

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الأوتوماتيك  
Département d'Automatique



## Mémoire de Master

Filière Automatique  
Spécialité **Automatique Appliquée**

Présenté par

HOCEINI Anis

ELKOLLI Mohamed

---

# Automatisation des opérations manutention manuelle par élevateur TV

---

Proposé par : Dr. FAS Mohamed Lamine

## Remerciements :

Nous remercions avant tout, Dieu le tout puissant de nous avoir indiqué le chemin du savoir, de nous avoir donné la passion et la patience d'accomplir ce travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre gratitude et notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, en tout premier lieu, notre promoteur : **MR FAS MOHAMED LAMINE** pour son aide, sa disponibilité, son suivi permanent et ses nombreux conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous ne manquerons pas également de montrer notre gratitude à l'ensemble du personnel du département Automatique et électrotechnique notamment la chef de département **Mme N.BRAHIMI** et tous les professeurs qui nous ont suivis durant nos études.

Nous tenons à remercier vivement les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Je tiens à remercier vivement l'ensemble du personnel de la direction technique de Bomare Company particulier l'ingénieur : **Mr MEKBAL OUSSAMA**

A tous, "MERCI"

**Mohamed et Anis**

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail:*

*A mon père, ma mère, qui ont toujours été à mes côtés*

*pour me guider vers le droit chemin.*

*A mon cher frère et mes sœurs qui vous encouragent tout*

*le temps.*

*A mon cher ami binôme **Hoceini Anis.***

*A tous mes amis et mes camarades de la promotion*

**Elkolli Mohamed**

# Dédicace :

**Je dédie ce travail à :**

Mes chers parents, Mon père " **ABD EL-KADER**" et " Ma mère" qui m'ont soutenu avec leurs Douae. Et aider tout au long de mon parcours, sans eux je ne serai jamais arrivé là où je suis.

Mes frères **Ilyes** et **Mohamed Amine**

Mon grand père, que dieu te garde en bonne santé In chaallah

Toute la famille **HOCEINI** et **AIT MESSAOUD**

Mon binôme **Mohamed El-Kolli**

Tout les enseignants et étudiants du département d'Automatique et électrotechnique et particulièrement les étudiant de **AA** promotion 2023

Tous mes fideles amis

Je dédie enfin ce mémoire à toute personne ayant contribué de près ou de loin à sa concrétisation.

**Hoceini Anis**



## ملخص

هذا العمل تم تنفيذه داخل مصنع شركة " بومار " في بئر توتة والذي يقدم دراسة و تنفيذ جهاز رفع تلفزيون بواسطة الشفط. الهدف الرئيسي لهذا العمل هو تنفيذ حل يعتمد على المتحكم المنطقي قابل للبرمجة, تم برمجته بواسطة LADDER و اختباره باستخدام محاكي PLC-sim  
تم اتخاذ هذا المشروع من قبل الشركة المذكورة في إطار التحسين المستمر كما يعتبر هذا العمل مهم للغاية في تطوير الجهاز القديم.  
كلمات مفتاحيه : متحكم منطقي قابل للبرمجة, LADDER, محاكي PLC-sim.

## Résumé

Ce travail réalisé au sein de l'usine du Bomare Company à Birtouta présente l'étude et réalisation d'une machine élévateur TV par ventouse. Le projet a été décidé par ladite Entreprise dans le cadre d'une amélioration continue. Cela est d'autant plus important que l'ancienne machine.

L'objectif principal de ce travail de PFE consiste à implémenter une solution basé sur un Automate Programmable Industriel S7-1200, programmé par le Language LADDER et testé par le simulateur PLCsim.

**Mots-clés :** Automate Programmable Industriel, LADDER, simulateur PLCsim

## Abstract

This Work carried out within the Bomare Company factory in Birtouta presents the study and implementation of a TV lift machine using suction cups. The project was decided by the aforementioned company as part of continuous improvement. This is particularly important considering the old machine.

The main objective of this Final Years Project is to implement a solution based on a Programmable Logic Controller S7-1200, programmed using the LADDER language, and tested with the PLCsim simulator.

**Keywords:** Programmable Logic Controller (PLC), LADDER, Simulator (PLCsim)

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE I Présentation d’usine et description de la problématique</b> .....	3
<b>I.1. Introduction</b> .....	4
<b>I.2. Description de l’usine du Bomare Company</b> .....	4
<b>I.3. Processus de fabrication des téléviseurs</b> .....	5
<b>I.3.1. Unité SMT (Surface Mount Technology) U2</b> .....	5
<b>I.3.2. Unité Assemblage U1</b> .....	6
<b>a. Production</b> .....	6
<b>b. Contrôle de qualité</b> .....	7
<b>c. Logistique</b> .....	7
<b>d. Maintenance</b> .....	8
<b>I.4. Contraintes d’exploitation actuelles</b> .....	8
<b>I.4.1. Présentation du projet</b> .....	8
<b>I.4.2. Les contraintes les limites de la machine</b> .....	9
<b>I.4.3. Le fonctionnement de la machine</b> .....	10
<b>I.5. Conclusion</b> .....	10
<b>Chapitre II Systèmes de production automatisés</b> .....	11
<b>II.1. Introduction</b> .....	12
<b>II.2. Définition d’un système de production</b> .....	12
<b>II.3. Définition des systèmes automatisés de production</b> .....	13
<b>II.3.1. L’automatisation</b> .....	13
<b>II.3.2. Objectifs de l’automatisation</b> .....	14
<b>II.3.3. Conduites et surveillance d’un système automatisé</b> .....	15
<b>a. Conduite</b> .....	15
<b>b. Surveillance</b> .....	15
<b>II.4. Structure d’un système automatisé de production</b> .....	15
<b>II.5. Description des différentes parties de la machine</b> .....	16
<b>II.5.1. Partie opérative</b> .....	16
<b>a. Les pré-actionneurs(distributeurs, contacteurs)</b> .....	17
<i>i. Pré-actionneurs électriques</i> .....	17
<i>ii. Pré-actionneurs pneumatiques</i> .....	17
<b>b. Les actionneurs</b> .....	20
<b>c. Les capteurs</b> .....	22
<b>II.5.2. Partie de commande</b> .....	24
<b>II.5.3. Poste de contrôle</b> .....	24
<b>II.5.4. Automate Programmable Industriel</b> .....	25

---

<b>II.6.Conclusion .....</b>	<b>25</b>
<b>CHAPITRE III Les automates programmables industriels.....</b>	<b>26</b>
<b>III.1. Introduction .....</b>	<b>27</b>
<b>III.2. Définition .....</b>	<b>27</b>
<b>III.3. Nature des informations traitées par les API.....</b>	<b>27</b>
<b>III.3.1. Logiques « Tout ou rien (T.O.R) » .....</b>	<b>28</b>
<b>III.3.2. Analogiques .....</b>	<b>28</b>
<b>III.3.3. Numériques .....</b>	<b>28</b>
<b>III.4. Aspect extérieur des automates .....</b>	<b>28</b>
<b>III.4.1. API de type compact.....</b>	<b>28</b>
<b>III.4.2. API de type modulaire .....</b>	<b>29</b>
<b>III.5. Organisation et architecture générale d'un API.....</b>	<b>29</b>
<b>III.5.1. L'alimentation .....</b>	<b>30</b>
<b>III.5.2. Le processeur (CPU).....</b>	<b>30</b>
<b>III.5.3. La mémoire.....</b>	<b>31</b>
<b>III.5.4. Les modules d'entrées / sorties.....</b>	<b>31</b>
<b>III.6. Fonctionnement et comportement des API .....</b>	<b>31</b>
<b>III.6.1. Les tâches.....</b>	<b>31</b>
<b>III.6.2. Cycles et phases .....</b>	<b>32</b>
<b>III.7. Programmation des APIs .....</b>	<b>33</b>
<b>III.7.1. Modes de programmation .....</b>	<b>33</b>
<b>III.7.2. Langage de programmation pour API.....</b>	<b>33</b>
<b>a. Langage à contact LD (Ladder Diagram).....</b>	<b>34</b>
<b>B. Liste d'instruction IL (Instruction List).....</b>	<b>34</b>
<b>c. Blocs Fonctionnels FBD (Function Bloc Diagram).....</b>	<b>34</b>
<b>d. Langage littéral structuré ST (Structured Text).....</b>	<b>35</b>
<b>d. Langage SFC (Sequential Function Chart) ou GRAFCET.....</b>	<b>35</b>
<b>III.7.3. Comparaison des langages .....</b>	<b>36</b>
<b>III.8. Critères de choix de l'automate .....</b>	<b>37</b>
<b>III.9. L'automate SIEMENS S7-1200.....</b>	<b>37</b>
<b>III.9.1. Présentation de l'automate S7-1200 .....</b>	<b>37</b>
<b>III.9.2. Principe de fonctionnement .....</b>	<b>38</b>
<b>III.9.3. Technologie intégrée.....</b>	<b>38</b>
<b>III.9.4. Choix de la CPU .....</b>	<b>38</b>
<b>III.9.4.Modes de fonctionnement de la CPU.....</b>	<b>39</b>
<b>III.9.4. Les différents modules d'API S7-1200.....</b>	<b>40</b>
<b>III.10. Les points forts des API.....</b>	<b>41</b>



---

<b>III.11. Conclusion</b> .....	41
<b>CHAPITRE IV Réalisation et résultats</b> .....	42
<b>IV.1. Introduction</b> .....	43
<b>IV.2. Cahier de charge</b> .....	43
<b>IV.3. Schéma structurel</b> .....	44
<b>IV.4. Organigramme</b> .....	44
<b>IV.5. Partie puissance</b> .....	46
<b>IV.5.1. L'armoire électrique</b> .....	46
<b>IV.5.2. Description des différents appareillages électriques utilisés</b> .....	47
<b>IV.6. Partie opérative</b> .....	49
<b>IV.6.1. Description des différents matériels dans la partie opérative</b> .....	49
<b>IV.6.2. Schéma Pneumatique réalisé</b> .....	50
<b>IV.7. Partie de commande</b> .....	52
<b>IV.7.1. Schéma de commande</b> .....	52
<b>IV.7.2. Programmation avec TiaPortal</b> .....	52
a. Définition du logiciel .....	52
b. Création d'un projet .....	53
<b>IV.8. Conclusion</b> .....	59
<b>Conclusion générale</b> .....	60
<b>Références Bibliographiques</b> .....	61

# Liste des figures

## CHAPITRE I

<b>Figure I.1</b> : Photo de la société Bomare Company .....	5
<b>Figure I.2</b> : Photo d'unité SMT(SurfaceMountTechnology) U2.....	6
<b>Figure I.3</b> : Machine de levage par ventouse des équipements.....	9

## CHAPITRE II

<b>Figure II.1</b> : Structure d'un système de production .....	13
<b>Figure II.2</b> : Principe de l'automatisation .....	14
<b>Figure II.3</b> : Structure d'un système automatisé.....	16
<b>Figure II.4</b> : Structure de pré-actionneur électrique.....	17
<b>Figure II.5</b> : Structure de pré-actionneur pneumatique.....	18
<b>Figure II.6</b> : Fonctionnement de distributeur.....	18
<b>Figure II.7</b> : Différents distributeurs et principaux dispositifs de pilotage...	19
<b>Figure II.8</b> : Vérin pneumatique.....	21
<b>Figure II.9</b> : Capteur optique.....	23
<b>Figure II.10</b> : Capteur de pression.....	24

## CHAPITRE III

<b>Figure III.1</b> : API de type compact .....	29
<b>Figure III.2</b> : API de type modulaire.....	29
<b>Figure III.3</b> : Structure générale d'un automate programmable.....	30
<b>Figure III.4</b> : Fonctionnement d'un API.....	32
<b>Figure III.5</b> : Priorité des tâches d'un API multi-tâches.....	33
<b>Figure III.6</b> : Ladder Diagram (LD).....	34
<b>Figure III.7</b> : Instruction List (IL).....	34

<b>Figure III.8:</b> Fonction Bloc Diagramme (FBD).....	35
<b>Figure III .9:</b> Structure Texte (ST).....	35
<b>Figure III.10:</b> Séquentiel Fonction Charte (SFC) (Grafcet).....	36
<b>Figure III .11:</b> L’automate programmable S7-1200 et ces modules.....	37
<b>Figure III.12:</b> La CPU S7-1214C (DC/DC/DC) .....	39
<b>Figure III.13 :</b> L’état des modes fonctionnement de S7-1200.....	40
<b>Figure III.14 :</b> Modules et mémoire d’API S7-1200.....	40

### CHAPITRE IV

<b>Figure IV.1:</b> Schéma structurel de la machine élévateur TV.....	44
<b>Figure IV.2:</b> Organigramme.....	45
<b>Figure IV.3:</b> Vue intérieur de l’armoire électrique.....	46
<b>Figure IV.4:</b> Vue extérieure de l’armoire électrique.....	47
<b>Figure IV.5:</b> le fonctionnement de partie pneumatique .....	51
<b>Figure IV.6:</b> Vue du projet.....	52
<b>Figure IV.7:</b> Schéma de puissance.....	53
<b>Figure IV.8:</b> création d’un projet.....	54
<b>Figure IV.9:</b> Projet crée.....	55
<b>Figure IV.10:</b> API ajouté.....	56
<b>Figure IV.11:</b> sélection du Main [OB1].....	56
<b>Figure IV.12:</b> Entrée/Sortie attribués avec leur propre adresse .....	57
<b>Figure IV.13:</b> ajoute nouveau bloc .....	58
<b>Figure IV.14:</b> Bloc FC.....	58
<b>Figure IV.15:</b> Bloc DB.....	58
<b>Figure IV.16:</b> Exemple de programme on ladder.....	60

## Liste des tableaux

<b>Tableau III.1:</b> Comparaison des langages .....	36
<b>Tableau III .2:</b> Tableau de comparaison des CPU S7-1200.....	38
<b>TableauIV.1 :</b> Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans l'armoireélectrique.....	50
<b>Tableau IV.2:</b> Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans la partie opérative.....	51

## Liste des abréviations

**SMT** : Surface Mount Technology

**SMD**: Surface Mount Device

**SKD**: Semi Knocked Down

**CKD**: Completely Knocked Down

**DIP**: Dual In-line Package

**PCB**: Printer Circuit Board

**IQC**: Input Quality Control

**LQC** : Line Quality Control

**OQC** : Output Quality Control

**ESD** : Electrostatic discharge

**API** : Automate Programmable industriel

**CONT** : Ladder based language

**CPU** : Central Processing Unit

**FB** : Bloc de fonction

**FC** : Function

**FM** : Function modules

**LIST** : Instruction list language

**MPI** : Multi Point Interface

**HMI** : Interface homme/machine

**MAN** : Manual

**AUTO** : automatic



## Introduction générale

L'automatisme industriel est un domaine de l'ingénierie qui concerne la conception, la mise en œuvre et la gestion des systèmes automatisés utilisés dans les processus de production industriel. Ces systèmes sont généralement composés de capteurs, de pré actionneurs, d'actionneurs, de contrôleurs programmables et d'une interface utilisateur.

L'automatisation permet souvent de réduire les coûts de production à long terme. Bien que les investissements initiaux dans l'automatisation puissent être élevés, les machines peuvent fonctionner en continu, nécessitent moins de main d'œuvre et peuvent être plus efficaces dans l'utilisation des matières premières. Cela peut entraîner des économies d'échelle, une réduction de coûts unitaire de production et éventuellement une baisse des prix des produits.

Ce domaine conçoit des systèmes et des machines qui fonctionnent de manière autonome et optimale de contrôle qui répondent aux exigences spécifiques des processus industriels. Il contribue également à la sécurité des processus industriels en fournissant des mécanismes de détection et de protection contre les situations dangereuses.

Le problème des poids lourds et des objets fragiles endommagés par l'opérateur est une préoccupation courante dans de nombreux secteurs industriels et logistiques. Les opérateurs peuvent être distraits, fatigués ou stressés, ce qui peut entraîner une manipulation inappropriée des objets fragiles comme le Téléviseur, des gestes brusques, des impacts ou des chutes.

Ce travail porte sur l'étude et la réalisation d'une machine élévatrice de téléviseurs de grand format. L'objectif de notre projet est de développer un (système) processus qui est commandé par un automate de type S7-1200, des vérins et des ventouses adhésives par une dépression à l'aide de la pompe à vide. Cette machine fonctionne en deux modes AUT/MAN. L'automate qui présente de meilleurs avantages vu sa grande souplesse dans l'industrie, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajouté à tout ça l'élaboration du LADDER.

Ce mémoire comporte de 4 chapitres :

- **Chapitre 1 : Présentation Bomare;** Présentation de la société Bomare Company, leur processus et des unités de fabrication du Télévision. Nous avons expliqué les contraintes et les problèmes causés sur l'unité d'assemblage. De plus nous avons également présenté notre projet.

- **Chapitre 2 : Les systèmes de production automatisés;** Dans ce chapitre présent une description de différentes machines composé de la partie opérative qui consiste des actionneurs et pré-actionneurs, et partie commande qui consiste Automate Programmable Industriel.
- **Chapitre 3 : Partie de commande;** consacré à l'étude de l'automate SIEMENS S7-1200 qui constitue les types d'automates, les modules d'extension, les langages de programmations et les Blocks de fonctionnements.
- **Chapitre 4 : Programmation et Réalisation;** portera sur une présentation complète du projet et définir le cahier de charge et la réalisation d'élévateurs TV par ventouse en utilisant le programme LADDER sur API S7-1200, en suite on donnera caractérisation des différents appareillages électriques utilisés se compose de l'armoire électrique et la partie opérative

En fin, nous terminons par une conclusion générale.



# **CHAPITRE I**

## ***Présentation d'usine et description de la problématique***

## **I.1. Introduction**

L'automatisme industriel est une discipline qui s'occupe de la conception, la mise en place et de la maintenance des systèmes automatisés dans le domaine de l'industrie. Les systèmes automatisés utilisent des technologies de contrôle et de régulation pour améliorer l'efficacité, la qualité et la sécurité des processus industriels

Les systèmes automatiques sont utilisés dans de nombreux secteurs industriels, comme la production de masse, la fabrication de pièces automobiles, la régulation des systèmes de chauffage et de climatisation, l'automatisation des usines chimiques et pharmaceutiques, et bien plus encore.

