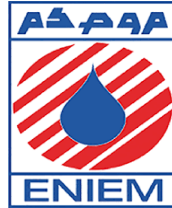


République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE**

**Département Electronique**

**Mémoire de Fin d'Etudes**

**MASTER**

Domaine : **Sciences et technologie**

Filière : **Electronique**

Spécialité : **Instrumentation**

**Migration d'un automate S5 vers S7-300 d'une  
machine d'emballage.**

Encadrée Par :

M<sup>r</sup> Boudjelil Kamel.

Présentée Par :

Slimani Ouzna.

Amir Amel.

Promoteur :

M<sup>m</sup> Ait Abdelmalek Ghania.

Promotion : 2023 /2024.

## **Remerciement**

Nous remercions avant tout le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté qui nous ont été utile tout au long de notre parcours.

Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont rendu possible ce travail, notre promotrice, Mme AIT ABDELMALEK pour le temps qu'elle nous a consacré, ses orientations et encouragement et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Notre sincère gratitude va aussi à notre encadrant à l'entreprise Mr Boudjelil sans oublier tous les personnes de la maintenance à l'unité Froid au sein de l'entreprise ENIEM pour leurs entières disponibilités, leurs aides et les moyens qu'ils ont mis à notre disposition.

Nous tenons à remercier Mr Khelfan et Mme Boulifa, qui nous a aidé toute au long de notre projet.

Ensuite, Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre projet. Nous leurs présentons nos respects et nos plus sincères salutation.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire. Sans oubliés nos profonds respects et chaleureux remerciements à nos très chères familles.

## **Dédicace**

À mes chers parents, vos sacrifices et vos prières ont été ma force durant mes études. Votre amour et votre soutien inconditionnel ont été mes plus grands cadeaux. Chaque jour, je suis reconnaissant pour votre présence et votre dévouement. Je vous aime infiniment que dieu vous garde pour moi.

À mes sœurs bien-aimées et à leurs époux, votre soutien et votre encouragement ont été des piliers indispensables dans ma vie.

À mes chers frères et belles-sœurs, je vous adresse ma profonde gratitude pour votre présence à mes côtés.

À mes merveilleux petits neveux et nièces, chaque instant passé avec vous est un trésor inestimable dans mon cœur.

Je suis reconnaissant envers mon binôme Ouzna pour sa compréhension, sa gentillesse et son engagement sans faille dans ce projet.

Je te remercie, ma chère copine, pour ta compagnie et ton soutien.

Je vous remercie infiniment pour votre constante présence à mes côtés.

**Amel.**

## **Dédicace**

Je dédie ce modeste travaille à mes très chers parents pour leur aide et leur soutiens tout au long de  
Mes études, et qui ont fait pour moi ce que je suis aujourd'hui et j'espère qu'un jour je serai  
Capable de leur donner au moins le minimum.

A ma très chère sœur : Rachida qui j'aime trop.

A mon chère angle : Madjid.

A mes grands-mères, A toute ma famille paternelle et maternelle.

A ma chère tante : Farodja.

A tous mes amis.

A mon binôme Amel et sa famille.

**OUZNA.**

# SOMMAIRE

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

## Chapitre I : Etat de l'art

I. Introduction .....	2
II. Présentation de l'entreprise .....	2
III. Contexte de la migration .....	4
III.1 Besoin de modernisation des systèmes d'automatisation .....	4
III.2 Importance de la migration pour améliorer l'efficacité et la fiabilité .....	5
III.3 Objectifs de la migration .....	5
III.3.1 Amélioration des performances de la machine d'emballage .....	5
III.3.2 Réduction des coûts de maintenance et de réparation .....	5
III.3.3 Adaptation aux normes et aux technologies modernes Conclusion .....	5
IV. Conclusion.....	6

## Chapitre II : Description de la machine d'emballage

I. Introduction .....	7
II. Description de la chaîne d'emballage.....	7
II.1 Description de la machine (Rubaneuse) .....	7
II.2 Cahier des charges .....	7
II.3 Description de différentes parties de la machine .....	11
II.3.1 Partie électrique .....	11
II.3.2 Partie pneumatique .....	20
II.3.3 Partie mécanique .....	21
II.4 Transporteurs de produits .....	22
II.5 Table d'orientation A.....	23
III. Rôle de l'automate programmable dans la machine d'emballage .....	24
IV. Conclusion .....	25

## SOMMAIRE

### Chapitre III: Généralité sur les automates programmables industriels

I. Introduction .....	26
II. Définition d'un automate programmable industriel (API) .....	26
II.1 Principales de fonction des API .....	26
II.2 Architecture des automates programmables .....	27
II.3 Nature des données traitées par l'API.....	30
II.4 Critères de choix d'un automate .....	30
III. Présentation de l'automate S7-300 .....	31
III.1 Caractéristiques de l'automate S7-300 .....	32
III.2 Constitutions de l'automate S7-300 .....	32
IV. Généralité sur le GRAFCET .....	35
IV.1 Cahiers des charges .....	35
IV.2 Définition du GRAFCET .....	35
IV.3 Les éléments de base d'un GRAFCET .....	36
IV.4 Niveau d'un GRAFCET .....	36
IV.5 Structures de base d'un GRAFCET .....	36
IV.6 Les règle d'évolution d'un GRAFCET .....	39
IV.7 Mise en équation d'un GRAFCET .....	40
V. Evolution des API : de S5 vers S7 .....	40
VI. Avantages de l'utilisation d'API modernes S7 par rapport aux anciennes générations S5 ..	40
V.II Conclusion .....	56

### Chapitre IV : Commande et supervision

I. Introduction .....	57
II. Présentation de step7.....	57
II.1 Les applications de base de STEP7 .....	57
II.2 Langage de programmation .....	57
II.3 Création d'un projet avec step7.....	58
II.3.1 Configuration du matériel.....	61
II.4 Structure de programme utilisateur .....	62
III. Simulation avec PLCSIM .....	63

# SOMMAIRE

III.1 Présentation de S7-PLCSIM .....	63
III.2 Mise en route de logiciel S7-PLCSIM .....	63
III.2.1 Visualisation de l'état de programme .....	64
III.2.3 Simulation de programme par logiciel S7-PLCSIM .....	65
IV. Supervision.....	68
IV.1 Constitution d'un système de supervision .....	68
IV.2 Présentation de WinCC Flexible 2008 .....	69
IV.2.1 Les caractéristiques de logiciel WinCC flexible 2008.....	69
IV.2.2 Le système runtime WinCC.....	69
IV.2.3 Intégration de projet WinCC flexible dans Step7 .....	70
V. Tableau récapitulatif des équations des étapes.....	72
VI. Tableau récapitulatif des équations des actions .....	73
VII. Conclusion .....	74
Conclusion générale .....	75

## Liste des figures

### Chapitre I

Figure 1. Entreprise ENIEM.

### Chapitre II

Figure 2. La rubaneuse N2 et ces tapis.

Figure 3. L'armoire électrique (a) : vue externe (b) armoire électrique de la rubaneuse N°2.

Figure 4. Disjoncteur différentiel et son symbole électrique.

Figure 5. Transformateur et son symbole électrique.

Figure 6. Contacteur et son symbole électrique.

Figure 7. Relais thermique et son symbole électrique.

Figure 8. Relais temporisé.

Figure 9. Relais de commande et son symbole électrique.

Figure 10. Fusible et son symbole électrique.

Figure 11. Résistance chauffante.

Figure 12. Carte électronique.

Figure 13. Pont de diode.

Figure 14. Filtre.

Figure 15. Capteur.

Figure 16. Capteur photoélectrique.

Figure 17. Solénoïde.

Figure 18. Vérin double effet et son symbole électrique.

Figure 19. Distributeur 5/2 monostable et son symbole électrique.

Figure 20. Symbole d'un moteur asynchrone triphasé.

Figure 21. Circuit de puissance et de commande d'un moteur asynchrone.

Figure 22. Arbre à came.

Figure 23. Transporteur de produits.

Figure 24. Table d'orientation A.

### **Chapitre III**

Figure 25. Automate programmable S5.

Figure 26. Automate compact.

Figure 27. Automate modulaire.

Figure 28. Architecture interne d'un API.

Figure 29. Présentation de l'automate S7-300.

Figure 30. Etape initiale.

Figure 31. Exemple des actions.

Figure 32. Exemple d'une action temporisée.

Figure 33. Exemple d'une action maintenue.

Figure 34. Exemple d'une transition.

Figure 35. Exemple des liaisons orientées.

Figure 36. Séquence unique.

Figure 37. Séquence simultanée.

Figure 38. sélection de séquence.

Figure 39. Saut d'étape.

Figure 40. Reprise d'étape.

Figure 41. Equation d'activation de l'étape de rang n.

### **Chapitre IV**

Figure 42. Démarche de programmation avec STEP7.

Figure 43. Fenêtre assistant de STEP 7.

Figure 44. Choix de la CPU et l'adresse MPI.

Figure 45. Choix de bloc et langage de programmation.

Figure 46. Fenêtre de travail.

Figure 47. Configuration matérielle.

Figure 48. Table mnémonique.

Figure 49. Fenêtre de PLCSIM.

Figure 50. Démarrage de moteur 6 et sortie de vérin A.

Figure 51. Démarrage de moteur3S2.

Figure 52 .Signalisation des lampes d'arrêt d'urgence et marche auto.

Figure 53. Simulation de Bloc FC1.

Figure 54 .Simulation de Bloc FC2.

Figure 55. Simulation de Bloc FC3.

Figure 57. Vue de la chaine d'emballage.

Figure 56. Vue des Lampes de signalisation.

## **Liste des tableaux**

Tableau 1. Produits fabriqués par l'ENIEM.

Tableau 2. Récapitulatif des différents éléments utilisés.

Tableau 3. Récapitulatif des équations des étapes et des actions.

Tableau 4. Récapitulatif des équations des actions.

## Liste des abréviations

**ENIEM** : Entreprise Nationale des Industries et de l'Electroménager.

**API** : Automate Programmable Industriel.    **Wincc** : Windows Controller Machine

**MPI** : Interface Multi Point.

**CPU** : Unité de Traitement.

**PS** : Module d'alimentation.

**MC**: Module de Coupleur.

**MF** : Module de Fonctions.

**CP** : Module de Communication.

**SM** : Modules des signaux.

**IM** : Modules de coupleurs.

**PG/PC** : Console de Programmation.

**RAM** : Random Access Memory.

**ROM** : Read Only Memory.

**PROM** : Programable Read Only Memory.

**EPROM** : Erasable Programable Read Only Memory.

**EEPROM** : Electrical Erasable Programable Read Only Memory.

**TOR** : Tous ou Rien.

**PROFIBUS** : Process Field Bus (Bus de terrain propriétaire)

**LD** : Langage Ladder.

**IL** : Liste d'instruction.

**ST** : Texte structuré.

**FBD**: Boites fonctionnelles.

**SFC** : Saquential function chant.

**E/S** : Interface d'entrée/sortie

**CC** : Courant Continue.

**AC** : Courant Alternative.

**INTRODUCTION**  
**GENERALE**

## Introduction générale

À la fin des années 1960 et au début des années 1970, aux États-Unis, les premiers automates programmables ont été fabriqués dans le but d'automatiser les chaînes de production et d'obtenir des systèmes plus flexibles et efficaces. De nos jours, les automates programmables représentent une part importante des équipements informatiques industriels en raison de leur faible coût, de leur flexibilité et de leur facilité de modification par les opérateurs.

Ces dispositifs sont essentiels dans les machines industrielles et font partie intégrante des boucles de régulation. Leur principale tâche consiste à recueillir des informations à partir des capteurs, à les traiter et à donner des ordres aux actionneurs pour réaliser des actions précises. Ils permettent ainsi d'optimiser les processus de production et d'assurer un fonctionnement fiable et sécurisé des équipements. Dans le monde de l'industrie, les préoccupations ne se limitent pas à la qualité et à la rapidité des marchandises produites. D'autres critères importants incluent l'amélioration des conditions de travail, une sécurité accrue pour les opérateurs et une meilleure efficacité énergétique. Les automates programmables jouent un rôle clé dans la réalisation de ces objectifs en permettant une automatisation sophistiquée et adaptable.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons effectué un stage pratique au sein de l'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM), plus précisément au niveau de l'unité Froid, sur la machine Rubaneuse (NO-2) utilisée pour emballer des réfrigérateurs de différentes formes. Notre travail a consisté à développer une solution pour remplacer l'automate programmable industriel S5 de type TOSHIBA (PGM 25 45) par un automate S7-300 de type Siemens.

Ce projet de migration de l'automate S5 vers S7 présente plusieurs opportunités. Il s'agit non seulement de moderniser le système de contrôle pour améliorer la performance et la fiabilité de la machine, mais aussi d'assurer une meilleure intégration avec les technologies actuelles et futures.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres principaux. Le premier chapitre présente l'état de l'art, incluant une analyse des technologies utilisées par l'entreprise ENIEM et une revue historique des automates programmables. Le deuxième chapitre est consacré à la description technique de la machine Rubaneuse, en détaillant son fonctionnement, ses composants principaux, ainsi que ses procédés et performances. Le troisième chapitre aborde les généralités sur les automates programmables industriels, en présentant notamment les automates S5 et S7, leurs principes de fonctionnement et les langages de programmation utilisés. Le dernier chapitre traite de la programmation et de la supervision, couvrant le développement et l'implémentation de la solution de migration, la programmation de l'automate S7-300, ainsi que la supervision et l'optimisation du nouveau système. Enfin, nous concluons par une synthèse des principaux résultats obtenus et proposerons des perspectives pour de futures améliorations.

# **CHAPITRE I**

## **Etat de l'art**

## I. Introduction

En informatique, la migration désigne le processus de transition d'un état existant d'un système d'information ou d'une application vers un objectif défini dans le cadre d'un projet ou d'un programme. La migration de données est généralement entreprise pour parvenir à un traitement automatisé. Elle est nécessaire lorsque des entreprises industrielles procèdent à des changements de systèmes informatiques ou à leur mise à niveau. On distingue plusieurs types de migration : transfert, normalisation, migration de données et migration de système.

## II. Présentation de l'entreprise

L'Entreprise Nationale des Industries et de l'Électroménager (ENIEM) est une entreprise publique économique de droit algérien constituée le 2 janvier 1983, mais dont l'existence remonte à 1974 sous la tutelle de l'entreprise SONELEC. Son siège social est situé dans la wilaya de TIZI-OUZOU, à proximité de la gare routière, au sein de la zone industrielle AISSAT IDIR d'OUED AISSI[25]. L'ENIEM s'est organisée autour d'un centre d'activités stratégiques composé de trois unités de production, d'une unité commerciale et d'une unité de prestations techniques, ainsi que de deux filiales dont le capital est détenu à 100% par l'ENIEM.



Figure 1. Entreprise ENIEM [26].

### II.1 Unité froid

Cette unité possède des bâtiments industriels, de stockage et des moyens de soutien adapté à son exploitation. Selon le tableau 1, Elle est composée de trios (03) lignes de production.

- Une ligne de réfrigérateurs Table Top.
- Une ligne de réfrigérateurs grands modèles.
- Une ligne congélateurs bahut et réfrigérateurs de 520 litres.

## **II.2 Unité cuisson**

Cette unité est équipée de moyens de production répartis en quatre ateliers :

- Un atelier mécanique dédié à la fabrication de composants d'alimentation en gaz, de grilles de cuisinières et de pièces de tôle.
- Un atelier de traitement de revêtement de surface.
- Un atelier d'assemblage.
- Un laboratoire d'essais.

## **II.3 Unité climatisation**

Cette unité est équipée de moyens de production répartis en quatre ateliers :

- Un atelier de peinture par électrostatique.
- Un atelier de montage final avec deux chaînes d'assemblage de climatiseur :
- Une chaîne d'assemblage de chauffe-eau/bain et des équipements pour la fabrication de pièces en tôle.
- Un atelier de montage de centrales autonomes de climatisation.
- Un atelier de montage de radiateurs à gaz.

## **II.4 Unité commerciale**

Ses activités sont :

- La distribution et l'exploration des produits ENIEM
- 05 dépôts de vente ENIEM à Biskra et à Ain-Defla (ouest), Tizi-Ouzou, Hamiz (centre) et Annaba (est).
- La vente et le service après-vente (à travers ses moyens propre et un réseau d'agents agréés), plus de 2000 agents à travers le territoire national.

## **II.5 Unité prestation technique**

Cette unité assure les fonctions de soutien aux unités de production ; ses activités se répartissent comme suit :

- Réparation des outils et moules.
- Fabrication des pièces de rechange mécanique.
- Conception et réalisation d'outillages.
- Gestion des énergies et fluides.
- Bureau d'étude et de conception.
- Gestion informatique.

Unité	Produits
<b>Froid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réfrigérateurs de petit modèle de capacités 160,240 litres.</li> <li>▪ Réfrigérateurs grand modèle 350S, 300D, 220F, 290C.</li> <li>▪ Congélateurs bahuts et conservateurs de 350 litres ,380 litres 500 litres, 520 litres.</li> </ul>
<b>Cuisson</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modèle 6000 à 4 feux.</li> <li>▪ Modèle 6100 à 4 feux.</li> <li>▪ Modèle 6400 à 4 feux.</li> <li>▪ Modèle 8200 à 5 feux.</li> </ul>
<b>Climatisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Type fenêtre de 9000 à 18000 BTU.</li> <li>▪ Type Split système de 9000 à 18000 BTU.</li> <li>▪ Centrales autonomes de climatisation.</li> </ul>

Tableau 1. Produits fabriqués par l'ENIEM.

### III. Contexte de la migration

Face à l'évolution rapide des technologies modernes telles que l'intelligence artificielle, l'internet des objets et la robotique, les entreprises sont confrontées à la nécessité pressante de moderniser leurs systèmes d'automatisation.

#### III.1 Besoin de modernisation des systèmes d'automatisation

La modernisation consiste à mettre à jour tout ou partie des logiciels dans un système, dans le but d'améliorer et de développer les capacités des machines. Avec l'apparition de ces nouvelles technologies, les ingénieurs sont forcés d'effectuer une modernisation des systèmes d'automatisation, en raison des divers problèmes cités ci-dessous.

- Les anciens systèmes ne sont pas compatibles avec ces technologies modernes.
- Leurs capacités d'accès à des fonctionnalités sont limitées.
- Les entreprises rencontrent souvent des problèmes liés à l'indisponibilité des pièces de rechange.
- Les coûts de maintenance augmentent.
- Les anciens systèmes sont très lents et moins performants.
- Ils provoquent des arrêts soudains, entraînant d'importantes pertes au niveau des entreprises.

La modernisation des systèmes est une étape très importante pour les entreprises qui souhaitent suivre le progrès technologique, car elle vise à utiliser des machines conformes aux normes de protection, améliorant ainsi la productivité et la fiabilité.

### **III.2 Importance de la migration pour améliorer l'efficacité et la fiabilité**

Avec le temps, les systèmes utilisés par les industries deviennent lents, moins efficaces et moins fiables, ce qui provoque plusieurs problèmes. Pour éviter ces problèmes, les ingénieurs ont développé des méthodes efficaces telles que la migration des automates, apportant de nombreux avantages. Cette méthode offre divers avantages, tels cités ci-après.

- La réduction du nombre de pannes et du temps d'arrêt des chaînes de production.
- L'amélioration des performances, comme l'augmentation de la vitesse de traitement des informations et la précision.
- La simplification de l'architecture des systèmes, ce qui facilite la maintenance et le pilotage des machines.
- Une meilleure sécurité des données et des personnes avec les systèmes récents.
- Une réponse rapide et constante des systèmes à tout moment.

### **III.3 Objectif de la migration**

Les machines d'emballage flexible contribuent à améliorer l'efficacité opérationnelle, à réduire les coûts de production et à diminuer le nombre de pannes.

#### **III.3.1 Amélioration des performances des machines d'emballage**

L'amélioration des performances des machines est mise en œuvre dans une large gamme d'industries. Son but est de :

- Réduire les coûts de production.
- Prolonger la durée de vie des équipements.

Pour cela, les entreprises suivent plusieurs techniques d'amélioration telles que la maintenance préventive, l'amélioration des processus et l'optimisation des paramètres des machines d'emballage.

#### **III.3.2 Réduction des coûts de maintenance et de réparation**

Les changements rapides et les temps d'arrêt minimaux associés aux machines flexibles permettent d'augmenter l'utilisation de l'équipement et de maximiser la production. Cette efficacité se traduit par une réduction des coûts de production, une accélération de la mise sur le marché et une amélioration de la rentabilité globale.

#### **III.3.3 Adaptation aux normes et aux technologies modernes**

L'adaptation aux normes et aux technologies modernes dans l'industrie est un processus crucial pour rester concurrentiel et prospère dans un environnement en constante évolution. Cela

nécessite l'adoption de nouvelles technologies telles que l'automatisation des systèmes, l'intégration de robots pour améliorer la productivité, la précision et la sécurité, ainsi que l'utilisation de clouds pour accéder et stocker des données de manière flexible. D'autre part, les normes de sécurité et de santé sont des points très sensibles dans l'industrie. Il faut assurer la sécurité des travailleurs, protéger les données des clients et respecter les réglementations sur la confidentialité des données comme le RGPD. Il est également essentiel de réduire les impacts négatifs sur l'environnement et de se conformer aux réglementations environnementales.

#### **IV. Conclusion**

La migration des systèmes d'automatisation est essentielle pour les entreprises souhaitant rester compétitives dans un environnement technologique en constante évolution. Cette migration permet non seulement d'améliorer l'efficacité opérationnelle et de réduire les coûts, mais aussi de s'adapter aux nouvelles normes et technologies. En investissant dans la modernisation des systèmes, les entreprises peuvent assurer la sécurité, la fiabilité et la durabilité de leurs opérations, tout en répondant aux exigences réglementaires et en minimisant leur impact environnemental.

Dans le prochain chapitre, nous allons nous focaliser sur notre machine d'emballage spécifique, dans laquelle nous allons étudier en détail le processus de migration et ses implications pratiques. En analysant ce cas concret, nous pourrions mieux comprendre les défis et les opportunités liés à la migration des systèmes d'automatisation dans un contexte industriel spécifique.

## **CHAPITRE II**

Description de la machine d'emballage

## I. Introduction

Dans l'industrie, l'utilisation de machines automatisées permet d'améliorer la production, la rapidité et la sécurité, tout en facilitant les tâches des employés. Cette chaîne est un dispositif utilisé dans le dernier cycle de montage, destiné à ceinturer de manière automatique ou manuelle les réfrigérateurs de grande taille. La chaîne d'emballage est constituée de deux dispositifs de ceinturage de bande en polypropylène et de cinq dispositifs de transport de produits à l'entrée et en sortie de ces derniers. Cette chaîne se compose de:

- Les machines d'emballage (rubaneuse).
- Les tables de commande.
- Les transporteurs de produits.
- Les tables d'orientation.

## II. Description de la chaîne d'emballage

La chaîne d'emballage est un élément essentiel du processus de production, garantissant la sécurité et l'efficacité de l'emballage des produits avant leur expédition. Elle est conçue pour optimiser les opérations d'emballage et assurer la protection des produits tout au long de leur transport et de leur manipulation.

### II.1 Description de la Machine (Rubaneuse)

La rubaneuse est un système de cerclage à bande plastique, utilisé dans le domaine de l'expédition pour écharper les produits emballés, tel représentée par la figure 2.[1] La rubaneuse est un élément clé de la chaîne d'emballage, assurant un cerclage efficace et sécurisé des produits avant leur expédition. Cette chaîne permet de positionner le produit emballé selon quatre positions possibles, permettant de réaliser un ou plusieurs cerclages. Une fois le cerclage réalisé, la chaîne assure le déplacement vers la sortie. [1] La chaîne de cerclage effectue automatiquement les séquences de travail suivantes :

- Le déplacement du produit dans le poste de cerclage.
- Le lancement de la bande dans le système à tunnel (distribution de bande).
- Le serrage de la bande de cerclage.
- La fermeture par soudure thermique et coupure de la bande.

