

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

*Mémoire De Fin D'études De Master  
Académique*

*Domaine : Electronique*

*Filière : Electronique*

*Spécialité : Electronique industrielle*

*Thème*

*Automatisation de convoyeurs d'une  
banderoleuse à l'aide d'un API Siemens  
S7-1200 au sein de Cevital-Ouadhias*

*Présenté par :*

MESSAOUI Fahima

*Encadré par :*

Mme AMAZIT. D

*Encadreur lieu de stage :*

- HADID Massinissa

Devant le jury composé de :

- Président : M<sup>me</sup> FEKRACHE
- Examineur : M<sup>me</sup> SADOU
- Rapporteur : M<sup>me</sup> AMAZIT

Date de soutenance : 28/09/2024

*Promotion 2023/2024*

*Avant tout je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir accordé la santé, le courage et la volonté pour aboutir à ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ma promotrice Mme AMAZIT pour l'aide qu'elle m'a apportée. Pour ces précieux conseils et orientations prodigués tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que tout le temps qu'elle m'a consacré.*

*Je tiens à remercier particulièrement, mon encadreur Mr HADID et toutes l'équipe de Cevital pour leurs aides, leurs conseils, le suivi et l'intérêt qu'ils m'ont apporté tout au long de mon stage.*

*Je remercie vivement les membres de jury qui ont aimablement accepté d'évaluer mon travail et de donner leurs critiques fructueuses.*

*Je souhaite exprimer ma gratitude à tous les enseignants de l'université Mouloud Mammeri et ceux du département électronique en particulier. Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## **Dédicace**

Du profond de mon cœur je dédie ce modeste travail à tous ceux  
qui me sont chers,

### **A mes chers parents,**

Papa et Mama, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour  
que vous me portez depuis mon enfance, aucune dédicace ne  
saurait exprimer mon amour, mon respect et ma considération  
pour les sacrifices que vous avez

Consenti pour mon instruction et mon bien être.

Puisse Allah le très haut, vous accorder santé, bonheur, et longue  
vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes chères sœurs, Aldjia, son mari et ses enfants, Sihem et son  
mari et Lylia à qui je souhaite tous le bonheur de monde.

A mes frères, Rayan et Brahim à qui je souhaite tout le bonheur.

A mon chère fiancé Yahia et mes beaux-parents Hmed et  
Hdjila ainsi ma belle-sœur Amina et mes beaux-frères.

A ma grand-mère, mes tantes et mes oncles et leurs enfants.

Et enfin, à mes amis proches que j'aime Sofia, Tinhinane,  
Milson, Chafiaa, Fariza, Katia de me soutenir dans les bons et  
les mauvais moments vous êtes vraiment des amis exceptionnels.

|  |    |
|--|----|
| Figure I-1 : Exemple d'un système automatisé d'emballage .....         | 3  |
| Figure I-2 : Décompositions (PO – PC – PP).....                        | 5  |
| Figure I-3 : Un convoyeur .....  | 6  |
| Figure I-4 : Banderoleuse .....  | 8  |
| Figure I-5 : Les capteurs.....   | 11 |
| Figure I-6 : Signaux délivrés par les capteurs .....                   | 11 |
| Figure I-7 : Les actionneurs .....                                     | 14 |
| Figure I-8 : Effecteur.....  | 14 |
| Figure I-9 : Vérin pneumatique.....                                    | 15 |
| Figure I -10 : Vérin simple et double effet.....                       | 15 |
| Figure II -1: TIA Portal V17 .....                                     | 21 |
| Figure II- 2 : Vue du portal .....                                     | 22 |
| Figure II-3 : Vue détaillée du projet.....                             | 23 |
| Figure II -4 : Mise en créer du projet .....                           | 24 |
| Figure II- 5 : Configuration de l'api.....                             | 25 |
| Figure II- 6 : Modules entrées / sorties .....                         | 26 |
| Figure II- 7 : Langage ladder diagramme.....                           | 26 |
| Figure III- 1 : GRAFCET niveau 1 .....                                 | 33 |
| Figure III- 2 : GRAFCET niveau 2 .....                                 | 33 |
| Figure III- 3 : Une étape .....  | 34 |
| Figure III- 4 : Réceptivité.....                                       | 34 |
| Figure III- 5 : Les arcs.....  | 35 |
| Figure III- 6 : Une action .....                                       | 35 |
| Figure III- 7 : Franchissement d'une transition .....                  | 36 |
| Figure III- 8 : Les différentes séquences de base du GRAFCE .....      | 38 |
| Figure III- 9 : Partie d'un GRAFCET .....                              | 39 |
| Figure III- 10 : Automate programmable industriel (API).....           | 41 |
| Figure III- 11 : Structure interne des CPU S7-1200.....                | 42 |
| Figure III- 11 : Automate programmable modulaire (Allen-Bradley) ..... | 43 |
| Figure III- 12 : Structure interne d'un A .....                        | 44 |
| Figure III -13 : Exemple d'un CPU ( CPU 313) .....                     | 45 |
| Figure III -14 : Variateur de vitesse .....                            | 45 |
| Figure III -15 : Contacteur .....                                      | 46 |
| Figure III- 16 : Disjoncteur .....                                     | 47 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Remerciements  |     |
| Dédicaces  |     |
| Liste des figures  |     |
| Sommaire   |     |
| Introduction générale.....   | 1   |
| Chapitre I : Description et fonctionnement de l'automatisation des convoyeurs<br>d'une banderoleuse..... | 2   |
| I.1. Introduction .....  | 3   |
| I.2. Systèmes automatisés .....  | 3   |
| I.3. Définition de l'automatisation.....   | 3   |
| I.4. L'objectif de l'automatisation .....  | 4   |
| I.5. Structure d'un système automatisé (SA) de production .....  | 4   |
| I.6. Les risques de l'automatisation industrielle .....  | 5   |
| I.7. Les processus industriels .....   | 5   |
| I.8. Les convoyeurs.....   | 6   |
| I.9. Types des convoyeurs .....  | 6   |
| I.10. La banderoleuse.....   | 7   |
| I.11. Les différentes machines de l'usine .....  | 8   |
| I.12. Banderoleuses de palettes.....   | 9   |
| I.13. Les composants principaux d'une banderoleuse .....   | 10  |
| I.14. Les principales technologies utilisées dans le domaine de l'automatisation .....                   | 10  |
| I.14.1. Les capteurs.....  | 10  |
| I.14.2. Types de capteurs .....  | 11  |
| I.14.3. Les actionneur.....  | 14  |
| I.14.4. Les effecteurs.....  | 14  |
| I.14.5. Les vérins.....  | 15  |
| I.14.6. Les timer (minuteur).....  | 15  |
| I.15. Contrôleurs programmables.....   | 16  |
| I.16. Présentation générale de l'entreprise.....   | 17  |
| I.16.1. Présentation de l'usine Lalla khedidja.....  | 17  |
| I.16.2. Les directions de l'entreprise .....   | 18  |
| I.17. Conclusion.....  | 19. |
| Chapitre II : Langage de programmation TIA PORTAL.....   | 21  |

---

|   |    |
|---|----|
| II.1. Introduction.....   | 21 |
| II.2. Totally Integrated Automation Portal .....  | 21 |
| II.3. Vue du portail et vue du projet.....  | 22 |
| II.3.1. Vue du portail.....   | 22 |
| II.3.2. Vue du projet.....  | 22 |
| II.4. Création du projet .....  | 24 |
| II.5. Configuration matérielle .....  | 24 |
| II.6. Ajout les modules entrée /sortie.....   | 25 |
| II.7. Langages de programmation.....  | 26 |
| II.8. Logiciel du supervision WINCC .....   | 27 |
| II.8.1. IHM .....   | 27 |
| II.8.2. Wi CC.....  | 28 |
| II.9. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée..... | 28 |
| II.10. Editeur de programme et les langages de programmation.....                       | 28 |
| II.10.1. Les blocs de programmation .....   | 28 |
| II.10.2. Structure d'un programme .....   | 30 |
| II.11. Avantages du logiciel TIA portal.....  | 30 |
| II.12. Stratégie pour la conception d'un programme complet et optimisé .....            | 31 |
| II.13. Conclusion .....   | 31 |
| Chapitre III : GRAFCET et programmation de l'API.....                                   | 32 |
| III.1. Introduction .....   | 32 |
| III.2. Définition du GRAFCET.....   | 32 |
| III.3. Niveaux de GRAFCET.....  | 32 |
| III.4. Structure du GRAFCET .....   | 33 |
| III.5. Définition de l'étape .....  | 33 |
| III.6. Définition d'une transition –Réceptivité .....                                   | 34 |
| III.7. Définition de la temporisation .....   | 34 |
| III.8. Les arcs .....   | 34 |
| III.9. Les actions associées .....  | 35 |
| III.10. Règles d'évolution du GRAFCET .....   | 35 |
| III.11. Les différentes séquences de base .....   | 37 |
| III.11.1. Séquence unique .....   | 37 |
| III.11.2. Saut d'étape.....   | 37 |

---

|   |    |
|---|----|
| III.11.3. Reprise de séquence .....   | 37 |
| III.11.4. Séquence simultanée .....   | 37 |
| III.11.5. Séquence sélectionnée .....   | 38 |
| III.12. Mise en équation d'un GRAFCET .....                                   | 39 |
| III.13. Définition d'un API .....   | 40 |
| II.14. Éléments constituant l'armoire de commande .....                       | 40 |
| III.15. Critère de choix de l'automates programmable industrie.....           | 41 |
| III.16. Automate programmable industriel S7-1200 .....                        | 42 |
| III.17. Structure interne des CPU S7-1200 : .....                             | 42 |
| III.18. Avantages et Inconvénients des API .....                              | 42 |
| III.18.1. Avantages des API .....   | 42 |
| III.18.2. Inconvénients .....   | 43 |
| III.19. Architecture de l'automate .....                                      | 43 |
| III.19.1. Structure externe .....   | 43 |
| III.19.2. Structure interne .....   | 44 |
| III.20. Unité central de traitement (CPU : Central Procession Unit).....      | 44 |
| III.21. Variateur de vitesse .....  | 45 |
| III.22. Les contacteurs .....   | 46 |
| III.23. Disjoncteurs .....  | 46 |
| III.24. Stratégie pour la conception d'un programme complet et optimisé ..... | 47 |
| III.25. Structure de notre programme .....                                    | 47 |
| III.26. Conclusion .....  | 48 |
| Chapitre IV : Programmation des convoyeurs .....                              | 49 |
| IV.1. Introduction .....  | 49 |
| IV.2. Grafcet des différentes tâches.....                                     | 49 |
| IV.3. Table de variables.....   | 49 |
| IV.4. La mise en marche de la machine .....                                   | 51 |
| IV.5. Les actions.....  | 69 |
| IV.6. Conclusion.....   | 75 |
| Conclusion générale .....   | 74 |
| Bibliographie.....  | 75 |

# **Introduction Générale**

De nos jours la création de nouvelles technologies et l'utilisation de celles-ci sont en augmentation dans notre société. Le développement de l'automatisation influence notre vie. Les robots ont été développés pour assister l'être humain et lui assurer une meilleure qualité de vie. L'automatisation sert à remplacer un système à logique câblé par un appareil électronique programmable (logique programmée), adapté à l'environnement industriel, les automatismes sont devenus indispensables car ils permettent d'augmenter la productivité et la flexibilité, assurent l'amélioration de la qualité ainsi que les conditions de travail [3].

Avec le développement technologique et l'intensité de la concurrence dans l'industrie, l'automatisation des chaînes de production est devenue une nécessité dans le monde de l'industrie, et cela dans le but d'améliorer les performances des systèmes, et de garantir les satisfactions des clients [14].

Actuellement le but prééminent est de réduire l'intervention humaine et d'augmenter la productivité du travail. Pour cela les automates programmables industrielles (API) sont utilisés dans tous les secteurs industriels pour assurer la commande des machines ou des chaînes de production destinée notamment aux industries lourdes (automobile, logistique et manutention, etc.) et aux industries légères (emballage, industrie agroalimentaire, etc.).

L'automatique est la science des systèmes, en effet elle traite de la modélisation, de l'analyse, de la commande et de la régulation des systèmes dynamiques. L'automatique permet de contrôler un système de manière continue et cela tout en respectant un cahier de charges.

L'automatique a considérablement évolué au cours de ces dernières années, permettant ainsi de faire fonctionner des systèmes en minimisant l'intervention de l'homme afin de le libérer de toute sorte de tâches fatigantes, répétitives ou dangereuses donnant ainsi naissance à l'automatisation appliquée à l'industrie. [1]

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, nous abordons l'automatisme industriel, un domaine essentiel au sein de l'industrie moderne.

L'unité Cevital Spa se démarque par son implication dans ce domaine, notamment à travers l'usine de production d'eau minérale Lalla Khadija. L'automatisation est assurée par des Automates Programmables Industriels (API), ces derniers permettent le développement des systèmes de production, réduisent l'encombrement des systèmes de commande, le temps

de diagnostic des pannes et leur élimination tout en augmentant la sécurité de l'environnement du travail et la flexibilité du système de production. [1]

La Banderoleuse est l'un des équipements nécessaires de l'usine, dont l'automatisation est cruciale pour améliorer l'efficacité et la fiabilité de la production pour optimiser les processus industriels. L'automatisation des convoyeurs de la banderoleuse est l'objet de notre étude. Nous aurons à programmer la gamme S7- 1200 de SIEMENS, automate très performant offrant de hautes et diverses performances, les programmes qui commandent l'ensemble du procédé, seront implémentés et exécutés à l'aide du logiciel TIA PORTAL.

Dans le cadre de la réalisation de notre projet, nous avons réalisé un travail qui s'articule sur quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons une description générale du processus de l'automatisation, les différents types des convoyeurs et banderoleuses ainsi que les instruments qui les composent. Nous présentons également les différentes unités de l'entreprise où nous avons effectué notre stage.

Le deuxième chapitre fera objet de la description de l'environnement de travail TIA portal, qui sera notre outil de travail pour la programmation de L'API S7 1200.

Dans le troisième chapitre, nous abordons le procédé de la programmation de l'API avec le logiciel Tia portal avec le langage grafcet, et nous expliquerons le fonctionnement.

Les différentes étapes suivies pour la réalisation de notre travail ainsi que les différents programmes seront détaillés dans le dernier chapitre.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

**Description et  
fonctionnement de  
l'automatisation des  
convoyeurs d'une  
banderoleuse**

## **I.1. Introduction**

Dans ce chapitre nous allons tout d'abord, présenter une description générale de l'automatisation, les systèmes automatisés et les processus industriels. Les différents types des convoyeurs, des banderoleuses, les capteurs, les actionneurs, les effecteurs et les vérins seront présentés en détaillant leur organisation et leurs mécanismes. Ensuite nous explorerons les principales technologies utilisées dans le domaine de l'automatisation. Nous terminons ce chapitre par un brève présentation de l'entreprise où nous avons effectué notre stage.

## **I.2. Systèmes automatisés**

Ces sont des systèmes possédant une commande interne où l'homme a mémorisé son savoir-faire pour pouvoir être extérieur au système et avoir un rôle de superviseur par rapport à lui. La puissance venant d'actionneurs, est fournie par de l'énergie extérieure au système. Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes. L'automatisation d'un procédé (un équipement industriel) consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique [3]. La Figure I-1 illustre un système automatisé d'emballage.



**Figure I-1** : Exemple d'un système automatisé d'emballage.

## **I.3. Définition de l'automatisation**

L'automatisme est la capacité d'un système, d'une machine ou d'un processus à fonctionner de manière autonome, sans intervention humaine directe, en suivant des instructions préétablies ou en réagissant à des stimuli externes. Cela implique l'utilisation de technologies telles que des capteurs, des actionneurs et des systèmes de contrôle pour

surveiller et réguler automatiquement les opérations. L'objectif principal de l'automatisme est d'améliorer l'efficacité, la précision, la fiabilité et la sécurité des processus industriels ou des systèmes automatisés. Ces systèmes peuvent être présents dans divers domaines tels que l'industrie manufacturière, la domotique, la robotique, les transports, etc. [4]

L'automatisme et les systèmes automatisés visent à améliorer l'efficacité opérationnelle, à réduire les coûts, à garantir la qualité et la sécurité des opérations, ainsi qu'à libérer les ressources humaines pour des tâches plus complexes ou créatives. [5]

#### **1.4. L'objectif de l'automatisation**

L'objectif principal de l'automatisation industrielle est d'augmenter la production en automatisant les tâches répétitives et/ou dangereuses.

Réduire les temps d'arrêt en automatisant des tâches telles que la surveillance des machines, les industriels peuvent réduire les temps d'arrêt dus aux pannes.

Augmenter la flexibilité, Si une entreprise veut changer le produit qu'elle fabrique, elle peut simplement reprogrammer ses machines. [6]

#### **1.5. Structure d'un système automatisé (SA) de production**

Un système automatisé (SA) se décompose en plusieurs parties (Figure I-2) :

- La Partie Opérative (PO) dont les actionneurs agissent sur le processus automatisé,
- La Partie Commande (PC) qui coordonne les actions de la PO, •

La Partie Pupitre (PP)

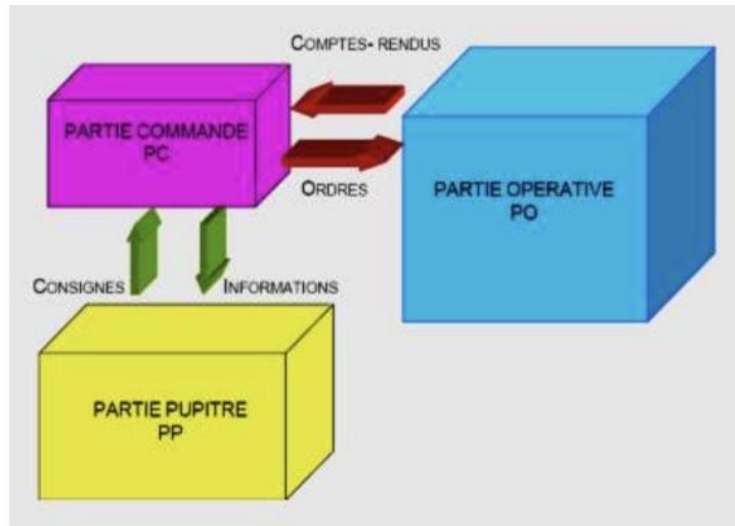


Figure I-2 : Décompositions (PO – PC – PP)

## I.6. Les risques de l'automatisation industrielle

### ❖ Coût de la mise en place du système

Les systèmes d'automatisation nécessitent des composants matériels et logiciels coûteux, ainsi que la formation du personnel chargé de les exploiter.

### ❖ Perte d'emploi

L'automatisation industrielle peut réduire les coûts de la main-d'œuvre mais, elle peut entraîner des pertes d'emploi en raison de la diminution du besoin de travail manuel.

### ❖ Difficulté d'utilisation

Les systèmes d'automatisation industrielle peuvent être complexes et difficiles à utiliser et à entretenir pour le personnel non technique.

### ❖ Gestion de la sécurité

Les systèmes d'automatisation industrielle peuvent introduire des risques de sécurité supplémentaires qui peuvent être difficiles à gérer ou à atténuer.

## I.7. Les processus industriels

Les processus industriels représentent l'ensemble des étapes et des opérations impliquées dans la fabrication d'un produit ou la prestation d'un service au sein d'une industrie. Il inclut toutes les activités, depuis la conception initiale jusqu'à la distribution

finale du produit ou du service. Chaque processus industriel est unique et spécifique à l'industrie ou au secteur concerné, et il peut être influencé par plusieurs facteurs tels que la technologie disponible, les normes de qualité, les réglementations gouvernementales et les exigences du marché. En règle générale, l'optimisation des processus industriels a pour objectif d'accroître l'efficacité, la qualité, la sécurité et la rentabilité de la production.

### **I.8. Les convoyeurs**

Les convoyeurs sont des équipements mécaniques utilisés pour le transport de marchandises ou de matériaux d'un endroit à un autre de manière automatisée. Ils sont souvent utilisés dans les industries pour faciliter le déplacement des produits sur une ligne de production ou dans les entrepôts pour le tri et la distribution des marchandises. Un convoyeur comprend plusieurs composants essentiels, tels que :

- La bande transporteuse ou le rouleau pour le transport des matériaux.
- Les tambours ou poulies pour maintenir la bande en mouvement.
- Les rouleaux de support pour soutenir la bande.
- Les moteurs et réducteurs pour propulser la bande.
- Les systèmes de guidage pour maintenir la bande sur sa trajectoire.
- Les structures de support telles que les cadres et les pieds pour soutenir le convoyeur.
- Les dispositifs de contrôle et de sécurité pour garantir un fonctionnement sûr et efficace. [7]

La figure suivante présente un exemple d'un convoyeur.



**Figure I-3** : Un convoyeur

## **I.9. Types des convoyeurs**

Il existe plusieurs types de convoyeurs utilisés dans différents secteurs, voici quelques exemples :

### **❖ Convoyeurs à bande**

Ce sont les plus couramment utilisés. Ils sont composés d'une bande en caoutchouc ou en PVC qui transporte les marchandises.

### **❖ Convoyeurs à rouleaux**

Ils sont équipés de rouleaux qui permettent de faire avancer les produits. Ils sont souvent utilisés pour le transport de charges lourdes.

### **❖ Convoyeurs à chaînes**

Ils utilisent une chaîne pour déplacer les produits. Ils sont souvent utilisés dans les industries lourdes ou pour le transport de produits en vrac.

### **❖ Convoyeurs à vis**

Ils utilisent une vis sans fin pour déplacer les matériaux en vrac, tels que les grains ou les poudres.

### **❖ Convoyeurs aériens**

Ils utilisent des systèmes de câbles ou de chaînes suspendus pour transporter les produits dans les airs. Ils sont souvent utilisés dans les entrepôts automatisés.

## **I.10. La banderoleuse**

Une banderoleuse est un équipement industriel conçue pour envelopper des charges palettisées avec un film plastique étirable. Elle facilite le processus d'emballage en sécurisant et en stabilisant les marchandises sur une palette. La banderoleuse peut être manuelle, semi-automatique ou entièrement automatisée, en fonction des besoins de l'entreprise et du volume de production. La figure suivante présente un exemple d'une banderoleuse.



**Figure I-4 : Banderoleuse**

### **I.11. Les différentes machines de l'usine**

- Empileurs automatiques de palettes.
- Entreposeur de palettes automatique, empileur ou distributeur.
- Chariots guidés automatiques pour le transport de palettes.
- Chariots guidés par des rails d'alimentation par caténares, ou charge par induction.
- AGV : Véhicules à guidage automatique [1].

Ils permettent le transport de palettes longues distances sans obstruer les zones de passage avec des convoyeurs fixes. Grâce à leur design et flexibilité opérationnelle, ils peuvent facilement être intégré aux usines de production actuelles, sans déplacements de machines ni de travaux civils.

## **I.12. Banderoleuses de palettes**

Intégration de banderoleuse au final de la ligne (plateau tournant / bras pivotant / anneau).

Cercluse de palettes :

Intégration de cercluse au final de la ligne (verticale / horizontale).

Étiqueteuses de palettes :

Intégration d'étiqueteuse au final de la ligne

## **I.13. Les composants principaux d'une banderoleuse**

### **❖ Cadre**

C'est la structure principale de la machine qui soutient tous les autres composants.

### **❖ Plateau tournant**

Il s'agit d'une plateforme rotative sur laquelle les palettes ou les produits sont placés pour être enveloppés.

### **❖ Tête d'enroulement :**

Elle tourne autour de la palette pour envelopper le film plastique.

### **❖ Bras de pré-étirage**

Étire le film plastique pour une utilisation efficace.

### **❖ Système de contrôle**

Pour régler les paramètres de l'emballage, comme la vitesse et la tension du film.

### **❖ Système de coupe et de soudure**

Pour couper et sceller le film plastique une fois l'emballage terminé.

### **❖ Capteurs et dispositifs de sécurité**

Pour détecter les palettes et assurer un fonctionnement sûr.

### **❖ Système d'alimentation du film**

Fournit le film plastique à la banderoleuse.

❖ **Rouleaux de pression**

Maintiennent le film en place pendant le banderolage.

❖ **Système de convoyage**

Transporte les palettes vers et depuis la banderoleuse.

❖ **Interface utilisateur**

Permet aux opérateurs de contrôler et de surveiller le processus de banderolage.

❖ **Dispositif d'extension automatique du film (optionnel)**

Ajuste automatiquement la hauteur de la bobine de film en fonction de la taille de la palette.

❖ **Dispositif d'application de coins (optionnel)**

Applique des coins en carton pour protéger les angles des palettes [1].

## **I.14. Les principales technologies utilisées dans le domaine de l'automatisation**

### **I.14.1. Les capteurs**

Sont des dispositifs qui détectent et mesurent des grandeurs physiques telles que la température, la pression, la lumière, le mouvement et les convertissent en signaux électriques ou numériques. Ces signaux ensuite utilisés pour contrôler des systèmes ou fournir des informations sur l'état de l'environnement, ils peuvent être utilisés dans divers domaines, tels que l'industrie, l'automobile, la domotique, la santé, et bien d'autres. En automatisation, les capteurs sont souvent utilisés pour surveiller les conditions de fonctionnement des machines ou des processus, ce qui permet de prendre des décisions en temps réel pour optimiser les performances ou assurer la sécurité [7]. Différents types de capteurs sont présentés dans la figure suivante :



Figure I-5 : Les capteurs

### I.14.2. Types de capteurs

Il existe trois familles de capteurs :

Les capteurs TOR (tout-ou-rien)

Les capteurs analogiques

Les capteurs numériques.

