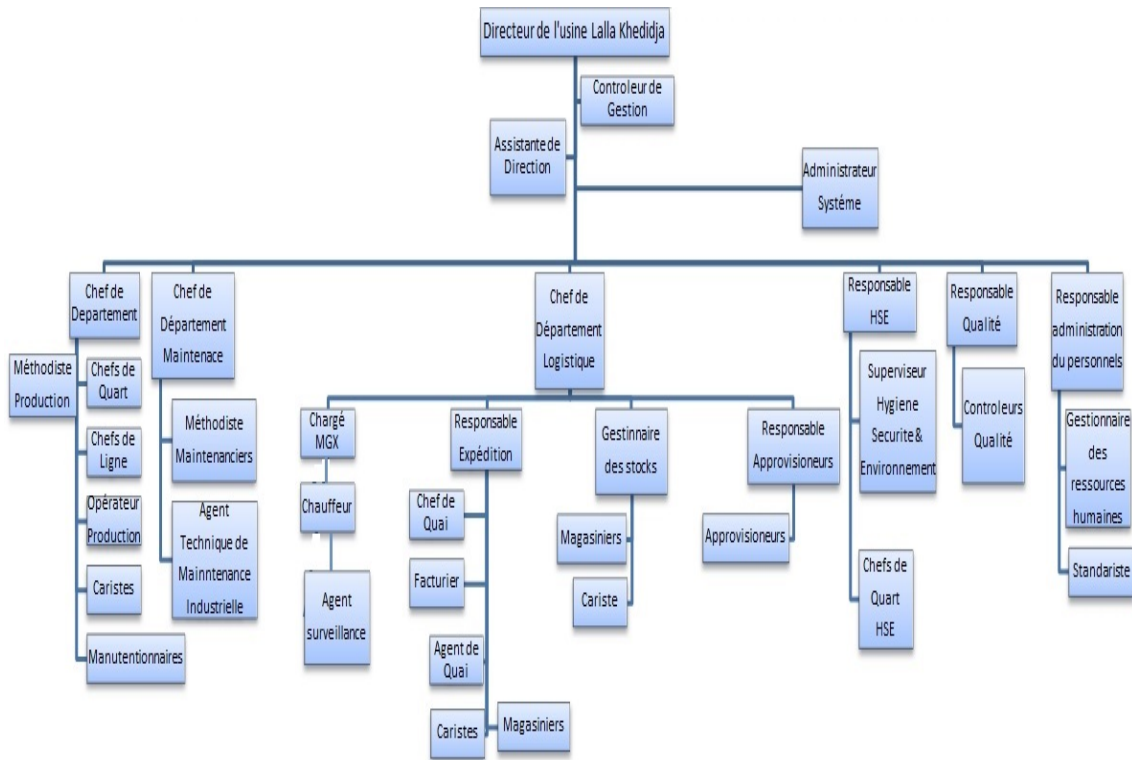


FIGURE I.4 – Organigramme du staff

### I.4 Les zones de filtration d'eau

Les zones fonctionnelles qui composent la salle de filtration sont les suivantes :

#### I.4.1 La zone de pré filtrage

L'eau minérale provient d'une source naturelle située à environ 4 km de l'usine. Elle est acheminée par deux principales arrivées du groupe de pré-filtrage : la ligne A alimente les deux lignes de conditionnement d'eau minérale, tandis que la ligne B alimente la ligne de boissons gazeuses ainsi que le local de la siroperie. Le débit dans chaque ligne est de  $120m^3/h$  et la pression dans chaque arrivée est d'environ 16 bars.

Sur les interfaces graphiques des panneaux d'opérateur, ordinateur et de supervision, les groupes de pré-filtrage sont représentés de manière claire, fournissant à l'opérateur des informations précises sur les valeurs analogiques telles que les températures, les pressions

et les débits en temps réel[1].

### **I.4.1.1 Stockage de l'eau pré filtrée dans les cuves**

En utilisant des plaques d'échange de flux, il devient possible d'approvisionner six réservoirs de stockage d'eau préfiltrée. Ces réservoirs sont conçus pour stocker l'eau destinée à être envoyée aux lignes de production. Chacun des réservoirs est équipé d'une sonde analogique de niveau, offrant ainsi la possibilité de lire instantanément leur contenu.

### **I.4.2 La zone de filtration finale et alimentation des lignes**

Les réservoirs de stockage alimentent six lignes de filtrages et d'alimentation des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un inverseur permettent à l'eau contenue dans les réservoirs de stockage d'être une nouvelle fois filtrée et acheminée aux lignes de production.

### **I.4.3 La zone de NEP (Nettoyage En Place) ou CIP (Clearing In Place)**

Le système est équipé d'un système de nettoyage en place (NEP) automatique, permettant de laver toutes les parties du local de manière autonome. De plus, le superviseur dispose de pages spécifiques pour sélectionner et programmer les recettes de nettoyage selon les besoins de l'usine.

Et sur les pages graphiques des panneaux de l'opérateur et des PC de supervision ils illustrent de manière dynamique les différents aspects du système, tels que les groupes de préfiltrage, le stockage, la filtration finale et la NEP. Elles affichent en temps réel les débits, les concentrations et le régime de rotation des pompes, permettant ainsi une surveillance précise et instantanée [1].

### **I.4.4 La zone de siroperie**

Cette installation de production de boissons d'eau minérale gazeuses est une unité de pointe, entièrement automatisée et équipée de matériels de haute performance, conformes aux normes internationales en vigueur. Elle est divisée en plusieurs ateliers distincts, chacun étant alimenté et contrôlé par trois armoires électriques principales. Deux de ces armoires sont équipées de pupitres de supervision permettant de piloter et de surveiller les processus de fabrication des sirops, ainsi que les opérations de nettoyage en place (NEP) des ateliers après chaque cycle de production.

### **I.4.5 La zone de préformes PET et bouchons PHD (l'injection)**

L'atelier est équipé de presses à injection de haute technologie entièrement automatisées, munies de pupitres de contrôle et de commande pour garantir une précision et une exactitude nécessaires pour produire des produits de qualité. Trois presses sont installées dans cet atelier : deux pour la fabrication de préformes destinées au conditionnement d'eau minérale, une autre pour le conditionnement d'huile à Bejaia, et une dernière presse récemment installée pour la production de bouchons en polyéthylène [1].

### **I.4.6 La zone des utilités**

Le système de production d'énergie pour l'unité est divisé en deux groupes principaux : l'hydraulique et le pneumatique. Tous les équipements nécessitent une source d'énergie électrique pour fonctionner, ainsi que des sources d'énergie hydraulique et pneumatique. Pour la production d'air comprimé à une pression de 40 bars, utilisé pour le soufflage des préformes, le local compresseur est équipé de cinq compresseurs.

#### **I.4.6.1 La zone de chaudière**

La valeur d'eau obtenue est utilisée pour le nettoyage (CIP) du circuit de passage de l'eau minérale et des circuits de passage de sirop du sucre.

### **I.4.7 La zone d'installation CO2**

Le gaz est stocké dans une cuve située à l'extérieur de l'unité. Il est ensuite acheminé vers la ligne de production de boissons gazeuses en passant par l'évaporateur situé dans le local chaudière.

#### **I.4.7.1 La zone de conditionnement d'eau minérale et production de boisson**

Ce lieu, également connu sous le nom de bâtiment de production, se divise en trois sections distinctes : la salle blanche (utilisée pour l'embouteillage), les lignes de production et la zone de stockage pour les produits finis.

#### **I.4.7.2 La salle blanche**

Dans cette salle, se trouvent les deux machines de soufflage et de remplissage, ainsi que le laboratoire. Le soufflage et le remplissage sont des processus combinés réalisés par deux machines distinctes. La souffleuse effectue le soufflage des préformes PET à une pression de 40 bars, suivi du remplissage effectué par la remplisseuse, qui existe en deux types : le remplissage par gravité et le remplissage volumétrique. Grâce à une technologie

innovante, la souffleuse et la remplisseuse sont désormais combinées à travers des roues de transfert intermédiaire pour former ce qu'on appelle le combi [1].

### **I.4.7.3 Les lignes de production**

Les lignes de production sont composées du combi, d'un contrôle de bouchon et de niveau de bouteilles en sortant de la salle blanche via la séparation en verre. Les lignes de production sont complétées par d'autres équipements.

Les bouteilles remplies et contrôlées sont transportées par des convoyeurs unifilaires vers l'étiqueteuse, où un sécheur est installé pour éviter que les bouteilles ne soient mouillées au niveau du poste d'étiquetage. Les bouteilles étiquetées sont ensuite datées et acheminées par un film thermo rétractable.

Les packs sont transportés par des convoyeurs à packs vers la poseuse de poignées. Puis, ils sont dirigés vers le palettiseur, où ils sont disposés sur une palette de 4 couches de (7\*4) fardeaux pour la bouteille 1,5 litres par exemple. Une fois la palette est sortie du palettiseur, elle est transportée par des convoyeurs rouleaux vers la dernière machine sur la ligne, qui est la housseuse. Cette machine dépose une housse thermo rétractable sur la palette, grâce au cadre de rétraction de la machine, la palette est recouverte complètement par la housse et protégée des impuretés.

Tous les équipements sont reliés par des convoyeurs grâce à la communication établie entre eux par une liaison Profibus d'une armoire électrique à l'autre. Une ligne de production peut fonctionner à différentes cadences en fonction des arrêts observés sur chaque équipement, ce qui permet une synchronisation parfaite entre tous les équipements et les convoyeurs [1].

### **I.4.7.4 L'air de stockage**

La palette houssee est cheminée au bout de la ligne par le convoyeur à rouleau de la bandroleuse, puis récupérée par un Clark et déplacée vers l'aire de stockage. L'unité est équipée de 14 quais automatisés, où les palettes sont récupérées par des camions pour la commercialisation [1].

## I.5 Présentation de la chaîne de production

### I.5.1 Distributeur de préforme

Le distributeur de préformes assure une fourniture continue de préformes à une machine de production. Les préformes sont d'abord versées en vrac dans le distributeur, puis transportées par petits lots pour être alignées en file et orientées avec le col vers le haut. Elles se déplacent ensuite par gravité vers le rail d'alimentation, où leur gestion permet de compenser les manques et d'éviter les niveaux bas. Pour éviter les blocages, les préformes mal emboîtées ou mal orientées sont éjectées lors de leur passage sur le rail de stabilisation (voir la figure I.5) [3].



FIGURE I.5 – Distributeur de préforme.

### I.5.2 Four de prêt chauffage

Avant d'être introduites dans le four équipé de lampes infrarouges montré dans la figure I.6, chaque préforme subit des contrôles rigoureux pour vérifier ses dimensions et son alignement vertical. Les préformes qui ne répondent pas aux critères préétablis sont automatiquement rejetées.

Pendant le processus de chauffage, les préformes tournent continuellement pour garantir une répartition uniforme de la chaleur des lampes infrarouges. Le module de chauffage comprend deux systèmes de refroidissement : un système liquide pour refroidir la bague de protection et éviter ainsi toute déformation du col des préformes, et un système

d'air pour maintenir une température interne basse et prévenir ainsi toute surchauffe des parois externes des préformes [3].



FIGURE I.6 – Four de prêt chauffage.

### I.5.3 La souffeuse

Un ensemble rotatif de pinces saisit les préformes chauffées du module de chauffage et les dépose dans les stations d'étirage-soufflage. Le processus d'étirage-soufflage se déroule simultanément, avec la descente de la tige d'étirage motorisée et l'introduction d'air comprimé à basse pression, suivi du soufflage final par air comprimé à haute pression, ce qui donne aux préformes la forme désirée. Ensuite, elles sont refroidies et prêtes pour le remplissage ( Voir la figure I.7) [3].



FIGURE I.7 – La souffeuse.

### I.5.4 La remplisseuse

Le produit fini, l'eau dans notre cas, est mis en bouteille par une machine appelée remplisseuse. Cette machine peut fonctionner à différentes vitesses, elle est composée d'une cuve qui est remplie d'eau à partir de tanks (situés dans le local de traitement de l'eau) par

des pompes de sous-tirage, des capteurs de niveau dans la cuve permettent de connaître la quantité d'eau présente. Cette information est utilisée pour ajuster la vitesse des pompes, voire les arrêter ou les démarrer en fonction du besoin (Voir les figures I.8 et I.9)[3].



FIGURE I.8 – La remplisseuse.



FIGURE I.9 – La remplisseuse.

### I.5.5 La bouchonneuse

Les bouteilles remplies sont transportées vers la boucheuse par une étoile munie de pinces. Un élévateur/orienteur, situé à l'extérieur de la machine, assure l'orientation correcte des bouchons avant de les transférer au dispositif de pose des bouchons. Ce dernier descend sur la bouteille pour appliquer les bouchons. Enfin, les bouteilles fermées sont dirigées vers un convoyeur de sortie( Voir la figure I.10)[3].



FIGURE I.10 – La bouchonneuse.

### I.5.6 L'Étiqueteuse

L'étiqueteuse est destinée à coller les étiquettes enveloppantes sur les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabricant comme La marque et le nom du produit, les coordonnées du fabricant, le volume de la bouteille (0.5L 1L ou 1.5L) (Voir la figure I.11) [3].



FIGURE I.11 – L'étiqueteuse.

### I.5.7 Convoyeur ligne

Toutes les machines sont reliées entre elles par des convoyeurs en acier inoxydable, assurant ainsi un flux ininterrompu de produits, notamment des bouteilles, pour un approvisionnement continu et efficace) (Voir la figure I.12) [3].



FIGURE I.12 – Convoyeur ligne.

### I.5.8 La dateuse

Il est utilisé pour indiquer la date de fabrication du produit. Chaque ligne est équipée de deux types de dateurs, soit l'impression à jet d'encre soit la gravure directe sur la bouteille à l'aide d'un laser( Voir la figure I.13) [3] .



FIGURE I.13 – Dateuse .

### I.5.9 La fardeleuse

La fardeleuse est une machine qui reçoit les bouteilles après l'étiqueteuse son rôle est d'envelopper les bouteilles dans un film thermo-retractable sous forme de fardeaux (6 bouteilles pour la 1.5L et 12 pour la 0.5L ) pour faciliter le transport (Voir la figure I.14) [3].



FIGURE I.14 – La fardeleuse.

### I.5.10 La Twin-pack

Elle se situe après la fardeleuse. Elle a pour rôle le placement et la fixation des poignés sur les fardeaux de bouteilles (Voir la figure I.15).



FIGURE I.15 – La Twin-pack.

### I.5.11 Le palettiseur

Cette machine elle est conçue pour empiler plusieurs couches de fardeaux ( 4 couches de 28 fardeaux) sur une palette, et entre chaque couche on trouve un intercalaire qui est posé par le bra scara ( Voir la figure I.16) pour maintenir la stabilité de la charge et faciliter le chargement et le déchargement des fardeaux. Et c'est précisément cette machine que nous étudierons (Voir la figure I.17 )[6].



FIGURE I.16 – Le palettiseur (Bras Scara).



FIGURE I.17 – Le palettiseur.

### I.5.12 La bandroleuse

La banderoleuse enveloppe la charge de la palette immobilisée en utilisant la rotation du bras porte-bobine. Elle garantit un emballage stable et compact du produit

(voir la figure I.18)[7].



FIGURE I.18 – La bandroleuse.

### **I.6 Conclusion**

Ce chapitre a été consacré pour la description générale de l'entreprise CEVITAL Lalla khedidja. Nous avons commencé par son historique ainsi que son organigramme puis on a parlé sur le Local de filtration d'eau ,en fin nous avons cité et expliquer brièvement toutes les étapes de production depuis le groupe de pré filtrage allons jusqu'aux deux lignes de conditionnement d'eau de l'entreprise. Dans le but est de comprendre leurs fonctionnements et pouvoir ensuite étudier le palettiseur, qui sera détailler dans le chapitre suivant.

# Bibliographie

- [1] Documentation interne de l'entreprise CEVITAL Lalla Khedidja/.
- [2] <https://www.cevital-agro-industrie.com/> Consulté le 15/05/2024.
- [3] <https://www.smigroup.it/pdf-main/pdf/smiform/smiform-fr> Consulté le 15/03/2024
- [4] Hichem, B., Dalila, B. (2017). "Automatisation et supervision d'une station de préparation de la matière par l'automate S7-1500", Mémoire De Fin d'Etude De MASTER.
- [5] Fatiha, T., Aicha T. (2020). "Conception et réalisation d'une application web pour la gestion des ressources humaines Cas : Lalla Khedidja-Cevital", Mémoire De Fin d'Etude De MASTER.
- [6] <https://omnifab.ca/palettiseur-c-est-quoi/> . Consulté le 15/04/2024
- [7] <https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/banderoleuse-les-questions-a-poser-pour-bien-choisir-son-equipement-728>. Consulté le 15/04/2024

# Chapitre II

## Déscription fonctionnelle du palettiseur

### II.1 Introduction

La palettisation, intégrée aux systèmes de manipulation, a connu une évolution significative ces dernières années. Initialement, les colis étaient disposés manuellement sur les palettes nécessitant des postes de palettisation manuels conçus pour minimiser les mouvements des opérateurs tout en garantissant des rendements satisfaisants. Cependant, pour améliorer les conditions de travail et réduire la pénibilité. Les industriels ont alors imaginé des postes manuels perfectionnés qu'ils ont améliorés de plus en plus et c'est alors que sont apparus sur le marché des appareils de palettisation, d'abord semi automatique dans lesquels l'opérateur doit effectuer un travail de rangement ou un travail de commande de mécanisme puis complètement automatiques c'est-à-dire pouvant travailler sans la présence d'un opérateur dans ce chapitre nous allons présenter le palettiseur Cer-mex P4 [1].

### II.2 Présentation de la machines

#### II.2.1 Définition

Le palettiseur est un dispositif industriel automatisé qui organise les produits sur des palettes, couche par couche, en utilisant un système de dépose SCARA pour insérer automatiquement des intercalaires entre les couches, conformément aux schémas de palettisation . Un magasin palettes assure le dépilage une à une des palettes à partir d'une pile d'environ dix palettes .Un ensemble de convoyeurs à rouleaux commandés permet l'amenée des palettes automatique au poste de palettisation et son évacuation ensuite [2] voir la figureII.1.



FIGURE II.1 – Palettiseur.

### II.3 Référence du palettiseur

Le palettiseur Cermex appartient à la famille des équipements de palettisation, classé sous la sous-famille des palettiseurs à couche de nouvelle génération, identifiée par la référence "P4". Cette classification permet de situer précisément cet équipement dans la gamme des solutions de palettisation proposées par Cermex, tout en mettant en évidence son caractère innovant et avancé en tant que palettiseur de quatrième génération [3].

### II.4 Description fonctionnelle d'un palettiseur

Dans la figure II.2 on peut voir les différentes parties du Palettiseur[3].

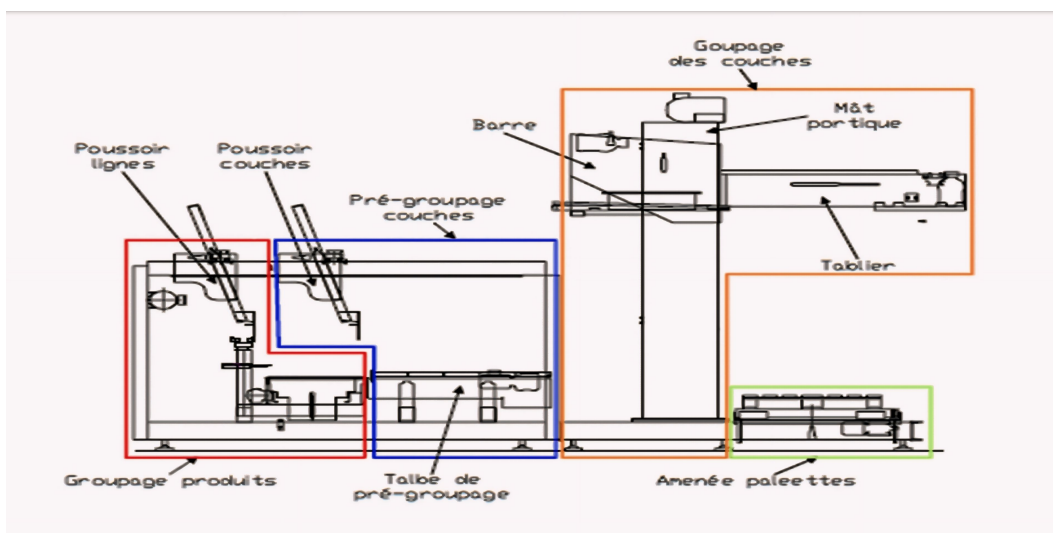


FIGURE II.2 – chaîne cinématique du palettiseur.

## II.4.1 Partie groupage des produits

### II.4.1.1 Tapis cadenceur

L'accumulation des charges se fait sur deux tapis cadenceurs (bande rugueuse) pour aligner les paquets et contrôler la pression grâce à des moteurs frein (ME1-M1 et ME2-M1). Un capteur de détection de présence (C1-B50 et C2-B50) assure le comptage des produits et contrôle le démarrage et l'arrêt des tapis, la cellule (=ME1-B51 et =ME2-B51) permet de signaler l'accumulation maximale de charges. Comme illustré dans la figure II.3 [4].

**II.4.1.1.1 Tapis d'accélération** Le tapis d'accélération (bande verte lisse) sépare les fardeaux pour faciliter leur comptage. Il est entraîné par le même moteur que le tapis cadenceur.



FIGURE II.3 – Tapis cadenceur et d'accélération.

### II.4.1.2 Convoyeurs rouleaux

Les produits sont accumulés sur un convoyeur à rouleaux entraîné par un motoréducteur (MCR1-M1). Une butée fixe est installée à l'extrémité du convoyeur pour séparer les fardeaux. Un capteur positionné (MCR1-B50) vérifie l'absence d'emballage avant de commander la poussée de la ligne. Un autre capteur (MCR1-B2) compte le nombre d'im-

pulsions pour connaître la distance de déplacement des rouleaux, permettant ensuite de commander les sorties des butées cheminées ( voir la figure II.4 ).

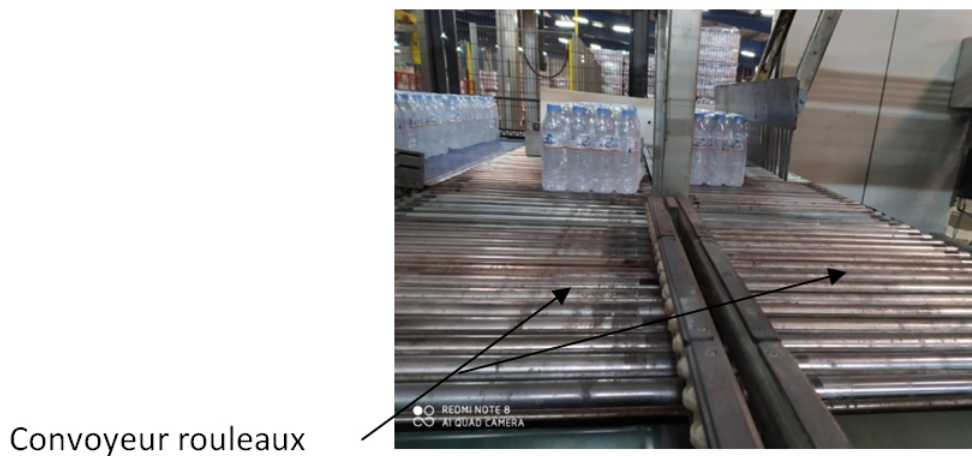


FIGURE II.4 – Convoyeurs rouleaux.

#### II.4.1.3 Butées cheminés

Les butées cheminées sont des supports supplémentaires installés sous la machine servent à diviser les fardeaux de manière précise, et des butées supplémentaires peuvent être ajoutées si nécessaire pour un meilleur alignement( voir la figureII.5 ).



FIGURE II.5 – Butées cheminés.

