

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)

Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : Zeddami Hichem & Taleb Sidi Mohamed Amine

Intitulé :

**Etude, innovation, conception et simulation d'un prototype  
d'ascenseur pour personnes à mobilité réduite,  
Commandé par API- Automates programmables.**

Soutenu le 25/11/ 2020, devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> Moulay khatir Nassim

MCB

Univ. Tlemcen

Président

M<sup>r</sup> BELARBI Boumediene

MAA

Univ. Tlemcen

Encadreur

M<sup>r</sup> LACHACHI Djamel

MCB

Univ. Tlemcen

Examineur

Année Universitaire 2019-2020

# Remerciements

En premier lieu nous tenons à remercier **ALLAH**

le tout puissant et miséricordieux nous le remercions de nous avoir accordé de la bonne santé, de la volonté et de la patience qu'il nous a accordées tout au long de nos études.

Nous remercions très sincèrement :

**Notre encadreur :**

**Monsieur BELARBI Boumediene**

Nous tenons d'abord à le remercier très chaleureusement d'avoir accepté de suivre notre projet et pour son attention particulière qu'il nous a donnée au courant de l'année, pour ses conseils indispensables, sa disponibilité, son aide, ses orientations, le temps consacré et son enthousiasme envers ce mémoire, qui ont constitués un apport considérable grâce auquel ce travail a pu être mené à bon port.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, qui ont bien voulu nous honorer par leur précieuse présence parmi nous, afin d'examiner d'évaluer ce modeste travail

**Notre Président :**

**Monsieur Moulay khatir Nassim**

Qui nous a donné le privilège d'avoir accepté de présider le jury de la soutenance de notre PFE. Vos qualités, vos valeurs, votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

**Notre examinateur :**

**Monsieur LACHACHI Djamel**

Vous nous avez honorés d'accepter avec grande sympathie de siéger parmi le jury de notre soutenance.

Nous profitons de cette occasion pour témoigner notre grande reconnaissance à **Monsieur Ahmed Nemmiche**, de toutes ces recommandations et son aide durant de notre formation en électronique et dans la préparation de notre mémoire.

Nous profitons, aussi, de cette occasion pour témoigner notre grande reconnaissance au responsable du Master, notre Professeur :

**Monsieur BENAHMED Nasreddine,**

pour son suivi, son enseignement et son aide pendant toute la formation de notre Master sans oublier sa contribué à la réalisation de ce projet.

Nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde gratitude tout en vous témoignant notre respect.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie ce rapport :

## **À ma très chère mère Taleb Djamila**

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

## **À mon cher Père Nasr Eddine**

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

## **À tous mes chers amis**

Vous êtes si nombreux, je ne vais pas vous mentionner tous j'espère que je vous ai honoré,  
et que je vous ai rendue fière.

Un remerciement particulier et sincère pour B.ILIES et S. RACIM HAMZA pour la bonne  
contribution de ce travail.

## **À mon très cher frère... mon binôme Hichem**

- **Taleb Sidi Mohamed Amine** -

# Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie ce rapport :

## **À ma très chère mère Kebbati Samira**

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que son enfant suive le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

## **À mes chers Grand Père et Grand mère**

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

## **À tous mes chers amis**

Vous êtes si nombreux, je ne vais pas vous mentionner tous j'espère que  
je vous ai honoré, et que je vous ai rendue fière.

Un remerciement particulier et sincère pour B.ILIES et S. RACIM HAMZA pour la bonne  
contribution de ce travail.

## **À ma très chère copine Zineb**

Ma fidèle compagnon dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Je  
vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

## **À mon très cher frère Oussama**

**À mon très cher frère... mon binôme Ammar**

**Et à tous ma famille**

- Zeddami Hichem -

# **Sommaire**



Introduction Générale .....	1
-----------------------------	---

## **Chapitre I : Généralités sur les ascenseurs.**

RESUME : .....	3
I.1. Introduction : .....	4
I.2. Définition de l'ascenseur : .....	4
I.3. Historique de l'ascenseur : .....	4
I.3.1 Des cages d'ascenseurs dans le Colisée : .....	4
I.4. Types de l'ascenseur : .....	5
I.4.1. Un monte-charge : .....	5
I.4.2. Une nacelle : .....	5
I.4.3. L'ascenseur à traction électrique : .....	5
I.4.3.1. Type de traction : .....	6
I.4.3.2. Avantages et inconvénients : .....	6
I.4.4. L'ascenseur hydraulique : .....	7
I.4.4.1. Avantages et inconvénients : .....	7
I.5. Les critères de choix du type d'ascenseur : .....	8
I.6. Constitutions d'un ascenseur : .....	9
I.7. Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction : .....	13
I.8. Le détecteur de positions : .....	14
I.8.1. les différents types de détecteurs : .....	14
I.8.2. Choix des détecteurs : .....	17
I.9. Limiteurs de Vitesse : .....	17
I.10. Moteur asynchrone : .....	17
I.11. Variateur de vitesse : .....	18
I.11.1. Fonction des variateurs de vitesse : .....	18
I.12. Boite d'inspection : .....	19
Conclusion : .....	20

## **Chapitre II : les automates programmables industriels.**

RESUME : .....	22
II.1. Introduction : .....	23
II.2. Définition: .....	23
II.3. Automatisation : .....	24
II.4. Structure d'un système automatisé : .....	24

II.4.1. Une partie commande (PC) :	24
II.4.2 Une partie opérative (PO) .....	25
II.5. Structure d'un système automatisé :	27
II.6. Architecture interne d'un automate programmable :	28
II.6.1. L'unité centrale :	28
II.6.2. Le module d'entrées :	29
II.6.3. Le module de sorties :	30
II.6.4. Le module d'alimentation :	31
II.6.5. Le module de communication :	31
II.7. les différents types d'api :	32
II.7.1. Automate Monobloc :	33
II.7.2. Automate Modulaire:.....	33
II.8. La structure générale des automates :	34
II.8.1. Structure générale d'Automate Monobloc.....	34
II.8.2. Structure générale d'Automate Modulaire :	35
II.9. Principe de fonctionnement :	36
II.10. Critères de choix d'un automate :	38
II.11. Programmation d'un API :	38
II.12. Les langages de programmation :	39
II.12.1. Le GRAFCET :	39
II.13. Domaines d'application :	39
Conclusion :	40

### **Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires.**

RESUME :	41
III.1. Introduction :	42
III.2. Handicap :	42
III.2.1. Historique :	42
III.2.2. Des origines datant de l'Antiquité :	42
III.2.3. Étymologie et définition :	43
III.2.4. Situation de handicap :	44
III.3. Annales des personnes a mobilité réduite :	44

III.4. Quelle est l'utilité d'ascenseur pour les personnes à mobilités réduites :.....	45
III.5. Plate-forme élévatrice (mettre en évidence l'innovation) :.....	46
III.5.1. La conception au cœur des processus d'innovation :.....	46
III.6. Les caractéristiques des activités de conception : .....	47
III.6.1. Les activités de conception et leur évaluation menées à un niveau : .....	47
III.6.2. Cette ouverture peut se manifester à plusieurs niveaux .....	48
III.6.3. Les trois conditions nécessaires à la formation d'un être collectif :.....	48
III.6.4. Ses choix et ses décisions, en matière de conception : .....	49
III.6.5. Les processus de conception :.....	49
III.6.5.1. Les modèles de processus de conception :.....	49
III.6.5.2. Une démarche de conception peut ainsi être vue comme : .....	49
III.6.5.3. Une itération d'un cycle élémentaire de conception :.....	50
III.6.5.4. Une théorie unifiée de la conception :.....	50
III.6.5.5. Les principes de la théorie : .....	51
III.6.5.6. Les propriétés et les expansions de l'espace des concepts :.....	51
III.7. Manipulation et Utilisation de la plateforme :.....	51
III.7.1. La combinaison structurelle de la plateforme :.....	52
III.8. Description des composants : .....	52
III.8.1. La palette :.....	52
III.8. 2. Le vérin hydraulique: .....	53
III.8. 3. Le vérin rotatif : .....	53
III.8.4. Châssis :.....	54
III.9. Principe du fonctionnement de la plateforme élévatrice :.....	55
III.10. déplacement de la plateforme :.....	56
III.11. Avantages de la plateforme élévatrice : .....	61
III.12. Inconvénients de la plateforme élévatrice :.....	61
Conclusion : .....	61

## **Chapitre IV : Réalisation et simulation de l'ascenseur.**

RESUME : .....	63
IV.1. Introduction : .....	64
IV.2. Elaboration de programme par le STEP7 :.....	64

IV.3. Logiciel STEP7 : .....	64
IV.4. Cahier de charge de l'ascenseur : .....	65
IV.5. Le programme de l'ascenseur avec Grafcet : .....	67
IV.5.1. Programmation de la plateforme : .....	73
Figure IV-13 : circuit de l'ascenseur sous ISIS.....	76
Conclusion : .....	76
Conclusion générale : .....	77
Résumé : .....	78
Bibliographie: .....	79

# Liste des Figures

## Table des Figures

Figure I-1 : différent type de traction.....	6
Figure I-2 : Les deux types d'ascenseur .....	8
Figure I-3 : les différentes parties d'un ascenseur à traction.....	12
Figure I-4 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction .....	13
Figure I-5 : Détecteur de proximité inductive.....	14
Figure I-6 : Détecteur de proximité capacitive. ....	15
Figure I-7 : détecteur de proximité photo électrique.....	15
Figure I-8 : Interrupteur a lame souple .....	16
Figure I-9 : Limiteur de vitesse Définition pour installation sur ascenseurs et monte-charge.....	17
Figure I-10 : Moteur asynchrone.....	17
Figure I-11: Le variateur de vitesse. ....	18
Figure I-12: Boite d'inception.....	18
Figure II-1: automate programmable industriel.....	22
Figure II-2 : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur .....	24
Figure II-3 : Schéma de fonctionnement d'un actionneur. ....	25
Figure II-4 : Schémas de fonctionnement d'un capteur.....	25
Figure II-5 : Composants de système automatisé de productivité.....	26
Figure II-6 : Structure d'un système automatisée. ....	26
Figure II-7 : Automate Monobloc .....	32
Figure II-8 : Automate Modulaire.....	33
Figure II-9 : Structure d'Automate Monobloc. ....	34
Figure II-10 : Structure d'Automate Modulaire.....	35
Figure II-11 : Principe de fonctionnement de l'API.....	36
Figure III-1 : Cycle élémentaire et structure itérative du processus de conception de Roozenburg et Eekels (1995) in Perrin (2001, pp. 93-94). [BOLDRINI, 2005] .....	50
Figure III-2 : la palette. ....	52
Figure III-3 : Vérin hydraulique.....	53
Figure III-4 : Vérin rotatif.....	54
Figure III-5 : Mouvement de la palette du vérin rotatif.....	54
Figure III-6 : Châssis.....	55
Figure III-7 : plateforme élévatrice. ....	55

Figure III-8 : plateforme élévatrice en mouvement.....	56
Figure III-9 : plateforme élévatrice avec capteur de proximité.....	57
Figure III-10 : l'état initial de la plateforme.....	57
Figure III-11 : la montée de la plateforme.....	58
Figure III-12 : la sortie de la plateforme.....	58
Figure III-13 : la montée de la PMR sur la plateforme.....	59
Figure III-14: l'entrée du plateforme.....	59
Figure III-15 : l'état final du plateforme.....	60
Figure III-16 : la place réservé pour le PMR.....	60
Figure IV-1 : Bouton d'aide.....	66
Figure IV-2 : les différents mouvements de l'ascenseur.....	67
Figure IV-3: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau 3.....	69
Figure IV-4: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau 2.....	69
Figure IV-5: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau 1.....	70
Figure IV-6: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau RDC.....	70
Figure IV-7: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 1.....	71
Figure IV-8: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 2.....	71
Figure IV-9: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 3.....	72
Figure IV-10: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 4.....	72
Figure IV-11: le grafcet de mécanisme de la plateforme.....	74
Figure IV-12: le grafcet général montée / descente.....	75
Figure IV-13: circuit de l'ascenseur sous ISIS.....	76

# Introduction Générale

---

L'accroissement de l'urbanisation de notre société, l'ascenseur est devenu désormais un système primordiale et indispensable pour répondre aux exigences modernes de notre vie en matière d'autonomie, de mobilité, d'accessibilité et de rapidité dans les aéroports supermarchés ainsi dans les hôpitaux ...

Aujourd'hui une demande croissante en matière d'équipement chez les personnes âgées et les personnes à « Mobilité Réduite » au but de trouver la solution idéale pour garder l'autonomie et améliorer le confort de vie.

Tout d'abord nous allons entamés notre projet par une études d'un ascenseur de quatre étages commandé par un automate programmable industriel (API) .

Notre projet sera composé de quatre chapitres:

- Le premier chapitre sera consacré à une présentation sur l'ascenseur. L'historique et les différents types et modes de fonctionnent, aussi nous allons montrer les avantages et les inconvénients de chaque type, ensuite nous allons aborder les différentes parties de l'ascenseur
- Dans le deuxième chapitre nous aborderons quelques généralités sur les automates programmables industrielles (API) et les systèmes automatisés, on décrira dans ce présent chapitre leurs fonctionnement, leurs avantages et inconvénients, leurs rôles et objectifs. , on donnera une définition sur le GRAFCET.
- Ensuite dans le troisième chapitre nous allons parler d'une manière générale sur les personnes handicapés leur histoire et origine. Ainsi nous nous projetterons sur les plates-formes élévatrices leur constitution et leur fonctionnement avec une illustration en 3D
- Dans le dernier chapitre, on commencera par une étude général sur le logiciel step7 puis on présentera le principe de fonctionnement de l'ascenseur et à partir de ce dernier, un programme sera développé avec un logiciel de programmation step7 avec un langage graphique « grafcet » qui sera implanté dans l'API, le grafcet est utilisé pour décrire les procédures avec des séquences séquentielle processus, décrit graphiquement et divisé en étapes individuelles avec une portée de fonction facilement compréhensible.