### II.2 Cahier des charges

D'après la figure 2 et la documentation interne de l'entreprise représente la machine rubaneuse N2 ainsi que ses tapis [2].

1. Avant l'enclenchement de l'appareil d'emballage, il faut s'assurer que les actionneurs sont à l'état de repos :
  - Le vérin A au niveau bas et le vérin B au niveau haut.

- Les moteurs (1,2,3,4,5,6,71 ,72,73,7,8,9,10,11) ne sont pas activés.
  - Les fins de courses (LS1, LS2, LS3, LS5, LS8, LS9, LS10) ne sont pas activées.
2. Appuie sur bouton PB1 pour que le dispositif d'emballage soit enclenché.
    - Sélectionner à partir de bouton PB20 la rubaneuse N2.
    - Sélectionner à partir des boutons PB5, PB6, PB7 les nombres de bandes.
    - Vérifier que le moteur d'enroulement est plein.
  3. Après la présence de produit à l'entrée de la zone d'emballage les photos électriques seront activées l'une après l'autres, en mettons les moteurs en marches.
    - L'activation d'AM1 et la désactivation d'AM2, met en marche la 1ère partie du tapis à rouleaux qui est entraînée par le moteur M4.
    - L'activation d'AM1 et la désactivation d'AM2, met en marche la 1ère partie du tapis à rouleaux qui est entraînée par le moteur M4.
    - Après l'arrivage de réfrigérateurs au niveau de la table d'orientation A, la photoélectrique AM3 sera activée se qui provoque le montage de vérin A, la position haute de ce vérin A excite le fin de course LS8 qui met en marche la 1ère partie du tapis à chaine, cette dernière est entraînée par le moteur M6, et met en arrêt la 2ème partie du tapis à rouleaux.
    - L'activation d'AM4 et la désactivation d'AM91, met en marche la 2ème partie du tapis à chaine qui est entraînée par le moteur 71, et met en arrêt la 1ère partie.
    - L'activation d'AM91 et la désactivation d'AM92, provoque l'arrêt de la 2ème partie du tapis à chaine et met en marche la 3ème partie du tapis qui est entraînée par le moteur 72.
    - L'activation d'AM92 et la désactivation d'AM93, met en marche la 4ème partie du tapis à chaine qui est entraînée par le moteur 73, et met en arrêt la 3ère partie.
    - L'activation d'AM93 et la désactivation d'AM5, provoque l'arrêt de la 4ème partie du tapis à chaine et met en marche la 5ème partie du tapis qui est entraînée par le moteur 72.
  4. La présence du produit à l'entrée de la rubaneuse N2 active les capteurs AM5, AM6, AM7 AM8 qui mettent en marche les chaines de la machine (moteur8). Après le positionnement du produit dans la zone de mise en place de bande, le capteur AM9 sera activé et met en arrêt les chaines de la rubaneuse ce qui provoque le démarrage de moteur de mécanisme à came.
    - L'enclenchement de ce dernier provoque l'activation du capteur de position de la distribution de bande, qui met en arrêt le moteur de mécanisme à came et enclenche le moteur de la distribution de bande.
    - Le moteur de mécanisme à came s'enclenche après achèvement du temps de distribution de bandes et la détection de bouts de bande par LS5. Après enclenchement du moteur de mécanisme à came, les doigts de ceinturage centrent les extrémités de bande.
    - La résistance chauffante sort pour chauffer le ruban après un certain temps rentre, la lame coupe et la presse presser les faces intérieures préchauffées de la bande les unes sur les autres.
    - L'activation du capteur de fin de mise en place de bande (LS3) arrête le moteur de mécanisme à came.

- La photoélectrique AM9 sera activé pour une 2ème fois ce qui provoque le démarrage de la 1ère partie du tapis à chaine coté sortie qui est entraînée par le moteur9.
  - L'activation d'AM10 et la désactivation d'AM9, provoque le démarrage de la 2ème partie du tapis à chaine coté sortie qui est entraînée par le moteur10 et l'arrêt de moteur9.
  - L'activation d'AM11 et la désactivation d'AM10, provoque le descend de vérin B, Le niveau bas de ce dernier active le fin de course LS10 ce qui met en marche le tapis à rouleaux de cotie sortie en marche qui est entraînée par le moteur11.
  - Lorsque le réfrigérateur arrive à se niveau, il sera prêt à être sortie de la machine d'emballage.
5. Si l'un des moteurs est surchauffé, on remarque la signalisation de voyant PL11.
  6. Dans le cas ou il y'a un problème au niveau de l'automate, on remarque la signalisation de voyant PL12.
  7. Si la résistance n'est pas chauffée très bien, le ruban ne sera pas collé aux extrémités des réfrigérateurs.
  8. Lorsque l'employeur n'est pas sélectionner le nombre de bandes, le réfrigérateur se passe sans cerclage.



## II.3 Description de différentes parties de la machine

Cette machine se décompose en trois parties principales telles que citées ci-après (tableau 3).

### II.3.1 Partie électrique

Comme le montre la figure 3, l'armoire électrique est le lieu où sont regroupés les différents composants qui font la distribution de l'électricité. Cette armoire est constituée à son tour de divers composants tels que cités ci-dessous.



(a) : vue externe



(b) armoire électrique de la rubaneus N°2.

Figure 3. L'armoire électrique

(a) : vue externe (b) armoire électrique de la rubaneus N°2.

#### ❖ Disjoncteur

C'est un dispositif électrique qui permet d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit. Il assure la sécurité des personnes et les circuits électriques [1].

#### ❖ Disjoncteur différentiel

Aussi appelé interrupteur différentiel, c'est un dispositif de protection, il est installé sur le tableau électrique tel représenté par la figure 4. En cas des fuites de courant, détection de surcharge et court-circuit, il compare l'intensité du courant électrique qui entre dans un circuit et celle qui sort. Si une différence est détectée, le disjoncteur différentiel coupe automatiquement le courant [1].

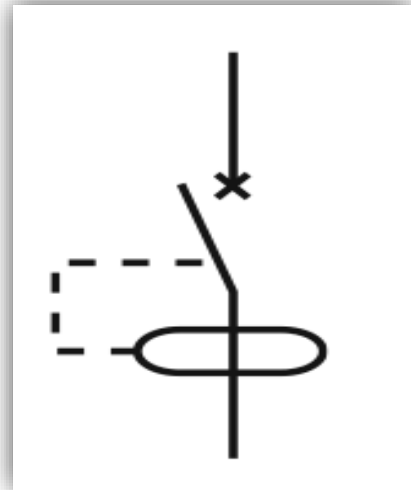


Figure 4. Disjoncteur différentiel et son symbole électrique.

### ❖ Transformateur

Il s'agit d'une machine électrique statique utilisée pour adapter (augmenter ou diminuer) une grandeur électrique alternative (tension ou courant), en fonction de l'endroit du réseau où elle est installée, tout en conservant la fréquence et la puissance. La figure 5 montre qu'il est constitué essentiellement d'un circuit magnétique en fer et deux parties secondaire et primaire qui sont enroulés par un fil en cuivre. Le courant entre d'abord dans la première bobine (primaire) qui va convertir ce courant en un flux magnétique, ce dernier va circuler le long de circuit magnétique pour arriver jusqu'à la deuxième bobine (secondaire) et à son tour va convertir le champ magnétique en un courant électrique, à la fin on récupère une tension adaptée. C'est le nombre d'enroulements (nombre de tours que fait le fil) de chaque bobine qui déterminera si le transformateur augmente ou diminue la tension du courant. Si la bobine primaire a un nombre d'enroulements inférieur à la bobine secondaire, le transformateur augmentera la tension. Si le contraire le transformateur diminuera la tension [1].

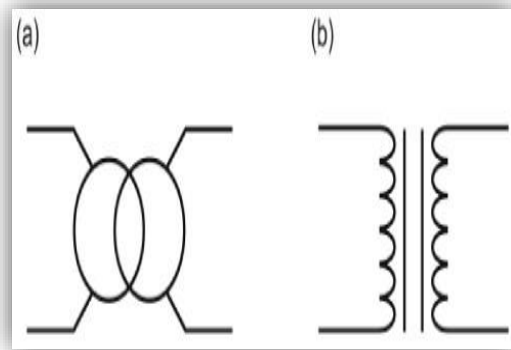


Figure 5. Transformateur et son symbole électrique.

### ❖ Contacteur

C'est un relais électromagnétique qui permet de faire la liaison entre un circuit de commande et un circuit de puissance. Il permet d'ouvrir ou fermer un circuit automatiquement pour piloter certains appareils électriques. Il dispose d'une seule position de repos et une seule position de travail [3]. Lorsque la bobine est alimenté en courant .L'armature est attirée et ferme les contacts. Et une fois la tension entre A1 et A2 est supprimée les contacts reviennent aux positions initiale par l'action de ressort de rappel.

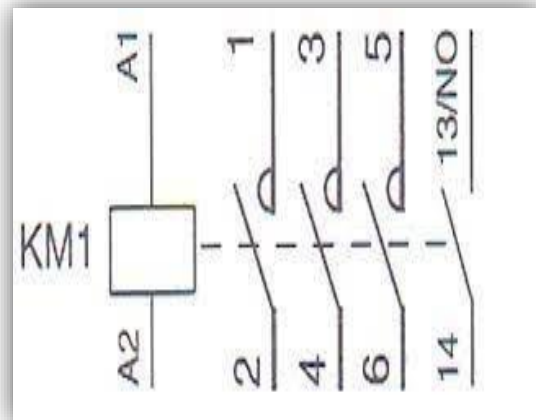


Figure 6. Contacteur et son symbole électrique.

### ❖ Le relais

Un relais est un organe électrique, avec un relais on sépare électriquement le circuit de commande et le circuit de puissance, il jouant le rôle d'un interrupteur de forte puissance commandé par un interrupteur de faible puissance [4]. Lorsqu'une tension se produit sur la bobine de relais via les contacts A1 et A2, un courant électrique circule dans les bobinages. Nous avons utilisé les trois types de relais cités ci-après.

## ❖ Relais thermique

Le relais thermique est un appareil de protection placé en aval capable de protéger des moteurs électrique contre les surcharges, utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces ayant des coefficients de dilatation différents [5]. En cas de surcharge les bilames de relais thermique s'échauffe, se déforme et ouvre le contacte auxiliaire, ce qui coupe le courant dans le récepteur.

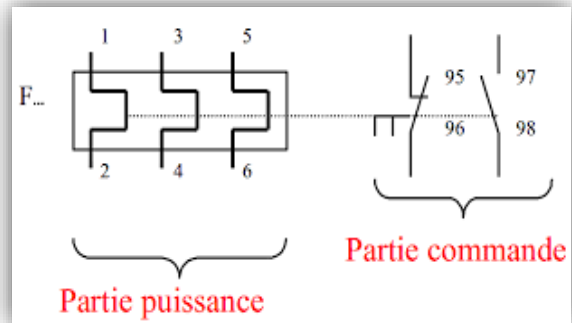


Figure 7. relais thermique et son symbole électrique.

## ❖ Relais temporisé

C'est un dispositif d'automatisme, permettant de contrôler des actions sur un appareil, comme l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique après un laps de temps prédéfini (figure 8). Il est composé d'un circuit de temporisation qui mesure le temps. Il contient des circuits électroniques, des transistors, des condensateurs. Mais aussi d'un relais: Il est constitué d'une bobine et d'un ensemble de contacts électriques [6]. Lorsque la bobine est alimentée, elle attire une armature qui ferme ou ouvre les contacts. Son principe de fonctionnement est tel que lorsque le relais temporisé est alimenté, et un signal de commande est appliqué au circuit de temporisation ce dernier va commencer la mesure de temps. Et une fois le temps prédéfini est écoulé, le circuit de temporisation envoie un signal au relais pour exciter l'ouverture ou la fermeture des contacts électriques.



Figure 8. Relais temporisé.

## ❖ Relais de commande

Appelé aussi un relais électromagnétique (figure 9), possède une bobine et des contacts (NO / NF), il permet de commander les circuits de puissance à l'aide d'un circuit de commande de faible puissance [7]. Lorsqu'un courant électrique traverse la bobine d'un relais électromagnétique, un champ magnétique est créé. Ce phénomène attire une armature, ce qui ferme le contacteur mobile relié à cette plaque en fer, permettant ainsi le passage du courant vers le circuit de puissance. Le rôle des relais de commande est crucial dans le fonctionnement optimal d'un système ou d'une machine. Voici les fonctions attribuées à chaque relais :

- **CRA** : Assure l'alimentation principale de la machine.
- **CR1** : Alimente l'API de la table de commande située en amont, permettant ainsi une communication fluide avec les commandes de la machine
- **CR2** : Alimente la lampe d'anomalie de la machine en cas de problème détecté dans l'API.
- **CR3** : Fournit l'alimentation à la lampe de surcharge, signalant une charge excessive.
- **CR4** : Alimente l'API de la machine située en aval, assurant ainsi une coordination cohérente des opérations. Chaque relais remplit un rôle spécifique contribuant à la sécurité et à l'efficacité du système ou de la machine.

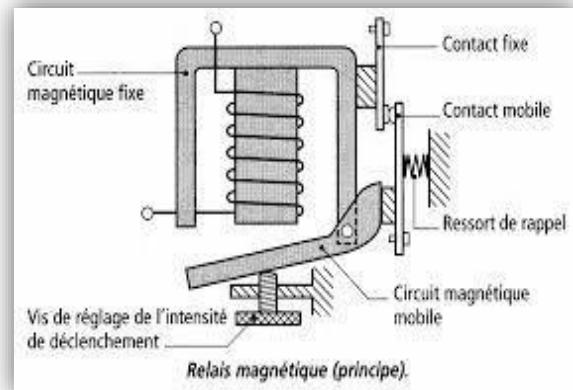


Figure 9. Relais de commande et son symbole électrique.

## ❖ Fusible

Le fusible ou le coupe-circuit, est un dispositif de sécurité électrique qui protège les circuits électriques contre les surintensités et les courts-circuits [8]. Il est constitué d'un fil fusible, qui est placé dans un support en plastique ou en céramique (figure 10). Lorsque le courant traversant le fil fusible atteint ou dépasse une intensité donnée pendant un certain temps, le fil fusible fond et ouvre le circuit. Certains modèles sont équipés d'un témoin mécanique indiquant que le fusible a fondu.



Figure 10. Fusible et son symbole électrique

### ❖ La résistance chauffante

C'est un élément chauffant, qui peut convertir l'énergie électrique en chaleur, ce transfert se fait grâce à un câble thermocouple. La résistance chauffante peut être fabriquée en métal ou en céramique (figure 11) [9]. Son rôle est de chauffer le ruban.

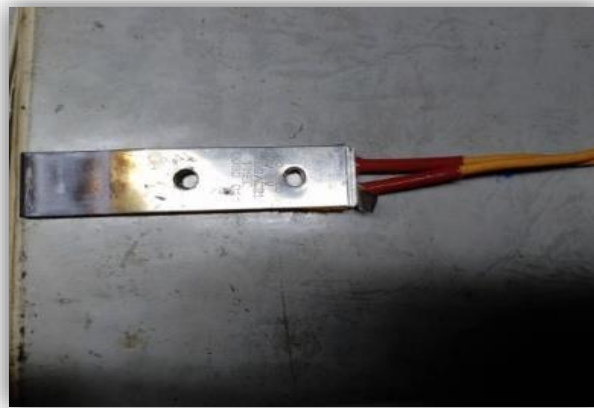


Figure 11. Résistance chauffante.

### ❖ Les interrupteurs

Ce sont des organes de commande, ils permettent d'ouvrir et de fermer un circuit électrique.[1] Dans l'industrie on trouve plusieurs types d'interrupteurs, et notamment boutons poussoirs, les boutons d'arrêt d'urgence, les voyants de signalisations et les leviers.

### ❖ Carte électronique

C'est un circuit imprimé, généralement fabriqué en fibre de verre ou en plastique on trouve sur cette carte plusieurs composants électroniques tels que des transistors, des condensateurs, des diodes reliés entre eux par des pistes conductrices (figure 12). Elle permet d'augmenter ou de diminuer la température de la résistance chauffante à travers un bouton de réglage.

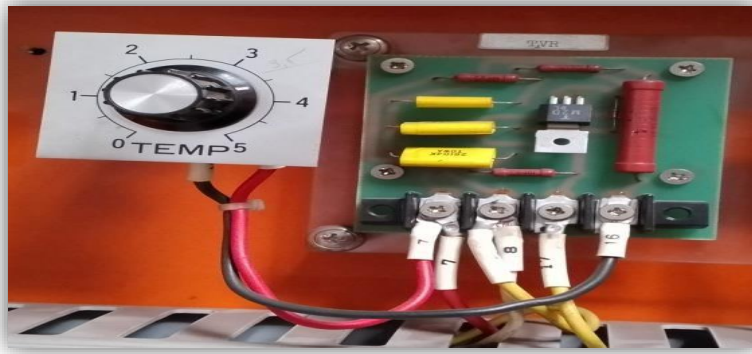


Figure 12. Carte électronique.

### ❖ Pont de diode

Appelé aussi pont de Graetz, c'est un ensemble de quatre diodes reliées entre elles (figure 13). Son rôle est de convertir un courant alternatif en courant continu. Il est utilisé pour réaliser un redresseur double alternance [1].



Figure 13. Pont de diode.

### ❖ Filtre

C'est un circuit électronique qui modifie un signal électrique d'entrée en un signal électrique de sortie (figure 14).



Figure 14. Filtre.

## ❖ Capteurs

C'est est un dispositif chargé de prélever une information sur un processus, appelée grandeur physique mesurée, et de la convertir en une autre grandeur physique exploitable, telle qu'une tension électrique ou une intensité. On peut classer les capteurs en trois familles, selon la nature de l'information délivrée en sortie.

**Capteurs analogiques** : ces capteurs transforment un phénomène physique en un signal électrique analogique. Le signal analogique peut prendre toutes les valeurs possibles entre une valeur minimale et une valeur maximale [10].

**Capteurs numériques** : ces capteurs effectuent d'abord la transduction d'une grandeur physique en un signal électrique analogique, puis la numérisation de ce signal en un signal logique [10].

**Capteurs tout ou rien** : ces capteurs détectent la présence ou l'absence d'un objet sous forme de deux niveaux logiques [11].

Les caractéristiques principales d'un capteur sont son étendue de la mesure, sa sensibilité, sa rapidité, sa précision et sa résolution.



Figure 15. Capteur.

## ❖ Les photoélectriques

Les capteurs photoélectriques de la figure 16 sont des capteurs de proximité dont le rôle est de détecter des objets ou des personnes au moyen d'un faisceau lumineux. Les capteurs photoélectriques se composent essentiellement d'un émetteur et d'un récepteur de lumière.



Figure 16. Capteur photoélectrique.

## ❖ Les fins de course

C'est un capteur mécanique, également appelé interrupteur de fin de course. Il détecte la position d'un objet en mouvement. Une fin de course se compose essentiellement d'un actionneur tel qu'un bouton, un levier ou un galet, ainsi que d'un contact électrique (NO/NF).

## ❖ Solénoïde

Un solénoïde est un dispositif électromagnétique constitué d'une bobine et d'une armature (figure 17). Lorsqu'un courant électrique est appliqué à ses bornes, la bobine génère un champ magnétique qui provoque le déplacement de l'armature pour effectuer diverses actions. Son rôle est, par exemple, de serrer le ruban mis sur les réfrigérateurs.



Figure 17. Solénoïde

### II.3.2. Partie pneumatique

La partie pneumatique du système comprend divers composants essentiels pour le fonctionnement des vérins pneumatiques, qui convertissent l'énergie de l'air comprimé en travail mécanique.

#### ❖ Les vérins

Les vérins pneumatiques sont des actionneurs qui transforment l'énergie de l'air comprimé en mouvement mécanique. Ils se composent d'un piston muni d'une tige se déplaçant à l'intérieur d'un cylindre, soumis à des pressions d'air comprimé pour générer des mouvements bidirectionnels. Les caractéristiques d'un vérin comprennent sa course de tige, le diamètre du piston et la pression d'alimentation. Pour faire sortir la tige, une pression est appliquée sur la face arrière du piston, tandis que pour faire rentrer la tige, la pression est appliquée sur la face avant. Le type de vérin utilisé dans notre unité d'emballage est le double effet de la figure 18. La sortie et la rentrée de la tige s'effectuent alternativement en injectant de l'air comprimé dans la chambre avant et arrière du vérin.

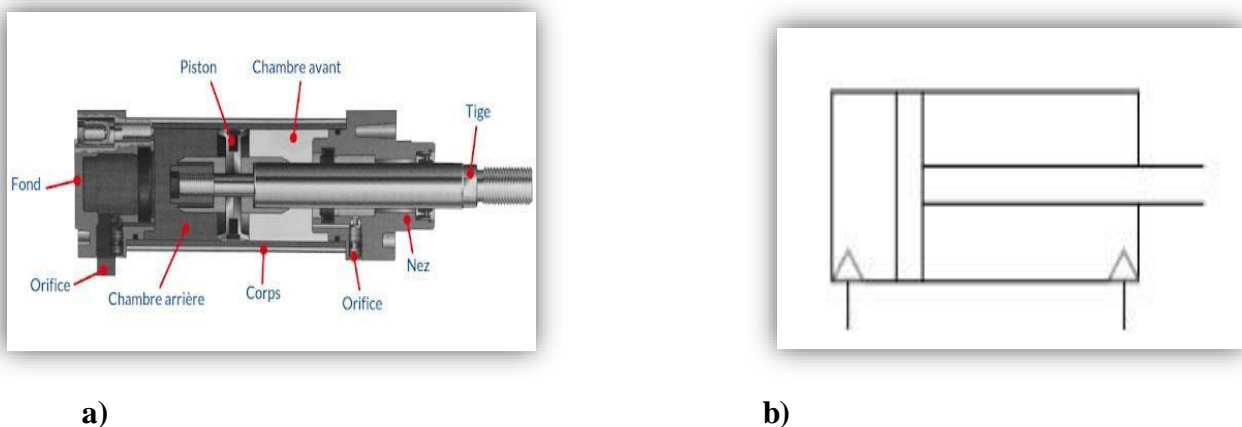


Figure 18. a) Vérin double effet et b) son symbole électrique.

#### ❖ Distributeur

La figure 19 représente les pré-actionneurs connus sous le nom de distributeurs sont chargés de distribuer l'énergie pneumatique destinée aux actionneurs. Un distributeur est caractérisé par le nombre d'orifices et le nombre de positions que peut prendre le tiroir. Son fonctionnement varie selon deux cas : dans le premier cas, lorsque la commande est appliquée sur la partie gauche du distributeur, le tiroir se déplace vers la droite, permettant à l'air de circuler à travers les orifices non bloqués, de 1 vers 2 ; dans le second cas, lorsque la commande est appliquée sur la partie droite du distributeur, le tiroir se déplace vers la gauche, libérant les orifices bloqués précédemment et permettant à l'air de circuler de 2 vers 3.

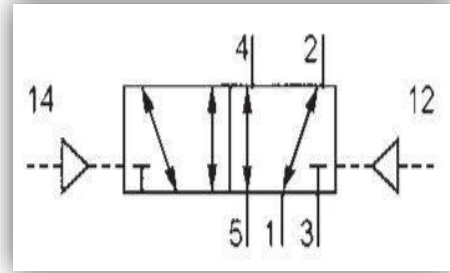


Figure 19. Distributeur 5/2 monostable et son symbole électrique.