## **I.2. Description de l'usine du Bomare Company**

Bomare Company est une entreprise Algérienne spécialisée dans la production des produits électroniques, tels que les téléviseurs STREAM SYSTEM et LG : LED, OLED, QLED, 4K. Elle a été créée en 2001 et son usine est située à Birtouta.

La société est devenue une référence dans le marché Algérien des technologies. Elle a également réussi à se développer au-delà des frontières Algériennes. Les produits sont connus pour leur qualité, leur fiabilité et durabilité en les soumettant à des tests rigoureux avant leur commercialisation.

L'entreprise emploie un grand nombre de travailleurs locaux, créant ainsi des emplois et contribuant à la croissance économique du pays. De plus, elle s'efforce de développer et d'améliorer les compétences de ses employés en leur offrant une formation continue et en les encourageant à participer à des projets innovants

En produisant des produits électroniques localement, Bomare Company contribue également à réduire la dépendance de l'Algérie aux importations de produits électroniques étrangers, ce qui est bénéfique pour l'économie nationale

En outre, l'entreprise a créé des partenariats avec entreprises coréenne LG pour l'acquisition de technologie et de savoir-faire, ainsi que pour l'exportation de produits vers des marchés étrangers. Cela contribue à stimuler l'économie nationale en créant des opportunités pour les entreprises Algériennes d'exporter leurs produits et de diversifier leur base économique.



Figure I.1 : Photo de la société Bomare Company

### I.3. Processus de fabrication des téléviseurs

En trouvant à l'intérieur d'entreprise deux unités de production (Unité SMT U2, Unité U1 d'assemblage TV), dans chaque unité il y a différentes machines de production.

#### I.3.1. Unité SMT (Surface Mount Technology) U2

Le département **SMT** est responsable de l'insertion des composants électroniques sur les cartes des circuits imprimés par plusieurs tâches et on trouve des lignes d'équipement pour l'insertion des composants **DIP** et traversant par les étapes suivantes :

- ✓ **La sérigraphie** : utilise pour cela un pochoir (stencil) et le balayage de la crème à braser.
- ✓ **Test 1** : Confirmation si y'a pas un excès de la crème à braser
- ✓ Insertion du composant **SMD** moyen de la machine « Pick and place ».
- ✓ Inspection « **IQA** »
- ✓ Soudage par fusion.
- ✓ **Test 2** : Les erreurs ou un court de circuits sur **PCB**

Les travailleurs doivent être précis et minutieux pour assurer que le produit fini est fiable et de qualité supérieure par des tests du logiciel (test de la fréquence, le son, traitement d'image, signal USB, HDMI, AV...) en respectant les précautions de la décharge électrostatique tels que les bracelets ESD, blouse ESD, chaussures ESD, chariot ESD... et même électromagnétique. Ils

doivent également être capables de maintenir et de réparer les équipements avoir détecté des problèmes techniques.



Figure I.2 : Photo d'unité SMT (Surface Mount Technology) U2

### I.3.2. Unité Assemblage U1

Unité d'assemblage est responsable de la transformation des composants électronique en produits finie en les assemblant en **SKD** et **CKD** qui contient quatre phases essentielles :

- La production ;
- Le contrôle de qualité ;
- Logistique ;
- La maintenance.

Cette unité reçoit les **PCB**, les caches arrière, Dalle, carton, les connecteurs...etc.

#### a. Production

La ligne d'assemblage est un système de production utilisé par les entreprises manufacturières. Chez Bomare Company l'unité de production se compose de trois lignes (stations) de travail, chacune dédiée à des tâches spécifiques dans le processus. Le produit se déplace le long de la ligne de poste à un autre et les étapes sont :

- ☑ Installation de la dalle, carte mère, les câbles dans le boîtier du produit sur la première ligne.
- ☑ Le câblage des composants pour permettre la transmission de signaux et énergie.
- ☑ La vérification de la qualité du produit, Notamment le test de fonctionnalité, Qualité d'image RGB, Son, HDMI, Signaux... sur la deuxième ligne.
- ☑ Packaging L'emballage du produit dans une boîte de protection pour l'expédition aux clients sur la troisième ligne.

## **b. Contrôle de qualité**

Le contrôle de la qualité est basé sur trois étapes :

### ❖ **Input Quality Control (IQC)**

- ✓ Le test de la qualité de la matière première
- ✓ Etude un échantillon d'un nouveau projet (carte mère, la dalle, les composants, software...).

### ❖ **Ligne Quality Control (LQC)**

Le rôle du **LQC** est de mettre en place des procédures de contrôle qualité à chaque étape de la production pour éviter les défauts de fabrication. Pour ce faire, LQC définit des cahiers des charges pour chaque poste de travail, qui détaillent les spécifications techniques et les normes de qualité à respecter à chaque étape du processus de production.

### ❖ **Output Quality Control (OQC)**

L'**OQC** prend en charge la dernière étape de processus de l'opération, ou il effectue des tests de qualité rigoureux sur un échantillon aléatoire de produits finis. Ces tests peuvent inclure des tests de fonctionnement, de fiabilité, de température, d'humidité, de choc...

Si l'échantillon de produit réussit les tests de qualité et il est validé par l'OQC, peut être expédié au client. Cependant, Si l'échantillon de produit ne répond pas aux normes de qualité requises, L'OQC renvoie tous les articles (produits) à l'étape de production pour la correction .

## **c. Logistique**

Le département (La partie) logistique gère la gestion de l'ensemble de la marchandise de l'entreprise, du transport des matières premières et des composants vers l'usine jusqu'à la

livraison des produits finis aux clients, en assurant la disponibilité des produits dans les différents points de vente ou les entrepôts.

Pour accomplir cette tâche, il est en charge de la planification et de l'optimisation des itinéraires de transport, de la coordination des différentes étapes du processus logistique et surveillance de la performance des prestataires de services logistique.

#### **d. Maintenance**

Le bureau de la maintenance est responsable de la réparation des machines utilisées afin d'assurer une activité de production satisfaisante.

### **I.4. Contraintes d'exploitation actuelles**

L'unité d'assemblage connaît plein de problèmes et défis dans le domaine de la manutention de charge lourde ou encombrante des téléviseurs de plus de 43 pouces. Voici quelques-uns de ces problèmes :

- ☒ Risque pour la santé et la sécurité des travailleurs.
- ☒ Coûts liés aux accidents du travail.
- ☒ Productivité et efficacité : La manipulation manuelle de charges lourdes peut être lente et inefficace, ce qui peut provoquer des retards dans les opérations de manutention et de production.
- ☒ Protection des téléviseurs : Ses produits sont des matériaux fragiles ,sensible aux dommages.
- ☒ Contrainte ergonomique : la routine de cette tache engendre des Contraintes ergonomiques pour les travailleurs, notamment des mouvements répétitifs, des postures inconfortables et des efforts physiques excessifs.

#### **I.4.1. Présentation du projet**

Pour éviter que les employés n'aient à manipuler manuellement des charges volumineuses, ce qui contribue à améliorer les obstacles de la manutention manuelle par un système automatisé est un dispositif Levage par ventouse qui permet de soulever et de déplacer des objets lourds de grand format en toute sécurité avec une grande précision.

Le dispositif de levage par ventouse est un équipement qui permet de soulever des charges de téléviseurs de manière rapide, efficace et sécurisée en utilisant des ventouses.

Ce système est généralement constitué d'une unité de levage, des ventouses et un générateur de vide.

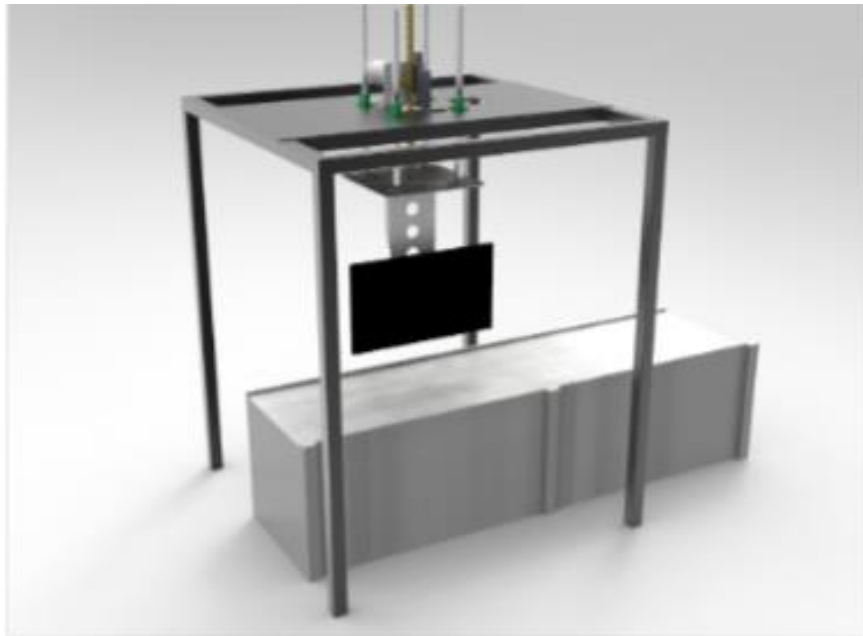


Figure I.3 : Machine de levage par ventouse des équipements

Le générateur de vide est utilisé afin de créer une différence de pression entre la surface de la ventouse et la surface de la charge à soulever. Cette différence de pression permet de générer une force d'adhérence qui permet à la ventouse de se fixer fermement sur la charge et de la soulever sans risque de glissement.

#### **I.4.2. Les contraintes les limites de la machine**

Bien que le système de levage par ventouse soit une solution fructueuse, mais il présente également des contraintes et limites qu'il est important de prendre en compte. Voici quelques-unes de ces contraintes :

- La surface de la charge doit être lisse et plate pour que la ventouse adhère correctement. Si la surface est accidentée peut provoquer des endommages au produit ou des accidents.
- Le système a des limites de poids. Il est important de ne pas dépasser la charge maximale autorisée.
- Les conditions météorologiques peuvent affecter l'efficacité de la ventouse. La température extrême, l'humidité élevée.

### **I.4.3. Le fonctionnement de la machine**

L'équipement qu'on veut développer se place au fond de l'unité d'assemblage sur la 3<sup>ème</sup> ligne. Le fonctionnement de la machine de levage par ventouse automatique est similaire à celui décrit précédemment, mais avec quelque adaptation pour répondre aux besoins spécifiques de cette tâche.

- ❖ La télévision est positionnée dans l'équipement grâce à un convoyeur qui s'arrête automatiquement sur une position précise détecté par un capteur.
- ❖ Le bras manipulateur qui contient des ventouses se descend au dos de télévision.
- ❖ Le générateur de vide active la pompe à vide pour créer une dépression dans ventouse, ce qui permet une adhérence solide et sur entre la surface et de la télévision.
- ❖ Le bras se monte et soulever le téléviseur à la hauteur désirée et peut être manuelle par un actionneur (pédale) ou automatique.
- ❖ Une fois le bras se descend et la charge est en place, les ventouses relâche le vide.
- ❖ par un convoyeur se déplace le TV à une autre station.

### **I.5. Conclusion**

Ce stage nous a permis de comprendre le fonctionnement du système automatique dans une entreprise, de voir comment fonctionnent l'ensemble d'équipements dans les différentes unités,

Ce travail nous a permis d'avoir une idée sur la relation entre nos études théoriques et pratiques





## **Chapitre II**

# **Systemes de production automatisés**

## II.1. Introduction

Les premiers systèmes développés étaient des systèmes manuels où l'opérateur fournissait à la fois son expertise et l'énergie nécessaire pour modifier la matière première. Les effecteurs étaient les éléments permettant de modifier la matière première. L'objectif initial de l'automatisation était de supprimer les tâches pénibles et de réduire l'effort fourni par l'opérateur. En raison de la compétitivité accrue des industries, qu'elles soient mécaniques, de transformation de produits ou de grande consommation, les entreprises doivent maintenir des outils de production fiables et performants.

La première étape de l'automatisation a été la mécanisation, qui a permis de remplacer l'énergie fournie par l'opérateur par une source d'énergie externe fournie par le milieu. L'opérateur contrôlait le passage de l'énergie pour permettre la modification de la matière première. Cela a permis d'améliorer la précision et la régularité des opérations de fabrication tout en supprimant les tâches pénibles et répétitives.

## II.2. Définition d'un système de production

Un système de production est un système industriel qui présente les caractéristiques suivantes : il permet de produire des biens, de l'énergie ou de l'information de manière reproductible, avec une valeur ajoutée exprimable en termes économiques. Son objectif est de fournir des produits à un coût rentable pour l'utilisateur. Pour atteindre cet objectif, la partie opérative (PO), qui est composée d'un ensemble de dispositifs opératoires, est utilisée pour transformer les matières premières en produits finis. Les opérateurs humains et/ou les dispositifs de commande sont responsables de la coordination des dispositifs opératoires afin de garantir une production efficace et cohérente [3].

Tout système de production possède une structure semblable au schéma suivant :

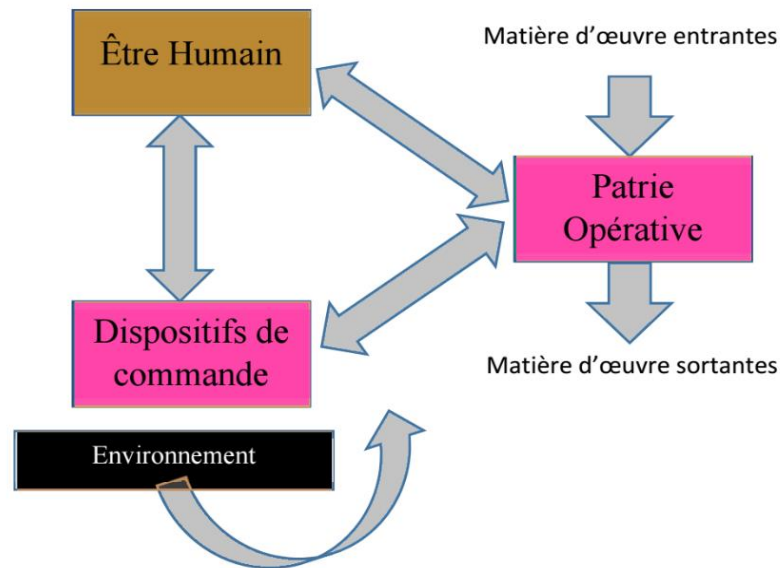


Figure II.1 : Structure d'un système de production

## II.3. Définition des systèmes automatisés de production

L'automatisation est devenue un élément essentiel de la production industrielle moderne, et il est difficile d'imaginer un système de production qui n'ait pas recours aux technologies et aux composants des systèmes automatisés. Cependant, il convient de noter que bien que les moyens de production automatisés offrent de nombreux avantages, ils peuvent également présenter certains inconvénients qu'il ne faut pas sous-estimer [3].

### II.3.1. L'automatisation

L'automatisation de la production consiste à déléguer les tâches de coordination précédemment effectuées par des opérateurs humains à une partie commande, qui est un ensemble d'objets techniques. Cette partie commande est programmée pour mémoriser le savoir-faire des opérateurs et élaborer la suite d'actions à effectuer sur les matières premières afin de créer de la valeur ajoutée. Elle utilise des informations collectées à partir de la partie opérative pour générer la succession d'ordres nécessaires pour effectuer les actions souhaitées [3].

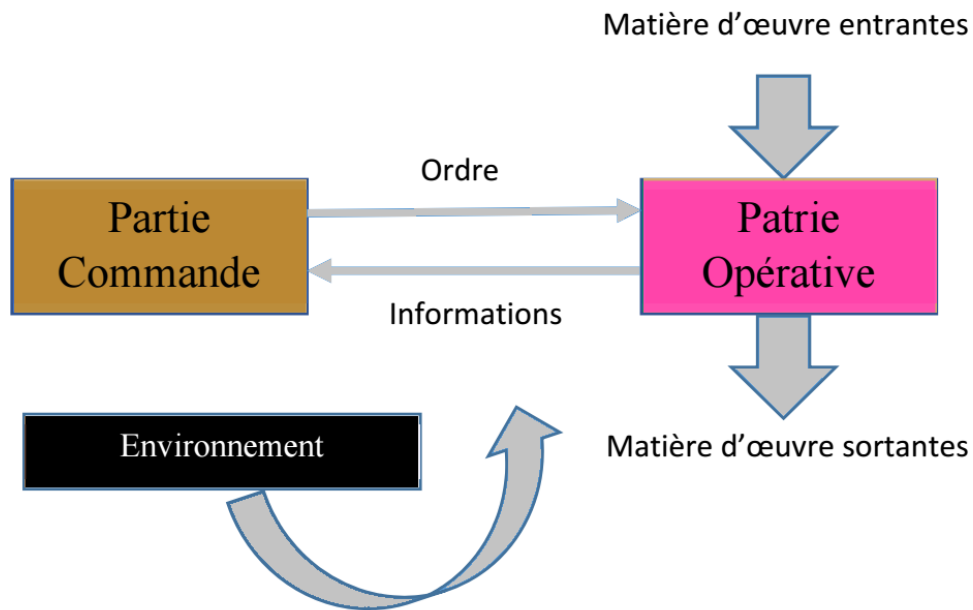


Figure II.2 : Principe de l'automatisation

### II.3.2. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation de la production offre des avantages qui se traduisent en termes d'objectifs clairs et précis, tels que :

- ✓ La réduction des coûts de production en diminuant les frais de main-d'œuvre, d'énergie et de matière.
- ✓ L'amélioration de la qualité des produits en réduisant l'impact des facteurs humains et en multipliant les contrôles automatisés.
- ✓ L'augmentation de la flexibilité de la production pour s'adapter plus facilement aux évolutions du marché.
- ✓ L'élimination des travaux pénibles et dangereux et l'amélioration des conditions de travail pour les opérateurs humains.
- ✓ La réalisation d'opérations complexes et de haute précision, telles que des assemblages miniatures, des mouvements rapides ou des coordinations sophistiquées.
- ✓ La recherche de coûts plus bas grâce à la réduction des frais de main-d'œuvre [1].