# **Chapitre I :**

## **Généralités sur les ascenseurs**

---

### **RESUME :**

Dans ce premier chapitre, nous présentons une étude bibliographique des généralités sur les ascenseurs.

La première partie est consacrée à l'introduction concernant la définition et développement historique de l'ascenseur.

Dans la deuxième partie, nous présentons la constitution de l'ascenseur, puis nous nous intéressons à son principe de fonctionnement.

En fin, nous terminerons par une conclusion.

---

## I.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons effectuer une étude générale de l'ascenseur en commençant par sa définition. Nous exposons en premier lieu l'historique de l'ascenseur et son évolution technologique. Nous nous intéressons ensuite aux différents types d'ascenseur avec les avantages et les inconvénients de chaque type mentionné. Enfin, nous allons mentionner les divers composants qui constituent l'intégralité de l'ascenseur, à savoir les principes de fonctionnement et les différents blocs.

## I.2. Définition de l'ascenseur :

Un ascenseur est un moyen de transport vertical assurant le déplacement en hauteur. Les dimensions, la construction et le contrôle des ascenseurs, pendant l'usage, en temps réel, permettent l'accès sécurisé des personnes.

L'ensemble moteur mécanique et câbles du dispositif des guides, sont installés le plus souvent dans une trémie ou gaine rectangulaire verticale fermée ou parfois semi-fermée. Cette dernière est située, en général, à l'intérieur de l'édifice, dans laquelle la cabine et le contrepoids gravitent. [1]

## I.3. Historique de l'ascenseur :

Les premiers monte-charge et ascenseurs entraînés par des machines ont vu le jour dans les années 1830, à l'époque des premières extractions minières industrielles. L'histoire de l'ascenseur remonte néanmoins à une époque beaucoup plus lointaine, comme en témoignent les recherches historiques de Michel Chalaux, ingénieur conseil en ascenseurs. Bien que l'architecte romain Vitruve attribue la découverte du treuil à Archimède, en 236 avant J.-C., il semble bien que les Pyramides de l'Égypte ancienne, qui datent d'environ 3000 ans avant J.-C., n'auraient pu être construites sans ce moyen de manutention qu'est le treuil à bras, explique-t-il. Cependant, ce sont les Romains qui ont trouvé la solution pour diminuer l'effort de traction, au moyen du palan. [2]

### I.3.1 Des cages d'ascenseurs dans le Colisée :

Dit aussi cabestan, ce mécanisme de transmission du mouvement, constitué de deux groupes de poulies reliés par une corde, a été notamment utilisé pour les besoins des jeux du cirque, afin de hisser certains gladiateurs à l'intérieur de cabines manœuvrées par des

esclaves. La hauteur de levage pouvait atteindre 40 mètres ! Des archéologues ont ainsi découvert au Colisée des gaines verticales correspondant à des monte-charge avec contrepoids.

Le treuil a continué d'être utilisé durant les époques ultérieures, l'énergie motrice restant, au fil des siècles, l'homme ou l'animal. Au Moyen-âge, des systèmes de levage rudimentaires étaient ainsi utilisés pour donner accès à des monastères ou châteaux isolés en hauteur.

En 1743, la 'chaise volante', sorte de chaise à porteur suspendue à une corde et équilibrée par un contrepoids, fait son apparition à Versailles, raconte Michel Chalaux, afin de transporter l'une de ses favorites de ses appartements jusqu'à ceux du Roi... Mais son déplacement, au moyen de la traction à bras, n'était ni pratique ni sûr. Il a fallu attendre le 19<sup>e</sup> siècle pour que la motorisation transforme ce type d'appareil en ascenseur moderne. [2]

### I.4. Types de l'ascenseur :

**I.4.1. Un monte-charge :** a la même fonction que l'ascenseur mais il est réservé exclusivement au transport de tout type de charge d'un niveau à un autre, cela exclut le transport de personnes.

**I.4.2. Une nacelle :** est une plate-forme élévatrice destinée à effectuer des travaux en hauteur.

### I.4.3. L'ascenseur à traction électrique :

La cabine d'ascenseur est suspendue dans la gaine par des câbles de traction. Un moteur électrique actionne une poulie qui entraîne les câbles auxquels, ces câbles sont suspendus la cabine et son contrepoids, ce dernier élément équilibre le poids de la cabine. Deux variantes existent :

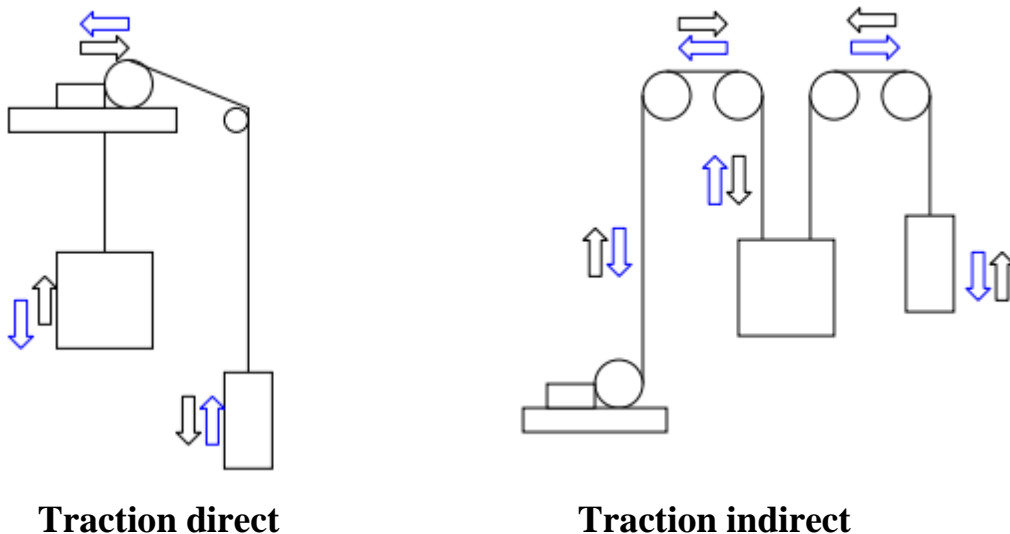
- Pour des petites capacités et un encombrement réduit du fait de l'absence de contrepoids (dans un immeuble existant par exemple), le treuil à tambour tracte directement la cabine.
- Pour les ascenseurs grands capacités nécessitant des vitesses plus importantes, la poulie d'adhérence est directement entraînée par un moteur électrique plus sophistiqué.

La tendance actuelle s'oriente de plus en plus par l'installation d'ascenseurs électriques sans local de machinerie ; ces appareils technologiquement très avancés nécessitent un personnel très qualifié en cas d'incident. [3]

### I.4.3.1. Type de traction :

Les ascenseurs modernes sont dotés actuellement de deux systèmes de traction : Le treuillage, qui consiste à déplacer l'ascenseur à l'aide de câble actionné par une machine que l'on appelle: "treuil" et en même temps le treuillage contient deux catégories de traction.

- **Directe** : le câble est directement relié à la cabine.
- **Indirecte (moufle)** : la cabine d'ascenseur est pendue dans la gaine au bout des câbles de traction. Ceux-ci passent sur une poulie de traction actionnée par le treuil et sont reliés à un contrepoids.



**Figure I-1 : différent type de traction.**

### I.4.3.2. Avantages et inconvénients :

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs à câbles :

(+)

- Course verticale pas vraiment limitée.
- Suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement.
- Rapidité de déplacement.
- Efficacité énergétique importante.
- Pas de souci de pollution.
- ...

(-)

- En version standard, nécessite un cabanon technique en toiture.
- Exigence très importante sur l'entretien. [3]

### **I.4.4. L'ascenseur hydraulique :**

Les ascenseurs hydrauliques sont utilisés pour satisfaire des déplacements relativement courts. En général, leur déplacement maximum est de l'ordre de 18 m. Dans ce type d'ascenseur, la cabine est propulsée soit directement soit par une suspension moflée, par le piston d'un vérin alimenté par de l'huile sous pression provenant d'une centrale hydraulique.

Le remplissage du piston fait monter l'ascenseur, a la descente, la vanne de la pompe permet l'évacuation de l'huile vers un réservoir qui fonctionne en circuit fermé. Ces ascenseurs sont plus lents et n'ont donc aucun contrepoids. [3]

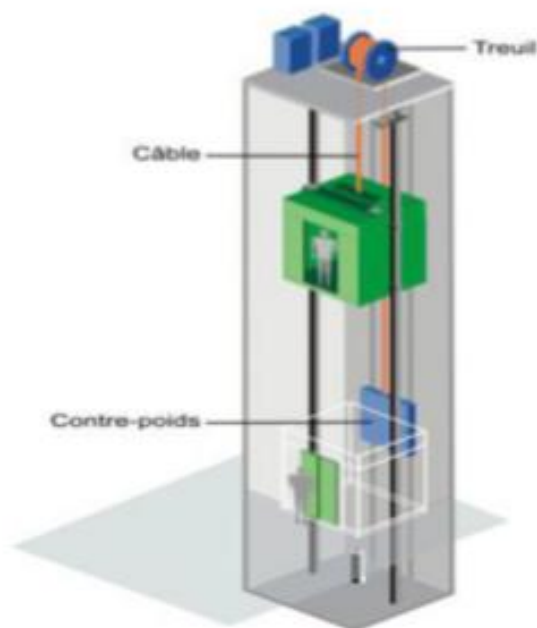
#### **I.4.4.1. Avantages et inconvénients :**

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs hydrauliques:

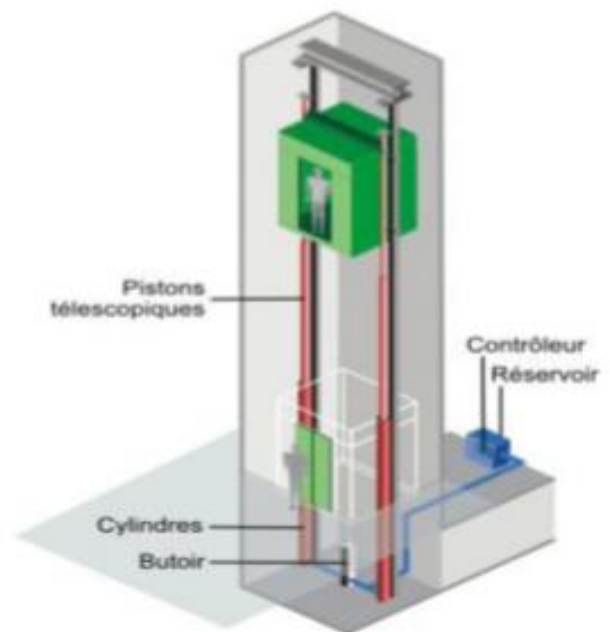
(+)

- Précision au niveau du déplacement (mise à niveau).

- Réglage facile de la vitesse de déplacement.
- Ne nécessite pas de cabanon de machinerie.
- Implantation facile dans un immeuble existant.
- ...
- (-)
- Course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m.
- Risque de pollution du sous-sol.
- Consommation énergétique importante.
- Nécessiter de renforcer la dalle de sol. [3]



**Ascenseur à traction électrique**



**Ascenseur Hydraulique**

**Figure I-2 : Les deux types d'ascenseur [3]**

### I.5. Les critères de choix du type d'ascenseur :

Pour choisir le type d'ascenseur les constructeurs se réfèrent à plusieurs critères parmi lesquels on peut citer :

- **Constructifs** : hauteur du bâtiment, espace disponible au niveau des étages, possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain.
- **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** : basés essentiellement sur la consommation et les appels de puissance de la motorisation qui doivent être les plus bas possible.
- **Sécurité** : En effet, la préoccupation première reste avant tout de transporter un maximum de personnes en toute sécurité et avec un maximum de confort.

### I.6. Constitutions d'un ascenseur :

Un ascenseur se compose essentiellement :

**Amortisseur** : Organe constituant une butée déformable en fin de course, comportant un système de freinage par fluide ou ressort (ou autre dispositif analogue). [4]

**Boutons d'appels** : On nomme boutons d'appels celles installés aux paliers. [4]

**Boutons d'envois** : Les boutons d'envois sont installés dans la cabine. [4]

**Cabine d'ascenseur** : Élément composé d'un plancher, de parois et d'un toit destiné à accueillir les personnes et les marchandises. (La partie visible de l'ascenseur) Cet élément est inséré et fixé dans un cadre appelé suspension cabine. [4]

**Câbles de traction** : Câbles, généralement en acier, destinés à suspendre la cabine au contrepoids et faire fonctionner l'ensemble. [4]

**Charge nominale** : Charge pour laquelle l'appareil a été construit. Elle s'exprime en kilogrammes et en nombre de personnes. 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. Dans certains cas de surcharge exagérée, des blocages intempestifs peuvent se produire. La charge est une indication qui doit obligatoirement figurer dans la cabine [4].



