

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



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

**Mémoire de Fin d'Etudes  
De MASTER ACADEMIQUE**

Domaine: **Sciences et Technologies**

Filière: **Génie électrique**

Spécialité : **Electronique d'instrumentation**

Présenté par :

HAMAM Wassila

IDRES Naima Cylea

Thème

**Mise en place d'un système didactique pour  
la programmation PLC des systèmes types  
ascenseur**

Lieu de stage

Centre de Développement des Technologies Avancé BABA HASSEN  
« CDTA »

Promoteur :

M<sup>r</sup> R. ZIRMI

Encadreur :

M<sup>elle</sup> K.TEBANI

Promotion: 2017/2018

## *Remerciements*

*Nous tenons à remercier le dieu, le tout puissant, de nous avoir donné le courage et la patience jusqu'à l'achèvement de ce travail.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos sincères remerciements à notre promoteur Mr ZIRMI pour sa disponibilité et son encadrement, ainsi que pour son soutien tout au long de l'année.*

*Nous tenons à remercier vivement notre maitre de stage, Mr GAHAM, attache de recherche au service automatique et robotique au sein de Centre Algérien de Développement et des Technologies , pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien.*

*Egalement, nous remercions les membres de jury, qui ont accepté d'évaluer ce travail.*

*Nous aimerions également remercier tous nos amis(e) de leurs soutient et aide et qui nos ont donnés la force pour résisté.*

**Cylea et Wassila**



## ***Dédicaces***

*A mes très chers parents,*

*A mon cher frère MALIK et ma chère sœur*

*WISSAM,*

*A toute la famille HAMAM,*

*A tous mes chers(e) amis(e).*

*A tous ceux qui m' ont aidé de près ou  
de loin.*

*Je dédie ce travail.*

***Wassila***



## *Dédicace*

*A mes chers parents,  
A mes chers frères et ma sœur,  
A toute la famille IDRES,  
A tous mes chers(e) amis(e).*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*Je dédie ce travail.*

*Cylea*



|                |   |
|----------------|---|
| <b>API</b>     | Automates Programmable Industriels  |
| <b>TOR</b>     | Tout Ou Rien  |
| <b>IL</b>      | Instruction List  |
| <b>ST</b>      | Structured Text   |
| <b>LD</b>      | Ladder Diagram  |
| <b>FBD</b>     | Fonction block Diagram  |
| <b>ST</b>      | Le langage Texte structuré  |
| <b>MPI</b>     | Interface multipoint  |
| <b>PO</b>      | La Partie Opérative   |
| <b>PC</b>      | La Partie Commande  |
| <b>PP</b>      | La Partie Pupitre   |
| <b>UC</b>      | Unité Centrale  |
| <b>RAM</b>     | Random Access Memory  |
| <b>ROM</b>     | Read Only Memory  |
| <b>PROM</b>    | Programmable ROM  |
| <b>EPROM</b>   | Erasable PROM   |
| <b>EEPROM</b>  | Electrically EPROM  |
| <b>GRAFCET</b> | Grphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions   |
| <b>SFC</b>     | Sequential Fonction Chart   |
| <b>CPU</b>     | Central Processing Unit   |
| <b>IHM</b>     | des interfaces homme machin   |
| <b>OB</b>      | Les blocs d'organisation  |
| <b>FC</b>      | Les blocs de fonctions  |
| <b>FB</b>      | Les blocs fonctionnels  |
| <b>AFCET</b>   | Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique                                |
| <b>ADEPA</b>   | Agence Nationale pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie Norme IEC 1131.3 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1.1</b> : Types d'ascenseur hydraulique.....                        | 7  |
| <b>Figure 1.2</b> : Ascenseur électrique. ....                                | 9  |
| <b>Figure 1.3</b> : Principe de fonctionnement d'un ascenseur électrique..... | 9  |
| <b>Figure 1.4</b> : Ascenseur à moteur-treuil.....                            | 10 |
| <b>Figure 1.5</b> :Ascenseur à moteur à attaque directe.....                  | 10 |
| <b>Figure1.6</b> : Exemple d'un ascenseur didactique.....                     | 14 |
| <b>Figure 1.7</b> : Schéma de la maquette. ....                               | 15 |
| <b>Figure 2.1</b> : Schéma de la structure d'un système automatisé.....       | 17 |
| <b>Figure 2.2</b> : schéma de fonctionnement d'un capteur .....               | 19 |
| <b>Figure2.3.</b> : Schéma de fonctionnement d'un actionneur .....            | 19 |
| <b>Figure 2.4</b> : Eléments d'un API type compact .....                      | 21 |
| <b>Figure 2.5</b> . Eléments d'un API type modulaire.....                     | 22 |
| <b>Figure 2.6</b> : La structure générale d'un API.....                       | 23 |
| <b>Figure 3.1</b> :L'automate SIMATIC S71500 .....                            | 32 |
| <b>Figure 3.2</b> : Les composants de l'automate S7-1500 .....                | 32 |
| <b>Figure 3.3</b> :CPU1515-2PN .....  | 33 |
| <b>Figure3.4</b> : Constitution de l'API S7-1500 .....                        | 35 |
| <b>Figure 3.5</b> : L'alimentation PSU100S .....                              | 36 |
| <b>Figure 3.6</b> : Vue de portails .....                                     | 37 |
| <b>Figure 3.7</b> : Vue du projet .....                                       | 38 |
| <b>Figure 3.8</b> : Création d'un projet .....                                | 39 |
| <b>Figure 3.9</b> : Configuration et paramétrage du matériel .....            | 39 |
| <b>Figure 3.10</b> : Configuration et paramétrage du matériel .....           | 40 |
| <b>Figure 3.11</b> : Adressage des E/S. ....                                  | 40 |
| <b>Figure 3.12</b> : Vue SIMATIC HMI .....                                    | 41 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 3.13:</b> Création d'un nouveau bloc .....        | 42 |
| <b>Figure 3.14 :</b> Exemple simple d'un grafcet .....      | 44 |
| <b>Figure 3.16 :</b> Des différents états des l'étape ..... | 45 |
| <b>Figure 3.17:</b> Une transition .....                    | 46 |
| <b>Figure 3.18:</b> Une réceptivité.....                    | 46 |
| <b>Figure 3.19:</b> Liaisons orientées .....                | 46 |
| <b>Figure 3.20 :</b> Séquence unique.....                   | 47 |
| <b>Figure 3.21 :</b> Une séquence simultanée. ....          | 48 |
| <b>Figure 3.22 :</b> Divergence et convergence en ET .....  | 49 |
| <b>Figure 3.23:</b> Divergence et convergence en OU.....    | 50 |
| <b>Figure 3.24 :</b> Saut et reprise d'étapes.....          | 50 |
| <b>Figure 4.1.</b> Les composants de l'ascenseur. ....      | 53 |
| <b>Figure 4.2 :</b> Câblage de l'ascenseur .....            | 56 |
| <b>Figure 4.3 :</b> Relais utilisé. ....                    | 58 |
| <b>Figure 4.4 :</b> Configuration matériel.....             | 59 |
| <b>Figure 4.5.</b> Table des variables.....                 | 60 |
| <b>Figure 4.7.</b> Boite de demande extérieure .....        | 62 |
| <b>Figure 4.8.</b> Boite de demande intérieure .....        | 62 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 3.1:</b> Les caractéristiques techniques de CPU 1515-2PN ..... | 34 |
| <b>Tableau 3.2.</b> Principaux éléments du Ladder .....                   | 51 |
| <b>Tableau 4.1.</b> Les composants de l'ascenseur .....                   | 54 |
| <b>Tableau 4.2.</b> Code couleurs des câbles.....                         | 55 |
| <b>Tableau 4.3.</b> Les entrés de l'API. ....                             | 57 |
| <b>Tableau 4.4 :</b> Les sorties de l'API.....                            | 57 |
| <b>Tableau 4.5.</b> Tableau des entrées sorties .....                     | 63 |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Introduction générale</b> ..... | 1 |
|------------------------------------|---|

## **Chapitre 1 : généralités sur les ascenseurs**

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Préambule .....  | 3  |
| 1.2. Historique .....   | 3  |
| 1.3. Définition d'un ascenseur.....   | 5  |
| 1.4. Les différents types d'ascenseur .....                                       | 5  |
| 1.5. Les familles d'ascenseurs .....  | 6  |
| 1.5.1. Les ascenseurs hydrauliques .....  | 6  |
| 1.5.2. Les ascenseurs électriques .....   | 8  |
| 1.6. Les critères du choix du type d'ascenseur .....                              | 11 |
| 1.7. Les différentes parties d'un ascenseur a traction a câble (électrique) ..... | 11 |
| 1.8. Les ascenseurs didactiques.....  | 14 |
| 1.9. Discussion .....   | 16 |

## **Chapitre 2 : généralités sur les API**

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Préambule .....                                     | 17 |
| 2.2. Les systèmes automatisés.....                       | 17 |
| 2.3. Les automates programmables industriels (API) ..... | 20 |
| 2.4. Les capteurs .....                                  | 27 |
| 2.5. Etude des relais .....                              | 28 |
| 2.6. Discussion .....                                    | 30 |

## **Chapitre 3 : l'automate et le logiciel utilisé**

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Préambule .....  | 31 |
| 3.2. Etudes de l'automate programmable industriels utilisé .....          | 31 |
| 3.3. Logiciel Totally Integrated Automation Portal "TIA Portal V14" ..... | 36 |
| 3.4. Grafcet .....  | 43 |
| 3.5. Ladder .....   | 51 |
| 3.6. Conclusion .....   | 52 |

**Chapitre 4 : l'automatisation de l'ascenseur**

4.1. Préambule..... 53

4.2. Identifications des composants..... 53

4.3. Le câblage entre l'ascenseur et l'API..... 54

4.4. Configuration du matériel ..... 56

4.5. Programmation de l'automate ..... 58

4.6. Discussions des résultats et propositions des améliorations ..... 61

4.7. Discussion ..... 65

**Conclusion générale ..... 67**

# **Introduction Générale**

Les systèmes automatisés remplacent l'homme dans des opérations dangereuses répétitives ou pénibles (robot aspirateur, boîte de vitesse automatique, pilote automatique, allumage automatique des phares). Les systèmes automatisés permettent de diminuer les erreurs et d'augmenter la rapidité.

L'automatisation nous permet de remplacer un système à logique câblé par un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions automatique pour assurer la commande de pré actionneur et d'actionneur à partir d'information logique , analogique ou numérique ,et la surveillance des processus industriel, qui est le cas de notre projet.

Dans le domaine de l'automatisation, l'informatique a permis à l'industrie de développer beaucoup de choses, et cela par la connexion d'un ordinateur à un système automatisé. La connexion d'automates à un ordinateur a permis de franchir une étape de plus dans la voie du progrès technologique.

Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les Systèmes Automatisés, car ces derniers rendent la capacité de production très élevée dans tous les domaines industriels en fournissant un produit de qualité et en augmentant la sécurité de l'homme.

Les automates programmables industriels répondent aujourd'hui à toutes les exigences de l'industrie. Le SIMATIC constitue une vaste plateforme d'automatisation offrant des solutions à des problèmes complexes pour tous les secteurs d'activité.

Le TIA PORTAIL est un logiciel qui a été conçu dans un souci d'homogénéité et de complémentarité avec un système de contrôle et de commande, offrant des fonctions conviviales de conduite et de simulation du processus, ce qui simplifie d'une manière considérable la mise en œuvre de nombreuses caractéristiques du système de commande, notamment la gestion de base de données commune.

De nos jours, on trouve les systèmes automatisés un peu partout, on peut citer comme exemple bien spécifié les ascenseurs qui font l'objet du travail de notre projet de fin d'étude.

Dans ce contexte, le travail qui nous a été proposé par le centre de recherche de BABAHSSEN « Centre de Développement des Technologies Avancées », (CDTA) consiste à étudier un ascenseur didactique fonctionnant avec une logique câblée, améliorer son

fonctionnement et cela par l'automatisation de cet ascenseur en utilisant un automate programmable industriel, en fin proposer des améliorations pour cet ascenseur

Pour répondre à cette problématique nous avons présenté le travail comme suit :

- ❖ Généralité sur les ascenseurs comme chapitre 1 pour bien comprendre leur fonctionnement ;
- ❖ Généralité sur les systèmes automatisée et les API comme chapitre 2 ;
- ❖ L'API utilisé et le logiciel de programmation comme chapitre 3 ;
- ❖ En en terminera par l'automatisation de l'ascenseur dans le chapitre 4.

# **Chapitre 1**

**généralité sur les ascenseur**

## 1.1. Préambule

L'ascenseur est devenu un moyen de transport le plus utilisée dans le monde, indispensable dans la vie quotidienne des personnes, soit pour faciliter leur déplacement ou bien pour transporter leurs objets quotidiens dans les hauts immeubles.

Dans ce chapitre nous présentons brièvement l'histoire de l'ascenseur, définir son fonctionnements, définir ses différentes parties, et définir ses différents types qui existe.

## 1.2. Historique

Depuis la plus haute antiquité, les hommes ont cherché un moyen de favoriser le déplacement vertical des charges. La construction des pyramides, l'architecture romaine et leurs vestiges nous en laissent les preuves. [6]

Les premiers ascenseurs ont été appelé les palans sont connus pour avoir été utilisés dans la Rome antique dès 336 avant JC, avec la première référence d'un construit par le talentueux Archimède. Les ascenseurs étaient en usage pendant le Moyen Age, et ont été opérés par la puissance animale et humaine ou par des mécanismes actionnés par l'eau.[5]

En 1793, un mécanicien et inventeur russe créa le premier ascenseur qui souleva sa cabine à l'aide de mécanismes à vis. Ses ascenseurs ont été installés dans deux palais royaux russes Saint-Pétersbourg et Moscou.

La révolution dans la technologie des ascenseurs a commencé avec l'invention de l'hydraulique et de l'électricité. Les ascenseurs hydrauliques étaient le plus souvent utilisés pour transporter des marchandises sur de petites distances verticales. Ils ont fonctionné sur un principe que la pompe à eau a augmenté la pression du plongeur principal qui a poussé le compartiment de fret vers le haut.[7]

L'ascenseur tel que nous le connaissons aujourd'hui a d'abord été développé au cours des années 1800 et reposait sur des pistons à vapeur ou hydraulique pour la capacité de levage et Un précurseur de l'élévateur à traction moderne était utilisé en Grande-Bretagne en 1835. Dans ce cas, le câble de levage passait sur une poulie entraînée par courroie, ou poulie, sur un contrepoids se déplaçant dans des guides. La traction vers le bas exercée par les deux poids

retenait la corde contre sa poulie, créant une traction suffisante entre les deux, de sorte que la poulie tournante tirait la corde.[6]

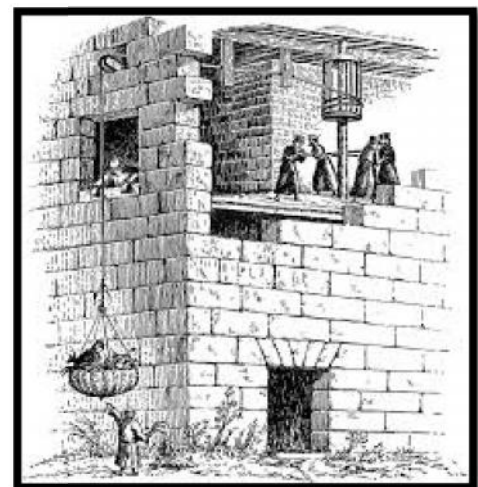
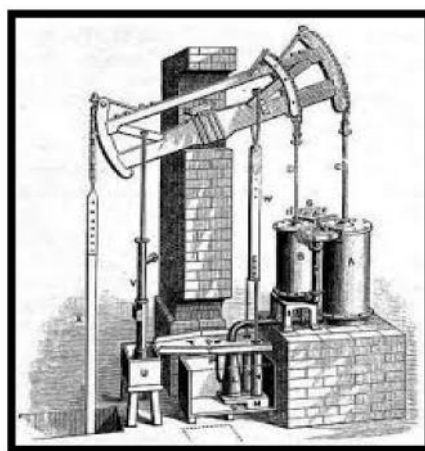
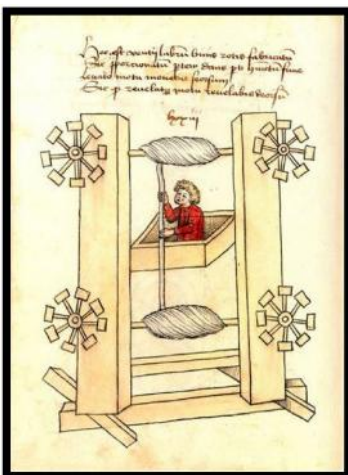
C'est en 1852 que naît véritablement le concept d'ascenseur moderne grâce à l'invention du parachute. Elisha Graves Otis a présenté le premier dispositif de sécurité pour les ascenseurs.

L'innovation de sécurité d'Otis est encore utilisée aujourd'hui, bien qu'elle ait été cultivée et perfectionnée au fil du temps. Ce qui rendait l'application d'Otis remarquable, c'est qu'il avait installé un mécanisme de sécurité un frein pour empêcher l'ascenseur de tomber en chute libre si les câbles se brisaient pour une raison quelconque.[7]

En 1878, Otis disposait de deux nouveaux produits : un ascenseur hydraulique très rapide (de 3 à 4 mètres par seconde) et un dispositif de parachute actionné par un limiteur de vitesse.

Le moteur électrique a été introduit dans la construction d'ascenseur en 1880 par l'inventeur allemand Werner von Siemens, La sécurité et la vitesse des ascenseurs électriques ont été considérablement améliorées avec le temps.

En 1900, des ascenseurs entièrement automatisés étaient disponibles et l'équipement informatique a été développé pour compiler automatiquement des informations qui ont considérablement amélioré l'efficacité opérationnelle des ascenseurs dans les grands bâtiments.