#### II.4.1.4 Fonctions poussoirs

Les charges d'eau sont déplacées initialement par un poussoir ligne contrôlé par le moteur frein (MT1-M1), qui se déplace horizontalement et guidé par des galets. Deux cellules inductives surveillent la position avant et arrière du poussoir (MT1-BO et MTI-

BI), puis un second poussoir (MT2) horizontal permet l'accumulation des charges sur la table de pré-groupage comme illustré dans la figure II.6 .



FIGURE II.6 – Poussoirs.

## II.4.2 Partie groupage des couches

### II.4.2.1 Fonction levage

une mât portique en tôles pliées assure le mouvement de levage du tablier pour le dépôt des couches. Le tablier est actionné par des chaînes et contrôlé par un moteur frein avec variateur de fréquence (MQ1-M1), guidé par des galets en acier en forme de U. Deux cellules positionnées en croix (MQ1-B50 et MQ1-B51) détectent la hauteur de la palette pour autoriser l'ouverture de la table. La fonction sécurité de levage est garantie par un système de parachutes, des verins pneumatiques qui se positionnent dans des trous du mât en cas d'arrêt d'urgence ( voir la figure II.7 ) [4].



FIGURE II.7 – Mat portique.

### II.4.2.2 Fonction table

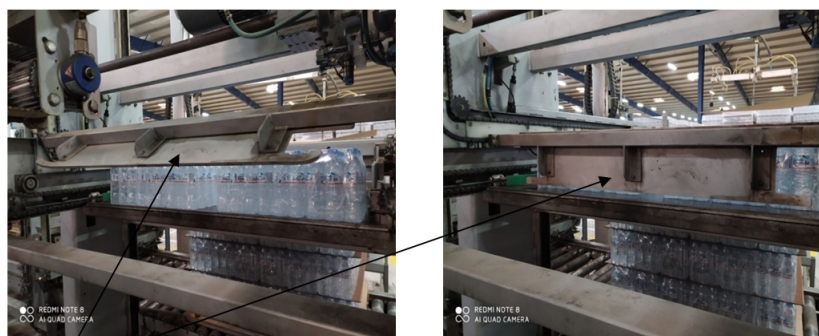
Le tablier de dépose en tube et tôle pliée, est constitué de deux tables en inox à ouvertures symétriques, permet le transfert de la couche à palettiser. Ce processus est réalisé grâce à un ensemble de chaînes et un moteur frein (ML1-M1). Deux cellules inductives surveillent la position avant et arrière de la table (ML1-B0 et ML1-B1) (voir la figureII.8).



FIGURE II.8 – Table.

### II.4.2.3 Fonction barre

Le transfert de la couche dans l'axe est effectué par une barre avant fixée à un ensemble de chaînes entraînées par un moteur frein (MP1-M1). Un taquet lié à cette chaîne "attrape au vol" la barre arrière guidée pour conformer la couche. Deux cellules inductives détectent la position avant et arrière de la barre (MP1-BO et MP1-B1) voir la figureII.9.



Barre de conformation

FIGURE II.9 – Barre de conformation.

#### II.4.2.4 Fonction taquage

La couche est calibrée verticalement par deux vérins et horizontalement par un système mécanique pour maintenir correctement l'empilement des charges voir la figureII.10.

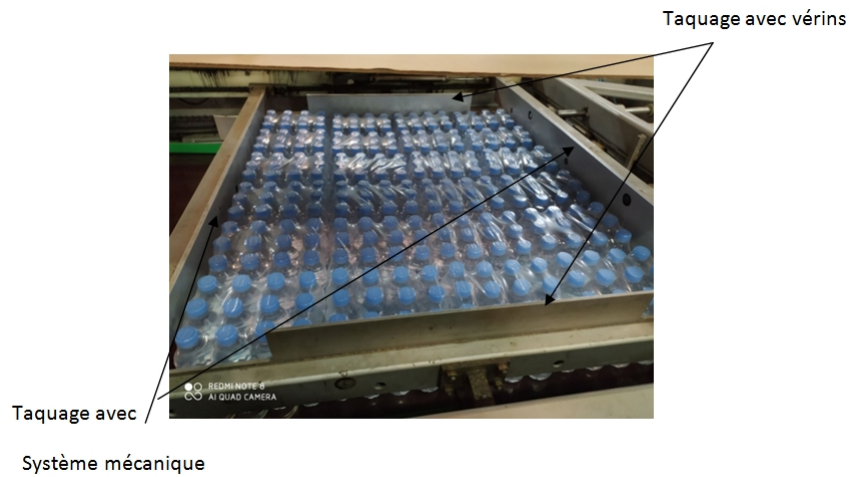


FIGURE II.10 – verins de taquage.

### II.4.3 Partie amenée palettes

#### II.4.3.1 magasin palette

Le magasin de palettes est approvisionné par un ouvrier. Ce dernier est équipé d'une cellule de détection de présence de palettes (M70-51) qui lui permet de savoir quand le magasin doit être réapprovisionné. Comme illustré dans la figureII.11 [4].



FIGURE II.11 – magasin palettes .

Les palettes sont transférées du magasin vers ascenseur par un convoyeur à rouleaux commandé par un moteur (M70-M1). Une cellule (M70-B50) détecte la présence d'une palette à transférer .

### II.4.3.2 Ascenseur palettes

L'ascenseur de palettes (MD1) est commandé par un moteur (MD1-M1) qui contrôle .La position de montée et de descente de l'ascenseur de palettes est détectée par deux capteur (MD1-B0 et MD1-B1). L'alimentation des palettes au poste de palettisation se fait sur un convoyeur à rouleaux commandé par un moteur frein avec un dispositif de démarrage progressif (M71-M1).Une cellule (DP1-B50) détecte la présence d'une palette au poste de palettisation (voir la figureII.12).



FIGURE II.12 – Ascenseur palettes.

### II.4.3.3 Butée palette

Une butée fixe inférieure pneumatique permet de positionner la palette dans l'axe de palettisation comme illustrer dans la figureII.13.



FIGURE II.13 – Butée palette.

#### II.4.3.4 Convoyeur de sortie

Les palettes pleines sont évacuées sur un convoyeur à rouleaux commandé par un moteur avec un dispositif de démarrage progressif (M72-M1). Un capteur (M72-B50) détecte la présence d'une palette au bout du convoyeur afin d'empêcher l'évacuation d'une autre palette. Une cellule (M72-B51) permet la détection des reprises de palettes. En fonctionnement normal, l'accès dans l'enceinte du palettiseur côté évacuation des palettes est interdit par une barrière (SC2-B1). En cas de franchissement des cellules de barrage, la machine s'arrête immédiatement. Les cellules (SC2-B50 et SC2-B51) inhibent l'information au passage de la palette pour l'évacuation ( voir la figureII.14 ).



FIGURE II.14 – Convoyeurs de sortie.

#### II.4.3.5 Bras Scara

Un intercalaire est déposé entre chaque couches de produits empilés sur la palette pour maintenir une bonne stabilité et une forme régulière de la palette. Le bras SCARA est un robot manipulateur industriel à deux degrés de liberté. Il est actionné par des moteurs et contrôlé par un système de commande à partir des informations reçues par des capteurs (voir la figureII.15) [4].



FIGURE II.15 – Bras Scara.

## II.5 Partie capteurs

les capteurs sont des dispositifs qui transforment diverses grandeurs physiques telles que la position, la distance, la vitesse, la température, la pression, etc, en signaux généralement électriques. Les différents équipements d'un palettiseur sont dotés de différents types de capteurs, adaptés à des applications spécifiques. Ces détecteurs peuvent être regroupés en plusieurs catégories en fonction de leur mode de fonctionnement[5].

### II.5.1 Détecteur photoélectrique type proximité

Un détecteur photoélectrique de type proximité est constitué d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible dans le même boîtier. L'objet réfléchit le faisceau lumineux vers le récepteur, déclenchant un signal en présence d'un objet suffisamment réfléchissant. Ces capteurs sont essentiels pour détecter des éléments sans contact physique ( voir la figureII.16 ) [6].



FIGURE II.16 – Détecteur photoélectrique type proximité.

### II.5.2 Détecteur photoélectrique de type réflexe

Un détecteur photoélectrique de type réflexe est un dispositif qui utilise la réflexion de la lumière pour détecter la présence d'objets. Il est composé d'un émetteur de lumière, généralement un LED, et d'un récepteur photosensible, comme un photodiode ou un phototransistor. Les deux composants sont placés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un faisceau de lumière vers un réflecteur, qui le renvoie vers le récepteur. Lorsqu'un objet entre dans le champ du capteur, il interrompt le faisceau lumineux, ce qui fait diminuer ou disparaître le signal reçu par le récepteur. Ce changement de signal est alors interprété comme la présence d'un objet [5]( voir la figureII.17 ).



FIGURE II.17 – Détecteur photoélectrique de type réflexe.

### II.5.3 Capteur inductif

Les capteurs inductifs sont des détecteurs de proximité qui utilisent un champ magnétique pour détecter les objets métalliques. Ils fonctionnent en générant un champ magnétique à l'avant du capteur, qui est amorti par l'objet métallique, réduisant ainsi l'amplitude du circuit oscillant interne. Les capteurs inductifs sont très répandus dans l'industrie en raison de leur fiabilité, de leur robustesse et de leur capacité à fonctionner dans des environnements difficiles[6] ( voir la figureII.18 ).

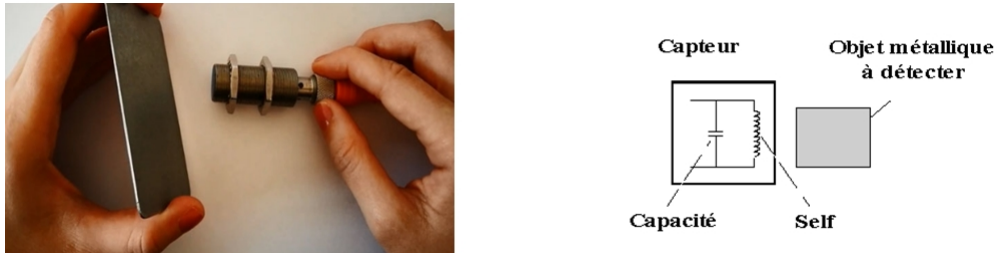


FIGURE II.18 – Capteur inductif.

### II.5.4 Capteurs ILS (Interrupteur à Lame Souple)

Les capteurs ILS sont des commutateurs électriques qui fonctionnent à l'aide d'un champ magnétique. Ils sont composés de deux lames métalliques fines et flexibles, généralement en fer et nickel, scellées dans un tube en verre rempli d'un gaz inerte. Lorsqu'un champ magnétique est appliqué, les lames sont attirées l'une vers l'autre, fermant ainsi le circuit électrique. Quand le champ magnétique disparaît, les lames se séparent à nouveau sous l'effet de leur élasticité, ouvrant le circuit. Les capteurs ILS sont simples, peu coûteux et largement utilisés pour détecter la position ou la vitesse de rotation[7]. ( voir la figureII.19 )



FIGURE II.19 – Capteurs ILS .

### II.5.5 Capteur fin de course

Les capteurs fin de course, sont conçus pour signaler lorsque l'objet atteint une position spécifique prédéterminée, déclenchant ainsi une action ou un processus ultérieur. Grâce

à leur fiabilité et leur précision, les capteurs fin de course jouent un rôle crucial dans le contrôle et la sécurité des machines industrielles[7] ( voir la figureII.20 ).



FIGURE II.20 – Capteur fin de course.

## II.6 Partie pneumatique

### II.6.1 Vérins

Les vérins pneumatiques sont des actionneurs qui utilisent l'air comprimé pour générer un mouvement linéaire ou rotatif. Ils sont largement utilisés dans l'automatisation industrielle grâce à leur conception simple, leur faible coût et leur légèreté.

Les vérins pneumatiques peuvent être classés en fonction de leur conception (cylindrique, à profilé, compact, etc.), du type de mouvement (linéaire, rotatif) et de leur fonction (préhension, manipulation, levage de charges lourdes, etc.)[8] .

#### II.6.1.1 Vérin pneumatique à simple effet

Un vérin pneumatique à simple effet est un actionneur qui utilise l'air comprimé pour déplacer un piston dans une seule direction. Lorsque l'air comprimé est introduit, il pousse le piston, générant un mouvement linéaire. Pour le retour à la position initiale, l'air est évacué et un ressort ramène le piston à sa position de repos. Ce vérin comporte un seul raccord pour l'air comprimé, facilitant son utilisation pour des mouvements unidirectionnels contrôlés[8] ( voir la figureII.21 ).

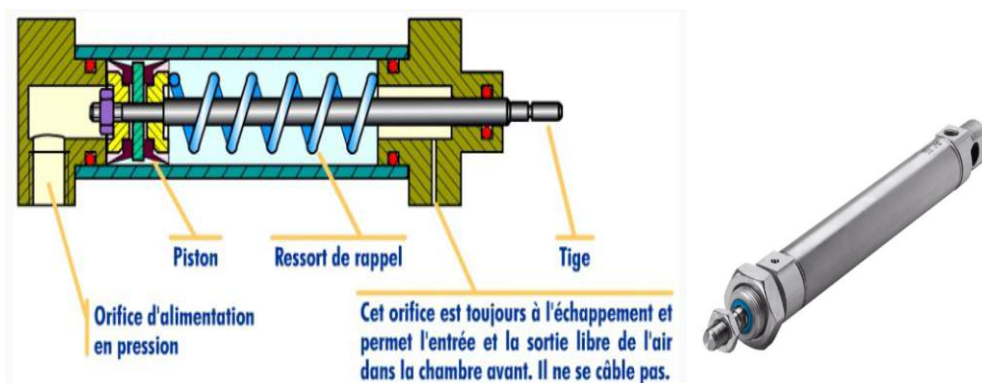


FIGURE II.21 – Vérin pneumatique à simple effet.

### II.6.1.2 Vérin pneumatique à double effet

Les vérins pneumatiques double effet offrent des performances supérieures grâce à leur capacité à générer un mouvement linéaire dans les deux sens. Ils sont utilisés dans diverses applications industrielles nécessitant un contrôle précis du mouvement et de la force. Ces vérins sont composés de deux chambres séparées par un piston, permettant l'alimentation en air sous pression pour la sortie et la rentrée de la tige, offrant ainsi une force égale dans les deux sens de déplacement [8] ( voir la figureII.22 ).

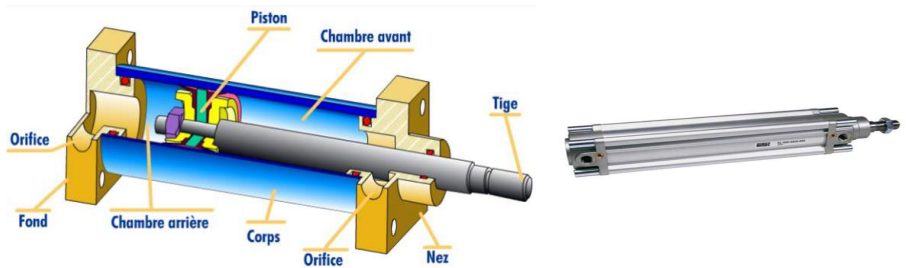


FIGURE II.22 – Vérin pneumatique à double effet.

### II.6.2 Électrovannes pneumatiques

Les électrovannes pneumatiques sont des composants clés dans les systèmes de contrôle pneumatique, permettant de réguler le débit et la direction de l'air comprimé. Elles se composent d'un corps en métal ou en plastique, d'un solénoïde électromagnétique et d'un clapet mobile. Lorsque le solénoïde est alimenté en électricité, il crée un champ magnétique qui déplace le clapet, ouvrant ou fermant le passage de l'air. Les électrovannes pneumatiques existent en différentes configurations (2/2, 3/2, 5/2, etc.) selon le nombre de voies et de positions. Elles permettent de commander à distance des vérins, des distributeurs ou des vannes pneumatiques, assurant ainsi un contrôle précis des mouvements et des cycles dans de nombreuses applications industrielles [9] (Voir la figureII.23).



FIGURE II.23 – Électrovanne pneumatique .

### II.6.3 Distributeurs pneumatiques

Les distributeurs pneumatiques sont des dispositifs essentiels dans les systèmes pneumatiques, contrôlant la quantité d'air et sa direction. Ils régulent le flux d'air comprimé

vers les éléments associés, permettant de démarrer, arrêter, réguler la vitesse des vérins pneumatiques et stabiliser la pression du circuit pneumatique. Ces distributeurs se composent d'un corps abritant un curseur ou un clapet pour distribuer l'air comprimé, contrôlé par différents types de pilotage tels que pneumatique, électrique, manuel ou mécanique. Ils sont sûrs, non explosifs, ne produisent pas de chaleur excessive, et sont utilisés dans diverses industries pour l'automatisation, offrant une fiabilité et une efficacité dans le contrôle des mouvements pneumatiques[8] ( voir la figureII.24 ).

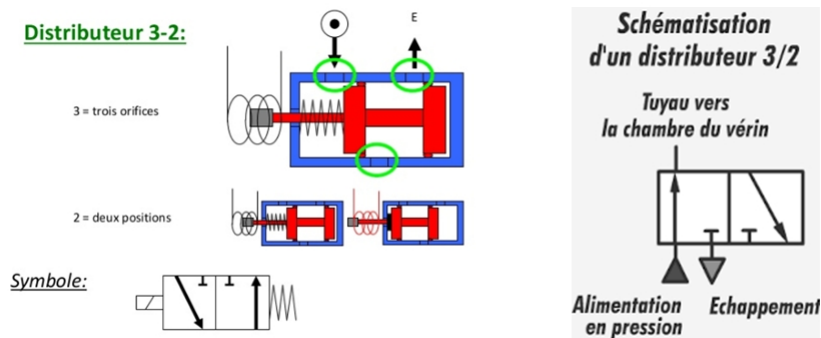


FIGURE II.24 – Distributeur pneumatique.

## II.6.4 Ventouses

Les ventouses sont des dispositifs de fixation utilisés dans divers domaines, tel que l'industrie, les ventouses sont utilisées pour manipuler et transporter des matériaux lisses et plats, comme le verre, le carton ou le stratifié. Elles sont généralement composées d'un matériau souple qui adhère à la surface par aspiration, permettant de soulever et de déplacer des charges lourdes en toute sécurité. Les ventouses industrielles sont conçues pour résister à des charges importantes et offrir une prise fiable, facilitant ainsi les opérations de manutention et de levage[10] ( voir la figureII.25 ).



FIGURE II.25 – Ventouse.

## II.7 Elements électriques

### II.7.1 Armoire électrique

L'armoire électrique est un boîtier robuste conçu pour regrouper et protéger les composants électriques nécessaire au bon fonctionnement du palettiseur[11] comme illustré dans la figureII.26 ).



FIGURE II.26 – Armoire électrique.

#### II.7.1.1 Disjoncteur magnétothermique

Un disjoncteur magnétothermique est un dispositif de sécurité électrique conçu pour protéger les installations électriques contre les surcharges et le court-circuit . Il combine deux mécanismes de déclenchement : magnétique et thermique. Le déclenchement magnétique intervient lorsqu'un courant anormal élevé qui traverse le disjoncteur, générant un champ magnétique qui déclenche le mécanisme d'ouverture pour interrompre le circuit . Lorsque ce dispositif atteint une température anormale due à une surcharge, déclenche le mécanisme thermique pour ouvrir le circuit, ces mécanismes assurent une protection efficace des installations électriques en coupant rapidement l'alimentation en cas de dan-

ger, ce qui contribue à prévenir les accidents et les dommages matériels[12] ( voir la figureII.27 ).

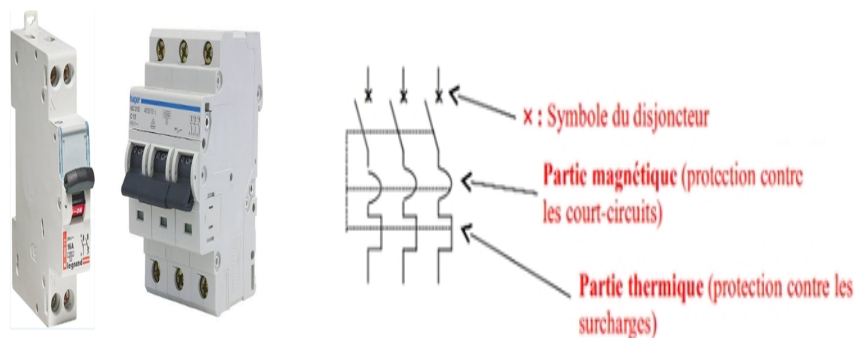


FIGURE II.27 – Disjoncteur magnétothermique.

### II.7.1.2 Potre fusibles

Un porte-fusible est un équipement électrique ,Il est conçu pour se briser en cas de surcharge ou de défaillance, ce qui permet de couper le courant et d'éviter des dommages plus graves. Les porte-fusibles sont essentiels pour assurer la sécurité et la protection des installations électriques, en particulier dans les situations où des disjoncteurs divisionnaires ou des interrupteurs différentiels ne sont pas présents[12] ( voir la figureII.28 ).

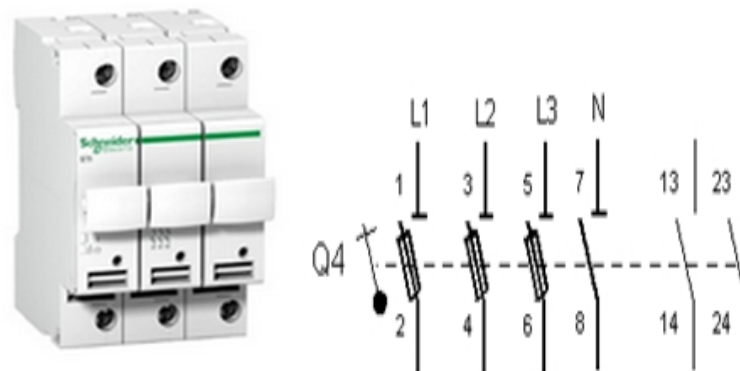


FIGURE II.28 – Porte Fusible.

### II.7.1.3 Sectionneur

Un sectionneur est un appareil électromécanique utilisé pour ouvrir et fermer un circuit électrique en toute sécurité . lorsqu'il est activé, le sectionneur crée une ouverture dans le circuit en séparant physiquement les contacts conducteurs. Cela signifie qu'il coupe le flux de courant électrique de manière manuelle, ce qui permet d'isoler une partie spécifique du circuit pour des travaux de maintenance ou en cas d'urgence. Ensuite, lorsque le sectionneur est fermé, il reconnecte les contacts, rétablissant ainsi le flux de

courant dans le circuit. Les sectionneurs ne sont pas conçus pour fermer un courant de charge[13] ( voir la figureII.29 ).

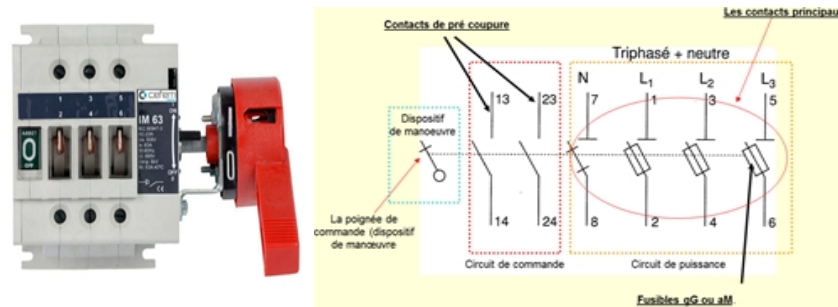


FIGURE II.29 – Sectionneur.