### **II.3.3. Conduites et surveillance d'un système automatisé**

Il est souvent difficile de parvenir à intégrer entièrement les compétences humaines dans une partie de commande (PC) en pratique. En effet, l'automatisation ne peut généralement pas prendre en charge toutes les tâches et certaines d'entre elles doivent encore être effectuées par des intervenants humains. Ces tâches peuvent être regroupées en deux catégories distinctes : la conduite et la surveillance [3].

#### **a. Conduite**

Les tâches regroupées dans cette catégorie incluent la mise en marche du système, son initialisation ainsi que la définition des consignes de fonctionnement, et bien d'autres opérations similaires [3].

#### **b. Surveillance**

Le modèle de fonctionnement de la partie commande (PC), choisi par le concepteur, prend en compte un ensemble de situations prévues qui ont été sélectionnées parmi un ensemble plus large de situations possibles. Cependant, il est important de pouvoir faire face à des situations imprévues, qui n'ont pas été envisagées pour des raisons économiques en raison de leur faible probabilité d'apparition. Dans ces cas-là, l'opérateur est le seul à pouvoir intervenir et à prendre les décisions nécessaires pour faire face à la situation. Ainsi, l'opérateur assure une fonction de surveillance [3].

Certaines tâches requièrent encore l'intervention humaine, telles que la fourniture de toutes les informations nécessaires à l'analyse de la situation ainsi que la capacité d'agir sur le système. L'automatisation doit donc prendre en compte la spécification du travail humain en assurant notamment le dialogue entre l'être humain et le système automatisé. De plus, il est primordial d'assurer la sécurité de ces intervenants lors de l'exécution de leurs tâches manuelles.

## **II.4. Structure d'un système automatisé de production**

On qualifie un système de production d'automatisé lorsqu'il est capable de gérer de manière autonome un processus de travail prédéfini, composé d'une série d'étapes ou de séquences. Les systèmes automatisés qui sont couramment utilisés dans l'industrie sont tous construits sur une structure de base similaire, composée de plusieurs parties interconnectées, dont les niveaux de complexité peuvent varier.

- Partie Opérative (PO)
- Partie commande (PC)
- Partie relation (pupitre de dialogue) (PR) [3].

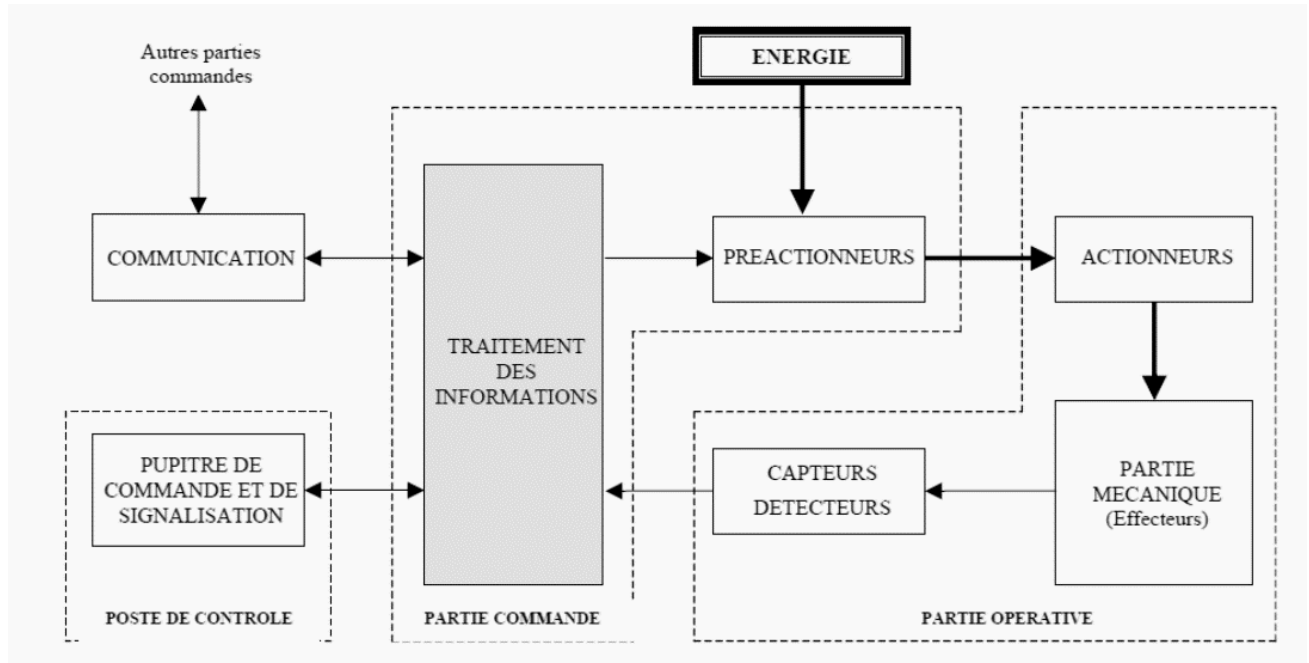


Figure II.3 : Structure d'un système automatisé

## II.5. Description des différentes parties de la machine

### II.5.1. Partie opérative

La partie opérative d'un système automatisé est la partie qui effectue les tâches physiques et/ou mécaniques dans le processus de production ou de traitement. Elle est souvent constituée d'actuateurs et de capteurs qui permettent de contrôler les mouvements et les actions des différents éléments de la machine ou du système.

La partie opérative est contrôlée par la partie commande du système automatisé, qui peut être constituée d'un automate programmable, d'un ordinateur, d'un système de contrôle numérique, etc. La partie commande envoie des signaux aux actuateurs en fonction des données reçues des capteurs pour contrôler les mouvements et les actions de la machine ou du système.

#### a. Les pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs)

Les pré-actionneurs sont des constituants qui reçoivent des ordres de la partie commande, assurent la distribution de l'énergie de puissance aux actionneurs. On distingue plusieurs types de pré-actionneurs :

### **i. Pré-actionneurs électriques**

Les pré-actionneurs électriques sont des dispositifs qui permettent de commander un récepteur électrique ou/et déclencher un système de sécurité incendie avant que le feu ne se propage réellement. Ces dispositifs sont souvent utilisés dans les installations industrielles, les entrepôts, les musées et les bâtiments commerciaux qui contiennent des objets de grande valeur.

Dans les circuits électriques, les pré-actionneurs sont généralement soit un relais, soit un contacteur. Le contacteur assure en plus l'extinction de l'arc électrique qui accompagne souvent la commutation de l'énergie de forte puissance. En effet, quand on ouvre un circuit en cours de fonctionnement, le contact en cause provoque un arc électrique qui peut être dangereux pour les biens et les personnes.

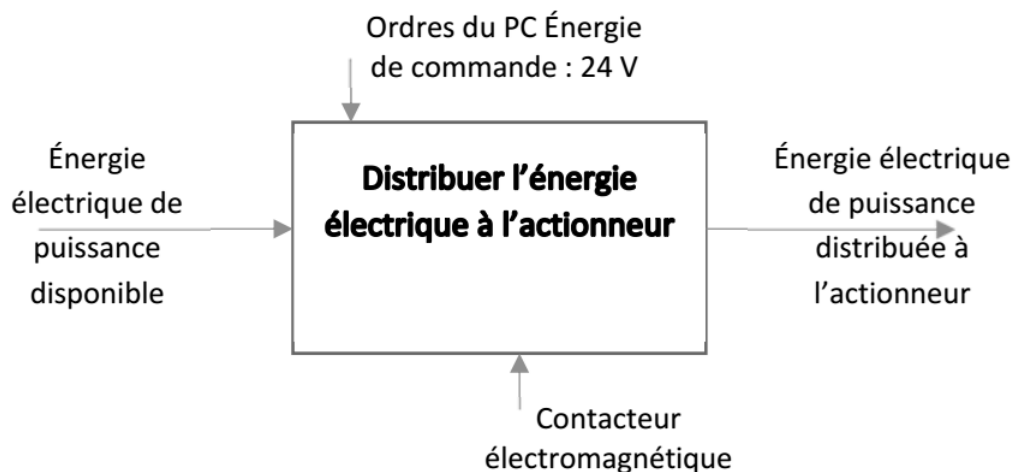


Figure II.4 : Structure de pré-actionneur électrique.

### **ii. Pré-actionneurs pneumatiques**

#### **① Les distributeurs**

Un distributeur pneumatique est un dispositif qui permet de contrôler le flux d'air comprimé dans un circuit pneumatique. Il est utilisé pour diriger l'air comprimé vers les actionneurs pneumatiques tels que les vérins, les moteurs pneumatiques et les ventouses. Les distributeurs pneumatiques sont souvent utilisés dans les systèmes de contrôle automatisés où des signaux électriques sont utilisés pour activer les distributeurs pneumatiques. Ces signaux électriques peuvent provenir de capteurs, de relais ou de contrôleurs programmables.

Les distributeurs pneumatiques sont disponibles dans une variété de tailles, de types et de configurations pour répondre aux besoins spécifiques de chaque application.





Figure II.5 : Structure de pré-actionneur pneumatique

La figure suivante illustre quelque exemple de fonctionnements des distributeurs pneumatique.

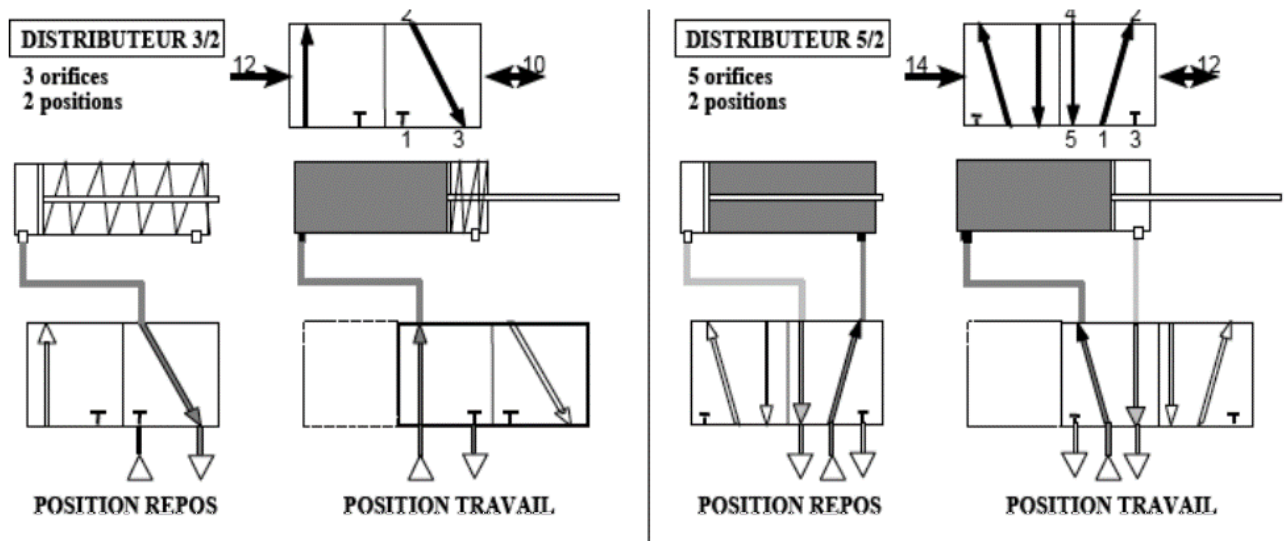


Figure II.6 : Fonctionnement de distributeur.

#### ✓ Règles de câblage

- Il ne faut représenter les connexions que sur une seule case
- Dans le cas d'un distributeur 3/2 ou 4/2 l'alimentation se fait par l'orifice de gauche de la case concernée par les connexions
- On représente le distributeur dans la position du pilotage actif sur le schéma. Ce n'est donc pas forcément la position de rappel par le ressort
- L'état de la tige du vérin doit être en rapport avec la position du distributeur.

#### ✓ Principaux distributeurs et principaux dispositifs de pilotage

Désignation	Symbole	Commande	Symbole
Distributeur 2/2		Manuelle par poussoir	
Distributeur 3/2		Par levier	
Distributeur 4/2		Par commande électrique	
Distributeur 4/3		Mécanique par poussoir	
Distributeur 5/2		Par galet	
Distributeur 5/3		Par ressort	
Vérin simple effet		Par pression directe	

Figure II.7 : Différents distributeurs et principaux dispositifs de pilotage

## ② Les électrovannes

Les électrovannes sont des composants électromécaniques qui sont utilisés dans les systèmes pneumatiques et hydrauliques pour contrôler le flux de fluide. Elles sont composées d'un corps de vanne, d'une bobine électromagnétique et d'un noyau mobile. Lorsqu'une tension électrique est appliquée à la bobine électromagnétique, celle-ci crée un champ magnétique qui attire le noyau mobile. Ce dernier actionne la vanne et ouvre ou ferme le passage du fluide.

Les électrovannes sont couramment utilisées dans les systèmes de contrôle automatisés pour activer ou désactiver des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques tels que des vérins, des moteurs et des valves. Elles sont également utilisées dans les applications industrielles pour contrôler la pression, la température et le débit de fluide.

Les électrovannes sont disponibles dans une grande variété de tailles, de types et de configurations pour répondre aux besoins spécifiques de chaque application. Elles peuvent être pilotées par différents types de signaux électriques tels que des signaux analogiques, des signaux

numériques, des signaux PWM (modulation de largeur d'impulsion) et des signaux de bus de terrain.

## **b. Les actionneurs**

Les actionneurs sont des dispositifs qui transforment l'énergie en un mouvement mécanique ou une action physique, tels que la rotation, la translation, l'inclinaison, la compression, la tension, etc. Ils sont utilisés dans de nombreux systèmes automatisés pour produire des mouvements et des actions précis, en réponse aux signaux de commande.

Les actionneurs sont souvent utilisés en combinaison avec des capteurs pour permettre un contrôle précis des mouvements et des actions du système. Ils sont également souvent utilisés en combinaison avec des systèmes de commande programmables, tels que les automates programmables, pour automatiser les processus de production et de traitement.

### **b.1. Une pompe à vide**

Une pompe à vide est un dispositif qui permet de créer un vide partiel ou complet dans un espace clos. Elle est utilisée dans de nombreuses applications, notamment dans l'industrie, la recherche scientifique, la production de composants électroniques et la fabrication de produits pharmaceutiques.

Le fonctionnement d'une pompe à vide repose sur la création d'une différence de pression entre l'espace clos et l'atmosphère environnante. Pour ce faire, la pompe à vide aspire l'air ou le gaz présent dans l'espace clos, créant ainsi une zone de basse pression. Cette aspiration est généralement réalisée par un rotor tournant à grande vitesse ou un piston qui comprime et éjecte le gaz.

Il existe plusieurs types de pompes à vide, chacun ayant ses avantages et ses inconvénients. Les types les plus courants sont les pompes à palettes, les pompes à membrane, les pompes à diffusion, les pompes cryogéniques et les pompes turbo moléculaires.

La capacité d'une pompe à vide est mesurée en termes de débit et de pression. Le débit correspond à la quantité d'air ou de gaz que la pompe peut évacuer par unité de temps, tandis que la pression correspond à la pression minimale que la pompe peut atteindre.

Il est important de choisir la pompe à vide appropriée en fonction de l'application spécifique afin d'assurer un fonctionnement efficace et fiable.

## b.2. Vérin pneumatique

Un vérin pneumatique est un dispositif mécanique qui utilise de l'air comprimé pour générer une force linéaire qui peut être utilisée pour déplacer un objet ou une charge dans une direction spécifique. Les vérins pneumatiques sont largement utilisés dans les applications industrielles pour l'automatisation des processus de production, le contrôle de mouvement et le levage de charges.

Le fonctionnement d'un vérin pneumatique est assez simple. Lorsque l'air comprimé est introduit dans le vérin, il force un piston à se déplacer dans un cylindre, créant ainsi une force linéaire. Cette force peut être utilisée pour déplacer un objet ou une charge attachée à l'extrémité du piston.

Il existe plusieurs types de vérins pneumatiques, chacun ayant des caractéristiques spécifiques en termes de force, de vitesse, de course, de pression et de taille. Les types les plus courants sont les vérins à simple effet, les vérins à double effet, les vérins à tige traversante, les vérins compacts et les vérins télescopiques.

Les vérins pneumatiques peuvent être utilisés dans une variété d'applications, allant du levage et de la manipulation de charges lourdes dans les usines à la commande de portes et de fenêtres automatiques dans les bâtiments. Ils peuvent également être utilisés pour automatiser des processus tels que le soudage, la peinture et le montage.

Les vérins pneumatiques offrent de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes de levage et de déplacement, tels que la rapidité, la précision, la facilité de contrôle et la sécurité.

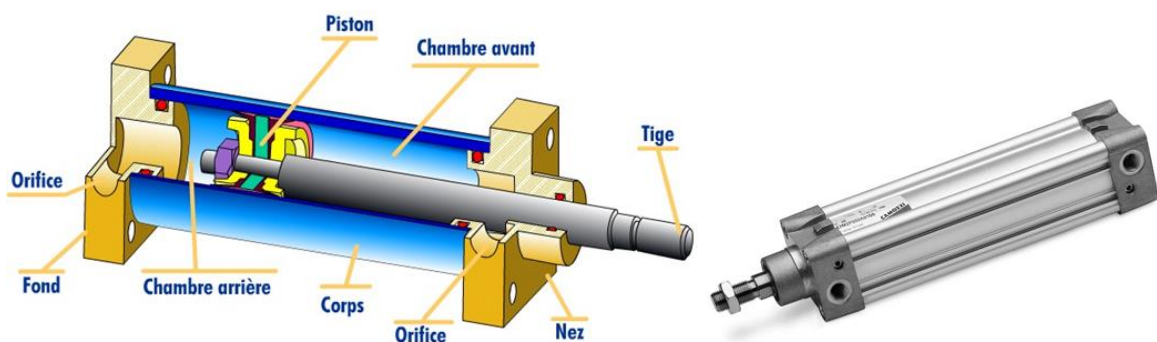


Figure II.8 : Vérin pneumatique

## **c. Les capteurs**

### **c.1. Définition**

Les capteurs sont des dispositifs électroniques ou mécaniques qui sont utilisés pour mesurer, détecter et convertir différentes formes d'énergie en un signal électrique exploitable. Ils sont utilisés dans une variété d'applications, allant de l'automobile à l'industrie, en passant par les dispositifs médicaux et les systèmes de surveillance environnementale.