Le signal produit est différent selon le type de capteur utilisé : signal analogique, signal logique ou signal logique codé (Figure I-6).

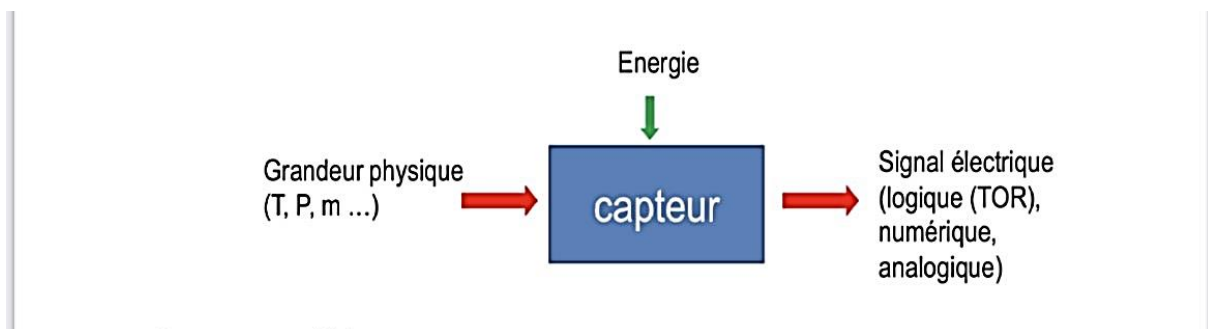


Figure I-6 : Signaux délivrés par les capteurs

Les différents capteurs utilisés sont :

❖ Capteurs de position

- Capteurs de proximité inductifs : Détectent la présence de pièces métalliques à courte distance sans contact physique.
- Capteurs de proximité capacitifs : Détectent la présence d'objets non métalliques (comme le plastique ou le verre) et métalliques.
- Encodeurs rotatifs : Fournissent des informations précises sur la position angulaire et la vitesse de rotation des éléments du convoyeur.

❖ Capteurs de détection d'objets

- Capteurs photoélectriques :
  - À barrière : Placés de part et d'autre du convoyeur pour détecter la présence ou l'absence d'objets en interrompant un faisceau lumineux.
  - Rétro-réfléchissants : Utilisent un réflecteur pour détecter les objets en interrompant le faisceau réfléchi.
  - Diffus : Détectent les objets en réfléchissant la lumière directement de l'objet vers le capteur.
- Capteurs ultrasoniques : Utilisent des ondes sonores pour détecter la distance à un objet, très utiles pour des matériaux variés et dans des environnements poussiéreux ou humides.

❖ Capteurs de poids

- Cellules de charge : Mesurent le poids des objets sur le convoyeur, utiles pour vérifier la conformité des produits avant l'emballage.

❖ Capteurs de vitesse et de mouvement

- Tachymètres : Mesurent la vitesse de rotation des moteurs du convoyeur pour assurer un déplacement uniforme des objets.
- Accéléromètres : Détectent les changements de vitesse et les vibrations pour diagnostiquer les problèmes mécaniques.

❖ Capteurs de température

- Thermocouples : Utilisés pour surveiller les températures des composants critiques du système pour éviter la surchauffe.
- Thermistances : Utilisées pour des mesures précises de la température ambiante ou des moteurs.

❖ Capteurs de sécurité

- Capteurs de fin de course : Détectent les positions extrêmes de certains composants mobiles pour prévenir les collisions et les surcharges.
- Barrières immatérielles : Utilisent des faisceaux lumineux pour créer des zones de sécurité autour des parties mobiles dangereuses.
- Boutons d'arrêt d'urgence : Permettent aux opérateurs d'arrêter immédiatement le système en cas de problème.

❖ Capteurs de tension et de courant

- Capteurs de courant : Surveillent la consommation électrique des moteurs et autres composants pour détecter les surcharges et les dysfonctionnements.
- Capteurs de tension : Mesurent la tension appliquée aux moteurs et autres dispositifs électriques pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

❖ Capteurs de niveau

- Capteurs de niveau optiques : Mesurent le niveau de matériau dans les bacs ou les réservoirs associés au système de banderolage.
- Capteurs de niveau capacitifs : Détectent le niveau de matériaux en vrac ou liquides dans les conteneurs [8].

### I.14.3. Les actionneurs

Dans un système automatique, un actionneur est un organe de la partie opérative qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système. La figure suivante montre un exemple d'actionneurs :



Figure I-7 : Les actionneurs

### I.14.4. Les effecteurs

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement, permettant d'autoriser ou interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou un gaz dans un circuit. C'est un actionneur électromagnétique TOR, appelé souvent bobine ou solénoïde (Figure I.8).



Figure I-8 : Effecteur

### I.14.5. Les vérins

Les vérins sont des actionneurs linéaires, ils permettent de déplacer de façon linéaire divers mécanismes, les vérins existent en plusieurs configurations (Figure I.9) .



Figure I-9 : Vérin pneumatique.

On distingue deux catégories de vérins :

- ❖ Les vérins simple effet : ils n'ont qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développent d'effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort en rappel incorporé dans le corps du vérin.
- ❖ Les vérins à double effet : contrairement à la version simple effet, ce type de vérin développe une même force à l'aller comme au retour pour produire un travail (Figure I.10).

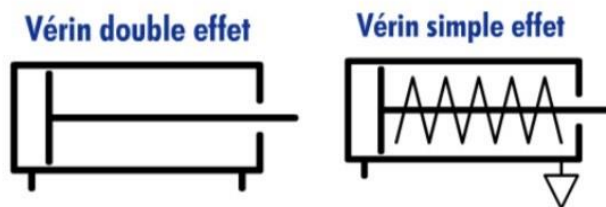


Figure I -10 : Vérin simple et double effet

### I.14.6. Le timer (minuteur)

Un timer, ou minuteur, est un dispositif ou un composant utilisé pour mesurer et gérer des intervalles de temps spécifiques. Dans l'électronique et l'informatique un timer est un composant matériel ou logiciel qui compte les impulsions d'horloge ou les cycles de processeur pour mesurer le temps écoulé. Les timers sont souvent utilisés pour déclencher des événements périodiques, retarder des actions, ou mesurer des durées précises dans les systèmes embarqués et les microcontrôleurs [8].

## **I.15. Contrôleurs programmables**

Ils contrôlent les opérations des machines et des processus en fonction des instructions programmées.

- **Réseaux de communication industriels :**

Ils permettent la transmission des données entre les différents Composants d'un système automatisé.

- **Robotique :**

Elle implique l'utilisation de robots pour effectuer des tâches physiques de manière autonome ou semi-autonome.

- **Intelligence artificielle et apprentissage automatique :**

Ils permettent aux systèmes automatisés d'apprendre à partir de données et d'adapter leur comportement en conséquence.

- **Systèmes de vision artificielle :**

Ils permettent aux machines de percevoir et d'interpréter visuellement leur environnement, souvent utilisés dans le contrôle qualité et la navigation robotique.

- **Systèmes de contrôle de processus en temps réel :**

Ils assurent le contrôle et la régulation en temps réel des processus industriels pour garantir des performances optimales.

- **Logiciels de supervision et de gestion de l'automatisation :**

Ils fournissent une interface pour surveiller, contrôler et gérer les systèmes automatisés.

- **Systèmes de fabrication additive (impression 3D) :**

Ils permettent la production de pièces complexes de manière automatisée, réduisant les délais et les coûts de fabrication.

- **Internet des objets :**

Il permet la connexion et la communication entre les équipements, les machines et les systèmes, améliorant ainsi la surveillance et la gestion des processus automatisés [2].

## **I.16. Présentation générale de l'entreprise**

### **I.16.1. Présentation de l'usine Lalla khedidja**

Cevital est un groupe familial de plusieurs sociétés, c'est une société par action (SPA) créée en 1998 par des fonds privés dans le cadre du développement de l'industrie agroalimentaire sur le territoire national à Béjaia. Elle est conçue pour un régime de travail continu (24h/24h) avec un effectif avoisinant 500 agents [2].

Avec un taux de croissance annuel à deux chiffres le groupe Cevital détient 60% de marché algérien et a atteint aujourd'hui une taille qui lui permet d'acquérir le statut d'acteur majeur régional et continental avec ces diverses gammes de produit de qualité [2].

L'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja de Cevital SPA, s'inscrit dans le paysage dynamique de l'industrie des boissons en Algérie. Cette unité représente l'engagement de Cevital à fournir des produits de qualité, répondant aux normes les plus élevées en matière de santé et de sécurité alimentaire. Située dans une région riche en ressources naturelles, l'unité exploite soigneusement les sources d'eau minérale locales pour offrir une eau de première qualité. La production automatisée et les technologies de pointe garantissent une efficacité optimale tout au long du processus, de la collecte à l'embouteillage. L'unité s'efforce également de respecter les principes de durabilité environnementale en mettant en œuvre des pratiques de gestion responsable des ressources.

En tant que marque emblématique de Cevital, L'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja de Cevital SPA se distingue par son engagement envers la qualité et l'innovation dans l'industrie des boissons en Algérie [2].

Durant la période allant du 24/01/2024 au 07/06/2024, nous avons effectuées un stage au sein de la direction technique de la société CEVITAL SPA « Unité Eau Minérale Lalla Khedidja » située à Agouni Gueghrane –Tizi Ouzou. Au cours de ce stage nous nous sommes intéressées à la réalisation, automatisation des convoyeur d'une banderoleuse.

### ***I.16.2. Les directions de l'entreprise***

- ***Direction logistique***

Elle a pour objet l'étude des moyens et des conditions d'exploitation en éléments relatifs aux flux d'entrée et sortie.

- ***Direction des ressources humaines***

La direction "Ressources Humains " de CEVITAL gère un potentiel humain important, constitué de différentes catégories socioprofessionnelles et de qualification multiples. Elle est chargée de la gestion du personnel aussi bien au point de vue administratif que social, de la formation ainsi que de la gestion des moyens généraux.

- ***Direction comptabilité et finances***

Le service comptabilité et finance collecte, traite et interprète les informations relatives aux faits matériels, juridiques et économiques ayant une incidence patrimoniale pour l'entreprise.

Il a également pour mission de mesurer le résultat global obtenu par l'entreprise dans son ensemble et pour la totalité de l'exercice (année), et pour décrire la situation patrimoniale de l'entreprise à l'instant final de l'exercice.

- ***Direction technique***

Ce département est chargé de l'organisation et l'exécution des interventions de réparation des équipements du complexe, afin d'assurer au mieux la bonne marche des chaînes de production.

- ***Direction commerciale***

Ce département est chargé des opérations de vente et de la promotion des produits fabriqués par le biais du service marketing et export.

Comme la mission du complexe est stratégique vue que la nature des produits est indispensable pour la population, les responsables du complexe doivent assurer un maximum de disponibilité de leurs produits. Pour faire face à ce problème, la direction commerciale dispose un service de gestion des stocks, ayant pour rôle la satisfaction des demandes des ateliers de production.

- ***Direction contrôle de qualité***

Ce département est chargé de contrôler et de suivre la qualité du produit fini soit au niveau du traitement d'eau minérale ou au niveau du conditionnement.

- ***Direction distribution directe***

Son rôle consiste à la distribution directe du produit fini pour les clients et la recherche d'éventuels nouveaux clients.

- ***Direction production***

Le département production est la colonne vertébrale de CEVITAL. Tous les autres départements lui sont en quelque sorte des structures de soutien. Il est chargé du traitement d'eau minérale, production des bouteilles en plastique et le conditionnement de ces produits [2].

## **I.17. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté d'une façon générale le procédé de l'automatisation et nous avons défini les différentes structures la constituant, les principales technologies utilisées dans le domaine de l'automatisation industrielle et nous avons abordé l'architecteur de l'automatisme et leurs utilités dans l'industrie. Nous avons également présenté brièvement l'entreprise où nous avons effectué notre stage.

Dans le prochain chapitre l'environnement de travail Tia portal conçu pour la technologie siemens et qui a servi à la programmation de l'API S7 1200, sera présenté.

# **Chapitre II**

**Langage de  
programmation TLA  
PORTAL**

## II.1. Introduction

Situé au cœur de l'automatisme des systèmes, les automates programmables industriels API deviennent de véritables objets communicants contribuant à la montée en puissance de la télégestion. Caractérisés par des procédés complexes et de plus en plus distribués [2].

Pour élaborer un programme de l'automate, il est impératif en premier lieu d'équiper la station du matériel nécessaire. La station de production de boissons de CEVITAL sera équipée par l'automate SIEMENS S7-1200 et des esclaves ET 200SP, qui serviront à l'implémentation de notre programme. Le logiciel TIA PORTAL permettra de les configurer et de les programmer. Il sera présenté dans les sections qui suivent :

## II.2. Totally Integrated Automation Portal

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC

TIA portal est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Le logiciel assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation à la conception de l'interface utilisateur, il répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile. La figure II-1 représente le logo du logiciel [2].



**Figure II -1:** TIA Portal V17

## II.3. Vue du portal et vue du projet

### II.3.1. Vue du portal

Chaque portal permet de traiter une catégorie de tâche (actions). La fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionné (Figure II-2).

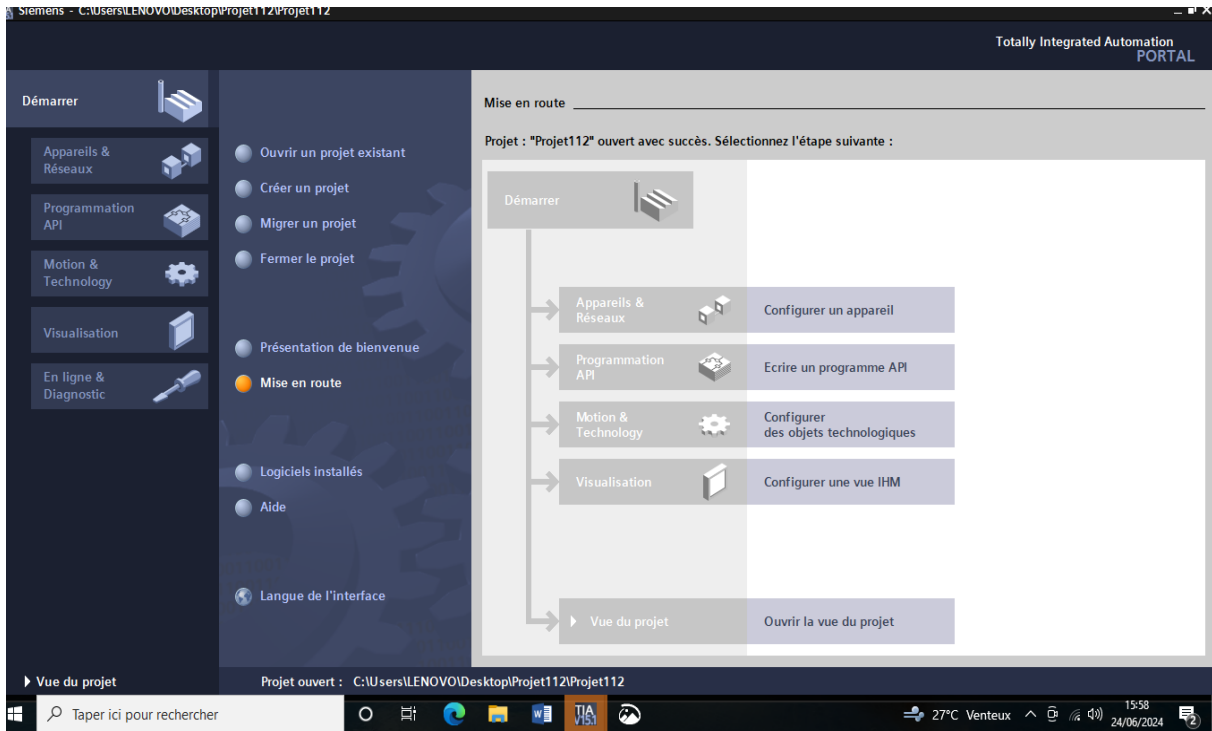


Figure II- 2 : Vue du portal

### II.3.2. Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée et montre la vue du projet (Figure II-3) :

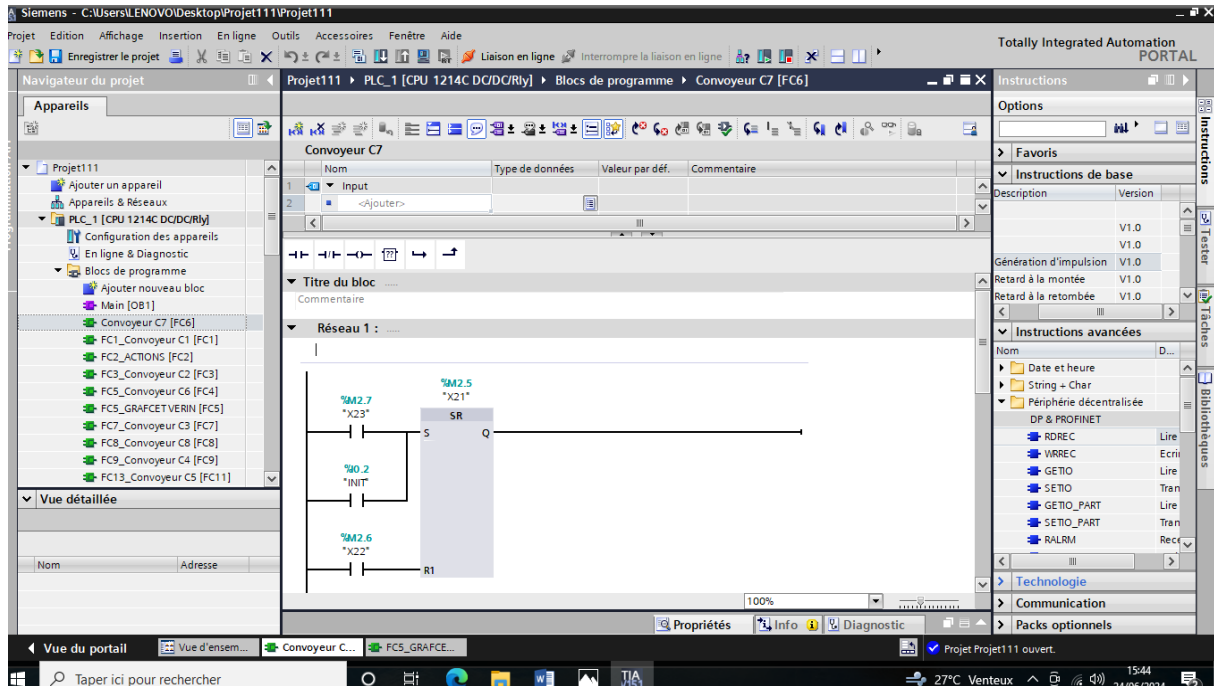


Figure II-3 : Vue détaillée du projet

La fenêtre de travail permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI, etc.

La fenêtre d'inspection permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme, etc.).

Les onglets de sélection de tâches ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle, bibliothèques des composants, Bloc de programme, instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

## II.4. Création du projet

Afin de créer un nouveau projet TIA PORTAL V17, nous utilisons « l'assistant de création de projet », en cliquant sur « créer un projet » ce qui nous permet de commencer la configuration, cette méthode nous permet de gérer notre projet aisément.

En sélectionnant l'icône « créer un projet », on affiche la fenêtre principale, on remplit le schnaps vide de notre fenêtre et on appuie sur le bouton « créer », la figure suivante représente la mise en route de notre projet.

On passe à la deuxième étape en cliquant sur le bouton « appareils et réseaux » ce qui nous permet de choisir les appareils qui constitueront notre système, cette figure illustre cette étape :

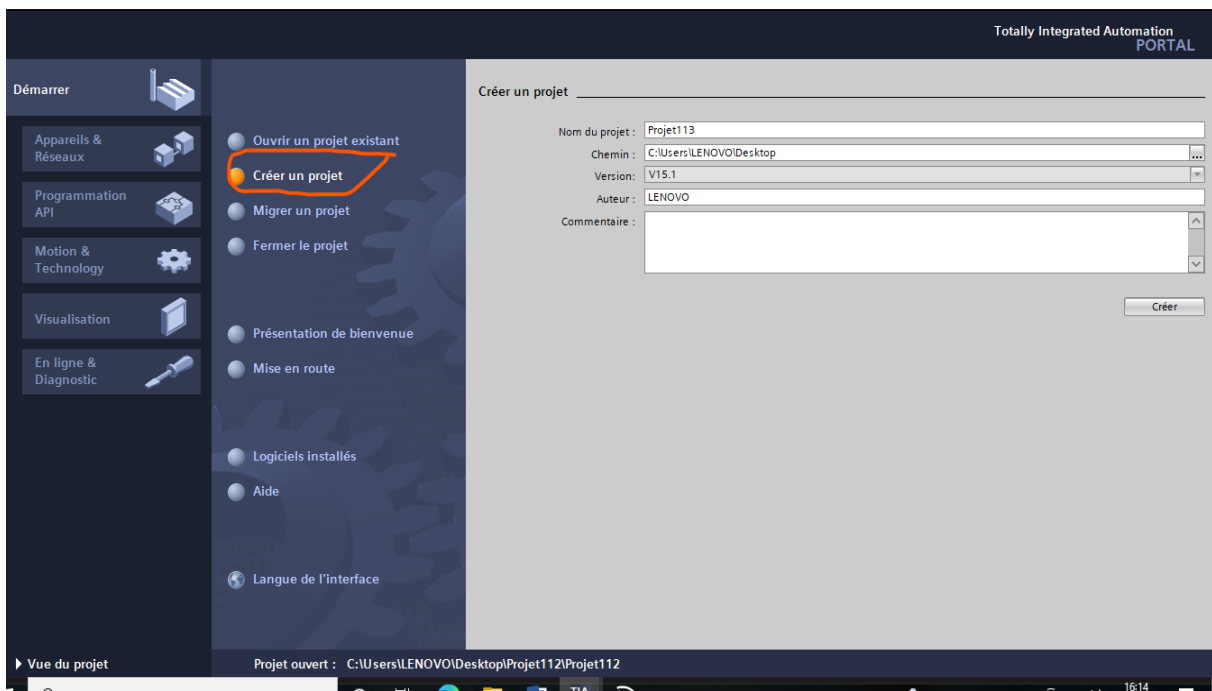


Figure II -4 : Mise en créer du projet

## II.5. Configuration matérielle

Pour faire baisser les coûts de câblage, il a été nécessaire de prendre en compte la topologie des automatismes. Sur des sites plus étendus, il est souvent nécessaire de gérer un nombre de points importants et de prendre en compte les fonctions métier réparties (variation de vitesse, dialogue homme/machine...).

La réponse des constructeurs de produits est arrivée avec les d'automatismes réseaux et bus de terrain. Ceux-ci ont permis de gérer des Systèmes décentralisés.

Ces réseaux de terrain contribuent à réaliser des gains de câblage importants, mais surtout ils permettent de rendre accessibles des services (diagnostic, programmation...), la figure ci-dessous illustre un exemple de configuration d'un API.

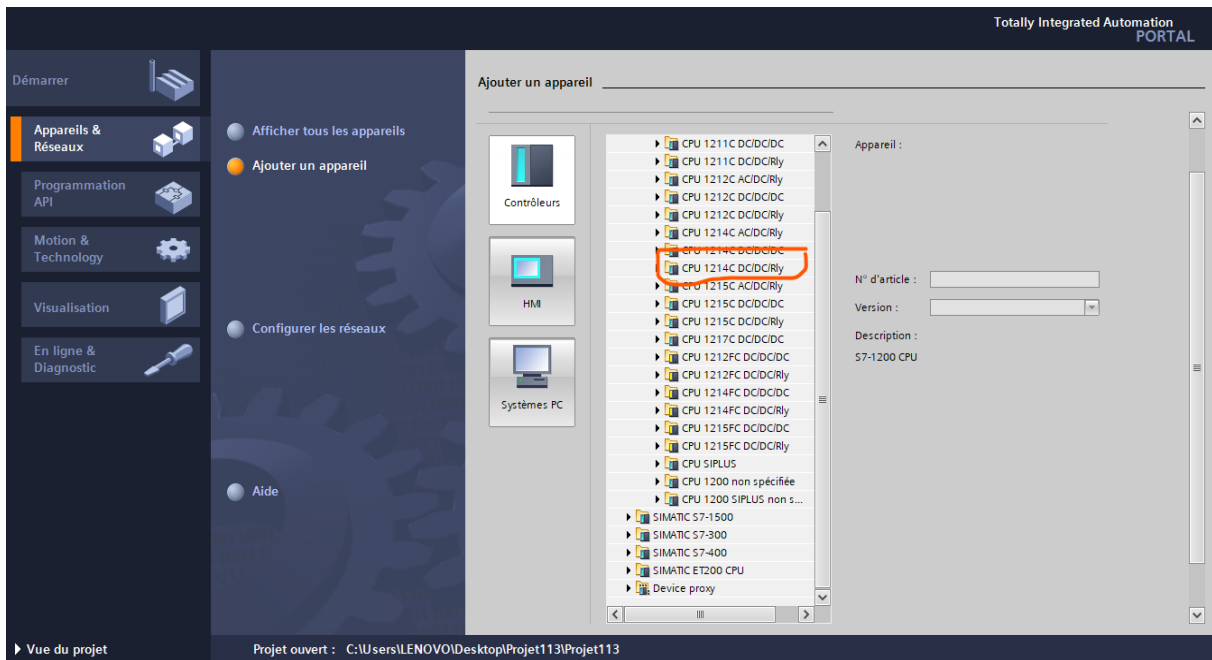


Figure II- 5 : Configuration de l'api

## II.6. Ajout des modules entrée /sortie

Après l'ajout de notre CPU, on doit choisir les modules pour les signaux d'entrée et les modules pour les signaux de sortie (Figure II-6).