#### II.7.1.4 Contacteur

Le contacteur est un composant électromagnétique qui fonctionne comme un interrupteur à l'intérieur d'un circuit. Lorsque le contacteur est activé par un signal électrique, le courant circule dans la bobine créant un champ magnétique. Ce champ magnétique attire un noyau mobile qui actionne mécaniquement les contacts du contacteur. Lorsque les contacts sont fermés, le courant électrique peut circuler dans le circuit connecté. Lorsque le signal électrique n'est plus alimenté, ce qui permet au ressort de rappel intégré de ramener le noyau mobile à sa position initiale, ouvrant ainsi les contacts et arrêtant la circulation du courant dans le circuit[12] ( voir la figureII.30 ).

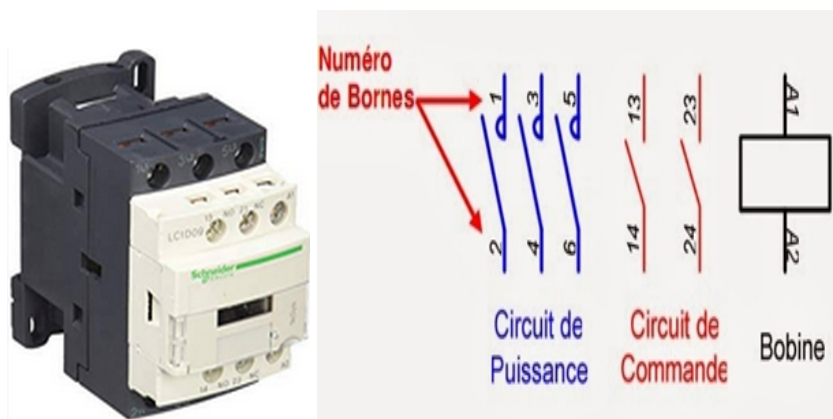


FIGURE II.30 – Contacteur.

#### II.7.1.5 Relais

Un relais thermique est un dispositif de protection utilisé pour protéger les moteurs électriques contre les surcharges thermiques. Il utilise des éléments bimétalliques ou des capteurs de température qui se dilatent en réponse à la chaleur générée par la surcharge électrique. Cette dilatation active un mécanisme de déclenchement qui ouvre les contacts

du relais, interrompant ainsi le courant électrique vers le moteur [12]. (voir la figureII.31)

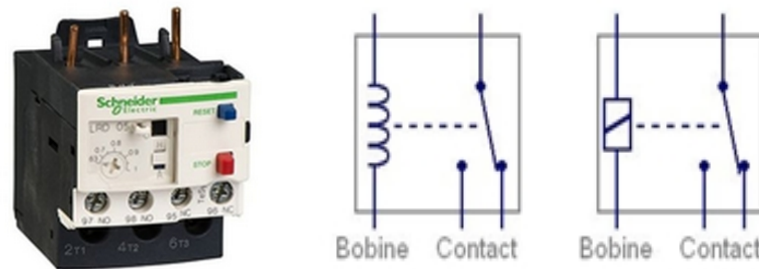


FIGURE II.31 – Relais.

### II.7.1.6 Transformateur

Un transformateur est un dispositif électrique utilisé pour modifier la tension d'un courant alternatif (CA) tout en maintenant la fréquence du courant. Il se compose généralement de deux enroulements de fil (bobines) placés autour d'un noyau magnétique. Lorsque le courant passe dans l'enroulement primaire, il crée un champ magnétique dans le noyau, ce qui induit un courant dans l'enroulement secondaire, générant ainsi une tension différente. Les transformateurs sont largement utilisés dans les systèmes de distribution d'électricité, les appareils électroniques et de nombreux autres dispositifs électriques [14] ( voir la figureII.32 ).

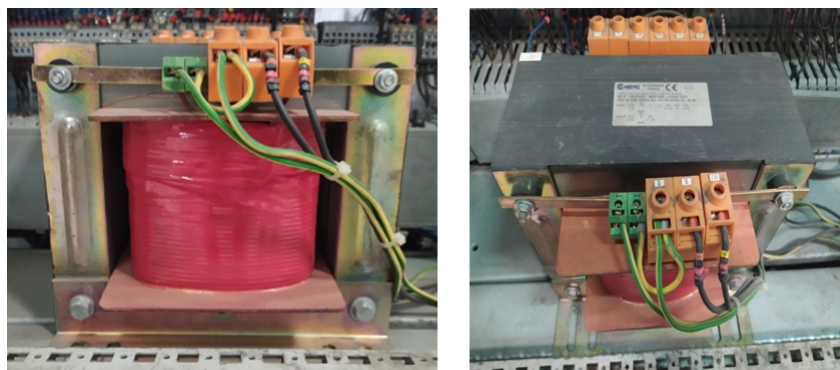


FIGURE II.32 – Transformateur.

### II.7.1.7 Variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un dispositif utilisé pour contrôler la vitesse de rotation d'un moteur électrique. Il fonctionne en ajustant la fréquence et la tension fournies au moteur, ce qui permet de réguler sa vitesse de manière précise. En utilisant un variateur de vitesse, on peut augmenter ou diminuer la vitesse du moteur selon les besoins de l'application, Le variateur de vitesse est essentiellement composé :

- d'un redresseur qui est connecté au réseau d'alimentation, il génère une tension continue à ondulation résiduel (le signal né pas parfaitement continue).
- le circuit intermédiaire agissant principalement sur le lissage il peut aussi servir d'un dissipateur de l'énergie lorsque le moteur devient générateur.
- d'un onduleur qui engendre le signal de puissance a une tension et/ou fréquence variable.
- d'une électronique de commande pilotant (transmission et réception des signaux) le redresseur, le circuit intermédiaire, et l'onduleur [15] ( voir la figureII.33 ).



FIGURE II.33 – Variateur de vitesse.

## II.7.2 Automate S7-300

L'automate programmable S7-300 de Siemens est un système avancé utilisé pour le contrôle et l'automatisation des processus industriels. Il offre une gamme variée de CPU standard, compactes et spécialisées, ainsi qu'une large sélection de modules d'E/S pour gérer différents signaux. Sa conception modulaire et sa compatibilité avec diverses interfaces de communication en font un outil polyvalent pour l'optimisation des opérations industrielles, offrant des performances fiables et une facilité de programmation[16] ( voir la figureII.34 ).



FIGURE II.34 – Automate S7-300.

### II.7.3 Les moteurs asynchrone triphasé

Un moteur asynchrone triphasé est le type de moteur électrique le plus couramment utilisé dans l'industrie. Il fonctionne sur le principe de l'induction électromagnétique, où un champ magnétique tournant créé par le stator induit des courants dans le rotor, générant ainsi un couple moteur. Sa vitesse de rotation dépend de la fréquence du courant d'alimentation et du nombre de pôles du moteur. Ces moteurs sont largement utilisés dans diverses applications industrielles telles que le palettiseur en raison de leur simplicité de construction, de leur robustesse et de leur fiabilité[17] ( voir la figureII.35 ).



FIGURE II.35 – Moteur asynchrone triphasé.

#### II.7.3.1 Moteurs réducteurs

Les moteurs réducteurs, également appelés motoréducteurs, sont des appareils composés d'un moteur électrique monophasé ou triphasé couplé à un réducteur de vitesse. Leur principe est de réduire la vitesse de rotation élevée du moteur, généralement 1500 tr/min, à une vitesse de sortie plus faible, pouvant aller jusqu'à 2 tr/min selon les modèles. Cette réduction de vitesse s'effectue grâce à un système d'engrenages à l'intérieur du réducteur, permettant simultanément d'augmenter le couple transmis. Les motoréducteurs offrent ainsi une solution compacte et économique pour de nombreuses applications industrielles nécessitant une vitesse réduite et un couple élevé, comme les convoyeurs, les agitateurs, les treuils ou les broyeurs. Leur dimensionnement précis en fonction des besoins spécifiques de chaque application est essentiel pour garantir un fonctionnement optimal et durable[18] ( voir la figureII.36 ).

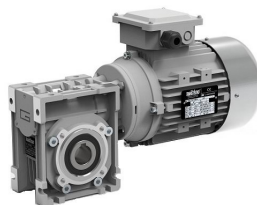


FIGURE II.36 – Moteur reducteur.

### II.7.3.2 Les moteurs à frein

Les moteurs à frein, sont des moteurs électriques équipés d'un dispositif de freinage intégré. Ce système de freinage permet d'arrêter rapidement l'arbre du moteur et de maintenir une position fixe sans glissement. Les moteurs à frein sont largement utilisés dans des applications où un arrêt précis et rapide est nécessaire, comme dans les systèmes de manutention, les poussoirs. Le freinage peut être électromagnétique, mécanique ou hydraulique, offrant ainsi une grande variété d'options pour répondre aux besoins spécifiques de chaque application. Ces moteurs offrent un haut niveau de sécurité et de contrôle, contribuant à une efficacité et une précision accrues dans les processus industriels[19] (voir la figure II.37).

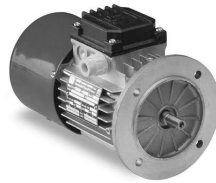


FIGURE II.37 – Moteur a frien.

### II.7.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les différents composants et dispositifs du palettiseur. L'identification détaillée de tous les organes et éléments de la machine permet d'en comprendre le fonctionnement de manière approfondie. La conception du système de palettisation doit être contrôlée par un automate programmable, ce qui sera présenté dans le prochain chapitre.

# Bibliographie

- [1] Akar, N. A. (2017). To cite this version : HAL Id : dumas-01477609 Conception du système d' alimentation d'un palettiseur.
- [2] <https://www.mftecno.com/fr/historique/palettiseurs-le-guide-complet/>. Consulté le 13/06/2024.
- [3] Aide a la Maintenance Palettiseur Cermex P-432.
- [4] Manuel operateur "Palettiseur a couche p-432 avec dépose intercalaires".
- [5] Industrielle, I. (n.d.). CAPTEURS CAPTEURS ««conditionnement des signaux conditionnement des signaux»» Instrumentation Industrielle Instrumentation Industrielle Capteurs Capteurs Capteurs Capteurs Module Capteur : Licence PRO Présenté par : ANNECCA Gaëtan Responsable REGULATIO.
- [6] Faire le bon choix-capteurs de proximité RS PRO. (n.d.).
- [7] Capteur fin de course. (n.d.). 3.
- [8] Op, L. P. (2018). Chapitre I. Cour Mmme.Lehdir.
- [9] "electrovanne pneumatique." <https://tameson.fr/pages/electrovanne-pneumatique-pour-un-cylindre-a-action-simple> . Consulté le 13/06/2024.
- [10] "Ventouses." <https://www.neoditech.com/produit/sc0421-bras-scara-titan-autonome-100-kg/>. Consulté le 13/06/2024.
- [11] "Armoire électrique." <https://moncable.fr/>. Consulté le 13/06/2024.
- [12] Mammeri, M., Facult, T. O. (n.d.). Cours 9 La partie Opérative Les Pré Actionneurs et les Actionneurs électriques.
- [13] "Sectionneur." <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Sectionneur> . Consulté le 13/06/2024.
- [14] "Transformateur." <https://www.techno-science.net/definition/3227.html> . Consulté le 13/06/2024.
- [15] Rahem Khaled, "Rapport de stage variateur de vitesse, " 2018.
- [16] Systems, G. I. A. (2003). Système d'automatisation S7-300 Installation et configuration : CPU 312 IFM - 318-2 DP. Copyright © Siemens AG 2003.
- [17] "Moteurs asynchrone triphasé." <https://www.maxicours.com/se/cours/moteurs-asynchrones-triphases/>. Consulté le 13/06/2024.

- [18] “Moteurs reducteurs.”<https://www.pompe-moteur.fr/blog/choisir-et-dimensionner-son-motoreducteur-n26> . Consulté le 13/06/2024.
- [19] “Moteurs à frien .”<https://www.seipee.it/fr/moteur-auto-freinant/> . Consulté le 13/06/2024.

# Chapitre III

## Programmation et simulation

### III.1 Introduction

Dans ce dernier chapitre nous nous pronchons sur l'étude et l'application des automates programmables industriels, en mettant l'accent sur la transition du modèle S7-300 au modèle S7-1200 de Siemens. Ce changement motivé par la recherche d'améliorations en termes de performance, de flexibilité et de facilité la programmation. Nous commencerons par une analyse détaillée du cahier des charges, élément fondamental pour garantir que les exigences fonctionnelles et opérationnelles du palettiseur sont pleinement satisfaites, par la suite nous présenterons le GRAFCET du palettiseur. Enfin nous décrirons le processus de programmation en langage ladder (LAD) dans l'environnement Tia Portal version 16, avant de mettre en lumière l'importance de la simulation pour tester et valider le fonctionnement du système avant sa mise en œuvre réelle [1].

### III.2 Système automatisé

Les systèmes automatisés sont des dispositifs qui permettent à des machines ou des installations de fonctionner de manière autonome sans intervention humaine directe [2].

#### III.2.1 Structure d'un système automatisé

Les systèmes automatisés sont composés de trois parties principales interconnectées s'échangeant les informations entre elles à l'aide des capteurs et des pré-actionneurs. La figure III.1 représente la structure d'un système automatisé.

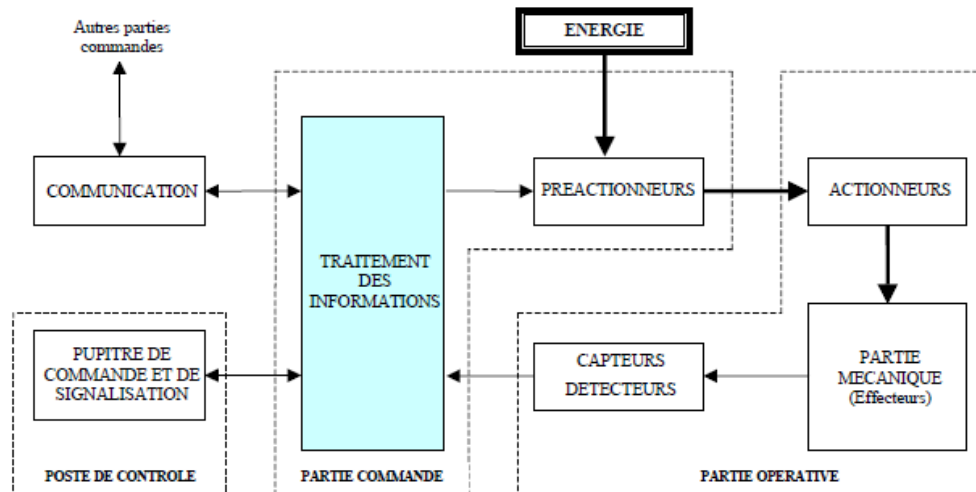


FIGURE III.1 – Structure d'un système automatisé.

### III.2.1.1 Partie opérative (PO)

Que l'on appelle également partie puissance, c'est la partie visible du système. Elle comprend les éléments mécaniques du procédé, tels que les pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent les ordres de la partie commande, les actionneurs (vérins, moteurs) qui exécutent les actions, ainsi que les capteurs qui surveillent l'évolution du système et informent la partie commande[2].

### III.2.1.2 Partie commande (PC)

Aussi appelée système de contrôle/commande (SCC), exploite les informations provenant des capteurs de la partie opérative. Elle traite ces données selon un programme prédéfini et renvoie les ordres correspondants vers la partie opérative pour obtenir les actions souhaitées[2].

### III.2.1.3 Partie relation (PR)

Qui est le pupitre de dialogue regroupe les différents éléments de commande et de surveillance nécessaires au bon fonctionnement du procédé, permettant ainsi d'intervenir sur le système (consignes marche/arrêt, réglages, etc)[2].

## III.2.2 Définition et architecture d'un automate programmable

L'automate programmable industriel (API), également appelé contrôleur logique programmable (PLC), est un appareil électronique programmable conçu pour piloter des processus ou des systèmes automatisés en milieu industriel et en temps réel. Grâce à un langage de programmation adapté, l'API reçoit des informations logiques, analogiques ou

numériques provenant des capteurs d'entrée, et émettent des ordres pour commander les actionneurs de sortie, selon le programme chargé en mémoire. Le programme de fonctionnement est composé d'instructions établies en fonction du processus à automatiser. L'API exécute ces instructions de manière séquentielle pour contrôler le système de façon précise et fiable[3](voir la figure III.2).

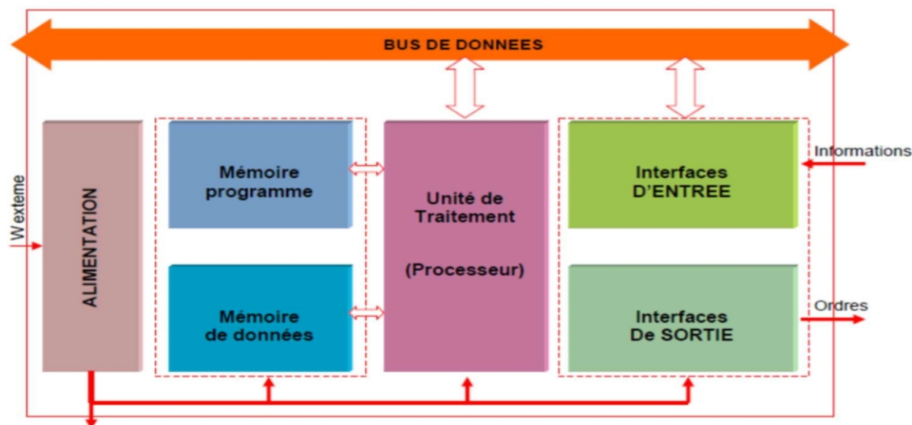


FIGURE III.2 – Structure interne d'un automate.

### III.2.3 L'API se compose

#### III.2.3.1 Unité de traitement ou processeur (CPU)

L'unité centrale (CPU), elle joue un rôle crucial comme le cerveau de l'automate. Elle lit l'état des entrées (les signaux provenant des capteurs), exécute le programme utilisateur stocké en mémoire et commande les sorties (les actionneurs). La CPU est composée d'une unité de commande et de calcul, de mémoires, d'un programme système et d'interfaces de communication. Elle gère toutes les opérations logiques, arithmétiques et de traitement numérique, comme les transferts, les comptages et les temporisations [4].

#### III.2.3.2 Une mémoire programme

La mémoire programme de type RAM contient les instructions destinées à être exécutées par le processeur. Elle permet de déterminer les ordres à envoyer aux pré-actionneurs connectés à l'interface de sortie, en fonction des informations collectées par les capteurs reliés à l'interface d'entrée [4].

#### III.2.3.3 Une mémoire de données

La mémoire de donnée permet le stockage de plusieurs éléments : L'image des entrées provenant de l'interface d'entrée. L'état des sorties élaborées par le processeur.

Les valeurs internes utilisées par le programme (résultats de calculs, états intermédiaires, etc.). Les états forcés ou non des entrées/sorties [4].

#### III.2.3.4 Une interface d'ENTREE

L'interface d'entrée permet la connexion à l'API de divers capteurs, qu'ils soient TOR (logiques ou Tout Ou Rien), numériques ou analogiques.

Ces différentes entrées sont préalablement formatées par l'interface d'entrée avant d'être stockées dans la mémoire de données.

#### III.2.3.5 Une interface de SORTIE

L'interface de sortie permet la connexion à l'API de nombreux pré-actionneurs, qu'ils soient TOR, numériques ou analogiques[4].

#### III.2.3.6 Un module d'ALIMENTATION

Les modules d'alimentation sont essentiels pour fournir l'énergie nécessaire au démarrage d'un automate. Ils transforment la tension secteur (220/380V) en une tension continue (5V, 12V, 24V) qui alimente les circuits internes de l'automate [4].

### III.2.4 Principe de fonctionnement d'un automate

Lorsque le programme introduit dans l'automate, il est immédiatement stocké en mémoire (RAM), une fois le cycle lancé, les trois phases distinctes s'enchaînent successivement. Tous d'abord, l'automate prend en compte les entrées qui restent figées en mémoire pendant tout le cycle. Ensuite, le processeur traite et exécute le programme. Enfin les sorties sont affectées à l'émission des ordres. La figure III.3 illustre les différentes étapes de fonctionnement d'un automate [5].

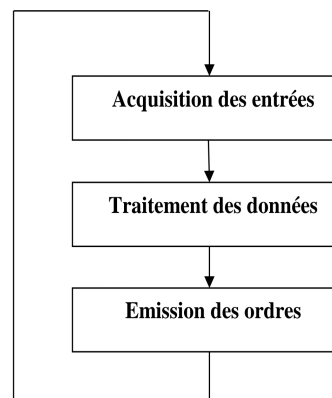


FIGURE III.3 – Différentes étapes de fonctionnement d'un automate.

### III.2.5 Le choix de l'automate programmable industriel

choisir le bon automate programmable industriel pour un projet d'automatisation est essentiel. voici quelques critères à prendre en compte lors de votre sélection :

- Le nombre et la nature des entrées/sorties nécessaires (numériques, analogiques, booléennes).
- La capacité de traitement du processeur (taille mémoire, vitesse, fonctions spéciales).
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation.
- La communication avec les autres systèmes (Profibus, Ethernet...).
- La fiabilité, robustesse et immunité aux parasites.
- La capacité mémoire.
- La documentation, le service après-vente, la durée de garantie et la formation.

L'automate S7-1200 est un bon choix car il convient parfaitement à ces exigences [6].

## III.3 Présentation de l'automate programmable S7-1200

L'automate programmable S7-1200 (voir la figur III.4) de Siemens est une solution polyvalente et performante pour l'automatisation industrielle. Compact et économique, il offre une large gamme de fonctionnalités pour répondre aux besoins variés en matière de contrôle et d'automatisation. Doté d'un microprocesseur, d'une alimentation intégrée, de circuits d'entrée/sortie, d'un port PROFINET, et de capacités avancées de commande de mouvement, cet automate est conçu pour gérer efficacement les applications les plus diverses.

Sa compatibilité avec les logiciels de programmation et sa connectivité étendue via des réseaux tels que PROFINET, PROFIBUS, en font un choix intelligent pour des solutions d'automatisation flexibles et efficaces. De plus, avec des fonctionnalités de sécurité intégrées et des services avancés pour simplifier l'ingénierie, l'automate S7-1200 représente une solution complète et fiable pour les besoins d'automatisation industrielle [7].



FIGURE III.4 – Automate S7-1200.

### III.3.1 Caractéristiques de l'automate programmable S7-1200

Voici quelques-unes de ses caractéristiques clés :

**Modularité** : Le S7-1200 est composé de plusieurs modules, notamment des plates d'extension, des modules d'E/S, et des modules de communication, ce qui permet une installation simple et conviviale.

**Interface de communication** : Il dispose d'une interface PROFINET intégrée, permettant une communication rapide et flexible sur le bus de terrain. Il est également compatible avec d'autres automates et terminaux IHM.

**Fonctions technologiques** : L'automate offre des fonctions telles que le comptage, la mesure, le contrôle de mouvement, et la régulation PID, ainsi que des fonctionnalités de journalisation.

**Capacité de programmation** : Il peut stocker jusqu'à 50 Ko de mémoire et supporter des programmes de jusqu'à 75 Ko.

**Langage de programmation** : Il utilise les langages de programmation FBD, LAD, et SCL.

**Ports de communication** : Il dispose d'un port Ethernet et de ports Profinet et UDP.

**Tension d'alimentation** : Il peut être alimenté à 24 VDC ou 230 VAC.

**Dimensions** : Il mesure 100 x 110 x 75 mm et pèse environ 0,5 kg [7].

#### III.3.1.1 CPU 1214C AC DC RLY

La CPU 1214C AC DC RLY est un modèle compact de la famille S7-1200 de Siemens. Voici les caractéristiques clés :

Alimentation : 120-240 V AC, 20.4-28.8 V DC

Entrées numériques : 14 DI 24 V DC (6 peuvent être utilisées comme compteurs rapides)

Sorties numériques : 10 DQ relay

Entrées analogiques : 2 AI 0-10 V DC (10 bits)

Stockage d'information : 100 Ko

Interface : Profinet, Protocole de transport TCP/IP.

Dimensions : 110 x 100 x 75 mm [7].