**1.3. Définition d'un ascenseur : [8]**

L'ascenseur est un dispositif mobile permettant la monter et la descente d'usagés ou d'objet sur différents niveaux. L'ascenseur se déplace sur des guides verticaux.

Il joue à la fois un rôle social clé dans l'autonomie des personnes âgées de plus en plus nombreuses ainsi qu'aux personnes à mobilité réduite. Il répond également à une urbanisation toujours plus forte.

**1.4. Les différents types d'ascenseur : [3]**

Les ascenseurs peuvent être catégorisés en fonction de leur mécanisme, de la hauteur, du type de bâtiment, de l'emplacement et des utilisations.

Voici quelques types d'ascenseurs les plus courants qui répondent aux besoins d'un bâtiment et à ceux qui l'utilisent :

**1.4.1. Ascenseurs de passager :** C'est le type d'ascenseur le plus commun et peut être trouvé dans presque n'importe quel type de bâtiment qui a plus de six étages. Les ascenseurs pour passagers sont de tailles différentes qui correspondent à des charges de passagers spécifiques

**1.4.2. Monte-charge :** Les monte-charge sont utilisés pour transporter des objets lourds et sont souvent dédiés à cette fonction pour réduire la circulation piétonnière. Les monte-charge sont courants dans les établissements commerciaux tels que les magasins, les restaurants et les bureaux et sont installés sur un puits différent des zones de travail communes. Les ascenseurs de service viennent avec des intérieurs basiques mais sont conçus pour porter des charges plus lourdes comparées aux ascenseurs typiques.

**1.4.3. Ascenseurs à double usage :** Les ascenseurs à double usage sont conçus pour les passagers et les marchandises. Communs dans les bâtiments résidentiels, les hôpitaux et les immeubles de bureaux, ces ascenseurs sont souvent larges et ont de grandes capacités pour s'adapter à différents types de charges. Ils sont également souvent conçus pour accueillir les passagers handicapés, ce qui signifie qu'ils sont dotés de caractéristiques telles que les sols antidérapants, les barres de soutien adaptées aux personnes handicapées et les systèmes d'urgence faciles à atteindre.

**1.4.4. Ascenseurs résidentiels :** Également appelés ascenseurs domestiques, ils sont conçus pour déplacer les passagers entre différents étages dans un environnement résidentiel et sont construits à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison.

Les ascenseurs résidentiels sont plus petits que les ascenseurs réguliers et sont souvent construits pour accueillir jusqu'à trois personnes à la fois. Ce type d'ascenseur est installé le long d'un escalier existant et suit la forme de l'escalier. Il peut également être construit à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison et peut être contrôlé à distance.

**1.4.5. Ascenseurs personnalisés :** Également appelés ascenseurs sur mesure, ceux-ci sont conçus selon un but ou un besoin spécifique. Les ascenseurs sur mesure sont souvent privilégiés par les utilisateurs privés qui veulent des ascenseurs conçus en fonction de besoins spécifiques, tels que les utilisateurs handicapés privés qui vivent dans des résidences à plusieurs étages.

Les ascenseurs sur mesure sont également appelés tels parce que le design d'intérieur peut également être fait sur mesure.

**1.5. Les familles d'ascenseurs :** Il existe deux principales familles d'ascenseurs ; les plus anciens étant les hydrauliques avec des systèmes à piston et les plus modernes étant les ascenseurs électriques fonctionnant à l'aide d'un contrepoids.

### **1.5.1. Les ascenseurs hydrauliques : [9]**

**1.5.1.1. Définition :** Un ascenseur hydraulique est un élément élévateur dont la cabine est mue par un vérin hydraulique.

#### **1.5.1.2. Principe de fonctionnement**

L'ascenseur hydraulique s'adapte à des espaces restreints et à des vitesses de déplacement modérées. Contrairement à l'ascenseur électrique, il ne dispose pas de contrepoids, car la cabine est propulsée grâce à un système de vérin :

) La cabine de l'ascenseur se déplace sur simple pression d'un bouton qui actionne un piston contenant de l'huile.

) L'huile est envoyée dans le vérin qui actionne le piston via une centrale Hydraulique (pompe).

) Lorsque le piston se remplit, la cabine monte.

) La descente s'effectue par un simple arrêt de la pression : le piston évacue alors le surplus d'huile.

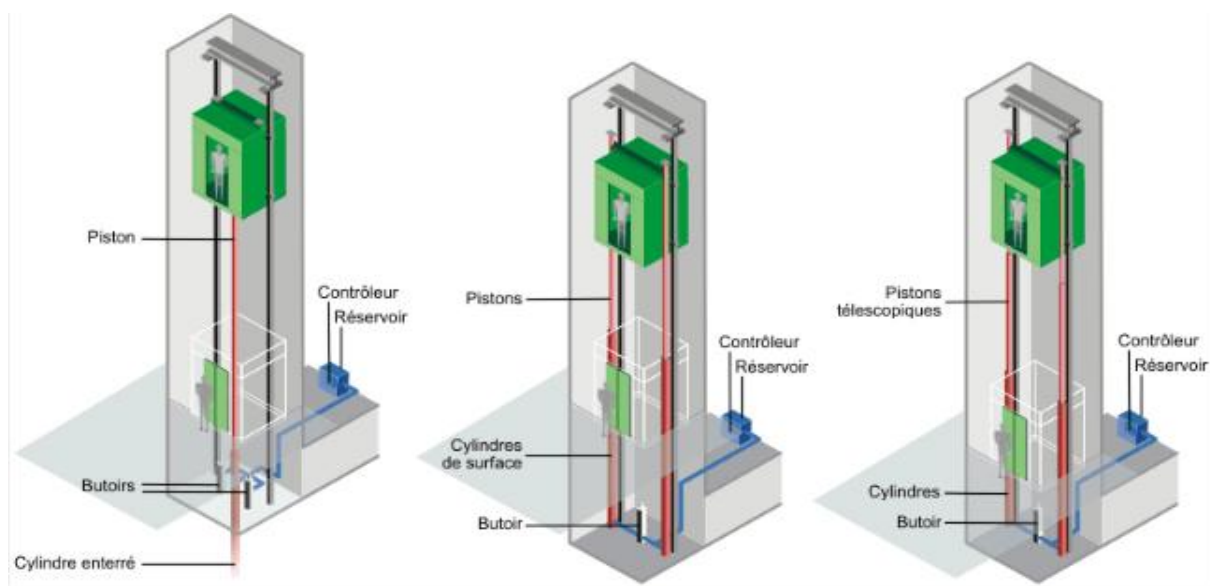
### 1.5.1.3. Les différents modèles d'ascenseur hydraulique

Plusieurs modèles d'ascenseur hydraulique existent sur le marché, notamment les modèles :

- à cylindre enterré,
- à cylindre de surface,
- Télescopiques à cylindre de surface.

Pour choisir le bon modèle, il faut tenir compte de différents critères, entre autres :

- La place disponible et les contraintes de circulation,
- La hauteur totale de l'immeuble et le nombre d'étages qu'il comporte,
- La stabilité du sol et du sous-sol,
- L'esthétique de l'immeuble, son style,
- Les risques de pollution vis à vis du sol et des nappes phréatiques



a) A cylindre enterré

b) A cylindre de surface

c) A cylindre de surface

Télescopique

**Figure 1.1** : Types d'ascenseur hydraulique.

### 1.5.1.4. Les parties principales d'un ascenseur hydraulique

- ) d'une cabine,
- ) de guides,
- ) d'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur,
- ) d'un réservoir d'huile,

- ) d'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique,
- ) d'un contrôleur.

#### **1.5.1.5. Avantages et inconvénients de l'ascenseur hydraulique**

Même si dans de nombreux lieux l'ascenseur hydraulique a été remplacé par un ascenseur électrique, il présente un grand nombre d'avantages qui en font le modèle idéal dans certains types d'environnements :

- Il est silencieux,
- Les déplacements sont doux et sans à-coup, avec une vitesse modérée,
- Il possède une grande précision au niveau du déplacement,
- Il reste simple à installer et à entretenir,
- Il ne nécessite pas de cabanon de machinerie,
- Son implantation est facile car il est peu encombrant,
- Il possède une longue durée de vie, ce qui en fait un équipement durable et moins cher qu'il n'y paraît.

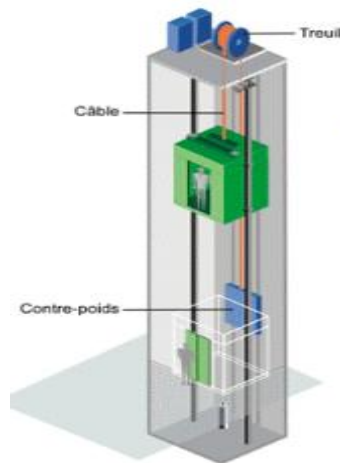
Bien que moins nombreux, les inconvénients de l'ascenseur hydraulique limitent son utilisation à certains types d'immeubles uniquement :

- Les possibilités d'élévation de l'ascenseur hydraulique sont restreintes avec une course verticale qui plafonne entre 15 et 18 mètres,
- Son utilisation peut générer un risque de pollution du sous-sol, sauf pour les modèles à cylindre de surface,
- Sa vitesse de déplacement est assez lente,
- Il consomme beaucoup d'énergie,
- Il nécessite que la dalle de sol soit renforcée.

### **1.5.2. Les ascenseurs électriques : [3], [8]**

#### **1.5.2.1. Définition**

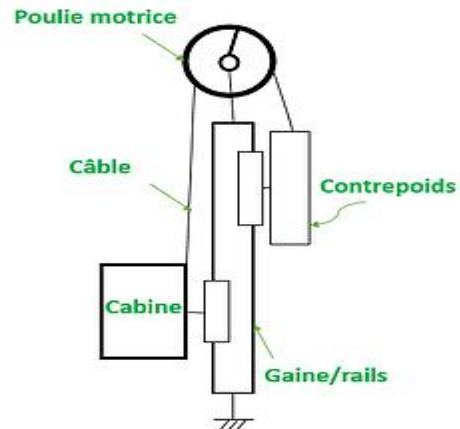
Est un élément élévateur dont le motoréducteur actionne une poulie, qui entraîne par adhérence des câbles avec lesquels la cabine est suspendue. Celle-ci est équilibrée par l'aide d'un contrepoids.



**Figure 1.2 :** Ascenseur électrique.

### 1.5.2.2. Principe de fonctionnement

- )] Un moteur électrique assure l'élévation de l'ascenseur électrique.
- )] Suspendue à des câbles métalliques, la cabine d'ascenseur est munie d'un contre-poids destiné à la contrebalancer.

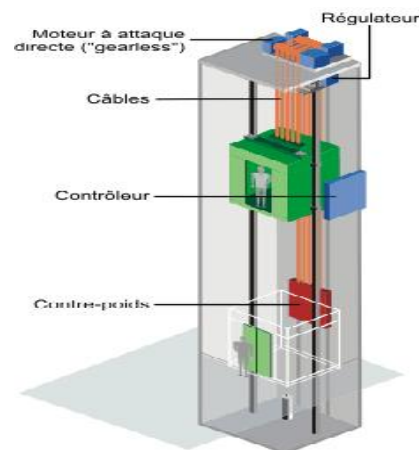
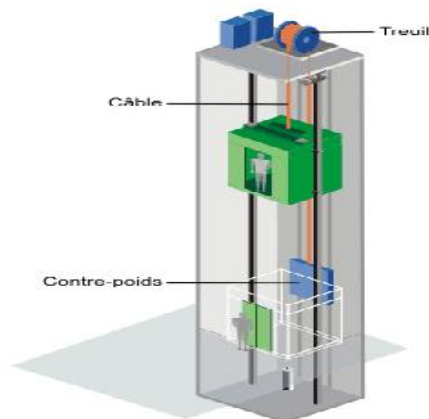


**Figure 1.3 :** Principe de fonctionnement d'un ascenseur électrique.

### 1.5.2.3. Les différents modèles d'un ascenseur électrique

L'ascenseur électrique particulier varie en fonction du type de motorisation utilisé. Il se décline ainsi en trois modèles :

- ] L'ascenseur électrique avec treuil à tambour.
- ] L'ascenseur électrique à adhérence.
- ] L'ascenseur électrique « gearless » ou sans treuil.



**Figure 1.4 :** Ascenseur à moteur-treuil.

**Figure 1.5:** Ascenseur à moteur à attaque directe.

Les modèles d'ascenseur électrique sont choisis suivant la performance souhaitée et les possibilités d'installation.

### 1.5.2.4. Les parties principales de l'ascenseur électrique

Les ascenseurs électriques sont généralement dotés :

- ] d'une cabine d'ascenseur ;
- ] d'un contrepoids ;
- ] d'un système de traction par poulie ;
- ] de câbles reliant la cabine au contrepoids.
- ] Des guides.

### 1.5.2.5. Avantage et inconvénient

L'ascenseur électrique présente quelques avantages par rapport à l'ascenseur hydraulique :

- ] respect de l'environnement ;
- ] déplacement rapide ;
- ] plus économique que l'ascenseur hydraulique.

- ) efficacité énergétique importante.  
Il possède aussi qu'quelque inconvénient, on site parmi eu :
- ) Nécessitent une technologie plus poussée et autrefois un cabanon en toiture (pour le renforcement de la stabilité).
- ) en version standard (treuil à réducteur), nécessite un local de machinerie entoiture. exigence très importante sur l'entretien.
- ) Peut imposer un volume construit inesthétique visible sur le toit.
- ) problème d'accessibilité.
- ) compacité de la gaine réduite par la présence de la cabine et du contre-poids et, par conséquent, réduction de la surface utile dans les étages du bâtiment.

### 1.6. Les critères du choix du type d'ascenseur [8], [16]

En général, les dépenses énergétiques des ascenseurs ne sont pas la priorité des gestionnaires de bâtiments tertiaires. En effet, la préoccupation première reste avant tout : emmener un maximum de monde en toute sécurité et avec un maximum de confort.

On retrouve des critères de choix suivant :

- ) Constructifs : hauteur de bâtiment, espace disponible au niveau des étages,
- ) Possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain de sécurité.
- ) Organisationnels : comme le type de fonction du bâtiment, son occupation et son type de fonctionnement en garantissant une performance de confort et de trafic (rapport vitesse/charge).
- ) Energétiques : basées essentiellement sur la consommation et les appels de puissance de la motorisation.

### 1.7. Les différentes parties d'un ascenseur à traction a câble (électrique)

[17]

On se concentre sur l'ascenseur à traction a câble vu qu'il le plus utilisé dans le monde et le plus commercialisé :

**1.7.1. La cabine :** Destiné à accueillir les personnes et les marchandises, elle est constituée de quatre parties principales :

- ) L'étrier.
- ) Le plancher.

) Les parois.

) Le toit.

**1.7.2. La porte de la cabine :** Porte à fermeture généralement automatique destinée à confiner l'utilisateur dans la cabine pendant le déplacement de celle-ci, lui interdisant tout contact avec les parties extérieures à la cabine.

**1.7.3. Les portes palières :** C'est la porte externe de l'ascenseur. Chaque ascenseur est équipé d'autant de porte palière que de nombre d'étage. Elles peuvent être battantes et commandées manuellement ou automatiques et coulissantes (à ouverture centrale ou latérale). Elles doivent être équipées d'un dispositif empêchant leurs ouvertures si la cabine n'est pas sur le niveau et bloquant le départ pendant leur ouverture

**1.7.4. La serrure :** La serrure est l'élément qui sécurise un ascenseur pour le public. Son rôle est de verrouiller mécaniquement les portes palières.

**1.7.5. Les boutons d'appels :** On nomme boutons d'appels les boutons installés aux paliers, se sont les boutons qui commande l'arrivé de la cabine

**1.7.6. Les boutons d'envois :** Les boutons d'envois sont installés dans la cabine, se sont les boutons de précision d'étage.

**1.7.7. La charge utile :** Capacité maximum en Kg qu'une cabine d'ascenseur peut contenir. Elle varie en fonction de la surface de la cabine. Au-delà de cette capacité, le système de traction n'est plus en mesure de contrôler le déplacement et l'arrêt correct de la cabine.

**1.7.8. Chasse pieds :** C'est une tôle fixe ou rétractable, destinée à protéger les chutes en gaines lorsque la cabine est immobilisée en dehors de la zone de déverrouillage.

**1.7.9. Le contre poids :** La cabine est suspendue généralement à son sommet à un ensemble de câbles parallèles reliés passant par une grande poulie mue par un treuil depuis un moteur électrique et possédant à leur autre extrémité un contrepoids.

**1.7.10. La gaine :** C'est la partie dans laquelle translate l'ascenseur elle doit être fermée sur toute sa hauteur.

**1.7.11. Les guides :** Profilé en acier, Situés de part et d'autre, le long de la course de la cabine, ces guides sont habituellement en forme de T, bien que des guides ronds. Un

ascenseur classique à câble et treuil se déplace le long de guides verticaux dont l'inclinaison sur la verticale est inférieure à 15°.

**1.7.12. Ancrage de guide :** Pièce métallique servant à fixer les guides aux murs de la gaine.

**1.7.13. Coulisseaux :** Ils sont situés à chaque coin de l'étrier, et sont en appui sur les guides. Durant le déplacement de la cabine, ceux-ci glissent sur les guides, huilés régulièrement pour limiter les frottements et les accrocs

**1.7.14. Cuvette :** Partie la plus basse de la gaine de l'ascenseur contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs

**1.7.15. Les amortisseurs :** Ressorts puissants placés en cuvette et destinés à ralentir la suspension cabine ou le contrepoids en cas de dépassement des "fin de course" de sécurité. Dans le cas d'un ascenseur à grande vitesse, on utilise des amortisseurs hydrauliques.

**1.7.16. La poulie de renvoi :** Poulie tournante librement et destinée à guider les câbles entre la cabine et le contrepoids.