**Clé de déverrouillage :** Clé de secours destinée à procéder à l'ouverture manuelle d'une porte palière, si besoin est. [4]

**Contrepoids :** servant à équilibrer une action inverse et compensatrice. [4]

**Cuvette :** Partie de la gaine située en contrebas du niveau d'arrêt inférieur desservi par la cabine et contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs. [4]

**Fin de course :** Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale. [4]

**Gaine :** Volume dans lequel se déplacent la cabine et le contrepoids. Ce volume est matériellement délimité par le fond de la cuvette, les parois et le plafond. [4]

**Guides :** Profilés en acier, généralement en forme de T, destinés à guider la cabine et le contrepoids dans la gaine. [4]

**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".[4]

**Moteur de traction :** Moteur équipant le treuil de l'ascenseur et placé dans la machinerie.

**Niveau :** Palier desservi (sous-sol, rez-de-chaussée, étage). [4]

**Parachute :** Organe mécanique, commandé par un câble de limiteur de vitesse, destiné à arrêter et à maintenir à l'arrêt la cabine ou le contrepoids sur ses guides en cas de survitesse à la descente ou de rupture des organes de suspension. Lorsqu'en descente, le câble est bloqué par le limiteur de vitesse, il provoque la levée du parachute et le blocage de la cabine. [4]

**Pèse-charge :** Dispositif qui fait retentir l'alarme de surcharge lorsque la cabine est trop chargée. [4]

**Porte(s) de cabine :** Portes obturant les baies de cabine (donc embarquées), afin d'éviter les risques de coincement des usagers en leur interdisant tous contact avec les parties extérieures à la cabine. [4]

**Portes palières :** Portes obturant à chaque niveau (donc fixes) les ouvertures dans la gaine servant d'accès à la cabine d'ascenseur. Afin d'éviter les chutes de personnes dans la gaine, leur ouverture n'est possible qu'en présence de la cabine. [4]

**Poulie de traction :** Poulie équipée généralement de gorges taillées en forme de V de manière à agripper les câbles de traction. Cette poulie, solidaire du treuil, fait lors de sa rotation se déplacer l'ensemble cabine et contrepoids. [4]

**Serrure :** système de sécurité électromécanique verrouillant la porte palière. [4]

**Treuil :** Machine composée d'un dispositif de freinage et d'un moteur et destinée à actionner les câbles de traction de l'ascenseur. Les machines à traction directe (sans boîte de vitesse) sont appelées Gearless. Ce sont les plus modernes et les plus performantes (Jusqu'à 15 m/s). [4]

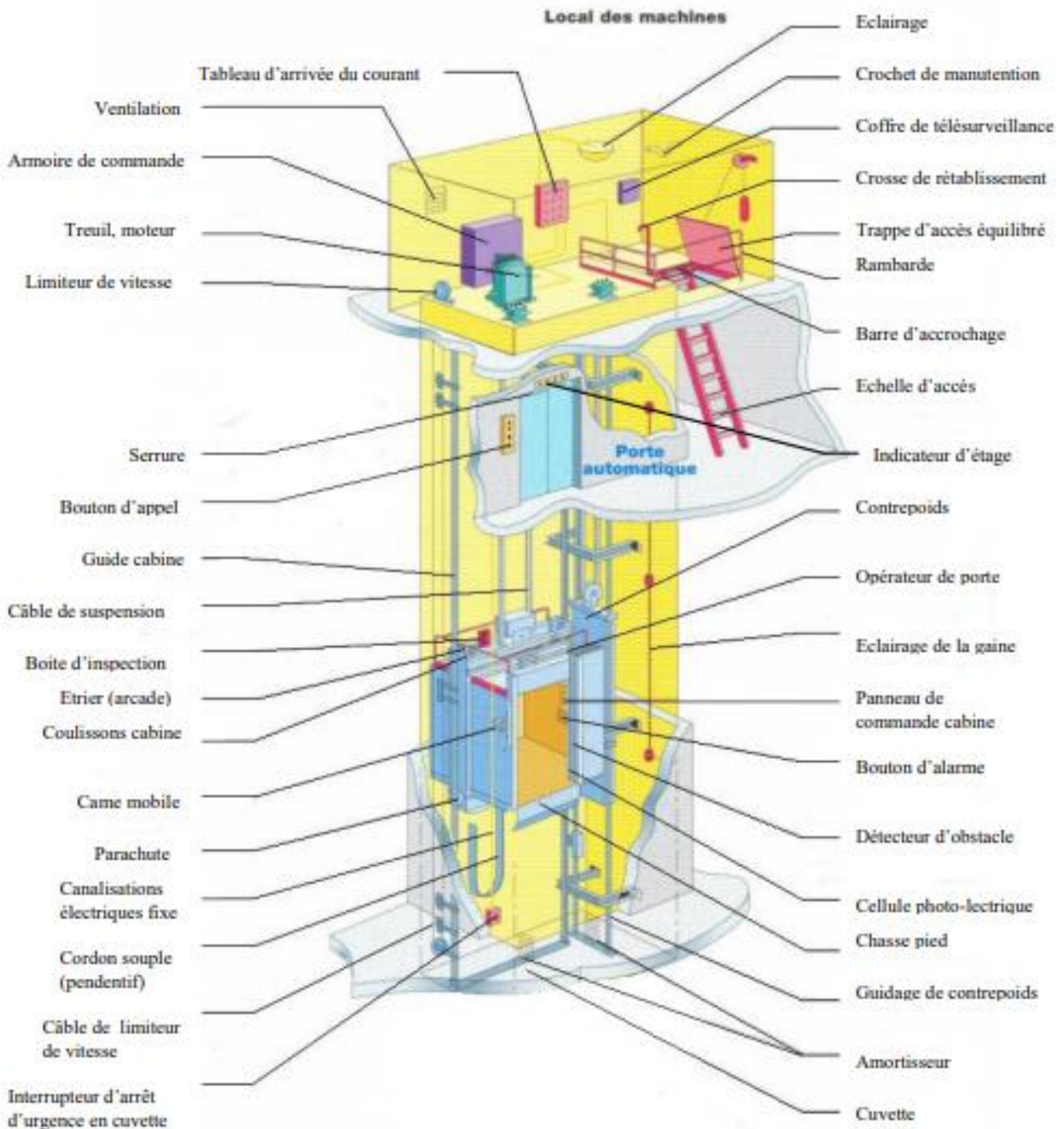
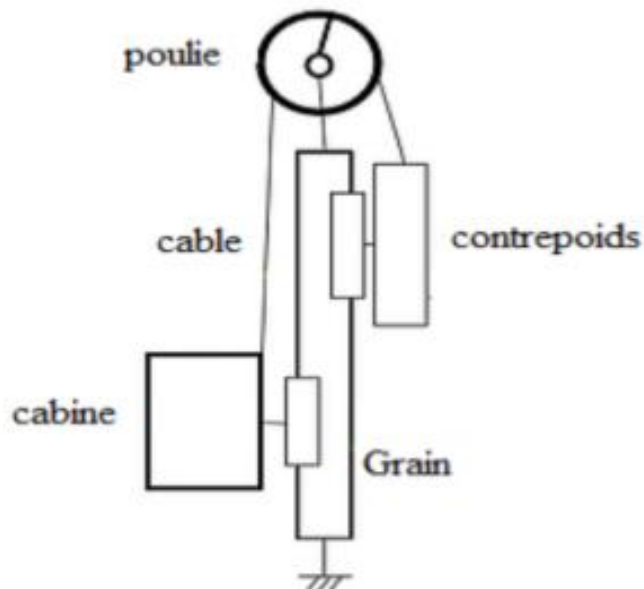


Figure I-3 : les différentes parties d'un ascenseur à traction

### I.7. Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction :

Un ascenseur à contrepoids se compose d'une cabine qui se déplace dans un couloir vertical nommé gaine et qui est guidée par des rails afin d'éviter une collision avec le contrepoids. Un frein situé dans la machinerie du moteur permet de stopper la cabine à l'étage demandé. Le déplacement en translation de la cabine est permis par un système de transmission de mouvement. Des câbles, actionnés par un treuil permettent de mettre en mouvement la cabine et le contrepoids. Le moteur du treuil permet la mise en mouvement. Le contrepoids est une charge lourde qui sert à équilibrer la charge de la cabine et à diminuer l'énergie à fournir par le moteur. Lorsque la cabine monte, le contrepoids descend. Le système comprend aussi des organes de commande pour enregistrer les appels des usagers et optimiser les déplacements de la cabine afin de répondre le plus rapidement possible aux différents appels.

Enfin, l'ascenseur est équipé d'organes assurant la sécurité des passagers. Des freins d'urgence ou parachutes sont placés de chaque côté de la gaine et se déclenchent en cas de rupture du câble tracteur pour éviter la chute de la cabine. Ils sont déclenchés par un limiteur de vitesse lorsque la vitesse de la cabine est supérieure à la vitesse de déplacement normale (de 2 à 9 km/h selon les ascenseurs). Les parachutes bloquent alors de façon brutale la cabine sur les guides



**Figure I-4 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur à traction**

Le contrepoids est un peu plus lourd que la cabine: il sert à contre balancer le poids de la cabine. Celle-ci est suspendue par des câbles grâce à des poulies, l'effort du moteur pour élever la cabine est réduit. Poids effectif = contrepoids moins poids de la cabine et de sa charge. [5]

### I.8.Le détecteur de positions :

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction et détecter les positions, aussi appelé détecteurs de présence.

- **Détections** : Tout objet solide.
- **Technologie** : Deux fils.

#### I.8.1. les différents types de détecteurs :

- **les détecteurs de proximité inductifs** : Ce type de capteur est réservé à la détection sans contact d'objets métalliques. L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.



**Figure I-5 : Détecteur de proximité inductive.**

- **les détecteurs de proximité capacitifs** : Les détecteurs capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de tous types d'objets.



**Figure I-6 : Détecteur de proximité capacitive.**

- **Les détecteurs de proximité photo électriques :** Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux.



**Figure I-7 : détecteur de proximité photo électrique.**

- **Les interrupteurs a lame souple :** Un interrupteur à lame souple (I.L.S) est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible aux champs magnétiques.



**Figure I-8 : Interrupteur a lame souple**

**I.8.2. Choix des détecteurs :** Parmi les principaux et nombreux facteurs qui interviennent dans le choix d'un détecteur, citons :

- L'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses.
- La source d'alimentation : alternative ou continue.
- Le signal de sortie : électromécanique.
- Le type de raccordement : câble, bornier, connecteur

### **I.9. Limiteurs de Vitesse :**

C'est l'objet mécanique qui est destiné à arrêter et à maintenir l'arrêt de la cabine ou le contrepoids sur ses guides en cas de survitesse à la descente ou de rupture des organes de suspension. Ce limiteur de vitesse est actionné par un câble lié au levier de commande du parachute



**Figure I-9 : Limiteur de vitesse Définition pour installation sur ascenseurs et monte-charge.**

#### **I.10. Moteur asynchrone :**

Comme le déplacement de l'ascenseur, la fermeture et l'ouverture sont assurés par des moteurs asynchrones.

Le moteur asynchrone c'est une machine asynchrone, appelée également machine à induction, le moteur asynchrone est un convertisseur électromagnétique tournant transformant de l'énergie électrique en énergie mécanique.



**Figure I-10 : Moteur asynchrone.**



## I.11. Variateur de vitesse :

Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le couple d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie. La vitesse du moteur est définie par une grandeur d'entrée (tension ou courant) appelée consigne ou référence, cette vitesse peut varier en fonction des perturbations (variations de tension d'alimentation, de la charge et de température).[6]

### I.11.1. Fonction des variateurs de vitesse :

Au niveau des ascenseurs, parmi la multitude de possibilités de fonctions qu'offrent les variateurs de vitesse actuels, on épinglera :

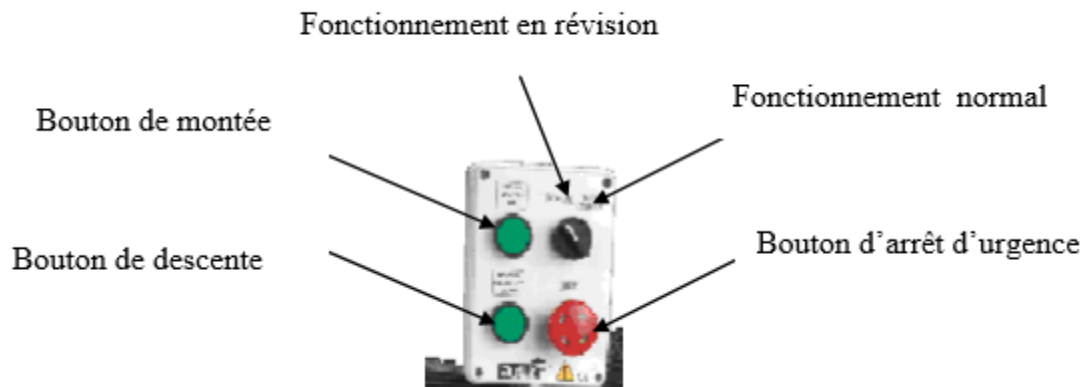
- l'accélération contrôlée.
- la décélération contrôlée.
- la variation et la régulation de vitesse.
- l'inversion du sens de marche.
- le freinage d'arrêt.



**Figure I-11: Le variateur de vitesse.**

**I.12. Boite d'inspection :**

La boîte d'inspection du toit de la cabine contient le module électronique sélectionné et les poussoirs d'arrêt de secours, mouvement en inspection et appel de secours, commutateur de marche normal/inspection, bouton de montée, bouton de descente et prise de courant.



**Figure I.12: boîte d'inspection.**

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons tout d'abord fait une présentation générale des ascenseurs, l'historique et leurs différents types et modes de fonctionnement, en même temps nous avons expliqué les différents organes qui occupent la majorité de nos ascenseurs. Nous concluons qu'il y a plusieurs solutions pour commander l'ascenseur parmi ces solutions nous utilisons la commande par l'automate programmable industriel qui sera le sujet du chapitre suivant.