## III.4 GRAFCET

### III.4.1 Définition

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un outil graphique de représentation et d'analyse des systèmes automatisés. Il se compose d'étapes associées à des actions, de transitions, et de liaisons orientées entre ces éléments. Ce langage

dérivé des réseaux de petri, permet de représenter de manière séquentielle les étapes d'un processus. Normalisé en 1982, cette facilite la compréhension pour les intervenants, des concepteurs aux utilisateurs[8].

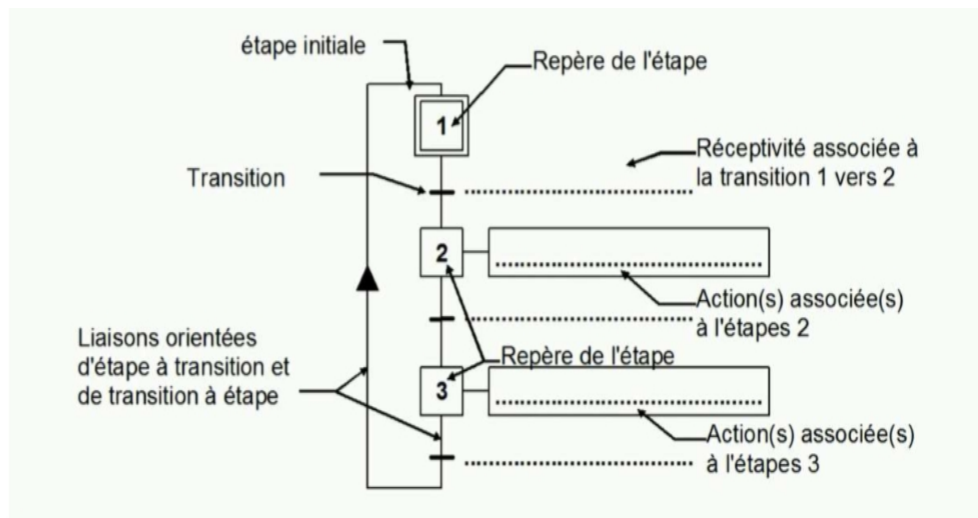


FIGURE III.5 – Grafcet.

## III.4.2 Types de GRAFCET

### III.4.2.1 GRAFCET niveau 1

Egalement appelé "GRAFCET point de vue système" ou "GRAFCET fonctionnel". Représente les actions à effectuer et les informations requises pour leur exécution, il se concentre sur la séquence des mouvements du système, sans tenir compte des détails techniques tels que les actionneurs et les capteurs[8].

### III.4.2.2 GRAFCET niveau 2

Egalement connu sous le nom de "GRAFCET point de vue partie opérative". Intègre la technologie des actionneurs et des capteurs, il décrit les actions et la séquence de l'automatisme de manière symbolique.

### III.4.2.3 GRAFCET niveau 3

Ce niveau est appelé "GRAFCET point de vue partie commande", établit les entrées et les sorties de l'automate programmable. Il sert de base pour la programmation des automates [8].

### III.4.3 Structures de base d'un GRAFCET

#### III.4.3.1 Séquence unique

Cette structure représente une succession d'étapes où chaque étape est suivie par une seule transition, et chaque transition est précédée par une seule étape. C'est une séquence linéaire où les étapes se succèdent de manière continue[8].

#### III.4.3.2 Séquences simultanées

Cette structure représente des séquences qui commencent et se terminent en même temps, mais dont les étapes de chaque branche évoluent de manière indépendamment. Les transitions précisent les possibilités d'évolution et les réceptivités associées doivent être simultanément vraies pour activer les étapes suivantes [8].

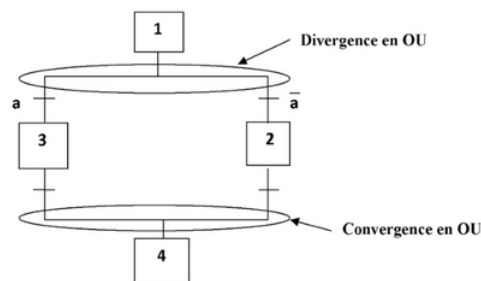


FIGURE III.6 – Séquences simultanées.

#### III.4.3.3 Sélection de séquence (aiguillage en OU)

Cette structure permet de choisir entre plusieurs séquences à partir d'une étape donnée. Les transitions associées aux choix doivent être mutuellement exclusives, évitant aussi les décisions erronées.

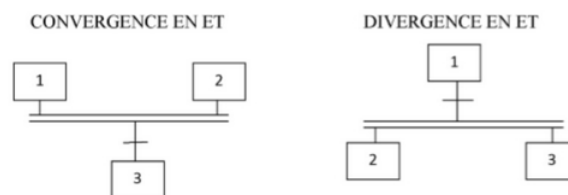


FIGURE III.7 – Sélection de séquence.

#### III.4.3.4 Saut d'étapes

La saut d'étape permet de saturer une ou plusieurs étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.

### III.4.3.5 Reprise d'étape

La reprise d'étape est une technique qui permet de ne pas poursuivre le cycle ,mais de revenir à une séquence précédente lorsque les actions à réaliser sont répétitives.Cela évite de répéter inutilement les mêmes étapes et facilite la gestion des processus automatisés

## III.4.4 Elaboration du GRAFCET du palettiseur

### III.4.4.1 Cahier de charge du fonctionnement du Palettiseur

#### III.4.4.1.1 Partie groupage produit

Pour démarrer le Palettiseur il est nécessaire de vérifier certaines conditions :

- Fermer toutes les portes du Palettiseur.
- Positionner le sectionneur général sur la position 1.
- Régler la vanne pneumatique a 7 bars.
- Appuyez sur « Réarmement » puis sur la touche « Marche cycle »

Lorsque les fardeaux sortent du Twin-pack ils arrivent aux bords de deux tapis sélecteurs. Les deux cellules ( ME1-B51 - ME2-B51 ) détectent la présence du produit sur chaque voie cela entraîne le démarrage des deux tapis cadenceurs commandés par les deux moteurs (ME1-M1 et ME2-M1 ).

Lorsque ils arrivent au tapis d'accélération les deux capteurs (ME1-B50 - ME2-B50 ) comptent 7 fardeaux de chaque voie ( 14 fardeaux ) pour le format 1.5L, et ils gèrent au aussi la marche et l'arrêt des tapis.

Les fardeaux sont ensuite accumulés sur le convoyeur à rouleaux commandé par un moteur moto-réducteur ( MCR1-M1 ).

- Les cellules ( MCR1-B1 – MCR2-B1 ) compt le nombre d'impulsions permettent la sortie de la Buttée après une temporisation de 3 secondes pour que le 3ème fardeaux soit bien arrivé à sa place.
- Sur la 1ère voie la cellule (MCR1-B1 compte 3 impulsions ( 3 fardeaux ) la Buttée contrôlé par l'électrovanne ( EV1 ) est actionné, le point haut de cette Buttée 1 est indiqué par le fin de course fs(Ev1)H.
- Sur la 2ème voie la cellule (MCR2-B1) compte aussi 3 impulsions la Buttée contrôlé par l'électrovanne ( EV2 ) est actionné, le point haut de cette Buttée 2 est indiqué par le fin de course fs(EV2)H.

Les cellules ( ME1-B50 - ME2-B50 ) arrivent a la 7ème impulsions les moteurs (ME1-M1 et ME2-M1 ) des tapis vont s'éteindre. Les cellules ( MCR1-B1 – MCR2-B1 ) détectent le 7ème pack le moteur du convoyeur a rouleaux ( MCR1-M1 ) s'étaient et les deux Buttées se désactive.

Et nous avons élaborer ces Grafcet ci-dessous III.8 et III.9 en etudiant ce cahier de charge de cette partie.

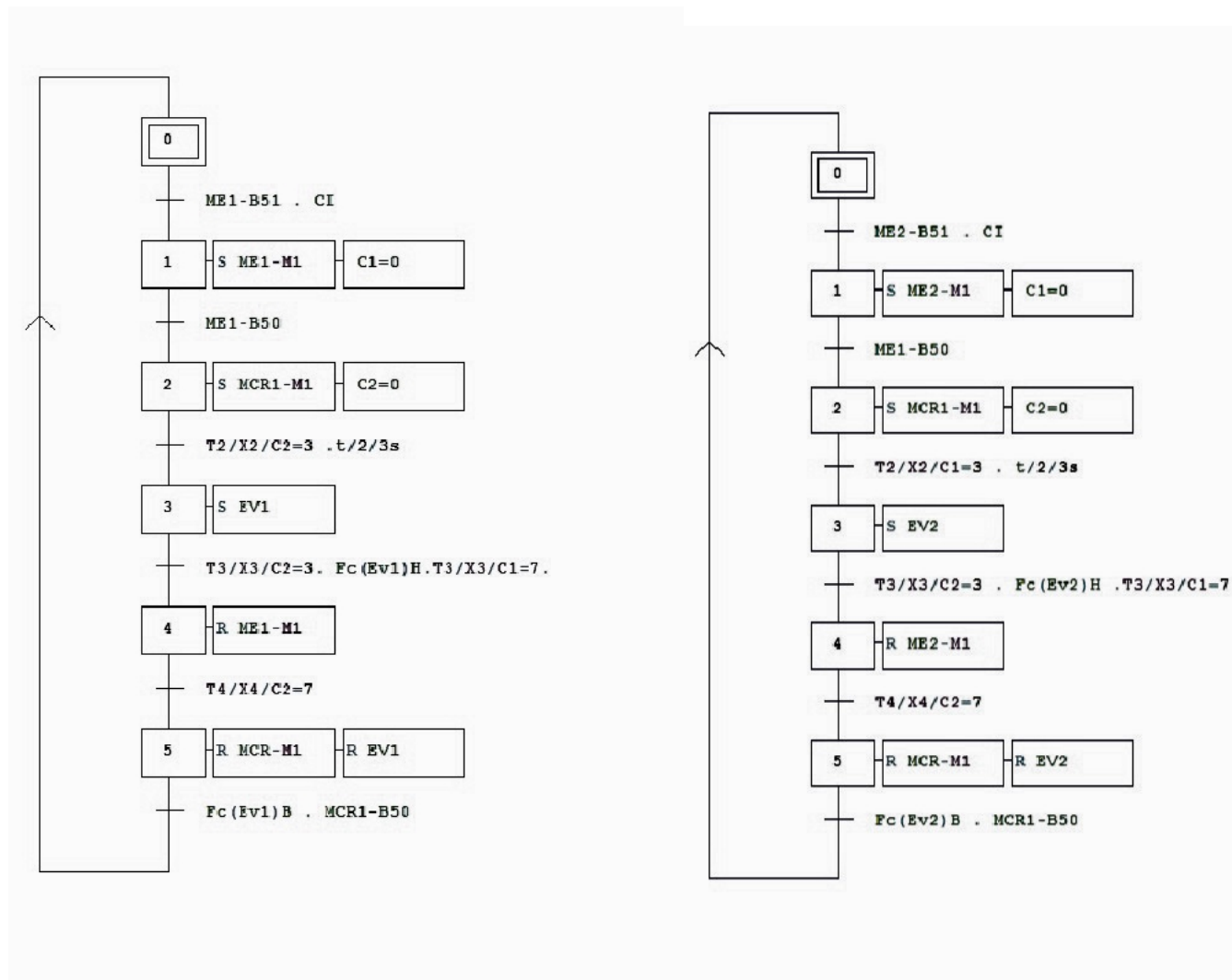


FIGURE III.8 – GRAFCET Tapis 1.

FIGURE III.9 – GRAFCET Tapis 2.

Les packs sont ensuite transfère sur la table de dépose par les deux poussoirs en série.

Chaque poussoirs est commande par un moteur a frein ( MT1-M1 ) et ( MT2-M1 ) dès la désactivation des buttées (Ev1) et (Ev2) et la cellule (MCR1-B50) indique que le fardeaux sont bien alignées, le poussoir ( MT1-M1 ) commande la pousse de la ligne ( 14 fardeaux ) selon le fonctionnement suivant :

- La ligne est poussée, la cellule ( MT1-B1 ) indique le point avant du Poussoir.
- Rentrée du vérin ( EV3 ), Le fin de course ( fc(Ev3)H ) est activé.
- Le Poussoir ligne fait une marche arrière, la cellule ( MT1-B0 ) indique son point arrière.
- Sortie du vérin ( Ev3 ), le fin de course ( fc(Ev3)B ) indique la position initiale du Poussoir.

Après deux poussées le deuxième poussoir transfère la couche ( 28 fardeaux ) sur la table de près-groupage selon le même fonctionnement du premier Poussoir.

comme illustré dans ces GRAFCET ci-dessous III.10 III.11

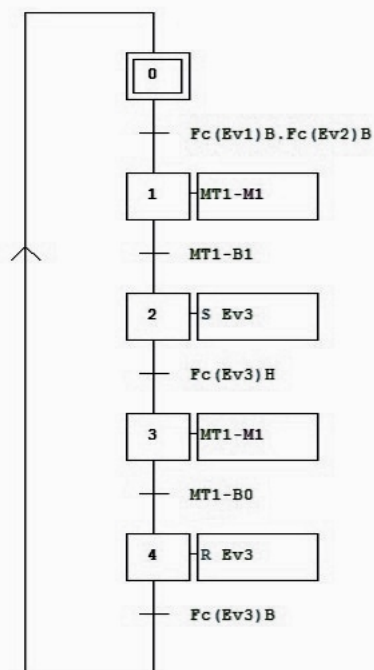


FIGURE III.10 – Poussoir lignes.

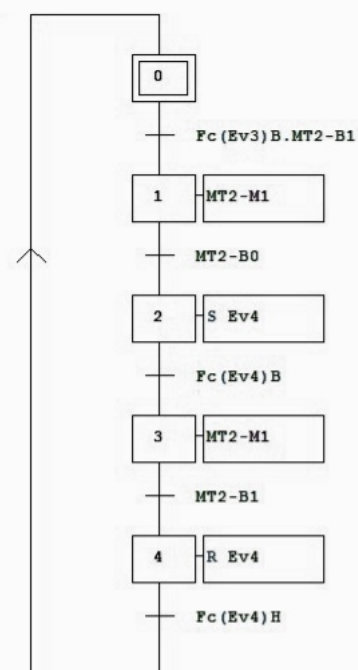


FIGURE III.11 – Poussoir couche.

**III.4.4.1.2 Partie Table** Lorsque le deuxième Poussoir pousse la couche ( 28 fardeaux ) sur la table et reprend sa position initiale ( MT2-B1 ) et la cellule ( MG1-B50 ) détecte la présence du produit.

- Les cellules ( MQ1-B0 - MQ1-B1 ) détectent la hauteur de la palette pour positionner la table au-dessus d'elle, et elle est lavée avec le moteur ( MQ1-M1 )
- La table commandé par le moteur ( ML1-M1 ) avance et la cellule ( ML1-B1) détecte le point avant de la table.
- La barre transfère la couche sur la palette grâce au moteur ( MP1-M1 ) et la cellule ( MP1-B1 ) détecte le point avant de la barre.

- Les vérins ( P1C1 ) ( P1C2 ) calibre la couche pour bien maintenir les fardeaux et les fin de course Fc(p1c1) et Fc(p1c2) indique que les fardeaux sont bien calibrés.
- La table s'ouvre, la cellule ( ML1-B0 ) indique le point arrière de la table.
- Les vérins ( P1C1 ) ( P1C2 ) rentent ils seront détecte par les fin de course Fc(p0c1) et Fc(p0c2).

Ce qui signifie que les fardeaux sont bien positionné sur la palette et le cycle recommence jusqu'à avoir 4 couche.

Cette partie de la machine est représentée par le GRAFCET ci-dessous III.12.

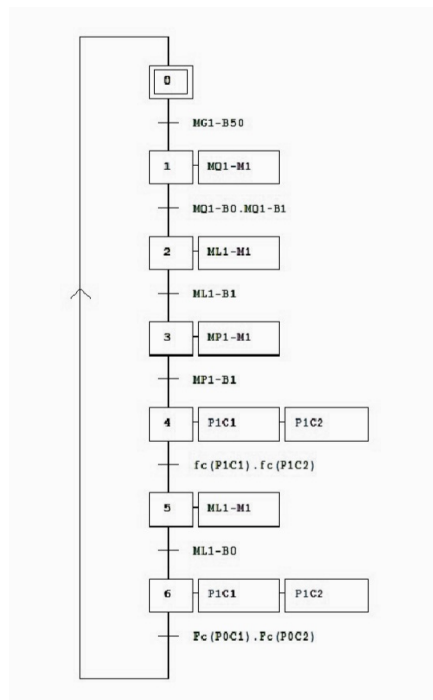


FIGURE III.12 – GRAFCET Partie Table.

**III.4.4.1.3 Partie Palettes** L'objectif de l'unité de palettisation est de ranger les fardeaux pleins sur les palettes en vue de leur livraison. Ces fardeaux sont range de façon bien précise qui assure une position stable, ils sont ranges selon le fonctionnement suivant Le magasin palettes est muni d'une cellule ( M70-B51 ) qui détecte la présence des palettes.

Dès que l'ascenseur est au niveau minimum ( M69-B50) les palettes sont transférées du magasin à l'ascenseur sur un convoyeur à rouleaux commandé par le moteur ( M70-M1 ).

- Les palettes sont accumulées sur l'ascenseur, la cellule ( M69-B50 ) niveau minimum palettes est désactivé.
- Les fourche montent grâce au moteur ( MD1-M1 ) et le capteur( MD1-B2 ) compte 3 impulsions pour arriver à la hauteur de la 2ème palettes.

- Les fourchette se ferme grâce au moteur ( MD2-M1 ) et la cellule ( MT4-B1 ) détecte le point avant des fourches.
- Montée des fourches avec le moteur ( MD1-M1 ) le capteur( MD1-B2) compte 4 impulsions pour soulever les 9 palettes et laisser passer seulement la 1ère au poste de palettisation.
- Le convoyeur palettes déplace la palette avec le moteur ( M71-M1 ).
- La cellule ( DP1-50 ) détecte la présence de la palettes au poste de palettisation et action la Buttée ( T1C1 ) pour arrêter la palette.
- Les fourches descendent de 7 impulsions avec le moteur ( MD1-M1 ) pour poser les 9 palettes restantes puis s'ouvrent avec le moteur ( MD2-M1 ) et la cellule ( MT4-B0 ) détecte le point arrière de fourches.

Cette partie est représentée par le GRAFCET ci-dessous III.13.

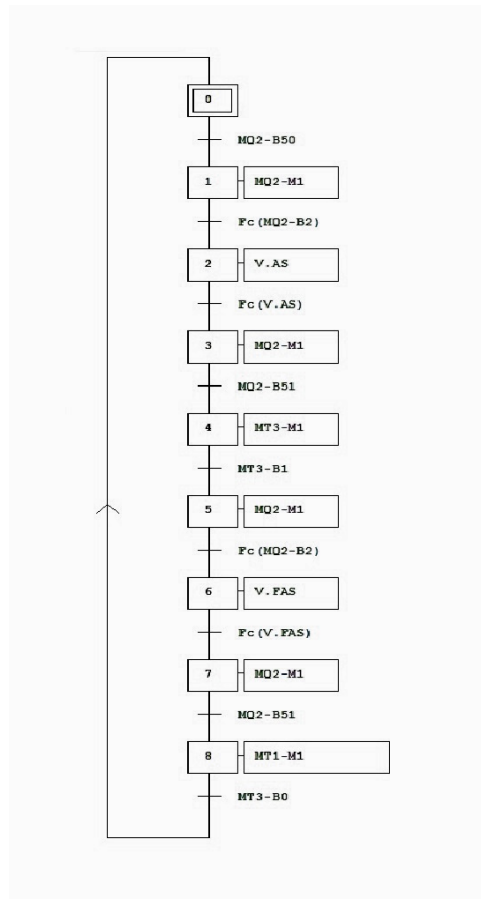


FIGURE III.13 – GRAFCET Partie Palettes.

**III.4.4.1.4 Bras Scara** Dès que la palette vide est bien positionnée, le bras scara assure le transfert des intercalaires ( carton ) avec un système de Ventouse pneumatique ce qui permet de séparer les couches superposé.

Le bras scara déplace verticalement ( Montée Descente ) avec le moteur ( MQ2-M1 ) ou

horizontale ( Gauche Droite ) avec le moteur ( MT3-M1).

- La cellule ( MQ2-50 ) détecte la présence de l'intercalaire.
- Descente du bras scara une cellule fc(MQ2-B2) détecte le point bas du scara.
- Les Ventouses aspirent l'intercalaire ( V.AS ).
- Monté du scara et la cellule ( MQ2-B51 ) indique le point haut du scara.
- Le bras scara se déplace à droite et la cellule ( MT3-B1 ) détecte son point avant.
- Le bras scara descend et dépose l'intercalaire ( V.FAS ).
- Monté du scara et la cellule ( MQ2-B51 ) indique le point haut du scara.
- Le bras scara se déplace à gauche et la cellule ( MT3-B0 ) détecte le point arrière.

Au bout de la quatrième couche la butée ( T1C1 ) est désactivée la palette est évacuée par un convoyeur de sortie commandé par le moteur ( M72-M1 ). La cellule ( M72-B0 ) compte le nombre de palettes produites. Puis le cycle recommence.

Le GRAFCET du Bras scara est representé par la figure III.14.

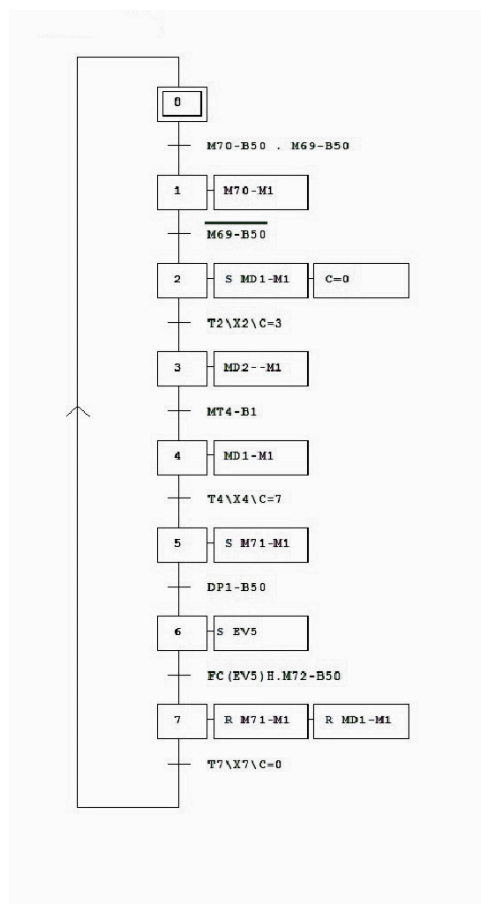


FIGURE III.14 – GRAFCET Partie Palettes.

## III.5 Organigrammes du fonctionnement de la machine

### III.5.1 Partie Groupage

La figure III.15 représente l'organigramme du fonctionnement de la partie groupage dès la présence du produit jusqu'à le poussoir couches III.15.