Les capteurs peuvent détecter différents types de grandeurs physiques telles que la température, la pression, l'accélération, la lumière, le son, la position, la vitesse et bien d'autres encore. Ils sont conçus pour répondre aux besoins spécifiques de chaque application et peuvent être disponibles dans une grande variété de tailles, de formes et de technologies.

Les capteurs peuvent être basés sur différentes technologies telles que la résistance, la capacité, l'induction électromagnétique, l'effet piézoélectrique, l'effet Hall, la fibre optique et bien d'autres encore. Le signal électrique généré par le capteur peut être analogique ou numérique, et peut être traité par un circuit électronique pour fournir une sortie exploitable telle qu'une mesure de température, une indication de position ou un avertissement de sécurité.

Les capteurs sont utilisés dans de nombreux systèmes de contrôle automatique pour surveiller les conditions du système, détecter les erreurs et ajuster les paramètres en conséquence. Ils peuvent également être utilisés pour collecter des données environnementales, surveiller les niveaux de pollution et mesurer les paramètres physiologiques dans les applications médicales.

### **c.2. Différents type de capteurs**

Il existe une grande variété des capteurs, on peut le cités : les capteurs fin de course, les capteurs de proximité, (capacitifs, inductif, optiques, ultrason), les capteurs de températures,...etc. Dans ce chapitre nous allons parler uniquement des capteurs utilisés dans notre projet.

#### ***i. Capteur optique***

Un capteur optique est un type de capteur qui utilise la lumière pour détecter des objets ou des informations. Les capteurs optiques sont couramment utilisés dans une variété

d'applications, y compris la détection de mouvement, la mesure de distance, la reconnaissance de forme, la lecture de codes-barres et la surveillance environnementale.

Les capteurs optiques utilisent généralement une source lumineuse telle que des LED (diodes électroluminescentes) ou des lasers pour projeter un faisceau de lumière sur un objet ou une zone à surveiller. La lumière réfléchie est ensuite détectée par un récepteur optique, qui peut être une photodiode ou une caméra, et convertie en un signal électrique exploitable.

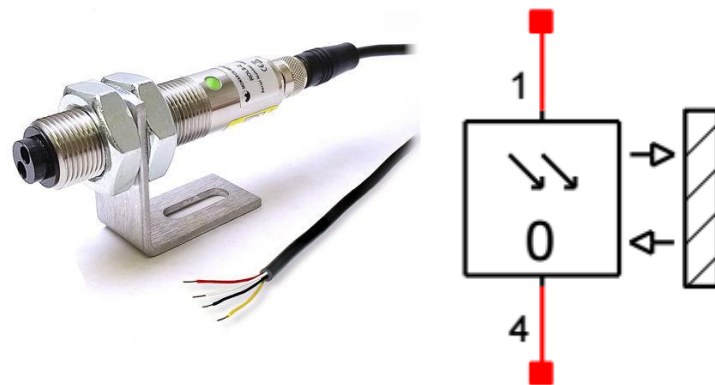


Figure II.9 : Capteur optique

### *ii. Capteur de pression*

Un capteur de pression est un dispositif qui permet de mesurer la pression d'un gaz ou d'un liquide en convertissant la force exercée par le fluide en un signal électrique. Les capteurs de pression sont largement utilisés dans de nombreuses applications, notamment dans l'automobile, l'aérospatiale, la médecine, la météorologie et l'industrie en général.

Il existe plusieurs types de capteurs de pression, chacun ayant des caractéristiques spécifiques en termes de gamme de pression, de précision, de sensibilité, de taille et de coût. Les types les plus courants de capteurs de pression sont les capteurs piézorésistifs, capacitifs, piézoélectriques et de jauge de contrainte.

Les capteurs de pression sont utilisés dans une variété d'applications, tels que la mesure de la pression sanguine en médecine, la mesure de la pression des pneus dans l'automobile, la mesure de la pression dans les réservoirs de stockage, la mesure de la pression atmosphérique en météorologie, la mesure de la pression dans les tuyaux d'eau ou de gaz, et bien plus encore.



Figure II.10 : Capteur de pression

### II.5.2. Partie de commande

La partie commande d'un système automatisé est responsable de la gestion des différents éléments de la partie opérative. Elle est composée d'un ou plusieurs contrôleurs programmables (PLC) qui traitent les signaux des capteurs, effectuent des calculs et émettent des signaux de commande pour les actionneurs.

La partie commande d'un système automatisé peut être programmée pour répondre à différentes conditions et exécuter des tâches spécifiques. Elle peut être conçue pour effectuer des tâches simples ou complexes, telles que la surveillance de l'état d'un processus, la régulation de la température ou de la pression, l'activation de différents éléments en fonction d'un ensemble de critères [1],[2].

### II.5.3. Poste de contrôle

Le poste de contrôle est constitué de pupitres de commande et de signalisation. Il est destiné à être utilisé par l'opérateur pour commander le système, en effectuant des actions telles que la mise en marche, l'arrêt ou le lancement d'un cycle de production. En outre, le poste de contrôle permet de surveiller les différents états du système en utilisant des indicateurs visuels tels que des voyants, des terminaux de dialogue ou des interfaces homme-machine (IHM) telles que des écrans, des claviers ou des imprimantes. La complexité et la taille du poste de contrôle dépendent de la taille et de l'importance du système automatisé de production. Le processus de description du poste de contrôle utilise des outils graphiques tels que le GRAFCET et le GEMMA, qui sont également utilisés par les techniciens de maintenance pour résoudre les pannes du système automatisé de production. En cours de fonctionnement, un dialogue continu

s'établit entre les trois secteurs du système, garantissant ainsi un cycle de production sans interruption et conforme aux spécifications définies dans le cahier des charges [3].

#### **II.5.4. Automate Programmable Industriel**

Un Automate Programmable Industriel (API) est un dispositif électronique programmable spécialement conçu pour les environnements industriels. Son rôle est d'automatiser les fonctions nécessaires à la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs, en utilisant des informations logiques, analogiques ou numériques. En d'autres termes, l'API est un système informatique programmable qui peut exécuter des tâches de contrôle industriel à l'aide de signaux d'entrée et de sortie. Cette partie sera développée en détail dans le chapitre III.

#### **II.6. Conclusion**

Aujourd'hui, l'utilisation de systèmes automatisés de production est devenue incontournable pour garantir la qualité et la compétitivité des produits manufacturés. Dans ce chapitre, nous avons abordé la structure générale de ces systèmes, ainsi que les équipements essentiels qui leur sont associés pour assurer la communication, la distribution d'énergie et la protection des machines. Nous avons également examiné les différentes parties constitutives d'un système automatisé, notamment la partie opérative, la partie de commande et le poste de contrôle.



## **CHAPITRE III**

### *Les automates programmables industriels*

### **III.1. Introduction**

Les systèmes industriels automatisés sont régulés par un ou plusieurs Automates Programmables Industriels (API), qui sont utilisés pour contrôler des machines (comme les convoyeurs et les équipements d'emballage) ou des chaînes de production (telles que celles utilisées dans l'industrie automobile ou agroalimentaire). Les API peuvent également assurer des fonctions de régulation de processus dans des secteurs tels que la métallurgie ou la chimie, et sont de plus en plus utilisés dans les bâtiments pour contrôler le chauffage, l'éclairage, la sécurité et les alarmes. Dans ce chapitre, nous aborderons les caractéristiques générales des Automates Programmables Industriels, notamment leurs fonctions, les différents langages de programmation et les critères de choix. Nous explorerons également l'architecture matérielle des APIs et les particularités de leurs langages de programmation.

### **III.2. Définition**

Les Automates Programmables Industriels (API) ou PLC (Programmable Logic Controller) sont des dispositifs électroniques programmables, similaires à des micro-ordinateurs simplifiés, adaptés à l'environnement industriel. Ils exécutent des fonctions d'automatisation pour commander des pré-actionneurs et des actionneurs, et sont conçus pour résoudre des problèmes de logique séquentielle à l'aide de programmes, remplaçant ainsi les commandes d'automatismes en logique câblée qui utilisaient des circuits logiques ou des relais. Bien que les API offrent moins de fonctionnalités que les processeurs classiques, ils peuvent être facilement utilisés par un personnel peu qualifié en informatique grâce à des langages de programmation orientés application, tels que les langages relais, les équations booléennes ou le Grafset.

### **III.3. Nature des informations traitées par les API**

L'API est un équipement électronique programmable conçu pour fonctionner dans un environnement industriel. Son rôle principal est d'assurer la commande des pré-actionneurs et des actionneurs à partir d'informations fournies par des capteurs, ces informations peuvent être logiques, analogiques ou numériques.

#### **III.3.1. Logiques « Tout ou rien (T.O.R) »**

Les informations traitées par les automates programmables ne peuvent prendre que deux états, généralement représentés par vrai/faux ou 0/1. Ce type d'information est fourni par des capteurs tels que des détecteurs ou des boutons poussoirs.

### **III.3.2. Analogiques**

Contrairement à l'information binaire, l'information analogique est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage spécifique. Ce type d'information est fourni par des capteurs tels que ceux mesurant la pression ou la température.

### **III.3.3. Numériques**

L'information traitée par les automates programmables est généralement sous forme de mots codés en binaire ou en hexadécimal. Ce type d'information est fourni par des capteurs rapides (les encodeurs), des ordinateurs ou des modules intelligents. Les programmes sont écrits et compilés sur un matériel externe à l'aide de langages spécifiques, puis téléchargés dans l'API.

## **III.4. Aspect extérieur des automates**

Les automates programmables peuvent être classés en deux types : compact ou modulaire. Les automates programmables modulaires sont équipés de plusieurs racks qui permettent l'ajout de modules intelligents pour réaliser différentes fonctions supplémentaires. En effet, ces modules permettent une grande flexibilité dans l'utilisation des automates programmables.

### **III.4.1. API de type compact**

Il convient de différencier les modules de programmation tels que LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, ou MILLENIUM de Crouzet, des micro-automates. Les micro-automates intègrent le processeur, l'alimentation ainsi que les entrées et sorties. Selon le modèle et le fabricant, ils peuvent offrir certaines fonctionnalités supplémentaires comme le comptage rapide ou des E/S analogiques. Ils peuvent également accepter un nombre limité d'extensions. Ces automates sont généralement destinés à la commande de petits systèmes automatisés, leur utilisation étant simple et accessible.



Figure III.1 : API de type compact

### III.4.2. API de type modulaire

Dans les automates modulaires, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties sont répartis sur des unités distinctes appelées modules, qui sont ensuite insérées sur des racks munis d'un fond de panier et de connecteurs. Ces types d'automates sont utilisés dans des systèmes d'automatisation plus complexes nécessitant une grande puissance, une capacité de traitement élevée et une grande flexibilité.



Figure III.2 : API de type modulaire

### III.5. Organisation et architecture générale d'un API

Un API est un système électronique qui utilise un microprocesseur comme élément central. Il est composé de plusieurs éléments essentiels tels que l'alimentation, le processeur (CPU), la mémoire et les modules d'entrées/sorties, comme indique dans le schéma ci-après [4] :

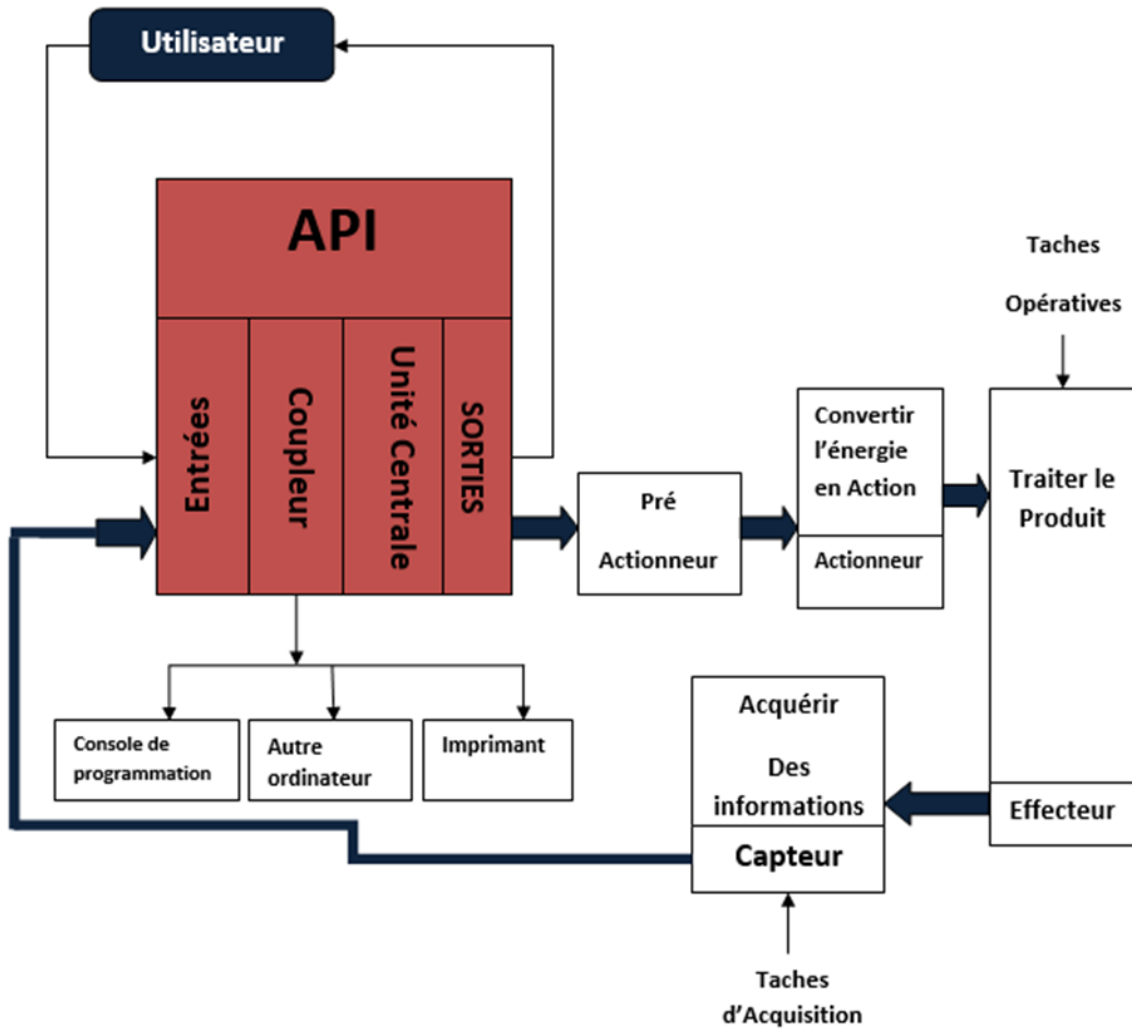


Figure III.3 : Structure générale d'un système automatisé programmable

### III.5.1. L'alimentation

L'alimentation électrique de l'API est essentielle pour garantir une tension stable et fiable pour le fonctionnement de tous les composants, y compris le processeur, la mémoire et les modules d'entrées / sorties. Cependant, il est important de noter que cette alimentation ne fournit généralement pas de tension pour les signaux entrants et sortants des modules d'entrées / sorties, à quelques exceptions près, comme les lignes de données sérielles, les modules analogiques et les modules intelligents [4].

### III.5.2. Le processeur (CPU)

Le module CPU, qui est la partie "intelligente" de l'automate, est géré par un programme système appelé FIREWARE. Il est équipé d'éléments internes tels que des indicateurs, des temporisateurs, des compteurs et des registres de données, accessibles au programme système

via un bus interne. Le compteur de programme pointe les instructions à exécuter successivement pendant le déroulement du programme. Le CPU a plusieurs modes de fonctionnement, notamment RUN, STOP et programmation. Pour programmer ou effectuer d'autres manipulations, une console de programmation doit être connectée au CPU. [9].

### III.5.3. La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système, qui sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- **La mémoire Langage** où est stocké le langage de programmation. Elle est en général en lecture seulement (ROM : mémoire morte).
- **La mémoire Travail** utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive). Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).

### III.5.4. Les modules d'entrées / sorties

Les modules d'entrées/sorties sont chargés d'assurer les interactions entre l'automate et le monde extérieur. Ils sont chargés d'adapter les signaux entrants et sortants en tension et en courant, de les filtrer pour protéger l'automate contre les perturbations et les influences externes. Les signaux adaptés et filtrés sont accessibles par le programme système via un bus externe au CPU. Un automate bien conçu est doté de tous les éléments nécessaires pour remplir les fonctions attendues. Bien entendu, les modules d'entrées/sorties doivent être connectés aux différents éléments périphériques [4].

## III.6. Fonctionnement et comportement des API

### III.6.1. Les tâches

Le moniteur d'un automate programmable industriel peut être composé de plusieurs sous-programmes, appelés tâches. Une tâche est un ensemble d'opérations programmées pour s'exécuter de manière séquentielle, puis s'arrêter jusqu'à sa prochaine exécution. Dans un API, une tâche peut être [6]:

- **Cyclique** : la tâche est relancée immédiatement après sa fin.
- **Périodique** : la tâche est relancée toutes les T unités de temps.

- **Événementielle** : la tâche est lancée à chaque fois qu'un événement prédéfini se produit.