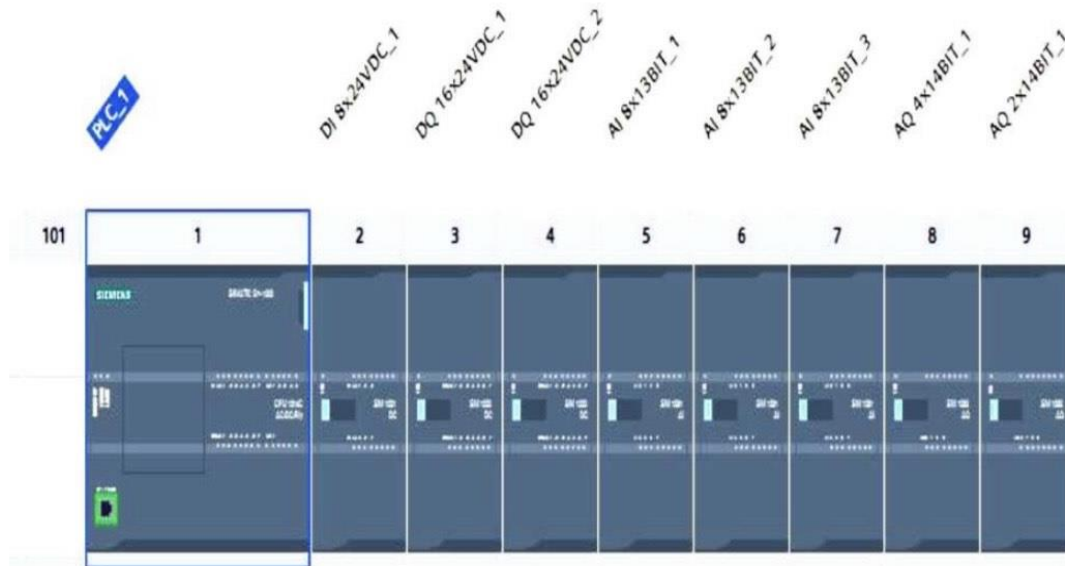


Figure II- 6 : Modules entrées / sorties

## II.7. Langages de programmation

### ➤ Langage à Contact LD (Ladder Diagram)

Le langage LD est le plus utilisé, il ressemble aux schémas électriques à contacts, c'est un langage graphique avec une approche aisée et visuelle du problème dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false), (figure II.7) [9] [10].

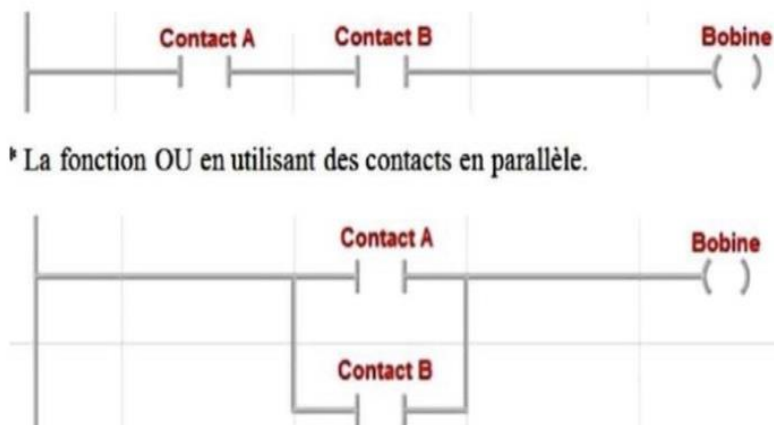


Figure II- 7 : Langage ladder diagramme

➤ **Langage FBD (Function Bloc Diagram)**

C'est un langage qui permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs programmés ou programmables, reliés entre eux et réalisant tout type de fonctions [9] [10]

➤ **Langage List IL (Instruction List)**

Le langage List est très proche de l'assembleur, il utilise la totalité des fonctions de l'API. Tous les réseaux de programmation, définis dans un autre langage, sont compilés dans ce Langage [9] [10].

➤ **Langage littéral structuré ST (Structured Text)**

Appelé aussi SCF (Structured Control Language), ressemble beaucoup au langage C. C'est un langage structuré qui convient bien pour les applications faisant appel à des calculs compliqués et au traitement des chaînes de caractère, Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe [9] [10].

➤ **Langage GRAFCET**

Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions ou Séquentiel Fonction Chart (SFC), est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. C'est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes [9] [10].

## **II.8. Logiciel du supervision WINCC**

### **II.8.1. IHM**

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme- Machine (IHM).

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation [11].

### II.8.2. Win CC

SIMATIC WinCC est un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) ainsi qu'une interface homme-machine développés par Siemens. Les SCADA sont particulièrement utilisés dans la surveillance des processus industriels et des infrastructures. SIMATIC WinCC peut être utilisé avec Siemens PCS7 et Tel perm. WinCC est conçu pour fonctionner sur des systèmes Windows. Il utilise Microsoft SQL Server pour gérer les connexions. Il est également accompagné de VBScript et d'applications d'interface en langage C. La principale différence entre SCADA et HMI est leur portée.

L'IHM n'est en fait qu'une partie du système SCADA plus vaste. Sans SCADA, l'IHM serait pratiquement inutile, la figure II.19 représente Les différents outils et barres de l'éditeur de vues [11].

### II.9. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée

La mise en place d'une solution d'automatisation avec TIA PORTAL nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ❖ Création du projet SIMATIC Step7
- ❖ Configuration matérielle HW Config : Dans une configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.
- ❖ Définition des mnémoniques : Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.
- ❖ Création du programme utilisateur : En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

### II.10. Editeur de programme et les langages de programmation

#### II.10.1. Les blocs de programmation

Le système d'automatisation utilise différents types de blocs qui contiennent le code du programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus à automatiser, le programme peut être structuré en différents blocs. Les blocs que l'on doit

charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, englobe : Les blocs de code (OB, FB, FC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

**a. Les blocs d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. L'ensemble du programme peut être concaténé dans un seul bloc d'organisation OB1 (programme linéaire), traité de manière cyclique par le système d'exploitation, ou être structuré en plusieurs blocs (programme structuré).

On distingue plusieurs types d'OB :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques
- Ceux qui sont déclenchés par un événement
- Ceux qui traitent les erreurs

**b. Les blocs fonctionnels (FB)**

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Les blocs fonctionnels conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes encore plus complexes, par exemple pour des opérations de régulation [12].

**c. Les blocs fonctionnels (FC)**

Une fonction (FC) assure une fonctionnalité spécifique dans une séquence de programme. Les fonctions peuvent être paramétrables. Dans ce cas, les paramètres requis sont transmis à la fonction lorsqu'elle est appelée. Les fonctions conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes et complexes, par exemple pour des opérations de calcul [12].

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

#### d. Les blocs de données

Les blocs de données (DB) servent à l'enregistrement de données utilisateur. Les blocs de données globaux 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. Les différents blocs cités ci-dessus peuvent être édités avec l'application 'CONT LIST LOG'.

#### II.10.2. Structure d'un programme

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1. Cela n'est recommandé que pour les programmes de petite taille. Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre système, la subdivision en partie plus petite est recommandée, celle-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structure offre les avantages suivants :

- ❖ Ecriture des programmes importants
- ❖ Standardiser certaines parties du programme
- ❖ Simplifier l'organisation du programme
- ❖ Modifier facilement le programme
- ❖ Simplifier le test du programme en l'exécutant section par section

#### II.11. Avantages du logiciel TIA portal

Programmation intuitive et rapide : avec de éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST, et GRAPH.

- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP7 : programmation symbolique uniforme, Calculâtes Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Tel Service et diagnostic système cohérent.
- Technologie flexible : fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA portal.

## II.12. Stratégie pour la conception d'un programme complet et optimisé

Pour mettre en place une solution d'automatisation avec TIA Portal, il est nécessaire de réaliser les tâches fondamentales suivantes :

- Création du projet SIMATIC Step7.
- Configuration matérielle HWConfig : On y définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses qui permettent d'y accéder depuis le programme utilisateur.
- Définition des mnémoniques : Dans une table des mnémoniques on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice pour les utiliser dans le programme.
- Création du programme utilisateur : À l'aide de l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module qu'on enregistre sous forme de bloc, de source ou de diagramme.

## II.13. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné certaines notions sur la supervision, nous avons également présenté le logiciel de supervision WinCC, intégré dans TIA Portal V17.

Cette version de WinCC est particulièrement facile à manier, elle assure un flux d'informations continu ainsi qu'un graphisme d'une qualité améliorée, permettant ainsi de réaliser n'importe quelle station et ce avec un large choix d'équipements, de formes et de couleurs.

# **Chapitre III**

## **GRAFCET et programmation de l'API**

### III.1. Introduction

L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système. L'API traduit le langage de programmation en langage compréhensible directement par le microprocesseur. Ce langage est propre à chaque constructeur. Il est lié au matériel mis en œuvre.

Dans ce chapitre, nous allons détailler le procédé de programmation des API avec le logiciel Tia portal avec langage grafcet, et nous allons présenter la structure des API ainsi que leurs caractéristiques..

### III.2. Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Etape / Transition) est un outil de modélisation graphique simple qui nous permet de modéliser le comportement séquentiel du système en tenant compte des conditions de son fonctionnement.

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions, une seule transition doit séparer deux étapes.

### III.3. Niveaux de GRAFCET

#### - GRAFCET niveau 1 :

Il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. Pour les actions, on associe le verbe à l'infinitif [1].

#### - GRAFCET niveau 2 :

Il tient compte des détails des actionneurs, pré actionneur et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités sont écrites en abréviation et non en mots, une lettre majuscule est associée à l'action et à la réceptivité (figures III-1 et III-2) [7].

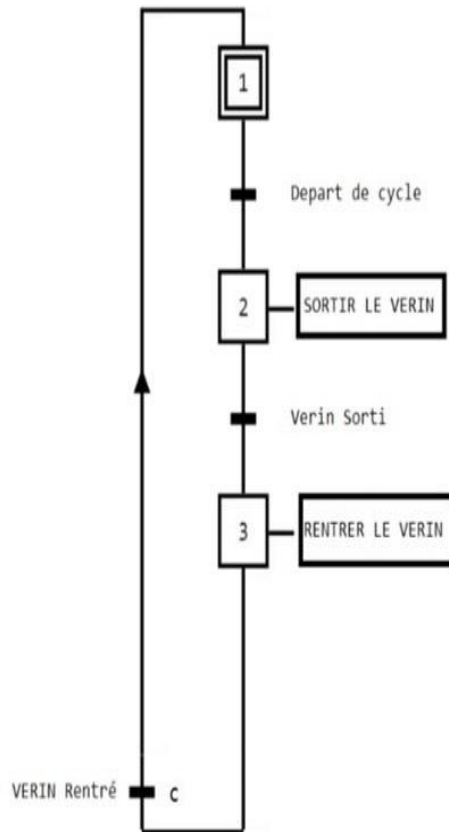


Figure III- 1 : GRAFCET niveau 1

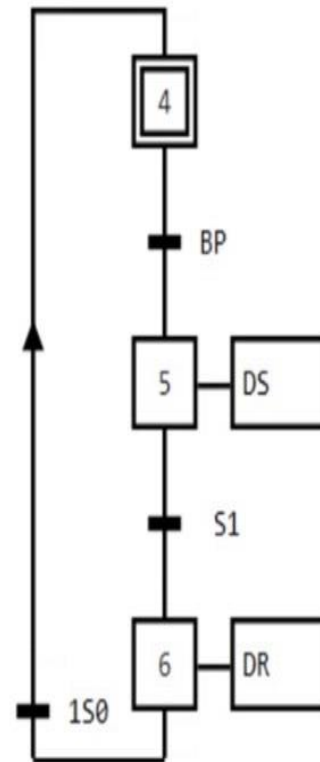


Figure III- 2 : GRAFCET niveau 2

### III.4. Structure du GRAFCET

La structure du GRAFCET comprend principalement des éléments graphiques de base suivants :

- Les étapes avec des actions associées.
- Les transitions avec des réceptivités associées.
- Les liaisons orientées qui relient les étapes aux transitions.

### III.5. Définition de l'étape

Une étape (figure III-3) correspond à une situation dans laquelle les variables d'entrée et de sortie conservent leur état. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement, dans le cas d'une situation initiale d'un système automatisé, l'étape est représentée par un carré double.

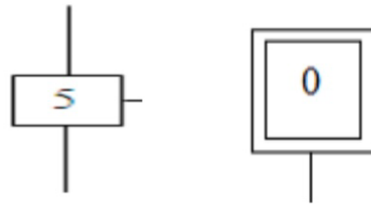


Figure III- 3 : Une étape

### III.6. Définition d'une transition –Réceptivité

Une transition (figure III-4) indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives, à chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité.

La réceptivité détermine la possibilité d'évolution ou non du système par cette transition. La réceptivité peut être une expression booléenne ou numérique. [1]

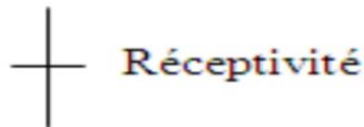


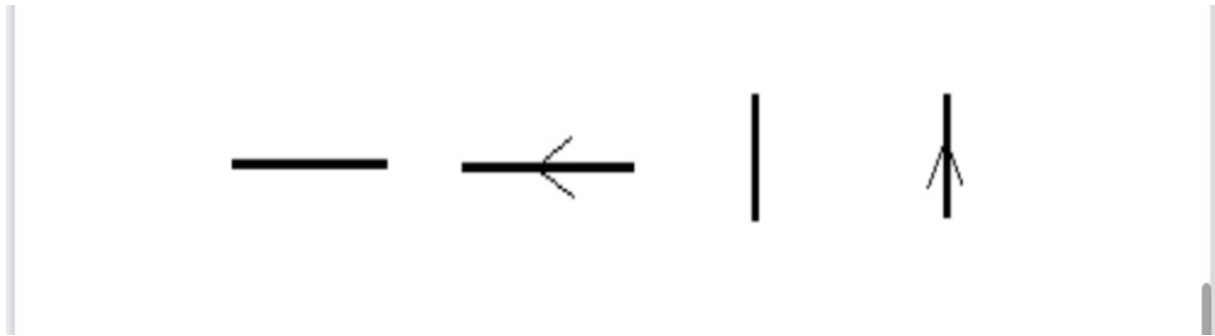
Figure III- 4 : Réceptivité

### III.7. Définition de la temporisation

La temporisation est une réceptivité prenant en compte le temps, impliquant ainsi l'utilisation d'un temporisateur. La temporisation est notée comme suit  $T/X_i/t$ , avec  $i$  le numéro de l'étape et  $t$  la durée d'activation de l'étape  $X_i$ .

### III.8. Les arcs

Les arcs ou liaisons, indiquent les voies d'évolution du GRAFCET, ils sont implicitement orientés du haut vers le bas avec une flèche qui l'indique. Les arcs relient soit une étape à une transition ou une transition à une étape (Figure III-5) [7].

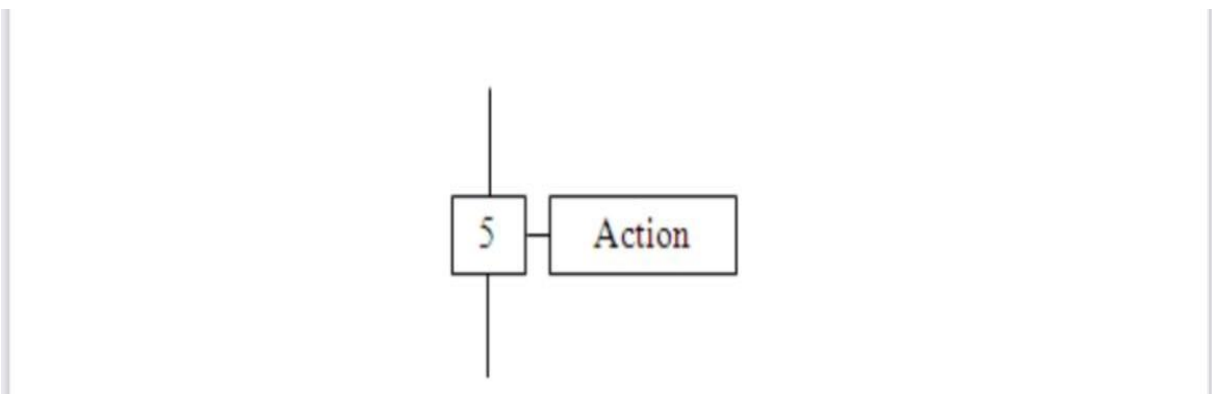


**Figure III- 5 : Les arcs**

### III.9. Les actions associées

Les actions sont précisées dans un cadre lié à l'étape, l'action n'est vraie que si l'étape est activée. Il existe plusieurs types d'actions associées à l'étape :

Action à niveau, action mémorisée, action temporisée et action conditionnelle (Figure III-6) [1].



**Figure III- 6 : Une action**

### III.10. Règles d'évolution du GRAFCET

Le fonctionnement d'un GRAFCET est régi par cinq règles d'évolution, si une des règles n'est pas respectée alors le graphe n'est pas un GRAFCET.

L'alternance étape/transition et transition/étape doit toujours être respectée quel que soit la séquence parcourue [13].

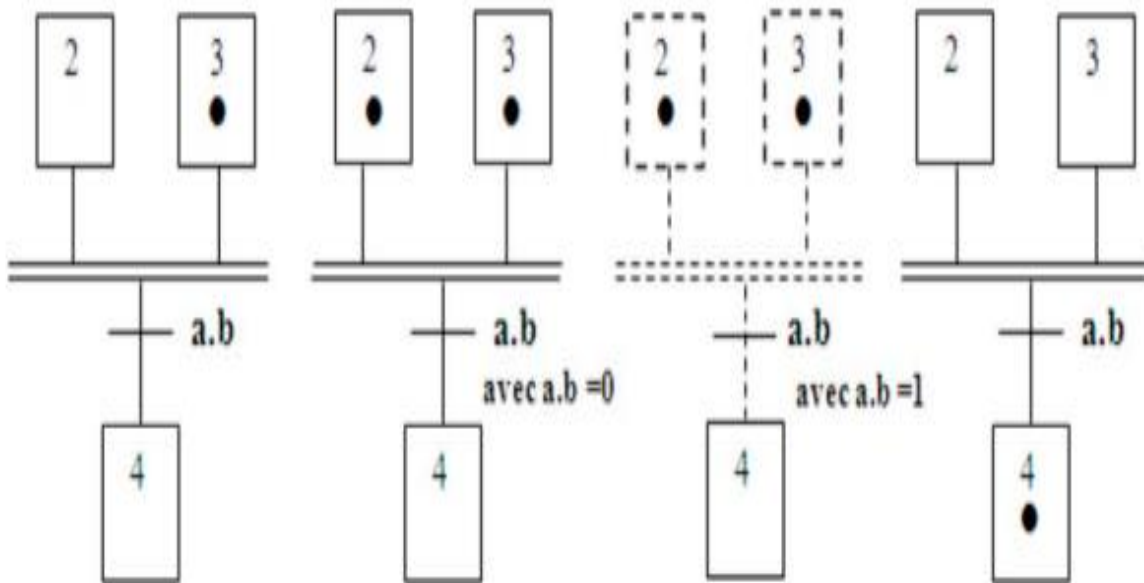
- **Règle 1 : Situation initiale**

La situation initiale d'un grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond à l'ensemble des étapes actives au début du fonctionnement. Elle traduit généralement un comportement de repos. Dans un grafcet, il doit y avoir au moins une étape initiale.

- **Règle 2 : Franchissement d'une transition**

Une transition est franchissable et obligatoirement franchie si les deux conditions suivantes sont remplies :

La transition est validée (toutes les étapes d'entrée de cette transition sont actives). La réceptivité associée à cette transition est vraie (Figure III-7).



Transition non validée

Transition validée

Transition franchissable

Transition franchie

Figure III- 7 : Franchissement d'une transition

- **Règle 3 : évolution de la situation**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes suivantes et la désactivation de toutes les étapes précédentes [1].

❖ **Remarque :**

La durée de franchissement d'une transition est considérée comme infiniment petite mais non nulle.

- **Règle 4 : évolution simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies [1].

- **Règle 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape**

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active [1].

### **III.11. Les différentes séquences de base**

Les différentes séquences de base qui permettent la réalisation d'un GRAFCET sont :

#### **III.11.1. Séquence unique**

Composée d'une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres. Elle est représentée par la figure III-8-a.

#### **III.11.2. Saut d'étape**

Le saut d'une ou plusieurs étapes est réalisé lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles. Elle est représentée par la figure III-8-b.

#### **III.11.3. Reprise de séquence**

La reprise de séquence permet de répéter une même séquence jusqu'à ce que la réceptivité de fin de séquence soit vraie. Elle est représentée par la figure III-8-c.

#### **III.11.4. Séquence simultanée**

Plusieurs séquences peuvent s'exécuter en même temps mais l'évolution dans chaque branche est indépendante de l'autre. La présence d'étape d'attente est généralement

nécessaire. Une transition qui possède plusieurs étapes de sortie représente l'exécution en parallèle de plusieurs séquences. On appelle cette structure divergence en ET ou divergence de séquences simultanées. Une transition qui possède plusieurs étapes d'entrée représente la synchronisation de plusieurs séquences. On appelle cette structure convergence en ET ou convergence de séquences simultanées. Elle est représentée par la figure III-8-d.

### III.11.5. Séquence sélectionnée

C'est une alternative d'évolution vers plusieurs étapes. Les réceptivités associées aux transitions d'un aiguillage doivent être exclusives.

La sélection de séquence est aussi appelée divergence en OU ou divergence de sélection de séquences.

La convergence de plusieurs séquences est appelée convergence en OU ou convergence de sélection de séquences. Elle est représentée par la figure III-8-e.

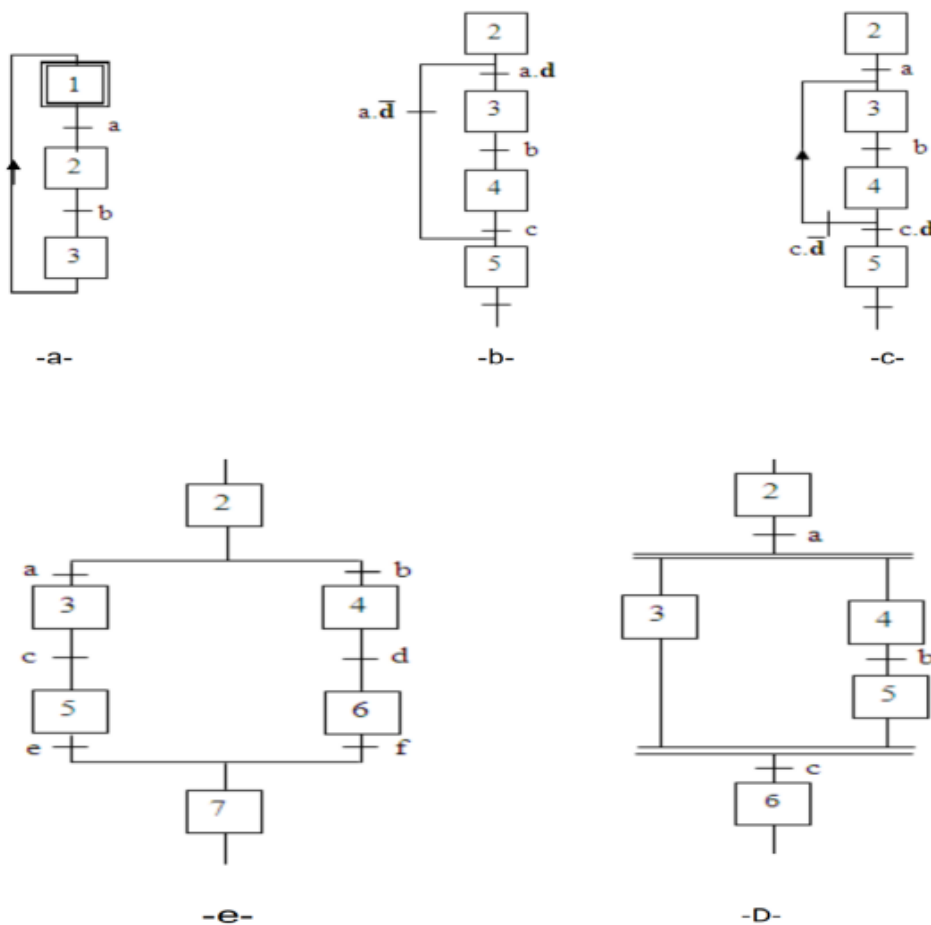
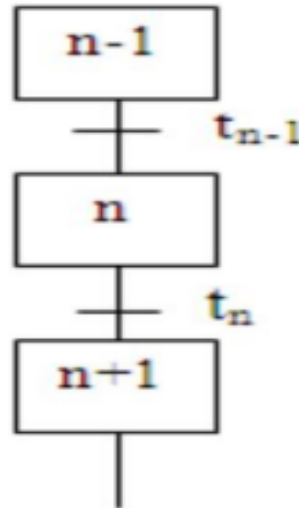


Figure III- 8 : Les différentes séquences de base du GRAFCET

### III.12. Mise en équation d'un GRAFCET

On peut passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, pour cela on traduit notre grafcet de niveau 2 par des équations combinatoires [6]. Considérons une étape  $X_n$  noté comme suit :  $X_n=1$  si l'étape  $n$  est active.  $X_n=0$  si l'étape  $n$  est inactive (Figure III-9) [13].