**1.7.17. Fin de course :** Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale. La fin de course peut aussi se trouver en machinerie. Dans ce cas, il est actionné soit par le tambour de traction soit par le câble du limiteur

**1.7.18. Commande de révision :** La commande de révision est composée d'un boîtier placé sur le toit de la cabine de l'ascenseur. Ce boîtier est équipé de bouton de marche, montée et descente ainsi qu'un bouton d'arrêt d'urgence.

**1.7.19. Parachute :** Organe mécanique placé sur la suspension de cabine et commandé par un câble de limiteur. En cas de rupture des câbles de traction ou de survitesse exagérée en descente, le mécanisme du parachute assure un blocage mécanique de la suspension dans les guides évitant la chute libre de la cabine. Ce dispositif peut, dans certains cas, équiper le contrepoids.

**1.7.20. Machinerie :** Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction. Aussi appelé "salle des machines".

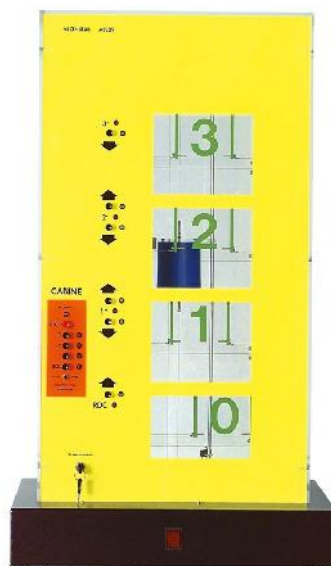
## Composant de la machinerie

- Appareillage
- Drive
- Alimentation électrique
- Limiteur de vitesse
- Machine de traction

## 1.8. Les ascenseurs didactiques

### 1.8.1. Définition

C'est une maquette didactique conçue pour être raccordée à un automate programmable ou à un quelconque système à microprocesseur. Il est possible de n'en utiliser qu'une partie si l'on désire réaliser des programmes simples.



**Figure1.7** : Exemple d'un ascenseur didactique

### 1.8.2. Caractéristiques principales

Un ascenseur didactique doit avoir les caractères existants dans un ascenseur réel, avec des démentions miniaturisée :

- ) Ouverture et fermeture des portes d'étages par motoréducteurs électriques
- ) Côtés transparents et cabine de couleur pour une meilleure visibilité
- ) Détection du passage de la cabine à chaque étage par des barrières opto- électriques

- ) En cas d'erreur de programmation, 2 fins de course haute et basse (sans accès de programmation possible) stoppent la cabine
- ) Tous les poussoirs et contacts sont équipés de circuits anti-rebonds
- ) Les sorties sont protégées d'éventuels courts-circuits.
- ) Les portes glissant derrière une plaque en plexiglas transparente, il n'y a pas d'accès manuel possible risquant d'abîmer un motoréducteur Les organes mécaniques robustes supportent toutes les fausses manipulations.

### 1.8 .3. La structure générale d'une maquette d'ascenseur

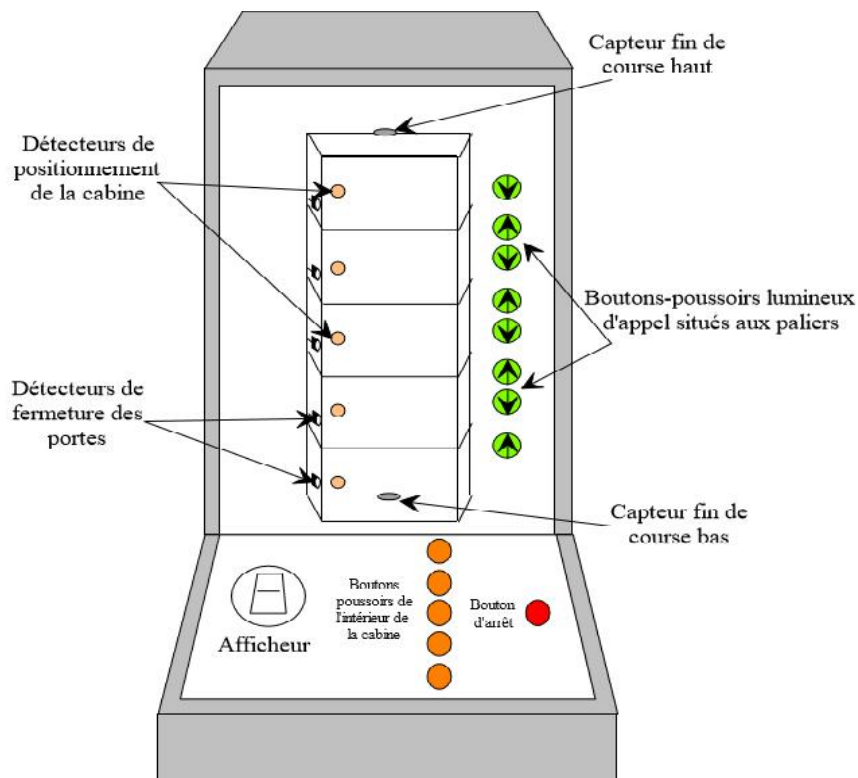


Figure 1.8: Schéma de la maquette.

### 1.9. Discussion

Les ascenseurs sont finalement un élément précieux qui est très utile dans la vie quotidienne qui est passé par plusieurs étapes à travers le temps pour arriver à cet étape où il est devenu un objet indispensable dans le monde.

# Chapitre 2

généralité sur les API

## 2.1. Préambule

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Dans ce chapitre nous allons définir les systèmes automatisés, sa structure et ses différentes parties. Puis nous présentons brièvement les automates programmables industrielles et ses différentes parties.

## 2.2. Les systèmes automatisés : [14],[18]

### 2.2.1. Définition d'un système automatisé

Le système automatisé est une combinaison de logiciels et de matériels qui est conçue et programmée pour fonctionner automatiquement sans que l'opérateur humain n'ait besoin de fournir des efforts physique, des informations et des instructions pour chaque opération.

Les systèmes automatisés permettent de surveiller les processus en temps réel et d'identifier les problèmes à mesure qu'ils arrivent, permettant ainsi des ajustements rapides.

### 2.2.2. Structure d'un système automatisé

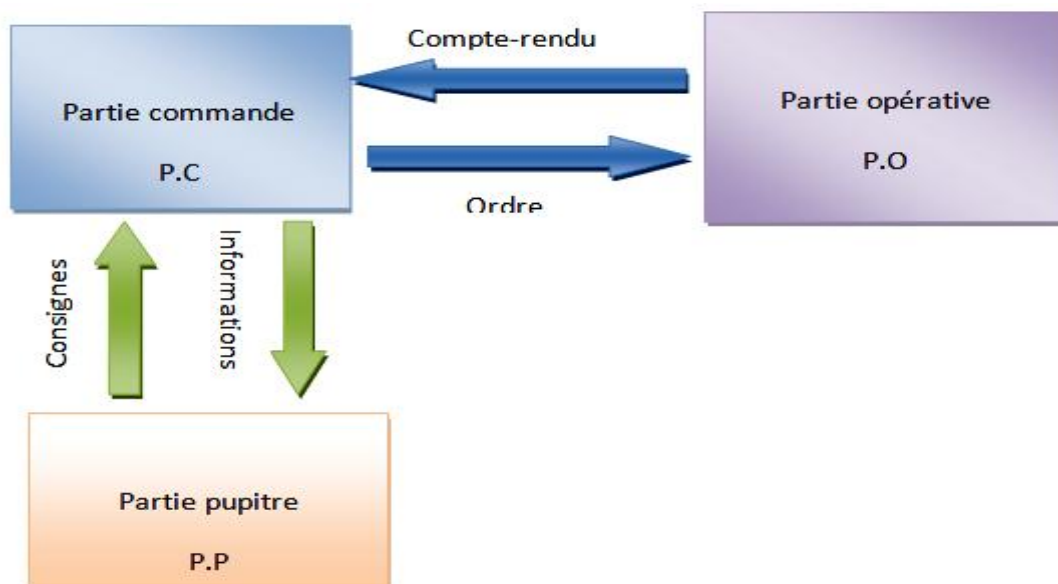


Figure 2.1 : Schéma de la structure d'un système automatisé

**a) .La partie opérative**

La partie opérative, également appelée processus, constitue l'unité de travail qui exécute la tâche dictée par la partie commande.

Elle se compose généralement de 2 types d'éléments : les capteurs et les actionneurs.

**b). La partie commande**

La partie commande, regroupe l'ensemble des composants utilisés pour le traitement de l'information permettant d'émettre des ordres vers la partie opérative. La partie commande peut avoir à traiter des éléments de logique combinatoire et séquentielle, des opérations logiques et numérique.

**c). La partie pupitre**

La partie pupitre, appelée également partie relation, permet le dialogue entre l'homme et la machine

Cette partie permet d'exploiter la machine en émettant des consignes de marche ou d'arrêt (par l'intermédiaire de boutons-poussoirs, bouton d'appel, etc.) et en recevant de l'information sur l'état de la machine.

Cette partie se compose des interfaces suivantes :

**) Les capteurs**

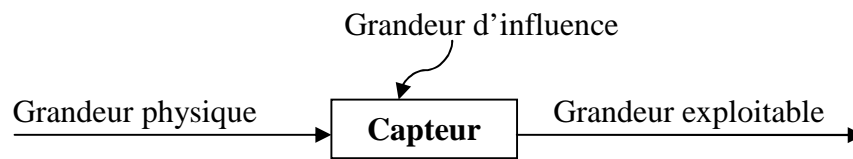
Un capteur est un dispositif qui délivre une image exploitable (signale électrique par exemple) sous l'effet d'une grandeur physique, c'est un organe de prélèvement et de codage d'information.

On distingue 3 types de capteurs, en fonction de la nature de signale délivrer :

- Numérique ;
- Analogique ;
- Logique (TOR).

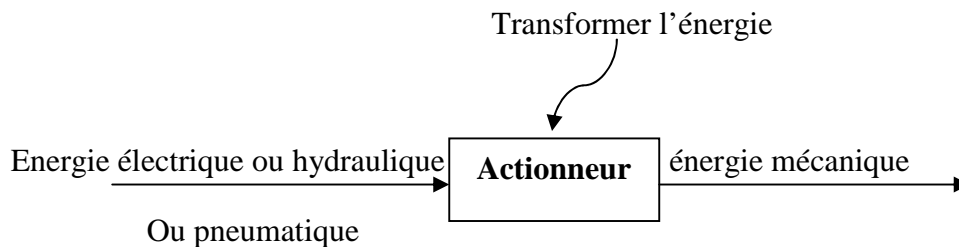
Ce dernier appeler aussi capteur de position (Tout Ou Rien).

## ) Les actionneurs



**Figure 2.2:** schéma de fonctionnement d'un capteur

Les actionneurs sont des éléments qui produisent une action. Ceux-ci transforment une énergie électrique ou fluïdique en une énergie mécanique créant ainsi un mouvement, rotation ou translation. Indépendamment de l'énergie utilisée, les moteurs produisent un mouvement de rotation, alors que les vérins produisent un mouvement de translation.



**Figure2.3. :** Schéma de fonctionnement d'un actionneur

### 2.2.3. Objectif de l'automatisation d'un système

L'automatisation d'un système permet d'améliorer ses conditions de travail en supprimant les tâches les plus pénibles et en augmentant la sécurité du système. Améliorer sa faisabilité, sa qualité par rapport au cahier des charges Visant le produit.

L'automatisation permet aussi d'améliorer sa compétitivité (en diminuant les coûts de production), sa productivité, la qualité de production, la capacité de contrôle, de gestion, et de planification

### 2.2.4. Avantage de l'automatisation

) La réduction des coûts de production : un retour sur investissement rapide permet de compenser les coûts initiaux d'installation.

) L'optimisation des temps de cycle des pièces : une ligne de production allégée est cruciale dans tout effort visant à en accroître l'efficacité. Les robots peuvent fonctionner plus longtemps et plus rapidement, ce qui augmente les taux de production.

) L'amélioration de la qualité et de la fiabilité : les tâches effectuées dans une ligne de production automatisée sont précises et reproductibles à l'identique, ce qui assure que tous les produits sont fabriqués avec les mêmes spécifications et qu'ils auront la même qualité. Les réparations sont espacées et peu nombreuses.

) Une meilleure utilisation de l'espace au sein de l'unité de production : l'automatisant des équipements et des machines intégrés dans votre ligne de production pourra vous faire gagner beaucoup d'espace et vous permettra de rendre le flux du processus plus efficace.

) La réduction des déchets : les robots sont si précis qu'ils peuvent économiser de la matière première, ce qui diminue les coûts de traitement des déchets.

) La préservation des emplois locaux : au lieu de délocaliser votre production vers des pays « lowcost » en termes de main-d'œuvre, vous pouvez intégrer l'automatisation dans quelques étapes clés du processus de la production où, par exemple, la précision d'un robot est essentielle. Cela vous permettra d'accroître la qualité de vos produits et d'augmenter vos marges de profit afin que vous puissiez garder votre entreprise dans son emplacement actuel.

) Demeurer compétitif : la réduction des délais de livraison et les coûts de production sont des éléments qui attirent les clients. L'automatisation permet, justement, d'attendre un rapport qualité/prix très avantageux.

### **2.3. Les automates programmables industriels (API) : [1] [14] [15] [18]**

#### **2.3.1. Définition d'un API**

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage.

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire. Pour un automate modulaire, le processeur, l'alimentation, et les interfaces entrée/sortie résident dans des unités séparées (les modules)

Un automate compact présente en une seule unité le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties.

## 2.3.2. Architecture des API

### 2.3.2.1. L'aspect extérieur d'un API

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

#### ) De type compact

On distinguera les modules de programmation. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

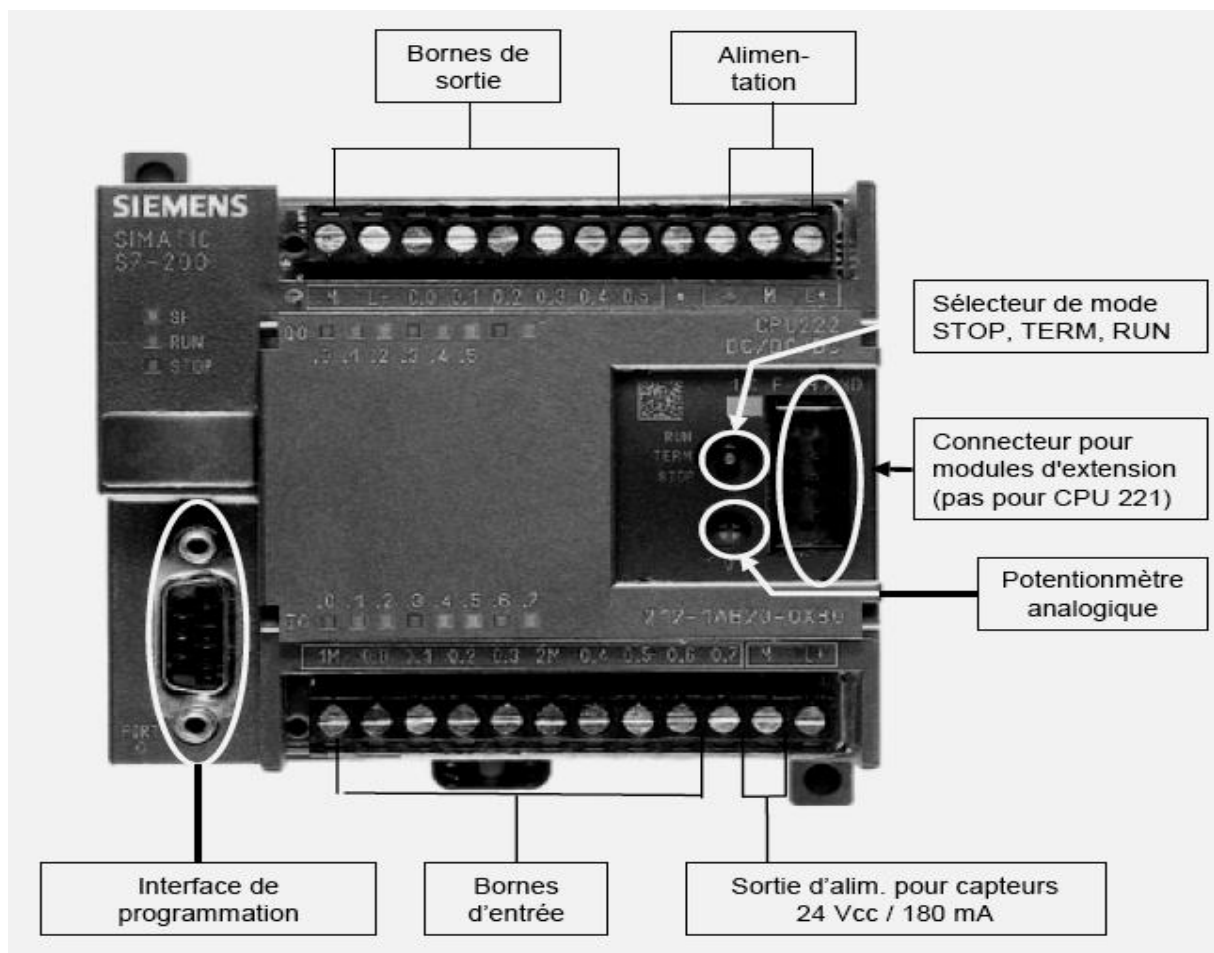
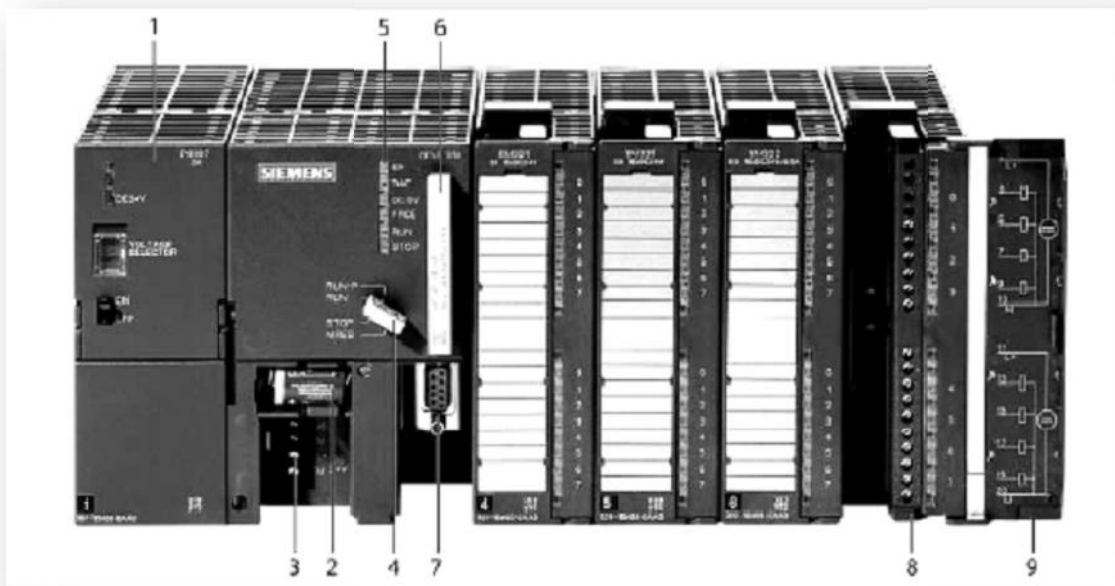