### III.6.2. Cycles et phases

L'exécution d'une tâche est un cycle composé de trois phases, voir Figure III.4:

#### ❖ Phase 1 : l'acquisition des entrées

Les variables d'entrées sont accessibles en lecture seule. Pendant cette première phase, leurs valeurs sont lues et ensuite stockées dans la mémoire de l'API,

#### ❖ Phase 2 : Le traitement interne

C'est une phase d'exécution du programme et de calcul des valeurs de sorties à partir des valeurs stockées en mémoire dans la phase précédente, les résultats des calculs sont ensuite à leur tour stocké en mémoire.

#### ❖ Phase 3 : L'affectation des sorties :

Les variables de sorties sont accessibles en écriture seule. Pendant cette phase, leurs valeurs sont mises à jour à partir des valeurs calculées dans la phase de traitement interne.

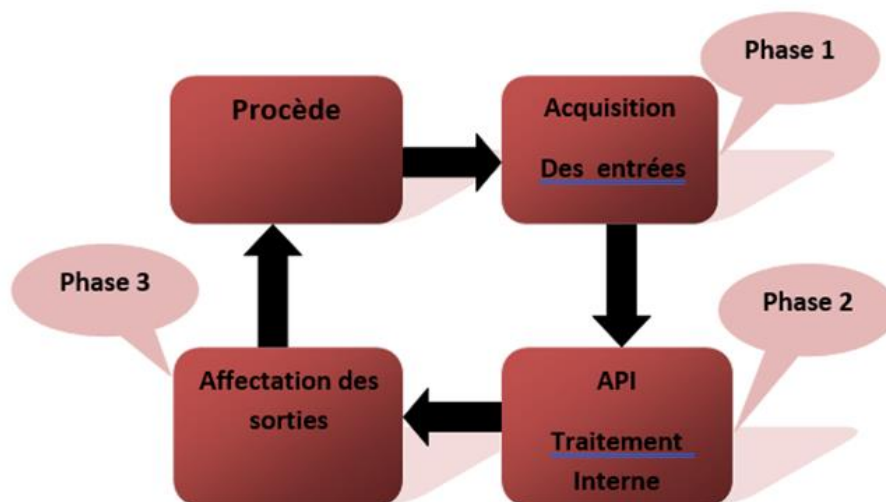


Figure III.4 : Fonctionnement d'un API

## III.7. Programmation des APIs

### III.7.1. Modes de programmation

Il existe deux modes de programmation possibles pour les APIs :

- **Le mode mono-tâche** : le moniteur d'exécution ne comporte qu'une seule tâche cyclique, appelée tâche maître.
- **Le mode multi-tâches** : le moniteur d'exécution comporte plusieurs tâches, dont l'ordre d'exécution est déterminé par leur priorité. À chaque instant, une seule tâche est active et chaque tâche possède son propre cycle d'acquisition des entrées, de traitement interne et d'affectation des sorties. Les tâches possibles sont :
  - la tâche maître, unique et cyclique
  - les tâches rapides, optionnelles et périodiques, qui peuvent lire un nombre limité d'entrées mais modifier toutes les variables internes
  - les tâches événementielles, optionnelles, qui ont accès à un nombre limité d'entrées, de variables internes et de sorties.



Figure III.5 : Priorité des tâches d'un API multi-tâches

### III.7.2. Langage de programmation pour API

Les programmes pour les API peuvent être créés dans divers formats. Afin de faciliter la tâche des ingénieurs qui ont peu de compétences en programmation, la norme industrielle CEI 61131-3 a été établie par la Commission électrotechnique internationale (CEI), qui définit cinq langages de programmation pour la programmation des automates programmables industriels. Chaque API peut être programmé à l'aide d'une console de programmation exclusive ou par l'intermédiaire d'un ordinateur équipé du logiciel de programmation fourni par le fabricant [7].

#### a. Langage à contact LD (Ladder Diagram)

Le langage Ladder est le plus couramment utilisé pour la programmation des automates programmables industriels. Il s'agit d'une représentation graphique des équations booléennes, qui combine les entrées sous forme de contacts et les sorties sous forme de relais. Ce langage permet



de manipuler des données booléennes en utilisant des symboles graphiques organisés dans un diagramme, comme les éléments d'un schéma électrique [7].

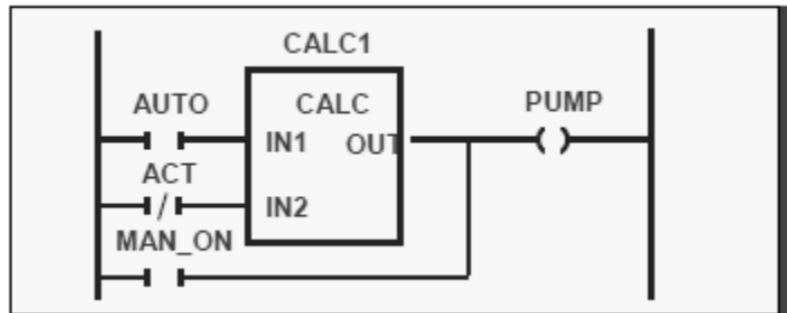


Figure III .6 : Ladder Diagram (LD)

### B. Liste d'instruction IL (Instruction List)

Il s'agit d'un langage de programmation de bas niveau qui se présente sous forme de texte. Bien qu'il soit adapté pour les applications de petite taille, il est peu utilisé par les automaticiens. Dans ce langage, l'opérateur spécifie l'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande, et le résultat de cette opération est stocké dans le résultat courant [7].

```
A: LD    %IX1 (* PUSH BUTTON *)
      ANDN %MX5 (* NOT INHIBITED *)
      ST   %QX2 (* FAN ON *)
```

Figure III.7 : Instruction List (IL)

### c. Blocs Fonctionnels FBD (Function Bloc Diagram)

Ce langage graphique représente les fonctions sous forme de blocs rectangulaires avec les entrées à gauche et les sorties à droite. Il offre la possibilité de créer des équations complexes en utilisant des opérateurs standards, des fonctions ou des blocs fonctionnels. Les blocs peuvent être programmés à l'avance (bibliothèque) ou être programmables. Ce langage est largement utilisé par les automaticiens [7].

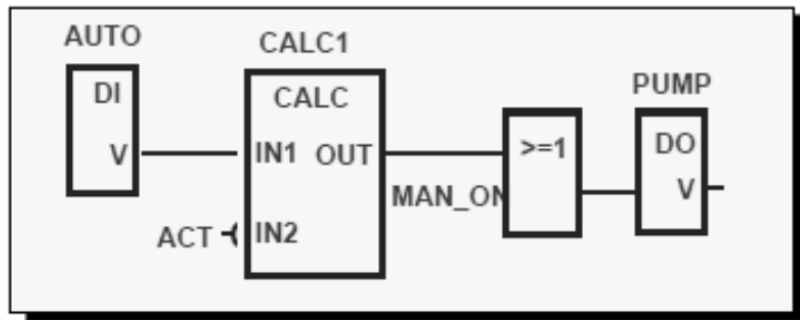


Figure III.8 : Function Bloc Diagram (FBD)

#### d. Langage littéral structuré ST (Structured Text)

Il s'agit d'un langage de programmation textuel de haut niveau destiné à l'automatisation industrielle. Il est principalement utilisé pour décrire des procédures complexes qui sont difficiles à modéliser avec des langages graphiques. Ce langage est souvent utilisé pour programmer les actions associées aux étapes et aux conditions de transition du langage SFC [7].

```

VAR CONSTANT X : REAL := 53.8 ;
Z : REAL; END_VAR
VAR aFB, bFB : FB_type; END_VAR

bFB(A:=1, B:='OK');
Z := X - INT_TO_REAL (bFB.OUT1);
IF Z>57.0 THEN aFB(A:=0, B:="ERR");
ELSE aFB(A:=1, B:="Z is OK");
END_IF

```

Figure III.9 : Structured Text (ST)

#### d. Langage SFC (Sequential Function Chart) ou GRAFCET

Le GRAFCET est un langage graphique de spécification utilisé pour la programmation de certains automates industriels tels que Schneider et Siemens. Il peut être associé à un langage de programmation et permet une programmation facile des systèmes séquentiels, tout en simplifiant la mise au point et le dépannage. Il est également possible de traduire un GRAFCET en langage à contacts et de l'implanter sur n'importe quel type d'automate [7].

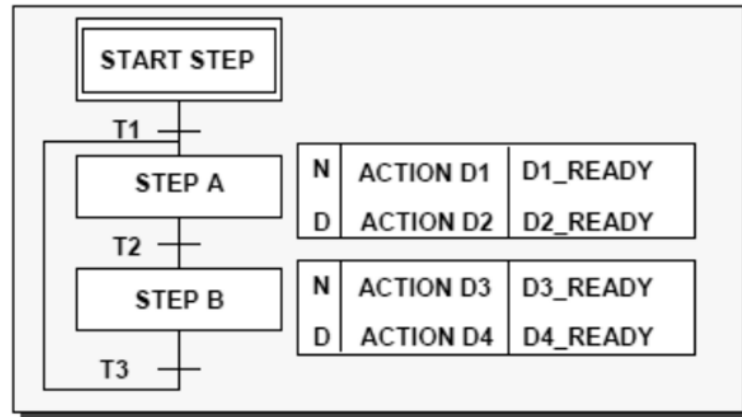


Figure III.10: Sequential Function Chart (SFC) (Grafcet)

### III.7.3. Comparaison des langages

Tableau III.1 : Comparaison des langages

Langage	Avantages	Inconvénients
<b>LD</b>	Facile à lire et à comprendre par la majorité des électriciens langage de base de tout PLC	Suppose une programmation bien structurée
<b>FBD</b>	Très visuel et facile à lire	Peut devenir très lourd lorsque les équations se compliquent
<b>ST</b>	Langage de haut niveau (langage pascal) Pour faire de l'algorithmique	Pas toujours disponible dans les ateliers logiciels
<b>IL</b>	Langage de base de tout PLC type assembleur	Très lourd et difficile à suivre si le programme est complexe Pas visuel.
<b>SFC</b>	Description du fonctionnement (Séquentiel) de l'automatisme. Gestion des modes de marches Pas toujours accepté dans l'industrie...	Peu flexible

### III.8. Critères de choix de l'automate

Il revient à nous d'établir le cahier des charges de notre système et de chercher sur le marché l'automate le mieux adapté à nos besoins. Cela est fait en considérant un certain nombre de critères importants :

- ✓ Avoir les compétences et l'expérience nécessaire pour programmer la gamme d'automate.
- ✓ Le nombre et le type d'entrées et de sorties nécessaires.
- ✓ La communication envisagée avec les autres systèmes.
- ✓ Les capacités de traitement de la CPU.
- ✓ Les moyens de sauvegarde.
- ✓ La fiabilité et la robustesse.
- ✓ Le cout d'investissement, de fonctionnement, de maintenance de l'équipement.
- ✓ La qualité du service après-vente.

En tenant compte des points mentionnés ci-dessus, et pour résoudre les problèmes rencontrés, on choisit l'automate **S7-1200** qui est la nouvelle gamme de **SIEMENS**.

### III.9. L'automate SIEMENS S7-1200

#### III.9.1. Présentation de l'automate S7-1200

L'API **S7-1200** offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation. Sa forme *compacte*, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant.

La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232 [6].



Figure III.11 : L'automate programmable S7-1200 et ces modules

### III.9.2. Principe de fonctionnement

Une fois le programme chargé, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans l'application. Il surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique du programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, de comptage, de temporisation, ou mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents [17],[18].

### III.9.3. Technologie intégrée

- **Entrées rapides :** Le nouvel automate SIMATIC S7-1200 comporte jusqu'à six compteurs High-Speed. Trois entrées à 100 kHz et trois autres entrées à 30 kHz, sont intégrées en continu pour des fonctions de comptage et de mesure.
- **Sorties rapides**  
Deux sorties rapides pour des trains d'impulsions de 100kHz sont également intégrées et permettent de piloter la vitesse et la position d'un moteur pas à pas ou d'un actionneur.

### III.9.4. Choix de la CPU

Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en cinq classes de performances : CPU1211C, CPU1212C et CPU1214C, CPU1215C et CPU 1217C, chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Les CPU's de l'automate S7-1200 sont données dans le tableau suivant [18]:

Tableau III.2 : Tableau de comparaison des CPU S7-1200

CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU1214C	CPU1215C	CPU1217C
Mémoire de travail	50 ko	75 ko	100 ko	125 ko	150 ko
E/S TOR	6 entrées 4 sorties	8 entrées 6 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties
E/S analogiques	2 entrées	2 entrées	2 entrées	2 entrées 2 sorties	2 entrées 2 sorties
Modules E/S extensible	Aucune	2 modules	8 modules	8 modules	8 modules

Module de communication (CM)	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules
Port de communication Ethernet PROFINET	1 porte	1 porte	1 porte	2 portes	2 portes

Après avoir étudié notre système quand doit réaliser et après la comparaison entre les CPU disponibles, on a choisi le CPU 1214C DC/DC/DC de référence **6ES7212-1HE40-0XB0** qui répond à nos besoins (Figure III.12).



Figure III.12 : La CPU S7-1214C (DC/DC/DC)

### III.9.4. Modes de fonctionnement de la CPU

La CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- En mode « **STOP** », la CPU n'exécute pas le programme, et on ne peut pas charger un projet.
- En mode « **STARTUP** », la CPU entame une procédure de démarrage.
- En mode « **RUN** », le programme est exécuté de façon cyclique, certaines parties d'un projet peuvent être chargées dans la CPU en mode RUN [17],[18].



- ◆ Une lumière JAUNE indique le mode STOP.
- ◆ Une lumière VERTE indique le mode RUN.
- ◆ Une lumière CLIGNOTANTE indique le mode STARTUP.

Figure III.13 : L'état des modes fonctionnement de S7-1200

### III.9.4. Les différents modules d'API S7-1200

Le SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire et tout un éventail de modules l'accompagnent. Les voici [18]:

1. Modules centraux CPU
2. Module de puissance PM (Power Module)
3. Signal Boards SB
4. Modules de signal SM (Signal Module)
5. Modules de communication CM (Communication Module)
6. Les cartes mémoire

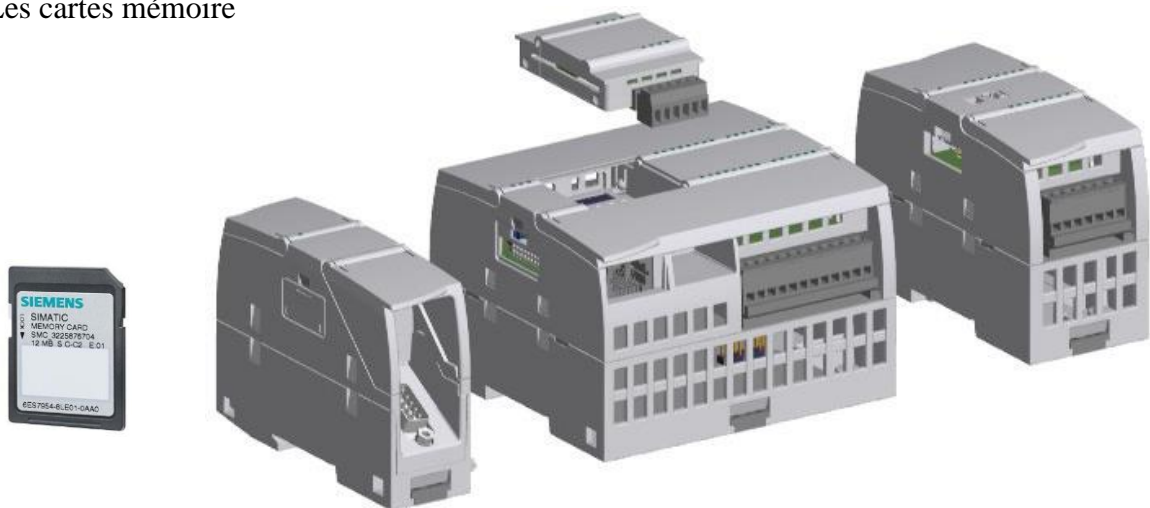


Figure III.14 : Modules et mémoire d'API S7-1200

### III.10. Les points forts des API

Les API ont de nombreux avantages par rapport aux PC dans le contexte industriel :

- Ils sont robustes et fiables même dans des environnements difficiles, tels que les vibrations, les chocs et les températures extrêmes.
- Une large gamme de modules d'entrée / sortie permet une communication avec divers périphériques industriels.
- Les API peuvent être équipées de processeurs multiples et d'un système d'exploitation temps réel pour garantir des performances en temps réel.
- Les API offrent différentes options de fonctionnement, telles que manuel, semi-automatique et automatique, ainsi que la possibilité de modifier le programme de contrôle en cours d'exécution.
- Les modules de l'API peuvent être débrosés / embrosés sous tension, évitant ainsi la mise hors tension de l'API et l'arrêt du système de contrôle.
- L'API n'est pas affecté par les perturbations et variations de la source électrique, et l'état de chaque entrée / sortie est facilement visible grâce à des LEDs.
- Le PC, quant à lui, est idéal pour le dialogue homme / machine, le stockage de données et le traitement d'informations pour la gestion de la production et de la qualité. Bien que les API soient préférables pour le contrôle de la partie opérative, le PC est un complément indispensable pour certaines tâches de supervision et de gestion. La combinaison des deux permet une solution plus efficace, où les avantages de l'un compensent les inconvénients de l'autre.

### III.11. Conclusion

Les API ont permis de mettre en évidence leurs importances et leurs utilités dans le domaine de l'automatisation industriel.

En conclusion, au cours de cette étude, nous avons examiné différents aspect des API sont Les modules, Les langage de programmation, les types d'entrées sorties, Les blocks (OB, FB, FC, DB).



## **CHAPITRE IV**

### ***Réalisations et résultats***

## IV.1. Introduction

Afin de développer notre projet élévateur TV, nous avons élaboré un programme et l'implanté sur API s7-1200 à l'aide du logiciel de conception de programme pour les systèmes d'automatisation. Le but de notre conception est de résoudre les problèmes potentiels qui peuvent survenir. Pour cela, on a collecté toutes les données et les connexions entre les équipements, acquis les outils et les méthodes nécessaires pour gérer de manière optimale un projet d'automatisation en appliquant le cahier des charges qui définit les objectifs et les exigences du projet.