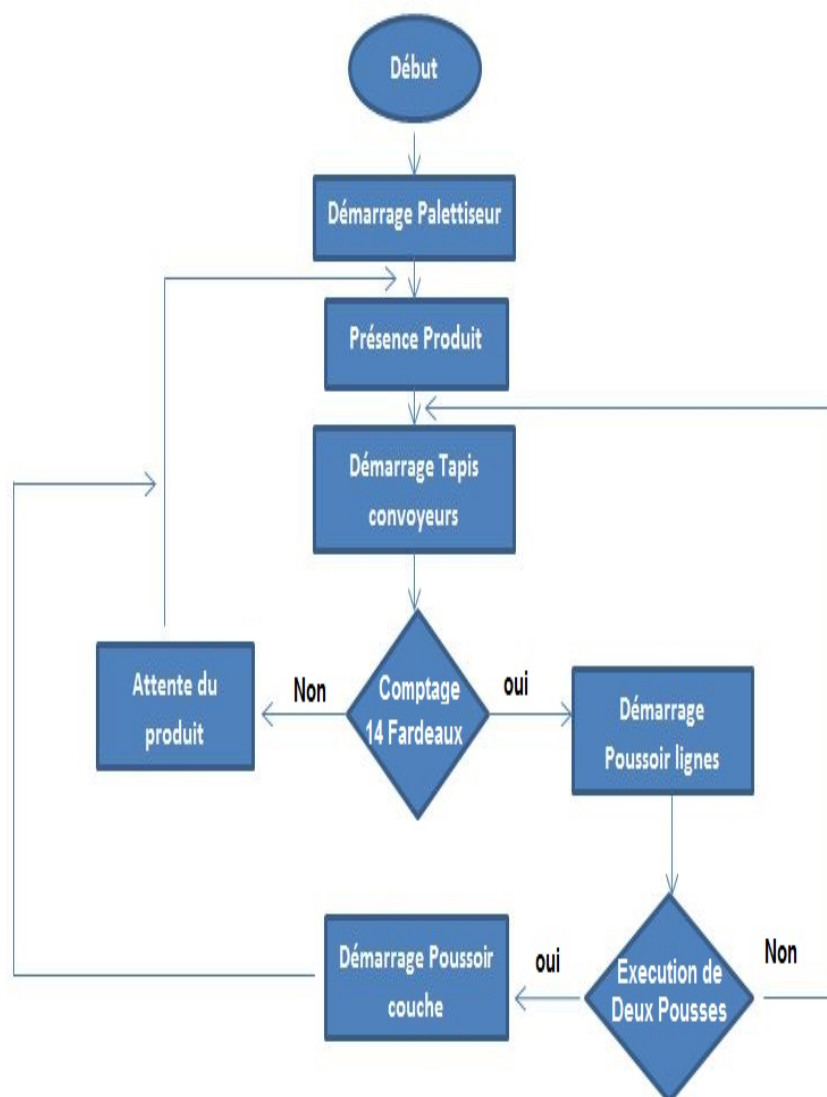


FIGURE III.15 – L'organigramme du fonctionnement de la partie groupage.

### III.5.2 Partie Table

La figure III.16 représente l'organigramme du fonctionnement de la partie Table du Palettiseur III.16.

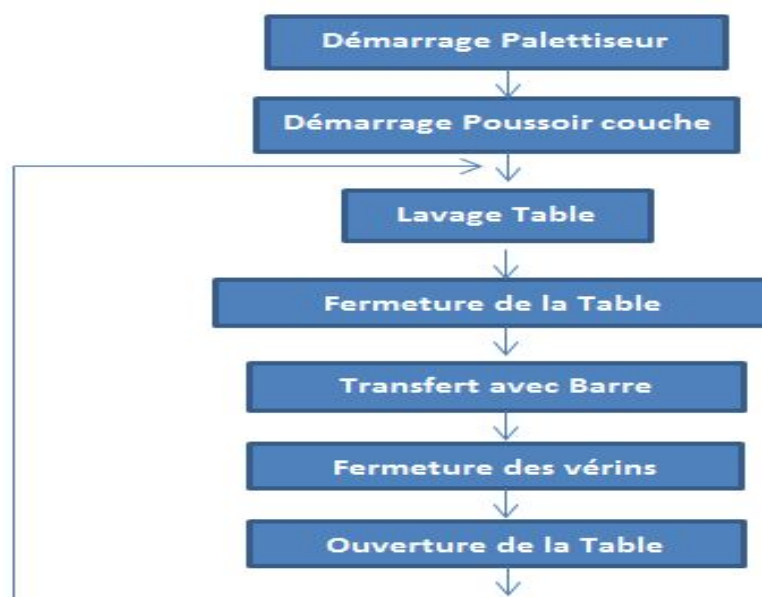


FIGURE III.16 – l’organigramme du fonctionnement partie Table.

### III.5.3 Partie Palettes

La figure III.17 représente l’organigramme du fonctionnement de la partie Palettes du Palettiseur III.17.

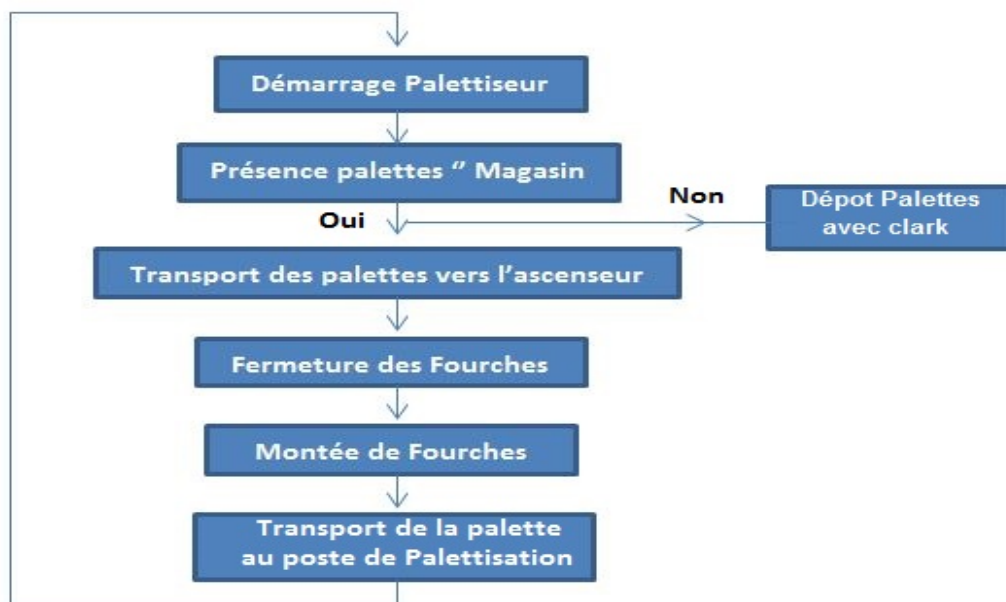


FIGURE III.17 – l’organigramme du fonctionnement de la partie Palettes.

### III.5.4 Bras scara

La figure III.18 représente l'organigramme du fonctionnement du Bras Scara III.17.



FIGURE III.18 – L'organigramme du fonctionnement du Bras Scara.

## III.6 Présentation du logiciel de programmation

Le TIA Portal (Portail d'Automatisation Intégrée) est un environnement logiciel développé par Siemens pour la programmation et la gestion de systèmes d'automatisation industrielle. La version 16 de TIA Portal apporte plusieurs améliorations et nouvelles fonctionnalités visant à augmenter l'efficacité et la flexibilité des processus de développement. Parmi les nouveautés, on trouve une intégration plus poussée des différents composants de l'automatisation, permettant une meilleure coordination entre les systèmes PLC, HMI, et les réseaux. Cette version offre également une interface utilisateur améliorée, des outils de simulation avancés pour tester les programmes avant leur déploiement, et un support étendu pour les normes de cybersécurité, assurant une protection renforcée des systèmes industriels [9].

### III.6.1 Création du projet dans TIA PORTAL V16

Pour créer un projet dans TIA PORTAL V16, suivez ces étapes simples : ouvrez TIA Portal V16 ,selectionnez «créer un projet» dans l'interface,recherchez loption.Donnez un

nom au projet ,choisissez un chemin ou il sera enregistré, indiquez un commentaire vous pouvez également définir l’auteur du projet .Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton «créer» [9] comme illustrer dans la figure(III.19).

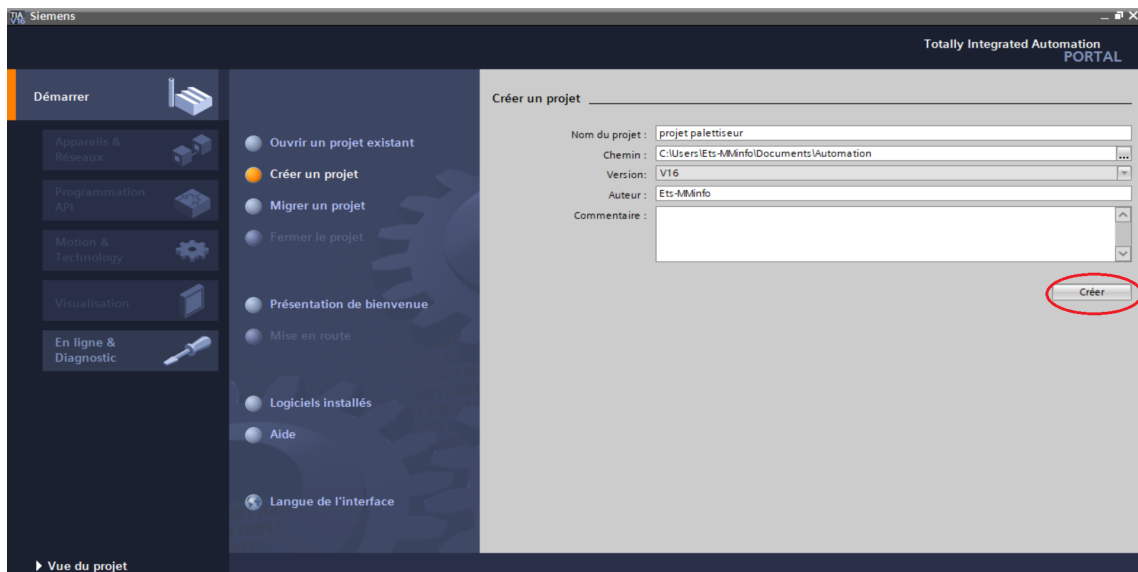


FIGURE III.19 – logiciel de programmation.

### III.6.2 Configuration matériel

Une fois votre projet est créer ,on peut configurer la station de travail la première étape consiste à définir le matériel existant , on clique sur « Appareils réseaux» puis «ajouter un appareil» ce qui nous permet de choisir les appareils qui constitueront notre système Nous devons choisir un type d’automate PLC (Programmable Logic Controller) et une interface homme machine IHM,comme illustrer dans la figure suivante (III.20) [9].

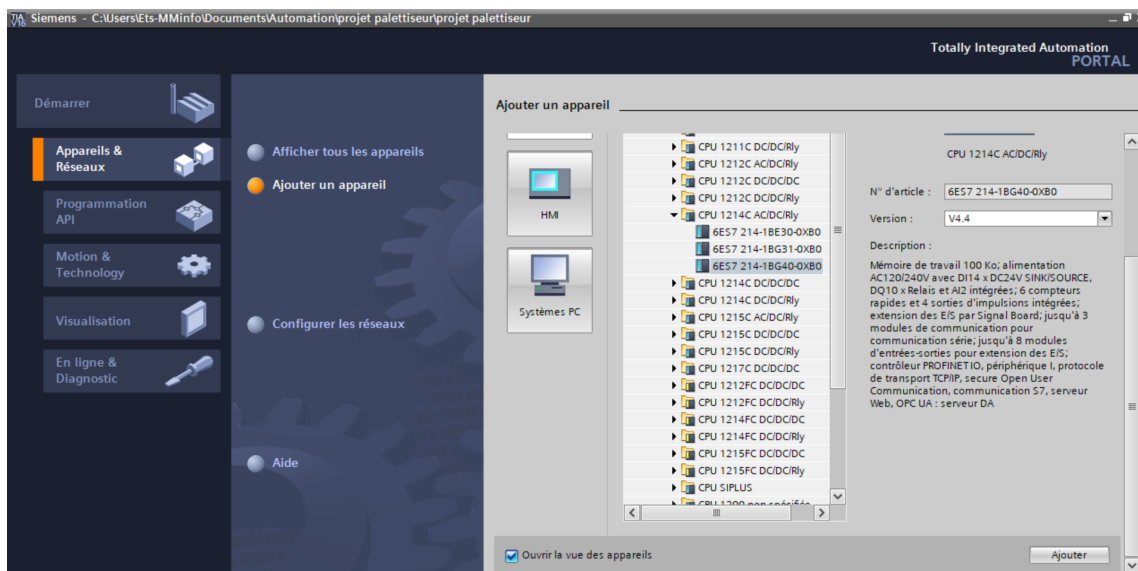


FIGURE III.20 – Configuration matériel.

### III.6.3 Vue du projet

Il contient l'ensemble des éléments et des données nécessaire pour mettre en oeuvre la solution d'automatisation souhaitée.

#### III.6.3.1 Fenêtre de travail

il s'agit des composant matériel ,des bloc de programme, des table de visualisation , des interface homme machine .

#### III.6.3.2 Fenêtre d'inspection

permet d'afficher des informations supplémentaire sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution ,comme les propriétés du matériel ou les messages d'erreur lors de la compilation des blocs de programme, Comme illustrer dans la figure(III.21).

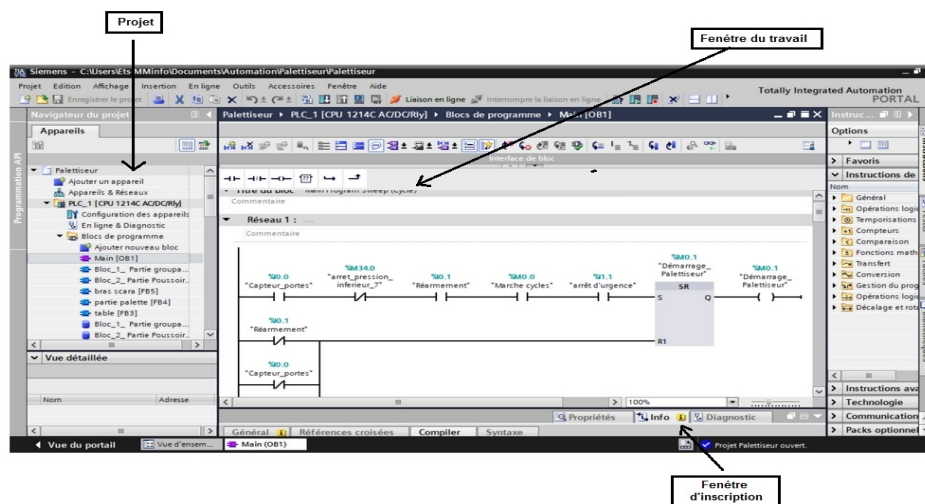


FIGURE III.21 – Fenêtre d'inspection.

### III.6.4 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Après avoir réalisé la configuration matérielle, il est essentiel de la compiler et de la charger dans l'automate . La compilation se fait à laide de l'icône «compiler» dans la barre de tâches, celle verifera la configuration materielle et détectera d'éventuelles erreurs ou avertissements . Après la compilation, cliquez sur l'icône« Démarrer la simulation». la fenêtr III.22 s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion(PN /IE , PROFINET ,MPI) puis cliquez sur «charger» Si vous choisissez le mode PN/IE, L'API doit posséder une adresse IP [9].

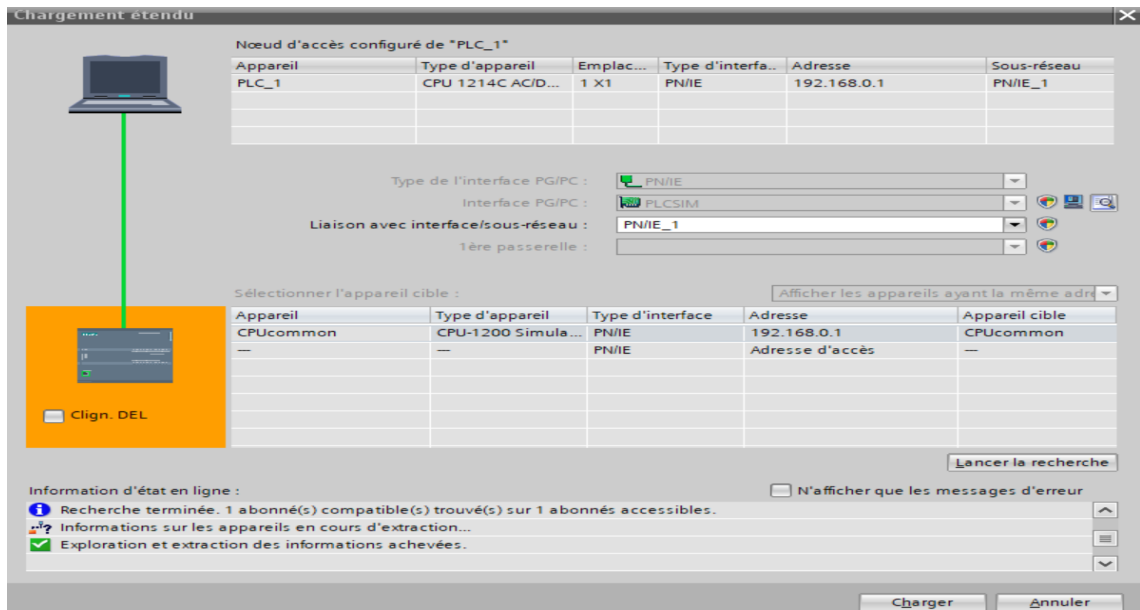


FIGURE III.22 – Compilation et chargement de la configuration matérielle.

### III.7 Programmation de l'automate S7-1200

Notre partie dédiée à la configuration matérielle partie PLC .L'automate choisi est S7-1200 de SIEMENS et ses modules complémentaires, il est doté des éléments suivants :

DI 8/DQ 8x24VDC un module d'entrées /sortie numérique

DI 8x24VDC/DQ 8xRelay trois modules d'entrées numérique. La figure III.23 est une représentation de notre automate S7-1200.



FIGURE III.23 – Automate S7-1200.

### III.7.1 Création du tableau des variables API

Après avoir analysé la vue globale de notre système il est essentiel de créer la table des variables et d'organiser nos blocs en fonction de leur enchaînement. Cette table englobe l'ensemble des entrées et des sorties utilisées lors de la programmation. La figure III.24 représente notre table de variable API.

Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Commentaire
1	Capteur_portes	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Réarmement	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	ME1-B51	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ME2-B51	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ME1-B50	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ME2-B50	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	fs(Ev1)H	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	fs(Ev2)H	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	ME1-M1	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	ME2-M1	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	MCR1-M1	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Marche cycles	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Démarrage_Palettiseur	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Compteur ME1-B50	Int	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Compteur ME2-B50	Int	%MW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	fin de comptage ME1-B50	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	fin de comptage ME2-B50	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	EV1	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	EV2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	arrêt d'urgence	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

FIGURE III.24 – Tableau des variables.

### III.7.2 Ajouter des blocs de programmation

la figure III.25 est une présentation de la Fenêtre.

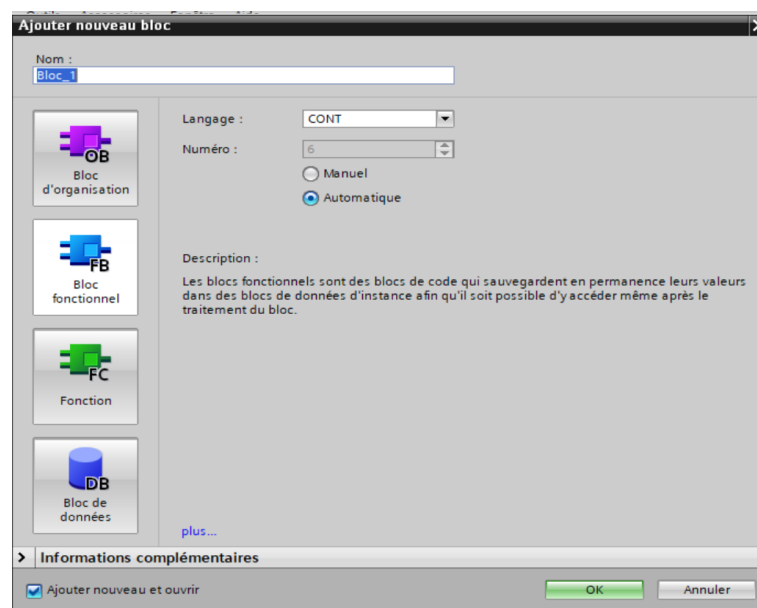


FIGURE III.25 – Ajout des blocs de programmation.

### III.7.2.1 Les blocs d'organisation(OB)

Sont responsables du traitement du programme, ils permettent de réagir aux événements cyclique, temporisés ou déclenchés par des alarmes pendant l'exécution du programme. La figure III.26 représente main programme cycle.

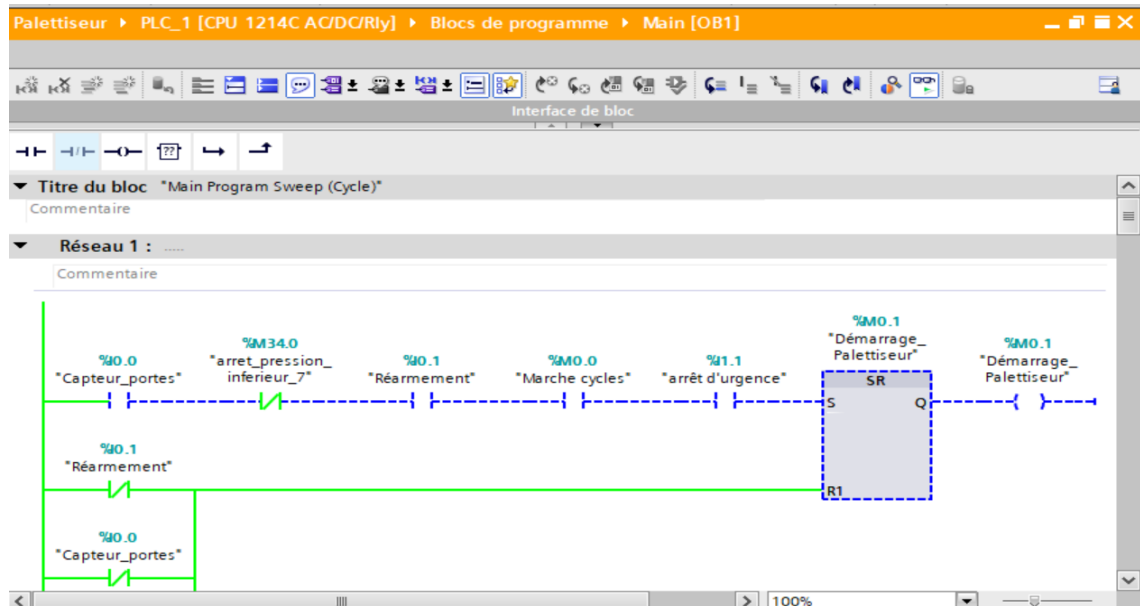


FIGURE III.26 – blocs OB1.

Par exemple ce bloc dans la figure III.27 commande les traitement du programme de la partie Groupe Produits qui se trouve dans le Bloc FB 1.

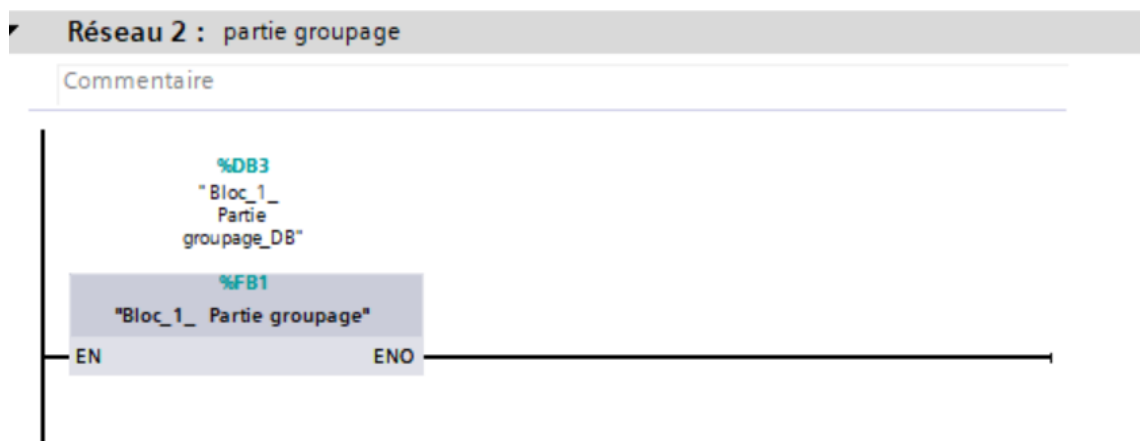


FIGURE III.27 – Bloc OB Partie Groupe.