### II.3.3. Partie mécanique

Cette section se concentre sur les éléments mécaniques clés du système, notamment les moteurs et leur fonctionnement. Les moteurs sont des éléments mécaniques, qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Les moteurs sont utilisés beaucoup dans l'industrie que ce soit pour pomper de l'eau, alimenter des ascenseurs, refroidir des centres nucléaires.

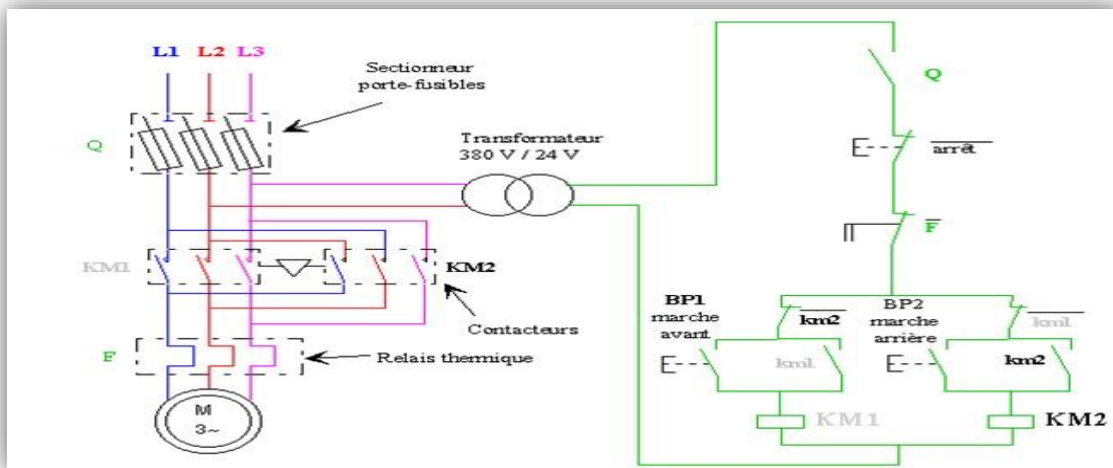
Les moteurs asynchrones alternatifs triphasés sont les actionneurs électriques les plus utilisés dans l'industrie, ce type de moteurs offrent une grande polyvalence, ils sont utiles à de très nombreuses applications (figure 20). Il comprend deux parties différentes : la partie commande et la partie puissance.



Figure 20. Symbole d'un moteur asynchrone triphasé.

- La partie commande (circuit de commande) (figure 21 (b)) alimenté par 24V ou 48V, permet à l'opérateur d'intervenir sur l'état marche ou arrêt des moteurs, elle contrôle aussi les appareils de la partie puissance à l'aide des boutons poussoirs, arrêts d'urgence, les voyants ...

- La partie puissance (figure 21 (a)) c'est la partie opérative, dans laquelle on trouve tous les appareils de puissance, protection et sectionnement telle que les fusibles, sectionneur, contacteur, relais thermique.



a) Circuit de puissance.

b) Circuit de commande.

Figure 21. Circuit de puissance et de commande d'un moteur asynchrone.

### • Fonctionnement

Les moteurs électrique à courant alternatif utilisent un courant qui change de direction, dans l'intention de crée un champ magnétique rotatif dans le stator. Ce champs magnétique est crée par l'excitation des 3 phases de moteur. Lorsque un courant alternatif est appliqué dans ces bobines un champ magnétique apparie et se déplace autour du stator et fait tourner le rotor, sa vitesse est légèrement inférieure à celle du champ magnétique et la différence de vitesse (appelé glissement) explique le terme d'asynchrone.

### ❖ L'arbre à came

C'est un élément mécanique, appelé aussi arbre de distribution (figure 22), elle permet d'ordonner l'ouverture et la fermeture des différents soupapes d'admission ou d'échappement [12].



Figure 22. Arbre à came.

## II.4. Transporteurs de produit

La figure 23 représente le transporteur de produit. Il est constitué d'un tapis à chaîne transportant le produit de la table d'orientation (A) vers la rubaneuse N2, ce dernier est décomposé de cinq parties chaque partie est munie d'un capteur photoélectrique et est entraîné par un moteur asynchrones. Mais aussi d'un tapis à chaîne de dégagement à la sortie de la rubaneuse N2 [1].



Figure 23. Transporteur de produits.

## II.5. Table d'orientation A

Cette table est utilisée pour orienter et positionner les produits vers la rubaneuse N2 [1], tel montré par la figure 24. La table A est constituée de deux parties :

- Une partie à chaîne pour diriger les produits vers la rubaneuse N2
- Une partie à rouleaux entraînés par un moteur afin de déplacer les produits de transporteur vers la table A.

Ces parties peuvent avoir deux positions basse et haute, à l'aide d'un vérin pneumatique placé au dessous de la table A, leurs positions initiales est basse.



Figure 24. Table d'orientation A.

## III. Rôle de l'automate programmable

Dans la machine d'emballage Aujourd'hui, toutes les machines industrielle sont commandées par un ou plusieurs automates programmables. Notre machine est constitué d'un

automate programmable de type S5, qui sert à effectuer plusieurs tâches sans intervention humaine directe. Il contrôle le mouvement des capteurs et des précautions utilisées dans cette machine. Il gère les conditions de sécurité et les performances industrielles. Il permet de régler le temps de déclenchement de la machine ainsi que la température de la résistance chauffante.

<b>Actionneurs</b>	<b>Pré actionneurs</b>	<b>Capteurs</b>
<b>VA</b> : Vérin double effet coté entrée.	Distributeurs	<b>AM1</b> : Confirmation d'entrée des produits.
<b>VB</b> : Vérin double effet coté sortie.	Relais.	<b>AM2</b> : Arrêt transporteur à rouleaux coté entrée.
<b>M1</b> : Moteur d'enroulement.	Contacteurs.	<b>AM3</b> : Position d'arrêt transporteur lift coté entrée.
<b>M2</b> : Moteur de contrôle.		<b>AM4</b> : Démarrage de la chaîne transporteuse coté entrée.
<b>M3</b> : Moteur de distribution de bande (2 sens de rotation).		<b>AM5</b> : Arrêt de la chaîne transporteuse cotée entrée.
<b>M4</b> : Moteur transporteur à rouleaux coté entrée.		<b>AM6</b> : Position de mise en place de bande (nombre de bande).
<b>M5</b> : Moteur transporteur à rouleaux de déplacement à angle droite.		<b>AM7</b> : Position de mise en place de bande.
<b>M6</b> : Moteur à chaîne de déplacement à angle droite du coté entrée.		<b>AM8</b> : Position de mise en place de bande.
<b>M7</b> : Moteur transporteur à chaîne coté entrée.		<b>AM9</b> : Position de mise en place de bande.
<b>M7-1</b> : Moteur transporteur à chaîne à coté entrée.		<b>AM10</b> : Arrêt de la chaîne transporteuse coté sortie.
<b>M7-2</b> : Moteur transporteur à chaîne à coté entrée.		<b>AM11</b> : Position de mise en place de bande.
<b>M7-3</b> : Moteur transporteur à chaîne de déplacement à coté entrée.		<b>AM12</b> : Démarrage de transporteur à rouleaux coté sortie.
<b>M8</b> : Moteur à chaîne d'appareil d'emballage.		<b>LS1</b> : Position distribution de bande.
<b>M9</b> : Moteur à chaîne coté sortie.		<b>LS2</b> : Position retour de bande.

<b>M10:</b> Moteur à chaîne de déplacement coté sortie.		<b>LS3 :</b> Fin mise en place de bande.
<b>M11:</b> Moteur à rouleaux de déplacement à angle coté sortie.		<b>LS4 :</b> Enroulement de bande.
		<b>LS5 :</b> Détection de bout de bande.
		<b>LS7 :</b> Limite inférieure coté entrée.
		<b>LS8 :</b> Limite supérieure coté sortie.
		<b>LS9 :</b> Limite inférieure coté sortie.
		<b>LS10 :</b> Limite supérieure coté sortie.

Tableau 2. Récapitulatif des différents éléments utilisés.

#### **IV. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit en détail les différentes parties de la machine d'emballage des réfrigérateurs, ainsi que leurs composants et leur principe de fonctionnement. Ensuite, nous avons abordé le rôle des automates programmables dans notre machine. Dans le chapitre suivant, nous allons étudier les étapes et tout ce qui est en relation avec la migration de l'automate S5 vers S7 (matérielle ou logicielle).

# **CHAPITRE III**

## Généralités sur les automates programmables industrielles

## I. Introduction

Aujourd'hui, dans l'industrie tous les systèmes sont devenus automatique, grâce à un automate programmable industriel (API) qui traite et acquiert des informations, commander des tâches, faire des liaisons avec d'autres appareils. Les API peuvent communiquer entre eux et avec l'homme, grâce à son module d'entrée /sortie.

En plus, il exécute des instructions logique (ET, OU...), arithmétique, temporisation, comptage.

## II. Définition d'un automate programmable

Un automate programmable industriel (API) est un type particulier d'ordinateur (figure 25), robuste et réactif, qui possède des entrées et des sorties physiques, utilisé pour automatiser des processus comme la commande des machines sur une ligne de montage dans une usine. Il envoie des ordres vers les prés actionneurs à partir de données d'entrées (capteurs), de consignes et d'un programme informatique. Les APIs sont programmées par des personnes non informaticiennes, qui sont manipulés en général par un personnel électromécanicien [13].



Figure 25. Automate programmable S5.

### II.1 Principe de fonctionnement des API

Avant que l'API soit fonctionnelle on lui intègre un programme qui convient à sa fonctionnalité. L'exécution du programme se fait en générale ligne par ligne et d'une façon asynchrone. Avant l'exécution de programme les automates lit entièrement son programme, et une fois l'exécution est terminée recommence les mêmes opérations. Premièrement, les modules d'entrées reçoivent les données acquises par des capteurs (position, fin de course...) et écrire leur

valeur dans la RAM, ensuite l'unité de traitement exécute et traite le programme située dans la RAM [14].

## II.2 Architecture des automates programmables

### ❖ Aspect extérieur

Les systèmes API sont disponibles sous deux formes : en boîtier unique et en version modulaire/rack. Les systèmes non modulaires ont un nombre d'entrées sorties fixe (entre 10 et 30 E/S), avec souvent des performances limitées, ce sont les gammes les moins onéreuses. La majorité des installations comporte une solution modulaire, permettant grâce à des extensions d'étendre les E/S de l'automate ainsi que les interfaces de communication.

- **Compact** : les automates programmables compact (figure 26) sont appelés aussi des micro-automates, soit une oscillation plus petite et plus simple de système de l'API, sont généralement destinés à la commande des petits automatismes [27].



Figure 26. Automate compact.

- **Modulaire** : la figure 27 montre qu'un automate programmable industriel modulaire est constitué de modules séparés pour : l'alimentation, le processeur, les entrées/sortie, les interfaces de communication. Les modules sont branchés les uns à l'autres et sont fixés sur un ou plusieurs racks contenant « le fond de panier », bus plus connecteurs. Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

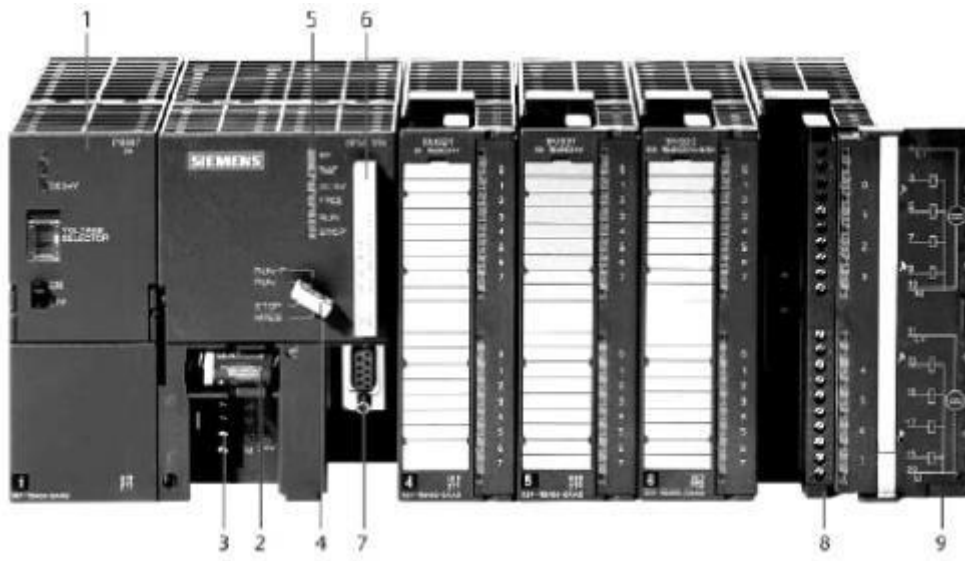


Figure 27. Automate modulaire.

- 1-Module d'alimentation.
- 2-Pile de sauvegarde.
- 3-Connexion au **24Vcc**.
- 4-Commutateur de mode (**à clé**).
- 5-LED de signalisation d'état et de défauts.
- 6-Carte mémoire.
- 7-Interface multipoint (**MPI**).
- 8-Connecteur frontal.
- 9-Volet en face avant.

#### ❖ Aspect intérieur

La figure 28 ci-dessous résume l'architecture interne d'un API.

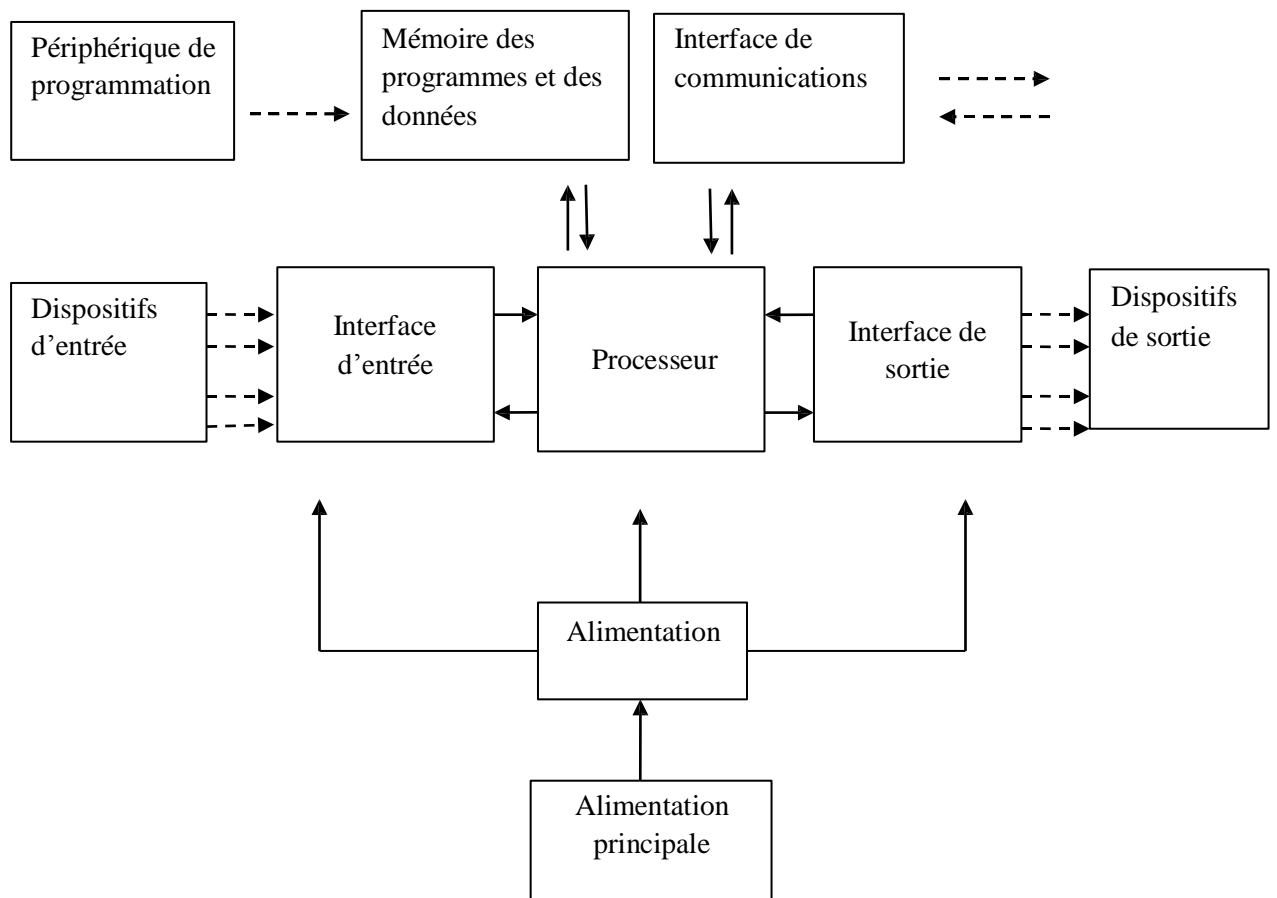


Figure 28. Architecture interne d'un API.

De manière générale, l'automate programmable industriel est composé de quatre parties principales :

- Un module d'alimentation.
- Une unité de traitement ou processeur (CPU).
- La mémoire.
- L'interface d'entrée /sortie.

Ces parties sont reliées entre elles par des bus ensemble des fils qui permettent le passage des informations entre les éléments de l'automate.

- ❖ **Bus de données**
- ❖ **Bus d'adresse**
- ❖ **Bus de contrôle** : Pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échange [28].
- ❖ **Alimentation** : Cette unité est nécessaire pour le processeur et les modules d'entrées / sorties, elle sert à convertir la tension alternative en basse tension continue.

- ❖ **Une unité de traitement ou processeur (CPU) :** C'est le cœur de l'API, elle exécute toutes les opérations logiques et numériques et traite les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID selon un programme enregistré en mémoire. Elle réalise également d'autres fonctions qui sont :
  - La lecture des informations d'entrée.
  - La commande ou l'écriture.
  - La communication avec d'autres automates, des ordinateurs.
  
- ❖ **La mémoire :** Dans le but de recevoir, conserver, exécuter et de stocker des instructions recueillies des différents capteurs du système, deux grandes familles des mémoires sont utilisées.
  - La mémoire Programme contient le programme à exécuter par l'API.
  - La mémoire de données permet de mémoriser l'état des E/S et des variables internes.
  - Les mémoires utilisées dans un API peuvent être de type RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM.
  
- ❖ **Interface d'entrées/sorties (E/S) :** L'interface d'E/S permettant à l'API de connecter avec plusieurs types de capteurs, à travers des adresses d'entrées (chaque une est destinées pour un capteur), et de passer l'ordre vers les pré-actionneurs par des adresses de sorties (chaque une est destinées pour un pré-actionneur). Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 Vcc.

### II.3 Nature des données traitées par l'API5

- **Analogique :** l'information est continue et peut prendre une valeur incluse dans une plage bien déterminée, c'est le type de donnée appliquée par un capteur comme la pression, etc. [15].
- **Numérique :** l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale, c'est le type de donnée délivrée par un ordinateur [15].
- **Tout Ou Rien (TOR) :** l'information ne peut prendre que deux états (0 ou 1), c'est le type de donnée libéré par un détecteur comme un bouton poussoir [15].

### II.4 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un système API est habituellement basé sur les critères ci-après [16].

- **Nombres d'entrée/sortie :** dans le cas d'augmentation de nombre d'entrée /sortie nécessaire, le nombre de cartes peut avoir une conséquence sur l'effectif de rack.

- **Type de processeur** : les fonctions spéciales, la taille mémoire et la vitesse de traitements offerts par le processeur permettent de choisir dans la gamme généralement très vaste.
- **Fonction ou module spécieux** : certaines cartes permettront de déchargée le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées.
- **Fonction de communication** : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de transmission avec des standards normalisés (Profibus ...).

### III. Présentation de l'automate S7-300

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 produit par la société SIEMENS, est un automate modulaire de meilleure gamme destiné pour effectuer des taches de moyenne et haute gamme. Les automates programmables SIEMENS sont des appareils fabriqués en série.

Ils se distinguent par le nombre des :

- Entrées et sorties.
- Compteur.
- Temporisation.
- Mémentos.
- La vitesse de travail.

Dans notre cas, nous avons porté notre choix sur l'automate programmable industriel «SIMATIC S7-300 ». Ce choix est justifié par la capacité de SIMATIC S7-300 de gérer un grand nombre d'entrées/sorties et d'exécuter des instructions à grande vitesse. De plus, il peut gérer, sans extension, 256 entrées/sorties. Avec extension jusqu'à 1024 entrées/sorties: numériques, logiques et analogiques.

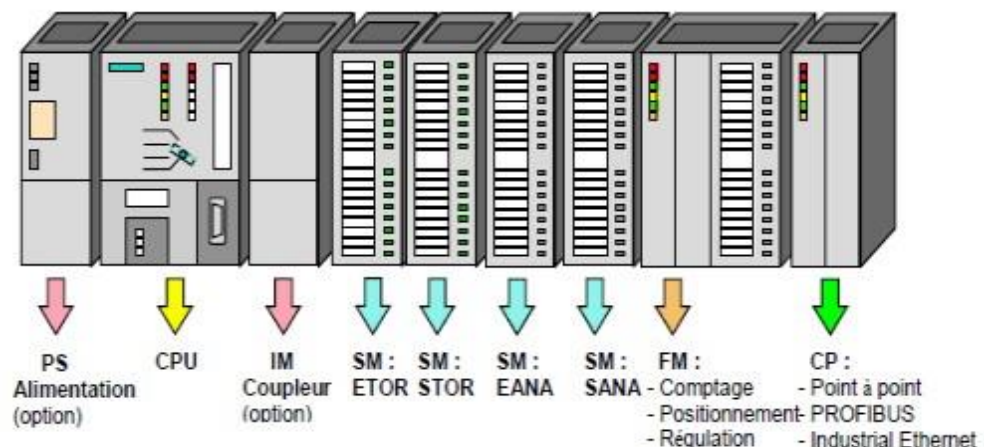


Figure 29. Présentation de l'automate S7-300.

### III.1 Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes [17] :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier, intégré au module.
- Possibilité de mise en réseau avec PROFIBUS, INDUSTRIAL ETHERNET ou interface MULTI POINT (MPI).
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide du logiciel STEP7.

### III.2 Constitutions de l'automate S7-300

Il est composé des éléments cités ci-après.

#### 1. Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation convertit la tension secteur (120/230 Vac) en tension de service 24V cc et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de la charge 24Vcc [17].

#### 2. L'unité centrale(CPU)

La CPU (central processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle lit les états des entrées ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties (actions) [17].

Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux. La gamme S7-300 offre une grande variété de CPU telles que :

- CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.
- CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction (FM), la particularité de ces CPU est qu'elles sont dotées d'entrées/sorties TOR intégrées, des EEPROM intégrées et des fonctions intégrées qui sont les suivantes :
  - Fonction intégrée fréquencemètre.
  - Fonction intégrée compteur.
  - Fonction intégrée compteur A/B.

- CPU avec interface PROFILBUS DP : (CPU 315 – 2 DP, CPU 316 – 2 DP CPU 318 – 2 DP) Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux, toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP à l'exception de la CPU 318 – 2 DP où elle est utilisée uniquement comme un maître DP [17].

Chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres. Par conséquent le choix de la CPU pour un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie [17].