**Figure III- 9** : Partie d'un GRAFCET

La réceptivité  $t_n$  étant une variable binaire, a pour valeur :

$t_n= 1$  si la réceptivité est vraie.

$t_n=0$  si la réceptivité est fausse.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement présentes sont actives, elle ne peut être franchie que :

- Lorsqu'elle est validée
- La réceptivité associée à la transition est vraie.

La traduction de cette règle donne la condition d'activation de l'étape  $n$  :

$$CA X_n=X_{n-1}*t_{n-1} \dots \dots \dots (III.1)$$

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toute étape immédiatement suivante et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

La traduction de cette règle donne la condition de désactivation de l'étape n :

CD

$$X_n = X_n * t_n = X_{n+1} \dots \dots \dots (III.2)$$

Si la condition d'activation et la condition de désactivation de l'étape n sont fausses, l'étape n reste dans son état. C'est-à-dire que l'état de  $X_n$  à l'instant  $t + Dt$  dépend de l'état précédent de  $X_n$  à l'instant  $t$ .

En combinant les deux équations (III.1) et (III.2), on obtient l'équation suivante :

$$X_n = CA * X_n + CD * X_n \dots \dots \dots (III.3)$$

### III.13. Définition d'un API

Un automate programmable industriel (API) est un appareil électronique spécialisé dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans sa mémoire sous forme de programme et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information. Trois caractéristiques fondamentales le distinguent totalement des outils d'informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et tertiaires

- Connexion directe aux différents capteurs et actionneurs grâce à ses entrées/sortie
- Fonctionnement dans des conditions industrielles sévères (température, vibrations, humidité, microcoupure de l'alimentation en énergie électrique...)
- Son aspect pratique grâce à la possibilité de sa programmation en utilisant un langage spécialement développé pour le traitement de fonctions d'automate.

### II.14. Éléments constituant l'armoire de commande

L'armoire de commande électrique est un boîtier qui contient un réseau de distribution électrique. Elle est constituée des éléments suivants :

### ❖ Automate programmable industriel

Un API est un dispositif électronique programmable qui est destiné à l'automatisation des processus. Il reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont alors traitées par un programme défini, le résultat obtenu est délivré par ses sorties (Figure III-10).



**Figure III- 10 :** Automate programmable industriel (API)

#### III.15. Critère de choix de l'automates programmable industriel

Pour choisir un A.P.I il faut considérer certains critères importants tels que :

- Le nombre et la nature des entrées /sorties.
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et la fonction spéciale du processeur.
- Contient des fonctions et modules spéciaux, en effet certains modules permettent de soulager le processeur en calcule afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé.
- Possibilité de communication avec d'autres systèmes.
- La robustesse et la fiabilité.

Dans notre cas nous avons utilisé l'automate programmable industriel S7-1200, proposé par le bureau technique de CEVITAL.

### III.16. Automate programmable industriel S7-1200

L'Automate Programmable Industriel S7-1200 est un type d'automate programmable utilisé dans le domaine industriel. Il fait partie de la gamme d'automates programmables de Siemens. Le S7-1200 est conçu pour offrir des fonctionnalités de contrôle et d'automatisation pour les machines et les processus industriels. Il est utilisé pour contrôler et superviser diverses tâches dans les usines et les installations industrielles.

### III.17. Structure interne des CPU S7-1200 :

La Figure ci-dessous montre la structure matérielle interne d'une CPU

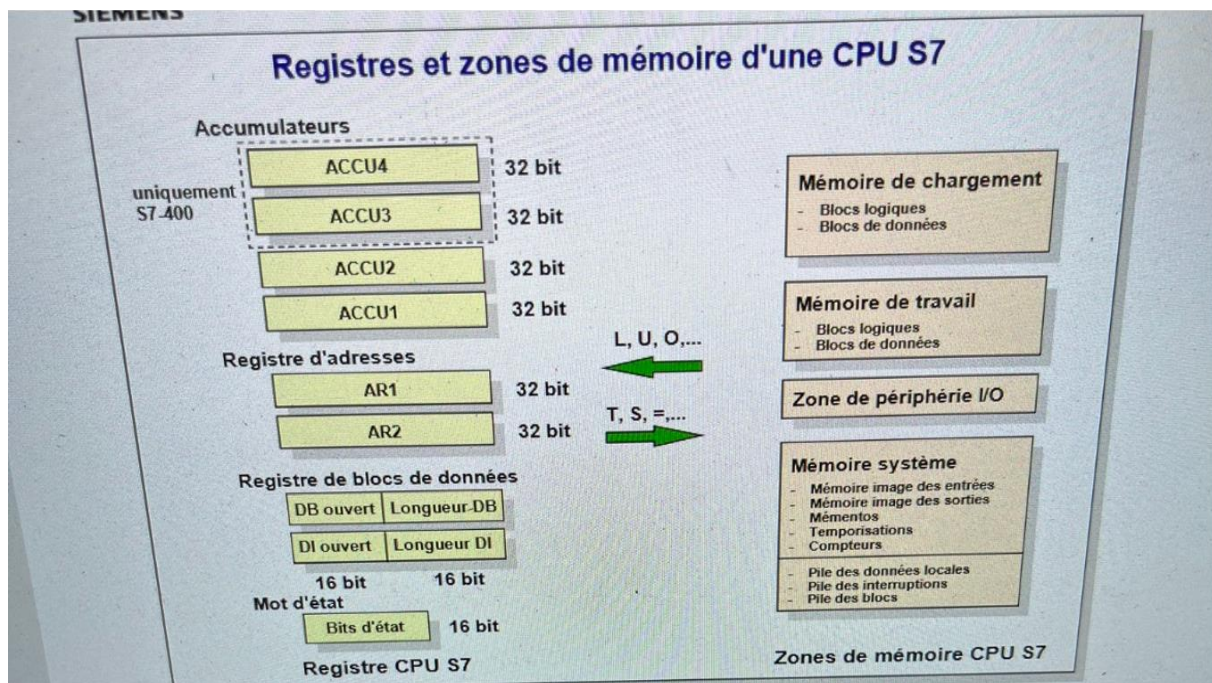


Figure III- 11 : Structure interne des CPU S7-1200

### III.18. Avantages et Inconvénients des API

#### III.18.1. Avantages des API

- ❖ Simplification du câblage. Modifications du programme faciles à effectuer par rapport à une logique câblée.
- ❖ Enormes possibilités d'exploitation.
- ❖ Fiabilité professionnelle

### III.18.2. Inconvénients

- ❖ En cas de "plantage" (très rare heureusement)
- ❖ Son prix qui comme nous l'avons vu plus haut ne le met pas à la portée de toutes les bourses.
- ❖ Mais ces équipements évoluant rapidement fait que l'on peut en récupérer quelquefois pour pas trop cher.

### III.19. Architecture de l'automate

#### III.19.1. Structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

##### ❖ Le type compact

Il intègre le processeur, l'alimentation et les entrées/sortie. Il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires et recevoir des extensions limitées. Il est généralement destiné à la commande de petits automatismes. La Figure III-10 illustre l'automate programmable compact

##### ❖ Type modulaire

Dans ce modèle le processeur, l'alimentation et les interfaces entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes de grande puissance et de capacité de traitement. Figure III.11 illustre l'automate programmable de type modulaire.



**Figure III- 11** : Automate programmable modulaire (Allen-Bradley)

### III.19.2. Structure interne

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple. Cette structure comporte quatre parties principales :

- Un processeur.
- Une mémoire.
- Des interfaces d'Entrées/Sorties.
- Une alimentation (240 V → 24 VPC).

Une alimentation. Un bus interne (liaisons parallèles) est utilisé pour échanger les informations entre les différents éléments de l'automate (entrées, sorties, mémoires).

Figure III.12 illustre la structure interne d'un API

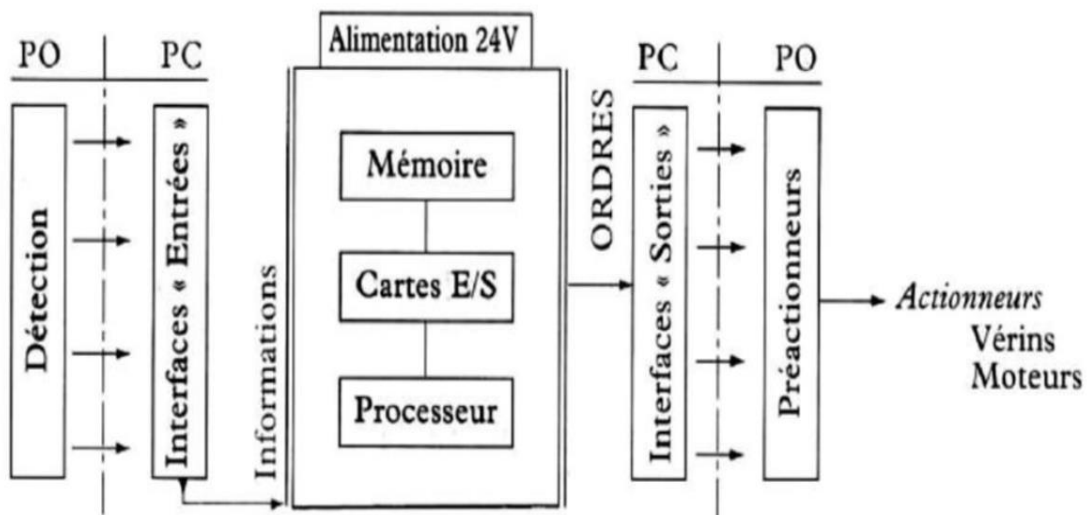


Figure III- 12 : Structure interne d'un A

### III.20. Unité central de traitement (CPU : Central Procession Unit)

C'est le cœur de la machine, Processeur appelé unité de traitement, il assure le contrôle de l'ensemble de la machine et effectue les traitements demandés par les instructions du programme. Il réalise les fonctions logiques, temporisation, comptage, calcul. Il comporte un certain nombre de registres (compteur ordinal, registre d'instructions, registre d'adresse, registres de données, accumulateurs, ... Il est connecté aux autres éléments (mémoires, interfaces d'E/S, ...) par l'intermédiaire des bus. La Figure III.13 montre le CPU de l'automate.



**Figure III -13 :** Exemple d'un CPU ( CPU 313)

### III.21. Variateur de vitesse

C'est un équipement conçu pour commander les moteurs à des vitesses bien spécifiées, ils sont indispensables dans toutes les industries.

Un variateur de vitesse redresse la tension alternative réseau (CA) en une tension continue (CC) ensuite il convertit cette tension en une tension alternative d'amplitude et de fréquence variable.

La tension et fréquence variables offrent ainsi des possibilités de régulation infinies de vitesse pour les moteurs standards triphasés à courant alternatif (figure III-14).



**Figure III -14 :** Variateur de vitesse

### III.22. Les contacteurs

Un contacteur est un appareil électromagnétique destiné à établir ou interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique. Il est constitué de :

- Une bobine.
- Un ressort de rappel.
- Deux à quatre contacts de puissance.
- Un circuit magnétique composé d'un aimant fixe et aimant mobile (armature fixe et mobile).
- Des contacts auxiliaires ouverts ou fermés.

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, l'armature mobile est alors attirée par l'aimant fixe (armature fixe) et les contacteurs se ferment (ou s'ouvrent selon le modèle).

Quand l'énergie d'alimentation disparaît de la bobine, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature (fixe et mobile) engendre l'ouverture des contacts de puissances (ou la fermeture). La figure suivante montre un exemple d'un contacteur.

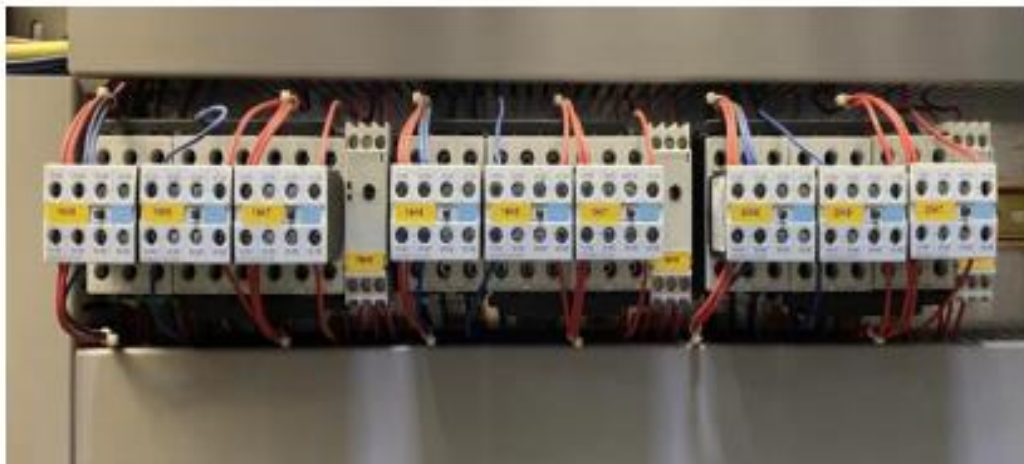
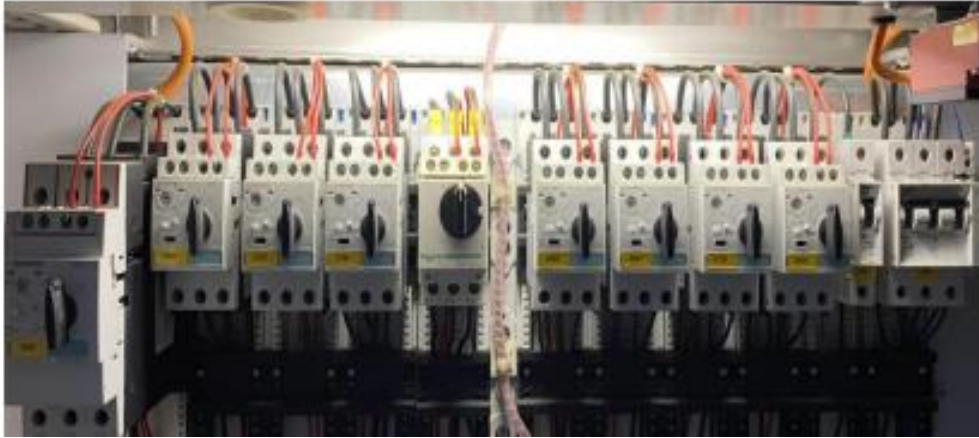


Figure III -15 : Contacteur

### III.23. Disjoncteurs

Un disjoncteur est un dispositif électromécanique de protection, sa fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation.

Selon sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique (figure III-16).



**Figure III- 16** : Disjoncteur

### **III.24. Stratégie pour la conception d'un programme complet et optimisé**

Pour mettre en place une solution d'automatisation avec TIA Portal, il est nécessaire de réaliser les tâches fondamentales suivantes :

- Création du projet SIMATIC Step7.
- Configuration matérielle HW Config : On y définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses qui permettent d'y accéder depuis le programme utilisateur.
- Définition des mnémoniques : Dans une table des mnémoniques on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice pour les utiliser dans le programme.
- Création du programme utilisateur : À l'aide de l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module qu'on enregistre sous forme de bloc, de source ou de diagramme.

### **III.25. Structure de notre programme**

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1, néanmoins cela n'est pas recommandé pour des automatismes complexes tels que le nôtre, c'est pour cela qu'une subdivision en parties plus petites s'impose, elles correspondent aux fonctions technologiques du processus et sont nommés blocs.

Cette structure offre les avantages suivants :

- Ecriture des programmes importants
- Simplification de l'organisation du programme.
- Modification facile du programme.
- Simplifier le test du programme en l'exécutant section par section.
- Standardisation de certaines parties du programme.

### **III.26. Conclusion**

Le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation opérationnel.

L'API offre souplesse et facilité pour sa programmation, la diversité des possibilités mises en œuvre et son coût le rendent incontournable lors de l'élaboration d'une station programmable.

# **Chapitre IV**

## **Programmation des convoyeurs**

### IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons élaborer un programme pour l'API avec le logiciel Tia portal avec langage grafcet, et nous allons expliquer le fonctionnement détaillé.

Nous allons présenter les différentes partie des convoyeurs, élaborer un modèle grafcet.pour chacun et décrire leur fonctionnement en détail.

### IV.2. Grafcet des différentes tâches

Chaque tâche est représentée indépendamment, traçant son évolution chronologique, suivant un cahier de charges précis.

### IV.3. Table de variables

| Table de variables standard |     |                 |         |         |                                     |                                     |                                     |             |
|-----------------------------|-----|-----------------|---------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
|                             | Nom | Type de données | Adresse | Réma... | Acces...                            | Ecritu...                           | Visibl...                           | Commentaire |
| 1                           | X0  | Bool            | %M0.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 2                           | X1  | Bool            | %M0.1   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 3                           | X2  | Bool            | %M0.2   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 4                           | X3  | Bool            | %M0.3   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 5                           | X4  | Bool            | %M0.4   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 6                           | X5  | Bool            | %M0.5   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 7                           | X6  | Bool            | %M0.6   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 8                           | X7  | Bool            | %M0.7   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 9                           | X8  | Bool            | %M1.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 10                          | X9  | Bool            | %M1.1   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 11                          | X10 | Bool            | %M1.2   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 12                          | X11 | Bool            | %M1.3   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 13                          | X12 | Bool            | %M1.4   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 14                          | X13 | Bool            | %M1.5   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 15                          | X14 | Bool            | %M1.6   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 16                          | X15 | Bool            | %M1.7   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 17                          | X16 | Bool            | %M2.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 18                          | X17 | Bool            | %M2.1   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 19                          | X18 | Bool            | %M2.2   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 20                          | X19 | Bool            | %M2.3   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 21                          | X20 | Bool            | %M2.4   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 22                          | X21 | Bool            | %M2.5   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 23                          | X22 | Bool            | %M2.6   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 24                          | X23 | Bool            | %M2.7   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |
| 25                          | X24 | Bool            | %M3.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |

| Table de variables standard |           |                 |         |                          |                                     |                                     |                                     |             |  |
|-----------------------------|-----------|-----------------|---------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--|
|                             | Nom       | Type de données | Adresse | Réma...                  | Acces...                            | Ecritu...                           | Visibl...                           | Commentaire |  |
| 26                          | X25       | Bool            | %M3.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 27                          | X26       | Bool            | %M3.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 28                          | X27       | Bool            | %M3.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 29                          | CP1       | Bool            | %I0.0   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 30                          | SP        | Bool            | %I0.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 31                          | MOT C1    | Bool            | %Q0.0   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 32                          | INIT      | Bool            | %I0.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 33                          | CP2       | Bool            | %I0.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 34                          | MOT C2    | Bool            | %Q0.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 35                          | Cap Cent  | Bool            | %I0.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 36                          | C2        | Bool            | %I0.6   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 37                          | VERIN     | Bool            | %Q0.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 38                          | CP3       | Bool            | %I1.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 39                          | CP4       | Bool            | %I1.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 40                          | PP        | Bool            | %I1.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 41                          | Table bas | Bool            | %I1.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 42                          | MPH       | Bool            | %I1.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 43                          | FIN BR    | Bool            | %I1.6   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 44                          | MOT C3    | Bool            | %Q0.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 45                          | MOT C4    | Bool            | %Q0.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 46                          | CP5       | Bool            | %I2.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 47                          | MOT C5    | Bool            | %I2.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 48                          | CP7       | Bool            | %I2.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 49                          | CP8       | Bool            | %I2.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 50                          | CP6       | Bool            | %I2.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |

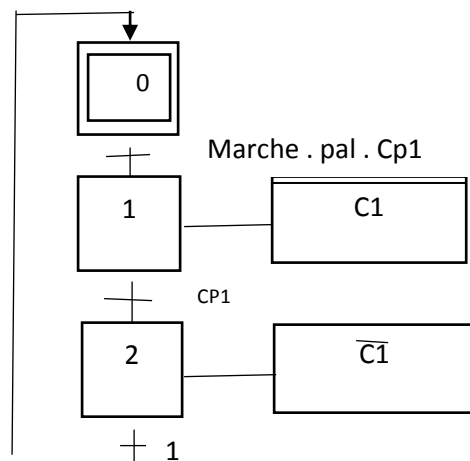
| Table de variables standard |                 |                 |         |                          |                                     |                                     |                                     |             |  |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|---------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--|
|                             | Nom             | Type de données | Adresse | Réma...                  | Acces...                            | Ecritu...                           | Visibl...                           | Commentaire |  |
| 35                          | Cap Cent        | Bool            | %I0.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 36                          | C2              | Bool            | %I0.6   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 37                          | VERIN           | Bool            | %Q0.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 38                          | CP3             | Bool            | %I1.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 39                          | CP4             | Bool            | %I1.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 40                          | PP              | Bool            | %I1.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 41                          | Table bas       | Bool            | %I1.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 42                          | MPH             | Bool            | %I1.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 43                          | FIN BR          | Bool            | %I1.6   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 44                          | MOT C3          | Bool            | %Q0.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 45                          | MOT C4          | Bool            | %Q0.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 46                          | CP5             | Bool            | %I2.1   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 47                          | MOT C5          | Bool            | %I2.2   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 48                          | CP7             | Bool            | %I2.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 49                          | CP8             | Bool            | %I2.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 50                          | CP6             | Bool            | %I2.3   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 51                          | MOT C6          | Bool            | %Q0.5   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 52                          | MOT C7          | Bool            | %Q0.6   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 53                          | MOT C8          | Bool            | %Q0.7   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 54                          | MARCHE          | Bool            | %M3.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 55                          | COMMANDE MARCHE | Bool            | %I0.4   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 56                          | COMMANDE ARRET  | Bool            | %I0.7   | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |
| 57                          | <Ajouter>       |                 |         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             |  |

#### IV.4. La mise en marche de la machine

➤ **Convoyeur 1 : « convoyeur d'alimentation »**

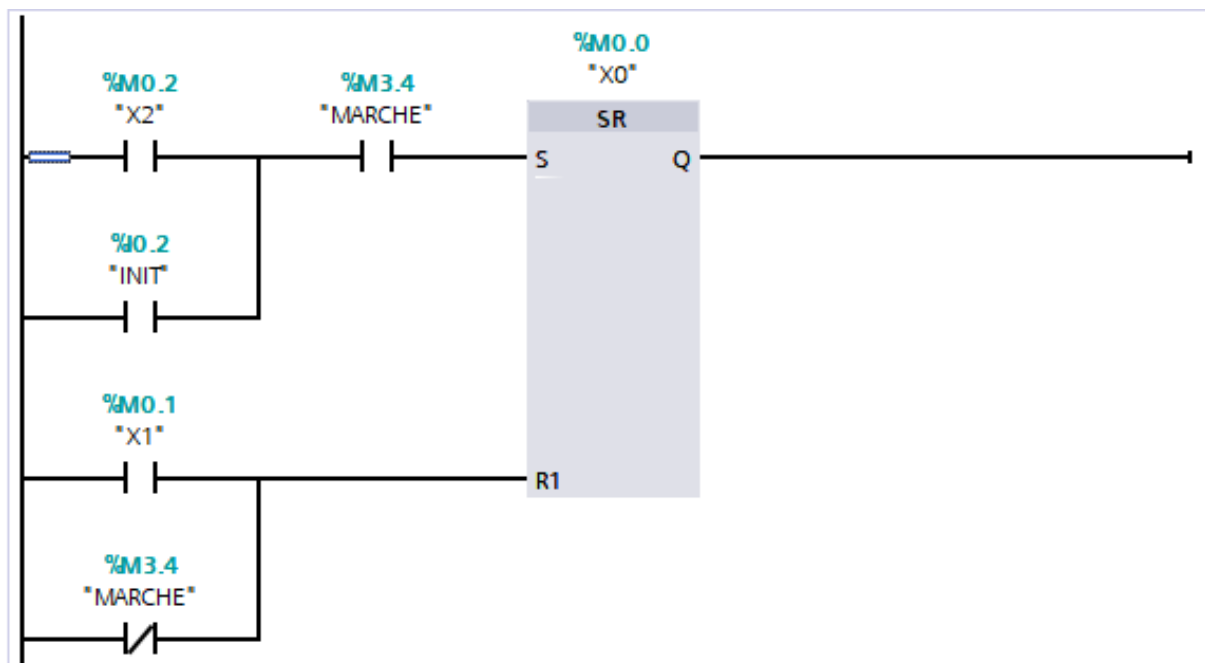
- **Grafcet :**

Un capteur photoélectrique cp1 situés à l'entrée du convoyeur détecte quand un produit arrive (présence palette (pal)) déclenche le démarrage du convoyeur pour transporter le produit vers la prochaine étape.