**Chapitre II :**  
**Les automates**  
**Programmables industriels**

---

### **RESUME :**

Dans ce deuxième chapitre, nous présentons une étude bibliographique des automates programmables industriels.

La première partie est consacrée à l'introduction concernant la définition et la structure des API.

Dans la deuxième partie, nous présentons le principe de fonctionnement des API, puis nous nous intéressons au langage de programmation « Grafcet ».

En fin, nous terminerons par une conclusion.

---

### II.1. Introduction :

Les automates programmable industriel c'est une grande partie de web, avec autant d'entreprise investissant dans ce nouveau domaine d'activité, posséder une compréhension pratique des API devient de plus en plus pertinent pour les carrières dans l'industrie du logiciel. Grâce à ce cours, nous espérons vous apporter ces connaissances en vous appuyant sur les bases. Dans ce chapitre, nous commençons par examiner quelques concepts fondamentaux autour des API. Nous définissons ce qu'est un API, où il se trouve et donnons une image de haut niveau de la façon dont il est utilisé et pour conclure on présentera l'outil de programmation GRAFCET.

### II.2. Définition:

L'API est une machine électronique adaptée à l'environnement industriel. Il envoi des ordres vers les actionneurs à partir des données d'entrée des capteurs (partie opérative) et d'un programme informatique (partie commande).



**Figure II-1 : automate programmable industriel (API)**

## **Chapitre II : Les automates programmables industriels**

---

### **II.3. Automatisation :**

Automatiser un processus : c'est faire évoluer la sortie d'un processus en fonction de son entrée. La sortie évolue rapidement et précisément.

L'automatisation industrielle est la mise en œuvre des moyens automatique qui fonctionnent tout seule ou sans intervention humaine pour la réalisation d'un processus de fabrication. [8]

L'automatisation intervient à presque tous les stades des opérations industrielles dans des domaines aussi divers tel que :

- Les industries de transformation (produit chimiques, production d'énergie) pour les réglages de température, de pression ou de débit.
- Les industries de fabrication (automobile, électroménager) pour le contrôle de l'ensemble des opérations de montage.
- Les industries de transport (chemin de fer, routes, navigation aérienne ou maritime) pour la commande de positionnement, de vitesse. L'automatisation a de multiples objectifs dont on peut citer :
  - La recherche d'un coût minimal en réduisant l'effectif.
  - Faciliter les conditions de travail.
  - Optimiser la sécurité du personnel en effectuant les opérations les plus risquées.
  - Ces opérations sont souvent irréalisables manuellement.

De plus, la concurrence économique impose une automatisation des industries pour une production de qualité et en quantité suffisante au moment voulu afin d'avoir une meilleure compétitivité.[8]

### **II.4. Structure d'un système automatisé :**

Tout système automatisé comporte trois parties importantes : [7]

**II.4.1. Une partie commande (PC) :** un organe de décision qui peut être composée de circuits électriques ou électroniques. Elle est capable de traiter des informations qu'elle reçoit pour donner les ordres correspondants.

Elle joue le rôle de cerveau de notre système, et pilote la partie opérative et reçoit des informations venant des capteurs de la partie opérative, et les transmet vers cette même partie

## Chapitre II : Les automates programmables industriels

en direction des pré-actionneurs et actionneurs (elle coordonne les différentes actions de la partie opérative). [7]

**II.4.2 Une partie opérative (PO) :** est l'organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique et bien souvent un assemblage de ces technologies, qui effectue les actions ordonnées par l'organe de commande. [7]

Elles se composent des interfaces suivantes :

**a) Les pré-actionneurs :**

Ce sont des interfaces de puissance entre la partie commande et la partie opérative.

Comme illustré dans la figure 6 leur fonction est de transmettre, sur ordre de la partie commande, l'énergie utile aux actionneurs (ils génèrent l'énergie de commande de l'actionneur).

Les pré-actionneurs les plus utilisés sont les contacteurs (pour les moteurs électriques) et les distributeurs (pour les vérins). [7]



**Figure II-2 : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur**

**b) Les actionneurs :**

Ce sont des éléments qui convertissent une énergie d'entrée (électrique, pneumatique, hydraulique) en une énergie de sortie (mécanique), et automatiquement se sont les éléments « moteur » de chacune des chaînes d'action des systèmes automatisés, créant ainsi un mouvement, une rotation ou une translation. [7]



**Figure II-3 : Schéma de fonctionnement d'un actionneur.**

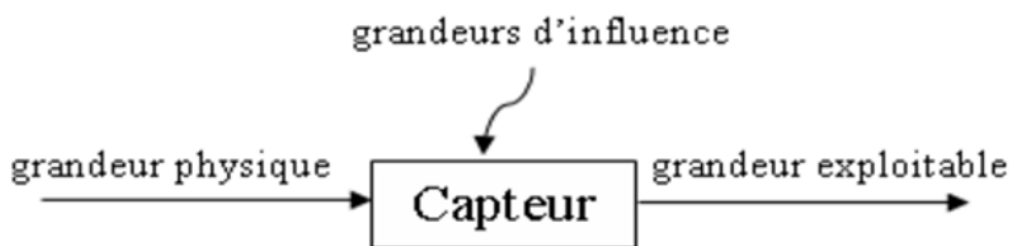
### c) Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement et de codage d'information qui transforme une grandeur physique en une grandeur exploitable, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande. [7]

On distingue trois (03) catégories de capteurs en fonction de la nature du signal délivré :

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

Ce dernier appelé aussi détecteur de position tous ou rien, on le rencontre dans plusieurs machines comme les ascenseurs.



**Figure II-4 : Schémas de fonctionnement d'un capteur.**

### d) Poste de contrôle :

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants. [7]



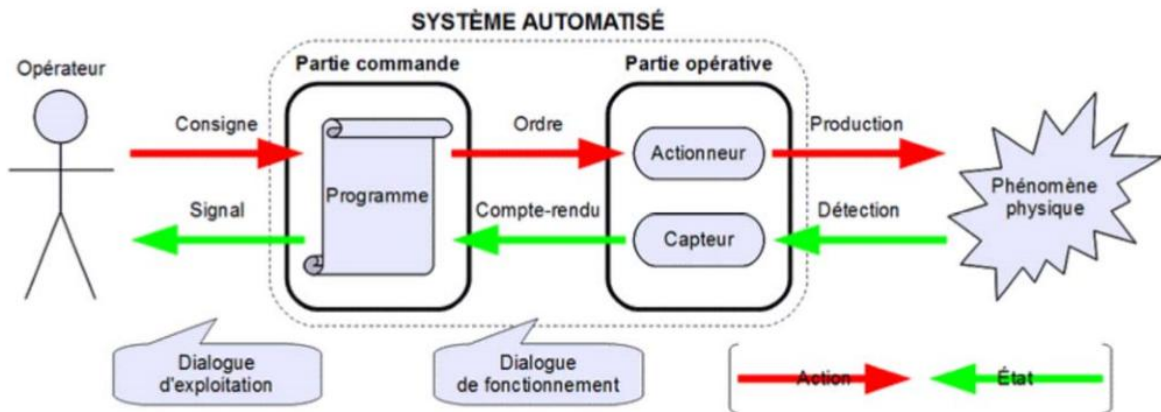


Figure II-5 : Composants de système automatisé de productivité.

## II.5. Structure d'un système automatisé :

La structure générale d'un système automatisé et ses différentes parties et le sens de communication entre elles :

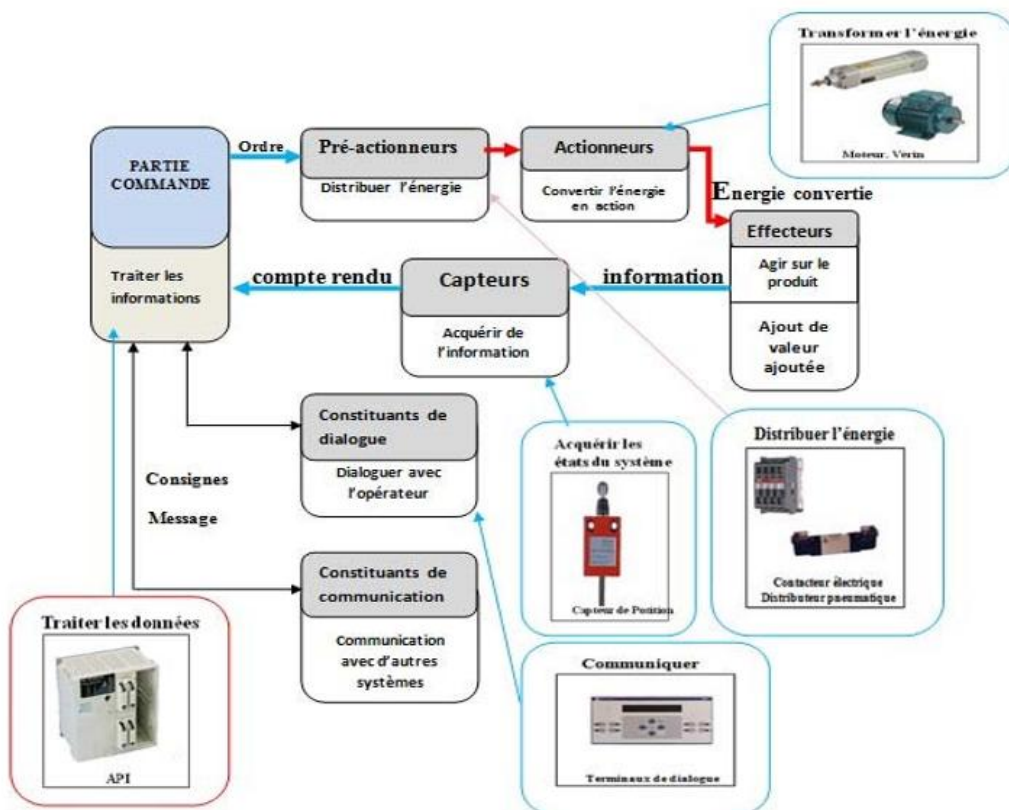


Figure II-6 : Structure d'un système automatisée.

### **II.6. Architecture interne d'un automate programmable :**

Un automate programmable est constitué essentiellement de 5 modules. [9]

#### **II.6.1. L'unité centrale :**

L'unité centrale représente le cœur de la machine, et comprend le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmes. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. [9]

##### **A. Le processeur :**

Un processeur est l'unité fonctionnelle capable d'interpréter et d'exécuter les instructions du programme. Dans un API le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- La lecture des informations d'entrée.
- L'exécution des instructions du programme mis en mémoire.
- La commande ou l'écriture des sorties.

Pour réaliser ces différentes fonctions, le processeur se compose :

- d'une Unité Logique (UL) qui traite les opérations logiques ET, OU et Négation.
- d'une Unité Arithmétique et Logique (UAL) qui traite les opérations de temporisation, de comptage et de calcul.
- d'un Accumulateur qui est un registre de travail dans lequel se range une donnée ou un résultat.
- d'un Registre d'Instruction qui contient, durant le temps de traitement, l'instruction à exécuter.
- d'un Décodeur d'Instruction qui décode l'instruction à exécuter en y associant les microprogrammes de traitement.
- d'un Compteur Programme ou Compteur Ordinal qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter et gère ainsi la chronologie de l'exécution des instructions du programme. [9]

### B. La mémoire :

La mémoire centrale est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer. Elle est découpée en zones où l'on trouve :

- La zone mémoire programme (programme à exécuter) ;
  - La zone mémoire des données (état des entrées et des sorties, valeurs des compteurs, temporisations) ;
  - Une zone où sont stockés des résultats de calcul utilisés ultérieurement dans le programme ;
  - Une zone pour les variables internes.
- ❖ Ces mémoires peuvent être :
- Durant la phase d'étude et de mise au point du programme :
    - des mémoires vives RAM (Random Access Memory) volatiles
    - des mémoires EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory) non volatiles et effaçables partiellement par voie électrique. □ Durant la phase d'exploitation:
  - des mémoires vives RAM qui imposent un dispositif de sauvegarde par batterie rechargeable pour éviter la volatilité de leur contenu en cas de coupure de courant
  - des mémoires mortes ROM à lecture seulement ou PROM programmables à lecture seulement.
  - des mémoires re-programmables EPROM (Erasable PROM) effaçables par un rayonnement ultraviolet et EEPROM (Electric Erasable PROM effaçables électriquement. [9])

### II.6.2. Le module d'entrées :

Un module d'entrées doit permettre à l'Unité Centrale de l'automate, d'effectuer une "lecture" de l'état logique des capteurs qui lui sont associés (module 4, 8, 16 ou 32 entrées). A chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire, le bit d'entrée qui est mémorisé. L'ensemble des bits d'entrées forme le "mot" d'entrées. Périodiquement, le Processeur de l'automate programmable vient questionner (adresser) le module: le contenu du mot d'entrées du module est alors recopié dans la mémoire DONNEES de l'automate programmable. Un module d'entrées est principalement défini par sa modularité (nombre de voies) et les caractéristiques électriques acceptées (tension, nature du courant...) [9]

## **Chapitre II : Les automates programmables industriels**

---

### **A. Les cartes d'entrées logiques :**

Les cartes d'entrées logiques (cartes d'entrées tout ou rien) permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que :

- boutons poussoirs
- fins de course
- capteurs de proximité inductifs ou capacitifs
- capteurs photoélectriques
- etc...

Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques. Une diode électroluminescente située sur la carte donne l'état de chaque entrée. [9]

### **B. Les cartes d'entrées analogiques :**

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module.