Notre CPU est intégrée dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants :

#### ❖ **L'interface multi point (MPI)**

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (PC) [17]

#### ❖ **Commutateur de mode**

Le commutateur de mode et les éléments d'affichage de toutes les CPU sont identiques. Leurs rôles et leurs fonctions sont également identiques. Le commutateur de mode permet de changer le mode de fonctionnement. On définit ici les quatre positions principales de la CPU de S7 300 [17].

- RUN-P (mode de fonctionnement RUN programme) : La CPU traite le programme utilisateur et la clé ne peut pas être retirée.
- RUN (mode de fonctionnement RUN) : la CPU traite le programme utilisateur dans cette position la clé peut être retirée.
- STOP (mode fonctionnement STOP): La CPU ne traite aucun programme utilisateur, la clé peut être retirée pour éviter le changement de mode inattendu mais on peut lire et écrire dans la CPU.
- MRES : effacement général de la CPU peut être effectué.

L'arrêt est réalisé par : Stop/MRES et la marche par RUN/RUN-P.

#### ❖ **Signalisation d'état**

- SF (rouge) : signalisation groupées de défauts, défaut interne de la CPU ou d'un module.
- BATF (rouge) : défaut de la pile.
- DC5V (verte) : signalisation de tension d'alimentation (5Vcc) interne pour la CPU.
- FRCE (jaune): Forçage permanent. Signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
- RUN (verte) : état de fonctionnement de la CPU. clignotement à la mise en route de la CPU, allumage continu en mode RUN.
- STOP (rouge) : arrêt de la CPU.

### ❖ Carte mémoire

Une carte mémoire conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de pile [17].

### ❖ La pile

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure du courant [17]

## 3. Module de coupleur (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les modules E/S et l'unité centrale ou bien entre eux lorsque ces dernières ne sont pas monté sur le même châssis [17].

Pour l'API S7 – 300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365 : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.
- IM 360 et IM 361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

## 4. Modules de fonction (FM)

C'est un module programmable qui réduit la charge de traitement de la CPU, en assurant des tâches lourdes en calcul. Comme ils assurent, aussi, les fonctions spéciales telles que le comptage, la régulation et la commande numérique [17].

- FM 354 et FM 357 : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- FM 353 : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- FM 355 : Module de régulation.
- FM 350 – 1 et FM 350 – 2 : Module de comptage.

## 5. Modules de communication(CP)

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication et pout pour faire la liaison homme-machine à l'aide des ces interfaces :

- Point à point.
- PROFIBUS.
- Industriel Ethernet.

## 6. Modules des signaux (SM)

Les modules d'entrées /sorties sont des interfaces de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs et actionneurs [17]. Ils existent des modules d'entrées/sortie TOR, ainsi que des modules d'entrées/sortie analogiques. Il existe différents modules d'entrées/sorties dont:

- Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322).
- Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332).
- Les modules d'entrées analogiques (SM 331).
- Les modules de sorties analogiques (SM 332).

### **7. Le châssis (rack)**

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur [17]. Il permet le montage et le raccordement électrique de divers modules de l'automate. Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du S7-300. Ils remplissent les fonctions suivantes :

- Assemblage mécanique des modules.
- Distribution de la tension d'alimentation des modules.

### **8. Console de programmation**

Il existe deux types de consoles (PG ou PC), l'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs et visualisation), l'autre permet, en plus de la programmation, le réglage et l'exploitation [17].

### **9. Le connecteur frontal**

Certains Types d'automates utilisent des contacteurs frontaux qui permettent de faciliter le raccordement des capteurs et des actionneurs aux modules. Le remplacement d'un module est donc rendu facile, car il suffit de débrancher le connecteur frontal sans avoir à toucher au branchement des capteurs ou actionneurs [17].

## **IV. Généralité sur le GRAFCET**

Dans cette partie nous allons modalisée la machine d'emballage par un GRAFCET.

### **IV.1 Cahiers des charges**

Le cahier des charges d'une machine est un document fait par l'utilisateur, il décrit en détaille le comportement, les performances, les caractéristiques techniques d'un automatisme.

### **IV.2 Définition du GRAFCET**

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande par Étapes et Transitions) est l'outil de représentation graphique d'un cahier des charges. Il a été proposé par l'ADEPA en 1977 et a donné naissance à une norme internationale en Décembre 1988. Chaque machine à son propre GRAFCET.

### **IV.3 Les éléments de base d'un GRAFCET**

Le GRAFCET se compose de [14] :

- Les étapes
- Les actions
- Action mémorisée (maintenue)
- Transition
- La réceptivité
- Liaisons orientées.

### **IV.4 Niveau d'un GRAFCET**

On peut avoir deux niveaux de GRAFCET.

#### **❖ GRAFCET niveau 1**

On le nomme aussi par GRAFCET point de vue système, il décrit le fonctionnement global du système. Ce type est descriptif car il traduit le cahier des charges sans prendre en compte la technologie utilisée [14].

#### **❖ GRAFCET niveau 2**

On le désigne aussi par GRAFCET point de vue partie opérative, ce type prend en compte la technologie des prés actionneurs, des actionneurs et des capteurs utilisés [14].

La présentation des actions et des réceptivités est décrite en abréviation, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

### **IV.5 Structures de base d'un GRAFCET**

Les structures courantes peuvent être représentées par les structures de base suivantes :

#### **❖ Séquence unique**

Cette séquence est constituée d'une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chacune d'elle n'est validée que par une seule étape. La séquence est dite active si au moins une des étapes est active. Elle est dite inactive si toutes les étapes son inactives. [18]

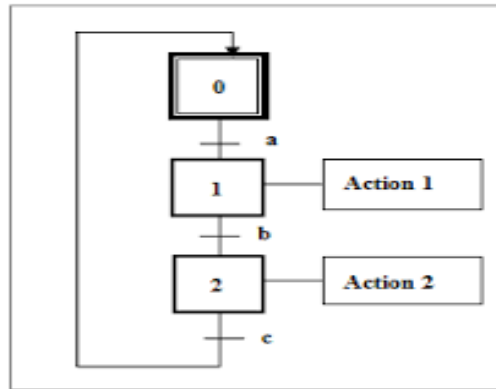


Figure 36. Séquence unique.

### ❖ Séquence simultanées

Appelée aussi Aiguillage en ET, le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps après l'activation simultanée de ces séquences (figure 37), les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes. [18]

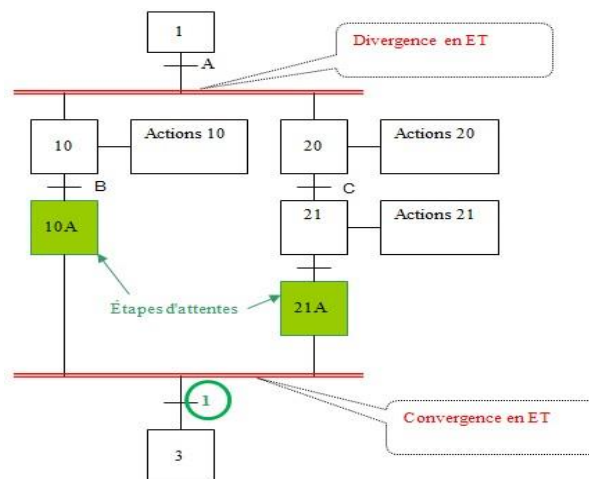


Figure 37. Séquence simultanée.

### ❖ Sélection de séquence

Appelée aussi Aiguillage en OU, quand le GRAFCET se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel (figure 38). Comme la divergence en OU on rencontre aussi la convergence en OU. On dit qu'il y a convergence en OU, lorsque deux ou plusieurs séquences du GRAFCET converge vers une seule séquence. [18]

Pour éviter les étapes simultanées le concepteur doit utiliser des conditions exclusives.

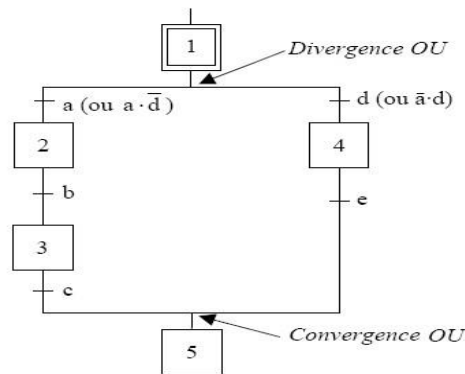


Figure 38. sélection de séquence.

### ❖ Saut d'étape

On introduit le saut d'étape de la figure 39 lorsque les actions s'associées à des étapes sont inutiles à réaliser.[18]

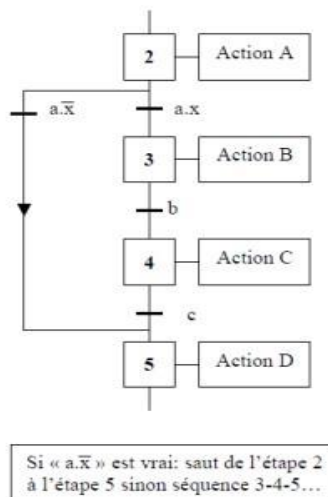


Figure 39. Saut d'étape.

### ❖ Reprise d'étape

La reprise de séquence de la figure 40 permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue. [18]

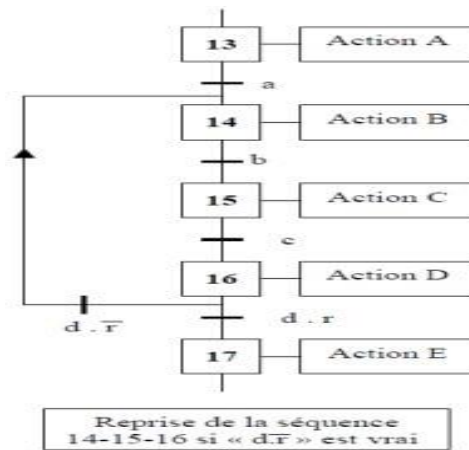


Figure 40. Reprise d'étape.

### ❖ Macro étape

Une macro étape n'est vraiment une étape, c'est une représentation unique d'une succession d'étapes et de transition par une étape particulière, elle représente par deux traits horizontaux séparés par M.

## IV.6 Les règles d'évolution d'un GRAFCET

### ❖ Règle 1 : initialisation

L'initialisation des étapes, correspond à l'étape active au début du fonctionnement. Il doit toujours y avoir au moins une [18].

### ❖ Règle 2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit franchissable les deux conditions doivent être remplies :

L'étape précédente est active et la réceptivité associée est vraie [18].

### ❖ Règle 3 : évolution des étapes active

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes [18]. Et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

### ❖ Règle 4 : évolution simultanée

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Cette règle de franchissement permet notamment de décomposer un GRAFCET en plusieurs diagrammes indépendants [18].

### ❖ Règle 5 : Activation et désactivation simultanées

Si au cours du fonctionnement de l'automatisme une même étape doit être simultanément activée et désactivée, elle reste activée [18].

## IV.7 Mise en équation d'un GRAFCET

Selon la figure 41 pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit active.
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie.
- L'étape immédiatement suivante soit non active.
- Après activation l'étape mémorise son état.

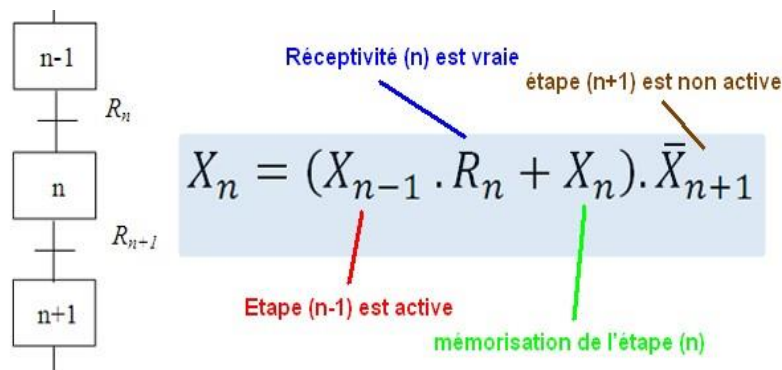


Figure 41. Equation d'activation de l'étape de rang n.

## V. Evolution des API de S5 vers S7

Cette évolution implique des changements très importants dans la structure et le fonctionnement des automates programmables industrielles. Les développeurs sont passés des systèmes câblés avec relais à des systèmes programmés par mémoire, cette amélioration peut prendre plusieurs formes qui offre des nouvelles fonctionnalités aux utilisateurs et aussi augmente la flexibilité, la compatibilité et la personnalisation des l'APIs.

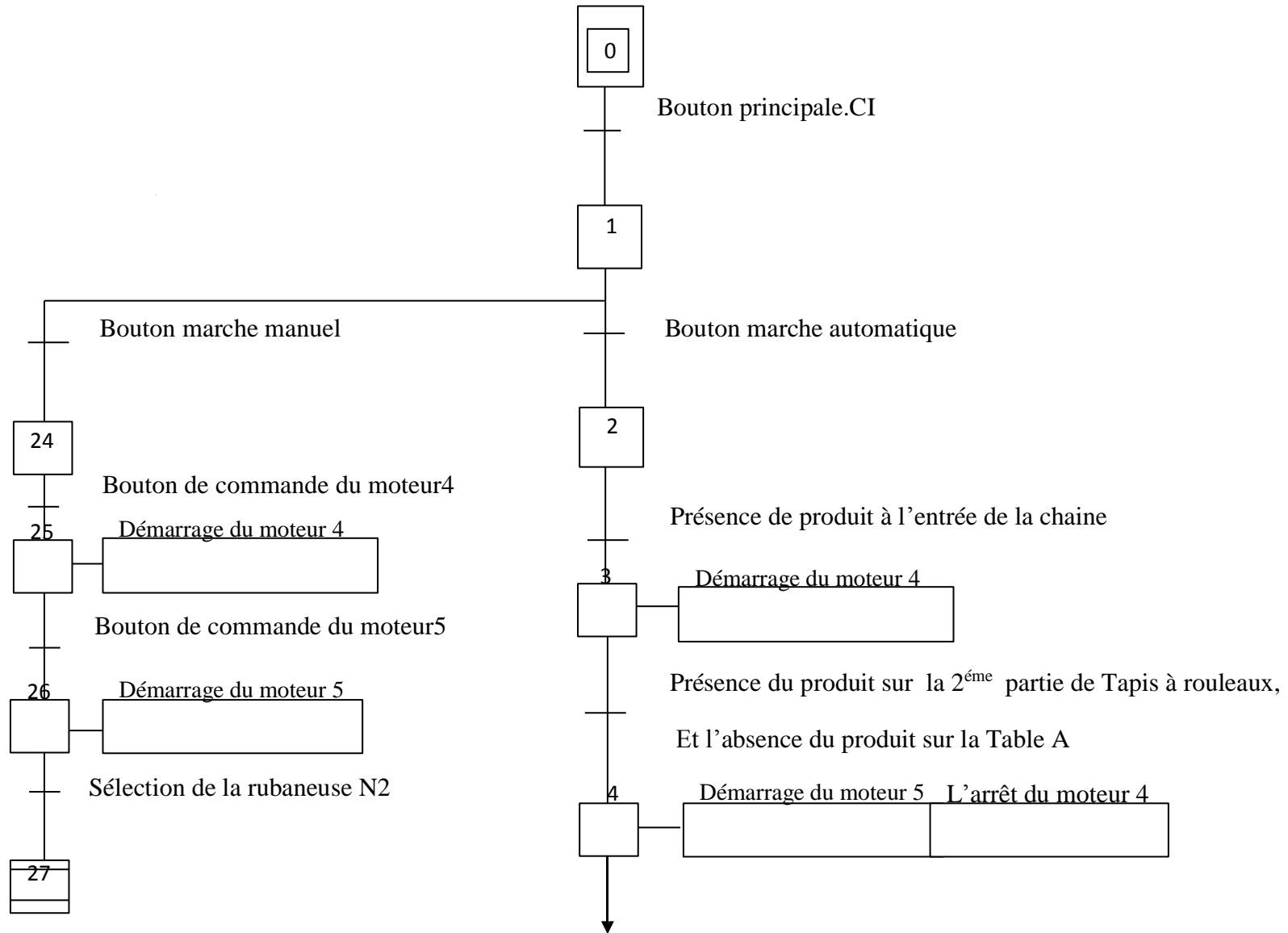
## VI. Les avantages de l'utilisation d'API modernes (s7) par rapport aux anciennes générations (s5)

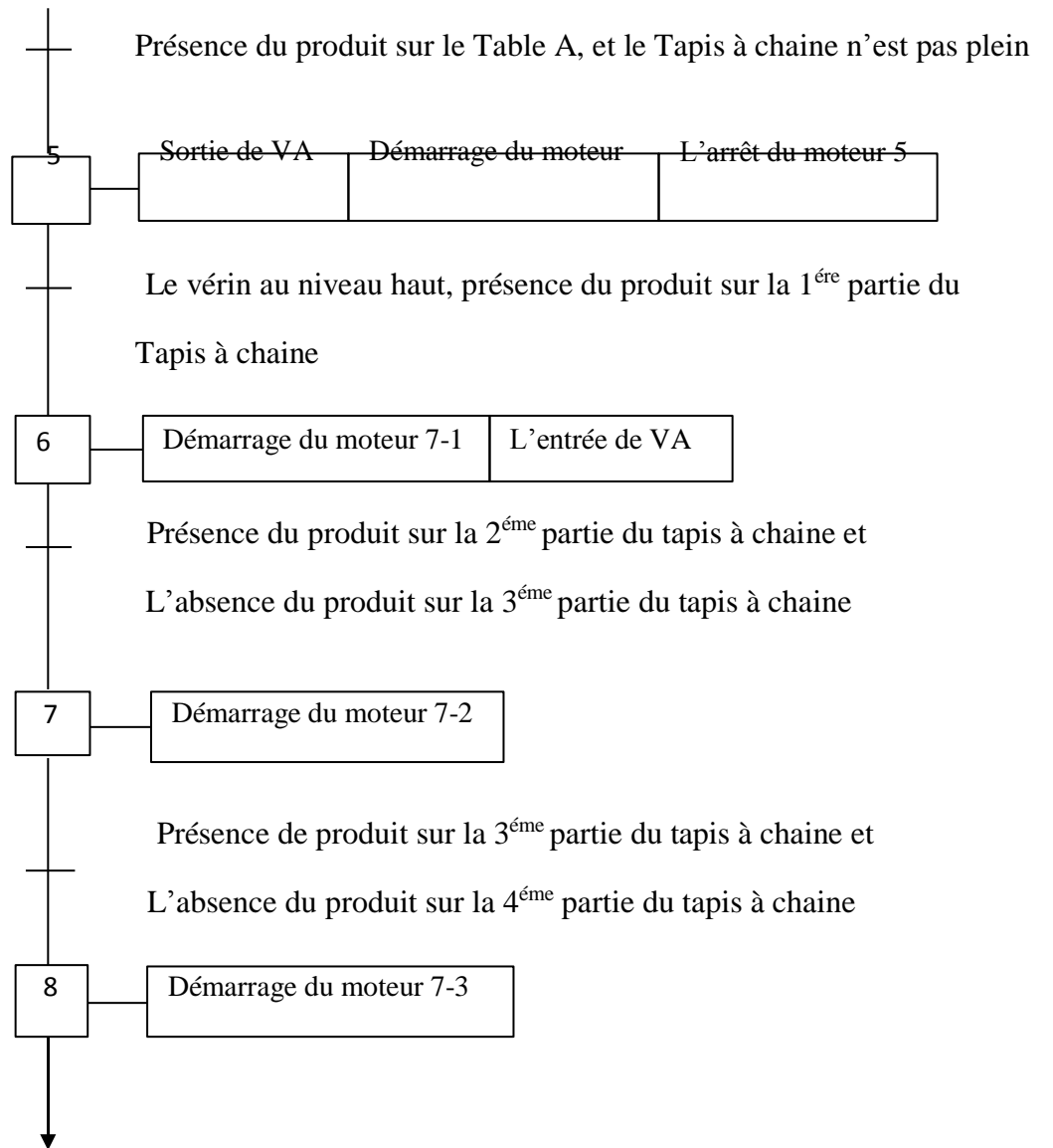
L'utilisation des l'automate programmables S7 à plusieurs avantages tels cités ci-dessous par rapport aux S5.

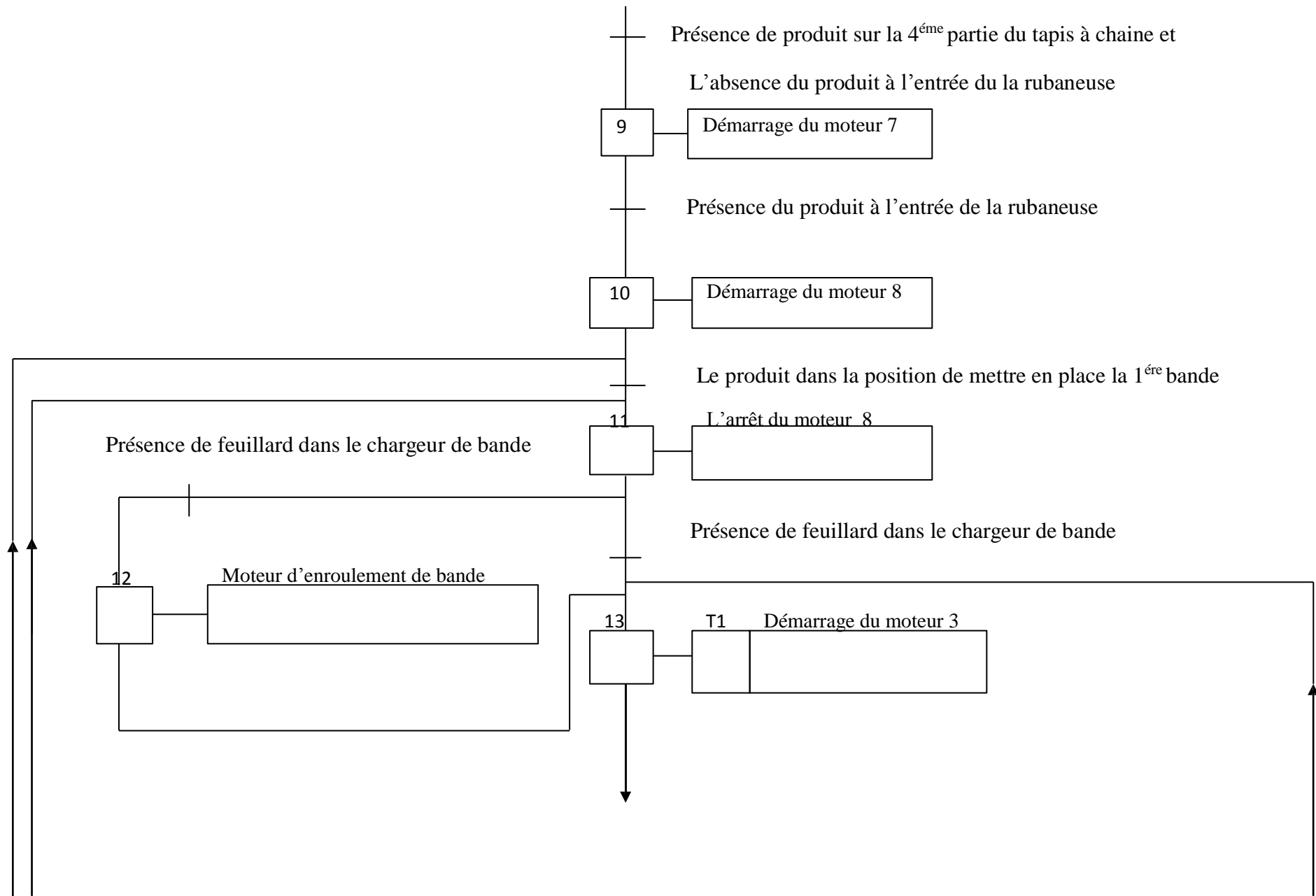
- L'automate programmable S7 assure l'amélioration des performances grâce à des nombreuses fonctions intégrées.