### III.7.2.2 Les blocs fonctionnels(FB)

Les blocs fonctionnels FB sont des éléments de programmation structurée qui permettent de créer des programmes plus complexes. Un FB est un bloc de code qui dispose

d'un espace mémoire ,appelé bloc de données distance(DB) , qui contient les données locales utilisées pour le traitement du bloc [9].

Dans notre programme on dispose de 5 Blocs fonctionnels .

### III.7.2.2.1 Bloc fonctionnel FB1

Dans le bloc FB1 se trouve le programme de toute la partie groupage, par exemple le démarrage du Tapis 1. Et pour que le démarrage

s'effectue on doit réaliser ces conditions suivantes :

- Démarrage Palettiseur.
- Présance produit (ME1-B51).
- Butée position basse (fc(Ev3)B).
- Poussoir a sa position initiale (MT1-B0).

comme illustré par la figure III.28 .

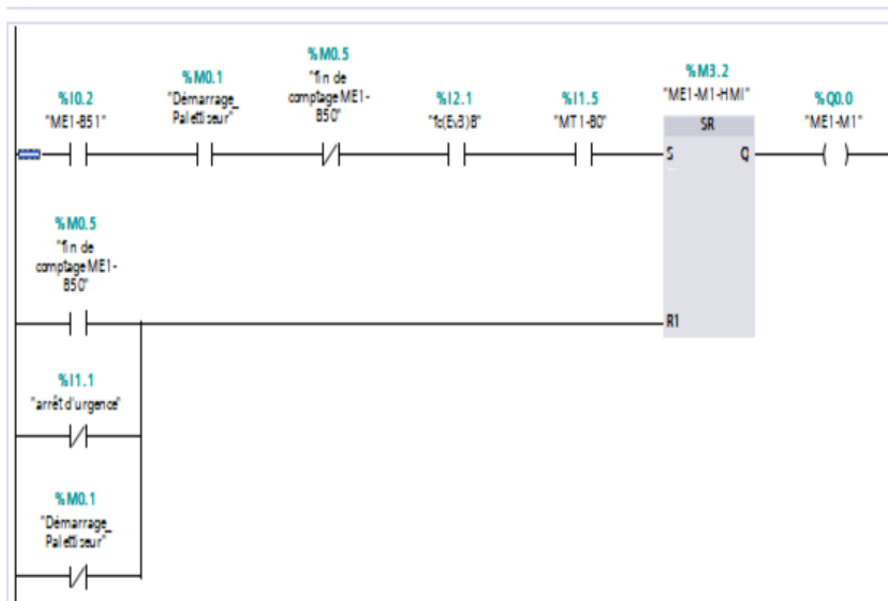


FIGURE III.28 – blocs FB.

### III.7.2.2.2 Bloc fonctionnel FB2

Dans ce bloc on trouve le programme de la partie poussoirs. Par exemple La marche avant du Poussoir 1 comme illustré dans la figure III.29.

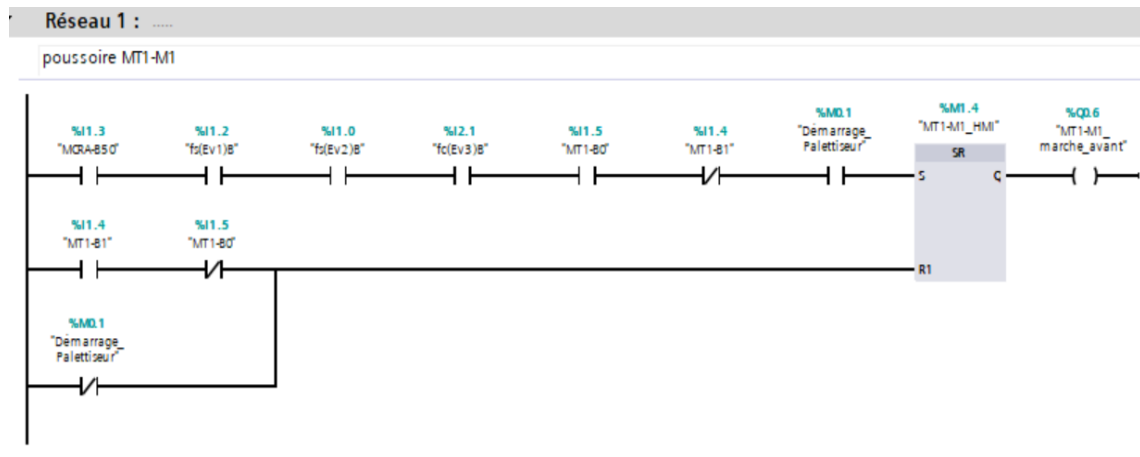


FIGURE III.29 – blocs FB Poussoir.

**III.7.2.2.3 Bloc fonctionnel FB3** Dans ce bloc on trouve le programme de la partie Table. Par exemple la fermeture de la table comme illustré dans la figure III.30.

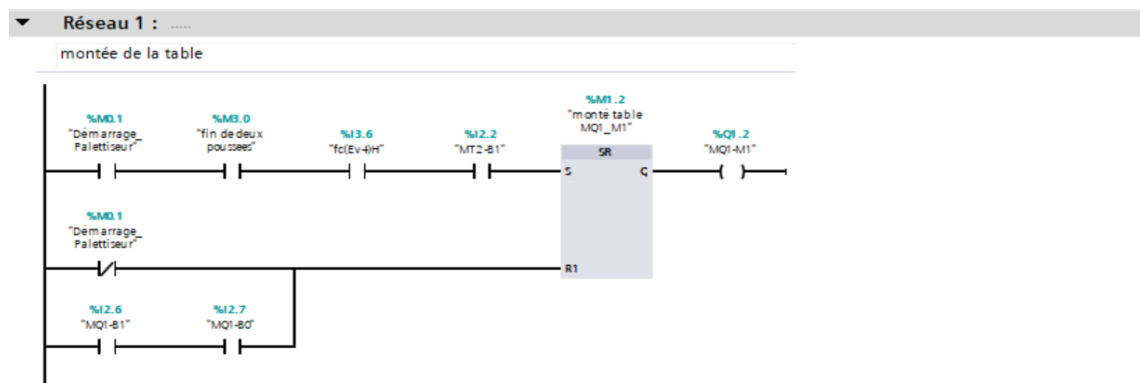


FIGURE III.30 – blocs FB Table.

**III.7.2.2.4 Bloc fonctionnel FB4**

Dans ce bloc on trouve le programme de la partie Palettes. Par exemple le programme de la fermeture des fourches comme illustré dans la figure III.31.

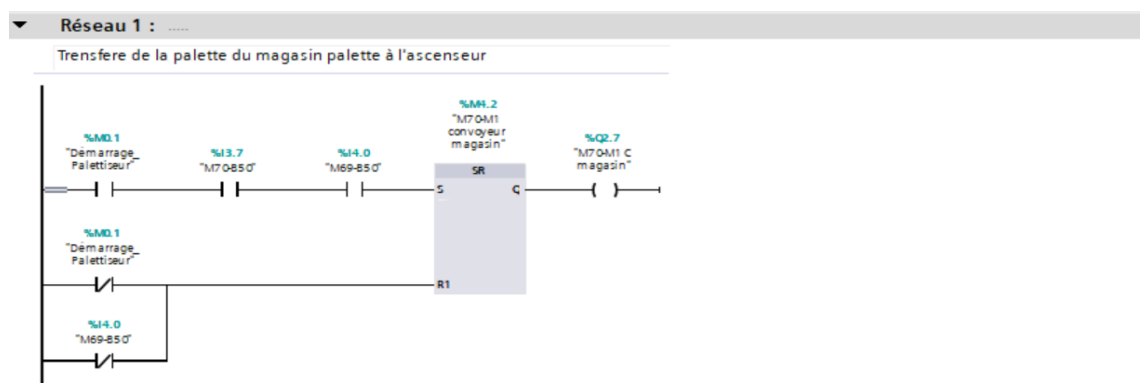


FIGURE III.31 – blocs FB Fermeture Fourches.

### III.7.2.2.5 Bloc fonctionnel FB5

Enfin dans ce bloc on trouve le programme du bras scara. Par exemple dans ce réseau on voit le programme de la descente du Bras scara comme illustré dans la figure III.32.

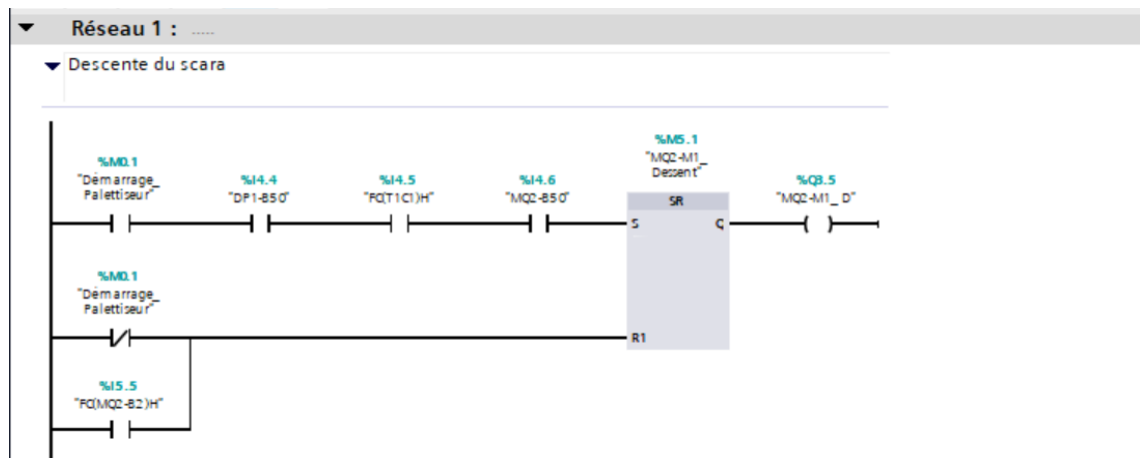


FIGURE III.32 – blocs FB Descente du Bras scara.

### III.7.3 Compilation et simulation

Après avoir créer le projet et terminer la programmation, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet , et de détecter les erreurs. Pour simuler notre système plusieurs étapes sont à effectuer .

La premier étape c'est la compilation du programme, on clique sur la commande «compiler» .

La deuxième étape est le lancement de la simulation ,on clique sur le bouton «Démarrer la simulation» puis on charger le programme à l'aide du bouton «Charger» dans la fenêtre ,la figure III.33 représente le chargement .

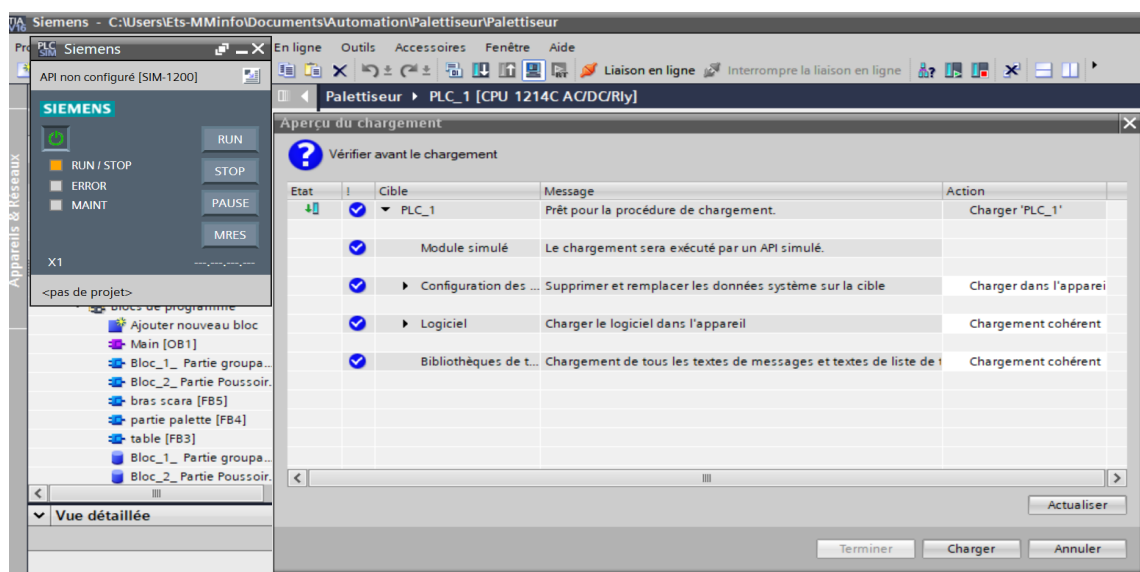


FIGURE III.33 – Chargement du programme.

### III.7.4 Visualisation

Une fois le programme compilé et chargé sans erreurs il est nécessaire de vérifier le bon fonctionnement de notre système. On appuie sur «Passer sur la vue du projet» puis «Run» dans la fenêtre PLC SIM. Comme illustrer dans la figure III.34.

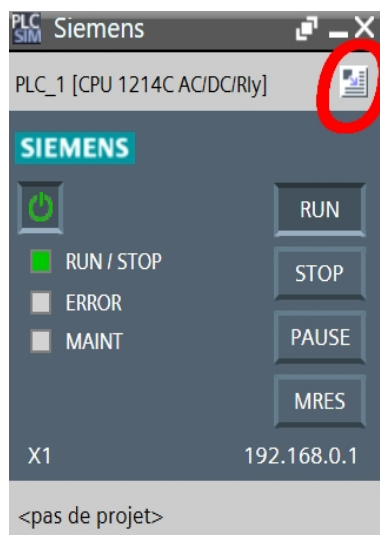


FIGURE III.34 – La vue du projet .

Après avoir créer le projet il est nécessaire d'ajouter la table Sim dans PLC Sim pour améliorer la simulation des programmes PLC en permettant une simulation dynamique et en temps réel. Elle permet de tester et d'optimiser les programmes avant leur mise en service . De plus, elle offre une interface conviviale pour la programmation, ce qui facilite la création et la modification des programmes. Enfin, elle permet de visualiser les données et les modifications apportées au système, ce qui facilite la compréhension et la mise en œuvre de la simulation, voir la figure III.35).

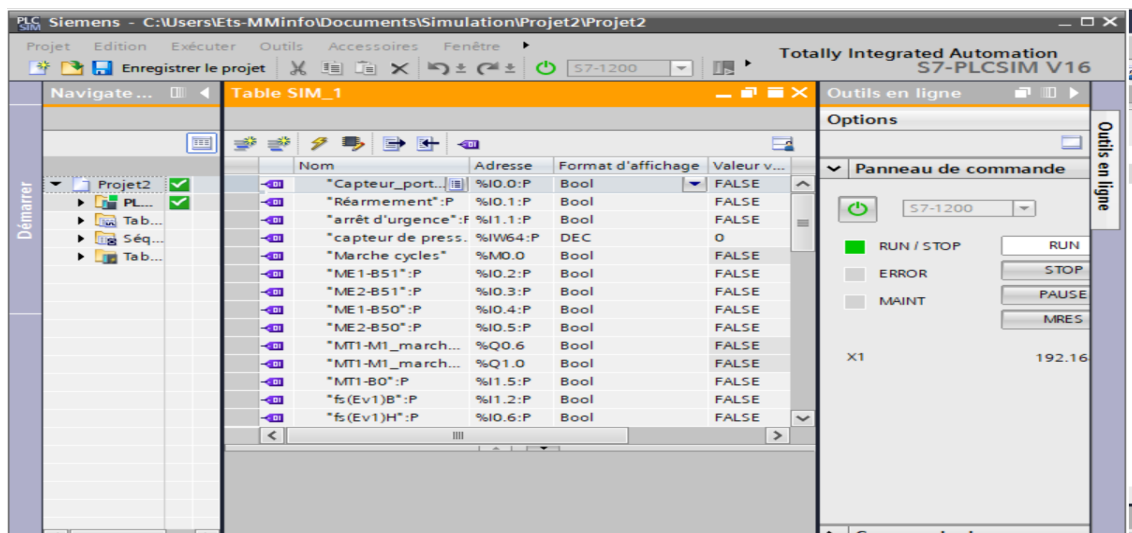


FIGURE III.35 – Table SIM 1.

La figure III.36 montre que notre programme est compilé sans erreurs .

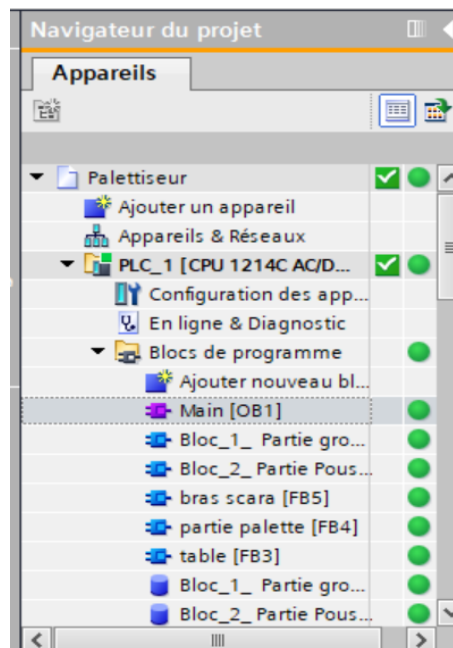


FIGURE III.36 – Compilation réussite.

Après avoir inscrit toutes les variables nécessaires dans la table Sim de PLC Sim, on peut retourner à notre projet TIA Portal et cliquer sur «Visualiser» pour visualiser les données de notre système, (Voir la figureIII.37).

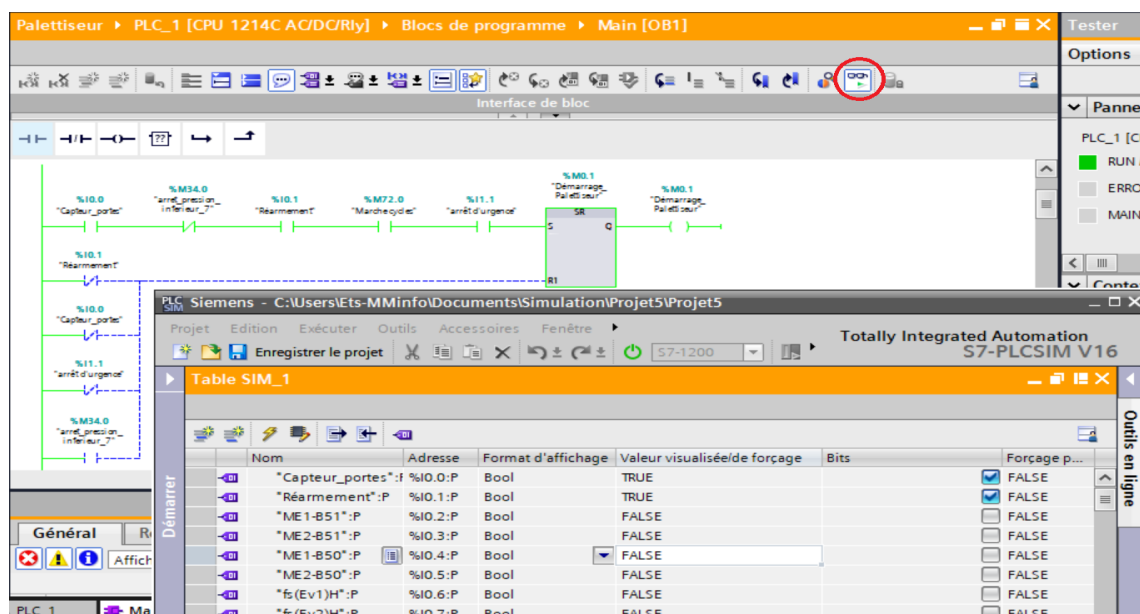


FIGURE III.37 – visualisation.

### III.7.5 Visualisation du programme

La figure III.38 représente le démarrage des tapis ME1-M1 et ME2-M1 dès la présence du produit détecté par les deux cellules ( ME1-B50 et ME2-B50 ).

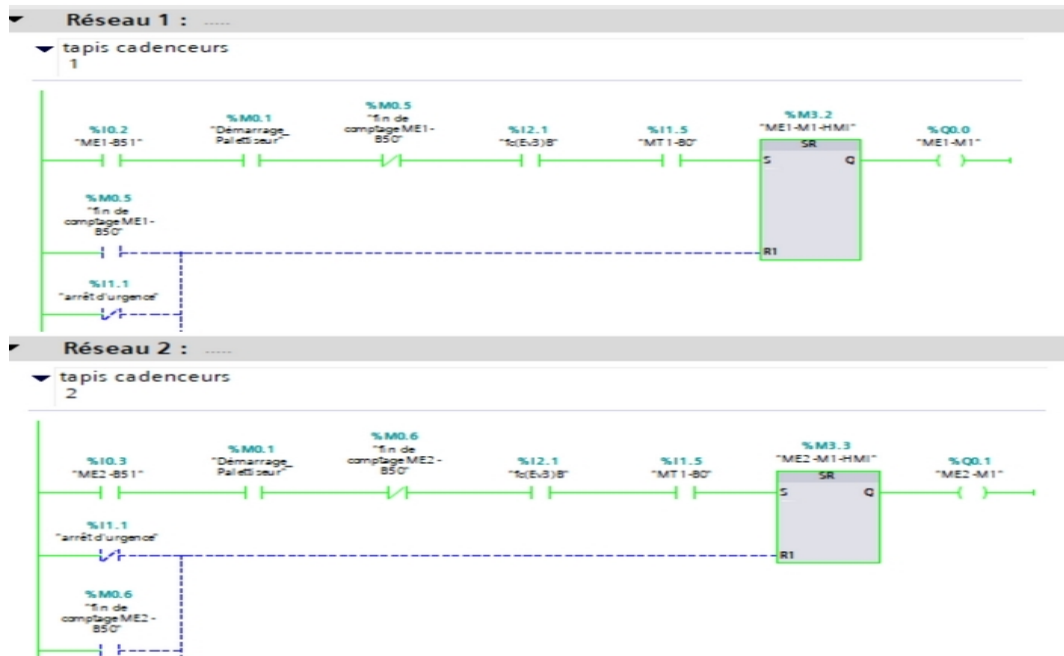


FIGURE III.38 – Demarrage des Tapis Convoyeur.

La figure III.39 représente le comptage du produit sur les deux tapis .

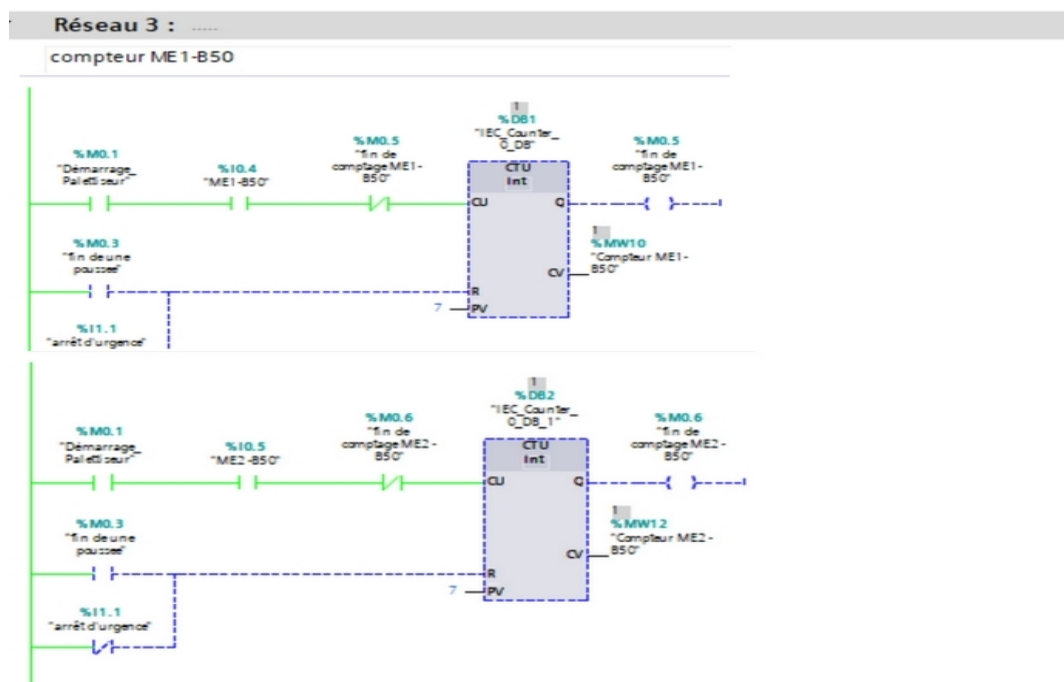


FIGURE III.39 – Comptage du produit.