Les entrées analogiques disposent d'un seul convertisseur analogique /numérique, elles sont scrutées les unes à la suite des autres par un multiplexeur à relais. [9]

### **II.6. 3. Le module de sorties :**

Un module de sorties permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance: état logique signal électrique. Périodiquement, le processeur adresse le module et provoque l'écriture des bits d'un mot mémoire sur les voies de sorties du module.

L'élément de commutation du module est soit électronique (transistors, triac) soit électromécanique (contacts de relais internes au module). [9]

### **A. Les cartes de sorties logiques :**

Les cartes de sorties logiques (tout ou rien) permettent de raccorder à l'automate les différents pré actionneurs tels que :

- Les contacteurs

## **Chapitre II : Les automates programmables industriels**

---

- Les voyants
- Les distributeurs
- Les afficheurs...

Les tensions de sorties usuelles sont de 5 volts en continu ou de 24, 48, 110, 220 volts en alternatif. Ces cartes possèdent soit des relais, soit des triacs, soit des transistors.

L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente. [9]

### **B. Les cartes de sortie analogiques :**

Les cartes de sortie analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Ces modules assurent la conversion numérique/analogique. Les sorties analogiques peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre de voies sur ces cartes est de 2 ou 4 [9]

### **II.6.4. Le module d'alimentation :**

Composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement. A partir d'une alimentation en 220 volts alternatif, ces blocs délivrent des sources de tension dont l'automate a besoin : 24V, 12V ou 5V en continu. En règle générale, un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate. [9]

### **II.6.5. Le module de communication :**

Comprend les consoles, les boîtiers de tests et les unités de dialogue en ligne :

#### **A. Les consoles :**

Il existe deux types de consoles. L'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs, et visualisation), l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation. Cette dernière dans la phase de programmation effectuée :

- L'écriture
- La modification
- L'effacement

## **Chapitre II : Les automates programmables industriels**

---

- Le transfert d'un programme dans la mémoire de l'automate ou dans une mémoire REPRON.

La console peut également afficher le résultat de l'autotest comprenant l'état des modules d'entrées et de sorties, l'état de la mémoire, de la batterie, etc. Les consoles sont équipées souvent d'un écran à cristaux liquides. Certaines consoles ne peuvent être utilisées que connectées à un automate, d'autres peuvent fonctionner de manière autonome grâce à la mémoire interne et à leur alimentation. [9]

### **B. Les boîtiers de tests :**

Destinées aux personnels d'entretien, ils permettent de visualiser le programme ou les valeurs des paramètres. Par exemple :

- Affichage de la ligne de programme à contrôler
- Visualisation de l'instruction (code opératoire et adresse de l'opérande)
- Visualisation de l'état des entrées
- Visualisation de l'état des sorties. [9]

### **C. Les unités de dialogue en ligne :**

Elles sont destinées aux personnels spécialistes du procédé et non de l'automate programmable, elle leur permet d'agir sur certains paramètres :

- Modification des constantes, compteurs temporisations
- Forçage des entrées/sorties
- Exécution de parties de programme
- Chargement de programmes en mémoire à partir de cassettes. [9]

### **II.7. les différents types d'api :**

Il existe deux types d'automate programmable industriel:

- le type monobloc
- le type modulaire

### **II.7.1. Automate Monobloc :**

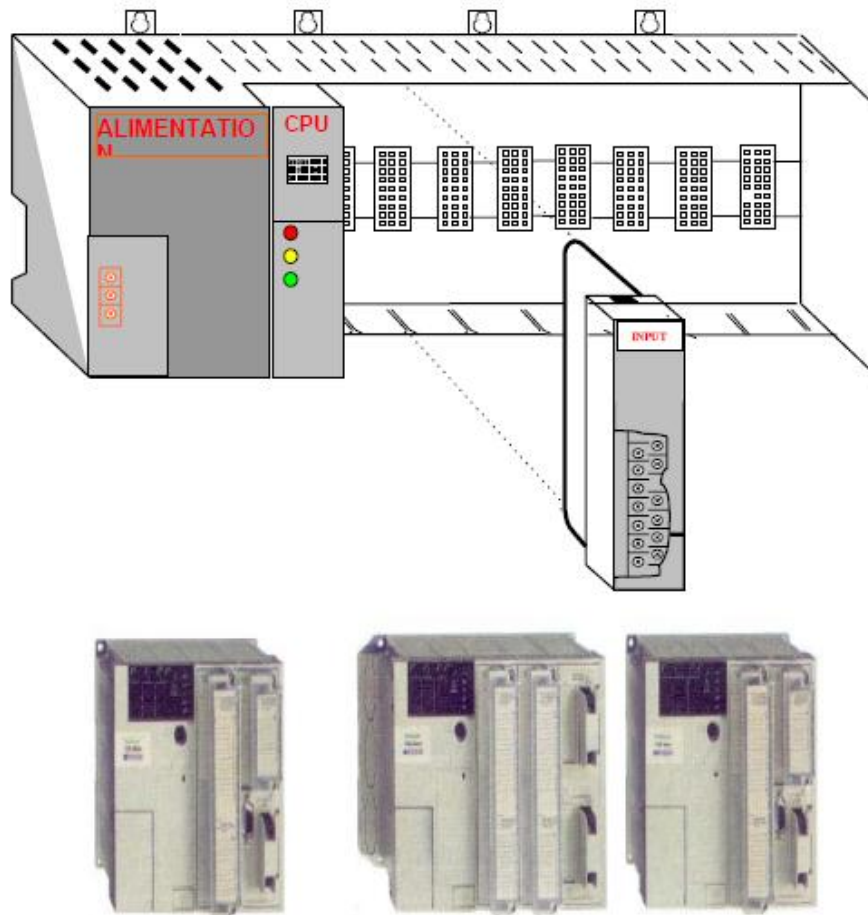
Le type monobloc possède généralement un nombre d'entrées et de sorties restreint et son jeu d'instructions ne peut être augmenté. Bien qu'il soit parfois possible d'ajouter des extensions d'entrées/sorties, le type monobloc a pour fonction de résoudre des automatismes simples faisant appel à une logique séquentielle et utilisant des informations tout-ou-rien.



**Figure II-7 : Automate Monobloc**

### **II.7.2. Automate Modulaire:**

Le type modulaire, par ailleurs, est adaptable à toutes situations. Selon le besoin, des modules d'entrées/sorties analogiques sont disponibles en plus de modules spécialisés tels: PID, BASIC et Langage C, etc. La modularité des API permet un dépannage rapide et une plus grande flexibilité.



**Figure II-8 : Automate Modulaire.**

### II.8. La structure générale des automates :

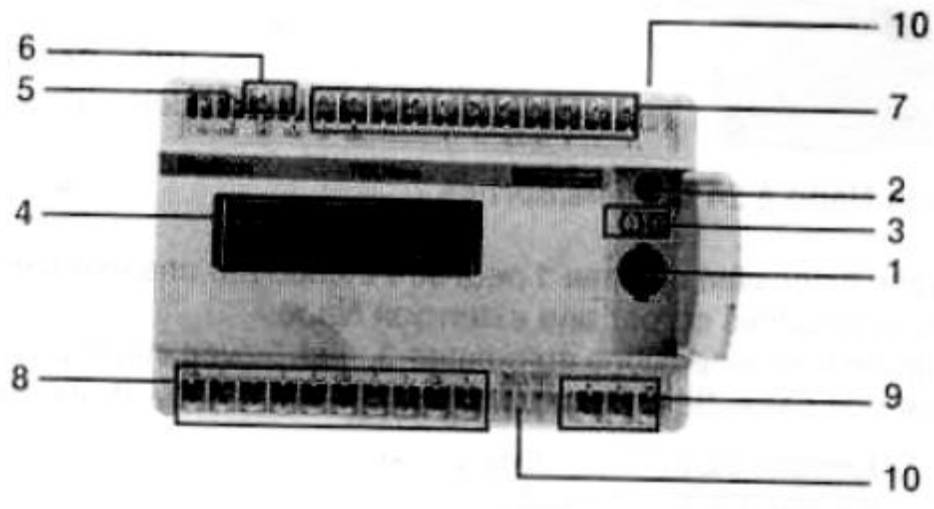
#### II.8.1. Structure générale d'Automate Monobloc

- 1- Une prise (1) pour raccordement du terminal de programmation.
- 2- Un sélecteur pour codage de la fonction base / extension.
- 3- Deux points de réglage analogique.
- 4- Une visualisation :
  - Des entrées 0 à 8 ou 0 à 13 et sorties 0 à 6 ou 0 à 9,
  - De l'état automate (RUN, ERR, COM, I/O).
- 5- Un raccordement de l'alimentation secteur
- 6- Une alimentation capteurs (=24 V/150 mA) sur modèles alimentés en ~ 100240 V.



## Chapitre II : Les automates programmables industriels

- 7- Un raccordement des capteurs d'entrées.
- 8- Un raccordement des préactionneurs de sorties.
- 9- Un raccordement extension (extension d'entrées /sorties et / ou extension automate) ou raccordement Modbus esclave.
- 10- Un cache amovible pour protection des borniers à vis.

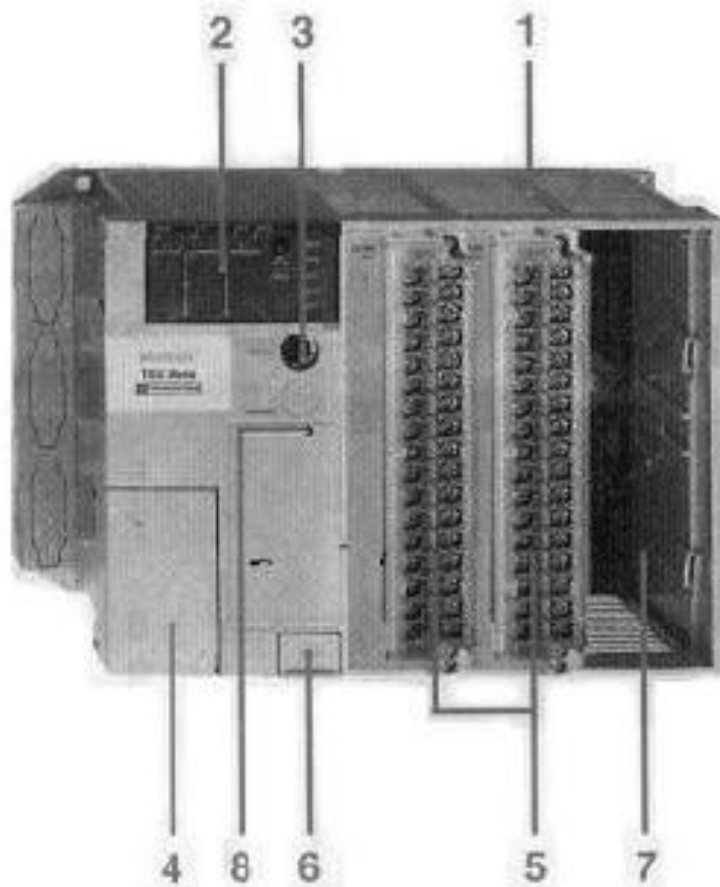


**Figure II-9 : Structure d'Automate Monobloc**

### II.8.2. Structure générale d'Automate Modulaire :

L'automate TSX 37-08 comprend :

- 1- Un bac à 3 emplacements.
- 2- Un bloc de visualisation centralisé.
- 3- Une prise terminale repérée TER.
- 4- Une trappe d'accès aux bornes d'alimentation.
- 5- Deux modules à 16 entrées et 12 sorties « Tout ou Rien » positionnés dans le premier et le deuxième emplacement (positions 1, 2, 3 et 4).
- 6- Une trappe d'accès à la pile optionnelle.
- 7- Un emplacement disponible.
- 8- Un bouton de réinitialisation



**Figure II-10 : Structure d'Automate Modulaire.**

### **II.9. Principe de fonctionnement :**

Le cycle de fonctionnement de l'API est décrit ci-dessous.

#### **1. Traitement interne :**

L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...).

#### **2. Lecture des entrées :**

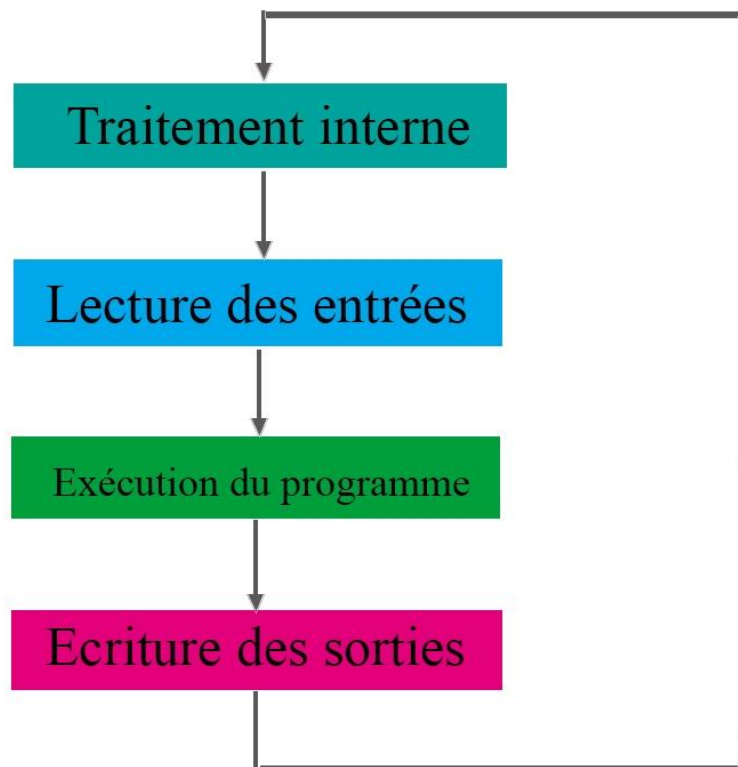
L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.