Figure 2.4 : Eléments d'un API type compact

### ) De type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



**Figure 2.5.** Eléments d'un API type modulaire

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

### 2.3.2.2. La structure interne d'un API

La structure d'un API peut se résumer comme suit :

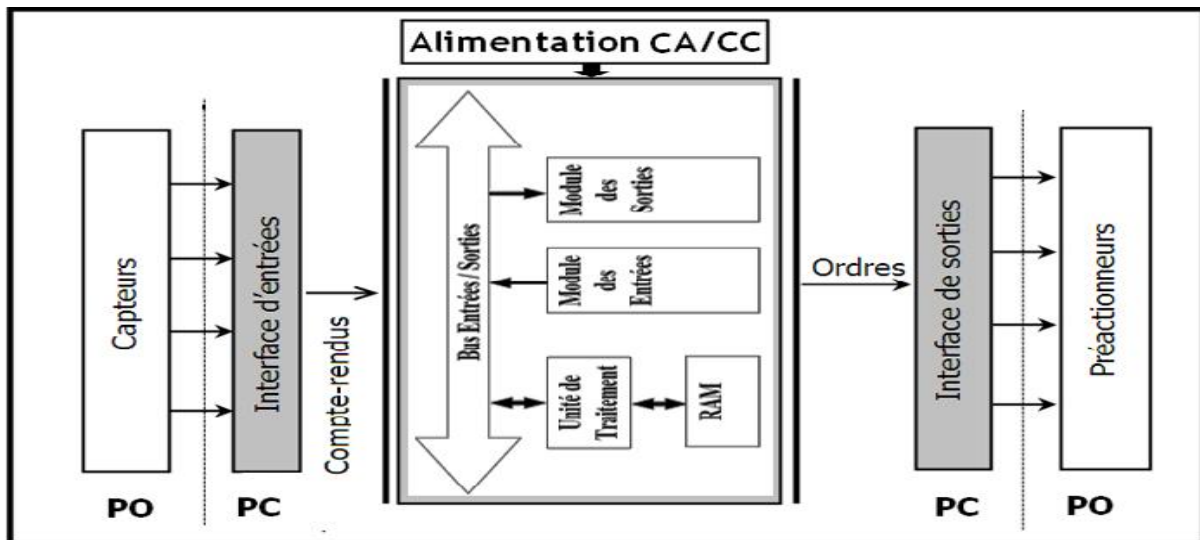


Figure 2.6: La structure générale d'un API

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API se compose donc de trois grandes parties :

- ) Le processeur (unité de commande);
- ) La mémoire ;
- ) Les interfaces Entrées/sorties ;

**A) Le processeur :** Le processeur, ou unité centrale (UC), a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..). Il permet aussi d'organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties.

**B) La mémoire :** Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi que des données qui peuvent être :

- ) Des informations susceptibles d'évoluer en cours de fonctionnement de l'application. C'est le cas par exemple de résultats de traitements effectués par le processeur et rangés dans l'attente d'une utilisation ultérieure. Ces données sont appelées variables internes ou mots internes.

- J Des informations qui n'évoluent pas au cours de fonctionnement, mais qui peuvent en cas de besoin être modifiées par l'utilisateur : textes à afficher, valeurs de présélection, etc.. Ce sont des mots constants.
- J Les mémoires d'état des entrées/sorties, mises à jour par le processeur à chaque tour de scrutation du programme.

Deux familles de mémoires sont utilisées dans les automates programmables :

- J **Les mémoires vives** : Ou mémoires à accès aléatoire « Random Access Memory (RAM) ». Le contenu de ces mémoires peut être lu et modifié à volonté, mais il est perdu en cas de manque de tension (mémoire volatiles). Elles nécessitent par conséquent une sauvegarde par batterie. Les mémoires vives sont utilisées pour l'écriture et la mise au point du programme, et pour le stockage des données.

Elles sont à lecture seule, les informations ne sont pas perdues lors de la coupure de l'alimentation des circuits. On peut citer les types suivants :

- ROM « Read Only Memory » : Elle est programmée par le constructeur et son programme ne peut être modifié.
  - PROM « Programmable ROM » : Elle est livrée non enregistrée par le fabricant. Lorsque celle-ci est programmée, on ne peut pas l'effacer.
  - EPROM « Erasable PROM » : C'est une mémoire PROM effaçable par un rayonnement ultraviolet intense.
  - EEPROM « Electrically EPROM » : C'est une mémoire PROM programmable plusieurs fois et effaçable électriquement.
  - Mémoire Flash : C'est une mémoire EEPROM rapide en programmation. L'utilisateur peut effacer un bloc de cases ou toute la mémoire.
- J **La mémoire morte** : Est destinée à la mémorisation du programme après la phase de mise au point. La mémoire programme est contenue dans une ou plusieurs cartouches qui viennent s'insérer sur le module processeur ou sur un module d'extension mémoire.

**C) Les interfaces d'entrées sorties :** L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées est sorties varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V en continu ou alternatif ...).

- **Les entrées :** Ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs. Elles peuvent être logiques (T.O.R.), analogiques, ou numériques.
- **Les sorties :** Ce sont des circuits spécialisés capables de commander en toute sécurité pour l'automate les circuits extérieurs. Elles peuvent être logiques (T.O.R.), analogiques, ou numériques.

**D). Le bus :** C'est un ensemble de conducteurs qui réalisent la liaison entre les différents éléments de l'automate. Dans un automate modulaire, il se présente sous forme d'un circuit imprimé situé au fond du back et supporte des connecteurs sur lesquels viennent s'enficher les différents modules : processeur, extension mémoire, interfaces et coupleurs.

Le bus est organisé en plusieurs sous ensembles destinés chacun à véhiculer un type bien défini d'informations :

- ) Bus de données.
- ) Bus d'adresses.
- ) Bus de contrôle pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges, etc...
- ) Bus de distribution des tensions issues du bloc d'alimentation.

**E). L'alimentation :** Cette alimentation doit fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement correct de l'ensemble de l'automate. Elle sera dimensionnée en fonction des consommations des différentes parties.

Tous les automates actuels sont équipés d'une alimentation 240 V 50/60 Hz, 24 V DC. Les entrées sont en 24 V DC et une mise à la terre doit également être prévue.

### 2.3.3. Langages de programmation pour API

Il existe beaucoup d'AP qui ont chacun leur particularité de programmation. Les plus simples ont un mode de programmation pas à pas et un déroulement du programme de manière séquentielle.

Actuellement la norme CEI 61131-3 (la partie 3 sur 8 de la norme noté précédemment 1131, apparu en 1993 et en deuxième édition en 2003 et spécifiant les langages de programmation), spécifie 5 langages qui sont :

**2.3.3.1. Le langage GRAFCET:** (Graphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions), appelé aussi SFC (Sequential Function Chart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

Les ENTREES, c'est-à-dire les transferts d'informations de la Partie Opérative vers la Partie Commande,

Les SORTIES, transferts d'informations de la Partie Commande vers la Partie Opérative.

**2.3.3.2. Le langage FBD ou Schéma par blocs :** (Fonction block Diagram) est un langage graphique. Il permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels.

**2.3.3.3. Le langage Ladder ou LD :** Le ladder Diagram est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (arguments d'entrée) avec des bobines (résultats de sortie). Le langage LD permet la description de tests et de modifications de données booléennes à l'aide de symboles graphiques placés dans un diagramme.

**2.3.3.4. Le langage Texte structuré ou ST :** (Structured Text) est un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour implémenter des procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. Le langage ST peut être utilisé pour la programmation des actions dans les étapes et les conditions associées aux transitions du SFC ou pour décrire les actions et les tests du langage FC.

**2.3.3.5. Le langage IL ou Liste d'instructions :** (Instruction List) est un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions travaillent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est à son tour stocké dans le résultat courant.

### 2.3.4. Principe de fonctionnement d'un API

Les automates programmable industriel sont conçu pour :

- Traiter par programme des problèmes de logique combinatoire ou séquentielle a fin de remplacer la commande n logique câblée a base des relais ou des circuits logique et pour fonctionner en milieu industriel, avec des interfaces d'entrée et de sortie respectivement adaptées au capteurs, détecteur, boutons poussoirs et aux pré-actionneurs et actionneurs les plus courants.
- Un rôle de communication dans le cadre de l'exploitation avec l'opérateur humain (dialogue homme-machine) ou bien avec les autres processeurs.

**2.3.5. Choix d'un API :** Il faut quantifier les besoins:

- ✓ Nombre d'entrées / sorties : Le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- ✓ Type de processeur : La taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- ✓ Fonctions ou modules spéciaux : Certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution.(... ,
- ✓ Fonctions de communication : L'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus, ...).

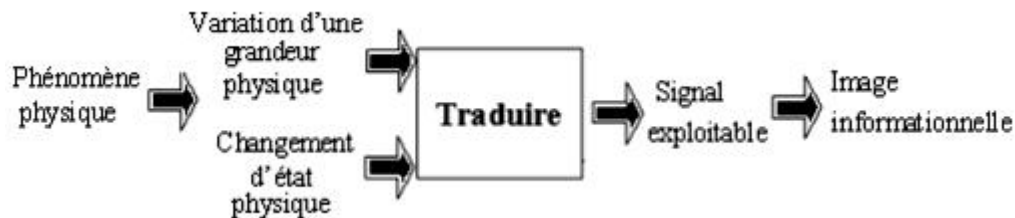
## 2.4. Les capteurs

### 2.4.1. Définition

Un capteur est un organe chargé de prélever une grandeur physique et de la transformer à une grandeur exploitable.

### 2.4.2. Principe de fonctionnement d'un capteur

Dans un système automatisé les capteurs traduisent la variation de la grandeur physique ou le changement de l'état physique en un signal compatible avec l'unité de traitement de la partie commande. Ce signal exploitable devient donc l'image informationnelle du phénomène physique.



Pour obtenir une image informationnelle de la variation d'une grandeur ou le changement d'un état physique il est nécessaire :

- ✓ d'en saisir la variation ou le changement ;
- ✓ et de les convertir en un signal exploitable.
- ✓

### 2.4.3. Nature des Capteurs

Suivant la nature du signal exploitable les capteurs se classent en trois catégories :

- **Capteurs analogiques** : le signal délivré est la traduction exacte de la loi de variation de la grandeur physique mesurée.
  - **Capteurs logiques** : le signal ne présente que deux niveaux, ou deux états, qui s'affichent par rapport au franchissement de deux valeurs ; ces capteurs du type tout ou rien sont également désignés par détecteurs.
  - **Capteurs numériques** : le signal est codé au sein même du capteur par une électronique associée ; ces capteurs sont également désignés par codeurs et compteurs.
- Les capteurs logiques de positions, désignés par détecteurs de position « tout ou rien » se rencontrent sur de nombreuses machines:

- ✓ Ascenseur
- ✓ Machines-outils,

## 2.5. Etude des relais :[16],[18]

### 2.5.1. Définition

Comme son nom l'indique, il sert en tout premier lieu à " relayer ", c'est à dire à faire une transition entre un courant faible et un courant fort. Mais il sert également à commander

plusieurs organes simultanément grâce à ses multiples contacts synchronisés. Il permet également la transition entre deux sources différentes en isolant ces dernières. Il autorise des temporisations, des verrouillages, des impulsions..., les fonctions d'un relais sont aussi nombreuses que différentes.

### 2.5.2. Constitutions

Un relais " standard " est constitué d'une bobine ou solénoïde qui lorsqu'elle est sous tension attire par un phénomène électromagnétique une armature ferromagnétique qui déplace des contacts, voir figure et photo ci-dessous.

### 2.5.3. Caractéristiques

Un relais est caractérisé par :

- ✓ La tension de sa bobine de commande, 5V à 220V.
- ✓ Le pouvoir de coupure de ses contacts, qui est généralement exprimé en Ampère, 0,1A à 50A. C'est le courant maximal qui pourra traverser les contacts. Ce courant est fonction de plusieurs paramètres : Constitution des contacts, (cuivre, argent, or, etc...), du temps d'ouverture des contacts, de la température ambiante, etc. Il pourra être continu, alternatif, haché ou pulsé.
- ✓ Le nombre de contacts souhaités.
- ✓ Son emplacement, circuit imprimé à visser, embrochage à souder.
- ✓ Le type de courant de sa bobine, en général du continu.
- ✓ La tension d'isolement entre la bobine et les contacts.
- ✓ La gamme de temps pour un relais temporisé.
- ✓ Son ambiance, vibrations, humidité, poussières, température.

### 2.5.4. Différentes types de relais

**2.5.4.1. Relais monostable :** C'est le plus courant des relais, lorsque sa bobine est sous tension, l'armature mobile actionne les contacts qui changent d'état. Lorsque le courant cesse, l'armature revient à la position initiale ainsi que les contacts.

**2.5.4.2. Relais bistable :** Ce relais comporte généralement deux bobines montées en opposition. La mise sous tension d'une bobine déplace l'armature mobile et ses contacts qui restent en position par un système magnétique ou mécanique quand la bobine n'est plus alimentée. Pour changer la position il faut alimenter brièvement l'autre bobine.

**2.6. Discussion**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'élément essentiel de notre projet qui est l'automate programmable industriel, ainsi que quelques autres composants essentiels tel que les capteurs et les relais.

# **Chapitre 3**

*l'automate et le logiciel utilisé*

### 3.1 .Préambule

Aujourd'hui, l'automatisation n'est pas une commodité, c'est un réel besoin pour les industriels. L'utilisation d'un automate conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats et élimine à l'homme des tâches pénibles et répétitives.

Dans ce chapitre nous allons s'intéresser au travail réalisé au niveau de CDTA qui répond au cahier de charge suivant :

- ) Etude sur l'automate utilisé.
- ) Etude sur le logiciel utilisé.

### 3.2 .Etudes de l'automate programmable industriels utilisé

Nous avons utilisé l'automate de la dernière gamme de SIEMENS qui est le SIMATIC S7-1500.

#### 3.2.1. Présentation de l'automate SIMATIC S7\_1500 : [13]

L'automate SIMATIC S7-1500 est un système de commande modulaire utilisé pour les moyennes et grandes performances, muni de la CPU 1515-2PN et de quatre entrées sorties (E/S) décentralisée de la famille SIMATIC ET 200 SP qui ont une fonctionnalité de CPU. Il existe un éventail complet de module pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation.

SIMATIC S7-1500 est un perfectionnement des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400 avec les nouvelles performances suivantes :

Performance système accrue.

Fonctionnalité Motion Control intégrée.

PROFINET IO IRT.

Ecran intégré pour commande et diagnostic près de la machine.

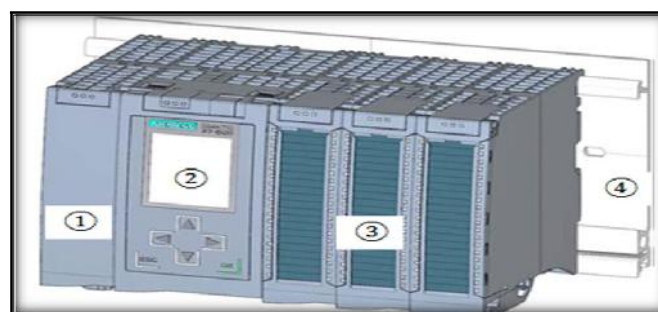
Innovations linguistiques STEP 7 sous réserve de fonctions éprouvées.



**Figure 3.1:**L'automate SIMATIC S71500

### 3.2.2. Les Composants de l'API S71500

L'automate S7-1500 est composé d'une alimentation électrique, d'une CPU avec écran intégré et de modules d'entrées / sorties pour les signaux numériques et analogiques. Les modules sont montés sur un profilé-support avec un rail DIN symétrique intégré.

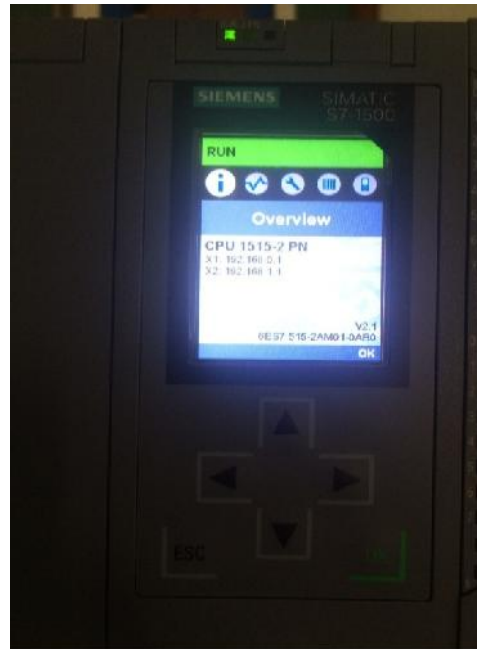


**Figure 3.2 :** Les composants de l'automate S7-1500

Les unités centrales (CPU) sont le cerveau du S7-1500. Elles exécutent le programme utilisateur et assurent l'interconnexion du contrôleur et d'autres composants d'automatisation.