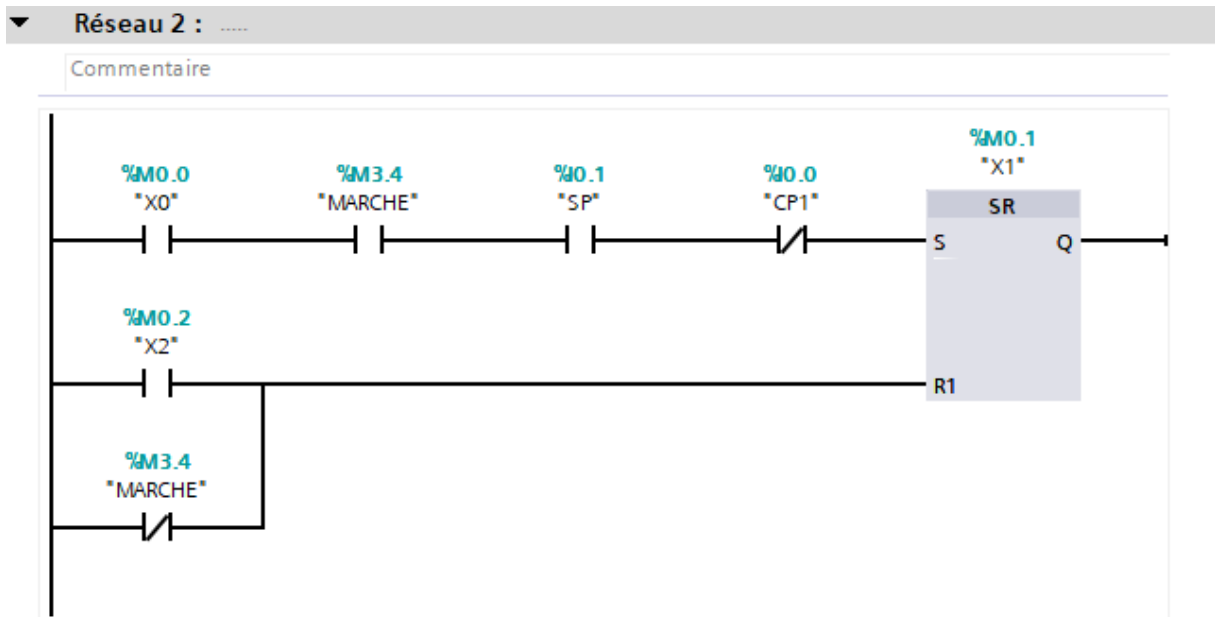


- Programme LD :

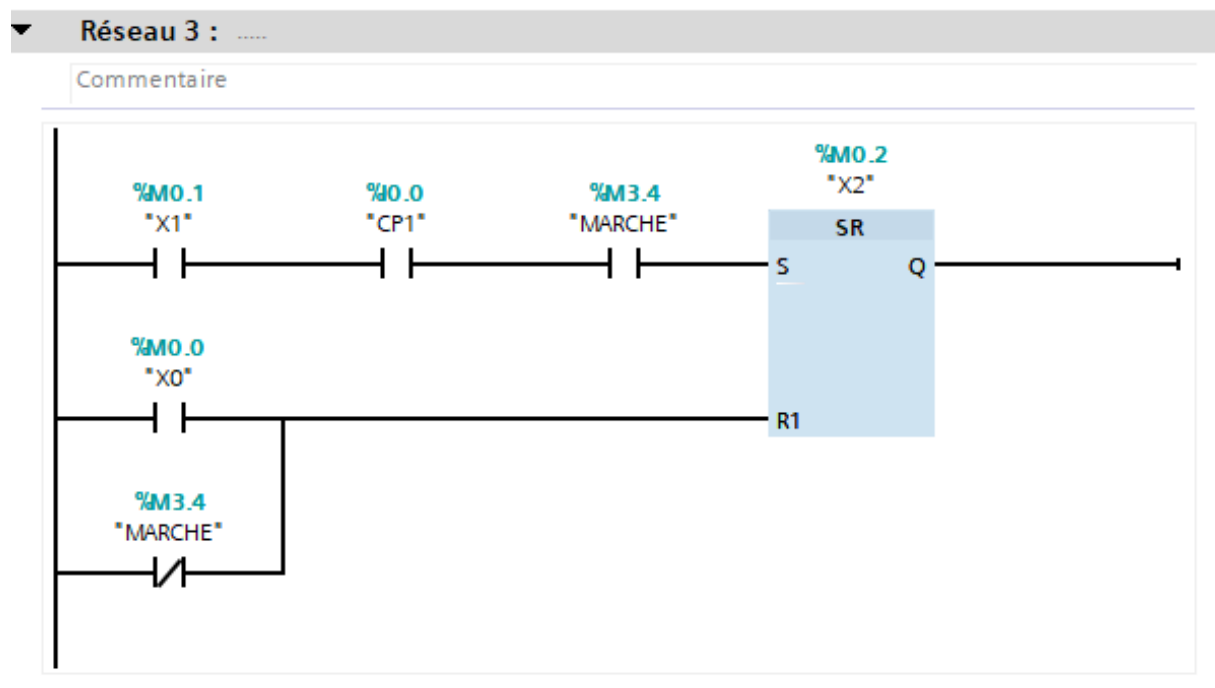
**Réseau 1 :**



Réseau 2 :



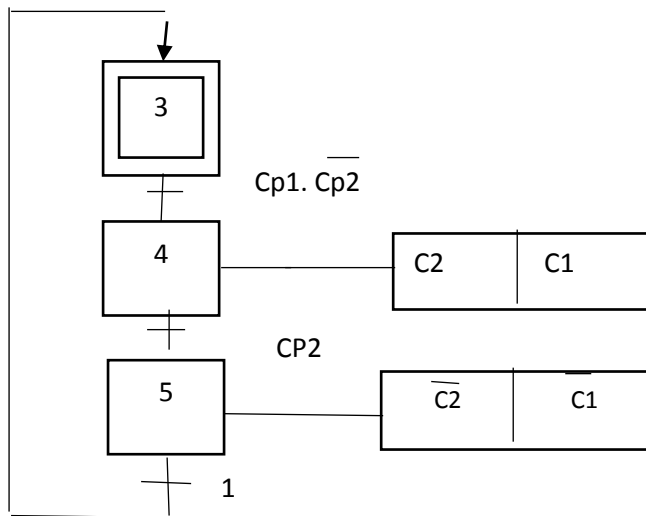
Réseau 3 :



➤ **Convoyeur 2 : « convoyeur d'entrée »**

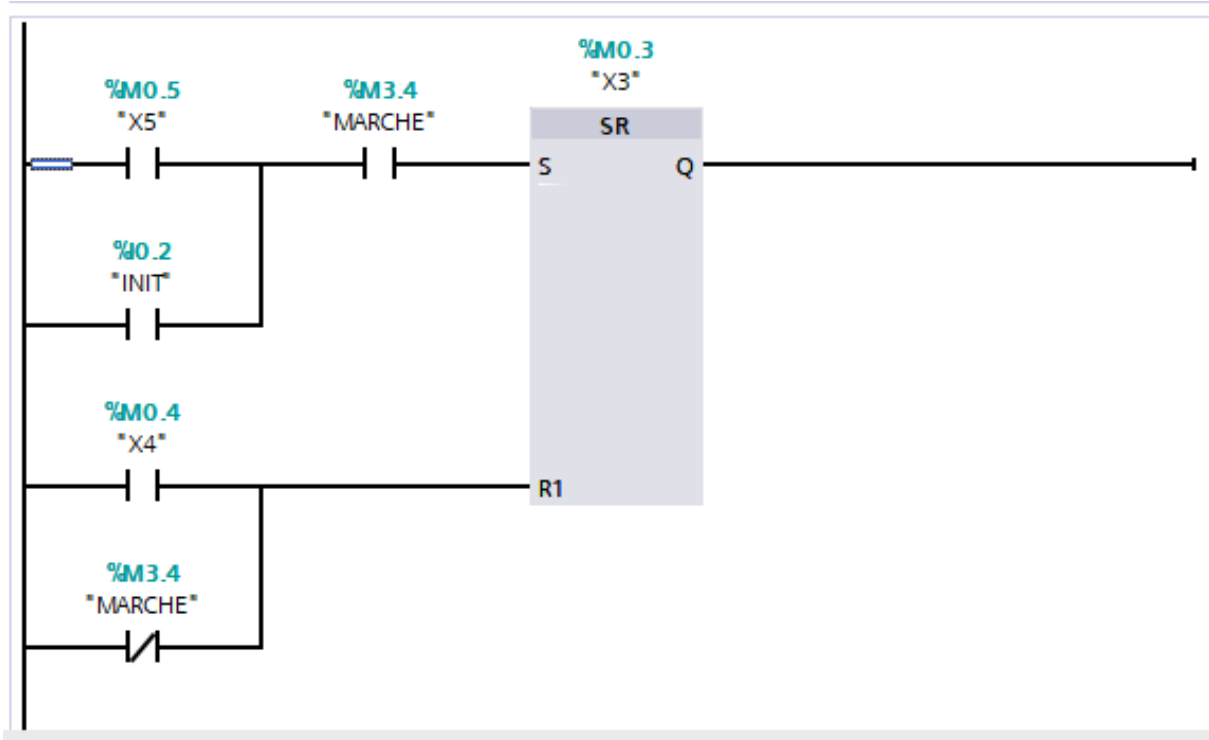
- **Grafcet :**

Un capteur cp2 placé à la sortie du convoyeur, il détecte lorsque le produit atteint la fin du trajet sur le convoyeur, signalant ainsi au système de contrôle qu'il est prêt à être dirigé vers la prochaine étape.

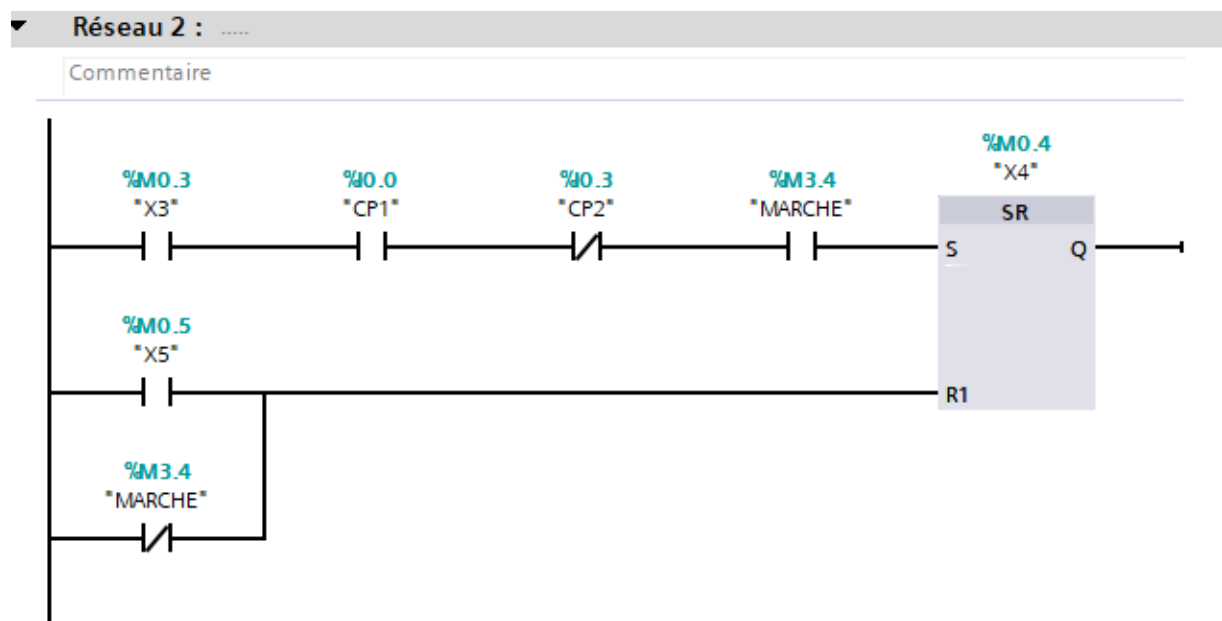


- Programme LD :

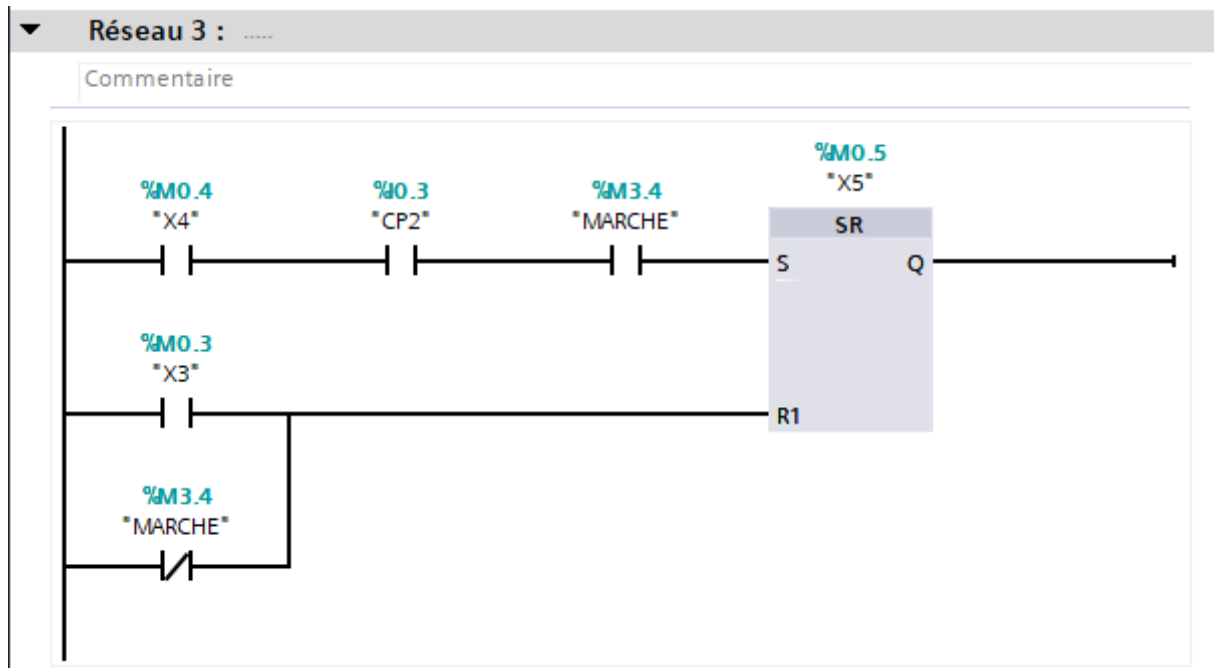
Réseau 1 :



Réseau 2 :



Réseau 3 :



➤ **Convoyeur 3 : « convoyeur centreur »**

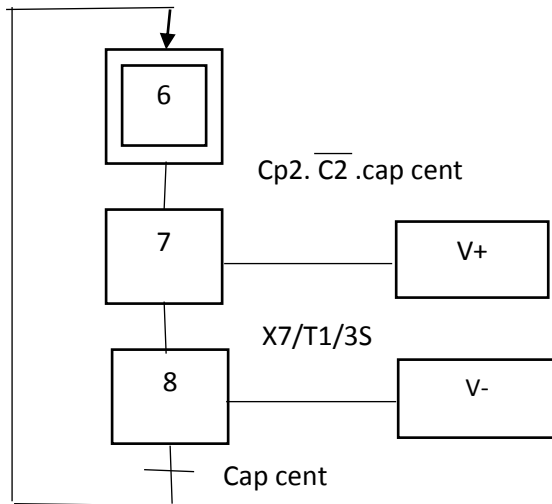
- **Grafset :**

Lorsque la palette arrive sur le convoyeur centreur, des capteur cp2 et cap cent détectent son arrivée et sa position, le convoyeur arrêter la palette à une position prédéterminée pour le centrage, une fois la palette en position les vérins sont activés.

Les vérins déplacent les guides latéraux vers l'extérieur pour centrer la palette.

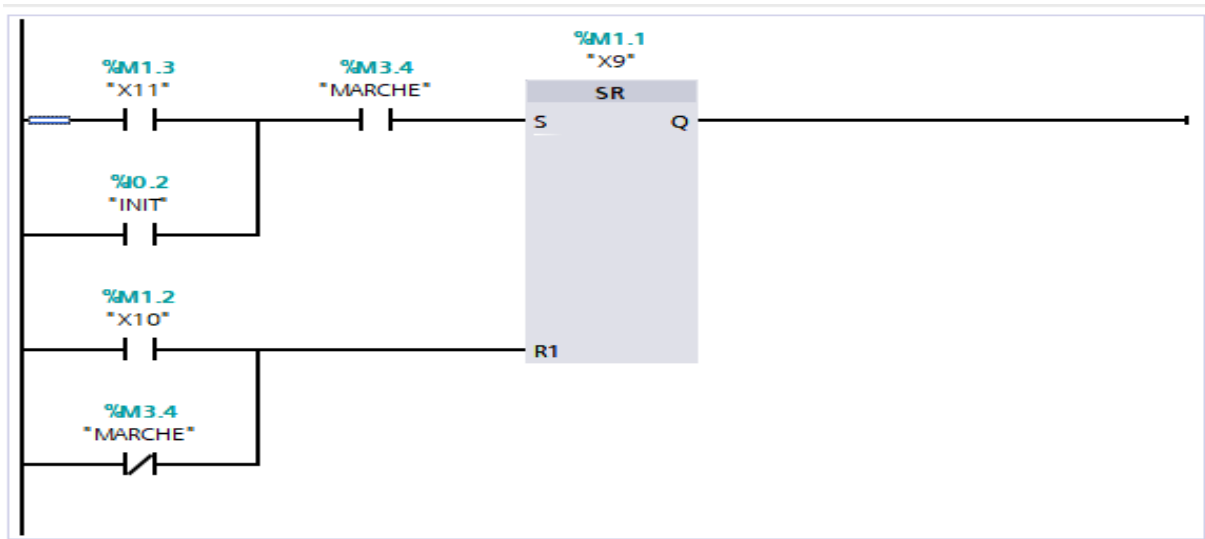
Le capteur de position fournisse un feed-back (un temps réel 3s) pour assurer un centrage précis, une fois le centrage terminé les capteurs de fin de course assurent que les vérins reviennent à leurs positions initiales.

Le convoyeur reprend son mouvement pour transférer la palette à l'étape suivant.

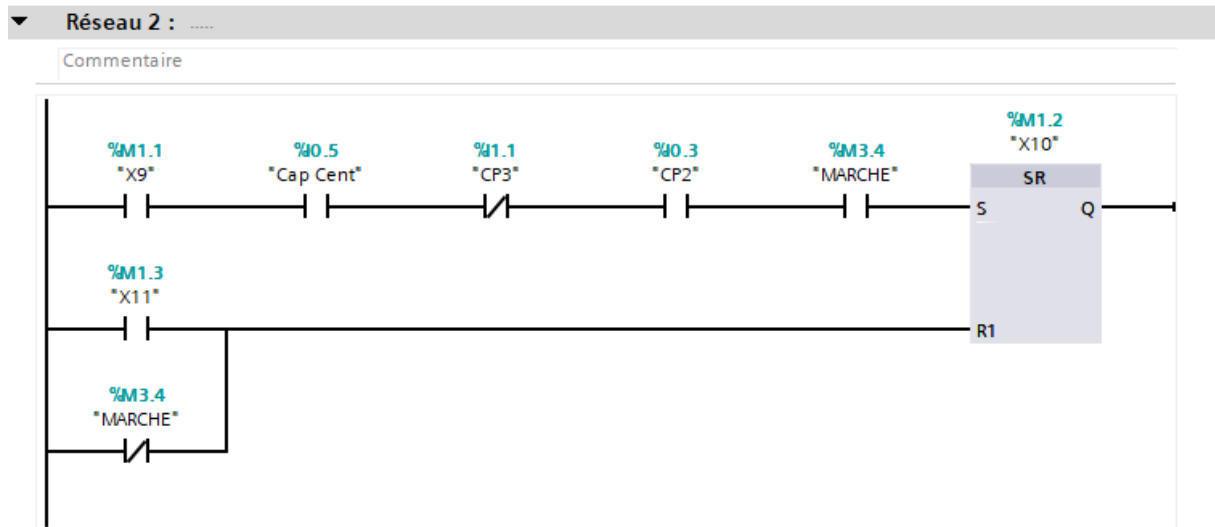


- Programme LD

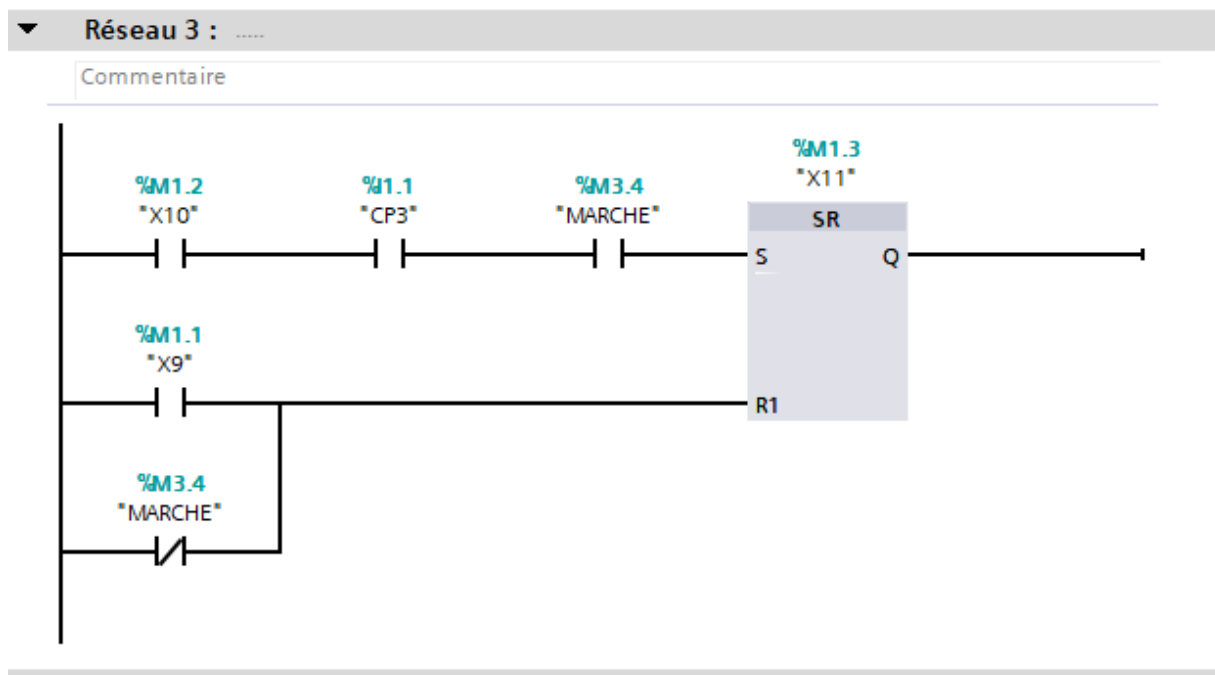
Réseau 1 :



**Réseau 2 :**



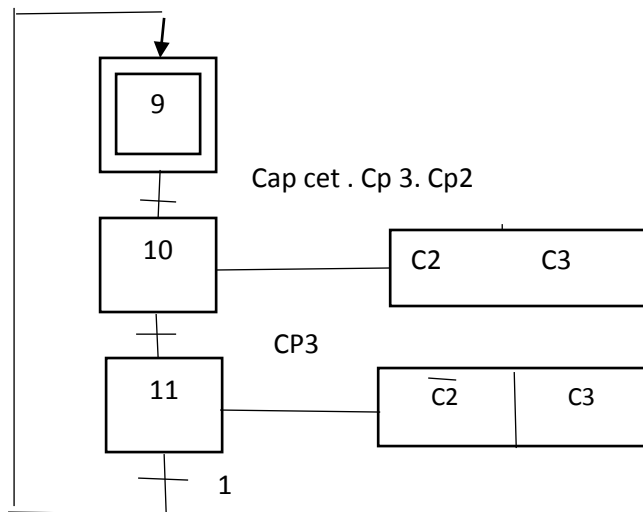
**Réseau 3 :**



➤ **Convoyeur 4 : « entrée machine »**

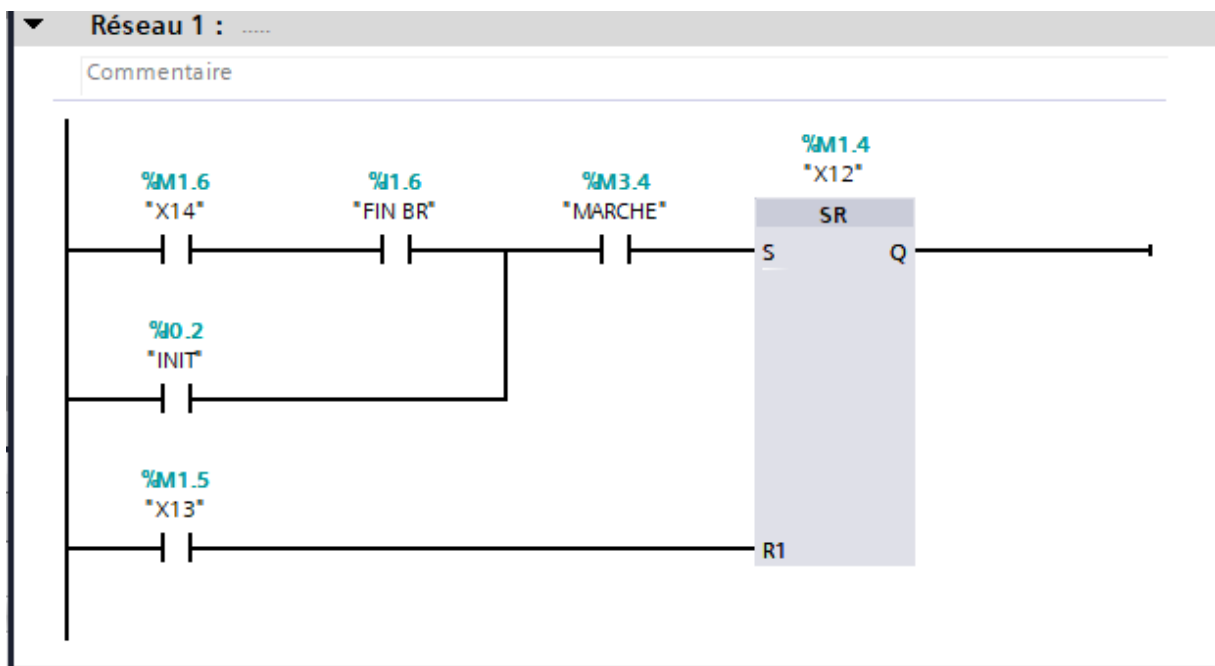
- **Grafset :**

Un capteur de présence cp3 (un capteur photoélectrique) détecte l'arrivée d'une palette sur le convoyeur. Ce capteur envoie un signal au contrôleur pour indiquer que la palette est en position pour commencer son déplacement vers la machine de banderolage.