### 3. Exécution du programme :

L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.

### 4. Ecriture des sorties :

L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.



**Figure II-11 : Principe de fonctionnement de l'API.**

- **Le temps de scrutation** : c'est le temps mis par l'automate pour traiter l'ensemble des quatre opérations. Ce temps est de l'ordre de la dizaine de millisecondes pour les applications standards.
- **Le temps de réponse total (TRT)** : c'est le temps qui s'écoule entre le changement d'état d'une entrée et le changement d'état de la sortie correspondante.

### **II.10. Critères de choix d'un automate :**

Le choix d'un automate programmable est basé sur plusieurs points, nous citons :

- Le personnel de maintenance et le logiciel de programmation (achat du logiciel et formation du personnel).
- Nombre d'entrées /sorties.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettant le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes 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, Ethernet...).

### **II.11. Programmation d'un API :**

Il existe beaucoup d'automates programmables 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 (il faut attendre que la condition soit remplie pour que le programme passe à l'instruction suivante, d'autre API se programme en codes à l'aide d'un ordinateur ou d'un programmeur. Ceux qui acceptent la programmation par ordinateur ont, en principe, des logiciels qui permettent une programmation facilitée, donc une lecture, une modification, un dépannage simplifié (ladder diagramme - symbolique américaine, diagramme des flux, portes logiques, etc.). La programmation d'un API peut s'effectuer de trois manières différentes :

- Sur l'API lui-même à l'aide de touches.
- Avec une console de programmation reliée par un câble spécifique à l'API
- Avec un PC et un logiciel approprié.

### **II.12. Les langages de programmation :**

#### **II.12.1. Le GRAFCET :**

Afin de simplifier la programmation des API, on a recours à un système d'écriture par organigramme spécialisé appelé GRAFCET : Graphe de Commande Etape/Transition. Celui-ci est particulièrement adapté pour la programmation des API. Il se compose de cases correspondantes aux diverses opérations, elles sont reliées entre elles par des traits indiquant le sens de déroulement des opérations. Le passage d'une case à l'autre ne s'effectuant que si l'étape précédente est active et la transition validé.

Ce système très fonctionnel comporte un nombre restreint de symboles conventionnels et permet la correction d'une partie de séquence sans remettre en cause les autres, facilitant ainsi les modifications. De plus ce système étant conventionnel à l'avantage d'être facilement interprété par n'importe qu'elle personne le connaissant.

Des variantes de programmation peuvent intervenir dans le sens de la réflexion propre à chaque individu, comme pour tout autre langage informatisé, qu'il s'agisse d'automates ou d'ordinateurs.

### **II.13. Domaines d'application :**

Historiquement les premiers simulateurs ont été inventés pour la formation a moindre coût des pilotes d'avion. L'industrie pétrolière faisait également partie de ce domaine. D'une manière générale, le concepteur proposant des solutions a priori peut souhaiter vouloir les évaluer. Le recours à la simulation permet cette évaluation. Les domaines d'application sont divers et varies. A titre d'exemple nous citerons quelques classes & applications :

- Gestion de production (équilibrage de lignes d'assemblage, dimensionnement, évaluation de charges prévisionnelles, etc..).
- Transports Logistique (dimensionnement de flotte de transport, trafic sonnet, etc..).
- Et bien d'autres (gestion d'hôpitaux, domaine militaire, nucléaire, météo, jeux, etc..)

## **Chapitre II : Les automates programmables industriels**

---

### **Conclusion :**

Aujourd'hui il est Presque impossible de citer une industrie qui n'utilise pas les API, c'est pour cela que nous avons choisis ces derniers pour les expliquer plus en détails dans ce chapitre, de leur définition à leurs différent types en passant par leur structure général et en finissons par leurs domaines d'application nous avons fais tout le tour de ce qui concerne les automates programmable industriel.

**Chapitre III :**  
**Etat de l'art et**  
**Connaissances Préliminaires**

---

### **RESUME :**

Dans ce troisième chapitre, nous présentons une étude bibliographique de l'état de l'art et des connaissances préliminaires.

La première partie est consacrée à l'introduction concernant la définition et développement historique de l'handicap

Dans la deuxième partie, nous présentons la conception des processus d'innovation, puis nous nous intéressons au mécanisme d'une plateforme élévatrice.

En fin, nous terminerons par une conclusion

---



# Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

## III.1.Introduction :

En ce chapitre, nous avons mis l'accent sur les bénéficiaires de ce contexte d'étude, dont nous avons présenter dans un premier lieu, un état de l'art sur les personnes handicapées et leur histoire, ensuite nous indiquons les différentes terminologies associées à ce thème tout en définissant, ce qu'est réellement l'handicap, ses origines et ses types classifiées, ainsi que sa relation avec la catégorie personne à mobilité réduite (PMR) . Par conséquent, nous avons étudié la prise en charge d'une PMR (personne à mobilité réduite) face à son état et face aux différentes aides techniques qui assurent cette dernière. Nous avons donné un bref aperçu sur la définition des plateformes élévatrices, ainsi que leurs utilisations et manipulations.

Nous avons mis, dans un second lieu, la description des différents organes qui constituent la plateforme élévatrice tout en expliquant son principe de fonctionnement, afin de mieux illustrer ses composants et ses mouvements à l'aide de la représentation graphique 3D.

## III.2. L'Handicap :

### III.2.1.Historique :

Littéralement, le mot handicap vient de l'anglais « hand in cap » c'est-à-dire « la main dans le chapeau ». Une expression utilisée en Angleterre au XV<sup>ème</sup> siècle dans les champs de courses et qui désignait le fait de diminuer les chances d'un concurrent jugé très fort, en lui imposant un poids supplémentaire ou une distance plus longue à parcourir, dont le but d'égaliser les chances de tous les concurrents. L'issue de la course est alors incertaine, tous ayant les mêmes chances de gagner. Il était question d'égalité de droit à gagner. Alors pour parier il fallait mettre les noms de chevaux sur des petits papiers, au fond d'un chapeau et d'y puiser à la main le nom d'un possible vainqueur. [8]

### III.2.2. Les origines depuis l'Antiquité :

À cette époque, les personnes handicapées et l'anormalité a toujours fait l'objet d'un traitement spécifique parmi les humains, et particulièrement les enfants, étaient totalement exclus de la société. Considérés comme impurs ou victimes d'une malédiction divine, et même considérée comme un maléfice, un message ou un signe avertisseur de dieu envoyé au groupe fautif. Où certains étaient tués dès la naissance, ou utilisés par des mendiants qui accentuaient le handicap pour mieux attirer la compassion. Une catégorie de personne le plus

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

souvent ignorées, où suscitant la fascination d'autrui de par sa relation soi-disant privilégiée avec le divin.

Parallèlement, dès l'antiquité, naître différent, n'était pas accepté dans une société où les hommes devaient être aptes à faire de bons soldats, les mal formés étaient souvent tués à la naissance, les autres étaient exclus, considérés comme impurs. Durant toute l'antiquité occidentale, le handicap est synonyme de faute. La difformité est le signe de la colère de dieu à l'égard des hommes. Pour se protéger une solution « le rejet et l'abandon » afin que le dieu reprend la vie de ceux qui ont subi leur courroux. [11] [12]

### III.2.3.Étymologie et définition :

- a) **D'après [8] :** « L'handicap' est la preuve de l'insuffisance de ce que nous aimerions voir établir pour référence et pour norme. Il est cette déchirure de notre être qui ouvre sur son inachèvement, son incomplétude, sa précarité».
- b) **Le petit robert :** (depuis 1950) désavantage, infériorité qu'on doit supporter.
- c) **Dictionnaire médical Flammarion :** (terme anglais emprunté au vocabulaire des courses de chevaux : « hand in cap » la main dans le chapeau, désavantage résultant d'une déficience ou d'une incapacité qui gêne ou limite le sujet dans l'accomplissement de son rôle social.
- d) **Dans les pays anglo-saxons :** on parle d'une situation handicapante due aux barrières environnementales, économique et sociale, qu'une personne, en raison de ses déficiences, e peut surmonter de la même façon que les autres citoyens.
- e) **Claude Hamonet [12] :** à définit la situation de l'handicap comme suit : « le fait, pour une personne, de se trouver, de façon durable, limitée dans ses activités personnelles ou restreinte dans sa participation à la vie sociale du fait de la confrontation interactive entre ses fonctions physiques, sensorielles, mentales et psychiques lorsqu'une ou plusieurs sont altérées d'une part, et d'autre part les contraintes de son cadre de vie ».
- f) **La classification internationale du fonctionnement de l'handicap et de la santé (CIF2000) propose le triptyque :** « Déficience, limitations d'activité, restrictions de participation. Le handicap désigne les aspects négatifs de

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

l'interaction entre un individu (ayant un problème de santé) et les facteurs contextuels face auxquels il évolue (facteurs personnels et environnementaux) ».

**La loi française du 11 février 2005**, définit le handicap comme suit : « Constitue un handicap, au sens de la présente loi, toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou trouble de santé invalidant ».

**g) La définition de l'OMS de 1980**, définit le handicap comme suit :

« Le 'handicap' est fonction des rapports des personnes handicapées avec leur environnement. Il surgit lorsque ces personnes rencontrent des obstacles culturels, matériels et sociaux qui sont à la portée de leurs citoyens. Le handicap réside dans la perte et la limitation des possibilités de participer, sur un pied d'égalité avec les autres individus, à la vie de la communauté ».

### III.2.4.Situation de l'handicap :

Cette notion de situation de handicap concerne toute personne. Qu'elle soit dite « handicapée » ou non. La situation de 'handicap' résulte de l'inadéquation entre les aptitudes, les besoins d'une personne dans son environnement humain et naturel et une tâche à accomplir ou un objectif à atteindre.

Il ne faut pas confondre « personne handicapée » et « situation de handicap ». Par exemple, si vous êtes à l'étranger et que vous ne connaissez pas la langue, vous êtes en situation de l'handicap pour communiquer, mais vous n'êtes pas pour autant une personne handicapée.

### III.3.Annales des personnes à mobilité réduite :

Si nous remontons au Moyen-âge, nous pouvons constater que la société ne se sentait aucunement responsable des personnes à mobilité réduite ou handicapées. Par conséquent, nous ne pouvons parler d'aucune avancée à cette époque. De plus, nombre de ces personnes étaient rejetées par la société, sous l'influence des superstitions.

Au 15<sup>e</sup> siècle, la reine Élisabeth d'Espagne a ouvert le premier hôpital où les soldats pouvaient bénéficier de prothèses et de dispositifs thérapeutiques et recevoir une rente.

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

Pendant son règne, des institutions pour enfants et pour aveugles, sourds-muets et personnes handicapées ont également été créées.

Le 18<sup>e</sup> siècle, sous l'influence de Voltaire et de Rousseau, a connu un changement des attitudes en faveur des handicapés grâce à l'évolution des mentalités : progressivement, la société a commencé à considérer la vie et le monde comme la base de l'expérience humaine. Simultanément, avec l'arrivée de la révolution industrielle, les handicapés et les personnes à mobilité réduite ont commencé à devenir une responsabilité publique.

Plus tard, au 19<sup>e</sup> siècle, grâce aux progrès de la médecine, les scientifiques ont commencé à étudier les causes possibles des handicaps.

Enfin, au 20<sup>e</sup> siècle, ce changement d'attitude vis-à-vis des personnes à mobilité réduite et du handicap a été plus radical, en raison des facteurs suivants :

- a) Avancées scientifiques ;
- b) Meilleure éducation de la société concernant les personnes handicapées ;
- c) Évolution des sociétés industrielles et capitalistes ;
- d) Face au manque de main-d'œuvre pendant les périodes de guerre et à cause des conflits mondiaux, même les personnes physiquement limitées ont dû travailler à l'usine et dans les institutions gouvernementales ;
- e) Mouvements sociaux ;
- f) Émergence de la kinésithérapie en tant que spécialité médicale.

Le tournant décisif de l'histoire de la mobilité réduite s'est produit en 1974, lors de la réunion du groupe d'experts des Nations Unies sur la construction sans obstacles, qui s'est tenue à New York. Cet événement marquait la reconnaissance officielle de la nécessité de supprimer les obstacles physiques présents, afin que les personnes à mobilité réduite puissent participer pleinement et sur un pied d'égalité à tous les aspects de la vie sociale. Cela a également mis en lumière le besoin de former les architectes, les ingénieurs, les urbanistes et les paysagistes à l'accessibilité universelle.

### III.4. Quelle est l'utilité d'ascenseur pour les personnes à mobilités réduites :

Installer un ascenseur privatif représente aujourd'hui une demande croissante en matière

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

d'équipement chez les personnes âgées et les personnes à « Mobilité Réduite » au but de trouver la solution idéale pour garder l'autonomie et améliorer le confort de vie. Les ascenseurs privatifs, sont réalisés de façon à garantir de manière significative un maximum de liberté et de sécurité. Se déplacer d'un étage à l'autre n'est plus un problème et l'indépendance est ainsi retrouvée. Les ascenseurs privatifs, qui peuvent fonctionner suivant différentes technologies (vérin, vis sans fin, etc.) en fonction de la configuration de domicile, privilégient le gain d'espace et le confort.