### 3.2.2.1. Unité central CPU 1515-2PN (6ES7515-2AM01-0AB0)

La CPU 1515-2 PN est dotée d'une mémoire de programme et de données moyenne qui convient pour des applications contenant non seulement une périphérie centralisée, mais aussi des structures d'automatisation décentralisées. Elle contient deux interfaces.



**Figure 3.3:** CPU1515-2PN

) L'interface PROFINET IO IRT intégrée se présente sous forme d'un commutateur à 2ports.  
) L'interface PROFINET intégrée supplémentaire avec adresse IP séparée peut être utilisée par exemple pour la séparation de réseaux, pour le raccordement d'autres périphériques PROFINET IO RT ou pour une communication rapide en tant que périphérique I. La CPU offre en outre de nombreuses fonctionnalités de régulation ainsi que la possibilité d'intégrer des entraînements via des blocs PLC-open standardisés.

**a) Les caractéristiques de la CPU 1515-2PN**

La CPU 1515-2 PN dispose les caractéristiques suivantes :

) Un processeur performant : la CPU atteint des temps d'exécution de 30 ns par instruction surbit.

) Une mémoire de travail importante : 500 ko pour le programme, 3 Mo pour les données.

) Cartes mémoire SIMATIC en tant que mémoire de chargement ; elles permettent des fonctions supplémentaires.

) Souplesse d'extension : configuration à une rangée avec max. 32 modules (CPU + 31 modules).

) Interface PROFINET IO IRT pour la connexion de la périphérie décentralisée via PROFINET.

) Interface PROFINET pour la séparation des réseaux.

**Tableaux 3.1:** Les caractéristiques techniques de CPU 1515-2PN

| Caractéristique                                      | CPU 1515-2 PN |
|--|---------------|
| Tension d'alimentation                               | 24V           |
| Plage admissible ,limite inférieure                  | 19,2 V        |
| Plage admissible ,limite supérieure                  | 28,8 V        |
| Consommation de courant d'entrée « valeur nominale » | 2,4 A         |
| Consommation de courant d'entrée                     | 0,8 A         |
| Nombre d'interfaces PROFINET                         | 2             |
| Nombre d'interfaces PROFIBUS                         | 0             |
| Puissance dissipée                                   | 6,3 W         |

### 3.2.2.2. L'alimentation et les modules d'entrée/ sortie de l'automate S7-1500

#### a) Le bloc d'alimentation

Le module d'alimentation assure la distribution d'énergie électrique aux différents modules. Il délivre à partir du 220 V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate tels que :

+5V, 12V et 24V en continu. Le bloc qu'on a utilisé est **SIPLUS S7-1500 PS 60W 24/48/60V DC**.

#### b) Les modules d'entrées sorties

Les modules d'entrées /sorties sont des interfaces de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs et actionneurs, ils assurent le filtrage et l'adaptation des signaux électriques. Pour l'instant, il n'y a que deux modules installés, ils sont les suivants:

➤ **Module d'entrées TOR** : DI 32x24VDCBA : Il permet à l'automate de recevoir des informations prévenantes de la part des capteurs TOR (tout ou rien)

➤ **Module de sortie numérique** : DQ 32x24VDC/0.5A ST :Les modules de sorties TOR assure le raccordement de l'automate aux différents actionneurs et pré-actionneurs tels que (moteurs, relais).



Figure3.4 : Constitution de l'API S7-1500

**Remarque :** Pour l'alimentation performante pour l'installation, une entrée d'alimentation stabilisée est ajoutée à l'armoire, il s'agit de SITOP PSU100S (DC 24V/10A)



**Figure 3.5:** L'alimentation PSU100S

### 3.3. Logiciel Totally Integrated Automation Portal 'TIA Portal V14'

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC Win CC (dans la version du programme disponible).

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal) est l'outil de programmation des automate-SIMATIC S7-1500, S7-1200, S7-300, S7-400. Avec STEP 7 Professional, les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation :

- Configuration et paramétrage du matériel
- Paramétrage de la communication
- Programmation
- Test, mise en service et dépannage avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic
- Documentation
- Génération d'écrans de visualisation pour les Basic Panels SIMATIC avec WinCC Basic intégré.
- Il est également possible de générer des écrans de visualisation pour les PC et autres Panels à l'aide d'autres progiciels Win CC.

### 3.3.1. Vue du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue:

- **La vue du portail** : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- **La vue du projet** : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

#### 3.3.1.1. Vue du portail

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, la figure ci-dessous représente une vue du portail.



Figure 3.6 : Vue de portails

#### 3.3.1.2. Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure ci-dessous représente la vue du projet.

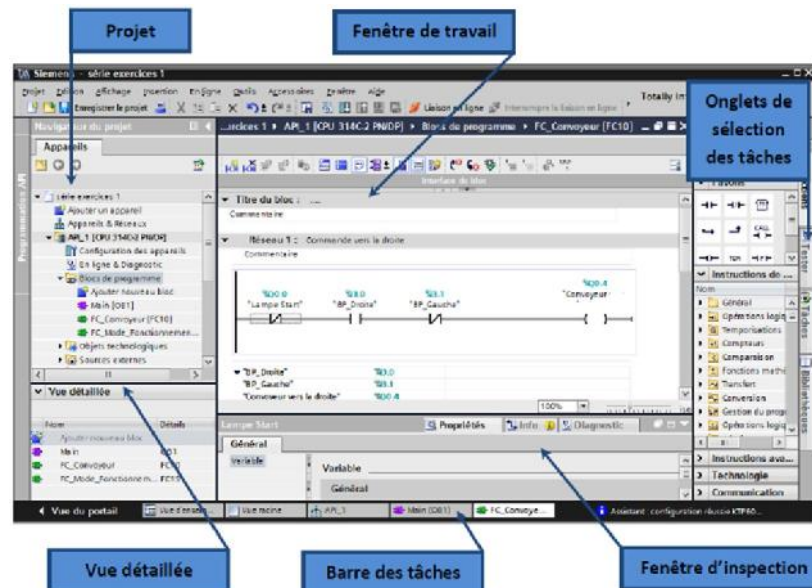


Figure 3.7: Vue du projet

- ❖ **La fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir de composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme machin(IHM).
- ❖ **La fenêtre d'inspection** permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme,...).
- ❖ **Les onglets des élections de tâches** ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle <bibliothèques des composants, bloc de programme <instructions de programmation).

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

Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

### 3.3.2. Création d'un projet et configuration d'une station de travail

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action «**Créer un projet**». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton «**créer**», la figure ci-dessous représente la création d'un projet.



Figure 3.8 : Création d'un projet

### 3.3.2.1. Configuration et paramétrage du matériel

Une fois votre projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la « **vue du projet** » et cliquer sur « **Ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, IHM, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication.....Etc.), La figure ci-dessous représente la configuration et le paramétrage du matériel.

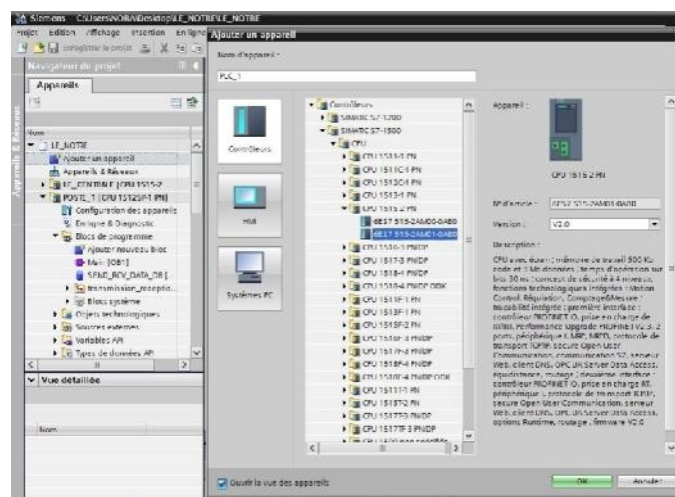


Figure 3.9: Configuration et paramétrage du matériel

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet. Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information. La figure ci-dessous est une deuxième représentation de la configuration et du paramétrage du matériel.

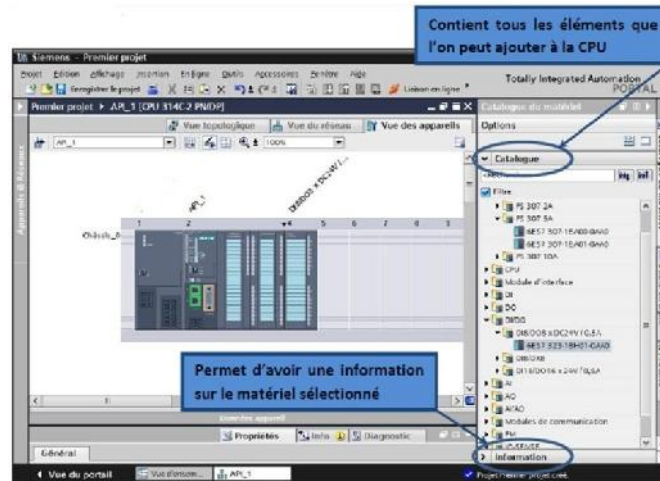


Figure 3.10 : Configuration et paramétrage du matériel

### 3.3.4. Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matériel, il suffit d'aller dans « appareil et réseau » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « Vue des appareils », de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci-dessous est une représentation des adressages des Entrée / Sortie.

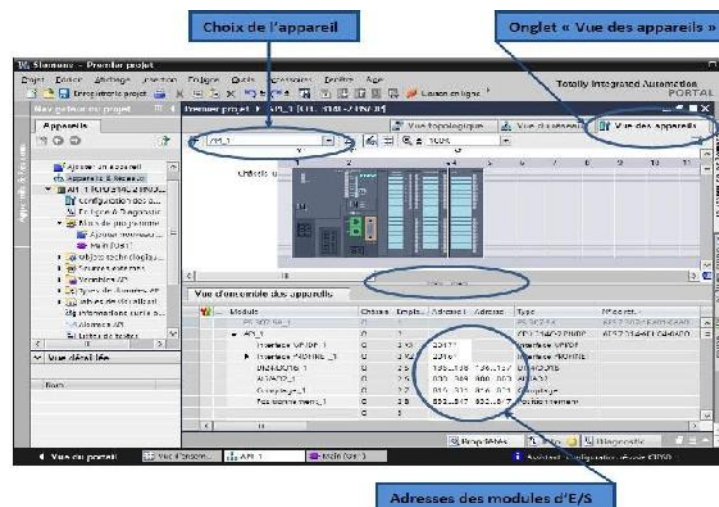


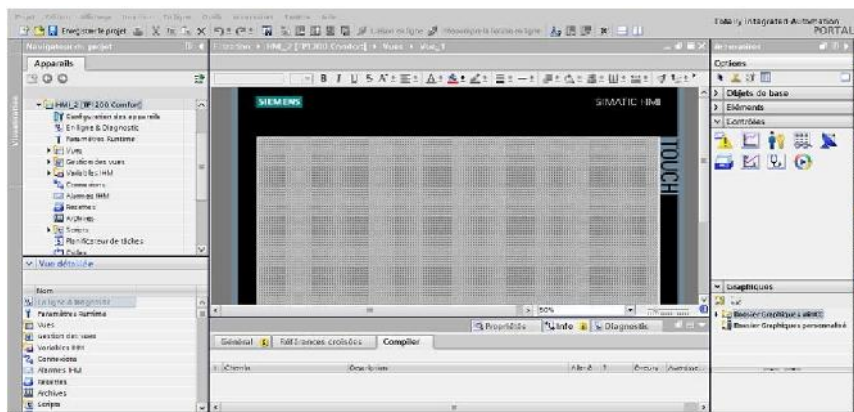
Figure 3.11 : Adressage des E/S.

On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet «**Vue d'ensemble des appareils** » Les adresses des entrées et sorties apparaissent.

Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

### 3.3.5. Win CC sur TIA portal

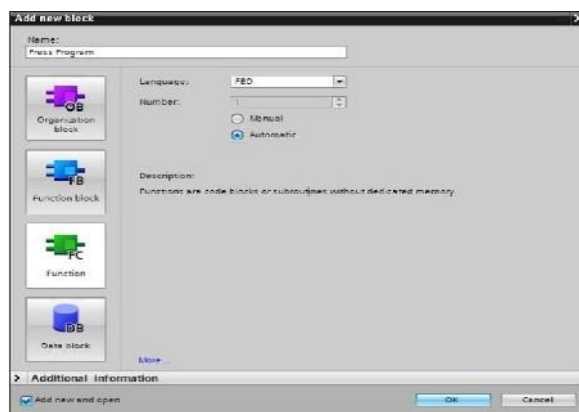
Win CC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriel SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation. Le SIMATIC Win CC dans le TIA portal fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solution de commande, de visualisation d'entraînement, c'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solution de commande simple avec basic panel aux applications SCADA pour système multipostes basé sur PC.



**Figure 3.12:** Vue SIMATIC HMI

### 3.3.6. Les blocs de programme

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC.



**Figure 3.13:** Création d'un nouveau bloc

Il existe différents types de blocs pour exécuter les tâches dans un système d'automatisation.

#### a) Les blocs d'organisation (OB)



Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de déterminer le comportement de la CPU.

Les OB sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les événements suivants :

- Comportement au démarrage
- Exécution cyclique du programme
- Exécution du programme déclenché par des alarmes (cyclique, processus, diagnostic,...)
- Traitement de serreurs.

Pour que le traitement du programme démarre, le projet doit posséder au moins un OB cyclique (par exemple l'OB 1).

#### b) Les blocs de fonctions (FC)



Ce sont des blocs de code sans mémoire. Elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc.

Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction.

Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérandes globaux.

### c) Les blocs fonctionnels (FB)



Ce sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs.

### d) Blocs de données d'instance(DB)

L'appel d'un bloc fonctionnel est une instance. Les données avec lesquelles opère l'instance sont mémorisées dans un bloc de données d'instance.

La taille maximale des blocs de données d'instance varie selon la CPU. Les variables déclarées dans le bloc fonctionnel déterminent la structure du bloc de données d'instance.

### 3.3.5. Les langages de programmation

Un ensemble homogène d'instructions dans tous les langages de programmation (CONT, LOG, LIST, SCL et GRAPH).

SIMATIC STEP 7 V14 met à disposition de puissants éditeurs pour la programmation des automates SIMATIC.

**Remarque :** Afin de réaliser notre projet on était amener à utiliser deux langages de programmations LE LADDER et LE GRAFCET.

Dans ce qui suit nous allons vous présenter le GRAFCET et ces règles d'évolutions, concepts et la structuré de base, et ainsi le langage LADDER et ces éléments principale .

### 3.4. Grafcet : [1], [2], [12]

#### 3.4.1. Définition

GRAFCET est Inventé en 1977 en France par l' AFCET (Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique).

GRAFCET est Diffusé par l' ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie Norme IEC 1131.3).

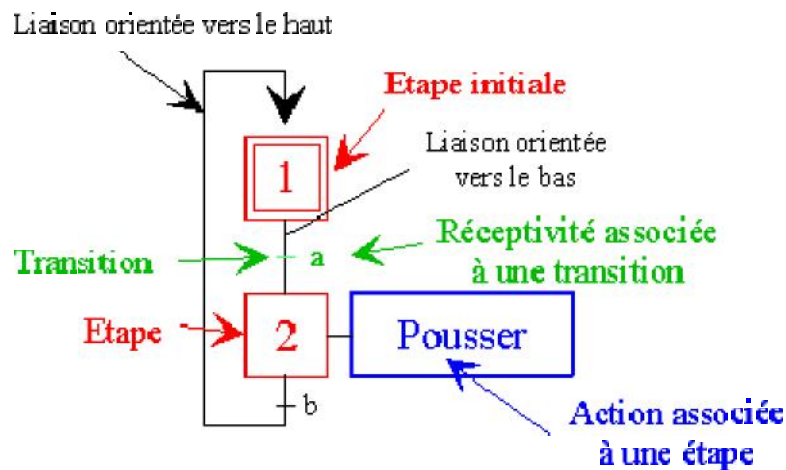
Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions) ou SFC (Sequential Function Chart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

)] Les ENTREES, c'est-à-dire les transferts d'informations de la Partie Opérative vers la Partie Commande,

)] Les SORTIES, transferts d'informations de la Partie Commande vers la Partie Opérative.

C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, car c'est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché.

**Exemple :**



**Figure 3.14 :** Exemple simple d'un grafcet

La PO-PC pour un ascenseur:

- L'ensemble électromécanique (cabine, moteur, portes) : Partie opérative,
- Les boutons d'appel, la logique et les armoires d'appareillages : Partie commande.

Le GRAFCET comprend:

- )] Des étapes associées à des actions ;
- )] Des transitions associées à des réceptivités ;
- )] Des liaisons orientées reliant étapes et transitions.

### 3.4.2. Les différents Grafcet

Il y a deux types de représentation :

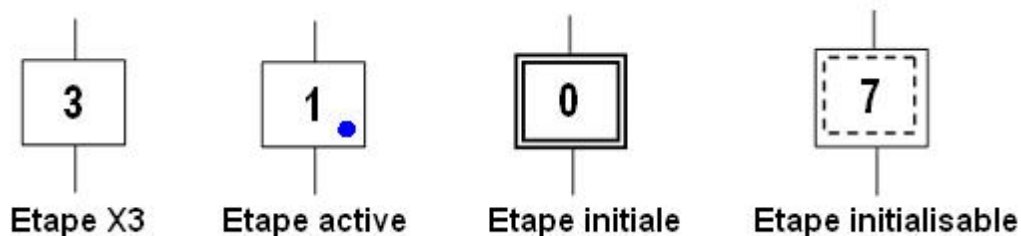
- )] La représentation fonctionnelle ou de niveau 1 donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé, en précisant la coordination des tâches opératives. Elle permet une compréhension globale du système.