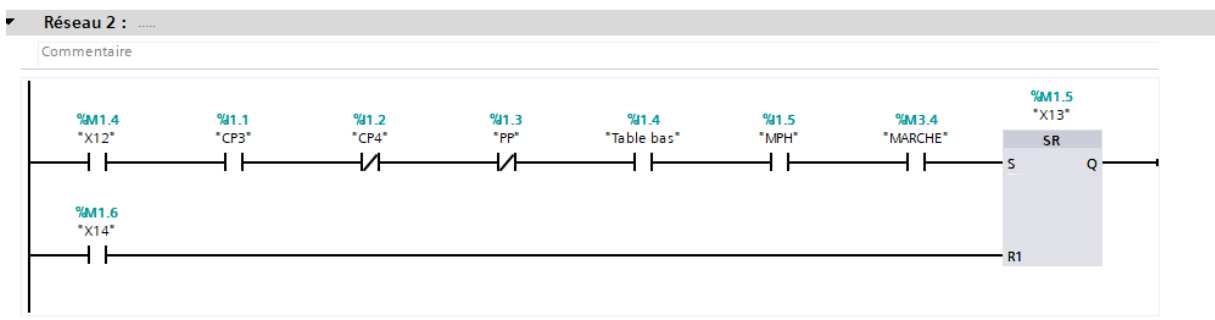


- Programme LD :

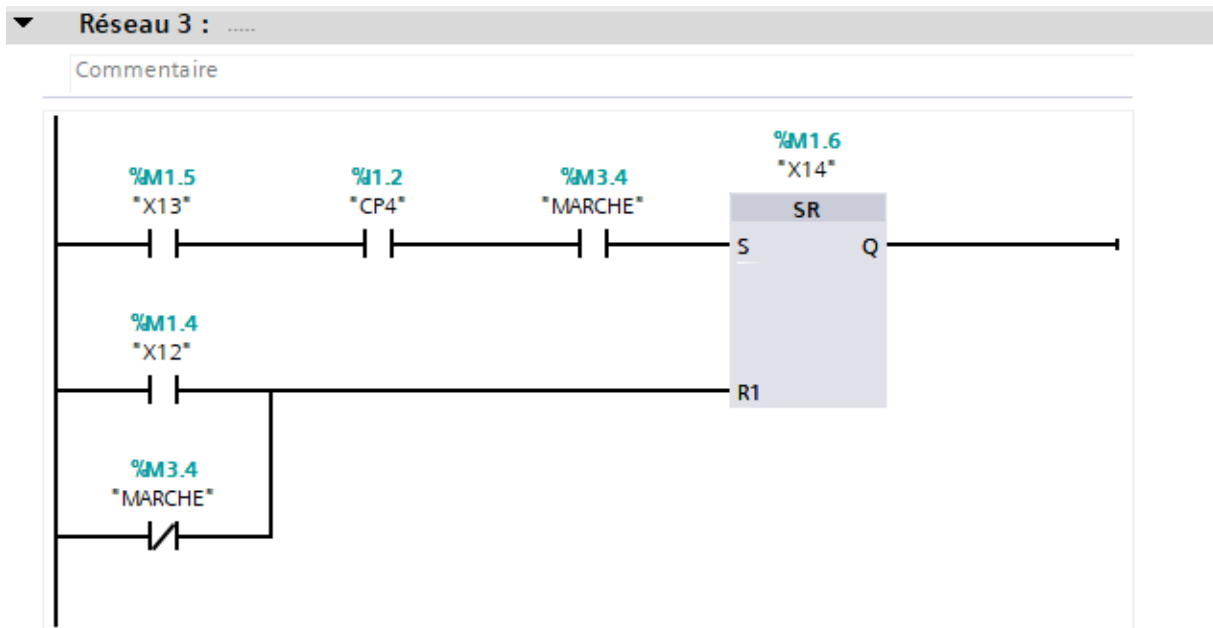
Réseau 1 :



Réseau 2 :



Réseau 3 :

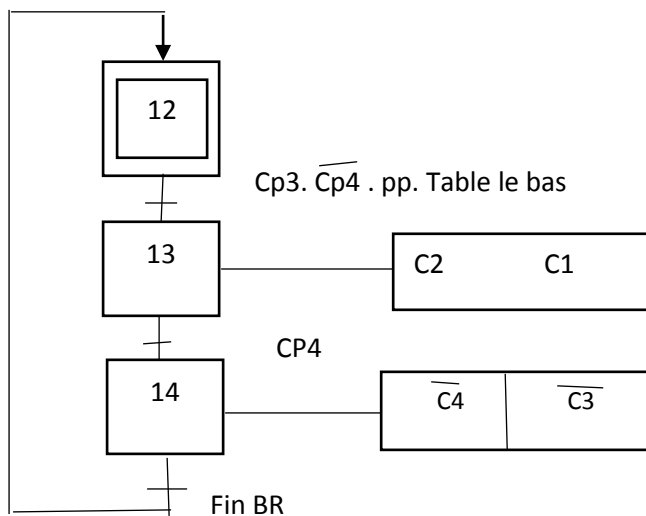


➤ **Convoyeur 5 : « convoyeur machine »**

- **Grafctet :**

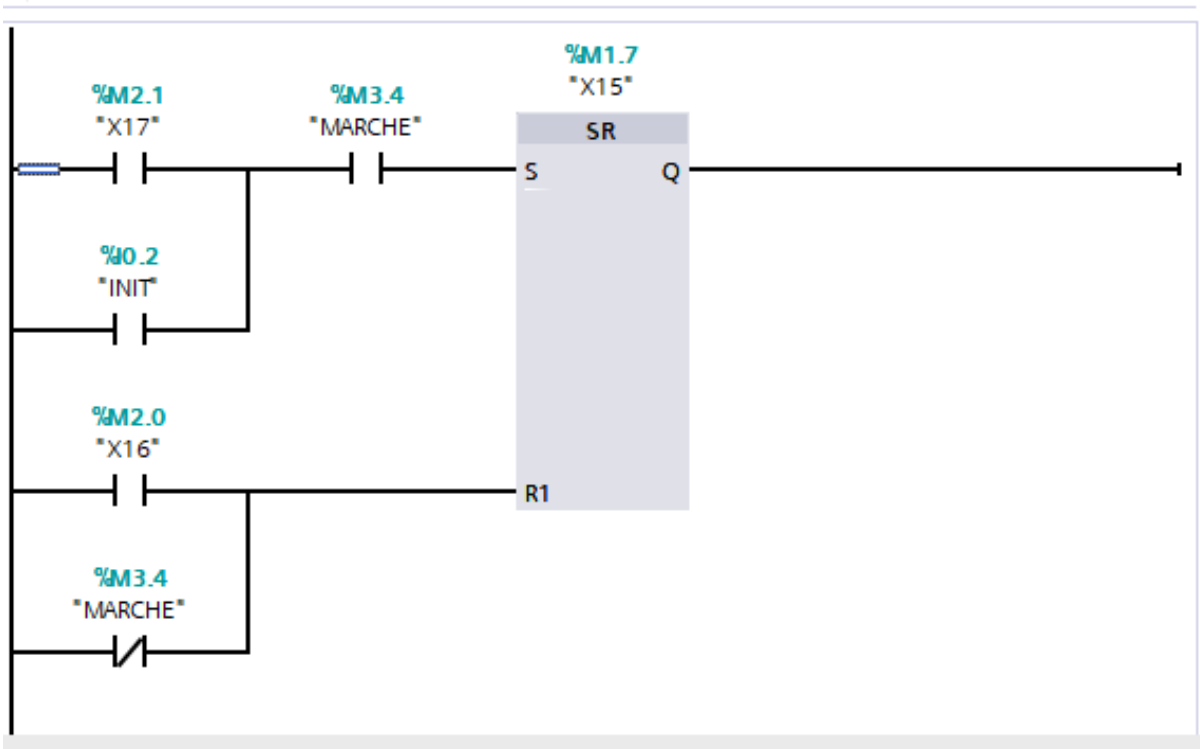
Un capteur de présence détecte l'arrivée d'une palette sur le convoyeur machine. Ce capteur envoie un signal au contrôle pour indiquer que la palette est en position pour le banderolage.

Une fois le banderolage terminé le convoyeur redémarre pour déplacer la palette vers la sortie (Fin BR).

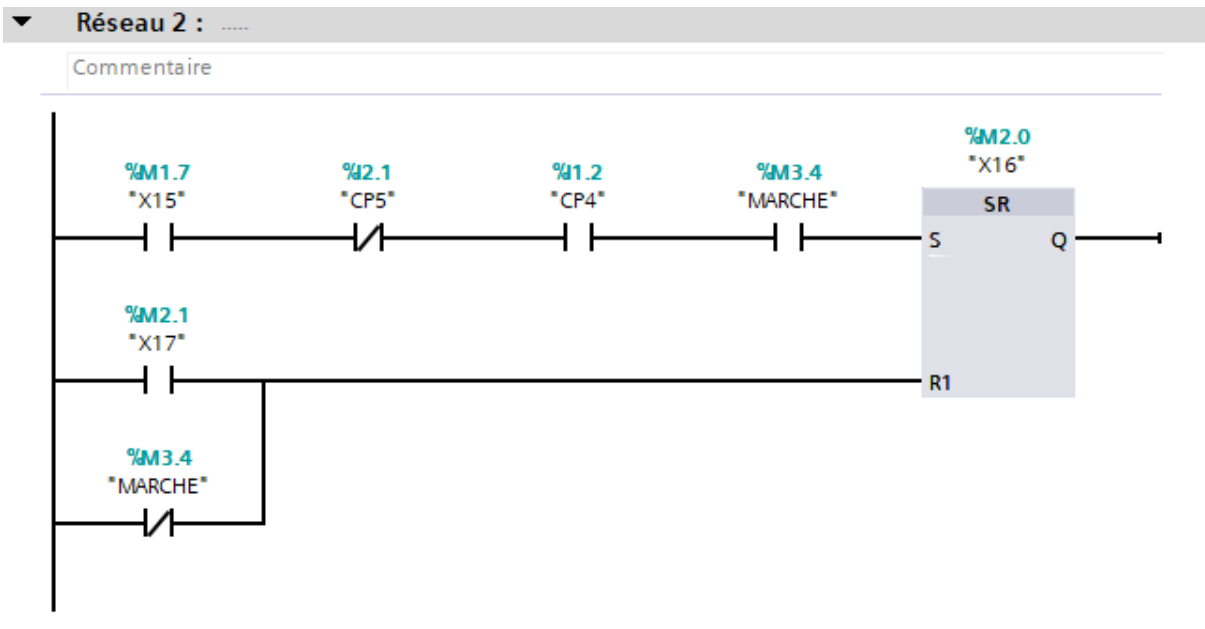


- Programme LD :

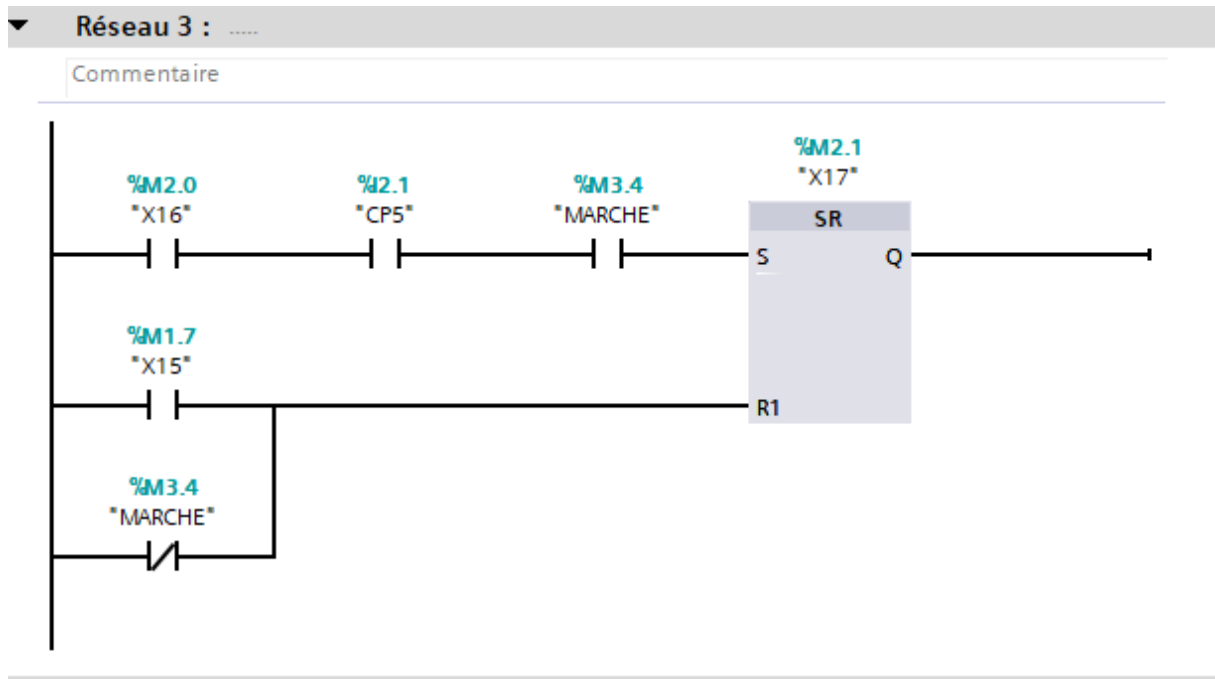
*Réseau 1 :*



*Réseau 2 :*



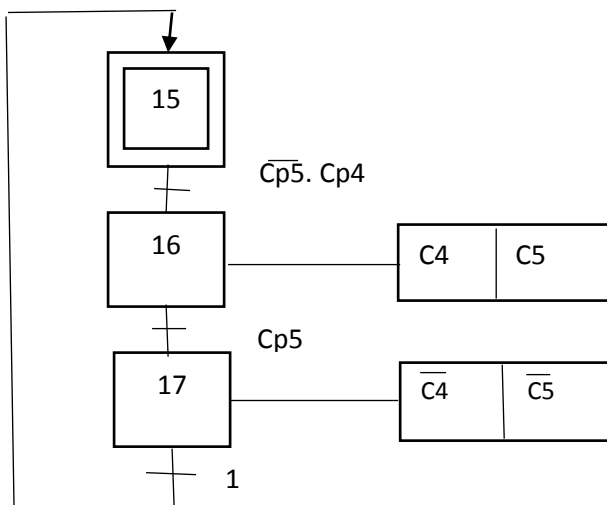
Réseau 3 :



➤ Convoyeur 6 : « convoyeur sortie machine »

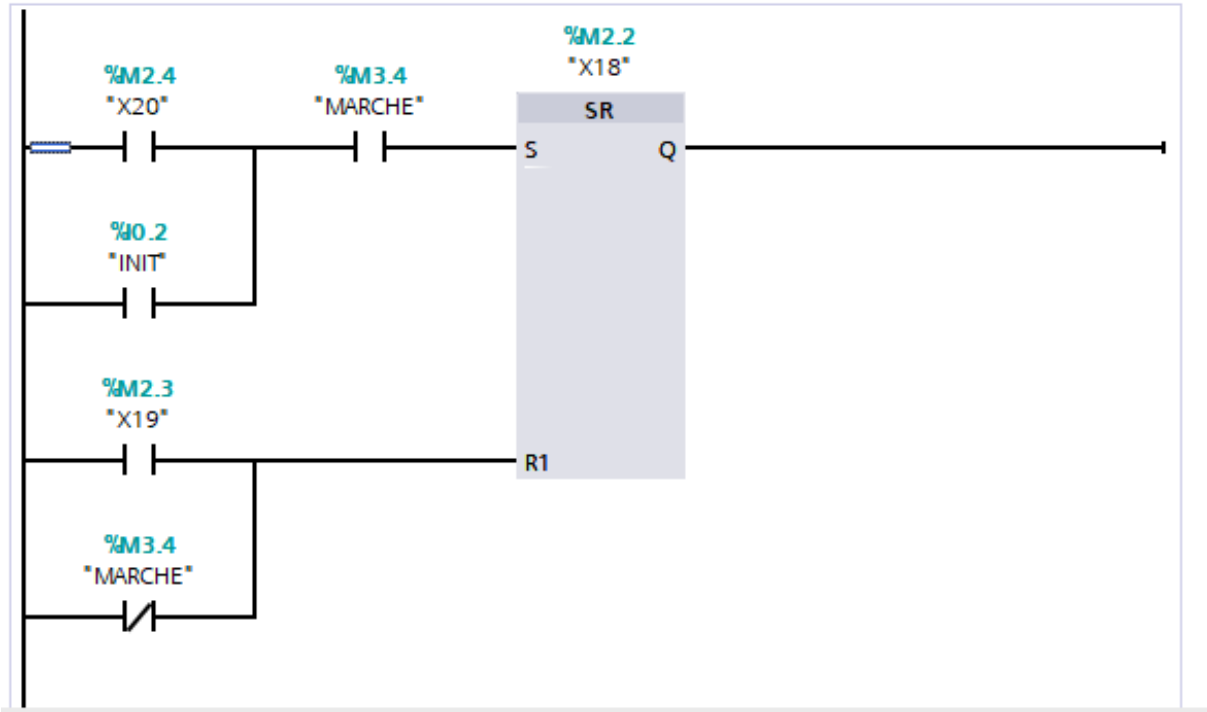
- Grafset :

Lorsque la banderoleuse termine l’emballage un capteur (Cp4) détecte la présence de la palette emballée et envoie un signal pour activer le convoyeur de sortie, un capteur ( Cp5) fin de course envoie un signal pour arrêter le convoyeur.

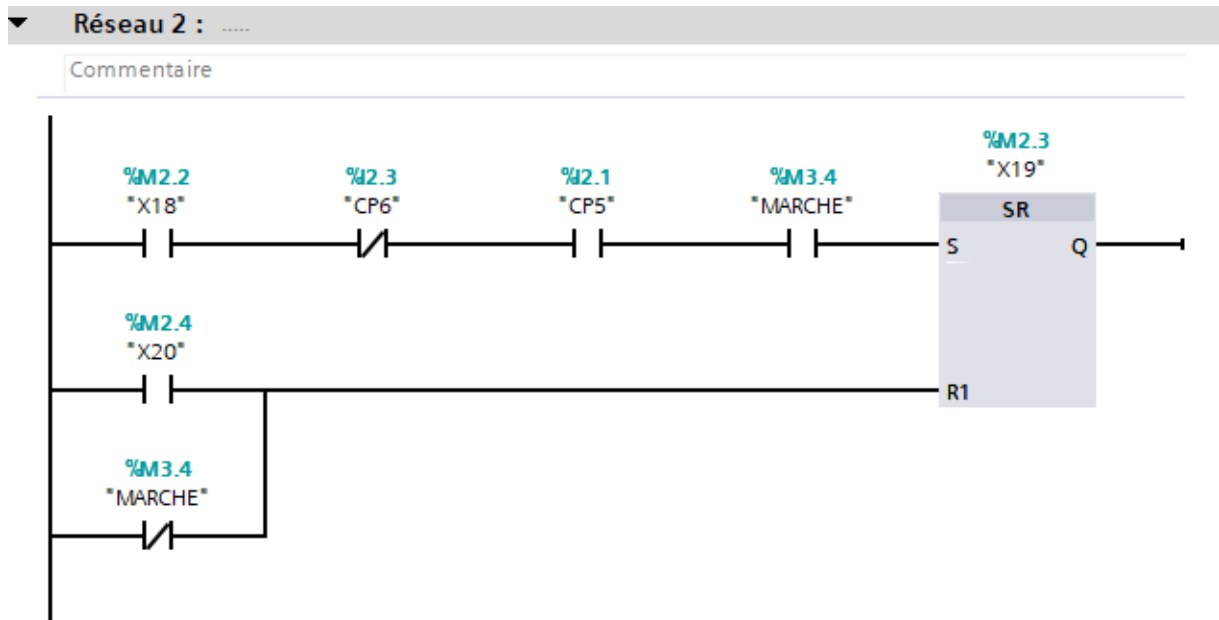


- Programme LD :

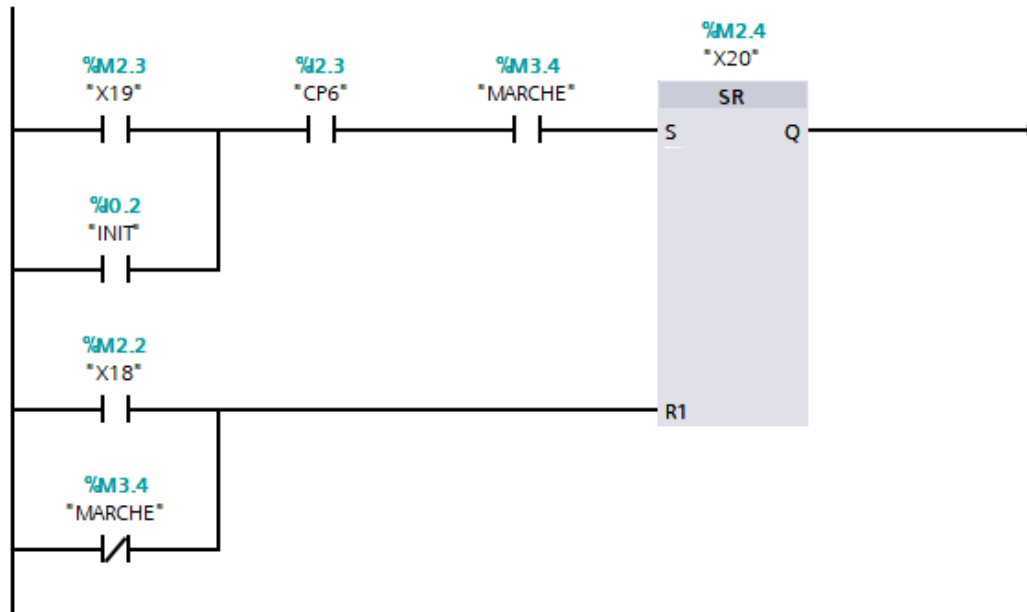
Réseau 1 :



Réseau 2 :



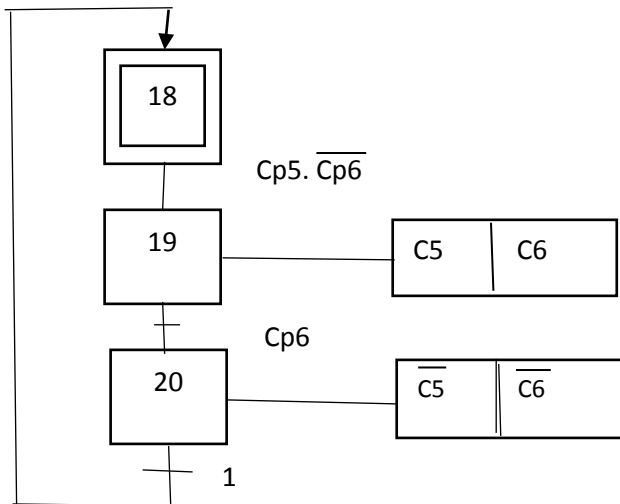
Réseau 3 :



Convoyeur 7 : « Sortie machine »