### III.5. Plate-forme élévatrice (mettre en évidence l'innovation) :

#### **Partie innovation :**

L'idée innovante de ce prototype avec sa conception, ont été donnée par notre encadreur, Monsieur Belarbi, qui l'a formulée et recommandée dans le thème qui à proposer pour nous. Et cela, dans un contexte d'apporter un ajout d'une valeur ajoutée nouvelle et nécessaire pour une aide aux personnes à mobilités réduites.

#### III.5.1. La conception au cœur des processus d'innovation :

##### **Introduction :**

Cependant, c'est la pratique qui précède la théorie. En ce qui concerne le premier mythe, par exemple, la thermodynamique (théorie) est apparue bien longtemps après la machine à vapeur (pratique). Soit, cette dernière a précédé donc, de plusieurs décennies la thermodynamique. Encore, essentiellement, l'initiative d'entrepreneurs extérieurs au mouvement scientifique a produit le changement technique direct. Et pour le second, une bonne idée, n'est pas assez pour transformer le monde et l'éclairer de sa vérité.

##### III.5.1.1. Définition :

###### **❖ La conception :**

« Concevoir, c'est chercher ce qui n'est nulle part et pourtant le trouver ». Dans cette perspective, la conception est un outil pour la compréhension autant que pour l'action (**ibid**). Il ne faut pas confondre conception et développement. La conception est créatrice de nouveaux concepts alors que le développement correspond à la définition détaillée et à la validation des produits [14].

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

Les services de conception dans les entreprises, sont ceux qui, à la fois définissent les frontières du possible et les innovations réalisables. [15]

Si l'on admet que « le processus central de l'innovation [ne soit] pas la science mais la conception » selon la formule que J. Perrin emprunte à S. Kline et N. Rosenberg.

### III.5.2. Les deux raisons désintéressées pour la conception :

#### Evoquées par G. de Terssac (1996)

1- La première raison, c'est qu'elle n'est pas toujours considérée comme un travail authentique ni haussée au rang d'une activité productive.

2- La seconde, c'est qu'elle reste séparée de la réalisation.

Selon G. Friedman, c'est le résultat de la vieille séparation entre la pensée et l'accomplissement du travail ; c'est la caractéristique essentielle de la civilisation technicienne. Nous pouvons dire, que le lieu de la décision et de la pensée sont les activités de conception. Ces dernières s'opposeraient à la réalisation, lieu de privation de décision et d'exécution. [16]

### III.6. Les caractéristiques des activités de conception :

La plupart des chercheurs qui s'intéressent à la conception rappellent les caractéristiques de ces activités, au début de leurs articles. Peu d'entre eux sont communes à l'ensemble des contributions alors qu'une liste complète de celles-ci serait assez longue. Dresser cette dernière n'est pas commode, alors nous nous attacherons à mettre en évidence cette diversité. Cette remarque est révélatrice de la diversité des regards qui peuvent être portés sur cette activité.

#### III.6.1. Les activités de conception et leur évaluation menées à un niveau :

- **Politique** : la direction de l'entreprise détermine la position du produit sur le marché, la nécessité de nouvelles alliances, etc. [17]
- **Stratégique** : l'articuler de la firme avec le management des connaissances et le développement de produits innovants . [22]
- **Tactique** : l'équipe projet explore les possibles et procède aux choix qui contribuent à la définition du produit. [17]

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

- **Réflexif** : le concepteur, au cours de son activité de conception, réfléchit à sa propre démarche et aux solutions qu'il élabore. [17]

### III.6.2. Cette ouverture peut se manifester à plusieurs niveaux :

Des solutions potentielles, leurs critères d'évaluation, la démarche de conception ou les frontières de la situation de conception. A la diversité des solutions possibles s'ajoute le fait que les objectifs de conception ne sont souvent atteints qu'approximativement. [22] Selon C. Midler la conception n'est plus une affaire d'individus, mais une affaire d'organisation. Le bureau d'études, traditionnellement en charge de la conception, est désormais remplacé par un acteur collectif au sein duquel plusieurs points de vue et plusieurs métiers sont représentés.

### III.6.3. Les trois conditions nécessaires à la formation d'un être collectif :

**-Identifiées par C. Barnard (1968), sont :**

- a) La volonté de coopérer,
- b) Des moyens de communication entre acteurs et,
- c) Le partage d'un but commun.

Le processus de conception consiste à mobiliser des acteurs disposant de savoirs différents et porteurs de contraintes variées[18]. Les débats autour de leurs différences et l'explicitation de leurs points de vue hétérogènes permettent de les dépasser. La conception devient une affaire de communication et d'intégration de logiques différentes. [19]

C'est une activité collective qui se construit dans un rapport de « prescription réciproque », fondement du processus de coopération [18]. Tout acteur est susceptible d'être, tour à tour, prescripteur et opérateur. Le nouveau parcours sera alors vraisemblablement nourri des apprentissages effectués sur le chemin initial. [20]

Le projet avançant, les prescriptions deviennent de plus en plus fortes car la connaissance du problème s'est accrue. Les apprentissages se trouvent ainsi de plus en plus confinés. Il en résulte une convergence et une irréversibilité progressive du projet au cours du temps [19] Un carrefour de métiers, de points de vue, de disciplines, de connaissances; outre le bureau d'études, l'acteur collectif peut comprendre le bureau des méthodes, le service achat, le service qualité, le service marketing... voire des intervenants extérieurs à l'entreprise (client, consultants...).

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

### III.6.4. Les choix et les décisions, en matière de conception :

#### -Guidés et influencés par plusieurs facteurs :

Techniques, économiques, sociologiques, politiques et psychologiques, etc.... [22]

La cognition collective se construit par un transfert progressif des représentations des acteurs dans une démarche de conception qui consiste à gérer de multiples contraintes. [23]

Les connaissances des acteurs s'appuient aussi bien sur les sciences de l'ingénieur que sur les sciences humaines et sociales. [23]

Des disciplines classiques (mécanique, électronique...) côtoient des disciplines nouvelles (fiabilité, qualité) ou des disciplines carrefour (psychosociologie, marketing, design, ergonomie). [24]

### III.6.5. Les processus de conception :

#### -Combinaison des trois types de savoirs des professionnels impliqués :

- ✓ Des savoirs techniques traditionnels des métiers,
- ✓ Des savoirs d'évaluation nécessaires aux choix et à la mesure des actions et,
- ✓ Des savoirs relationnels permettant une relation à autrui efficace. [21]

Les savoirs nécessaires ne peuvent donc pas être spécifiés complètement et par avance. Il en est de même quant aux acteurs à mobiliser. [18]

Leur incertitude perdure dans les situations de coopération entre des professionnels nombreux, variés et complémentaires. Leur intercompréhension est dépendante d'une asymétrie d'information : l'un sait ce que l'autre ne sait pas. [21]

#### III.6.5.1. Les modèles de processus de conception :

Dans certains secteurs industriels, l'introduction du management de projets, dans les années 90, a contribué à structurer les métiers de conception. Ce processus de rationalisation est toujours en cours. [25]

Il faut combiner des points de vue différents ce qui donne des modèles de représentation différents ainsi que des batteries de critères d'évaluation différents, pour avoir une représentation aussi complète des processus de conception. [22]



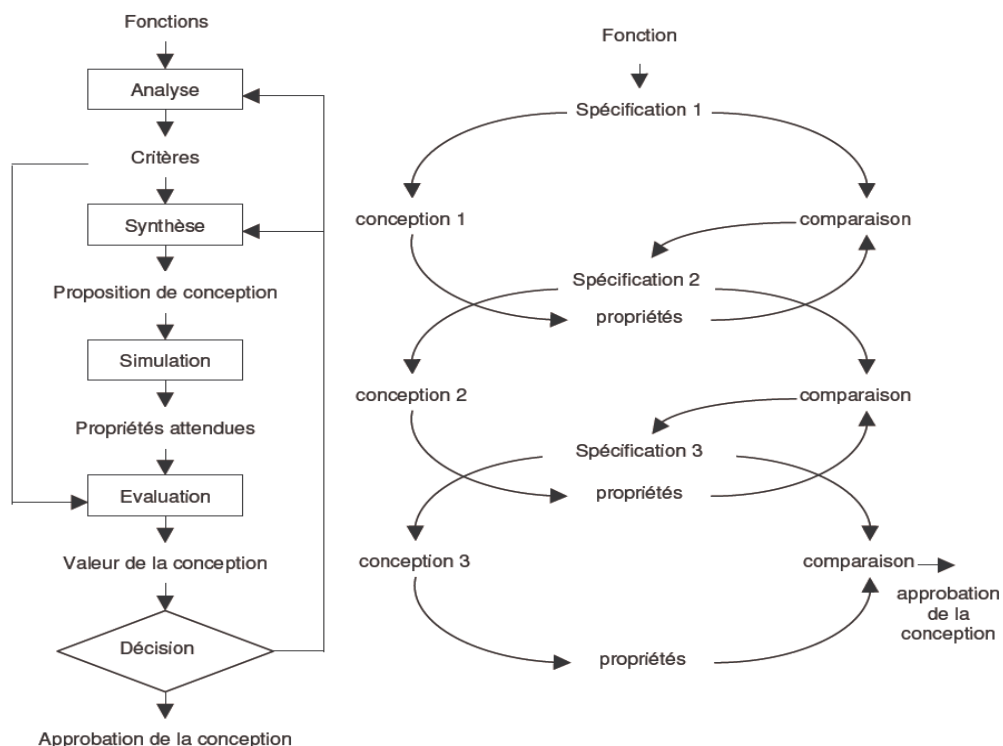
## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

### III.6.5.2. Une démarche de conception peut ainsi être vue comme (Perrin, 1999, 2001) :

1. une succession hiérarchique de phases différentes,
2. une itération d'un cycle élémentaire de conception,
3. un phénomène émergent d'auto-organisation se construisant à partir des interactions d'un groupe de conception,
4. un processus cognitif,
5. des formes de communication et de conversation avec la situation.

### III.6.5.3. Une itération d'un cycle élémentaire de conception :

Un processus élémentaire de résolution de problème, en conception, correspond à un cycle d'activités bien répertoriées (générer des solutions, les évaluer et les sélectionner, les modifier...). Cela amène Roozenburg et Eekels à modéliser la conception comme l'itération d'un « cycle élémentaire de conception » (basic design cycle) et à mettre en évidence la structure itérative du processus de conception.



**Figure III-1 : Cycle élémentaire et structure itérative du processus de conception de Roozenburg et Eekels (1995) in Perrin (2001, pp. 93-94). [BOLDRINI, 2005]**

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

Ce qui distingue ce modèle du précédent, c'est que les solutions de conception et les spécifications évoluent de manière concomitante. A un moment donné du processus de conception, un ensemble de spécifications détermine une solution de conception qui à son tour contribuera à définir un nouvel ensemble de spécifications, etc.

### III.6.5.4. Une théorie unifiée de la conception :

Selon A. Hatchuel et B. Weil, il existe trois traditions principales en conception :

- 1) Celle des architectes et des artistes,
- 2) Celle des ingénieurs et, plus récemment,
- 3) Celle des chercheurs en sciences des organisations.

Ces traditions diffèrent et par le contenu de leurs connaissances et par leur approche du processus de conception. Dans ce contexte, le raisonnement de conception est la co-évolution par interaction (ou la coexpansion) de ces deux espaces.

### III.6.5.5. Les principes de la théorie :

- L'espace des connaissances, est aussi celui des propositions qui ont un statut logique pour un concepteur ou le destinataire de conception. Ce statut est d'une proposition (vrai, faux, indécidable...) qui définit le degré de confiance qui lui a été attribué.

- Le concept, est une proposition novatrice (ou un groupe de propositions) à partir de laquelle nous voulons initier un travail de conception (ex : concept de monospace ou de découpe laser par SLS). La conception est le processus par lequel un concept génère d'autres concepts ou est transformé en connaissance, soit, en propositions dans un espace. Cela signifie qu'aucune conception n'est pas possible sans concepts.

### III.6.5.6. Les propriétés et les expansions de l'espace des concepts :

Les concepts sont des ensembles spécifiques, qui possèdent un groupe de propriétés. Aucun élément ne peut être extrait des concepts si non, ce serait des connaissances et non pas des concepts. Il en résulte deux conséquences :

- 1) Les concepts qui contiennent des ensembles qui peuvent être partitionnés ou inclus mais pas recherchés ou explorés et,
- 2) L'ajout ou le retrait de propriétés change le statut des concepts. Revenir à une proposition de K, chaque fois que l'on procède à l'une de ces opérations. Donc, la seule manière de créer

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

de nouveaux concepts (ex : bateau qui vole) est d'ajouter ou de soustraire des propriétés nouvelles aux concepts existants.

- ✚ La plateforme élévatrice est un équipement dédié aux personnes à mobilité réduite. Elle leur permet l'accès d'une zone sans difficulté.

### III.7. Manipulation et Utilisation de la plateforme :

La manipulation de ce palier élévateur est simple. Si la commande est automatisée par une installation électro-hydraulique, on doit commander la plate-forme par un moyen à distance tel qu'un clavier de télécommande. Sinon, si la commande est manuelle, on place la charge sur ce plateau, on actionne une manivelle, l'action de cette dernière permet d'actionner la pompe hydraulique et permet le lever de la charge.

#### III.7.1. La combinaison structurelle de la plateforme :

Nous avons conçus, une plate-forme qui représente l'interface technique entre l'ascenseur et l'utilisateur PMR, avec son environnement. Notre plate-forme est techniquement créée en se basant sur les dimensions du fauteuil roulant, pris comme repère dans le dimensionnement de la palette d'accueil. Il faut pour cela, qu'elle puisse accueillir une personne en fauteuil roulant en toute facilité.