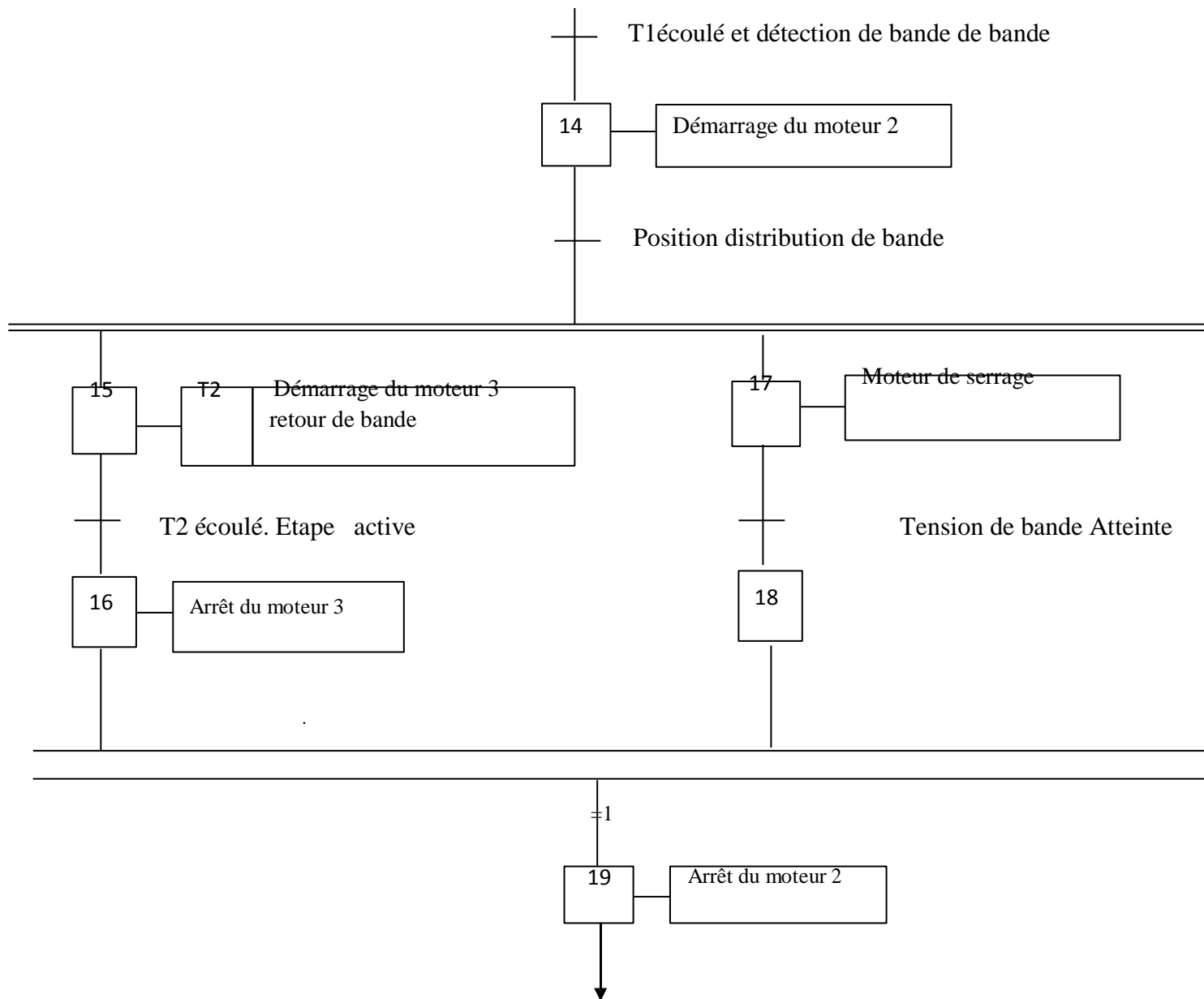
- L'API S7 utilise moins de mémoire que le S5, ce qui peut développer les performances sur les navigateurs web.
- L'automate S7, assure la rapidité de chargement et d'exécution de programme ce qui minimise le temps et augmente la production par rapport au S5 qui exécute des tâches avec des vitesses de réaction élevée.
- Le S7 permet de rétablir la durée de vie de processus (la batterie).
- Les API de types S7 sont faciles à utiliser grâce à une simple configuration.
- L'API S7 est plus compatible sur les différentes plateformes que l'API S5.
- La réparation d'une panne d'un API S7 est plus rapide que S5 grâce à leur simple construction.

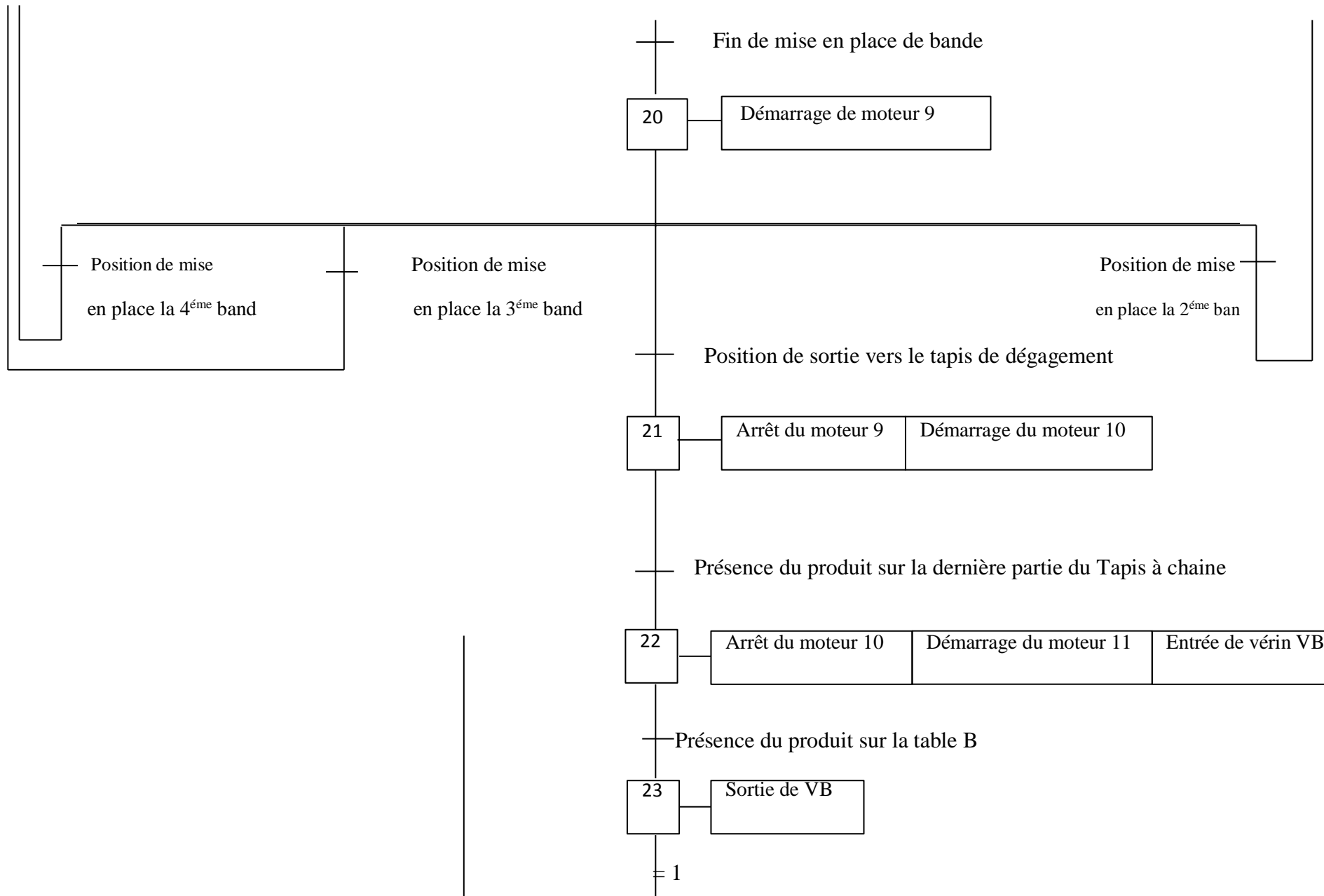
❖ **GRAFCET Niveau 1 de la rubaneuse N2**