La figure III.40 représente le démarrage du convoyeur à rouleaux après la détection du produit par les cellules MCR1-B1 et MCR2-B1 .

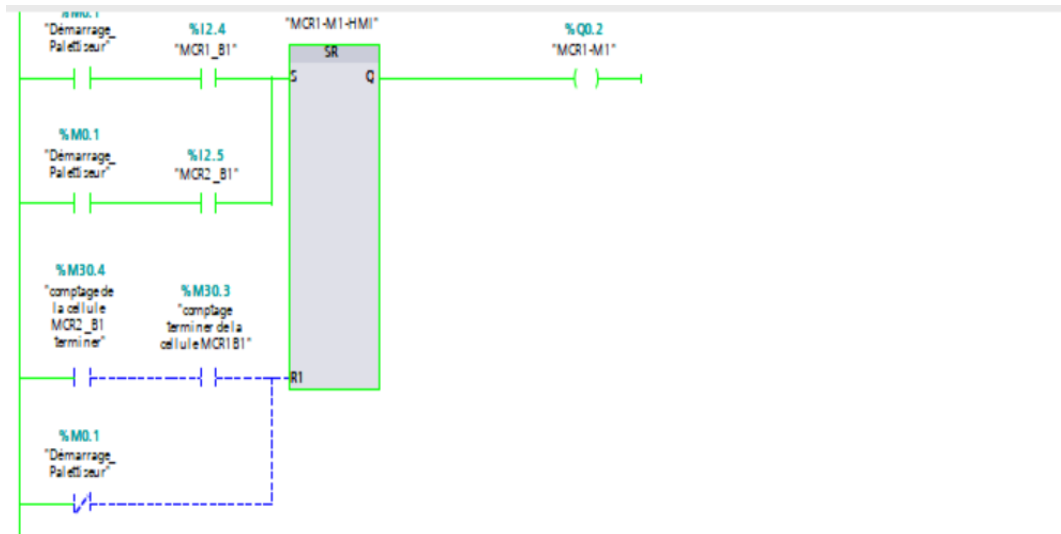


FIGURE III.40 – Démarrage du convoyeur à rouleaux.

La figure III.41 représente le comptage de 3 fardeaux par les cellules MCR1-B1 et MCR2-B1 .

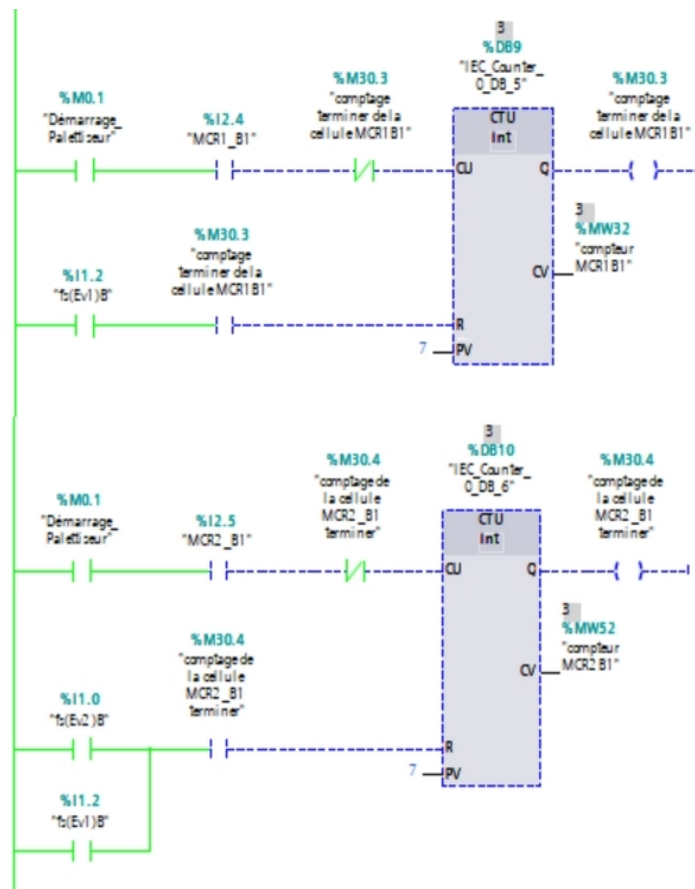


FIGURE III.41 – Comptage de 3 fardeaux.

La figure III.42 représente la sortie des deux buttées après la détection de 3 fardeaux par les cellules MCR1-B1 et MCR2-B1 .

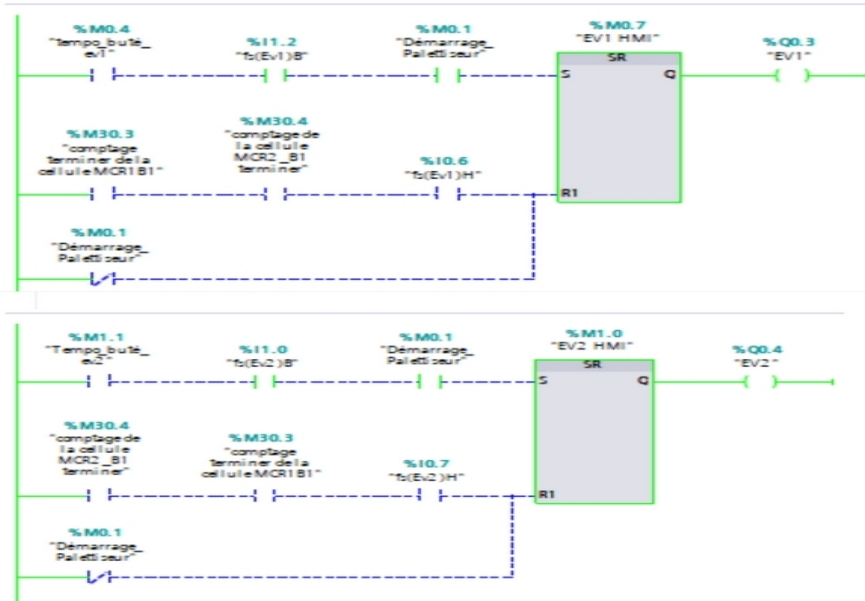


FIGURE III.42 – sortie des buttées.

La figure III.43 représente la fin de comptage des deux cellules ME1-B50 et ME1-B50 ce entraine l'arrêt des deux tapis convoyeurs .

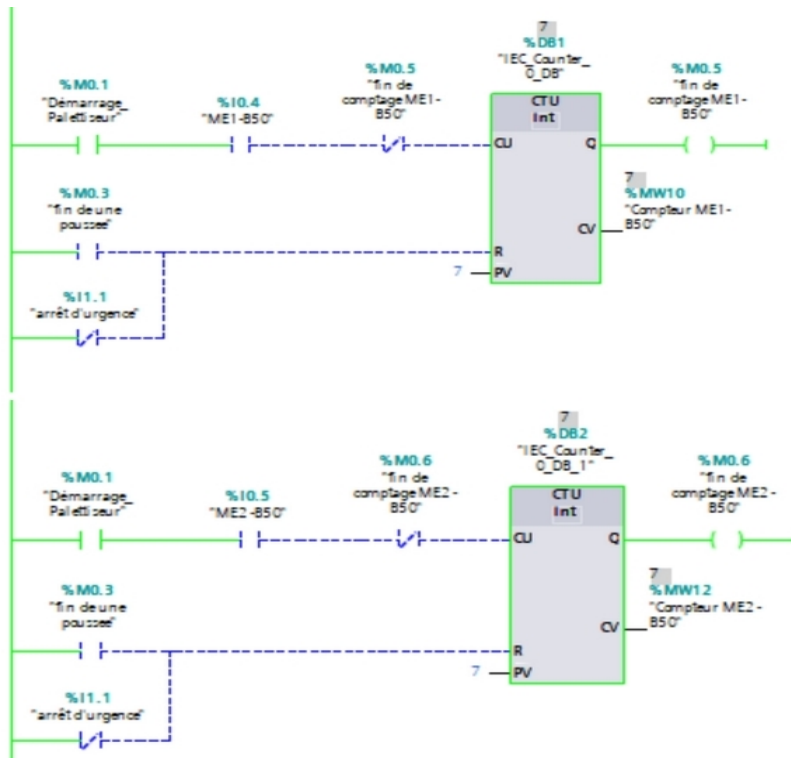


FIGURE III.43 – Fin de comptage.

La figure III.44 représente le démarrage du pousoir lignes après la désactivation des

deux butées et l'activation de capteur d'alignement MCR1-B50.

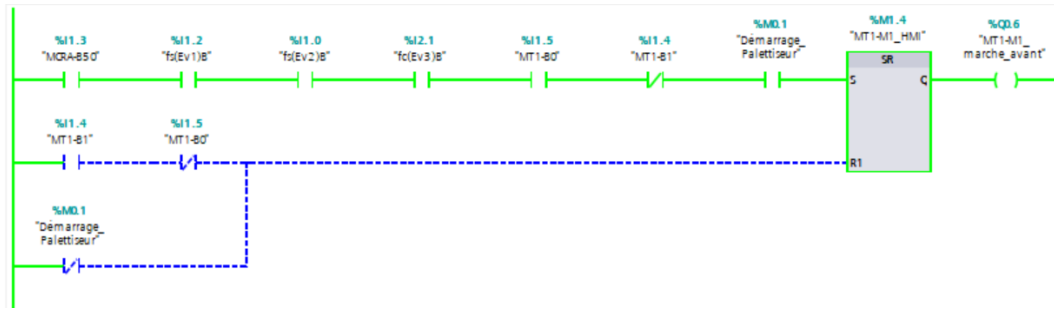


FIGURE III.44 – Marche avant poussoir lignes.

La figure III.45 représente la rentrée du verrin après l'atteinte du fin de course ( MT1-B1 ).

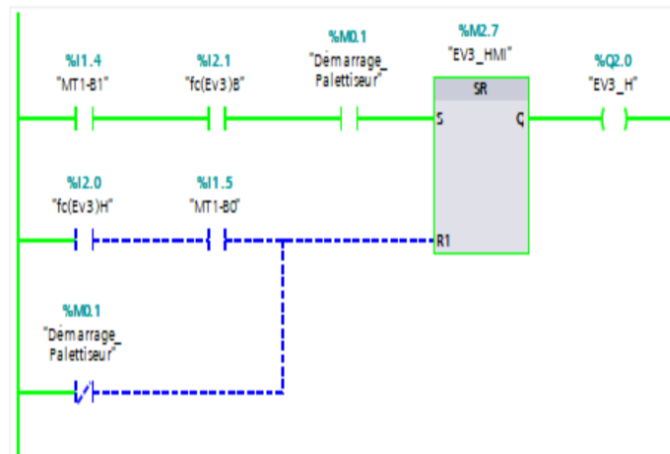


FIGURE III.45 – Rentrée du verrins.

La figure III.46 représente le retour du poussoir ligne a sa position initiale en faisant un marche arrière .

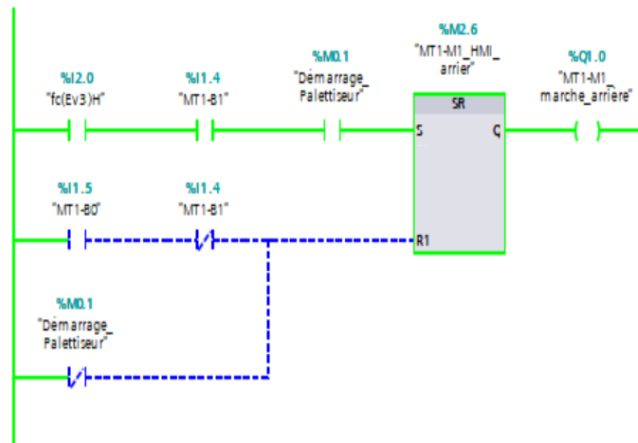


FIGURE III.46 – Marche arrière poussoir lignes.

Ensuite le Poussoir Couche rentre en action après deux poussées par le poussoir lignes, comme illustrée dans la figure III.47.

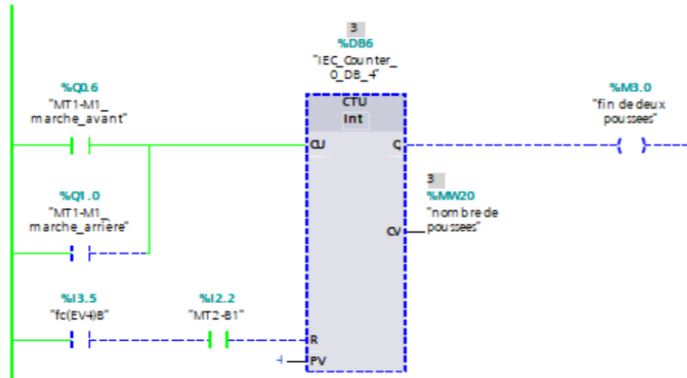


FIGURE III.47 – Comptage de poussées.

Démarrage du poussoir couches en faisant un marche arrière, comme illustrée dans la figure III.48.

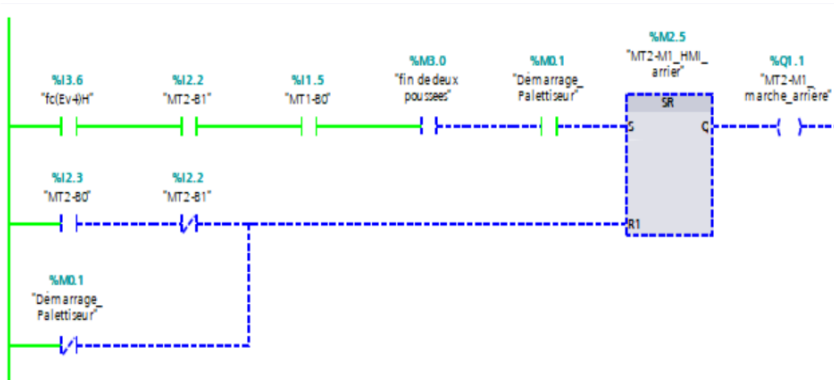


FIGURE III.48 – Marche arrière poussoir couche.

La figure III.49 représente la sortie du verrin après l'atteinte du fin de course ( MT2-B0 ).

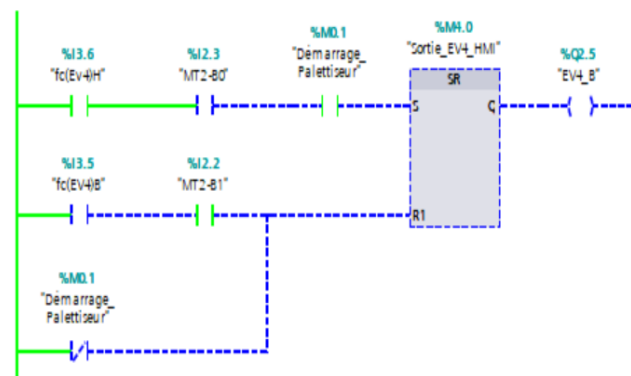


FIGURE III.49 – Sortie du verrins.

La figure III.50 représente le retour du poussoir ligne à sa position initiale en faisant une marche avant .

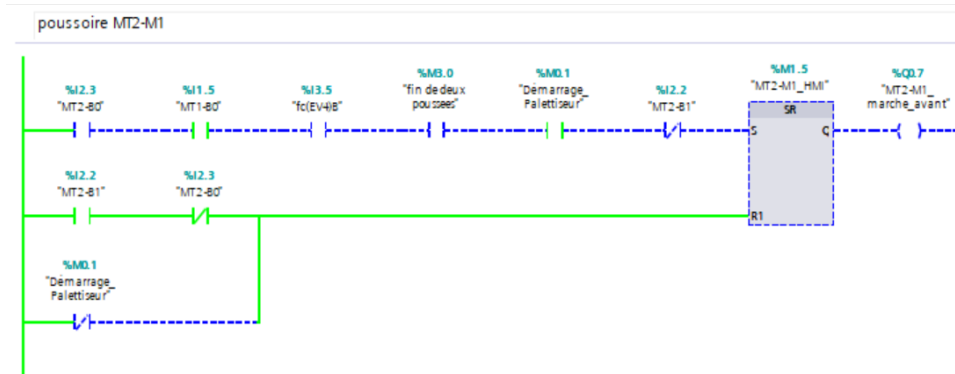


FIGURE III.50 – Marche avant poussoir couche.

La figure III.51 représente le montée de la table.

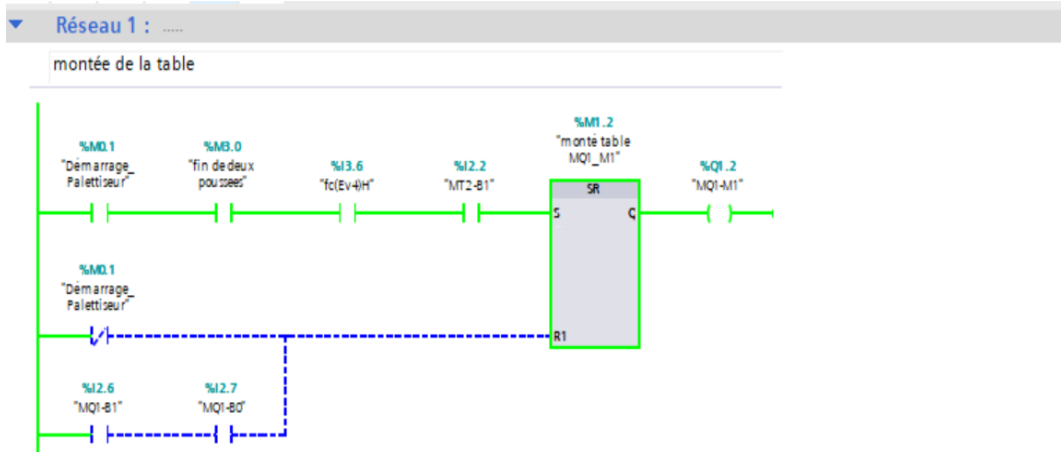


FIGURE III.51 – Montée de la table.

Après cette montée la table avance, comme illustrée dans la figure III.52.

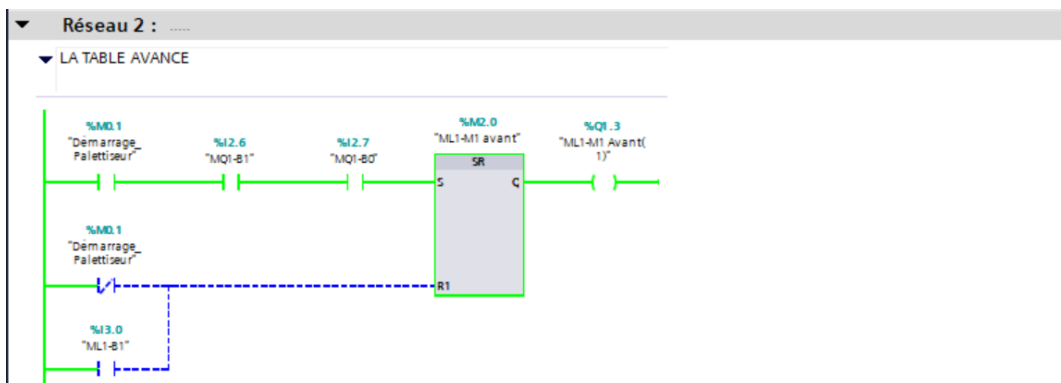


FIGURE III.52 – Fermeture de la table.

La figure III.53 représente le transfert avec barre .

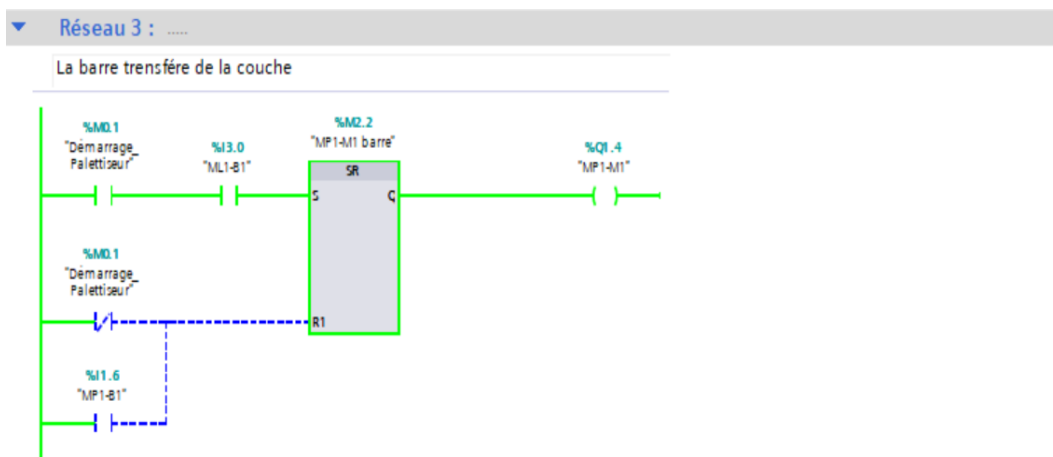


FIGURE III.53 – Transfert avec barre.

La figure III.54 représente la sortie des verrin de serrage .

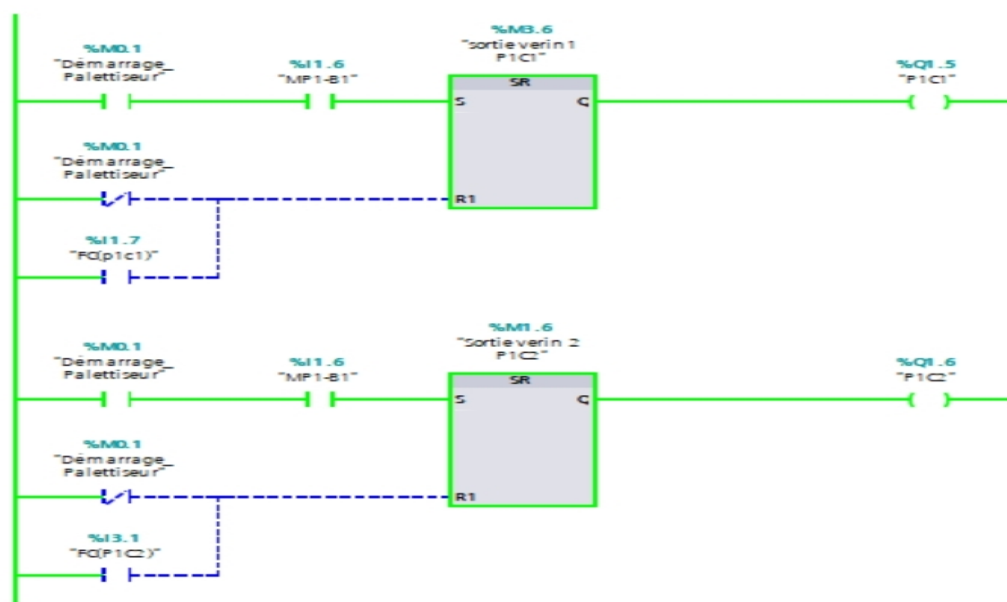


FIGURE III.54 – Serrage avec verrin.