## IV.2. Cahier de charge

1. La machine en état initiale et le support des ventouses en 1<sup>ère</sup> position.
2. Le 1<sup>ère</sup> capteur noté CV11 indique que le 1<sup>er</sup> vérin en état entrant (la présence d'un téléviseur sur le poste de soulèvement).
3. Pour démarrer le 1<sup>ère</sup> cycle en appuyant sur un bouton poussoir « Marche » et le voyant vert s'allume.
4. Le cycle se déroule en deux modes, mode automatique ou mode manuel.
  - ❖ **Mode manuel**
  - 5. Lorsqu'en appuyant sur le bouton poussoir « Action pédale » le premier vérin 1 sort.
  - 6. Le capteur C12 indique la présence de vérin 1, la pompe à vide sera activée.
  - 7. Le 2<sup>ème</sup> vérin sort, le capteur CV22 indique que le 2<sup>ème</sup> vérin est en état sortant, la tige de premier vérin rentre.
  - 8. En appuyant sur le bouton poussoir « Action pédale », la tige du premier vérin sort.
  - 9. Les capteurs CV12 et CV22 indiquent l'état sortant de deux vérins.
  - 10. La pompe à vide relâche
  - 11. La dernière étape indique que les deux tiges des vérins V1 et V2 en état entrant.
  - ❖ **Mode automatique**
  - 12. La méthode manuelle fonctionne par des temporisateurs dans chaque actionnement de 5 Secondes.
  - ❖ **Fonctionnement des voyants**
  - 13. Le voyant vert s'allume quand le système est en mode de fonctionnement

- 14. Le voyant Orange s'allume quand le système est en mode de défaut (si le temps d'exécution dépasse la durée demandée 10 secondes).
- 15. Le voyant rouge s'allume quand le système est en mode d'arrêt (Bouton poussoir « arrêt » ou « arrêt d'urgence »).

### IV.3. Schéma structurel

Notre système automatisé développé est basé sur le schéma structurel ci-dessous.

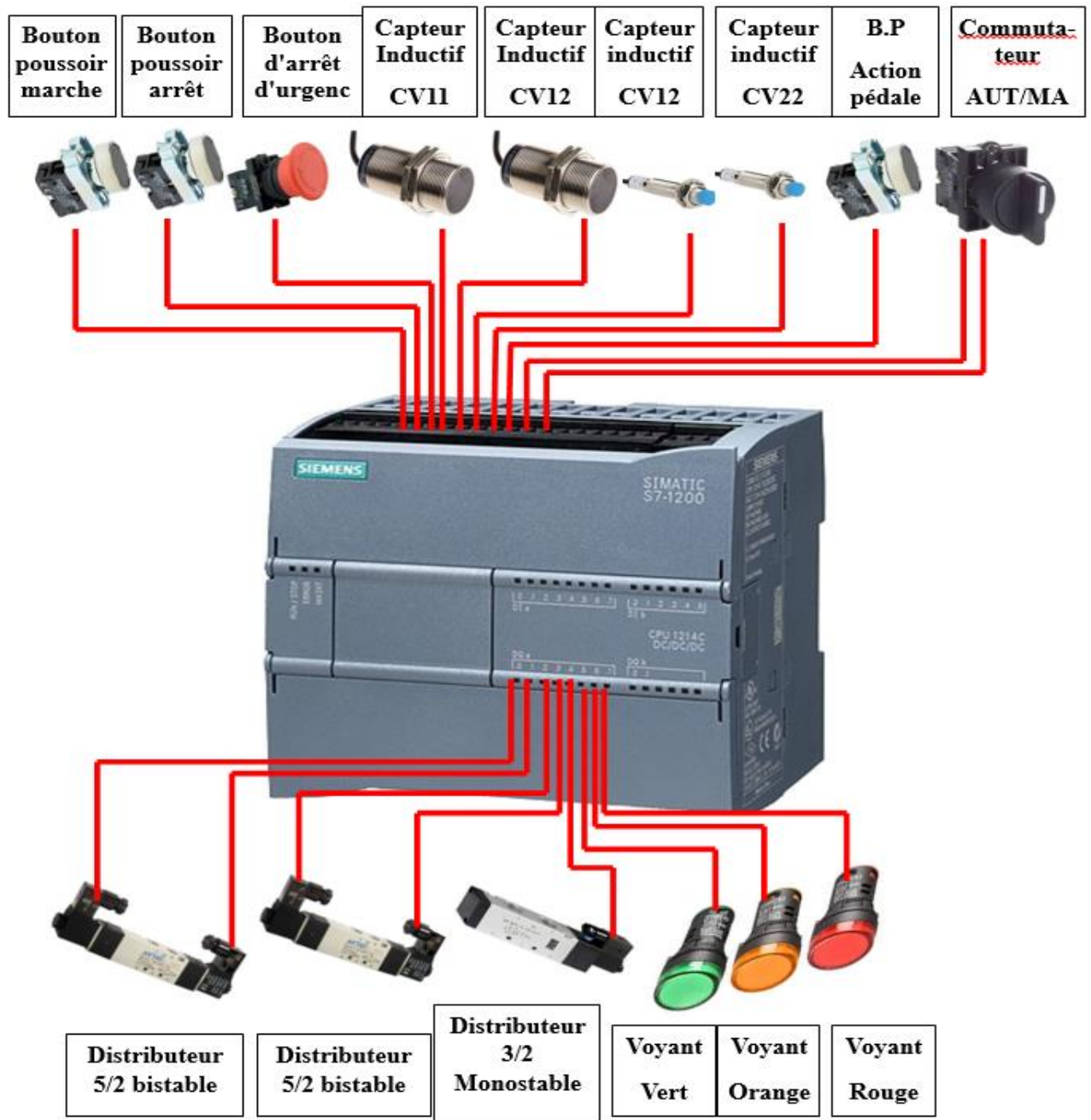
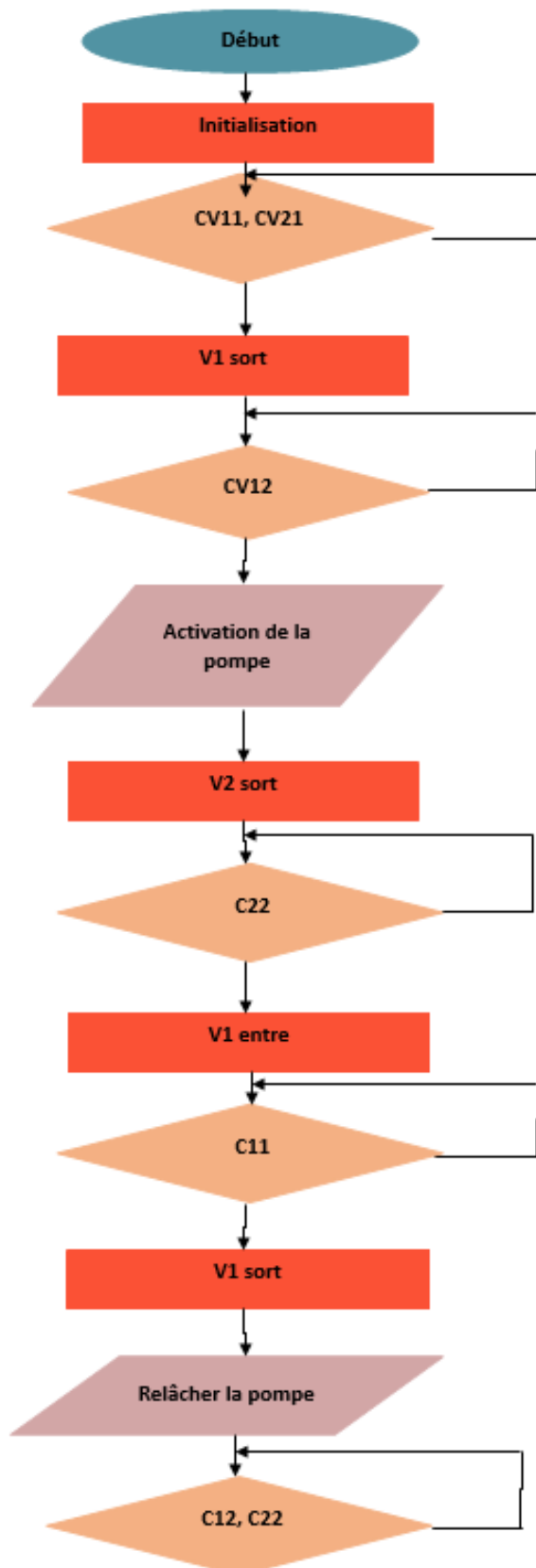


Figure IV.1 : Schéma structurel de la machine élévateur TV.

### IV.4. Organigramme

Le déroulement des étapes fonctionnelles est organisé dans l'organigramme ci-dessous :



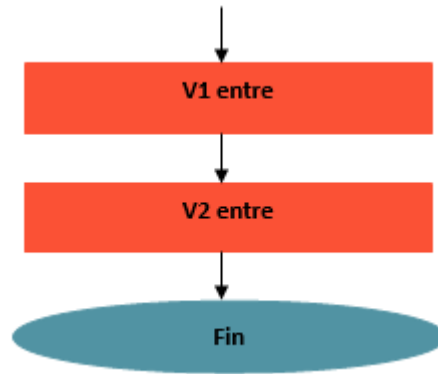


Figure IV.2 : Organigramme du système

## IV.5. Partie puissance

### IV.5.1. L'armoire électrique

L'image ci-dessous représente les différents équipements utilisés de notre armoire électrique :

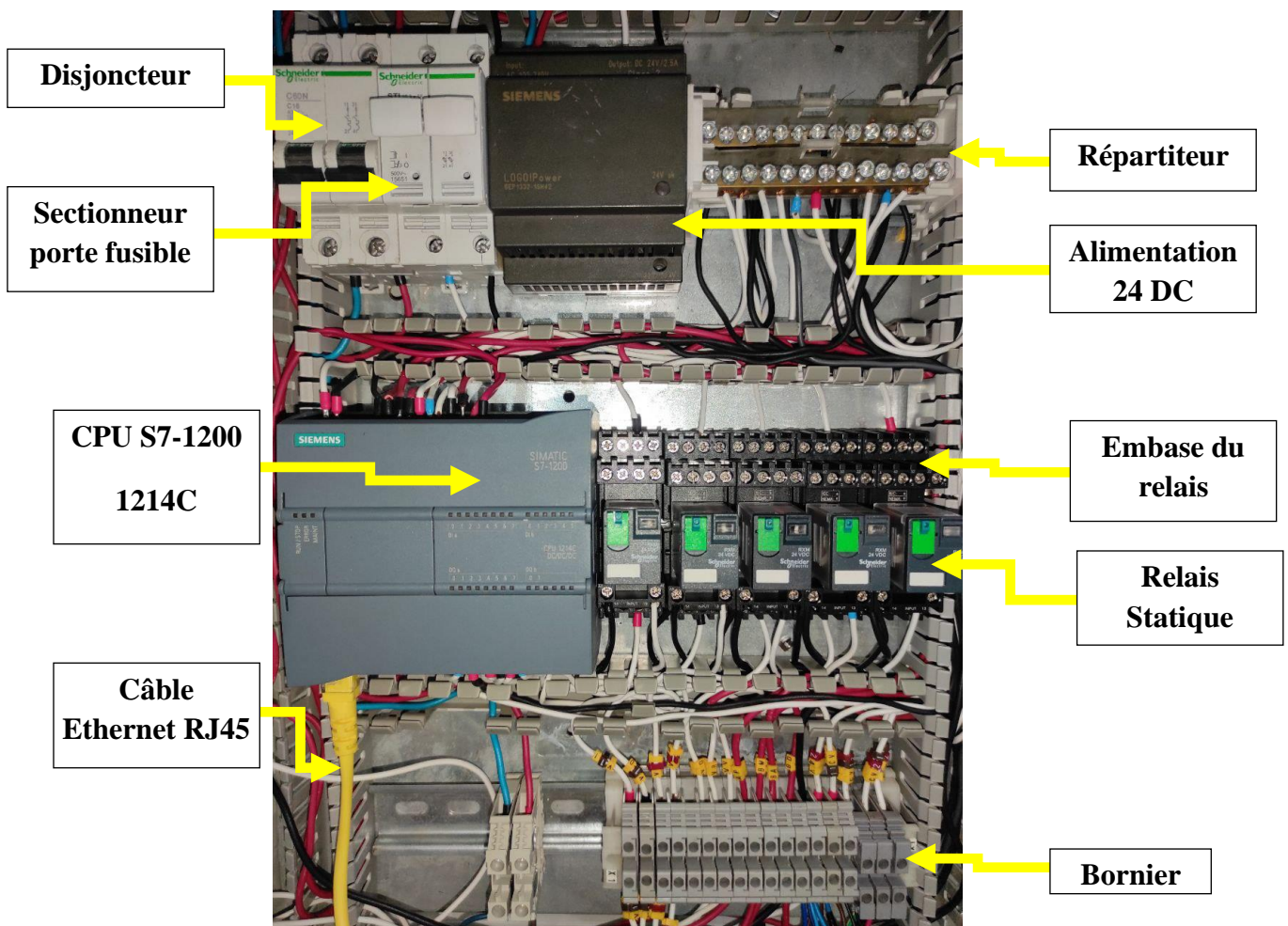


Figure IV.3 : Vue intérieur de l'armoire électrique

La figure ci-dessous représente une vue externe de notre armoire électrique

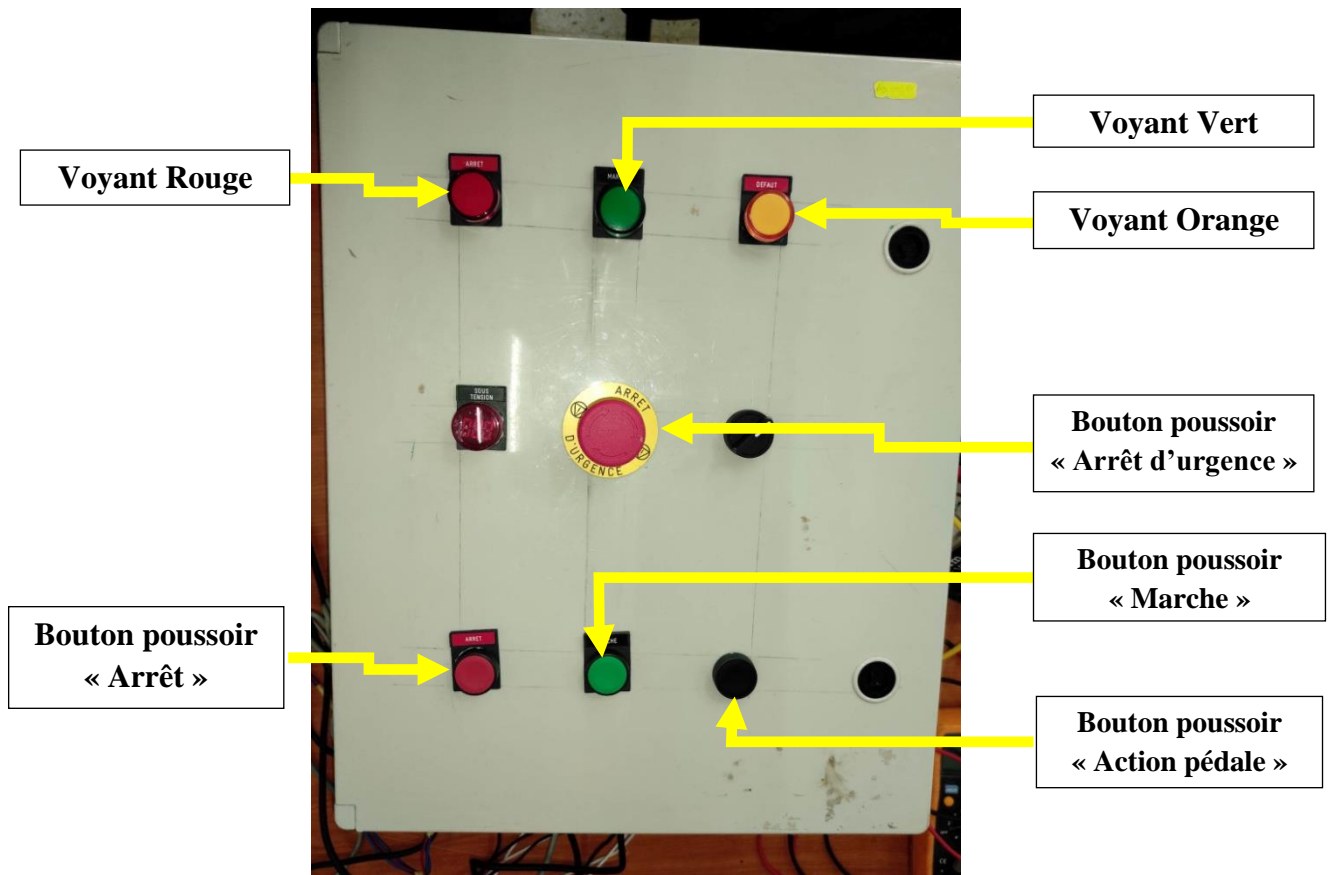



Figure IV.4 : Vue extérieure de l'armoire électrique

#### IV.5.2. Description des différents appareillages électriques utilisés




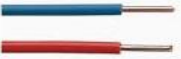




Notre armoire électrique est constituée par les appareillages électriques ci-dessous :

Tableau 4.1 : Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans l'armoire électrique

Matériels	Caractéristiques
<p><b>Relais Statique</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bobine : <b>24 V DC</b></li> <li>✓ Types et composition des contacts : <b>4 NC/NO</b></li> <li>✓ Courant thermique fermé conventionnel : <b>(-40, 55 °C)</b></li> <li>✓ La tension : <b>24 V DC</b></li> <li>✓ Courant : <b>6 A</b></li> <li>✓ Quantité : <b>5</b></li> </ul>