) La représentation technologique ou de niveau 2 donne une interprétation en tenant compte des choix technologique relatifs à la partie de commande de l'automatisme ; le type et la désignation des appareillages (S1, KM, Ka...).

### 3.4.3. Les concepts de base du GRAFCET : [2]

**a) Etape :** Une étape symbolise un état ou une partie de l'état du système automatisé. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. Chaque étape possède une variable d'état, appelée variable d'étape ; Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, 0 sinon.

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale et représentée par un carré double.



**Figure 3.16 :** Des différents états des étapes

**Remarque :** Dans un grafcet il doit y avoir au moins une étape initiale.

**b) Actions associées aux étapes :** Une ou plusieurs actions élémentaires ou complexes peuvent être associées à une étape. Les actions associées à une étape traduisent ce qui doit être fait si l'étape est active.

Les actions qui sont les résultats du traitement logique des informations par la partie commande peuvent être :

) Externes et elles correspondent aux ordres émis vers la partie opérative ou vers les éléments externes.

) Internes et concernent des fonctions spécifiques de l'automatisme telles que : temporisation, comptage, etc.

**c) Transition :** Une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. Le passage de l'une à l'autre s'effectue par le franchissement d'une transition. Une transition est soit validée soit non validée. Elle est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement

précédentes reliées à cette transition sont achevées.

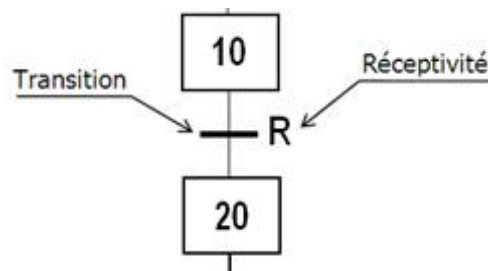


Figure 3.17: Une transition

d) **Réceptivité** : A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui peut être soit vraie soit fausse.

Exemple :

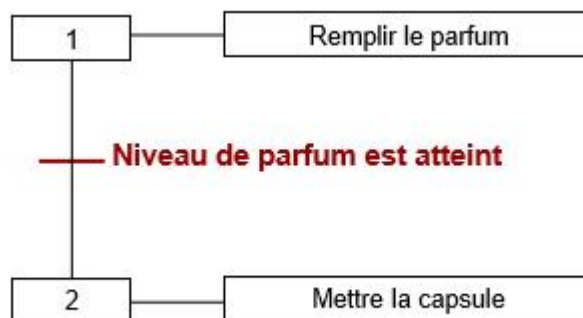


Figure 3.18: Une réceptivité

e) **Liaisons orientées** : Elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.

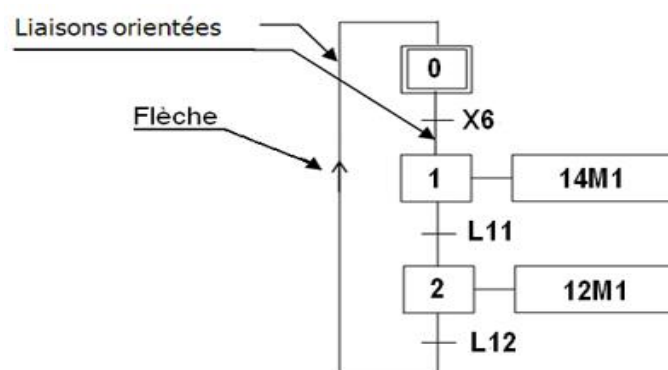


Figure 3.19: Liaisons orientées

### 3.4.4. Règles d'évolution d'un GRAFCET

- **Condition initiale** : Un grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant évolution du cycle.
- **Franchissement d'une transition** : Une transition est soit validée ou non validée ; elle est valide lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Lorsque la transition est valide et que la réceptivité associée est vraie elle est alors obligatoirement franchie.
- **Évolution des étapes actives** : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation des étapes immédiatement suivante et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.
- **Franchissement simultané** : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
- **Activation et désactivation simultanées** : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

### 3.4.5. Les structures de base :

Nous pouvons avoir dans un cycle machine complet avec des séquences simultanées, ou des choix de séquence.

**a) Séquence unique** : Le début du Grafcet est constitué d'une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres. Cette suite d'étapes est appelée une séquence unique

La séquence est dite active si au moins une des étapes est active. Elle est dite inactive si toutes les étapes son inactives

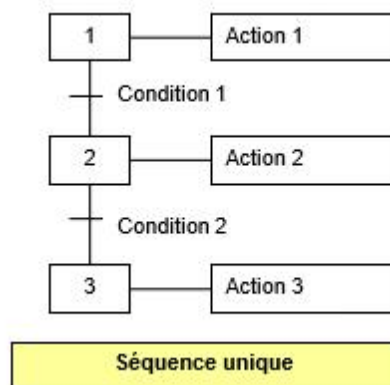


Figure 3.20 : Séquence unique

**b) Séquences simultanées** : Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps ces séquences sont dites séquences simultanées. Après

l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes.

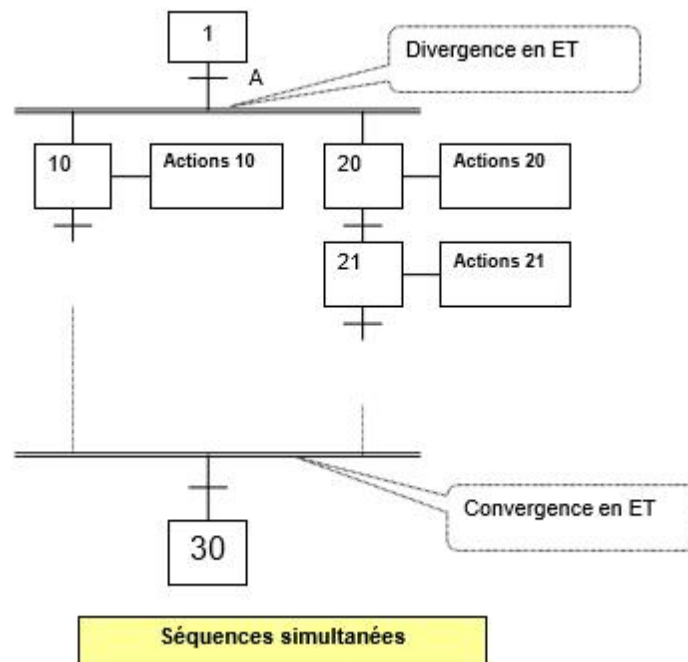
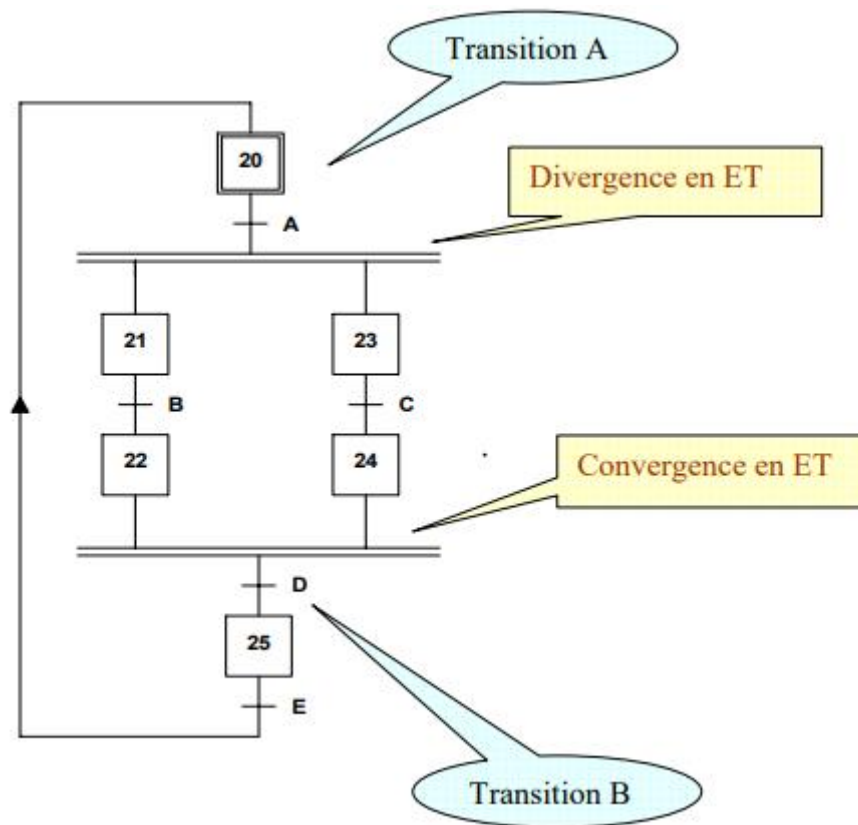


Figure 3.21 : Une séquence simultanée.

**c) Divergence et convergence en ET :** Divergence en ET : représentation par 2 trait identique et parallèle ; lorsque la transition A est franchie les étapes 21 et 23 sont actives.

Convergence en ET : La transition D sera active lorsque les étapes 22 et 24 seront actives, si la réceptivité associée à la transition D est vraie alors elle est franchie et l'étape 25 devient active et désactive les étapes 22 et 24.

Le nombre de branches peut être supérieur à 2, après une divergence en ET on trouve une convergence en ET.



**Figure 3.22 :** Divergence et convergence en E

#### d) Divergence et convergence en OU (aiguillage)

Divergence en OU : l'évolution du système se dirige vers une des branches en fonction des réceptivités A1, B1 et de leurs transitions associées.

Convergence en OU : Après une divergence en OU on trouve une convergence en OU vers une étape commune dans l'exemple l'étape 35.

Le nombre de branche peut être supérieur à 2, A1 et B1 ne peuvent pas être vrais simultanément.

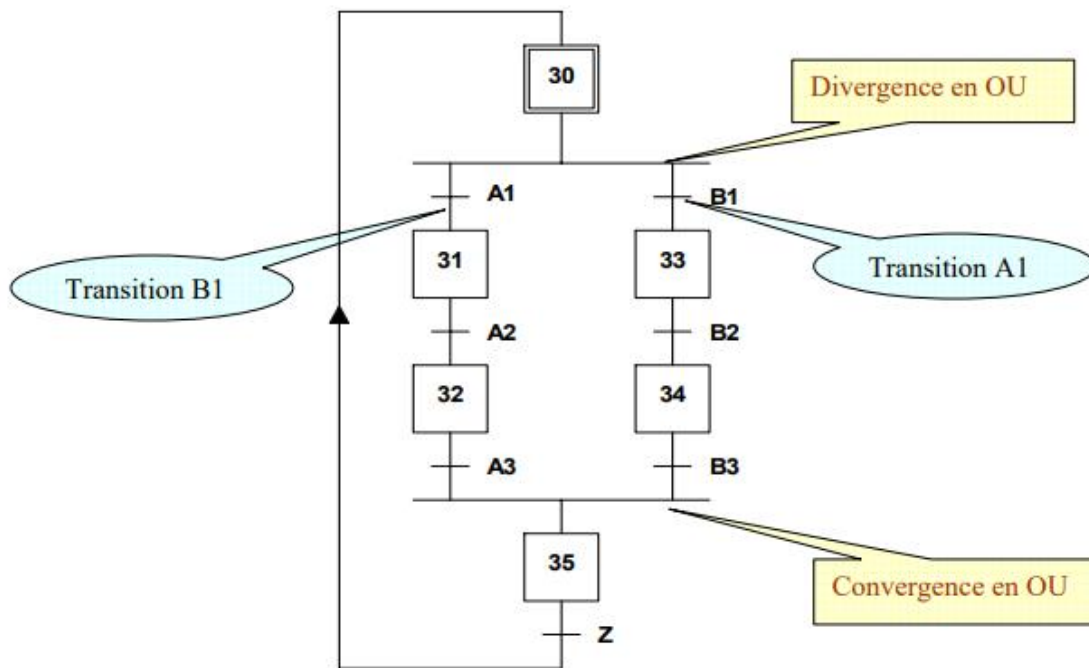


Figure 3.23: Divergence et convergence en OU.

- **Saut d'étape** : Le saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes en fonction de la progression d'un cycle.
- **Reprise d'étape** : La reprise d'étape permet de ne pas continuer le cycle mais de reprendre une séquence précédente lorsque les actions à réaliser sont répétitives.

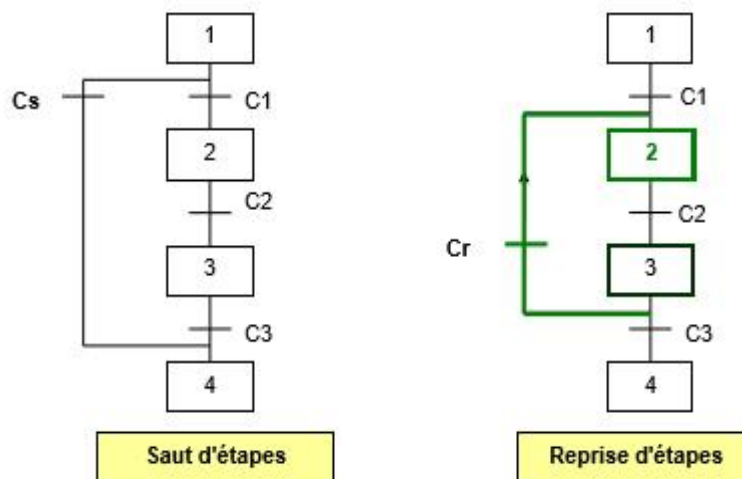


Figure 3.24 : Saut et reprise d'étapes.

### 3.5. Ladder : [10]














#### 3.5.1. Définition

Le LADDER ou langage à contact se programme par ligne avec les entrées ( test ) et les sorties sur les mêmes pages de programmations. Le langage à contact est adapté à la programmation de traitements logiques, il utilise le schéma développé. Nous retrouvons :

- La fonction ET en utilisant des contacts en série.
- La fonction OU en utilisant des contacts en parallèle.

#### 3.5.2. Représentation des principaux éléments

Tableau 3.2. Principaux éléments du Ladder

| Graphe  | désignation            | fonction  | Schéma a contact  |
|---|------------------------|---|---|
|    | Contact à fermeture    | contact passant quand il est actionné                 |    |
|  | Contact à ouverture    | contact passant quand il n'est pas actionné           |  |
|  | connexion horizontale  | permet de relier les éléments action série            |  |
|  | connexion verticale    | permet de relier les éléments action en parallèle     |  |
|  | bobine directe         | la sortie prend la valeur du résultat logique         |  |
|  | bobine inverse         | la sortie prend la valeur inverse du résultat logique |   |
|  | bobine d'enclenchement | le bit interne est mis à 1 et garde cet état          |   |
|  | bobine déclenchement   | le bit interne est mis à 0 et garde cet état          |   |

Un bit étant une mémoire interne logique prenant la valeur 0 ou 1

- Une bobine d'enclenchement S « set » et bobine de déclenchement R « reset » correspondent à un relais bistable.
- En plus des blocs fonctions logiques d'automatisme, il existe les blocs de temporisation, de comptage ...
- Le réseau à contact s'inscrit entre deux barres verticales représentant la tension d'alimentation

### Exemple :



L'entrée B0 sur la gauche et un contact normalement ouvert, il est connecté sur la sortie Q0 sur la droite.

Dès que B0 devient vraie (par exemple: l'entrée est activée, ou l'utilisateur a pressé le contact NO), la tension atteint l'extrême droite en traversant la bobine Q0. Avec comme conséquence que la sortie Q0 passe de 0 à 1.

### 3.6. Conclusion

Ce chapitre on a présenté les deux type d'automate qu'on utilisé et un bref exposé sur le logiciel Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal V14), comme on a parle sur les deux langages de programmation Ladder et Grafcet.