Le moteur de la table fait une marche arrière pour que la table s'ouvre, comme illustrée dans la figure III.55.

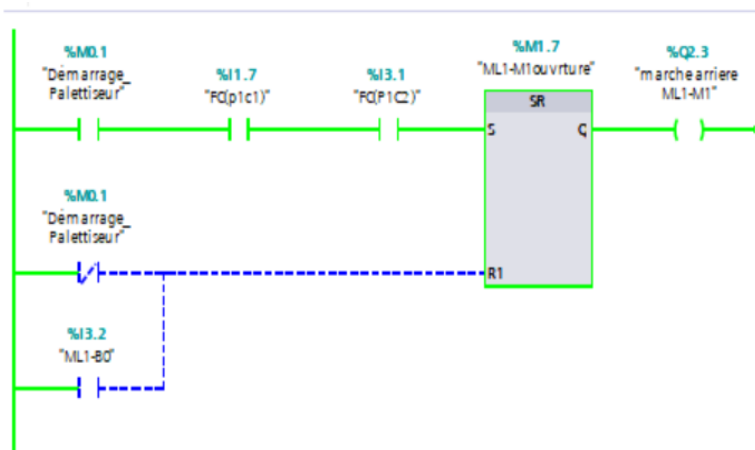


FIGURE III.55 – Ouverture de la Table.

La figure III.56 représente la rentrée des verin de serrage .

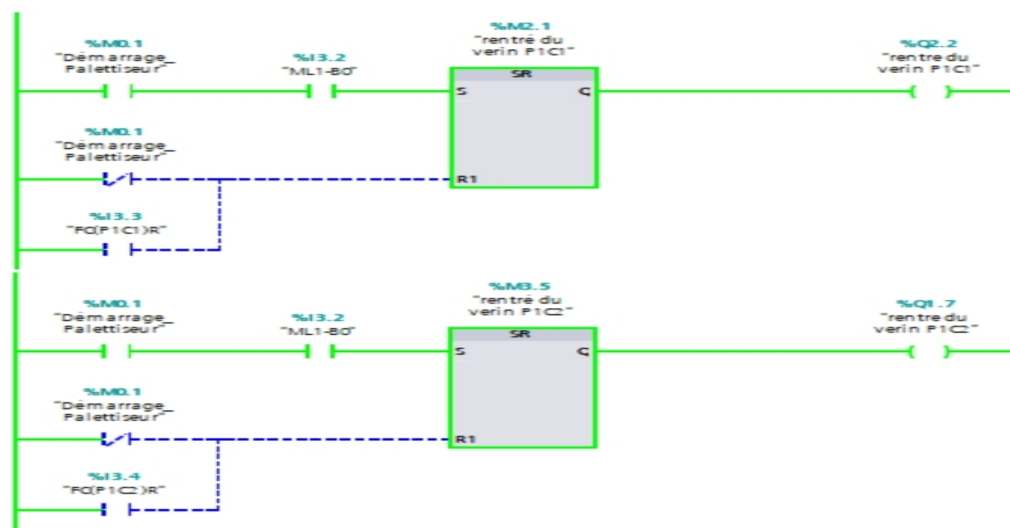


FIGURE III.56 – rentrée avec verin.

La figure III.57 représente le démarrage du convoyeur magasin.

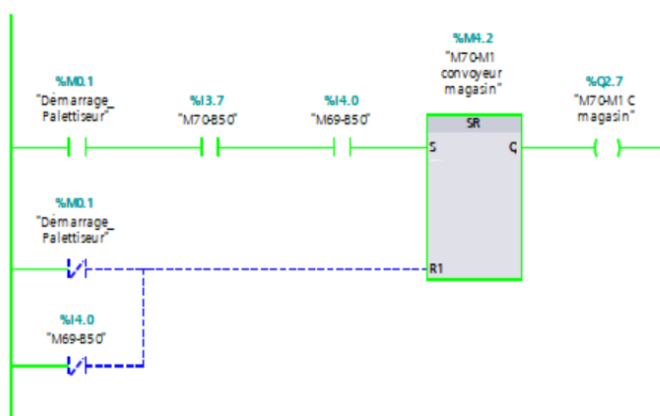


FIGURE III.57 – Convoyeur Magasin.

La figure III.58 représente la Fermeture de fourche de l'ascenseur palette.

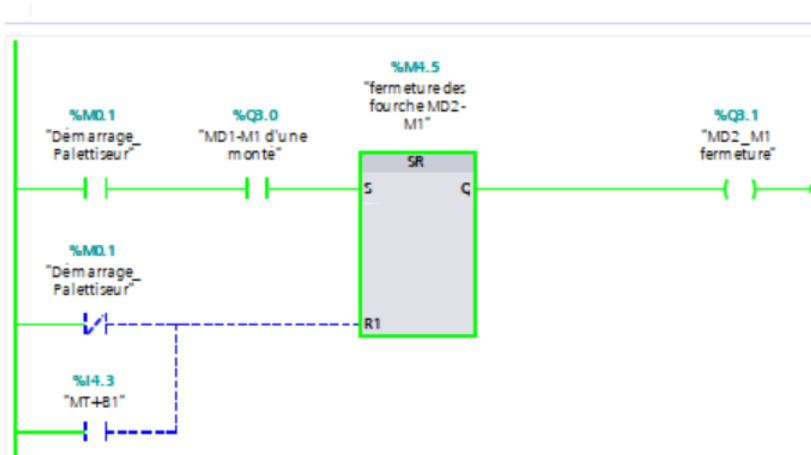


FIGURE III.58 – Fermeture de fourche.

La figure III.59 représente le compteur d'impulsion de l'ascenseur palette.

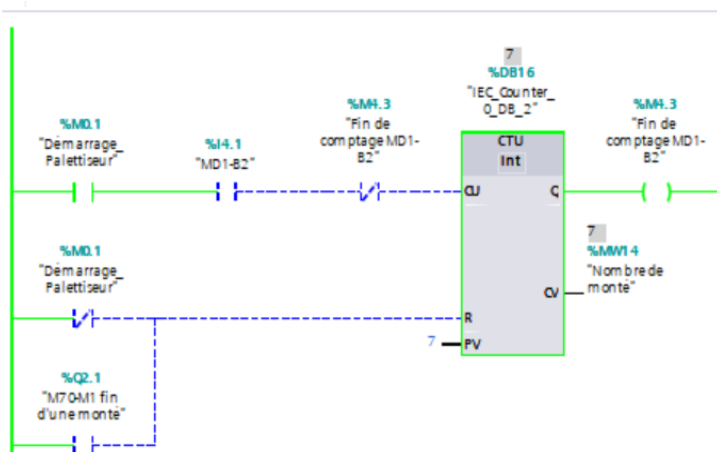


FIGURE III.59 – Compteur d'impulsion.

La figure III.60 représente la montée de l'ascenseur palette.

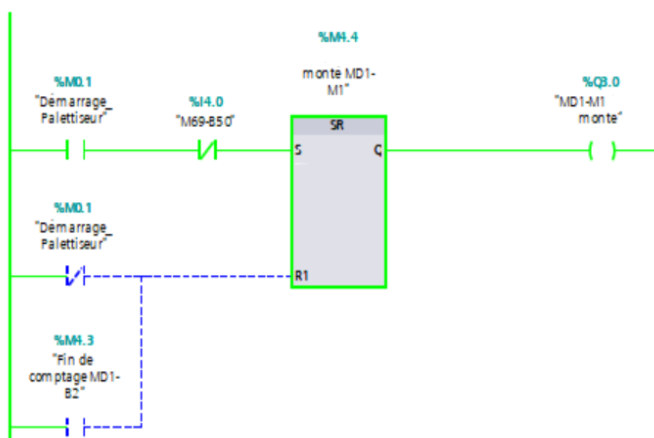


FIGURE III.60 – Levage Pile palettes.

Demarrage moteur convoyeur ascenseur, comme illustré dans la figure III.61.

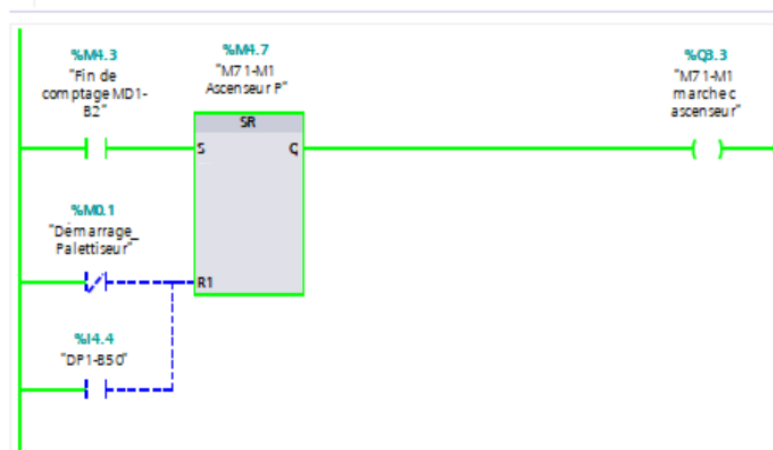


FIGURE III.61 – Moteur convoyeur ascenseur.

La figure III.62 représente la sortie de la butée.

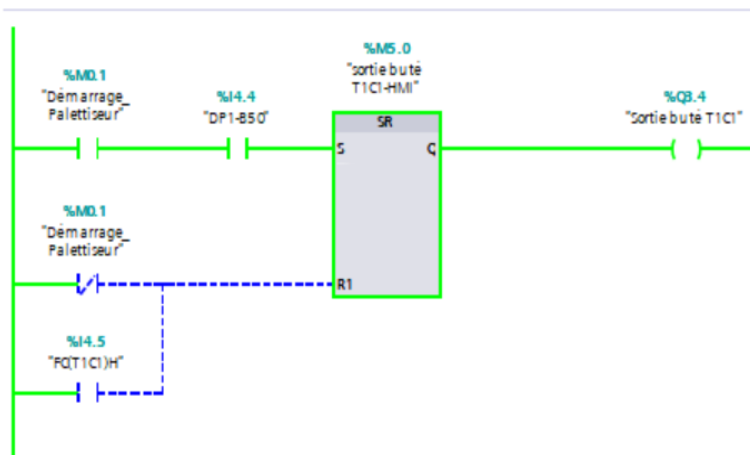


FIGURE III.62 – Sotie de la butée.

Descente du Bras scara lors de la presence d'intercalaire ( voir la figure III.63 ).

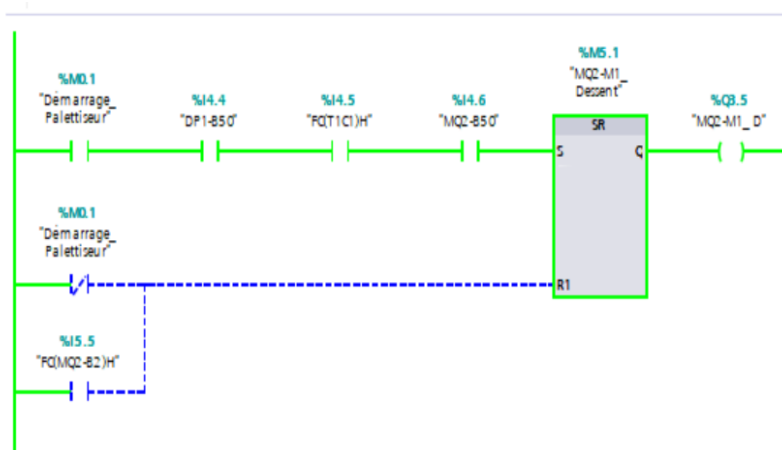


FIGURE III.63 – Descente du Bras scara.

La figure III.64 représente l'aspiration d'intercalaire par le ventouse pneumatique.

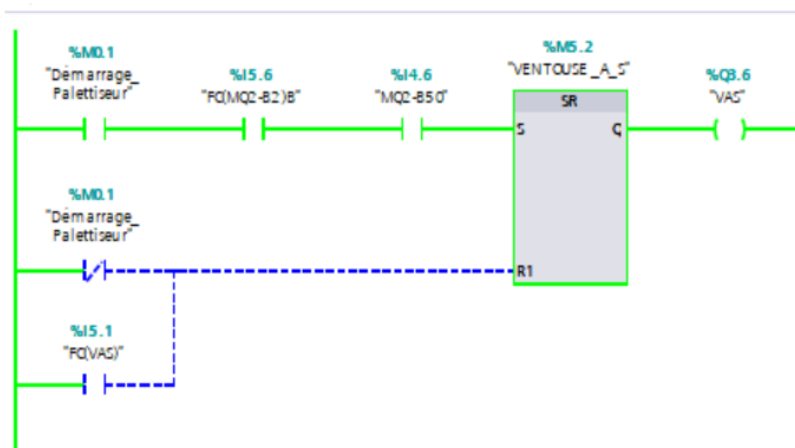


FIGURE III.64 – Aspiration d'intercalaire.

Montée du Bras scara avec intercalaire ( voir la figure III.65 ).

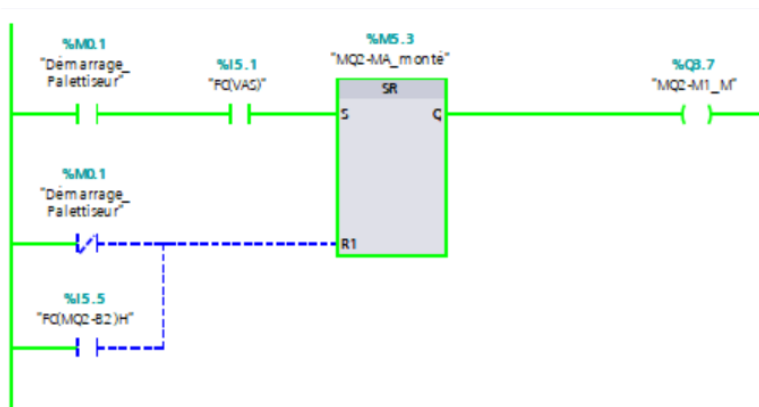


FIGURE III.65 – Montée du Bras scara.

La figure III.70 représente la translation horizontale vers la droite effectué par le moteur MT3-M1.

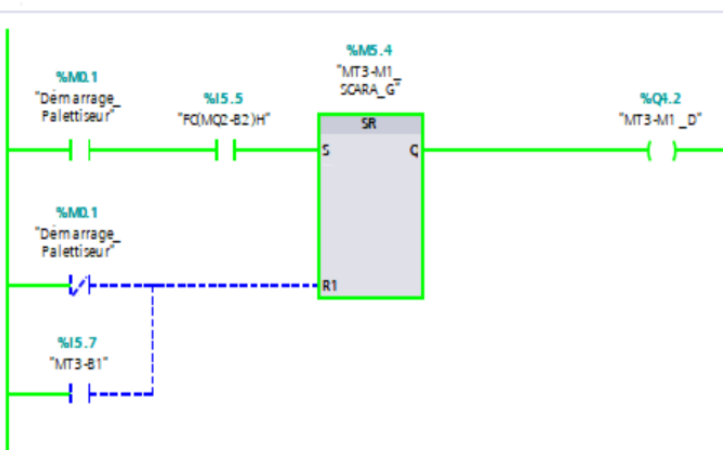


FIGURE III.66 – Translation horizontale " A Droite".

La figure III.67 représente la descente du scara et le depot d'intercalaire sur la palette.

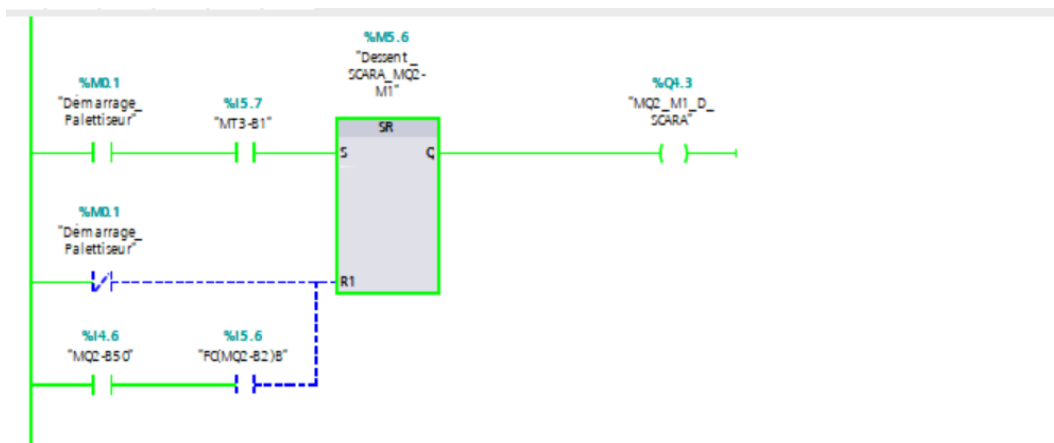


FIGURE III.67 – Descente du scara.

La figure III.68 représente la fin d'aspiration.

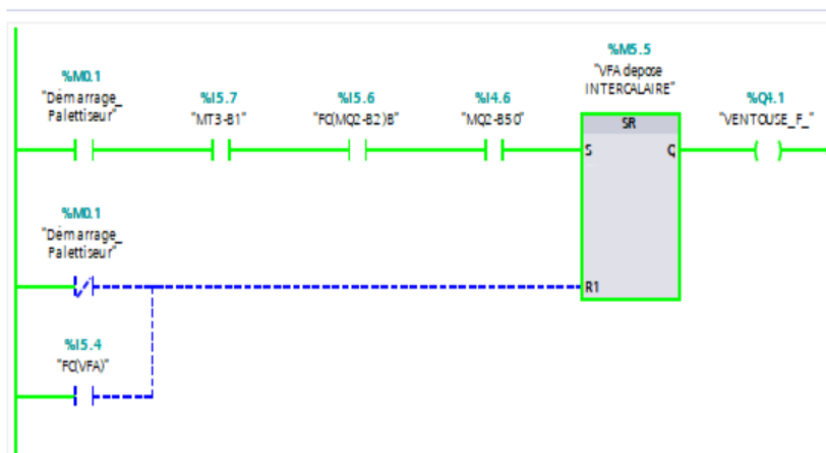


FIGURE III.68 – Fin d'aspiration.

Montée du Bras scara apres depot intercalaire ( voir la figure III.69 ).

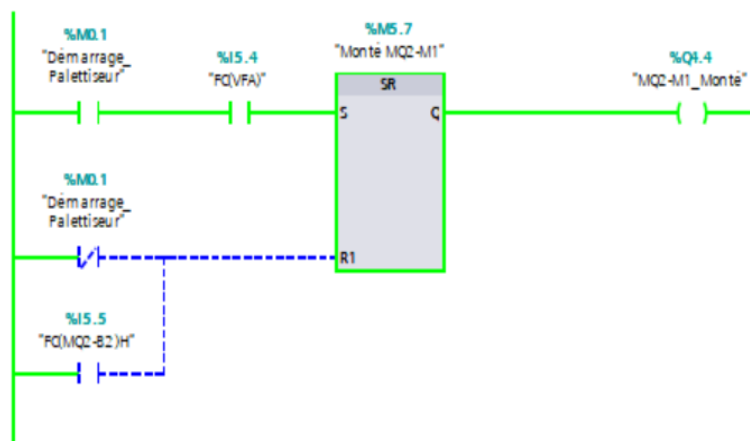


FIGURE III.69 – Montée du Bras scara.

La figure III.70 représente la translation horizontale vers la gauche et le scara retourne a sa position initiale.

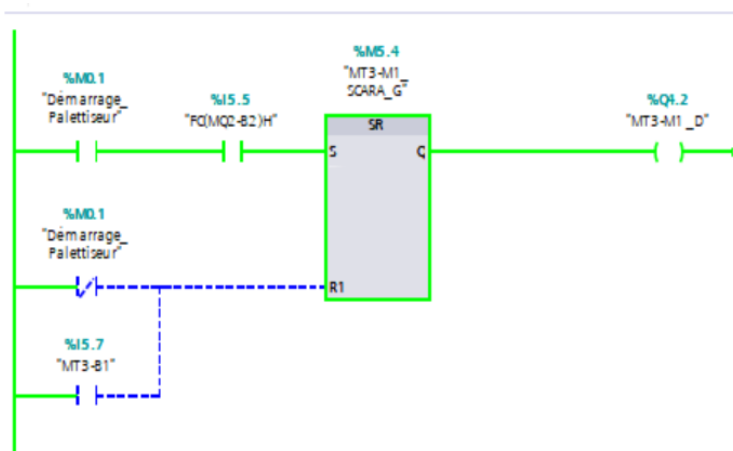


FIGURE III.70 – Translation horizontal " A Gauche".

## III.8 Conclusion

En conclusion, l'automate programmable est un élément essentiel dans les systèmes de contrôle industriels modernes. Parmi les différents modèles disponibles, le Siemens S7-1200 se distingue par ses performances, sa flexibilité et sa facilité d'utilisation. Grâce au langage de programmation GRAFCET et à l'environnement de programmation TIA Portal et aux outils de simulation comme PLC Sim, il est possible de développer, tester et optimiser des programmes automates de manière efficace. L'ajout de la table Sim dans PLC Sim permet une visualisation dynamique des données, facilitant la compréhension et la mise en œuvre des simulations.

# Bibliographie

- [1] Soumatia, M.H., Facult, Tiourguiouine, A. (2019). Réalisation d'une armoire à variateur de vitesse commandé par automate programmable.
- [2] Matière : Architecture des Systèmes Automatisés Chapitre 1 Les systèmes automatisés et leur structure. (2019).
- [3] Telidji, A., Facult, L., Hadjaissa, A. (2019). Automates Programmables Industriels Description et programmation.
- [4] <https://www.techno-science.net/definition/6694.html>, Consulté le 21/06/2024.
- [5] el Hammoumi, K. (2020). Chapitre Iv : Les Automates Programmables Industriels. École Supérieure de Technologie, Fès, 37–53.
- [6] Telidji, A., Facult, L., Hadjaissa, A. (2019). Automates Programmables Industriels Description et programmation. Thème Etude et automatisation d'une ligne. (n.d.).
- [7] S7-1200-system-manual-FR-fr-FR-FR.pdf. Consulté le 21/06/2024.
- [8] Mammeri, M., Facult, T. O. (n.d.). Cours 10 Le GRAFCET.31.
- [9] S-, S., Portal, T. I. A., Tp, C. (n.d.). STS Maintenance des Systèmes de Production Programmation de l'API SIMATIC S7-1200 avec TIA Portal VX S7.3 Programmation des systèmes de traitement. 1–46.

# Conclusion Générale

Notre projet fin d'étude, réalisé au sein de l'unité de production d'eau minérale **Lalla Khedidja** située dans la région d'Agouni-Gueghrane, avait pour but d'étudier et de proposer une amélioration pour l'automate d'un palettiseur qui joue un rôle très important dans la chaîne de production.

la transition de l'automate modèle S7-300 au modèle S7-1200 de SIEMENS nous offrent une grande flexibilité et une meilleure gestion des données ,ce qui permet de réduire les couts et d'améliorer les performances. L'utilisation de l'outil TIA PORTAL version 16 qui est le dernier logiciel d'ingénierie développé par SEIMENS,nous permet de tester et de simuler les systèmes avant la mise en ouvre réelle.

Ce projet nous a offert l'opportunité de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises au cours de nos études .Il nous a permis d'acquérir un savoir-faire pratiquer et de bénéficier de l'expérience des professionnels du domaine .De plus , nous avons appris les différentes étapes nécessaires à l'élaboration de projets d'automatisation. En somme cette expérience a été extrêmement enrichissante, nous offrant un aperçu précieux des défis et des satisfactions liés à la réalisation de projets industriels.

Espérant aussi que ce modeste travail servira de base de départ pour notre vie professionnelle et sera bénéfique aux promotions à venir.