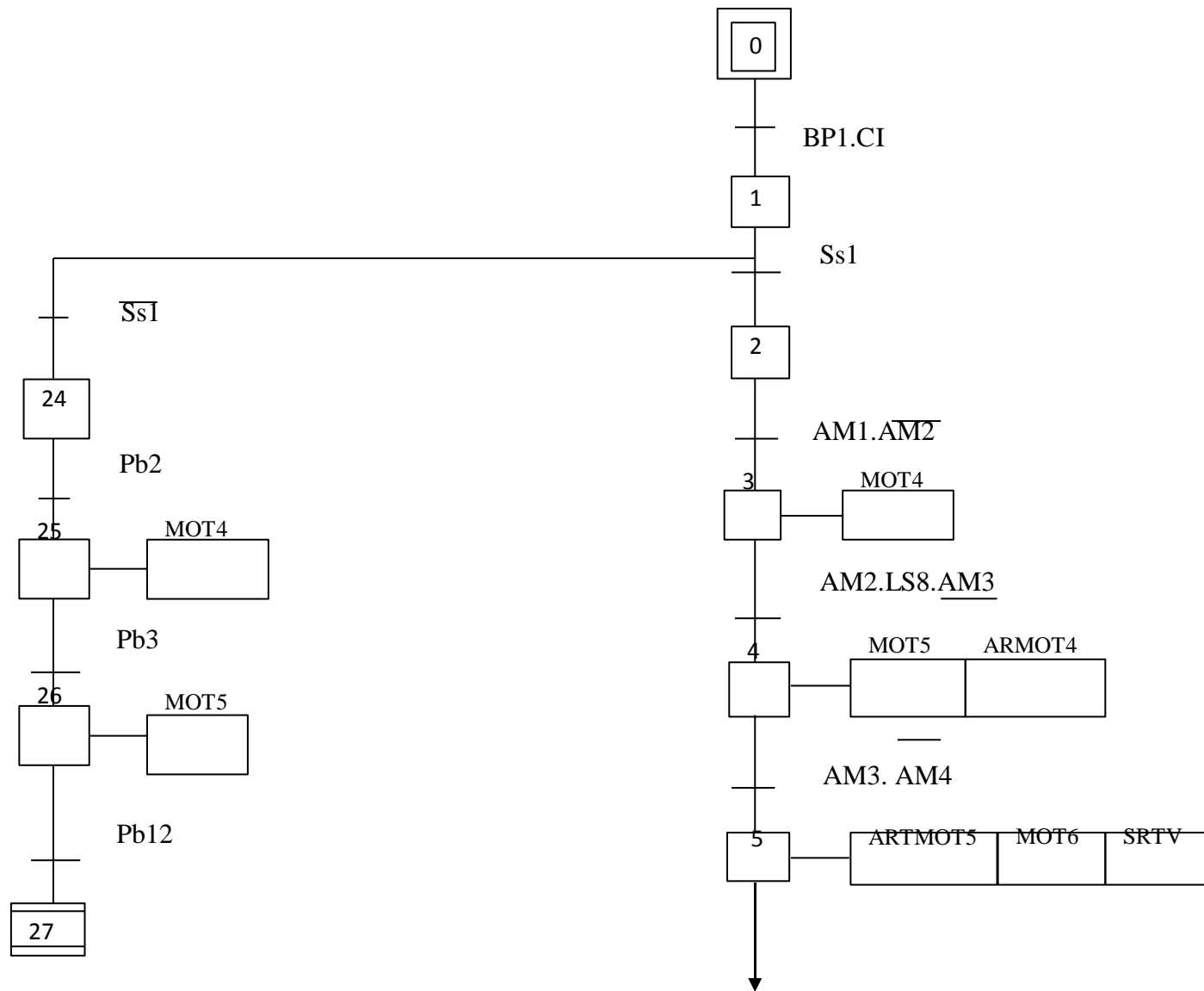


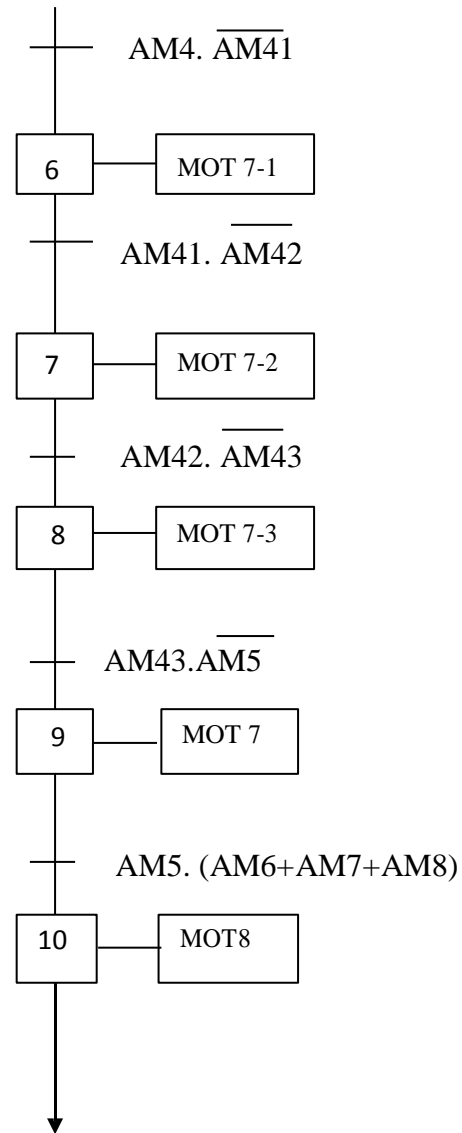


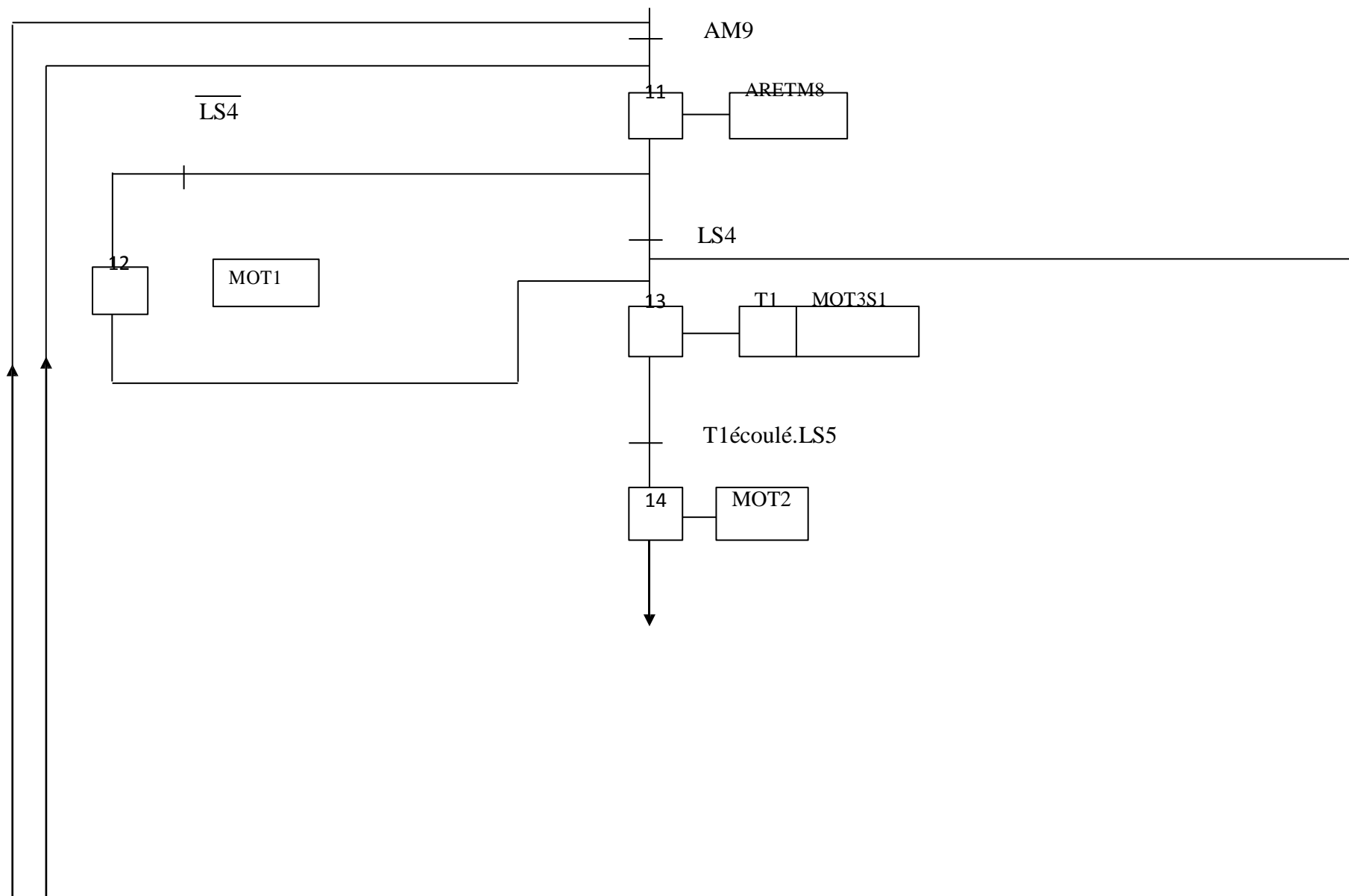


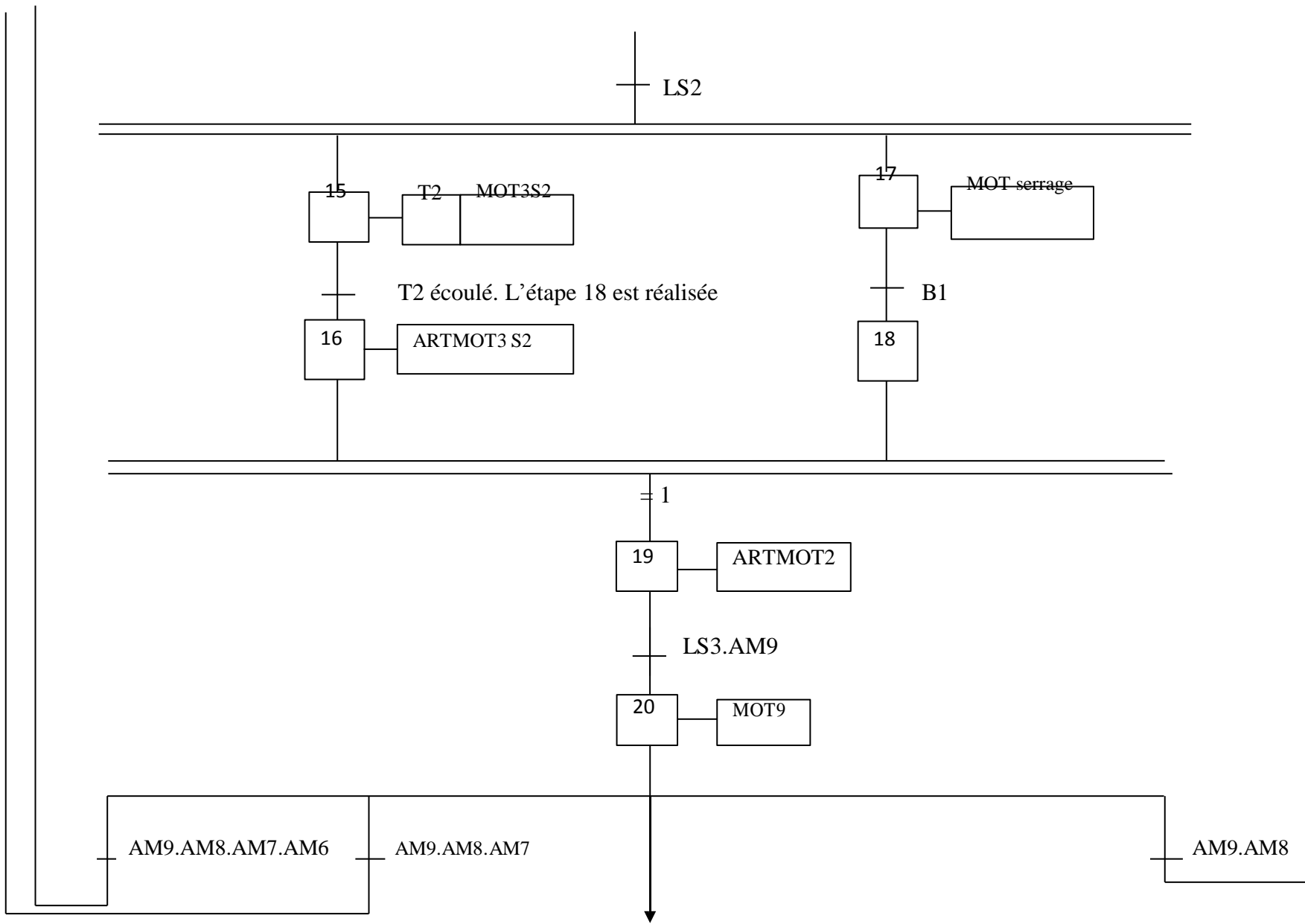


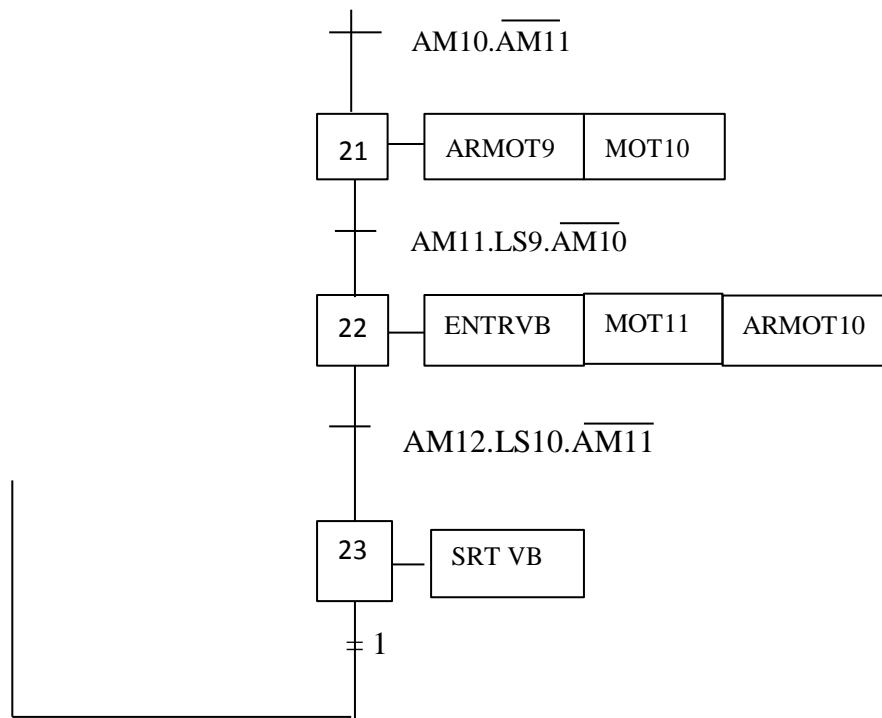
❖ GRAFCET Niveau 2 de la rubaneuse N2



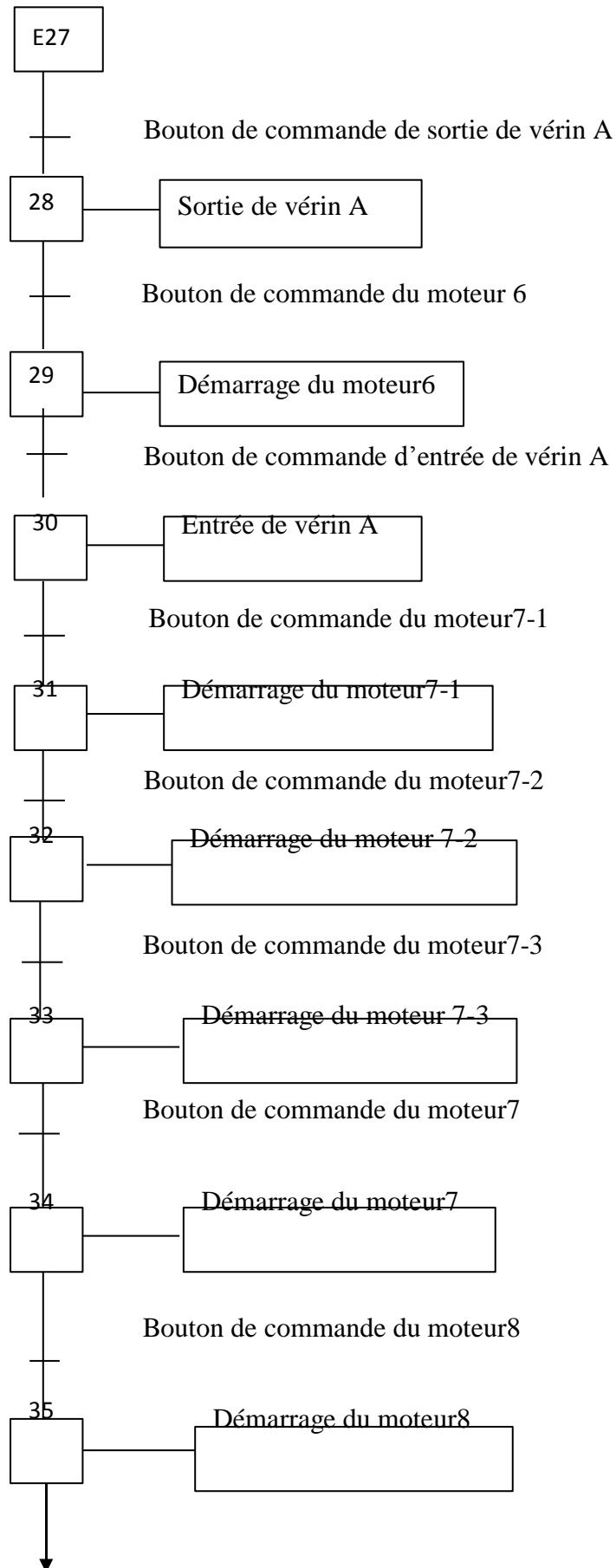


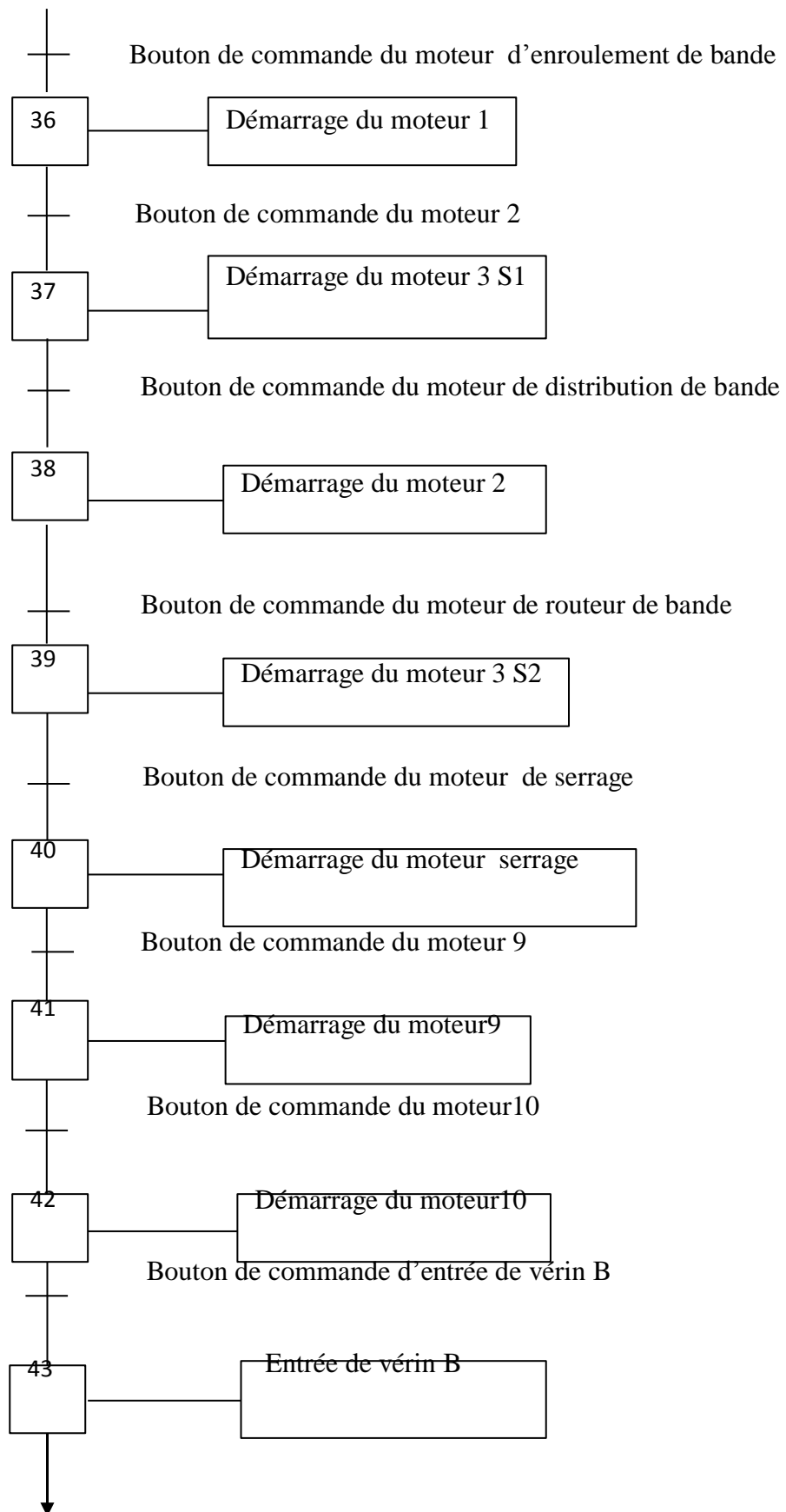


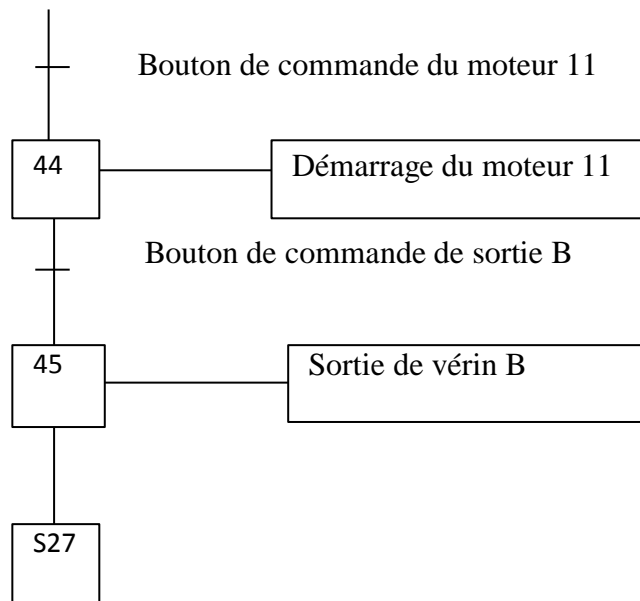




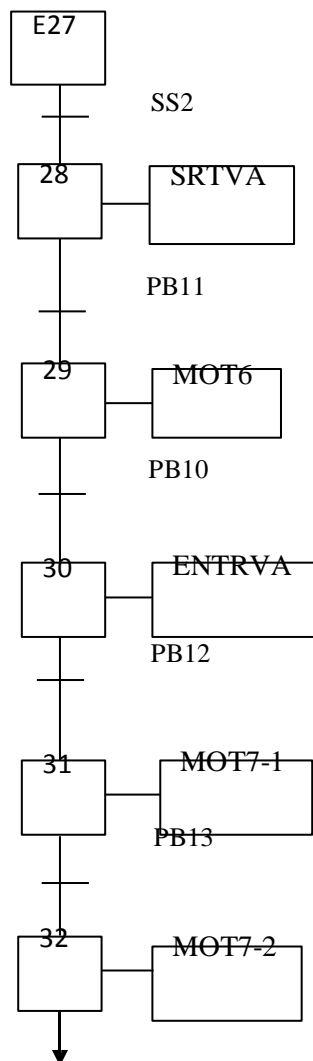
❖ **GRAFCET niveau 1 de la macro étape (mode manuelle)**

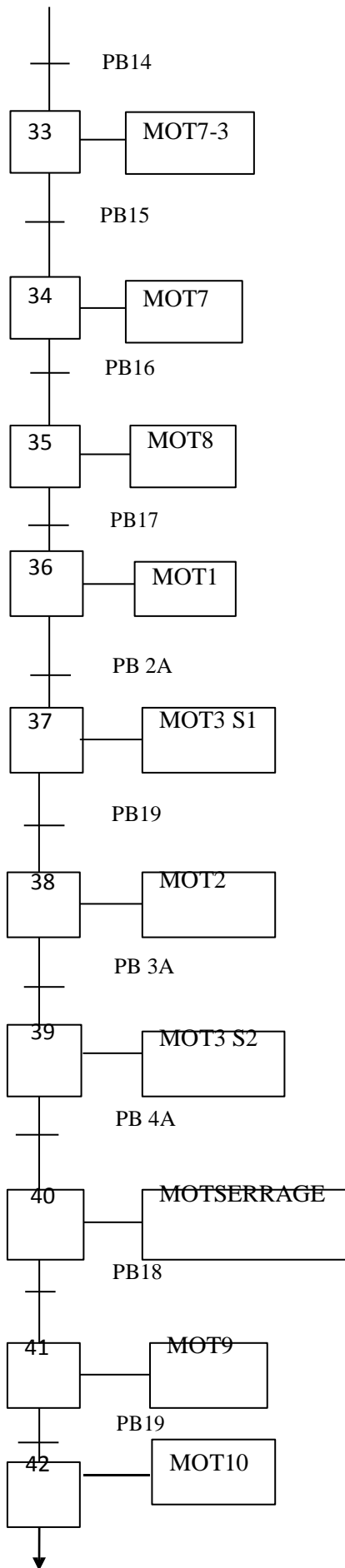


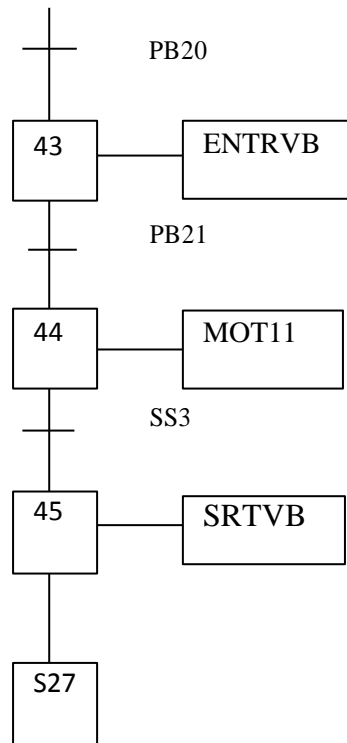




❖ **GRAFSET niveau 2 de la macro étape (mode manuelle)**







## VII. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé des automates programmables industriels anciens, tels que le S5 de TOSHIBA, et des modernes, tels que le S7, en abordant leur principe de fonctionnement. D'autre part, nous avons défini le GRAFCET ainsi que ses principaux éléments. Enfin, nous avons précisé les avantages des S7 par rapport aux S5, et nous avons conclu que le S7 est une amélioration du S5.

# **CHAPITRE IV**

Commande et supervision

## I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons aborder le logiciel de programmation STEP7 de manière générale. Nous verrons comment créer un projet avec STEP7, les étapes que nous avons suivies pour élaborer le GRAFCET de notre machine, ainsi qu'une présentation du simulateur S7-PLCSIM. En conclusion, nous examinerons le logiciel de supervision WinCC flexible.

## II.1 Présentation de STEP7

STEP7 est un logiciel qui permet la configuration et la programmation des systèmes d'automatisations [19]. Il offre à l'utilisateur plusieurs tâches comme citées ci-dessous.

- La création de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La création des tables mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement de programme dans les systèmes utilisés.
- Le test de validation de programme.

## II.2 Les applications de base de STEP7

Le logiciel STEP7 contient des applications de base suivantes [19] :

- Le gestionnaire de projets.
- La configuration matérielle.
- L'éditeur de mnémoniques.
- L'éditeur de programme CONT, LOG, LIST.
- La configuration de la communication NETPRO.
- Le diagnostic du matériel.

## II.3 Langage de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG pour S7-300/400 font partie intégrante du logiciel de base.

### ❖ Schéma à contacts (CONT)

C'est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines [20].

### ❖ Liste d'instructions (LIST)

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles

la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données) [20].

#### ❖ Logigramme (LOG)

C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques [20].

## II.4 Création d'un projet avec step7

La création d'un projet avec STEP7 peut être réalisée de deux manières, comme décrit ci-dessous (figure 42).

- **Choix 1** : Commencer par la configuration matérielle.
- **Choix 2** : Commencer par la création du programme.

Il est recommandé de débiter par la configuration matérielle pour les installations comportant un grand nombre d'entrées et sorties. Le schéma ci-après illustre les deux approches possibles lors de la conception d'une solution d'automatisation.

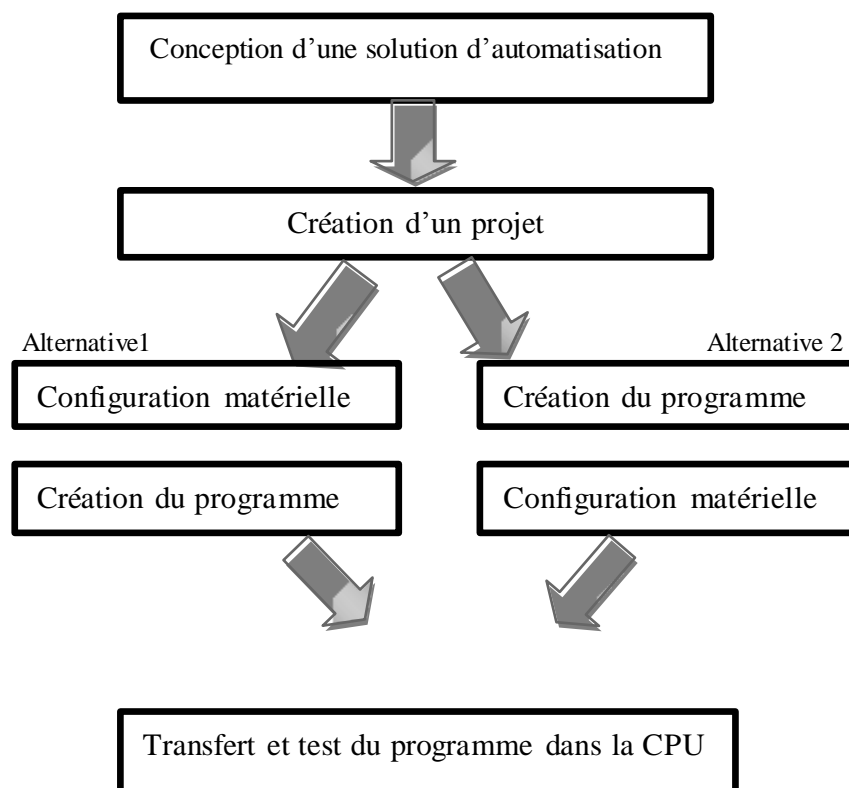


Figure 42. Démarche de programmation avec STEP7.

1. Double clique sur SIMATIC Manager, cela permet à l'assistant de STEP7 de lancer.
2. La fenêtre de la figure 43 permet la création d'un nouveau projet.



Figure 43 .Fenêtre assistant de STEP 7.

3. On clique sur suivant, la fenêtre de la figure 44 permet de choisir la CPU et MPI.

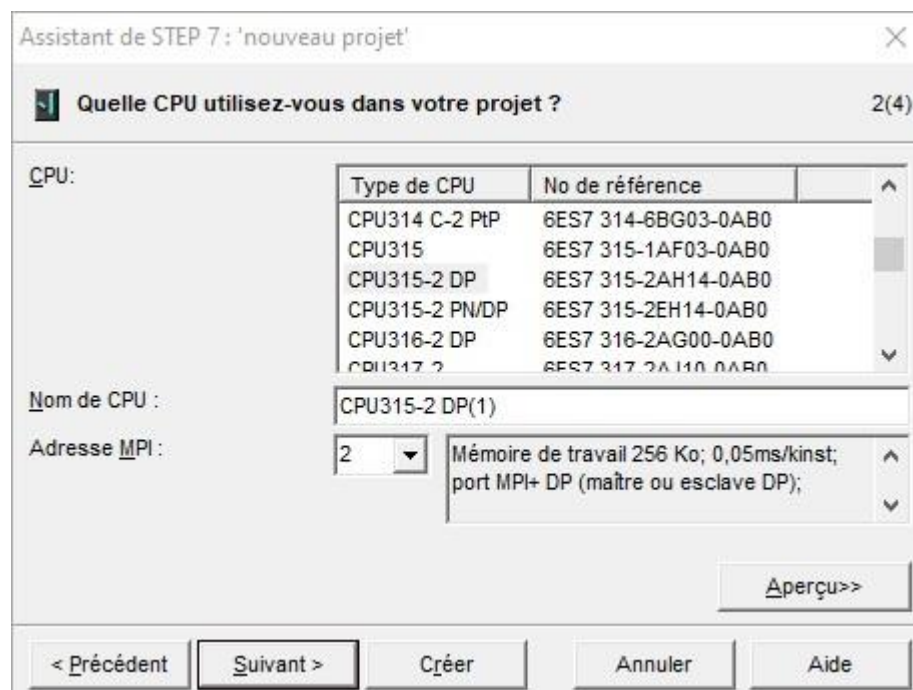


Figure 44. Choix de la CPU et l'adresse MPI.

- Après validation de la CPU et MPI, la fenêtre de la figure 45 qui apparaît permet de choisir le bloc à insérer, et choisir le langage de programmation (LIST, CONT, LOG).

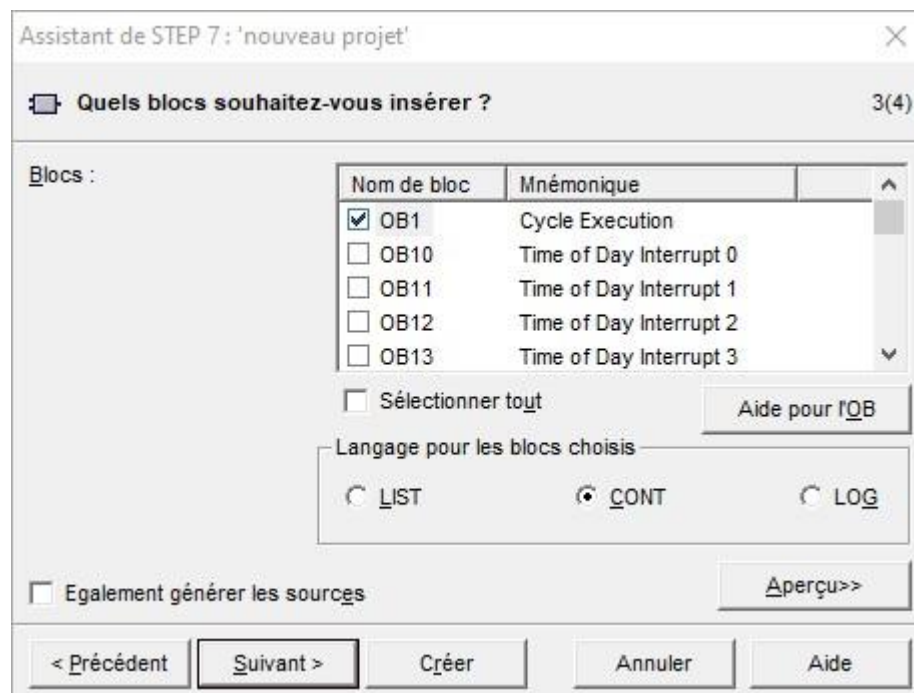


Figure 45. Choix de bloc et langage de programmation.

- En cliquant sur suivant, la création du projet apparaît pour le nommer.
- On clique sur créer, la fenêtre de la figure 46 apparaît.

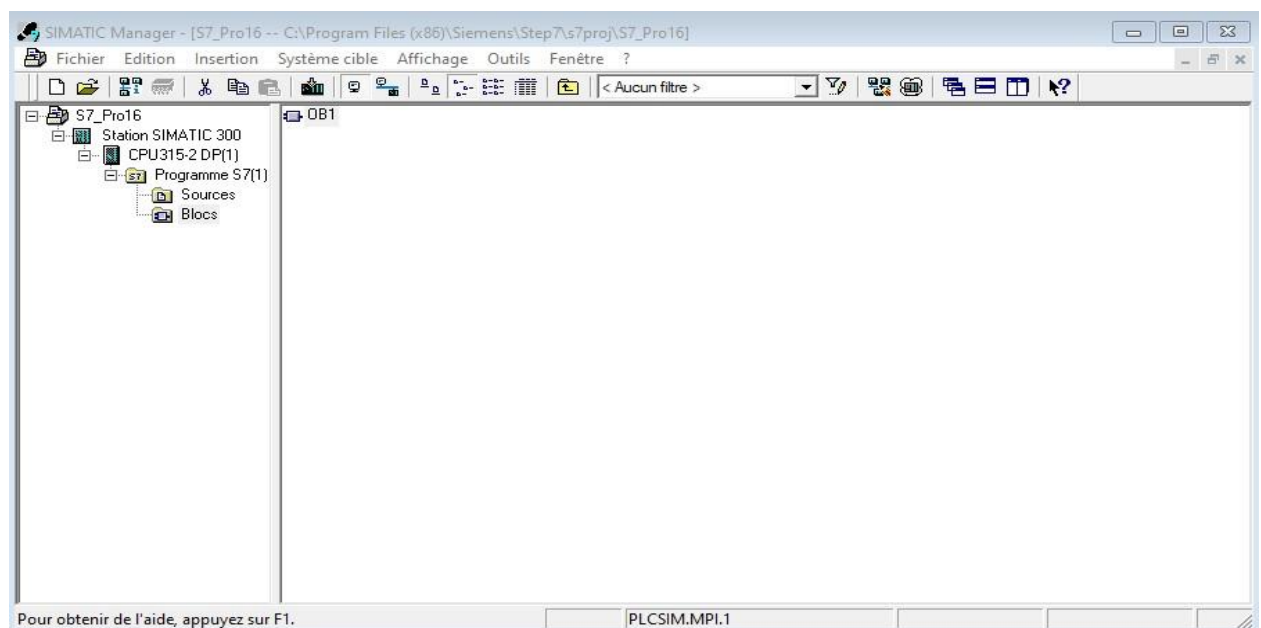


Figure 46. Fenêtre de travail.