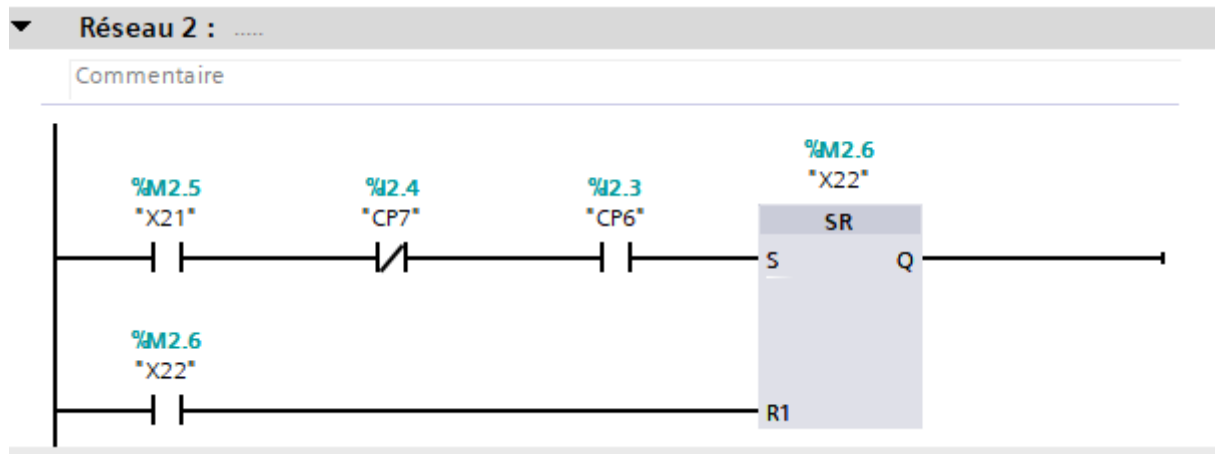
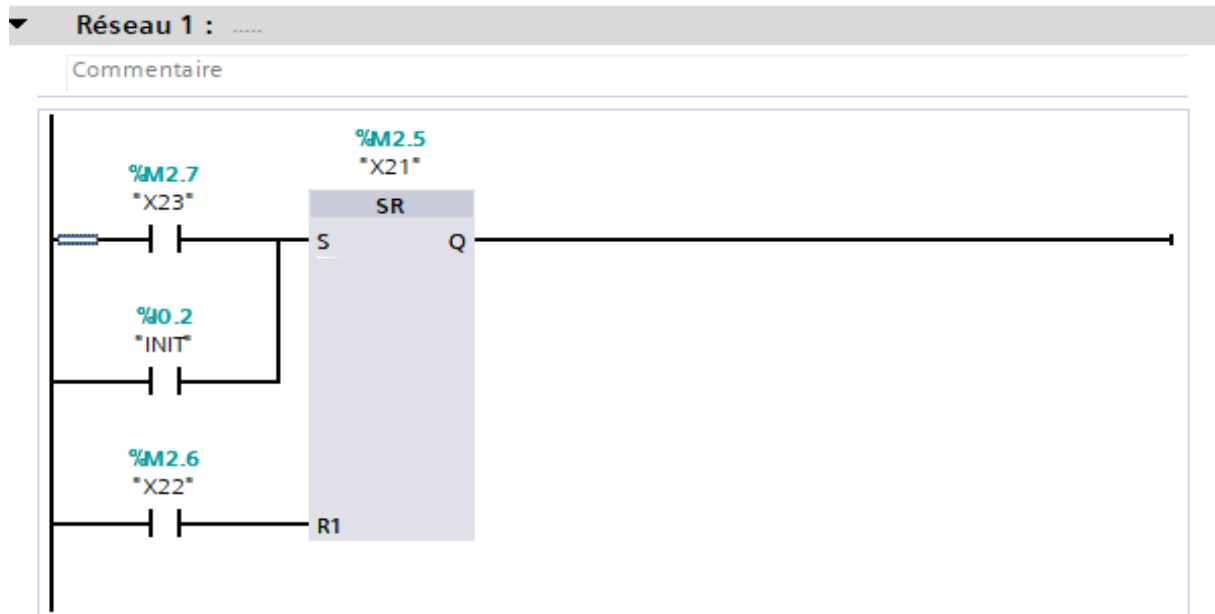
- Grafset :

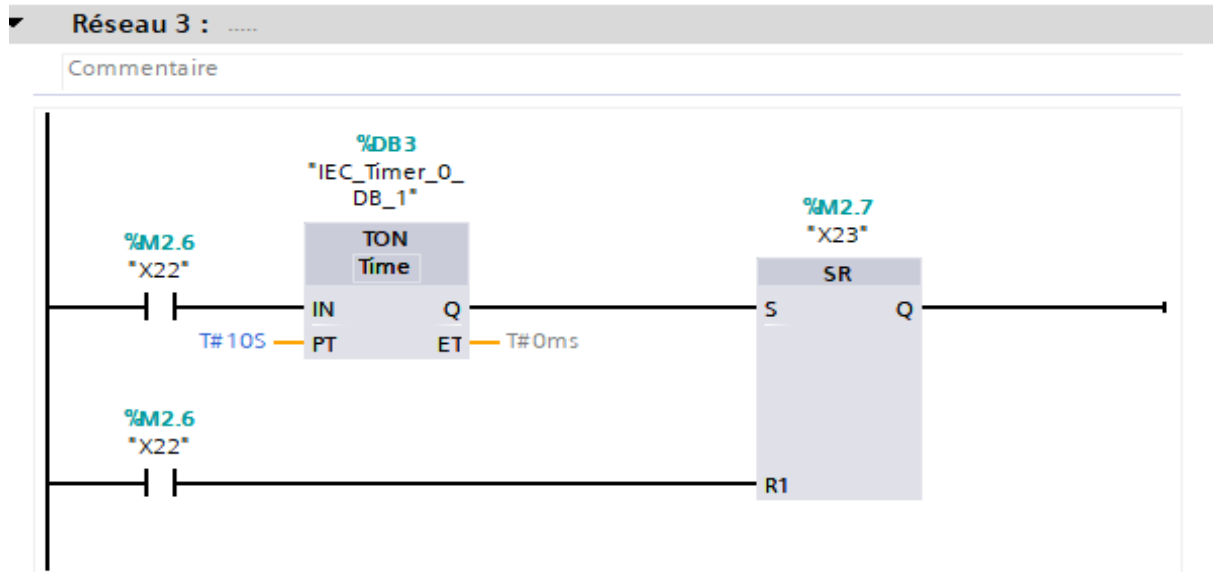
Le même principe que le convoyeur 6



- Programme LD :

Réseau 1 :

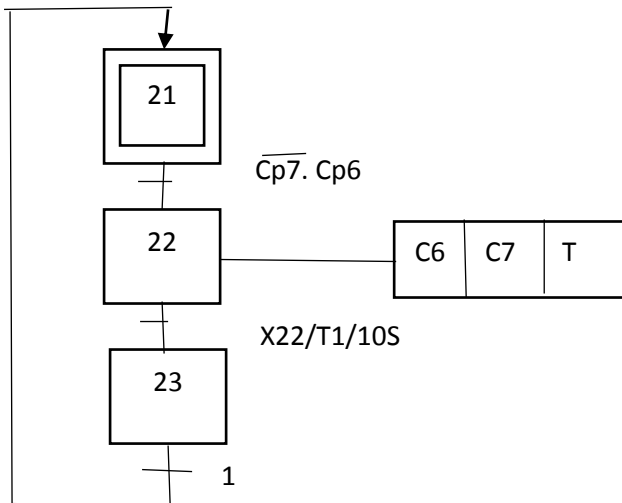




**Convoyeur 8 : « sorti machine »**

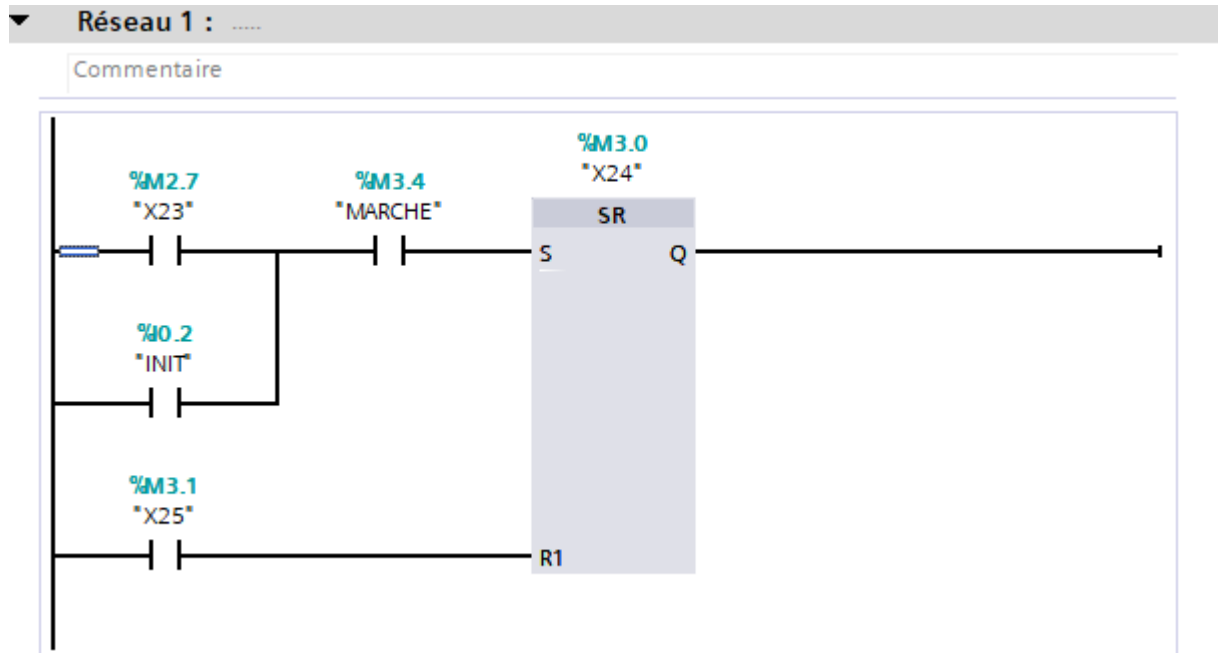
- **Grafcet :**

Le même principe que le convoyeur 6 et 7

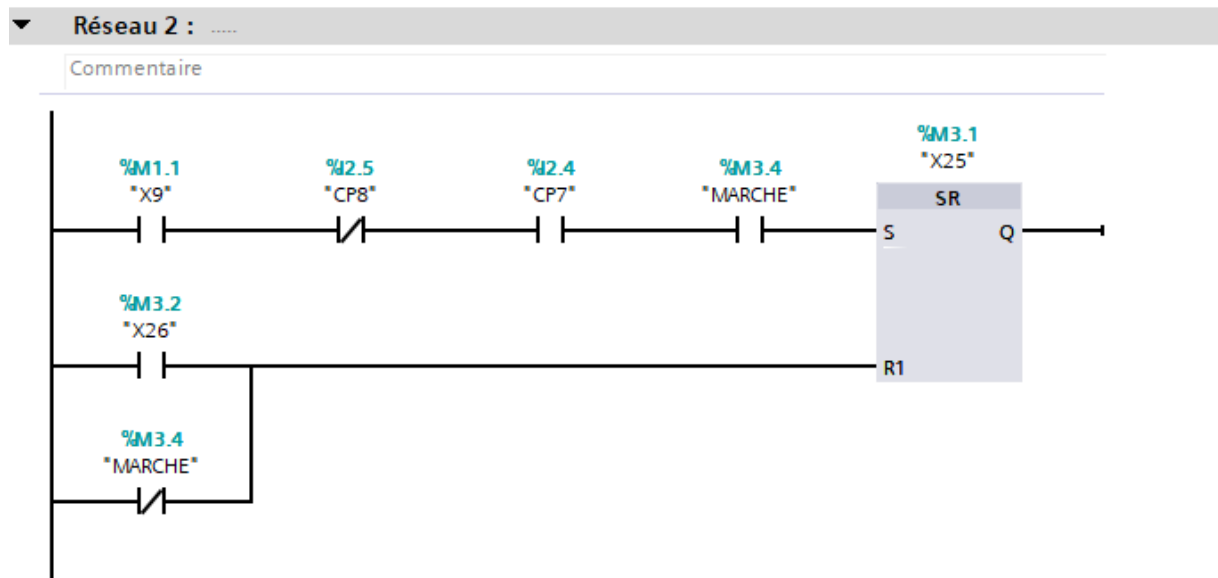


- Programme LD

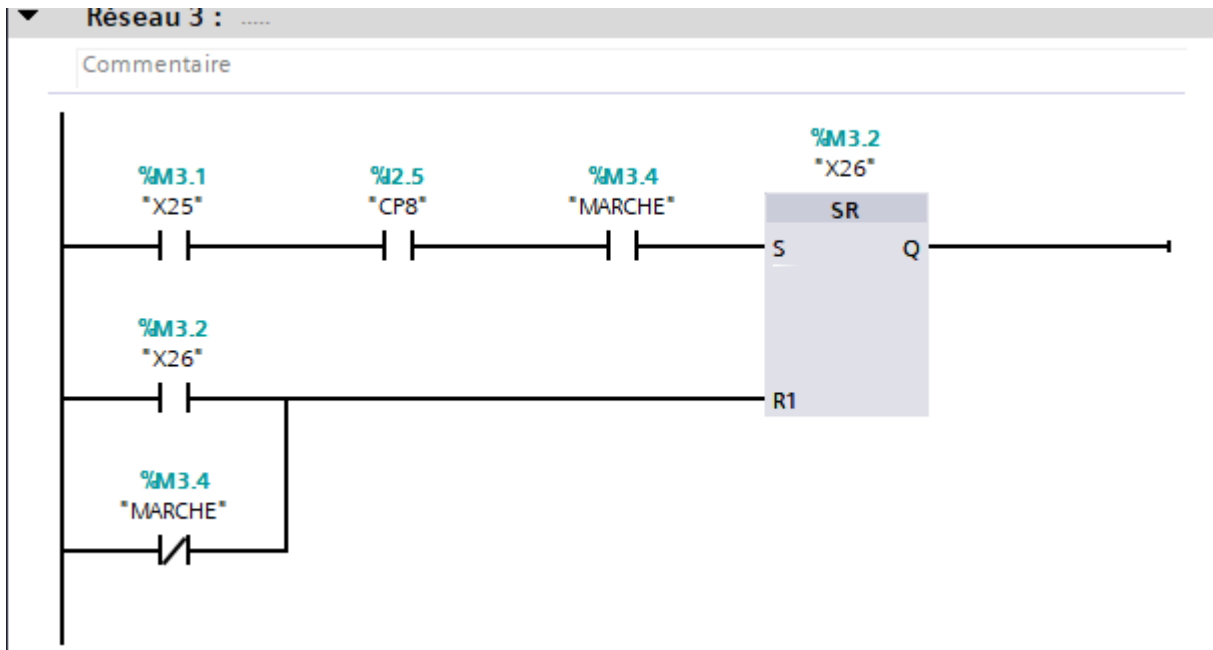
Réseau 1 :



Réseau 2 :



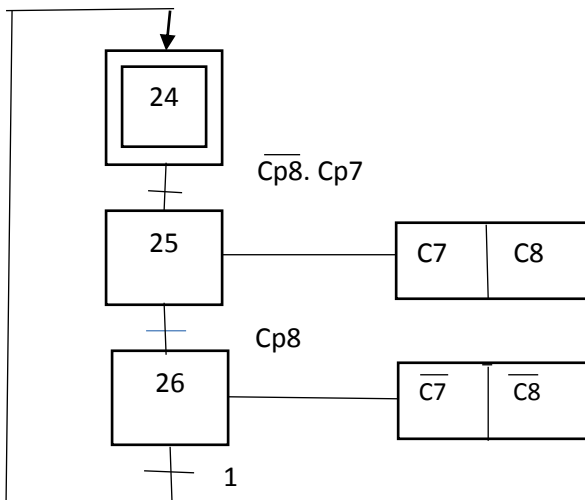
Réseau 3 :



Convoyeur 9 : « sortie machine »

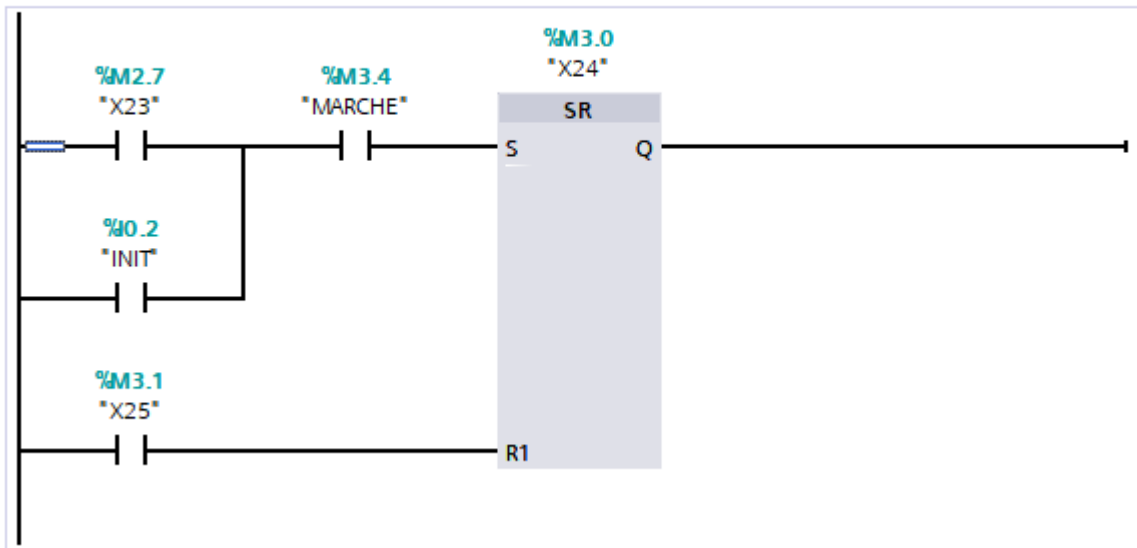
- Grafcet :

Le même principe que le convoyeur 6 , 7 et 8.



▼ Réseau 1 : .....

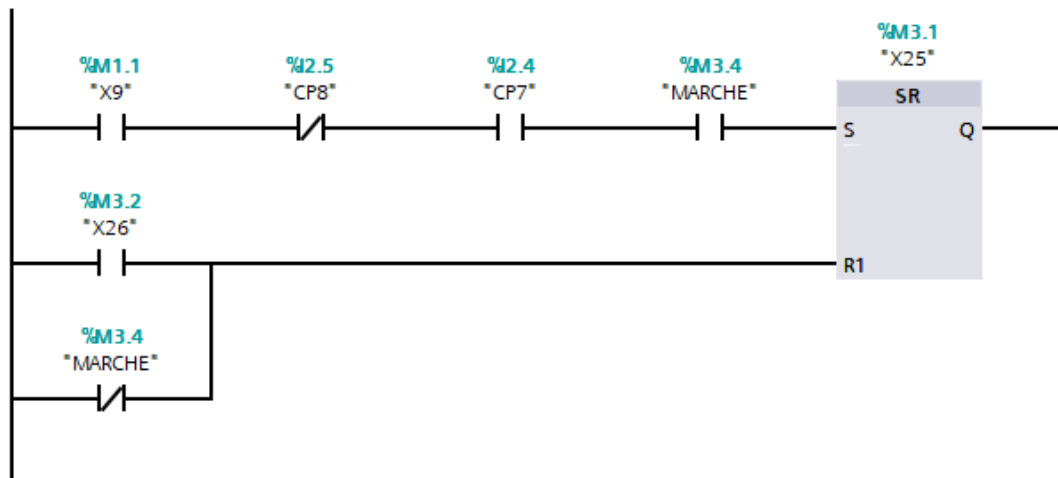
Commentaire



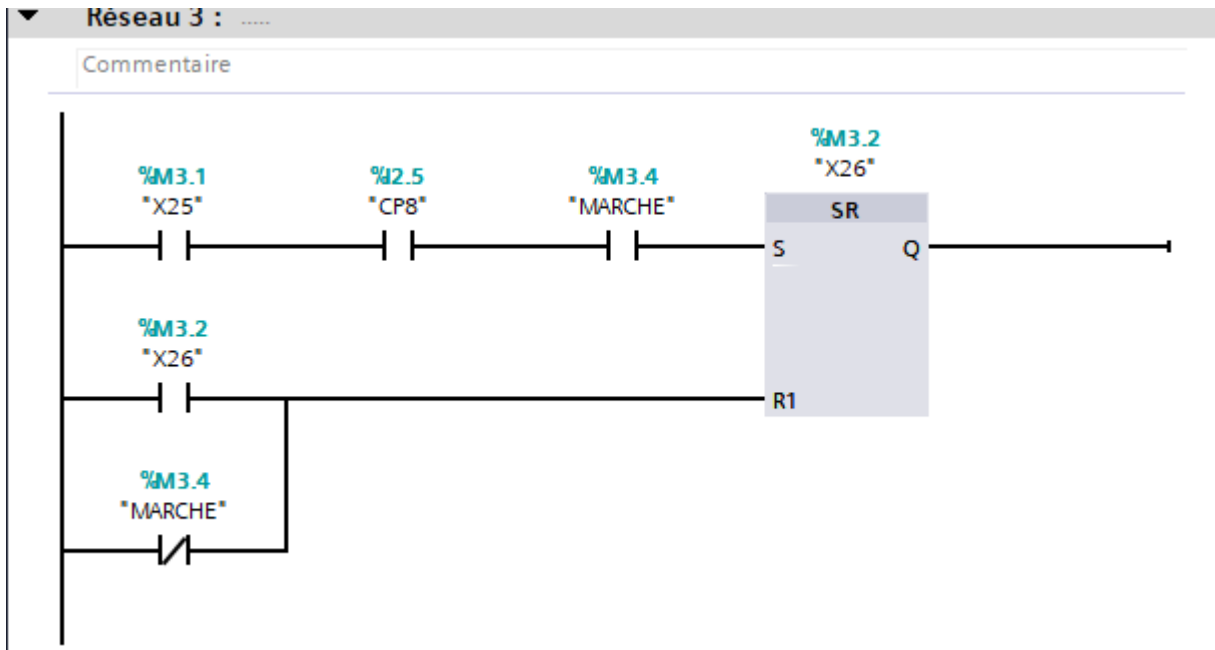
Réseau 2 :

▼ Réseau 2 : .....

Commentaire



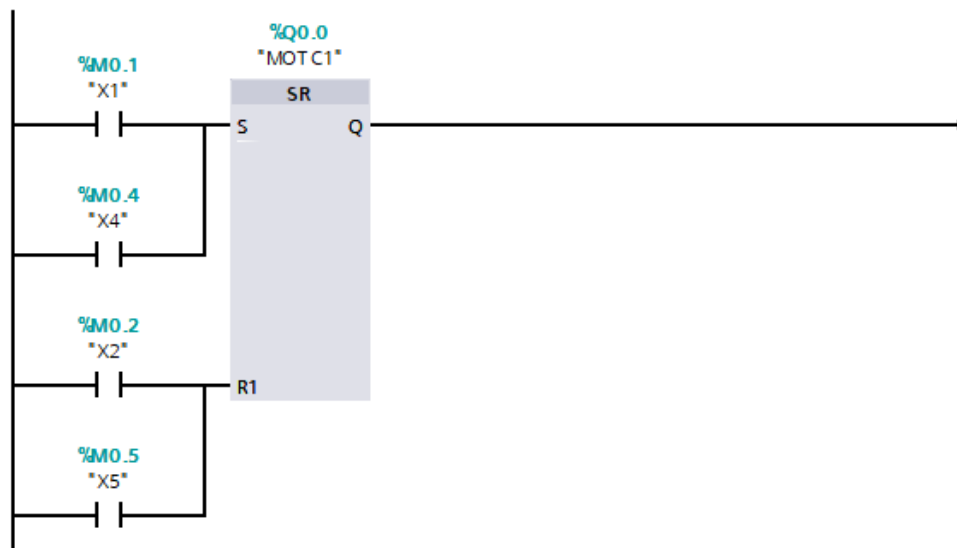
Réseau 3 :



IV.5. Les actions

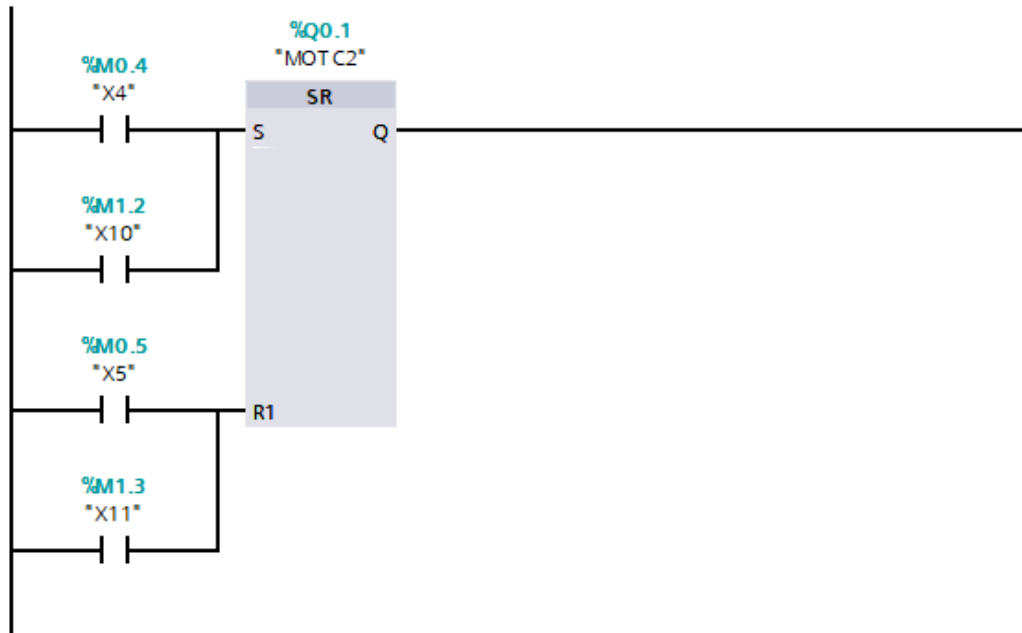
Action convoyeur C1 :

- Programme LD :



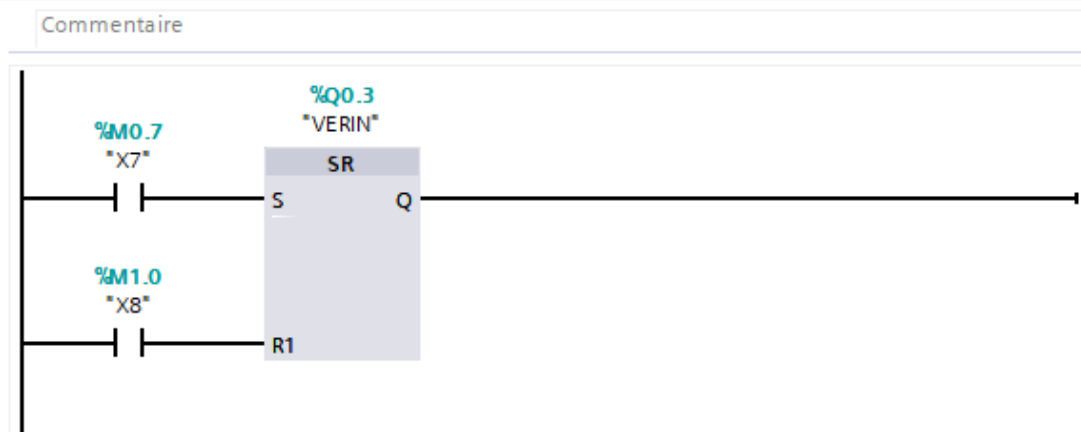
Action C2 :