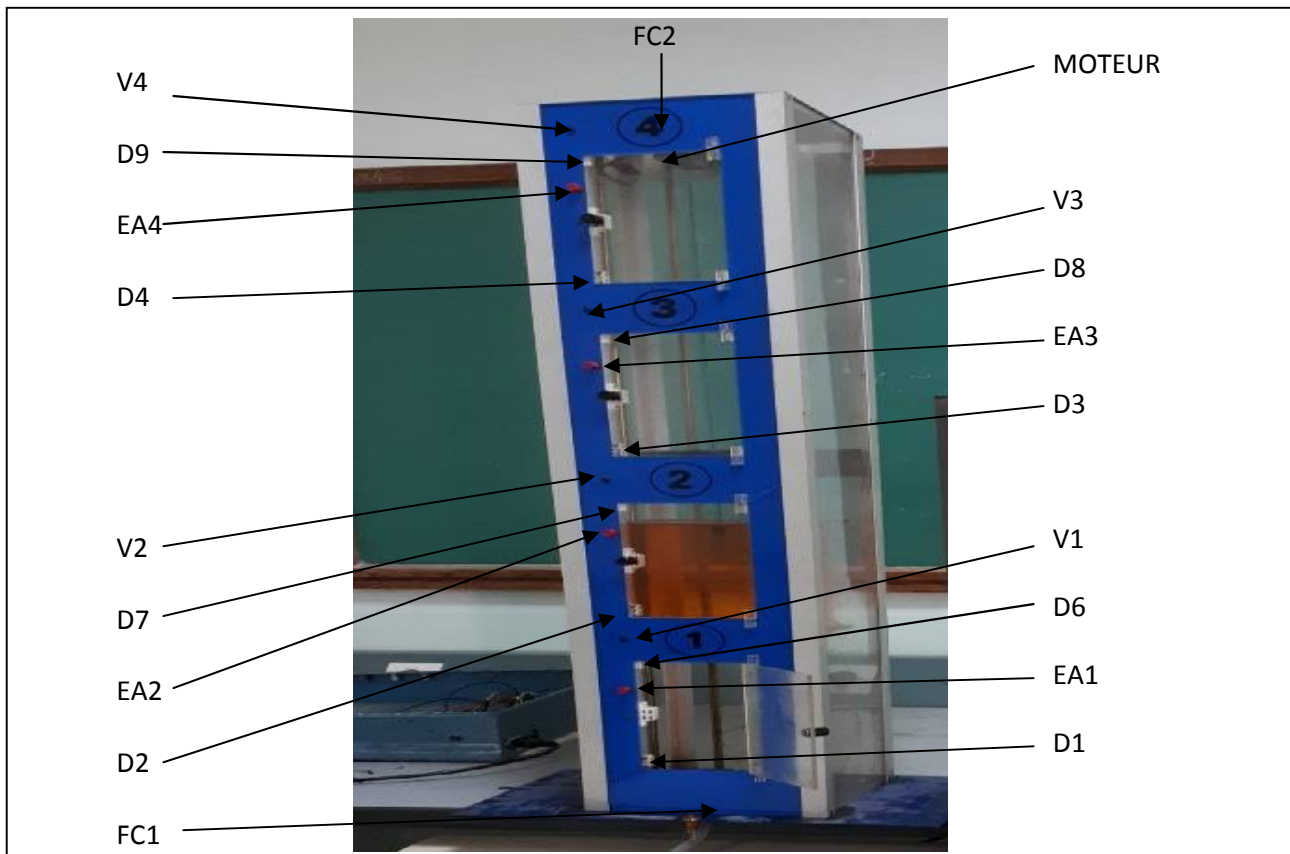
# **Chapitre 4**

*l'automatisation de l'ascenseur*

#### 4.1. Préambule

Dans ce chapitre nous avons élaboré le travail qui a été fait au laboratoire de recherche au niveau de CDTA en commençant par l'identification, en arrivant à la programmation :

#### 4.2. Identifications des composants



**Figure 4.1.** Les composants de l'ascenseur.

La maquette d'ascenseur existant dans CDTA est une maquette de version très ancienne contenant des composants basiques, essentiellement des capteurs tout ou rien comme entrées, des leds et un moteur comme sortie, qui sont classés dans le tableau ci-dessous :

| Etage   | Entrée  | Sorties  |
|---------|---|--|
| Etage 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détecteur d'étage (D1)</li> <li>▪ Détecteur de fermeture de porte (D6)</li> <li>▪ Bouton d'appel(EA1)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voyant d'appel de la cabine (V1)</li> </ul>                                 |
| Etage 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détecteur d'étage (D2)</li> <li>▪ Détecteur de fermeture de porte (D7)</li> <li>▪ Bouton d'appel(EA2)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voyant d'appel de la cabine (V2)</li> </ul>                                 |
| Etage 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détecteur d'étage (D3)</li> <li>▪ Détecteur de fermeture de porte(D8)</li> <li>▪ Bouton d'appel (EA3)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voyant d'appel de la cabine (V3)</li> </ul>                                 |
| Etage 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détecteur d'étage (D4)</li> <li>▪ Détecteur de fermeture de porte (D9)</li> <li>▪ Bouton d'appel (EA4)</li> <li>▪ Capteur fin de course en haut (FC2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voyant d'appel de la cabine (V4)</li> <li>▪ Un moteur a traction</li> </ul> |

**Tableau 4.1.** Les composants de l'ascenseur.

### 4.3. Identification des câbles

Chaque composants dans l'ascenseur a des câbles pour ses entrées et ses sorties et cela pour faciliter l'interfaçage. L'identification des entrées et des sorties se fait en code couleur comme l'indique le tableau suivant:

**Tableau 4.2.** Code couleurs des câbles

| E/S                             | Etage  | Nombre de câble | Code couleur  |
|---------------------------------|--------|-----------------|---|
| Détecteur d'étage               | D1     | 3               | - Un câble jaune<br>-Deux câbles noirs                                    |
|                                 | D2     | 3               | -Un câble vert<br>-Deux câbles noirs                                      |
|                                 | D3     | 3               | -Un câble jaune<br>-Deux câbles noirs                                     |
|                                 | D4     | 3               | -Un câble jaune<br>-Deux câbles noirs                                     |
| Détecteur de fermeture de porte | D6     | 2               | -Deux câbles violets  |
|                                 | D7     | 2               | -Deux câbles violets  |
|                                 | D8     | 2               | -Deux câbles violets  |
|                                 | D9     | 2               | -Deux câbles violets  |
| Boutons d'appel                 | AE1    | 3               | -Un câble noir<br>-Un câble orange<br>-Un câble a rayures blanc et marron |
|                                 | AE2    | 3               | -Un câble noir<br>-Un câble orange<br>-Un câble a rayures blanc et marron |
|                                 | AE3    | 3               | -Un câble noir<br>-Un câble orange<br>-Un câble a rayures blanc et marron |
|                                 | AE4    | 3               | -Un câble noir<br>-Un câble orange<br>-Un câble a rayures blanc et marron |
| Voyant d'appel de la cabine     | V1     | 3               | -Un câble jaune<br>-Deux câbles noirs                                     |
|                                 | V2     | 3               | -Un câble vert<br>-Deux câbles noirs                                      |
|                                 | V3     | 3               | -Un câble bleu<br>-Deux câbles noirs                                      |
|                                 | V4     | 3               | -Un câble gris<br>-Deux câbles noirs                                      |
| Le moteur                       | MOTEUR | 2               | -Un câble noir<br>-Un câble rouge   |

#### 4.4. Le câblage entre l'ascenseur et l'API

Le câblage entre l'ascenseur et l'API se fait en liant les entrées et les sorties de l'ascenseur vers l'automate.



**Figure 4.2 :** Câblage de l'ascenseur.

##### 4.4.1. Les entrées de l'API

Le tableau suivant représente les composants de l'ascenseur qui sont reliés vers les entrées de l'automate.

**Tableau 4.3.** Les entrées de l'API.

| Les entrées de l'ascenseur | les entrées de l'automate |
|----------------------------|---------------------------|
| FC1                        | i0.0                      |
| FC2                        | i0.1                      |
| AE1                        | i0.2                      |
| D1                         | i0.3                      |
| D2                         | i0.4                      |
| D3                         | i0.5                      |
| D4                         | i0.6                      |

#### 4.4.2. Les sorties de l'API

Le tableau suivant représente les composants de l'ascenseur qui sont reliés vers les sorties de l'automate.

**Tableau 4.4 :** Les sorties de l'API.

| Les sorties de l'ascenseur | Les sorties de l'automate |
|----------------------------|---------------------------|
| MOTEUR                     | Q0.0                      |
| V1                         | Q0.1                      |
| V2                         | Q0.2                      |
| V3                         | Q0.3                      |
| V4                         | Q0.4                      |

#### Le relais RUN 31A21 BD

Le Relais Universel Numéro 31A21 est un relais de famille télémechanique fonction avec la bobine de 24v en courant continu qui est lié à une base RUZ1A qui nous permet de différencier ses entrées et ses sorties.

Dans notre travail on a utilisé deux relais :

- ) Un est relié vers le moteur de l'ascenseur et il est utilisé comme un bouton d'arrêt d'urgence.
- ) Un autre est utilisé pour le changement de sens de rotation du moteur.



**Figure 4.3 :** Relais utilisé.

#### 4.5. Configuration du matériel

Pour configurer l'automate on utilise le logiciel TIA PORTAIL.

Après création du projet sur le logiciel on obtiens une fenêtre qui est utilisé pour le choix du matériel :

- 1 représente l'icône « appareil et réseaux » : Qui nous permet d'accéder a une liste des actions permettant de choisir le matériel.
- 2 représente l'icône « configuration des appareil » : qui nous permet de choisir toute les parties de l'API
- 3 représente une librairie de composants dans on choisit :
  - ✓ La CPU : 1515-2PN ;
  - ✓ La chassie : PS 60W 24/48/60V ;
  - ✓ Les modules d'entrée : DI 32\*24VDC BA-1 ;
  - ✓ Les modules de sorties : DQ 32\*24VDC/0 5 ;
- En fin 4 représente l'icône « bloc de programme » qui nous permet de programmer en contact ladder l'automate.

Comme l'indique la figure suivante :

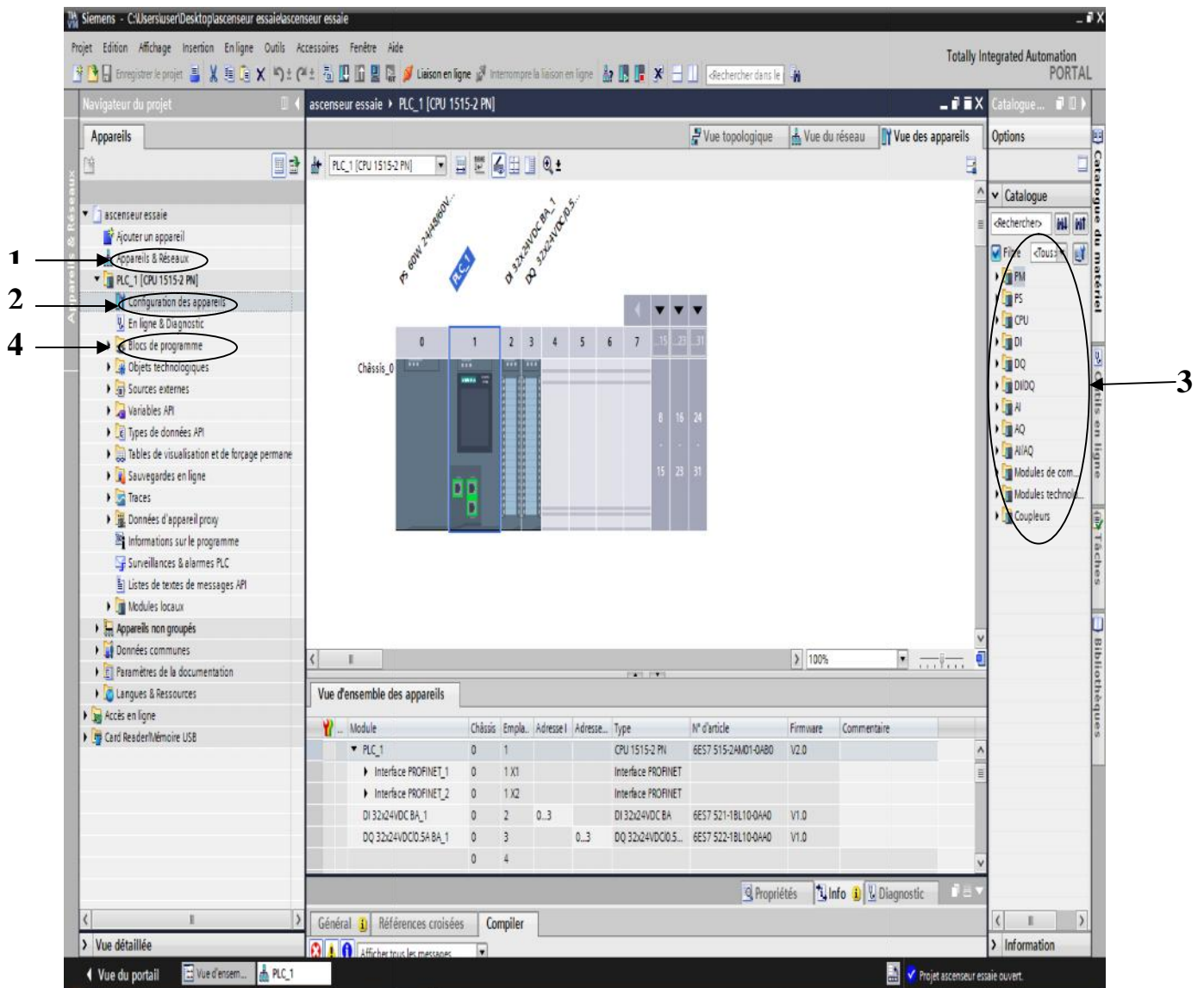


Figure 4.4 : Configuration matériel.

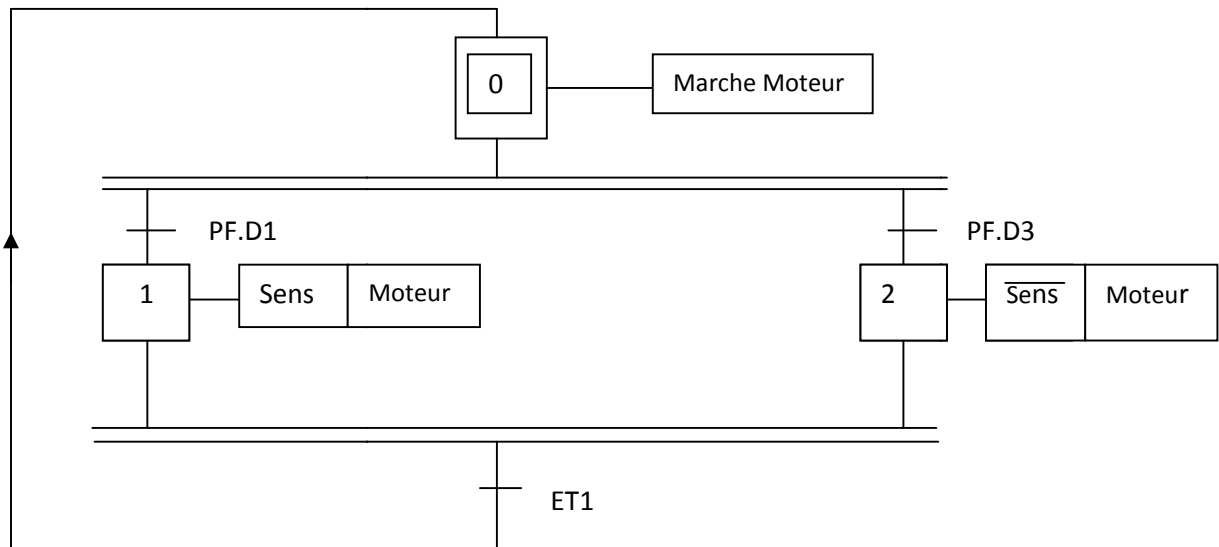
## 4.5. Programmation de l'automate

### 4.5.1. Programme test

Pour tester le bon fonctionnement des composants constituant l'ascenseur nous avons réalisé un Grafcet test qui répond au cahier de charge suivant :

- ⌋ L'ascenseur doit monter à l'étage 3 puis redescendre à l'étage 1.
- ⌋ Les portes doivent être fermées pour effectuer le déplacement.

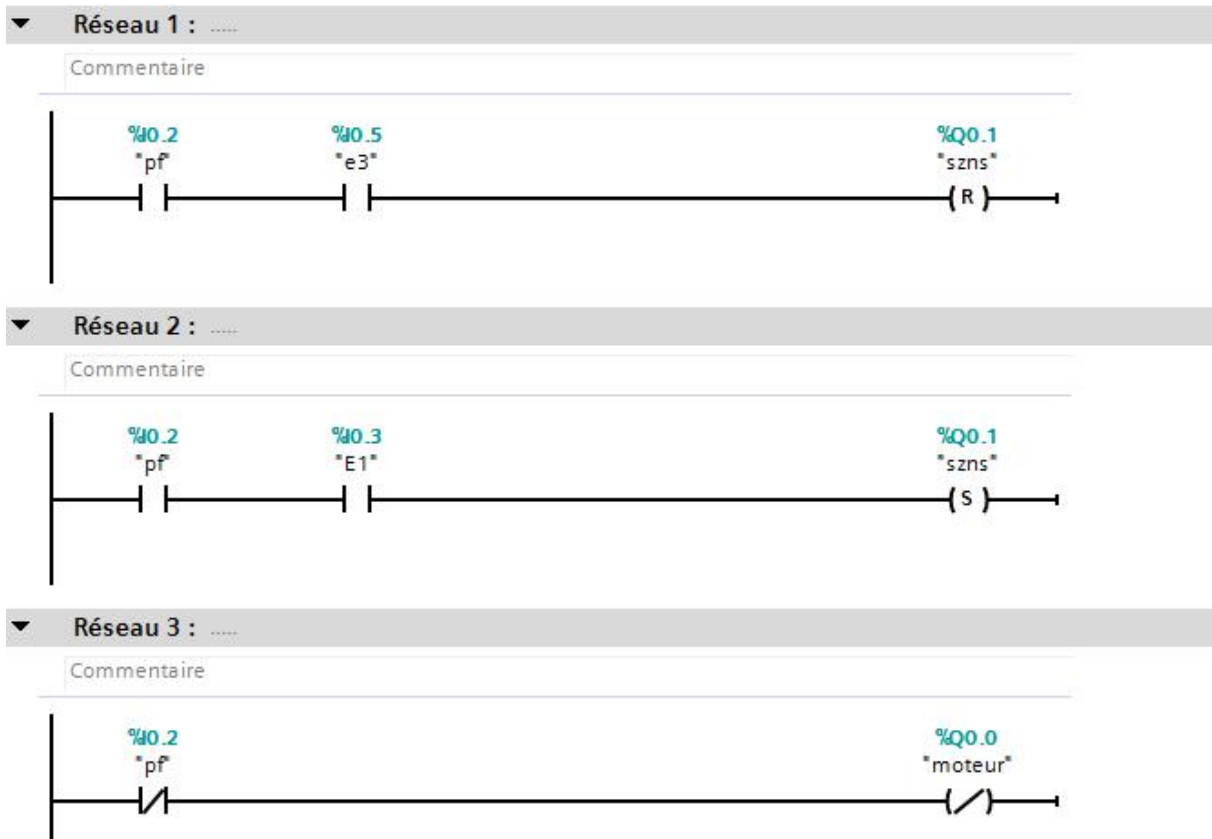
Grafcet : test de fonctionnement des composants :



A partir de ce Grafcet nous avons établie le langage ladder suivant :

| Table de variables standard |           |                 |         |         |                                     |                                     |                                     |
|-----------------------------|-----------|-----------------|---------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                             | Nom       | Type de données | Adresse | Réma... | Acces...                            | Ecritur...                          | Visibl...                           |
| 1                           | fb        | Bool            | %I0.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2                           | fh        | Bool            | %I0.1   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3                           | pf        | Bool            | %I0.2   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4                           | moteur    | Bool            | %Q0.0   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5                           | szns      | Bool            | %Q0.1   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6                           | e3        | Bool            | %I0.5   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7                           | E1        | Bool            | %I0.3   |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8                           | <Ajouter> |                 |         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Figure 4.5. Table des variables 1.