## II.4.1 Configuration du matériel

Elle est essentielle pour assurer le bon fonctionnement et la compatibilité des composants utilisés dans le système automatisé.

### ❖ Configuration

Comprend le choix de la CPU, ainsi que les modules d'entrées/sorties, le module d'alimentation(PS), Coupleurs d'extension (IM)...

Pour configurer le matériel, il suffit de faire glisser des éléments du catalogue du Matériel dans une table de configuration ([o] UR : Universel Rack), cela se fait comme dans le cas des profilés support (châssis) réels (Figure 47). Le PS dans la 1ère ligne, la CPU dans la 2ème, le IM dans la 3ème, puis les SMs (ou FM, CP,..) à partir de la 4ème ligne.

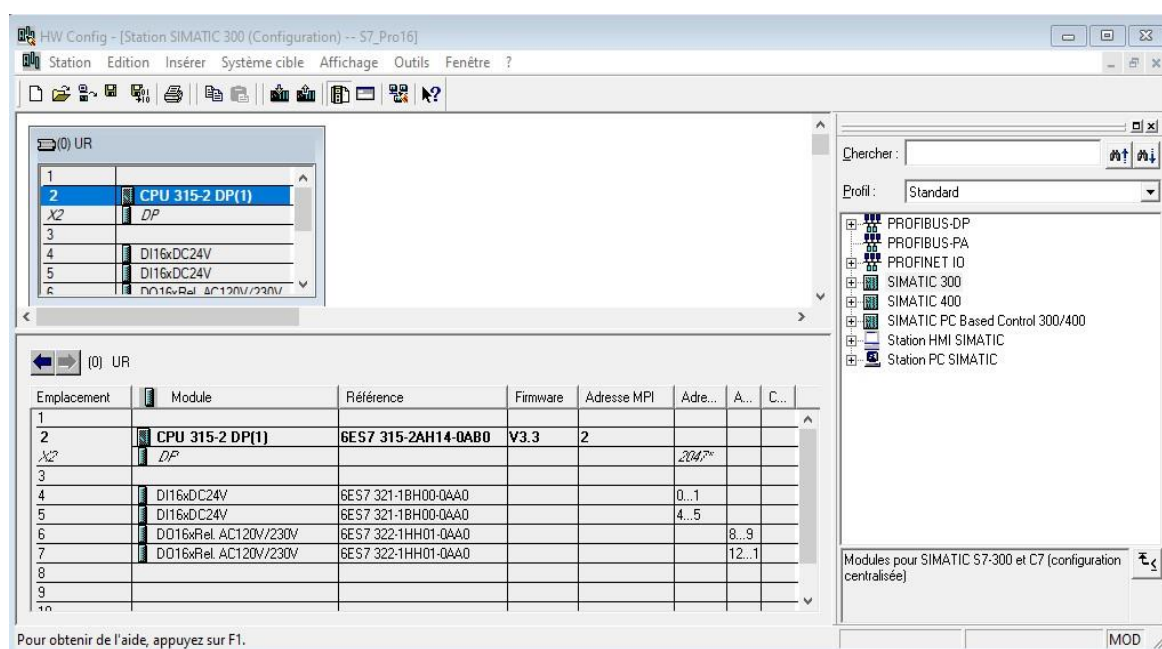


Figure 47. Configuration matérielle.

### ❖ Paramétrage

Le paramétrage des modules d'automate S7 est une étape importante, permettant le réglage des paramètres des modules pour la configuration centralisée et aussi pour un réseau tel que la CPU.

### ❖ Affectation des mnémoniques

C'est une table qui définit la liste des variables (les entrées, les sorties et les mémoires), qui vont être utilisées lors de la programmation (Figure 48).

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1		AM1	E 2.7	BOOL	
2		AM10	E 4.0	BOOL	
3		AM11	E 4.1	BOOL	
4		AM12	E 8.7	BOOL	
5		AM2	E 3.0	BOOL	
6		AM3	E 3.1	BOOL	
7		AM4	E 3.2	BOOL	
8		AM5	E 3.3	BOOL	
9		AM6	E 3.4	BOOL	
10		AM7	E 3.5	BOOL	
11		AM8	E 3.6	BOOL	
12		AM9	E 3.7	BOOL	
13		AM91	E 4.2	BOOL	
14		AM92	E 4.3	BOOL	
15		AM93	E 4.4	BOOL	
16		AUD	E 5.7	BOOL	
17		Aud2	E 9.1	BOOL	
18		B1	E 9.0	BOOL	
19		CR2	E 10.4	BOOL	
20		CR3	E 10.5	BOOL	
21		CRA	E 10.6	BOOL	
22		ENTVB	A 5.0	BOOL	
23		ETAPE0	M 0.0	BOOL	
24		ETAPE1	M 0.1	BOOL	
25		ETAPE10	M 1.2	BOOL	
26		ETAPE11	M 1.3	BOOL	
27		ETAPE12	M 1.4	BOOL	
28		ETAPE13	M 1.5	BOOL	
29		ETAPE14	M 1.6	BOOL	
30		ETAPE15	M 1.7	BOOL	
31		ETAPE16	M 2.0	BOOL	
32		ETAPE17	M 2.1	BOOL	
33		ETAPE18	M 2.2	BOOL	
34		FTAPF19	M 2.3	BOOL	

Figure 48. Table mnémonique.

## II.4.2 Structure du programme utilisateur

Dans la section 'bloc' du SIMATIC Manager, il existe par défaut le bloc d'organisation 'OB1' qui représente le programme cyclique. Il est possible de rajouter à tout moment d'autres blocs.

### ❖ Blocs d'organisation

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement du programme cyclique et des programmes déclenchés par alarmes, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs [21].

### ❖ Blocs Fonctions et blocs fonctionnels

Il est possible de programmer chaque bloc d'organisation en tant que programme structuré en créant des fonctions (FC) et des blocs fonctionnels (FB).

Les blocs fonctionnels (FB) sont des blocs de code associés à des blocs de données d'instance, dans lesquels sont sauvegardés les paramètres effectifs et les données statiques des blocs fonctionnels. Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans rémanence, c'est-à-dire qu'ils

ne sont pas associées à des blocs de données, les paramètres effectifs ne sont pas sauvegardés automatiquement [21].

#### ❖ Bloc de données

Les blocs de données (DB) servent à l'enregistrement de données utilisateur. Les blocs de données globales servent à l'enregistrement de données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. Les blocs de données d'instances sont affectés à des blocs fonctionnels [21].

### III.1 Simulation avec PLCSIM

Cette étape essentielle nous permet de vérifier le fonctionnement de notre programme dans un environnement virtuel avant sa mise en œuvre sur l'automate réel.

#### III.1.1 Présentation du S7-PLCSIM

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable. Il dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme, comme l'activation ou la désactivation des entrées (voir Figure 49). La simulation s'effectue au sein du logiciel STEP7 [22].

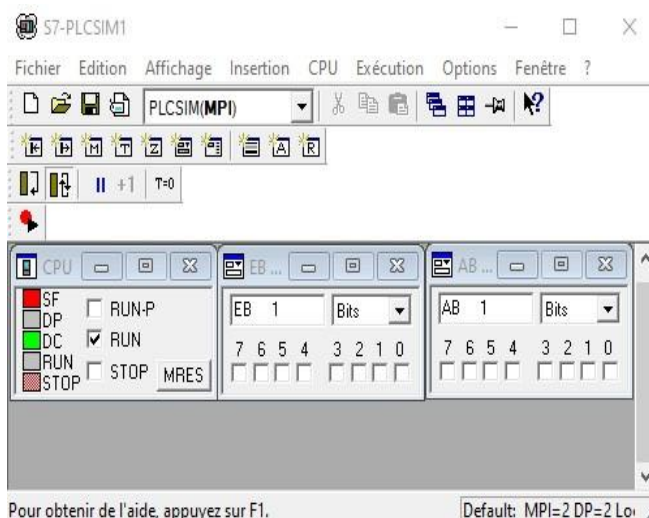








Figure 49. Fenêtre de PLCSIM.

#### III.1.2 Mise en route du logiciel S7-PLCSIM


Le mode de simulation est disponible à partir du gestionnaire de projet SIMATIC à condition qu'aucune liaison à des API réels ne soit établie. La procédure pour la mise en route du logiciel S7-PLCSIM est présentée ci-après.

1. Ouvrir le gestionnaire de projet SIMATIC.

2. Cliquer sur  ou sélectionner la commande Outils → Simulation de modules, pour lancer l'application S7-PLCSIM et ouvrir une fenêtre CPU.
3. Dans le gestionnaire de projet SIMATIC, chercher le projet chaîne d'emballage.
4. Dans le projet chaîne d'emballage, chercher le dossier Blocs.
5. Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, cliquer sur  ou choisir la commande système cible Charger → pour charger les dossiers Blocs dans l'API de simulation.
6. Dans l'application S7-PLCSIM, on crée de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'API de simulation :
  - Cliquer sur  et sélectionner **PLCSIM (MPI)** puis on :
  - Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion** → **Entrée**, sur la fenêtre affiche **EB0** (octet d'entrée 0) mais on peut modifier le numéro d'octet.
  - Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion** → **Sortie** pour afficher une seconde fenêtre sur laquelle affiche **AB0** (octet de sortie 0) aussi on peut modifier le numéro d'octet.
7. Choisir le numéro CPU dans S7-PLCSIM et vérifier que la commande **Mettre sous tension** est activé.
8. Choisir la commande **Exécution** → **Mode d'exécution** et vérifier que la commande **Cycle continue** est activée.
9. Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher PUN ou PUN-P.
10. Cliquer sur le bit 0 de EB0 pour simuler la mise à 1 de l'entrée 0.0 et observer la réaction de AB0.
11. Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Fichier** → **Enregistrer CPU sous...** pour enregistrer l'état actuel de l'API de simulation dans un nouveau fichier.

Une fois que toute la fenêtre d'entrées et des sorties sont prêtes, on active les entrées voulues pour lire l'état des sorties.

### III.1.3 Visualisation de l'état du programme

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode RUN, le step7 nous permet de visualiser l'état du programme soit en cliquant sur l'icône  ou en sélectionnant la commande Tes → Visualiser.

### III.1.4 Simulation de programme par logiciel S7-PLCSIM

Les différentes étapes de simulation sont représentées par les figures 50, 51, 52, 53, 54 et 55.

#### ❖ Simulation dans FC1

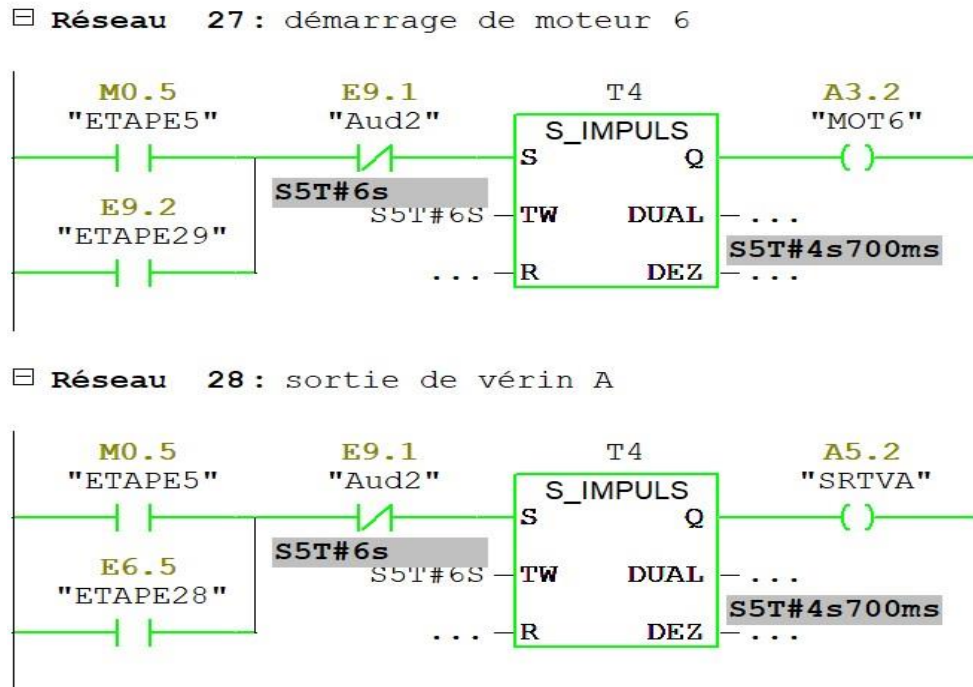


Figure 50. Démarrage de moteur 6 et sortie de vérin A.

#### ❖ Simulation dans FC2

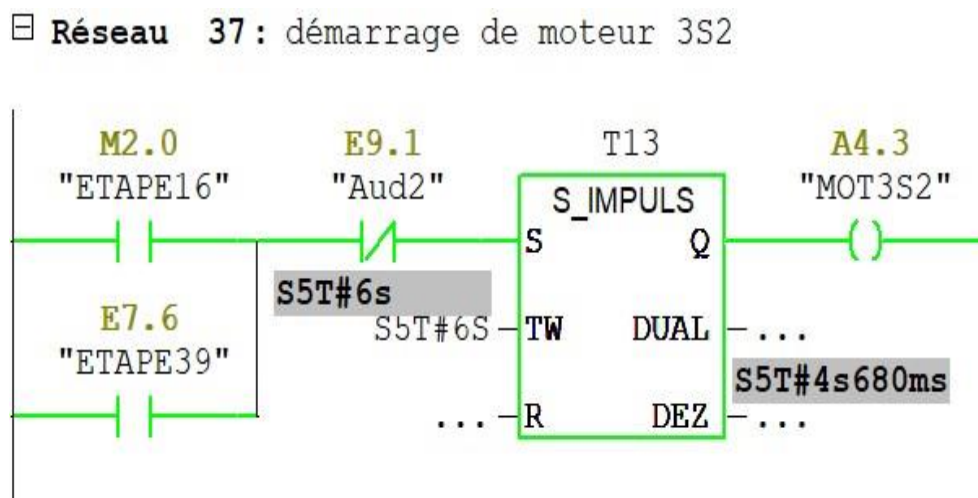


Figure 51. Démarrage de moteur3S2.

### ❖ Simulation dans FC3

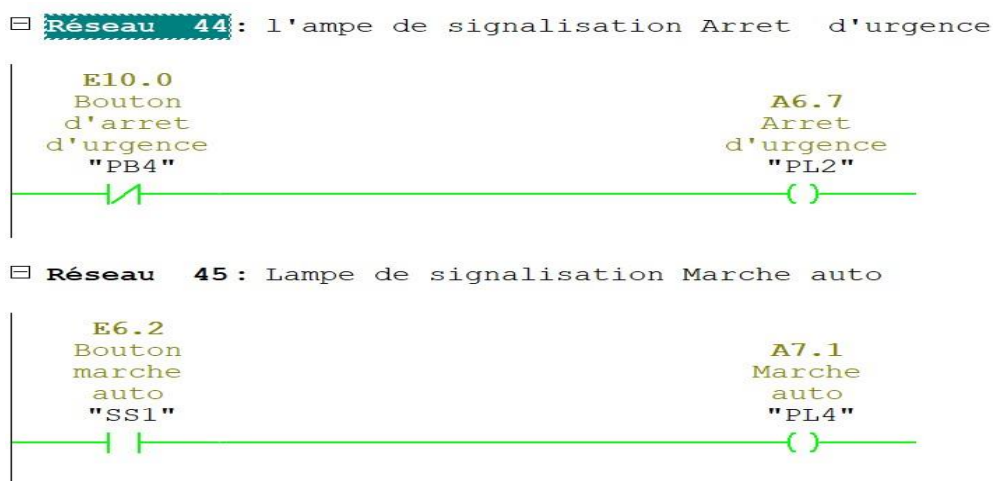


Figure 52 .Signalisation des lampes d'arrêt d'urgence et marche auto.

### ❖ Simulation dans OB1

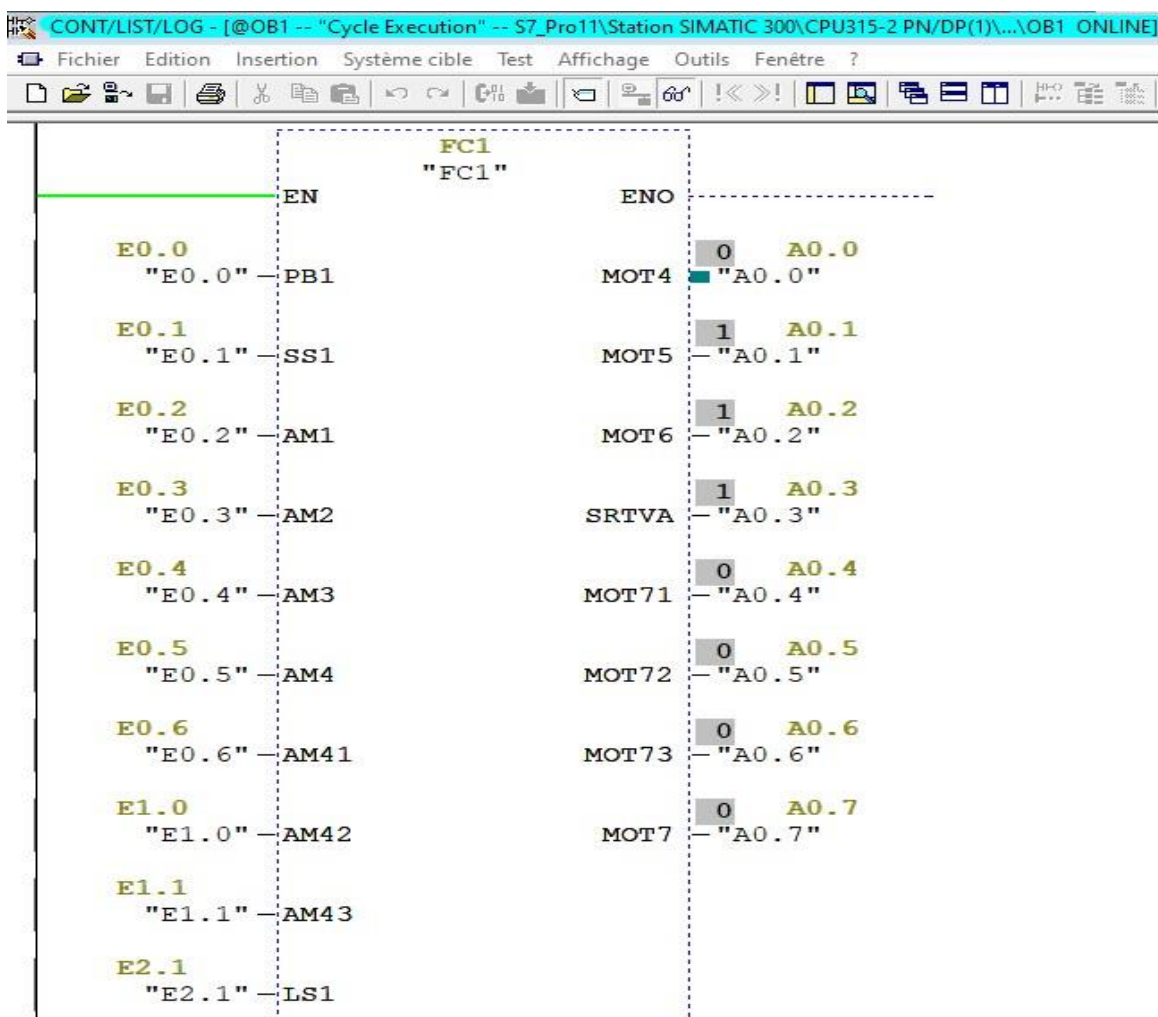


Figure 53. Simulation de Bloc FC1.

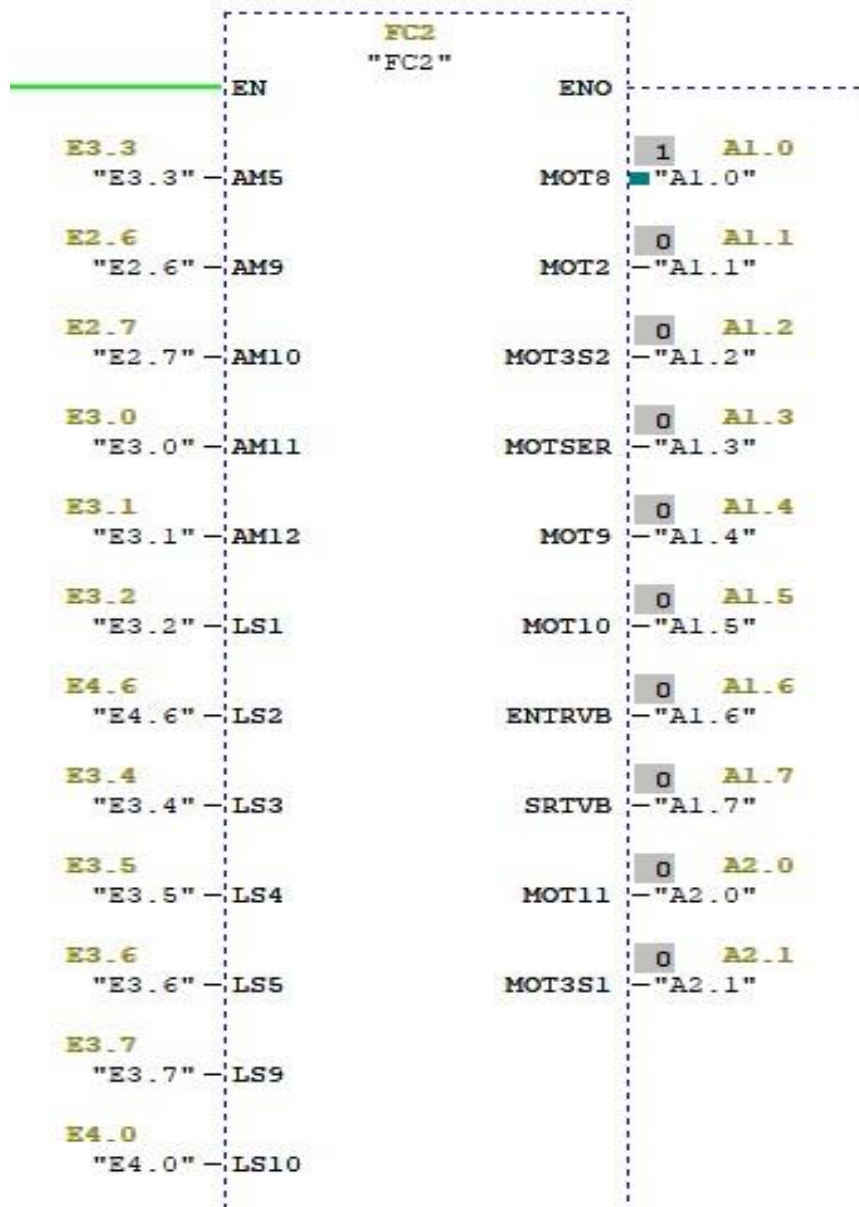


Figure 54 .Simulation de Bloc FC2.