- Programme LD



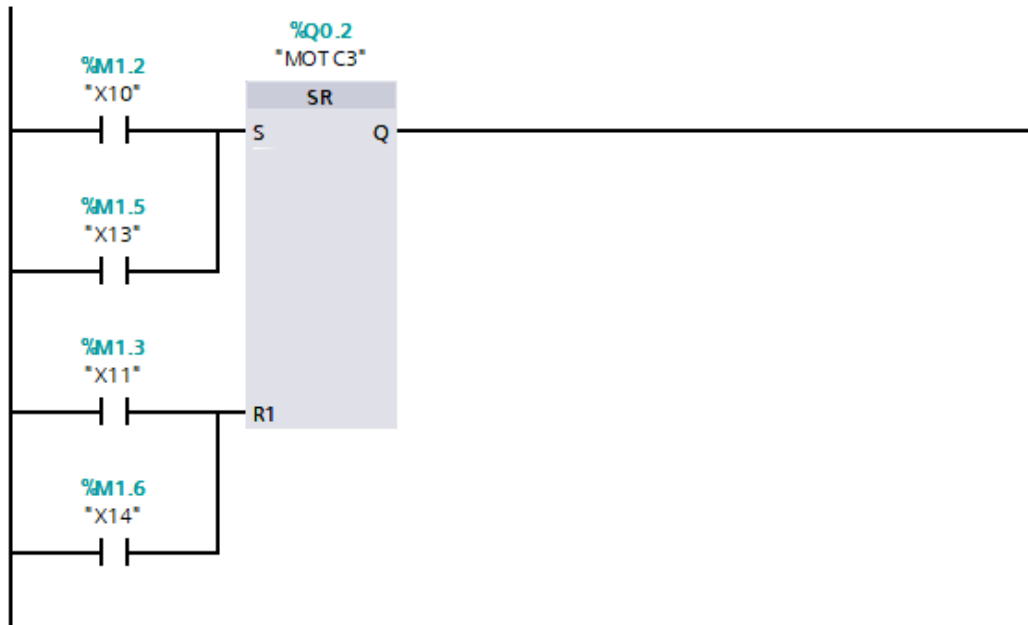
Action C3 :

- ProgrammeLD :



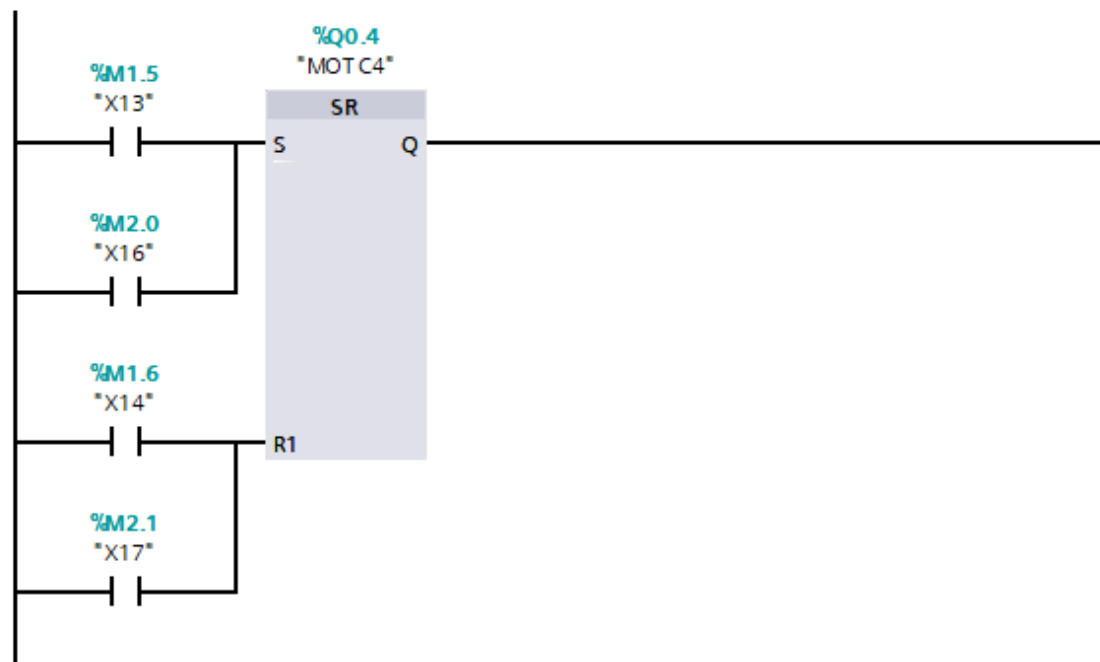
Action C4 :

- Programme LD :



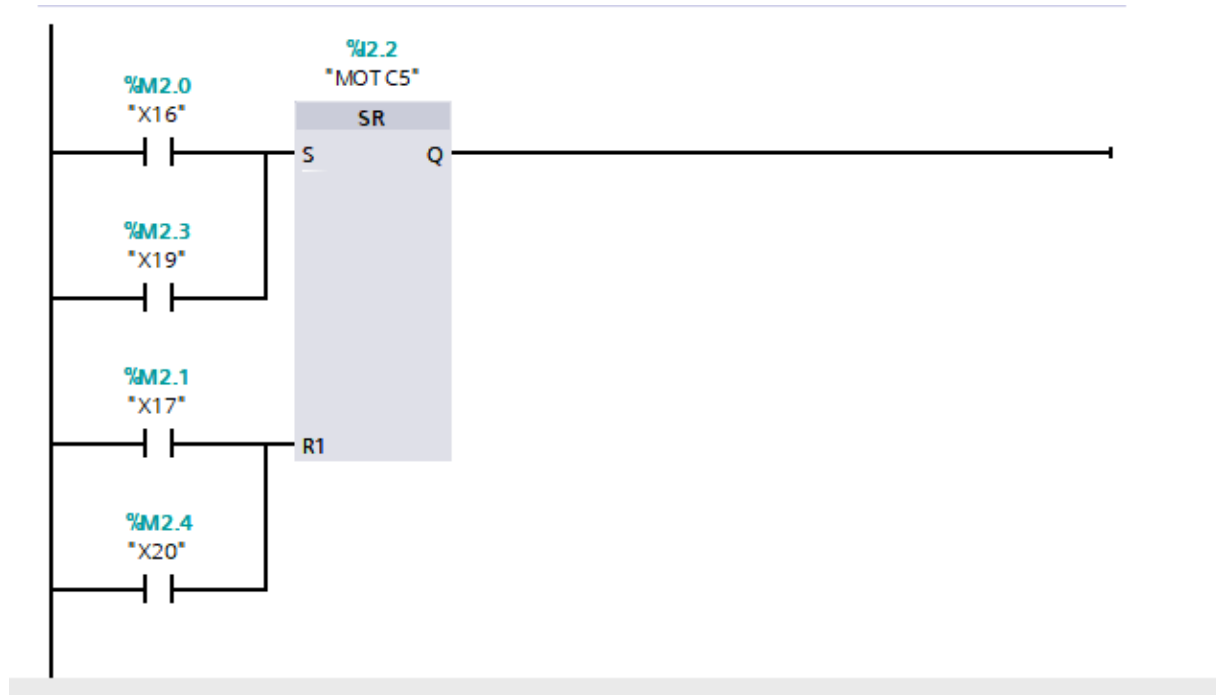
Action C5 :

- Programme LD :



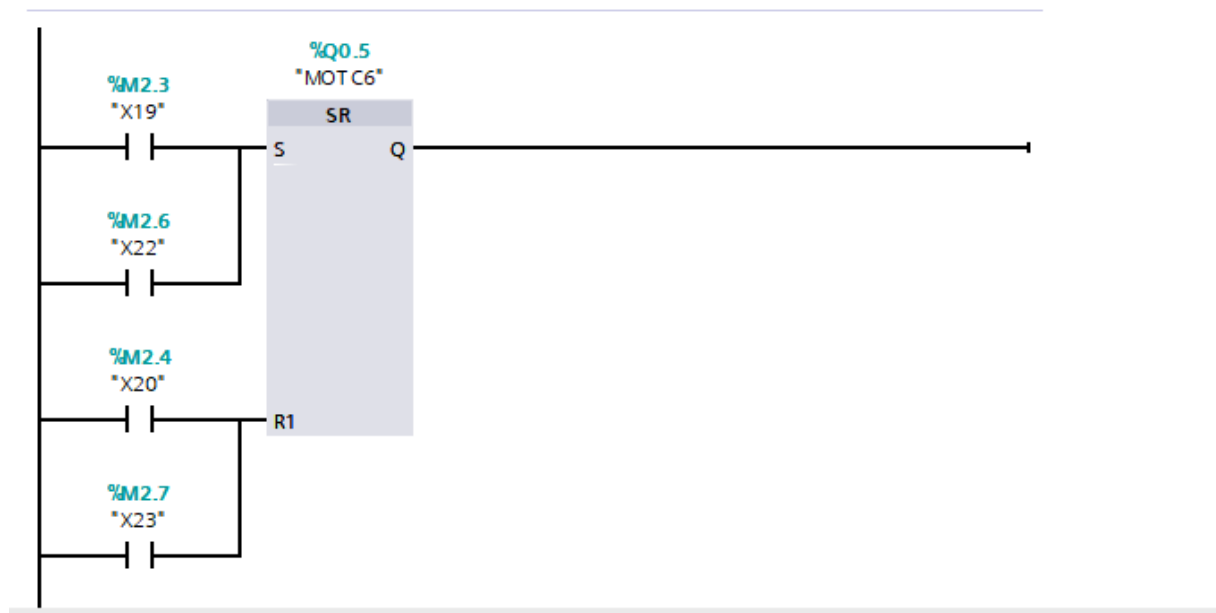
Action C6 :

- Programme LD



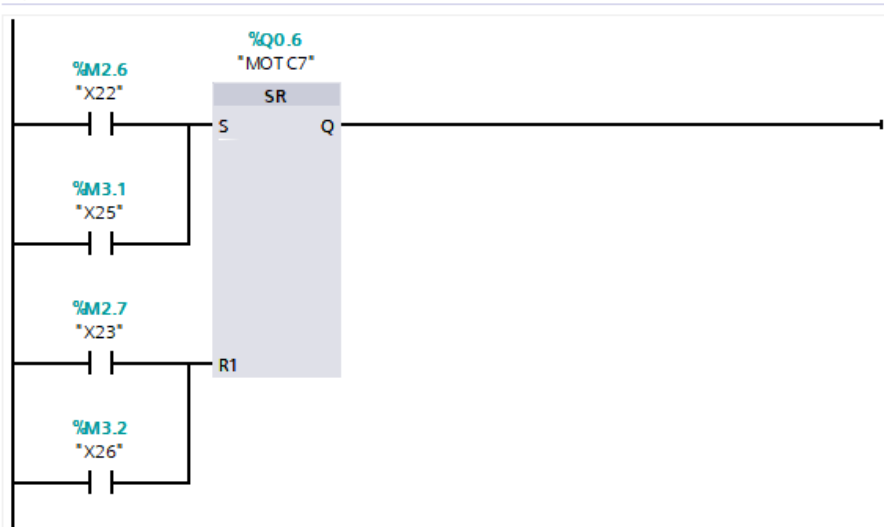
Action C7 :

- ProgrammeLD



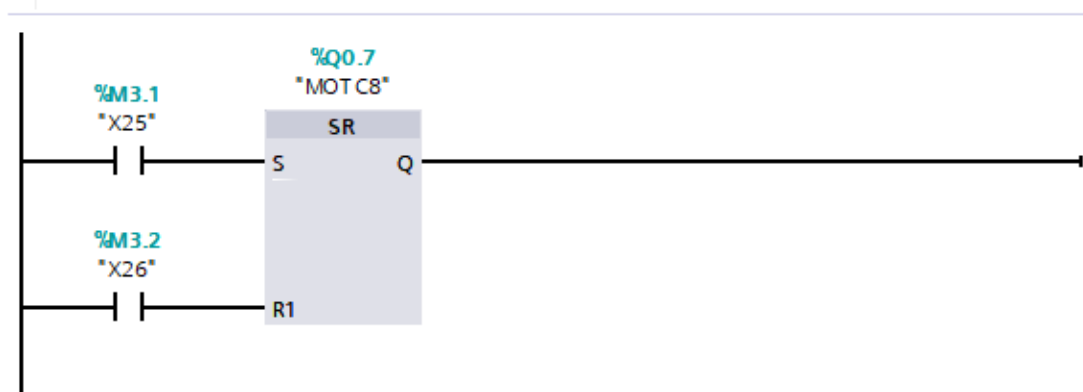
Action C8 :

- Programme LD :



Action C9 :

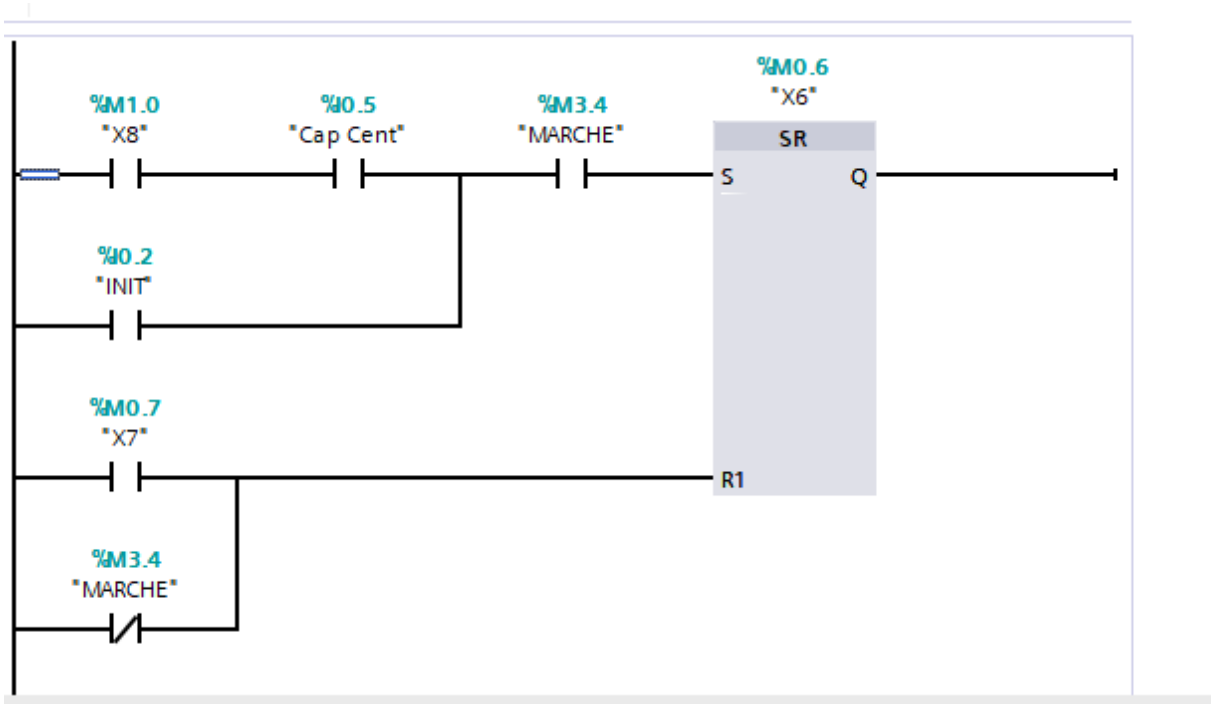
- Programme LD



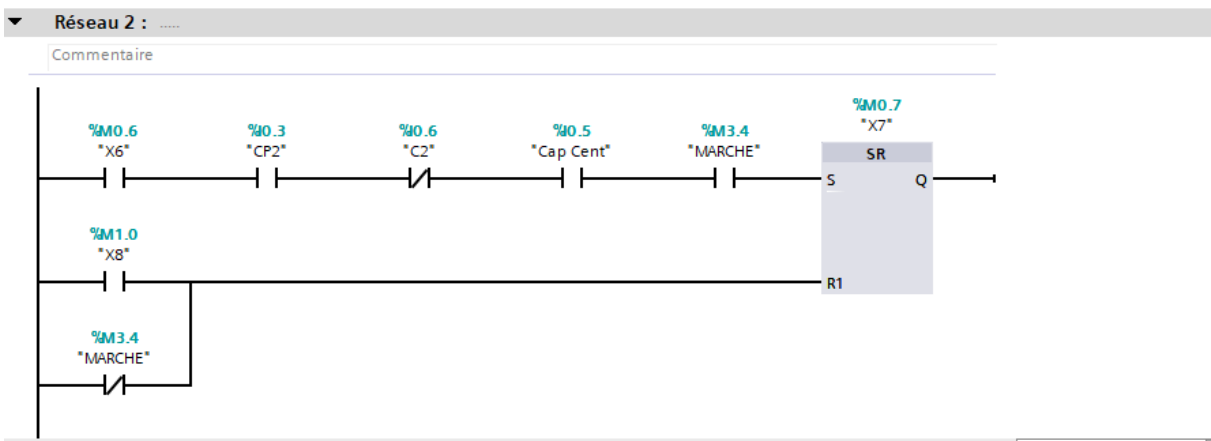
Vérin :

- ProgrammeLD :

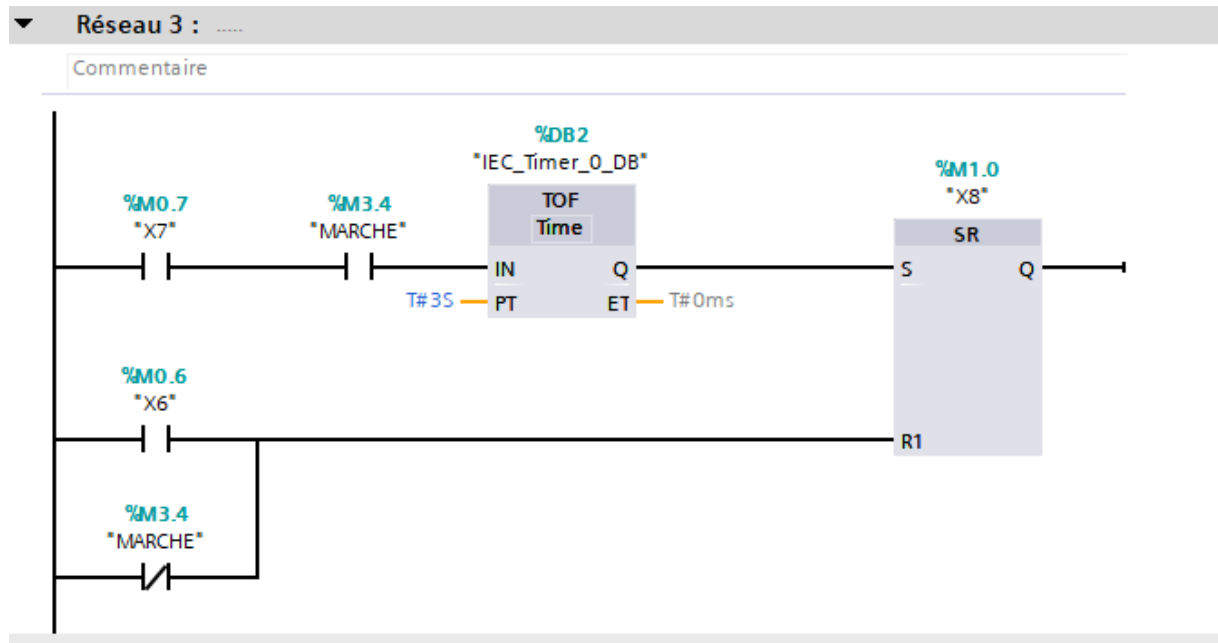
Réseau 1 :



Réseau 2 :



Réseau 3 :



IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons programmé et testé avec succès, les différents convoyeurs en précisant le rôle de chacun dans la chaîne, à l'aide du langage de programmation Grafcet que nous avons traduit en langage LD accessible pour tous.

# **Conclusion Générale**

Ce mémoire étudie les différentes étapes de l'élaboration d'un projet software et l'établissement de la commande à base d'automate programmable SIEMENS S7 1200 grâce au logiciel de programmation TIA PORTAL et le logiciel de supervision intégré Win CC Professionnel.

Durant le stage effectué à CEVITAL, LALLA KHEDIDJA, notre tâche s'est portée sur l'automatisation des convoyeur d'une banderoleuse.

L'automatisation, la régulation, la télétransmission, la mesure, le traitement de l'information et l'analyse des paramètres nous ont permis d'enrichir et d'acquérir de nouvelles connaissances.

Ce projet nous a immergé dans le domaine de l'industrie, et nous a permis de voir : Les différentes possibilités qu'offrent les automates programmables, l'utilité des capteurs et l'importance des informations acquises par la mesure, l'importance de la communication et le transfert d'informations via un réseau, rendant le système automatisé plus souple et performant par la diminution du câblage et la simplification du diagnostic et du dépannage par conception des plateformes de supervision.

Tout au long de notre travail établi, une modélisation à l'aide du GRAFCET a été élaborée afin de mettre en évidence le cahier des charges qui décrit le fonctionnement de notre projet. Nous avons par la suite, implanté notre GRAFCET dans le logiciel TIA portal, en utilisant le langage Contact. Nous avons pu remarquer la souplesse et la facilité d'utilisation de l'environnement TIA PORTAL, surtout dans les cas où une erreur de programmation est commise; nous faisant ainsi gagner un temps considérable. Ce logiciel reste un outil incontournable dans l'apprentissage de la programmation industrielle. Ce stage pratique a beaucoup de mérites compte tenu des nombreux avantages qu'il présente. Nous avons découvert les différentes facettes du monde industriel, et appris à mettre en application la théorie acquise lors de notre cursus universitaire. Nous avons notamment appris les différentes étapes à suivre pour l'élaboration d'un projet d'automatisation.

Pour finir, nous sommes très satisfaites de cette formation enrichissante et nous avons acquis les secrets du métier d'ingénieur et celui du secteur de l'automatisme et de l'informatique industrielle, et nous espérons que notre mémoire puisse être utile pour l'entreprise et pour les promotions à venir.

# **Bibliographie**

[1] : BOUTRAHI Cylia, NEHLIL Malha « Automatisation et supervision d'un système de Nettoyage En Place d'une station de boissons gazeuses », mémoire de fin d'étude de Master, université Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU, 2017.

[2] : Documentation Cevital

[3] : BENILLES.GUELLOULA. Automatisation d'une machine de production de film plastique (ENPC). mémoire master : Automatique et système, Médéa, université Yahia fares : années 2021.

[4] : S. Electric, Guide des solutions d'automatisme : Schémathèque. Institut Schneider Formation, 2006.

[5] : H. Brenier, Les spécifications fonctionnelles : automatismes industriels et temps réel. Dunod paris, France, 2001.

[6] : Philippe LE BRUN lycee Louis ARMAND 173 Bd de Strasbourg 36 p 94736NOGENT sur Marne

[7] : SILHADI Yasmine, CHEMMOUL Djedjiga « Automatisation et supervision d'une station de préparation de boissons aromatisées », mémoire de fin d'étude de Master, université Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU, 2017.

[8] : <http://www.danfoss.com/drives>.

[9] : Ammar Mzoughi, Ali Zitouni, Hatem Labidi, Mounir Ben Henda et Fethi Ayari « GENIE ELECTRIQUE » Manuel de cours 4ème année de l'enseignement secondaire tunisien, OMEGA EDITIONS, 2013.

[10] : Michel Grout et Patrick Salaün « INSTRUMENTATION INDUSTRIELLE, SPECIFICATION ET INSTALLATION DES CAPTEURS ET VANNES DE REGULATIONS », Livre, Paris : Dunod, ,568 p,2012

[11] : A. AYOUB,« Automatisation et supervision d'une station de lavage d'automobiles à base d'API : Avantages d'IHM »93 p,PFE de master :automatique, université Yahia fares Médéa.2020.

[12] : Document siemens « TIA PRO 2-05 Mesure analogique et calcul » « TIA PRO 2-03 Méthode de programmation structuré ».

[13] : Bouamra Hassina « Conception d'une station automatisée de nettoyage en place», mémoire de fin d'étude de Master, université Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU,, 2011

[14] : KEDOUR, BENREKIA. Automatisation d'une machine de fonderie pour la préparation de sable à l'aide d'un API S7\_1200 et IHM : introduction générale. 93p. mémoire master : électromécanique filière mécatronique, Médéa, université Yahia fares : années 2021.

**Résumé :**

L'automatisation de l'industrie permet d'améliorer le chiffre d'affaires d'une société en augmentant considérablement le rythme de production.

Le TIA PORTAL est une interface graphique facile à utiliser, les programmes sont organisés dans des blocs, ce qui facilite la subdivision des problèmes et la mise à jour. Pour alléger la CPU et gagner en temps d'exécution on a eu recours à l'utilisation du langage LIST, équations mathématiques et aussi la programmation des boucles avec les adresses indirectes.

L'utilisation des logiciels TIA PORTAL et WINCC nous a permis de programmer le cahier de charge de fonctionnement en utilisant le langage ladder et de créer une IHM pour superviser le fonctionnement de la machine.

**Mots clés :** API, IHM, Automatisation, Ladder, WINCC, TIA portal