<p style="text-align: center;"><b>Embase du relais</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Courant thermique conventionnel : <b>6 A-12A</b></li> <li>✓ Tension : <b>250V</b></li> <li>✓ Nombre de broches : <b>8 broches</b></li> <li>✓ pôles : <b>2 (A1, A2),</b></li> <li>✓ Quantité : <b>5</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Disjoncteur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type : <b>Magnétothermique</b></li> <li>✓ Nombre des pôles : <b>2 pôles</b></li> <li>✓ Courbe : <b>C</b></li> <li>✓ Courant nominal In : <b>16 A</b></li> <li>✓ Tension nominale Un : <b>400V~</b></li> <li>✓ Courant du court circuit Icu : <b>10 KA</b></li> <li>✓ Quantité : <b>1</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Sectionneur porte fusible</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nombre des pôles : <b>2 pôles</b></li> <li>✓ Taille du fusible porté : <b>10.3 × 38 mm</b></li> <li>✓ Courant maximal supporté I<sub>max</sub> : <b>32 A</b></li> <li>✓ Puissance : <b>3.5 W</b></li> <li>✓ Quantité : <b>1</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Répartiteur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nombre total de raccordements</li> <li>✓ Nombre total de raccordements : <b>13 × 2</b></li> <li>✓ Type de connexion : <b>Visser</b></li> <li>✓ Courant nominal : <b>40 A</b></li> <li>✓ Courant du court circuit : <b>20 KA</b></li> <li>✓ Quantité : <b>1</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Alimentation 24 VDC</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tension d'entrée : <b>Variable 110 → 240 V ~</b></li> <li>✓ Courant d'entrée : <b>2 A max</b></li> <li>✓ Tension de sortie : <b>24 DC</b></li> <li>✓ Courant de sortie : <b>2.5 A</b></li> <li>✓ Puissance nominale : <b>150 W</b></li> </ul>





<p><b>Bouton poussoir</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Courant nominal : <b>3A</b></li> <li>✓ Tension nominale : <b>240 V</b></li> </ul>
<p><b>Arrêt d'urgence</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Courant nominal : <b>3A</b></li> <li>✓ Tension nominale : <b>240 V</b></li> </ul>
<p><b>Bornier électrique</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Taille : <b>2.5 mm<sup>2</sup></b></li> <li>✓ Courant : <b>20 A</b></li> <li>✓ Tension : <b>600 V</b></li> </ul>
<p><b>Fils électrique</b></p> 	<p>Taille : <b>1 mm<sup>2</sup></b> (pour la commande)  <b>1.5 mm<sup>2</sup></b> (pour la puissance)</p>
<p><b>Goulotte de câblage</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Matériel : <b>PVC rigide</b></li> <li>✓ Résistance à la chaleur continue : jusqu'à + <b>60 °C</b>.</li> <li>✓ Taille : <b>40 × 24 mm</b></li> </ul>
<p><b>Commutateur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nombre de position : <b>3 positions</b></li> <li>✓ Courant <math>\leq</math> <b>20 mA</b></li> <li>✓ Puissance nominale : <b>0.5 W</b></li> </ul>
<p><b>Rail oméga</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Taille : <b>35×7.5 mm</b></li> </ul>
<p><b>Voyant</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tension : <b>AC/DC 24DC</b></li> <li>✓ Courant : <math>\leq</math> <b>20 mA</b></li> <li>✓ Puissance nominale : <b>0.5 W</b></li> </ul>

## IV.6. Partie opérative

### IV.6.1. Description des différents matériels dans la partie opérative

Les matériels et leurs caractéristiques techniques utilisés dans la partie opérative est cités de tableau ci-dessous.



Matériels	Caractéristiques
<p style="text-align: center;"><b>Distributeur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type de fluide : <b>Pneumatique</b></li> <li>✓ <b>5/2</b> (5 orifices / 2 positions)</li> <li>✓ Stabilité : <b>Bistable</b></li> <li>✓ Bobine : <b>24 DC</b></li> <li>✓ Pression : <b>10 bar max</b></li> <li>✓ Quantité : <b>2</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Distributeur</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type de fluide : <b>Pneumatique</b></li> <li>✓ <b>3/2</b> (3 orifices / 2 positions)</li> <li>✓ Stabilité : <b>Monostable</b></li> <li>✓ Bobine : <b>24 DC</b></li> <li>✓ Pression : <b>10 bar max</b></li> <li>✓ <b>Quantité : 1</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Vérin</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type de fluide : <b>Pneumatique</b></li> <li>✓ Forme : <b>Cylindré</b></li> <li>✓ Effet : <b>Double effet</b></li> <li>✓ Force : <b>9,9 kgf/cm<sup>2</sup></b></li> <li>✓ Pression : <b>10 bar</b></li> <li>✓ Diamètre de la tige : <b>12 mm</b></li> <li>✓ La course : <b>10 cm</b></li> <li>✓ Quantité : <b>2</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Capteur Inductif</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Technologie : <b>PNP</b></li> <li>✓ Tension : <b>24V DC</b></li> <li>✓ Branchement : <b>2 fil pour alimentation (1ère pour +24 (marron), 2ème fil pour 0V (bleu), et le 3ème pour le signal (Noir).</b></li> <li>✓ Quantité : <b>4</b></li> </ul>

#### IV.6.2. Schéma Pneumatique réalisé

Dans la partie pneumatique on a utilisé deux vérins, le premier vérin noté « V1 » est installé pour descende et monte le TV verticalement et deuxième vérin noté « V2 » pour un

déroulement horizontale en axe  $x$ . Pour détecter les positionnements de ces deux vérins, nous avons installé 4 capteurs inductifs, deux capteurs inductifs fixés devant V1 noté respectivement « CV11 », « CV12 » et les deux autres capteurs fixés devant V2 noté respectivement « CV21 », « CV22 ».

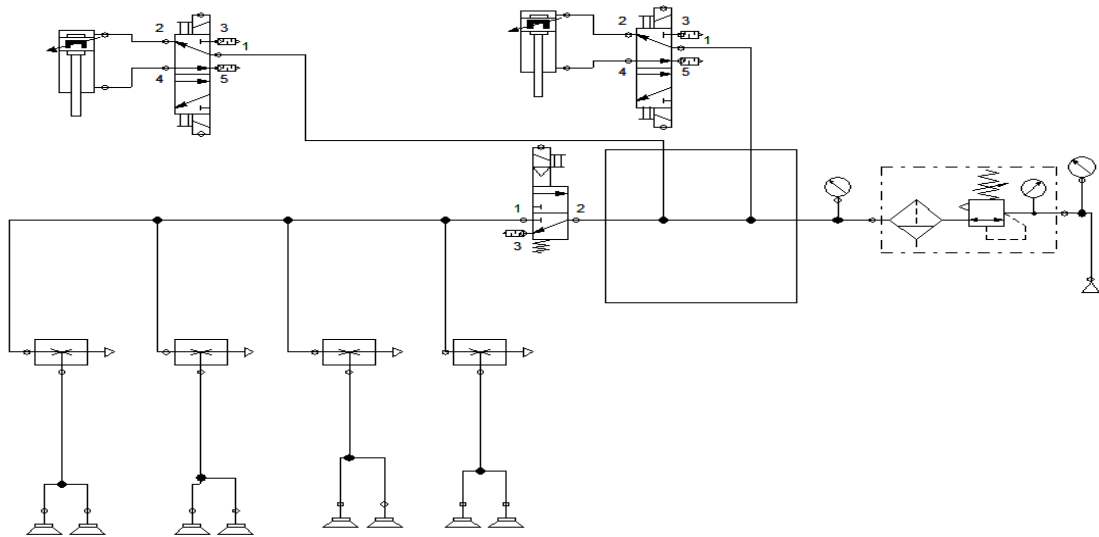


Figure IV.5 : Schéma pneumatique de partie opérative

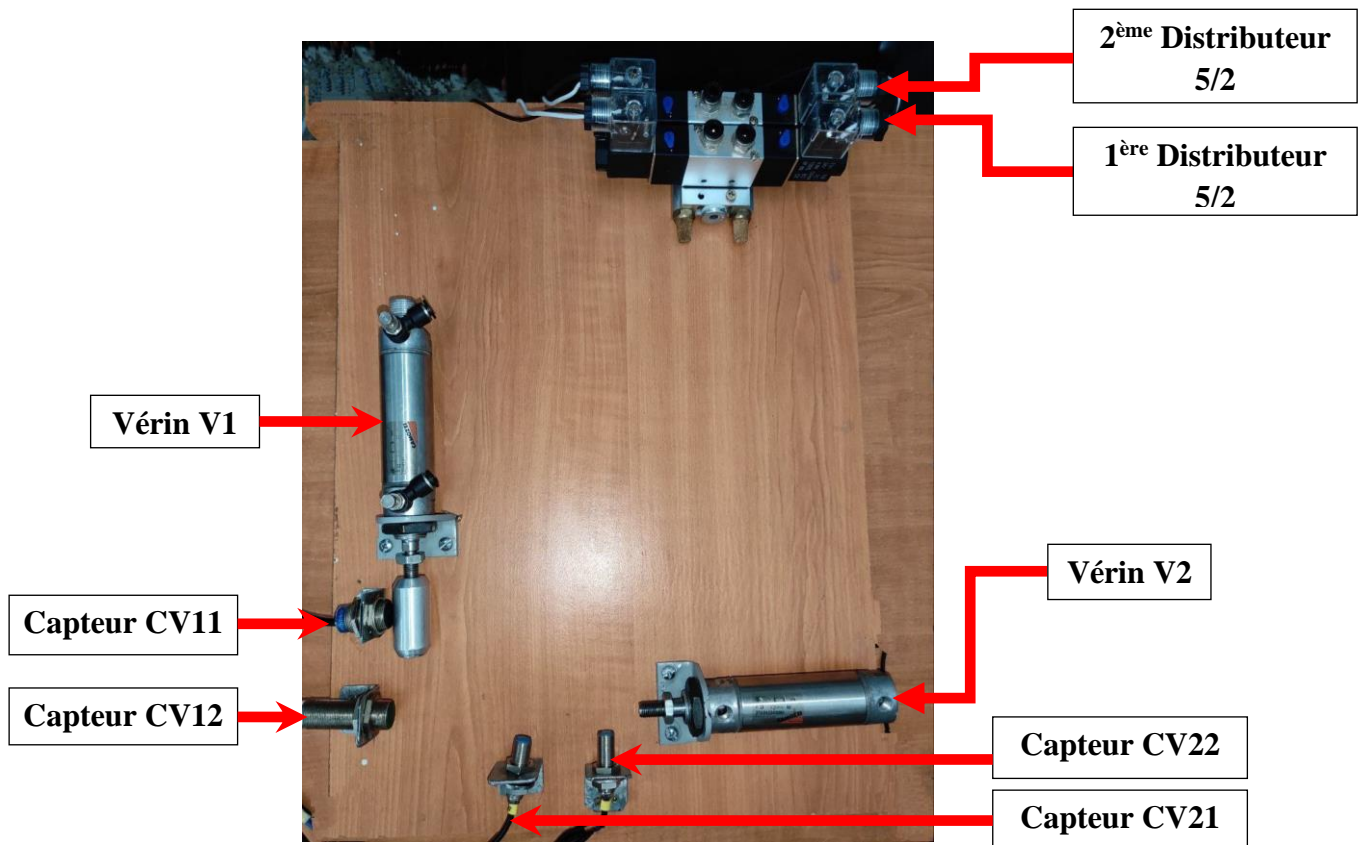


Figure IV.6 : Vue du projet (partie opérative)

## IV.7. Partie de commande

### IV.7.1. Schéma de commande

La partie de commande est pilotée par un CPU de type S7-1200 de gamme 1214C DC/DC/DC.

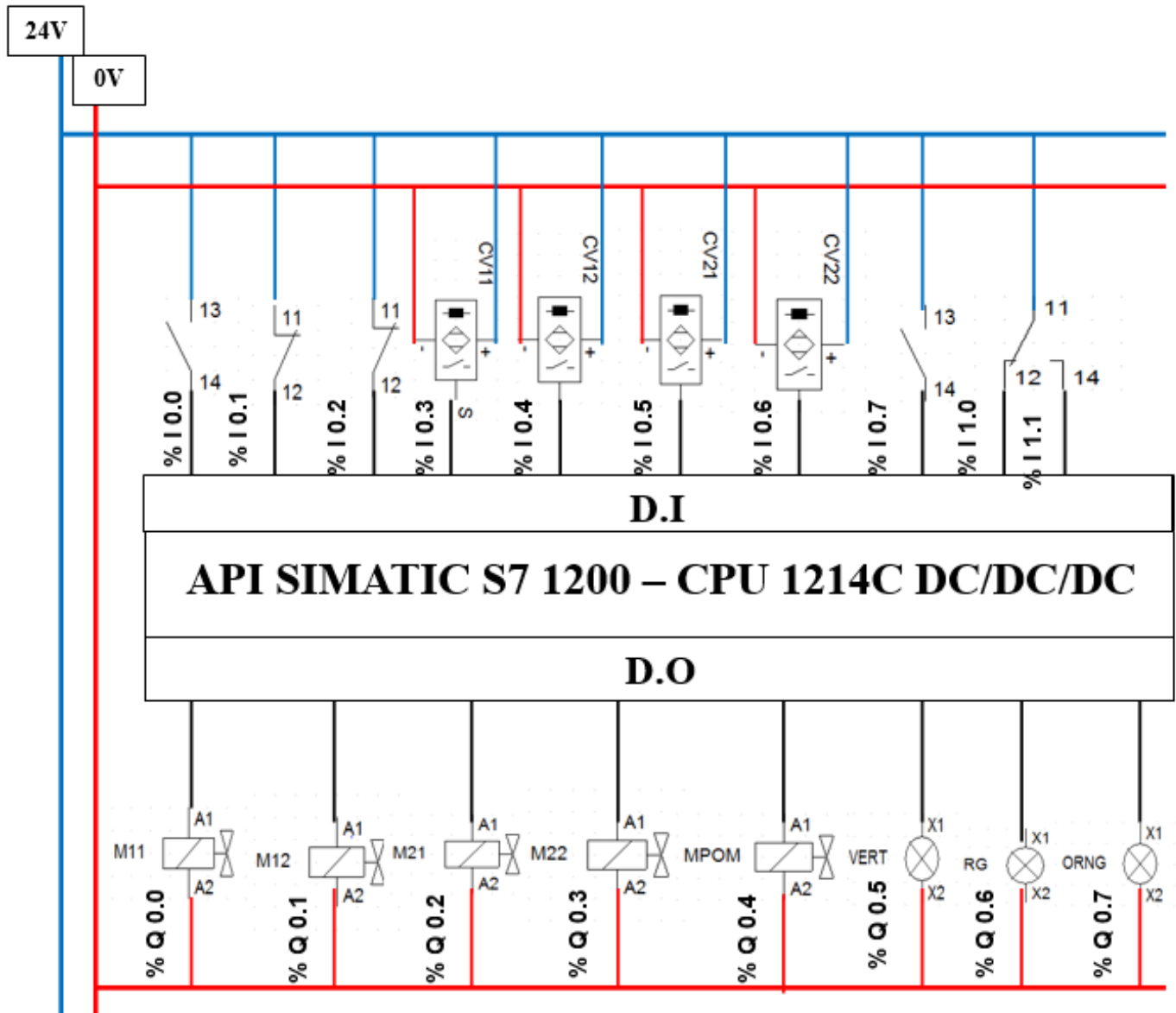


Figure IV.7 : Schéma de commande

### IV.7.2. Programmation avec TiaPortal

#### a. Définition du logiciel

Le TiaPortal est un logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC (S7-1200). Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et la gestion de projet
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors des perturbations des installations.

Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de Microsoft à partir de la version Windows7. Il s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation.

## b. Création d'un projet

### b.1. Préparation de la structure matérielle du projet.

- Lancer le TIA PORTAL et créer un projet :

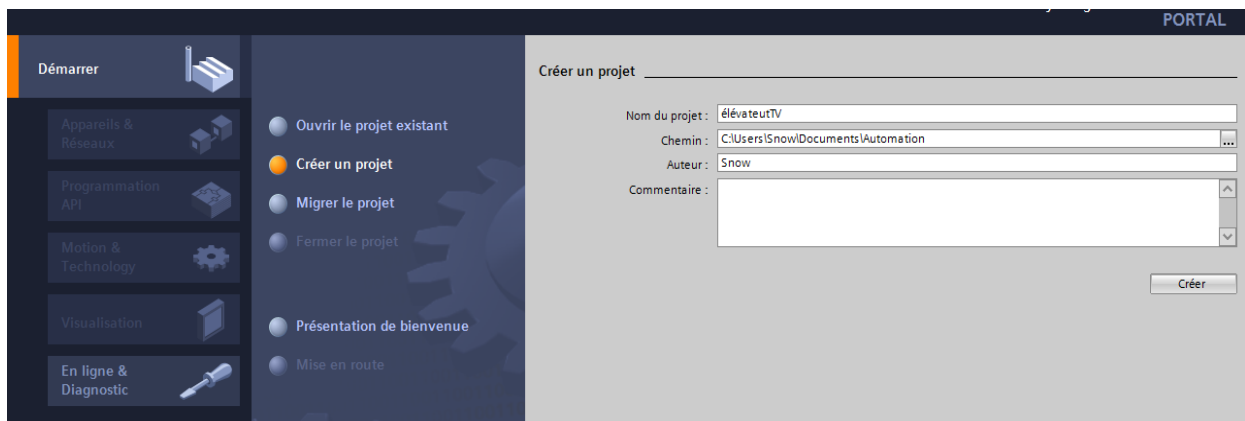


Figure IV.8 : Création d'un projet

Après avoir lancé TIA Portal on sélectionne « **Créer un projet** » ensuite, on choisit le nom du projet « **élevateur TV** » puis on appuie sur « **Créer** ».

- Ajouter un API S7-1200 CPU .....