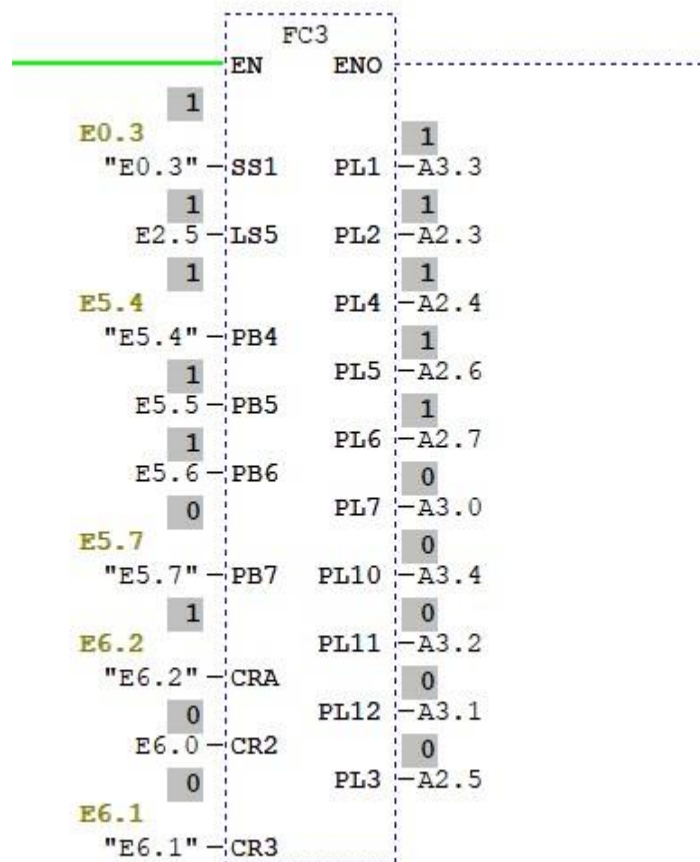


Figure 55. Simulation de Bloc FC3.

## IV. Supervision

Dans l'industrie, la supervision est un système informatisé de suivi et de gestion des procédés de fabrication automatisés visant à les amener à leur fonctionnement optimal. Son objectif est de fournir en temps réel une visualisation de l'évolution des paramètres du processus, permettant ainsi à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées pour atteindre les objectifs de production. Cette capacité impacte à la fois l'entreprise et le personnel, en permettant à l'entreprise de respecter les délais en diminuant le nombre de pannes, améliorer et maintenir la qualité de production et réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liée aux pannes.

### IV.1 Constitution d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auxquels se rattachent les données provenant des équipements (automate). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et communication avec d'autres périphériques [23].

#### ❖ **Le module de visualisation**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanées [23].

#### ❖ **Le module d'archivage**

Il mémorise des données (alarmes et événements) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenances ou de gestion de production [23].

#### ❖ **Le module de traitement**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie [23].

#### ❖ **Le module de communication**

Assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les automates programmable industriels et autre périphériques [23].

### **IV.3 Présentation de WinCC Flexible 2008**

WinCC Flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (IHM), idéale pour les applications à proximité de la machine et du processus dans la construction d'installations automatisées. WinCC flexible est un logiciel d'ingénierie pour tout les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, de plus petit micro panel jusqu'au multi panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour des solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows de version récentes [24].

#### **IV.3.1 Les caractéristiques de logiciel WinCC flexible 2008**

Le logiciel de supervision WinCC est constitué de plusieurs outils utilisés pour simplifier le développement des HMI [23], tel cités ci-dessous.

- Manipulation du projet
- Bibliothèques d'objets de configuration prédéfinis ou confectionnés par l'utilisateur
- Prise en charge linguistique
- Runtime
- Test et assistance à la mise en service
- Communication ouverte entre systèmes HMI et systèmes de niveau supérieur.

#### **IV.3.2 Le système runtime WinCC**

L'application runtime WinCC est intégrée sur tous les écrans SIMATIC HMI. Elle offre un large éventail de fonctionnalité, et notamment [23] :

- Communication avec les automates.

- Affichage des vues à l'écran de supervision.
- Commande du processus par exemple spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Archivage des données de runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme pour un diagnostic de défaillances.

### IV.3.3 Intégration de projet WinCC flexible dans Step7

Cette procédure est divisée en deux parties comme mentionné ci-dessous.

- **Partie 1** : contient la création, configuration et programmation d'un projet sous STEP7.
  - Choix de la CPU.
  - Création de la table des mnémoniques.
  - Programmation de système.
- **Partie 2** : C'est l'étape la supervision sous WinCC.

Pour créer un projet dans WinCC, nous allons suivies ces étapes :

- ✚ Ouvrir le logiciel WinCC.
  - Créer un projet avec éditeur de projet.
- ✚ Configuration logicielle.
  - Etablir la liaison entre la station SIMATIC et le pupitre.
  - Définir les variables.

Une fois la liaison est établie en passe à la création des vues nécessaire pour notre chaine d'emballage.

Alors on a construit deux vues qui contiennent des boutons, lampes, moteurs et des convoyeurs, notamment :

- Vue des lampes de signalisation.
- Vue de la chaine d'emballage.

#### ✚ Vue des lampes de signalisation

La figure 56 représente les différentes lampes de la machine.

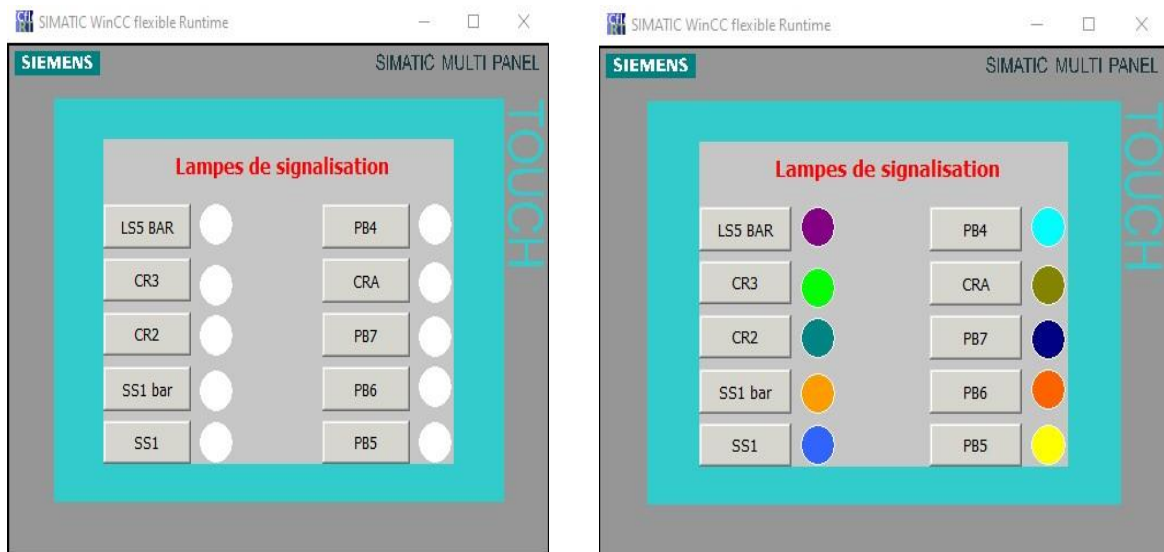


Figure 56. Vue des lampes de signalisation.

#### 🔗 Vue de la chaîne d'emballage

Cette vue nous permet de visualiser l'état des actionneurs, des prés actionneurs et le produit qui se déplace sur les convoyeurs de la chaîne d'emballage (Figure 57).

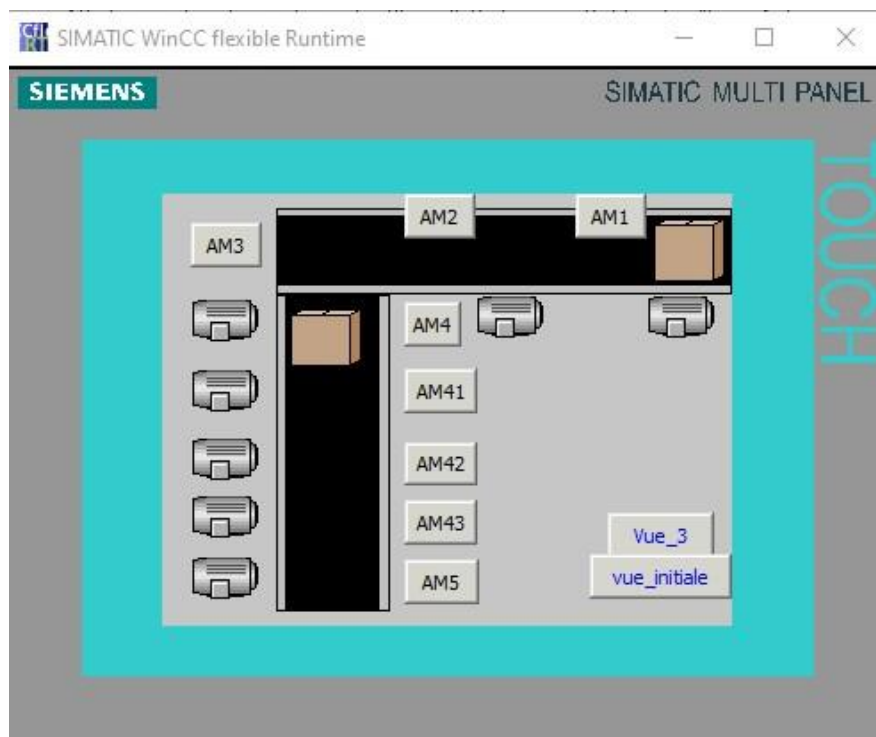


Figure 57. Vue de la chaîne d'emballage.

### V. Récapitulatif des équations des étapes

Le tableau 3 représente les équations d'activation et désactivation des étapes utilisées dans le programme de la Rubaneuse.

Désactivation	Activation	Étapes
Etape1. INT+AUD	$(\text{Etape23}+\text{INT}) \overline{\text{AUD}}$	Etape 0 (initiale)
Etape2. INIT+AUD	$\text{PB1.CI.Etape0}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 1
Etape3. INIT+AUD	$\text{SS1.Etape1}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 2
Etape4. INIT+AUD	$\overline{\text{AM2}}.\text{AM1.Etape2}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 3
Etape5. INIT+AUD	$\overline{\text{AM3}}.\text{AM2.LS8.Etape3}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 4
Etape6. INIT+AUD	$\text{AM3}.\overline{\text{AM4}}.\text{Etape4}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 5
Etape7. INIT+AUD	$\overline{\text{AM41}}.\text{AM4.Etape5}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 6
Etape8. INIT+AUD	$\text{AM41}.\overline{\text{AM42}}.\text{Etape6}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 7
Etape9. INIT+AUD	$\overline{\text{AM43}}.\text{AM42.Etape7}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 8
Etape10. INIT+AUD	$\text{AM43}.\overline{\text{AM5}}.\text{Etape8}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 9
Etape11. NIT+AUD	$\text{AM5}(\text{AM6}+\text{AM7}+\text{AM8}).\text{Etape9}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 10
Etape12. INIT+AUD	$\text{AM9.Etape10}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 11
Etape13. INIT+AUD	$\overline{\text{LS4}}.\text{Etape11}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 12
Etape14. INIT+AUD	$\text{LS4.Etape12}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 13
Etape15. INIT+AUD	$\text{T1écoulé.LS5.Etape13}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 14
Etape16. INIT+AUD	$\text{LS2.Etape14}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 15
Etape17. INIT+AUD	$\text{T2écoulé. Etape18.Etape15}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 16
Etape18. INIT+AUD	$\text{LS2.Etape16}+\overline{\text{INT}}. \overline{\text{AUD}}$	Etape 17

Etape19.INIT+AUD	$B1.Etape17+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape 18
Etape20.INIT+AUD	$Etape18.Etape16+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape 19
Etape21.INIT+AUD	$LS3.AM9.Etape19+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape 20
Etape22.INIT+AUD	$AM10.\overline{AM11}.Etape20+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape 21
Etape23.INIT+AUD	$\overline{AM10}.\overline{AM11}.LS9.Etape21+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape 22
Etape0.INIT+AUD	$AM12.\overline{AM11}.LS10.Etape22+\overline{INT}. \overline{AUD}$	Etape23

Tableau 3. Récapitulatif des équations des étapes et des actions.

### V.1 Récapitulatif des équations des actions

Le tableau 4 représente les équations d'activation des actions utilisées dans le programme de la rubaneuse.

Activation	Action
$(Etape\ 3+Etape25)\ \overline{Aud}$	MOT4
$(Etape\ 4+Etape26)\ \overline{Aud}$	MOT5
$(Etape5\ +Etape29)\ \overline{Aud}$	MOT6
$(Etape5\ +Etape28)\ \overline{Aud}$	SRTVA
$(Etape\ 6+Etape31)\ \overline{Aud}$	MOT71
$(Etape7\ +Etape32)\ \overline{Aud}$	MOT72
$(Etape8\ +Etape33)\ \overline{Aud}$	MOT73
$(Etape9\ +Etape34)\ \overline{Aud}$	MOT7
$(Etape10+Etape35)\ \overline{Aud}$	MOT8
$(Etape12\ +Etape36)\ \overline{Aud}$	MOT1

$(\text{Etape13} + \text{Etape37}) \overline{\text{Aud}}$	MOT3S1
$(\text{Etape14} + \text{Etape38}) \overline{\text{Aud}}$	MOT2
$(\text{Etape16} + \text{Etape39}) \overline{\text{Aud}}$	MOT3S2
$(\text{Etape17} + \text{Etape40}) \overline{\text{Aud}}$	MOTSER
$(\text{Etape20} + \text{Etape41}) \overline{\text{Aud}}$	MOT9
$(\text{Etape21} + \text{Etape42}) \overline{\text{Aud}}$	MOT10
$(\text{Etape22} + \text{Etape43}) \overline{\text{Aud}}$	ENTRVB
$(\text{Etape22} + \text{Etape44}) \overline{\text{Aud}}$	MOT11
$(\text{Etape23} + \text{Etape45}) \overline{\text{Aud}}$	SRTVB

Tableau 4. Récapitulatif des équations des actions.

## VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les logiciels STEP7 pour la programmation et WinCC Flexible 2008 pour la supervision. Nous avons expliqué comment créer des projets avec ces outils, en donnant des instructions détaillées. Nous avons aussi développé une plateforme de supervision avec une vue principale et deux vues secondaires. La vue principale permet d'accéder facilement aux vues secondaires. Une des vues secondaires montre l'état des lampes de signalisation en temps réel, tandis que l'autre donne accès aux différents composants de la machine, facilitant ainsi le contrôle et la maintenance. De plus, nous avons ajouté des fonctionnalités avancées pour améliorer la gestion de la machine d'emballage. Cela inclut la création de scripts personnalisés pour automatiser certaines tâches, l'utilisation de graphiques dynamiques pour voir clairement les données en temps réel, et la mise en place de systèmes d'alerte pour informer les opérateurs en cas de problème.

Chaque étape du développement a été documentée avec des captures d'écran et des descriptions détaillées pour aider les utilisateurs à reproduire et comprendre le travail réalisé. Cette documentation est cruciale pour s'assurer que le projet reste utilisable et adaptable dans le temps.

**CONCLUSION**  
**GENERALE**

### Conclusion générale

L'automatisation est devenue une nécessité pour l'industrie moderne. Elle permet de réduire le nombre d'opérateurs nécessaires, de minimiser les coûts de fabrication et d'assurer la sécurité des équipements et du personnel. L'objectif de notre travail était de faire fonctionner la machine d'emballage avec le nouvel automate S7-300. Nous avons commencé par prendre connaissance de la machine existante (Rubaneuse N2), en étudiant ses différents éléments constitutifs et leurs rôles spécifiques. Ensuite, nous avons approfondi notre compréhension des automates programmables industriels S5 et S7, en examinant leurs caractéristiques et leur langage de programmation. Nous avons modélisé la Rubaneuse à l'aide d'un GRAFCET, ce qui nous a permis d'extraire les équations des étapes et des actions nécessaires pour entamer la programmation. Cette modélisation a été cruciale pour comprendre le fonctionnement détaillé de la machine et pour développer une solution de programmation efficace.

Ce projet nous a offert une expérience précieuse dans l'environnement industriel. Nous avons développé des compétences en communication avec différents ingénieurs et techniciens, acquis le sens du travail en équipe et appris les méthodes de diagnostic des pannes. Grâce à ce travail, les techniciens et les ingénieurs pourront optimiser le temps consacré aux opérations de maintenance, améliorant ainsi l'efficacité et la fiabilité de la machine d'emballage. En outre, ce projet a mis en lumière l'importance de la modernisation des systèmes de contrôle industriels. En passant de l'automate S5 au S7, nous avons non seulement amélioré les performances de la machine, mais aussi facilité l'intégration avec les technologies actuelles et futures, ouvrant la voie à de nouvelles possibilités d'optimisation et d'automatisation.

Avec ce modeste travail, nous espérons avoir apporté une contribution utile à l'entreprise et fourni une base solide pour de futures améliorations et développements. Nous concluons donc notre projet avec une meilleure compréhension des défis et des opportunités liés à l'automatisation industrielle, ainsi qu'une appréciation accrue de l'importance de l'innovation continue dans ce domaine.



# **BIBLIOGRAPHIE**

## Bibliographie

- [1] Documentation interne de l'unité froid (ENIEM).
- [2] Documentation interne de l'unité froid TOSHIBA.
- [3] [https://www.dealec.fr/blog/2022/06/08/tout-savoir-sur-le-contacteur#:~:text=Un%20contacteur%20est%20un%20relais,%3A%20un%20chauffe%20Deau\).](https://www.dealec.fr/blog/2022/06/08/tout-savoir-sur-le-contacteur#:~:text=Un%20contacteur%20est%20un%20relais,%3A%20un%20chauffe%20Deau).)
- [4] <https://www.hummerbox.com/t4465-les-relais-qu-est-que-c-est-et-leurs-schemas-pour-mieux-comprendre-votre-hummer>
- [5] <https://bpmei-prades.com/cours/chaine-daction-electrique-2/lessons/le-relais-thermique/>
- [6] <https://gemini.google.com/app/37815d324cd7b642>
- [7] <https://gemini.google.com/app/ed9a9f85bf2bedf2>
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fusible\\_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fusible_(%C3%A9lectricit%C3%A9))
- [9] <https://www.refsas.com/tout-savoir-sur-les-resistances-electriques-chauffantes/>
- [10] <https://www.maxicours.com/se/cours/les-grandes-familles-de-capteurs#:~:text=Un%20capteur%20analogique%20est%20un,transformation%20s'appelle%20la%20transduction.>
- [11] <https://www.balluff.com/fr-fr/principes-de-base-de-lautomatisation/connaissances-de-base-en-matiere-dautom/difference-entre-capteurs-tout-ou-rien-e#:~:text=Les%20capteurs%20tout%20ou%20rien,sortie%20continue%20des%20valeurs%20mesur%C3%A9es.>
- [12] [www.ornikar.com/code/cours/mecanique-vehicule/moteur/arbre-cames.](http://www.ornikar.com/code/cours/mecanique-vehicule/moteur/arbre-cames.)
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel#:~:text=On%20nomme%20automate%20programmable%20industriel,de%20syst%C3%A8mes%20de%20manuten.](https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel#:~:text=On%20nomme%20automate%20programmable%20industriel,de%20syst%C3%A8mes%20de%20manuten.)
- [14] Cour d'automate programmable industriel Conçu et Modifié par M<sup>me</sup> Lahdir Leila (2023,2024) Université de TIZI-OUZOU.
- [15] [https://www.geea.org/IMG/pdf/LES\\_AUTOMATES\\_PROGRAMMABLES\\_INDUSTRIELS\\_pour\\_GEEA.pdf.](https://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf)
- [16] [https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm.](https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm)
- [17] BELHADJ, TICHERFATINE, (Proposition d'une solution de commande pour une machine GE46 pour obtenir des ailettes de grille de table à l'aide d'un API S7-300) promotion 2018.

[18] [http://www.est-usmba.ac.ma/GRAFCET/co/module\\_cours\\_grafcet\\_19.html](http://www.est-usmba.ac.ma/GRAFCET/co/module_cours_grafcet_19.html) .

[19] IBAZIZENE, ELHADJEN (Amélioration de la supervision de la station de traitement de sable de l'entreprise MFG) Promotion 2012

[20] <https://wikimemoires.net/2022/03/automate-programmable-et-step7-regulations-pour-simatic-s7/><https://www.uvt.rnu.tn/resources->

[21] HAMDY CHERIF, MAYOUF (Commande et supervision d'une station de pompage à base d'automates programmables) Promotion 2018

[22] NEDIL, SADI (ÉTUDE TECHNOLOGIQUE ET ADAPTATION D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE POUR UNE AFFUTEUSE « KLINGLENBERG ») Promotion 2008/2009.

[23] BELAIDI, BELHACENE (Conception d'une Automatisation et d'une Supervision d'un Four de Cuisson d'Emballage (E11) au sein de l'ENIEM) Promotion 2018

[24] [www.espacetechnologue.com/Support-de-formation\\_WCC-Flexible-Runtime.pdf](http://www.espacetechnologue.com/Support-de-formation_WCC-Flexible-Runtime.pdf)  
/2020/4.

[25] [https://fr.linkedin.com/company/eniem?trk=public\\_profile\\_experience-item\\_profile-section-card\\_subtitle-click](https://fr.linkedin.com/company/eniem?trk=public_profile_experience-item_profile-section-card_subtitle-click).

[26] <https://lalgerieaujourd'hui.dz/une-commission-parlementaire-effectue-une-visite-de-deux-jours-a-tizi-ouzou/>

[27] <https://gemini.google.com/app/785e02598b81e3d7>

[28] [https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_12.html](https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_12.html).

## **Résumé**

Notre projet de fin d'études, réalisé au sein de l'unité de production d'électroménager ENIEM, a pour objectif d'améliorer les performances et la supervision de la machine d'emballage. L'objectif principal est de remplacer l'automate S5-TOSHIBA par un automate S7-300 et de reprogrammer la machine en se basant sur le cahier des charges. Nous avons commencé par une étude détaillée des différentes parties de la Rubaneuse (parties électrique, pneumatique, mécanique). Ensuite, nous avons examiné les caractéristiques de l'API S7. Grâce à l'outil GRAFCET. Pour réaliser ce projet, nous avons utilisé le logiciel STEP7, qui nous a permis de configurer le matériel utilisé (CPU), de programmer les différentes parties de notre machine et de simuler les entrées à l'aide du logiciel S7-PLCSIM. Enfin, nous avons utilisé WinCC Flexible pour commander, superviser notre système et localiser les pannes ou les défauts éventuels.

Ce projet nous a permis d'acquérir une expérience précieuse dans le domaine industriel, de développer des compétences en communication avec les ingénieurs et techniciens, et d'apprendre les méthodes de diagnostic des pannes. Il ouvre également la voie à de futures améliorations et optimisations pour l'entreprise, renforçant ainsi notre compréhension et notre capacité à travailler dans un environnement industriel moderne et automatisé.

## **Abstract**

Our final year project, carried out within the production unit of the ENIEM home appliance company, aims to improve the performance and supervision of the packaging machine. The main objective is to replace the S5-TOSHIBA PLC with an S7-300 PLC and reprogram the machine based on the specifications. We started with a detailed study of the different parts of the Rubaneuse (electrical, pneumatic, mechanical parts). Next, we examined the characteristics of the S7 PLC. Using the GRAFCET tool. To complete this project, we used the STEP7 software, which allowed us to configure the used hardware (CPU), program the different parts of our machine, and simulate the inputs using the S7-PLCSIM software. Finally, we used WinCC Flexible to control, supervise our system, and locate any potential faults or defects.

This project allowed us to gain valuable experience in the industrial field, develop communication skills with engineers and technicians, and learn troubleshooting methods. It also paves the way for future improvements and optimizations for the company, thus enhancing our understanding and ability to work in a modern and automated industrial environment.