#### 4.6. Discussions des résultats et propositions des améliorations

Vu que le test des composants était fiable, tous les capteurs fonctionnent en bon état, le moteur marche convenablement, nous avons pensé à proposer quelques améliorations pour l'ascenseur avant de proposer le schéma global du fonctionnement qui consiste à :

- ✓ Ajouter des boutons d'appel à l'intérieur de la cabine ;
- ✓ Remplacer les portes manuelles par des portes automatiques ;
- ✓ Ajouter deux boutons d'appel à l'extérieur de chaque étage pour préciser la montée ou la descente de passager ;
- ✓ Ajouter un afficheur pour indiquer la position de la cabine.

Et pour cela nous avons proposé le cahier de charge suivant :

##### 4.6.1. Cahier de charge

L'ascenseur contient quatre étages et dont la boîte d'appel contient deux boutons de demande.

Le principe de ce type d'ascenseur consiste à optimiser la demande d'ascenseur et à améliorer l'utilisation en permettant la demande et la mémorisation de la demande de la cabine quand elle est en marche.

Un utilisateur désirant « Monter » appuie sur le bouton dont la flèche est dirigée vers le haut, un utilisateur désirant « Descendre » appuie sur le bouton dont la flèche est dirigée vers le bas. Si la direction de l'ascenseur est la même que celle demandée, et que l'étage d'où provient la demande n'est pas encore atteint, l'ascenseur s'arrête au passage pour prendre le passager.

L'ouverture des portes est automatique et leur fermeture suite à une demande ne peut s'effectuer que 30s après l'ouverture pour permettre l'évacuation aisée de la cabine.

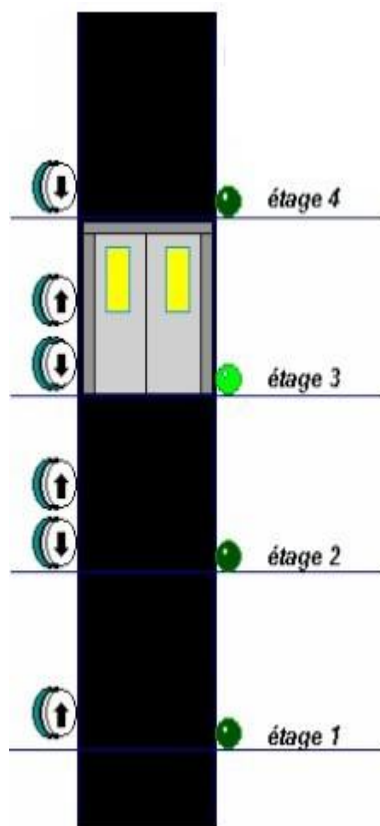


Figure 4.7. Boite de demande extérieure



Figure 4.8. Boite de demande intérieure

## 4.6.2. Le grafcet proposée

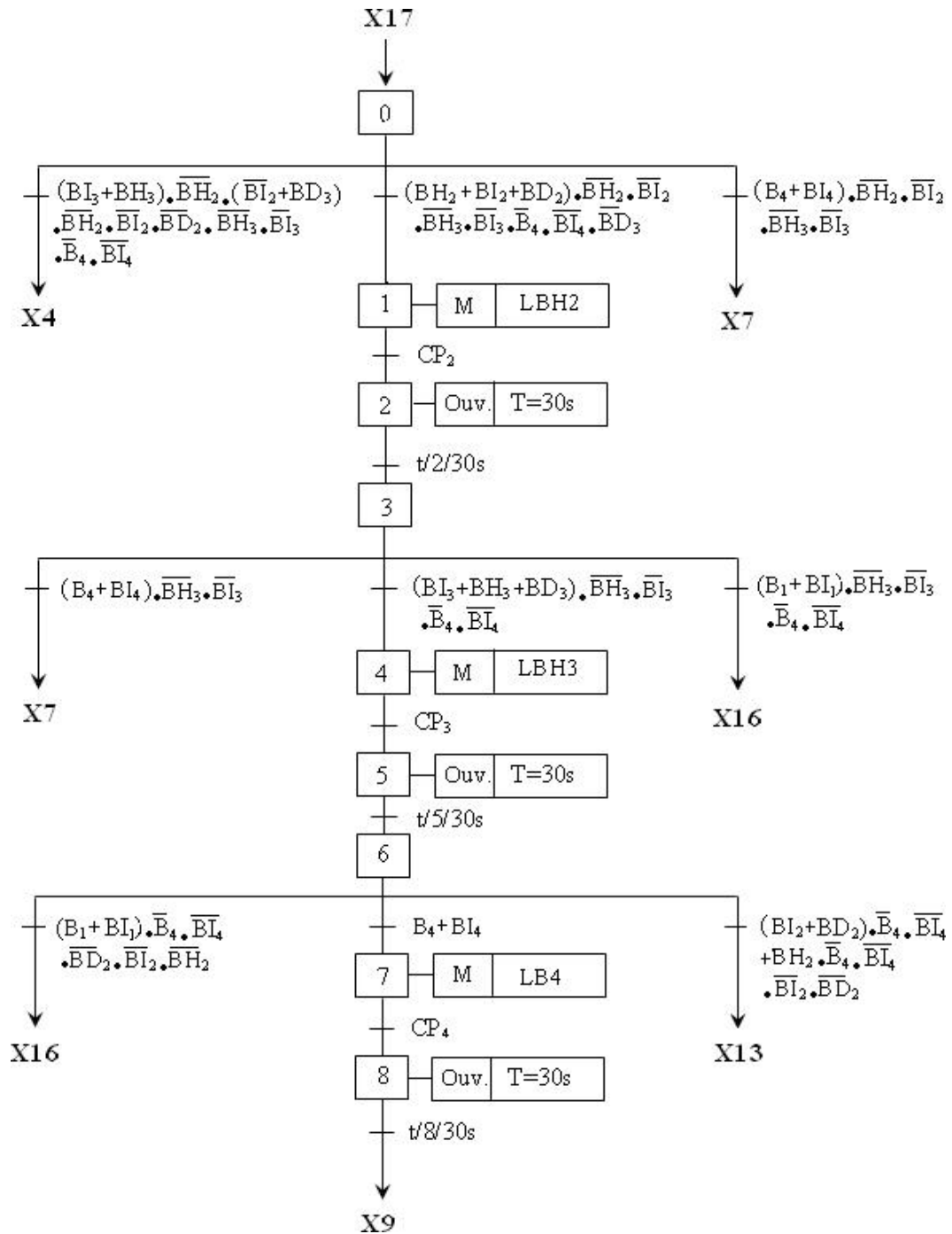
### 4.6.2.1. La tables des variables

**Tableau 4.5.** Tableau des entrées sorties

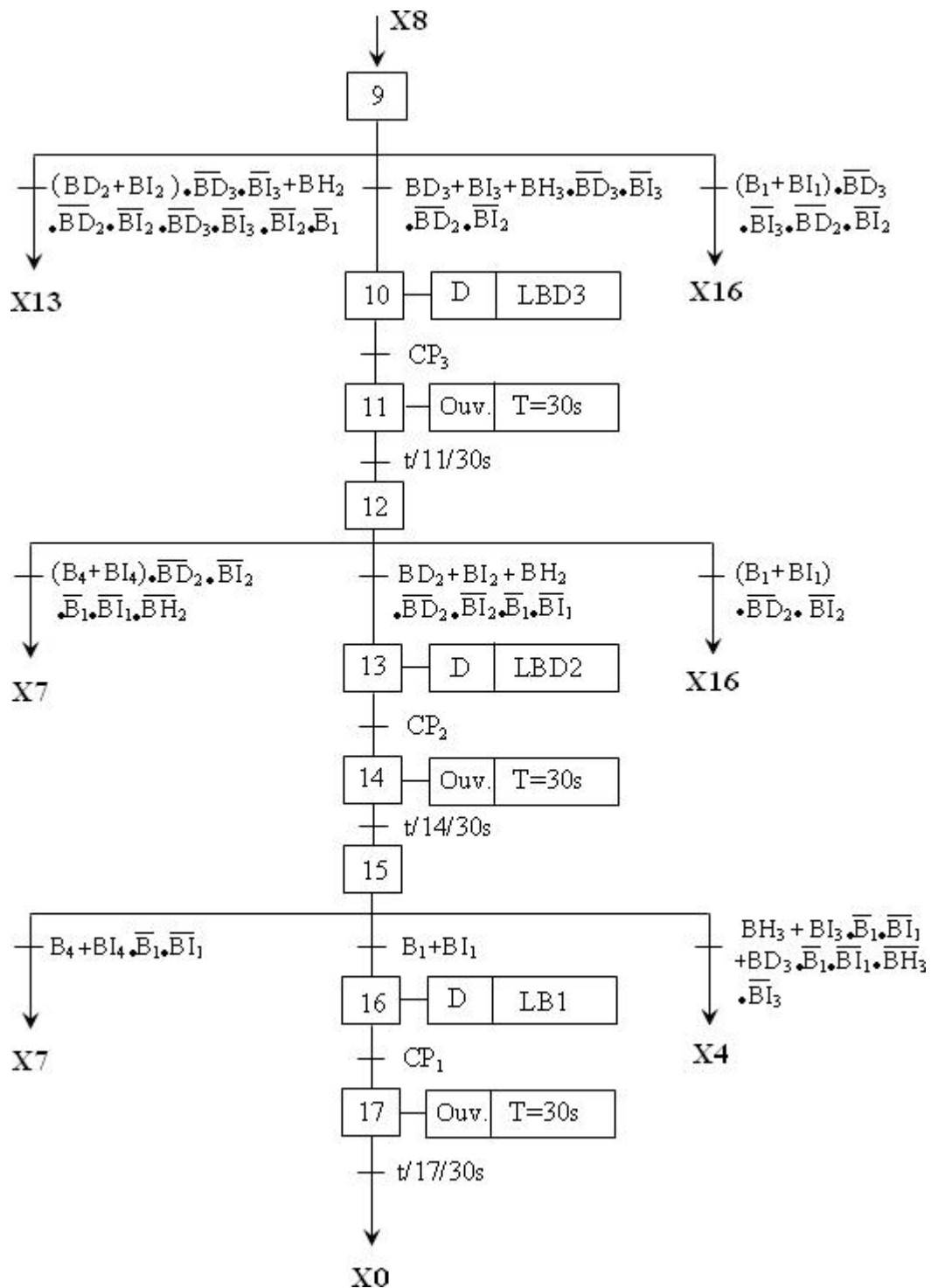
| Les E/S  | Commentaires                   | Variables |
|--|--------------------------------|-----------|
| Appelintérieur (cabine)  | Bouton intérieur étage 1       | BI1       |
|  | Bouton intérieur étage 2       | BI2       |
|  | Bouton intérieur étage 3       | BI3       |
|  | Bouton intérieur étage 4       | BI4       |
| Appel extérieur vers le haut                                   | Demande extérieur haut étage 1 | B1        |
|  | Demande extérieur haut étage 2 | BH2       |
|  | Demande extérieur haut étage 3 | BH3       |
| Appel extérieur vers le bas                                    | Demande extérieur bas étage2   | BD2       |
|  | Demande extérieur bas étage3   | BD3       |
|  | Demande extérieur bas étage4   | B4        |
| Montée   | Monter la cabine               | M         |
| Descente   | Descendre la cabine            | D         |
| Ouverture  | Ouvrir la porte                | OUV       |
| Allumage voyants des demandes extérieures (mémoire des appels) | Allumer voyant ext.hautétage1  | LB1       |
|  | Allumer voyant ext.hautétage2  | LBH2      |
|  | Allumer voyant ext.hautétage3  | LBH3      |
|  | Allumer voyant ext. Basétage2  | LBD2      |
|  | Allumer voyant ext. Basétage3  | LBD3      |
|  | Allumer voyant ext. Basétage4  | LB4       |
| Allumage des voyants de l'afficheur                            | Allumer voyant étage1          | V1        |
|  | Allumer voyant étage2          | V2        |
|  | Allumer voyant étage3          | V3        |
|  | Allumer voyant étage4          | V4        |

4.6.2.2. Le grafcet

A. Grafcet de montée



**B. Grafcet de descente**



**4.7. Discussion**

Dans ce chapitre nous avons appris à câbler et programmer les automates programmables industriels, comme nous avons approfondi dans le monde des ascenseurs ; nous avons aussi utilisé l'outil Grafcet ainsi que le Ladder.

# **Conclusion Générale**

Ce travail rentre dans le cadre d'une étude qu'on a effectuée au sein de CDTA « Centre de Développement des Technologies Avancé ». Ce stage nous a permis de découvrir le monde des ascenseurs, d'approfondir dans les concepts techniques et technologiques et améliorer nos connaissances dans le domaine des automates programmables industriels.

Ce stage nous a permis d'étudier un ascenseur didactique existant dans le laboratoire de la division robotique qui fonctionne avec une logique câblée. Et cela nous a permis d'identifier ses différents composants et de découvrir le fonctionnement des ascenseurs dans le monde réel.

Nous avons abordé une étude théorique sur les systèmes automatisés et les automates programmables industriels, pour comprendre leurs fonctionnements et leurs utilisations dans l'industrie.

L'automate SIMATIC S7 1500 est l'automate qu'on a utilisé pour automatiser l'ascenseur, pour la configuration et la programmation de ce dernier nous avons fait appel au logiciel TIA PORTAL qui est un logiciel de programmation très avancé sur lequel on a utilisé le langage Ladder pour effectuer notre programme.

Au cours de réalisation de notre projet de fin d'études nous avons eu l'opportunité d'acquérir des connaissances très enrichissantes, nous a permis d'améliorer nos connaissances théoriques.

### Sites web :

- [1] [www.technologuepro.com/cours -automate-programmable -industriel/cours grafcet-notions-de -base.htm](http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/cours-grafcet-notions-de-base.htm)
- [2] [www.est-usmba.ac.ma/GRAFCET/co/module\\_cours\\_grafcet\\_37.html](http://www.est-usmba.ac.ma/GRAFCET/co/module_cours_grafcet_37.html)
- [3] <https://ascenseur-particulier.ooreka.fr/comprendre/ascenseur-particulier-electronique>
- [4] [www.maison-travaux.fr/maison-travaux/domotique/quest-quun-ascenseur-electrique-fp-190569.html](http://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/domotique/quest-quun-ascenseur-electrique-fp-190569.html)
- [5] <https://www.columbiaelevator.com/main/elevator-history/>
- [6] [www.elevatorhistory.net](http://www.elevatorhistory.net)
- [7] [www.sterlingelevatorcons.com/the-history-of-elevator/](http://www.sterlingelevatorcons.com/the-history-of-elevator/)
- [8] [www.afem.com/services/ascenseur-2/](http://www.afem.com/services/ascenseur-2/)
- [9] <https://www.baticopro.com/guides/l-ascenseur-hydraulique.html>
- [10] [https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des - systemes-industriels-42396210/langages-de -programmation-pour-systeme-automatise-norme-cei-61131-3](https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des-systemes-industriels-42396210/langages-de-programmation-pour-systeme-automatise-norme-cei-61131-3)

### Fichier pdf :

- [12] <https://pamelard.electro.pagespersoorange.fr/fichier20pdf/automatisme/grafcet%20cours.pdf>
- [13] [https://cache.industry.siemens.com/s71500\\_et200mp\\_system\\_manual\\_fr-FR\\_fr-FR.pdf](https://cache.industry.siemens.com/s71500_et200mp_system_manual_fr-FR_fr-FR.pdf)
- [14] <https://sabtex.files.wordpress.com/2011/11/cours-api-automatique.pdf>
- [15] [www.geea.org/IMG/pdf/LES-AUTOMATES-PROGRAMMABLES-INDUSTRIELS-pour-GEEA.pdf](http://www.geea.org/IMG/pdf/LES-AUTOMATES-PROGRAMMABLES-INDUSTRIELS-pour-GEEA.pdf)

### Thèses :

- [16] L.BOUALAM « conception et réalisation d'une carte de commande d'une maquette d'ascenseur a base d'uns carte arduino méga 2560 », mémoire de fin d'étude de master professionnel, université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.

[17] M. LARIBI « commande d'un ascenseur par PLC », mémoire de fin d'étude Master professionnel, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.

[18] F.MEDINI « Etude d automatisations de déchargement centre de stockage et distribution avec l'automate programmable industrielle S7, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU.

## Résumé

Ce travail rentre dans le cadre d'une étude qu'on a effectuée au sein de CDTA. Ce dernier nous a permis de découvrir le monde des ascenseurs, d'approfondir dans les concepts techniques et technologiques et améliorer nos connaissances dans le domaine des automates programmables industriels.

Ce travail nous a permis d'étudier un ascenseur didactique existant dans le laboratoire de la division robotique qui fonctionne avec une logique câblée. Et cela nous a permis d'identifier ses différents composants et de découvrir le fonctionnement des ascenseurs dans le monde réel.

**Mots clés :** Ascenseur didactique, Automate Programmable Industriel, Automatisation, Capteur, Relais, TIA Portal, GRAFCET, LADDER.