Figure IV.9 : Création du projet

Après que le projet est crée avec succès, il est temps d'ajouter un API :

- ➔ On sélectionne « Configurer un Appareil ».
- ➔ « Ajouter un appareil ».
- ➔ « SIMATIC S7-1200 ».
- ➔ « CPU ».
- ➔ « CPU1214C DC/DC/DC » et on sélectionne la série suivante : « 6ES7 214-1AG40-0XB0 ».

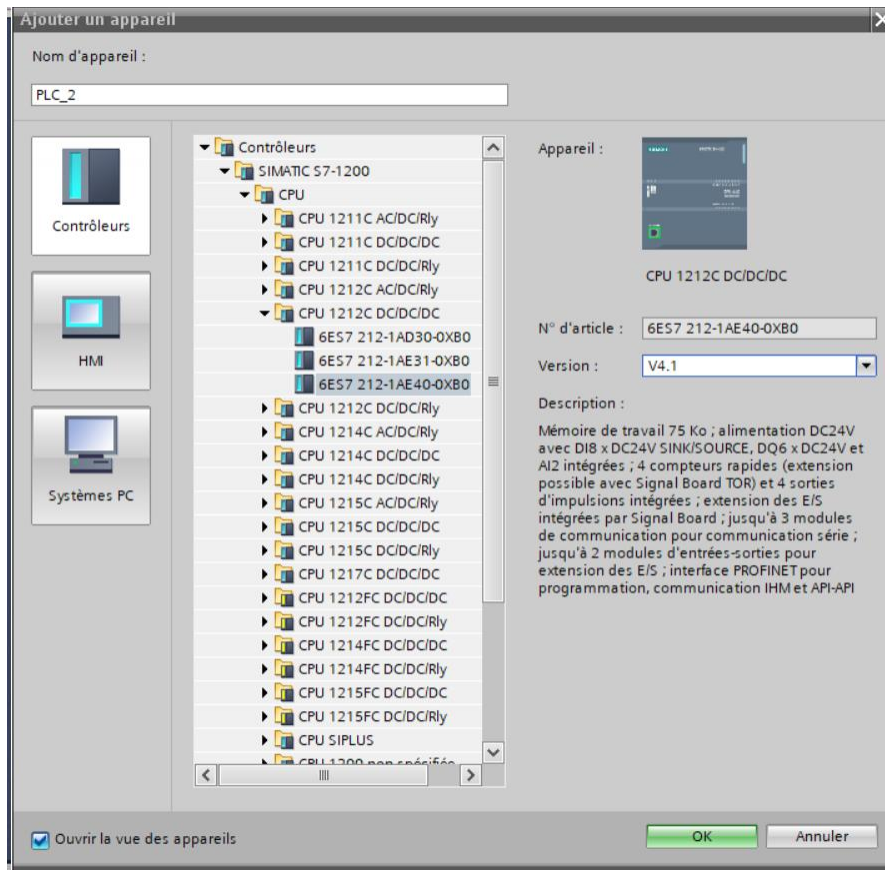


Figure IV.10 : Configuration du CPU

### b.2. Développement du projet

Pour ouvrir un programme, à gauche de l'écran on sélectionne « **Blocs de programme** », puis « **Main [OB1]** ».

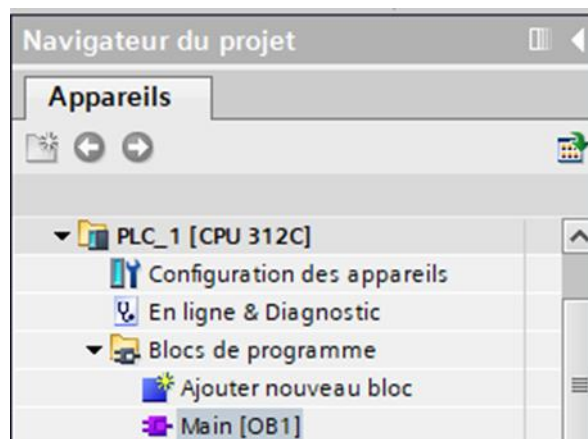


Figure IV.11 : Sélection du Main [OB1]

### b.3. Table de variable

Il faut attribuer chaque contact et sortie à son propre adresse à partir les adresses d'entrées-sorties de l'API, pour ça il faut :

- ➔ Choisir « **variables API** » puis « **Table de variable standard** ».
- ➔ Une nouvelle fenêtre s'ouvre, on donne le nom de l'objet (entrée/sortie) et l'adresse qu'on veut attribuer.
- ➔ Ainsi, on aura le résultat suivant :

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...	Comm
1	bouton march	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	bouton d'arrêt	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	commande automatique	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	commande manuelle	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	CV11	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	CV12	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	CV21	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	CV22	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	capteur optique	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	capteur de dépression	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	action pédal	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	V1int	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	V1out	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	V2out	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	pompe a vide	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	bouton d'arrêt d'urgence	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	voyant orange	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	voyant vert	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	voyant rouge	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	V2int	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	SET/RESET	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	srpop	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	<Ajouter>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV.12 : Création des Entrée/Sortie avec leur propre adresse

Puis on sélectionne « ajoute nouveau bloc » et on choisi « **Bloc OB, FC, DB** » puis on choisi le langage de programme « **Ladder (CONT)** »



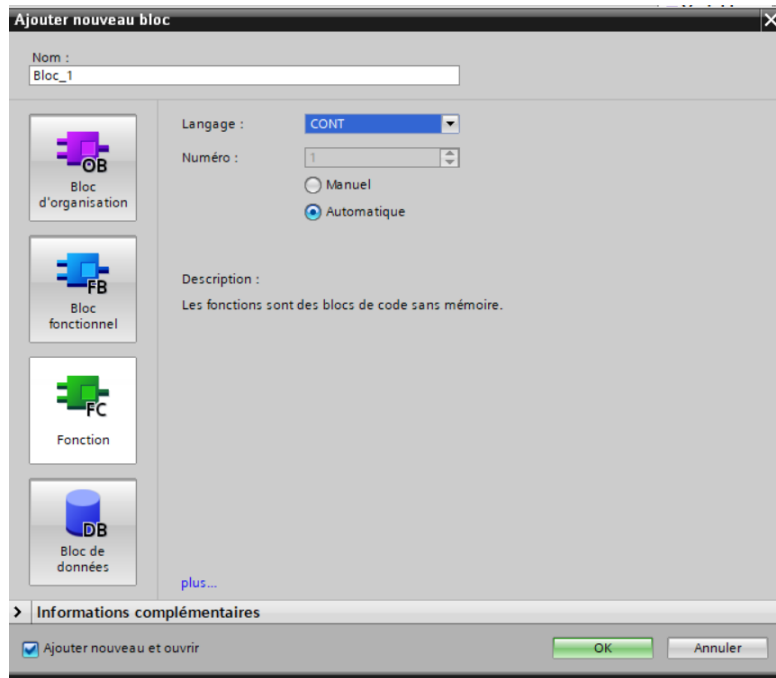


Figure IV.13 : Ajoute un nouveau bloc

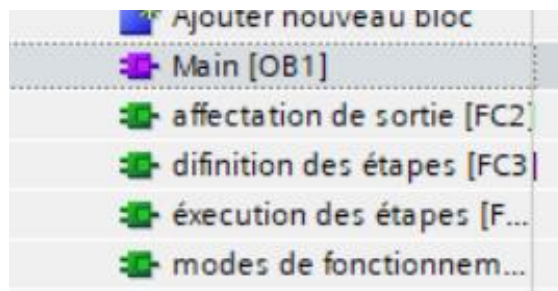


Figure IV.14 : Bloc FC

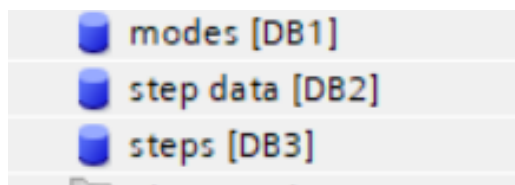
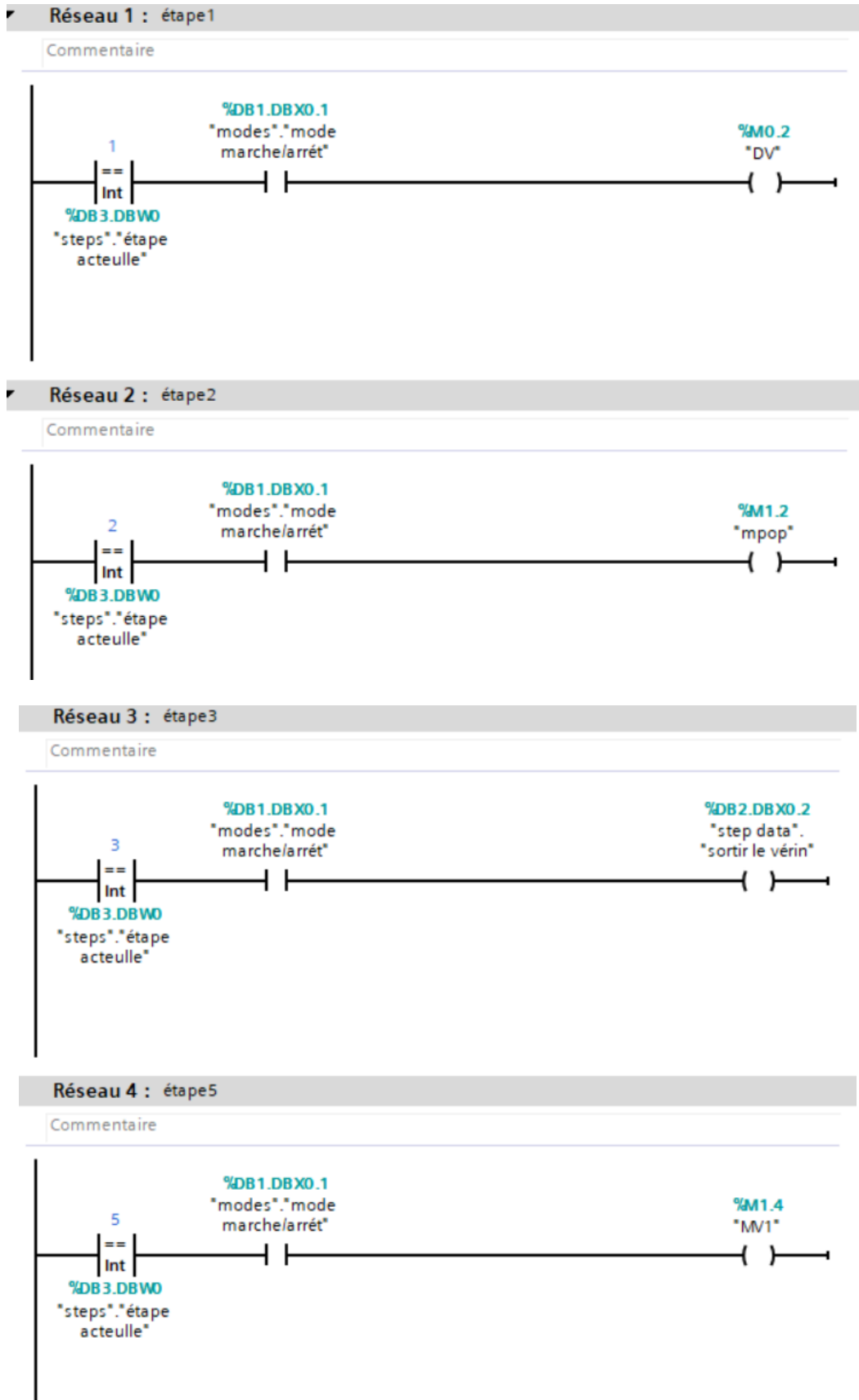


Figure IV.15 : Bloc DB



**b.4. bloc FC1 « exécution des étapes »**



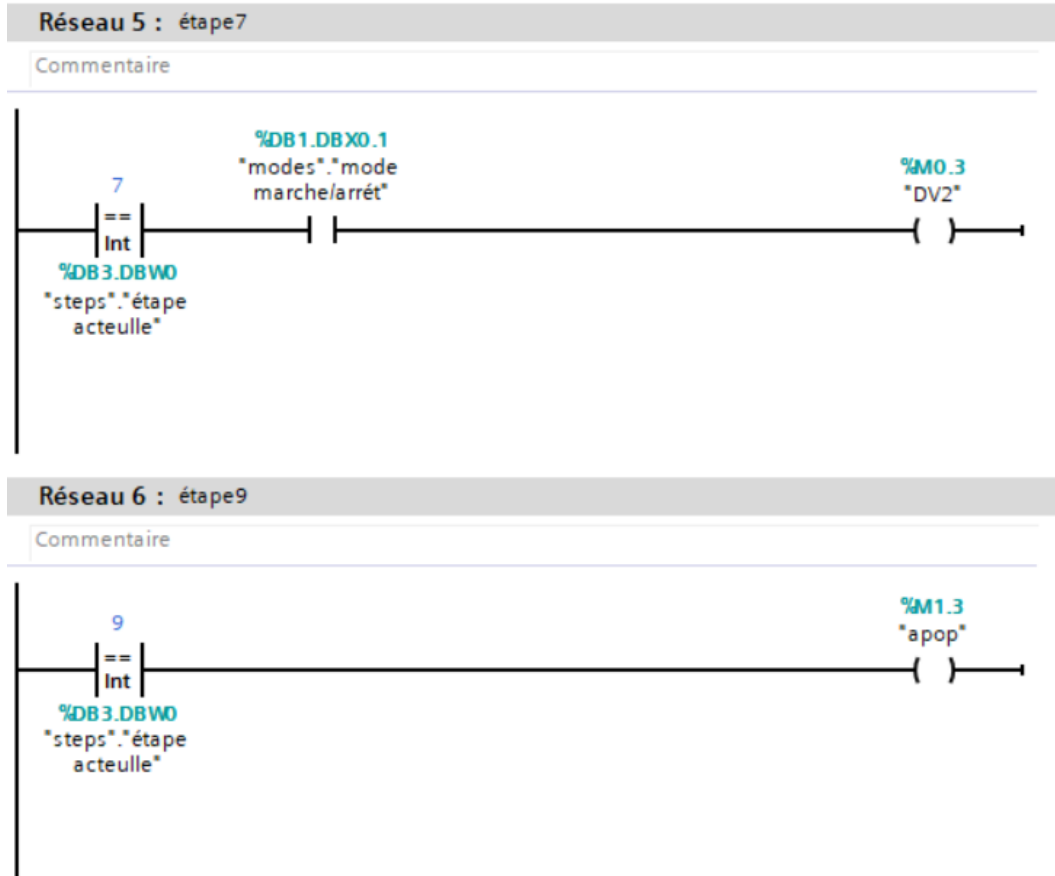


Figure IV.16 : Programme développé en Ladder

## IV.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons commencé à expliquer le cahier charges pour réaliser la machine élévateur de téléviseurs et l'organigramme qui constitue plus de détail du fonctionnement de notre projet. Ensuite, nous avons expliqué en détail les trois parties réalisées tel que la partie puissance et la partie de commande.

## Conclusion générale

Ce modeste travail nous a permis d'approfondir dans la théorie des automates programmables industriels, ce qui a enrichi nos connaissances dans ce domaine. Ainsi le stage que nous avons fait au niveau de l'unité d'assemblage Bomare, nous a donné l'occasion d'appliquer les notions théoriques acquises pendant notre cycle d'étude.

Dans cette étude nous avons utilisés plusieurs logiciels comme Fluide-sim pour la réalisation des différents schémas pneumatique et électrique, STEP7 pour la configuration et la programmation de l'automate S7-1200 et PLCSIM pour la simulation du programme.

Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme SIMENS leurs caractéristique ainsi que les langages de la programmation utilisable. La communication et le transfert d'informations via un réseau rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage

Ce projet de point de vue économique est très bénéfique, est rend service très remarquable sur l'unité Assemblage dans la société « Bomare ».

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle et être bénéfique aux promotions futures.

## *Référence Bibliographiques*

- [1] Mohammed MAATOU, Abderrahman BELLAGH, Automatisation et réalisation à petite échelle (maquette) d'une chaîne transporteuse de briques, mémoire de fin d'études, Université Hassiba Benbouali de Chlef, 2016.
- [2] Alain GONZAGA, Les automates programmables industriels, cours.
- [3] Simon Moreno et Edmond Peulot, LE GRAFCET : Conception-Implantation dans les Automates Programmables Industriels, Edité par Casteilla, 1996.
- [4] Sandra BENELMADJAT, Implémentation de la commande d'une machine de lyophilisation sur un automate programmable (avec élaboration d'une interface homme machine), mémoire de fin d'études, école nationale polytechnique, 2003
- [5] Gilles Michel, Claude Laurgeau et Bernard Espiau, Les automates programmables industriels, Dunod, 1979.
- [6] Houda BEL MOKADEM, Vérification des propriétés temporisées des automates programmables industriels, thèse de doctorat, l'école normale supérieure de Cachan, 2007.
- [7] William BOLTON, Automates programmables industriels, Dunod, 2015.
- [8] Christian Merlaud, Jaques Perrin, Jeanpaul Trichard « Automatique informatique industrielle » édition 1995.
- [9] M.L. Fas, " Cours actionneurs ", Support de cours, Université Saad Dahleb de Blida 1, 2017.
- [10] J. Perrain, F. Binet, J.J. Doumer, C. Merlaud, J.P. Trichard, "Automatique et informatique industrielle", Edition Nathan, 2006.
- [11] A. Simon, "Automates programmables industriels Niveau 1", Edition l'Elan-Liège, 1991.
- [12] M. Bertrand, "Technique de l'ingénieur, automates programmables industriels", 1<sup>ère</sup> Edition, 2001.
- [13] L. Sari, "Prise en Main de TIA Portal (Siemens)", Support de cours, Département GEII, IUT de Toulon, 2016.
- [14] W. Bolton, "Automates Programmables Industriels", 2<sup>ème</sup> édition, DUNOD, 2015.
- [15] J.C. Boinot, Y. Maridor, N. Croset, S. Pittet, "Commande programmable, tome II ", Support de cours, Centre professionnel du noir vaudois, 2014.
- [16] P.C. Jong, "Les capteurs et instrumentation industrielle", DUNOD, 2001.