Cette plate-forme doit assurer deux positions cibles qui sont la plateforme de l'ascenseur et le sol du couloir, où se trouve la PMR. Il faut que nous aillions une relation adéquate entre les surfaces, la plateforme principale (ascenseur) avec la plateforme articulée, d'une part et cette dernière avec le plancher (couloire), de l'autre part.

En respectant un cahier de charge et en se basant sur les solutions techniques élaborées, nous nous sommes dirigés vers un modèle de plate-forme composées de :

- a) La palette.
- b) Vérins hydraulique.
- c) Vérin rotatif.
- d) Châssis

Ces ensembles sont dépendamment reliés, où, ils sont en mouvement de translation programmé et ordonnancé depuis un boîtier de commande.

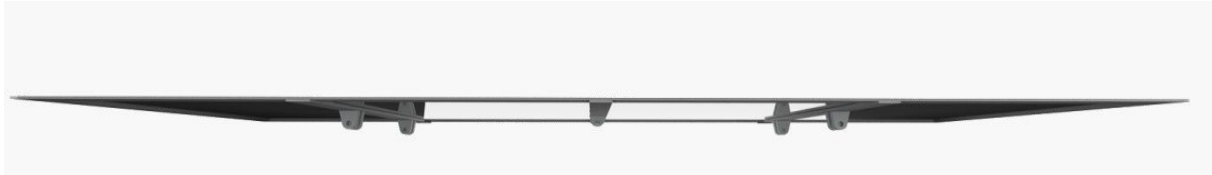
## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

---

### III.8. Description des composants :

#### III.8.1. La palette :

La palette est l'organe métallique situé au dessus de la plateforme, elle est conçue afin d'assurer la sécurité de la personne et de supporter son poids, elle représente aussi l'interface qui relie la PMR et l'intérieur de l'ascenseur.



**Figure III-2 : la palette.**

#### III.8. 2. Le vérin hydraulique:

Le vérin hydraulique est un dispositif qui convertit l'énergie de pression d'un milieu, par exemple de l'huile hydraulique, en un mouvement rectiligne d'entraînement. Un vérin hydraulique se compose d'un tube de vérin dans lequel une tige de piston avec un piston se déplace.

le vérin hydraulique qui fait fonctionner et met en mouvement la palette par son effort de double effet articulé par une tige et un système bielle manivelle.



**Figure III-3 : Vérin hydraulique.**

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

### III.8. 3. Le vérin rotatif :

Les vérins rotatifs permettent d'obtenir un mouvement oscillant de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  réglable .l'originalité de ces vérins consiste en un piston oscillant : la palette (photographiée ici montre la sortie du corps du vérin pour une meilleure visibilité). La palette entraîne en rotation l'arbre cannelé.



Figure III-4 : Vérin rotatif.

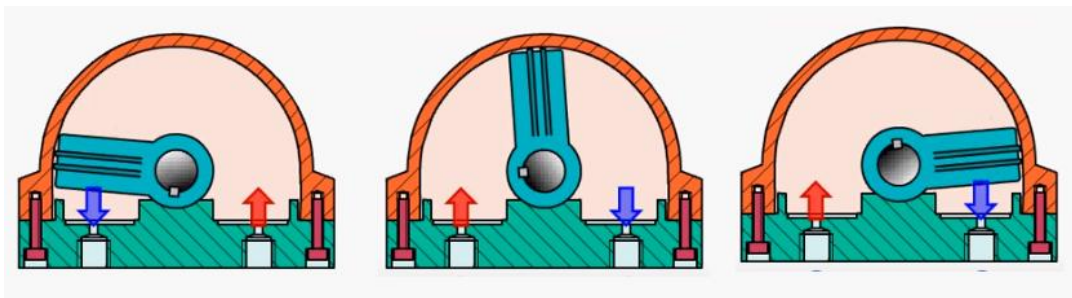


Figure III-5 : Mouvement de la palette du vérin rotatif.

### III.8.4.Châssis :

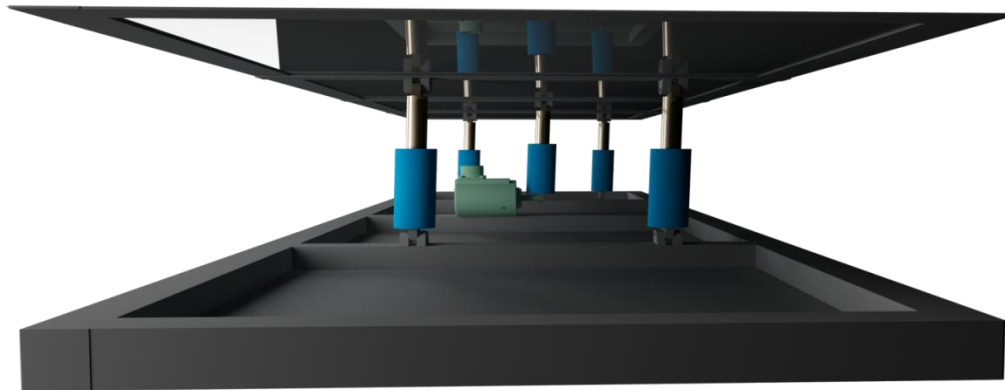
Un châssis est un cadre rigide ou mobile fait d'une matière résistante, destiné à entourer ou supporter quelque chose (poids, surface, mécanisme...).



**Figure III-6 : Châssis.**

### **III.9. Principe du fonctionnement de la plateforme élévatrice :**

Les quatre vérins hydrauliques relient le châssis (fixé au sol d'ascenseur) directement avec la palette, ils servent à déplacer la palette verticalement. Le vérin rotatif (fixé au châssis) est relié avec un vérin hydraulique qui permet de obtenir un mouvement oscillant de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  réglable pour faire sortir la plateforme vers la droite ou la gauche.

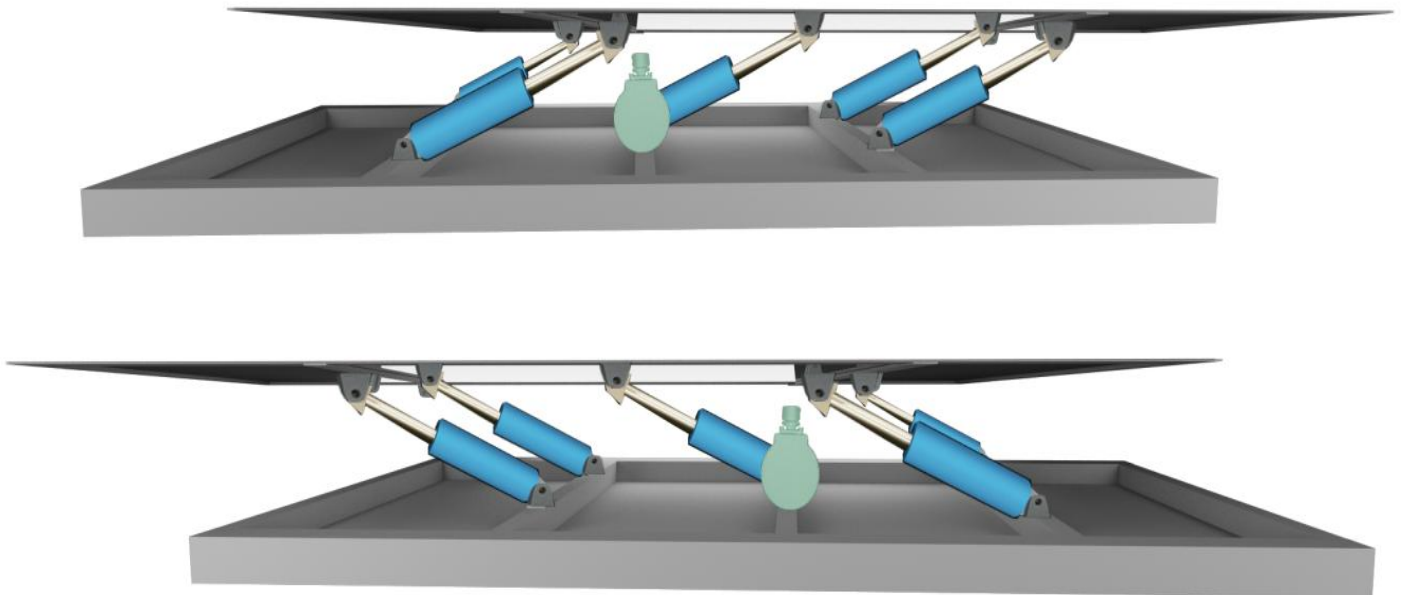


**Figure III-7 : plateforme élévatrice.**

## Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires

Un mouvement de  $90^\circ$  à  $20^\circ$  ; les vérins s'incline vers la droite.

Un mouvement de  $90^\circ$  à  $160^\circ$  ; les vérins s'incline vers la gauche.

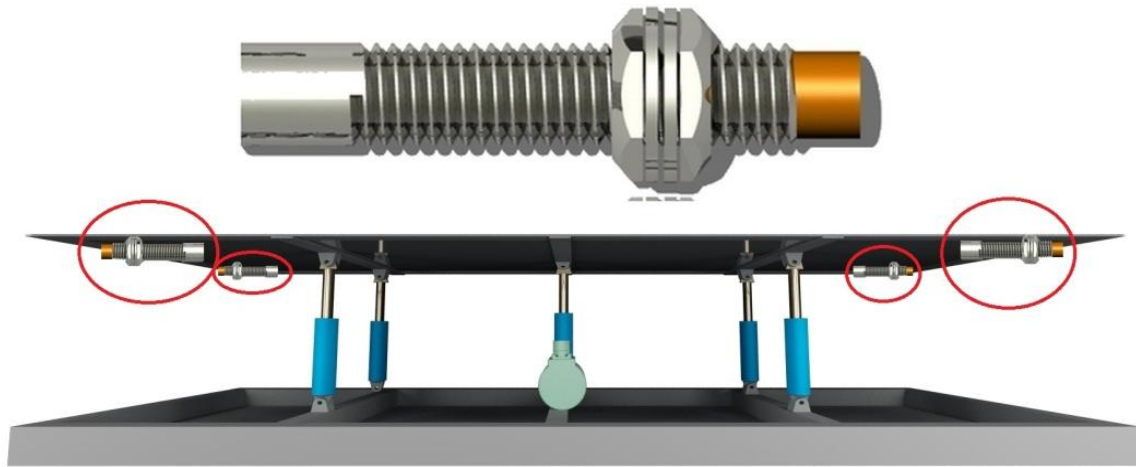


**Figure III-8 : plateforme élévatrice en mouvement.**

### III.10.déplacement de la plateforme :

A l'ouverture des portes la palette se trouve au sol de l'ascenseur, cette dernière est actionner via un bouton situé a l'extérieur, après l'actionnement les vérins hydrauliques poussent la palette vers le haut afin que le vérin rotatif puisse la diriger en dehors de l'ascenseur ( $90^\circ$ - $20^\circ$ , où  $90^\circ$ - $160^\circ$ ) et en même temps la redescende au niveau du sol et de la PMR, après que la personne est monté le vérin rotatif redirige la palette a l'intérieure pour que les vérins hydraulique la remette à son état initial, tout ce mécanisme est effectué en 30 secondes.

Si un obstacle se trouve avant la ligne rouge le capture de proximité le détecte et le mécanisme s'arrête.



**Figure III-9 : plateforme élévatrice avec capteur de proximité.**



**Figure III-10 : l'état initial de la plateforme.**





**Figure III-11 : la montée de la plateforme.**



**Figure III-12 : la sortie de la plateforme.**



**Figure III-13 : la montée de la PMR sur la plateforme**



**Figure III-14: l'entrée de la plateforme.**



**Figure III-15 : l'état final de la plateforme.**



**Figure III-16 : la place réservée pour la PMR.**

## **Chapitre III : Etat de l'art et connaissances Préliminaires**

---

### **III.11. Avantages de la plateforme élévatrice :**

La plateforme élévatrice est une solution particulièrement adaptée aux personnes en fauteuil roulant, car la plateforme élévatrice permet d'élever directement un fauteuil, et donc de permettre à une personne à mobilité réduite de s'élever sans même quitter son fauteuil. Parmi les avantages d'une plateforme élévatrice, la possibilité d'être placée à l'intérieur comme à l'extérieur, et donc de s'adapter à différentes architectures. On note également la possibilité de soulever des charges lourdes.

### **III.12. Inconvénients de la plateforme élévatrice :**

La plateforme élévatrice peut aussi contenir des inconvénients tels que :

- Une maison particulière manque généralement de place pour installer une plateforme élévatrice. [13]
- Certains modèles présentent une difficulté d'utilisation pour les personnes âgées d'où la présence obligatoire d'un accompagnant. [13]
- Le prix présente en lui seul un investissement important auquel viennent s'ajouter les dépenses engagées dans les travaux de pose qui sont pour la plupart des cas importants. [13]

### **Conclusion :**

Tout au long de ce chapitre nous avons démontré l'évolution que nous avons apporté à la plate-forme élévatrice dans le domaine des appareils d'aide à la mobilité personnelle qui sont utilisés depuis des siècles par les personnes à mobilité réduite. De ce fait, leurs avantages pour la société sont inestimables et extrêmement importants.

**Chapitre IV :**  
**Réalisation et**  
**programmation de l'ascenseur**

---

### **RESUME :**

Dans ce dernier chapitre, nous nous intéressons à la réalisation et la programmation de l'ascenseur.

La première partie est consacrée à l'introduction concernant le cahier de charge de l'ascenseur.

Dans la deuxième partie, nous présentons la programmation de l'ascenseur et de la plateforme élévatrice, puis nous nous intéressons à l'illustration du mouvement de l'ascenseur.

En fin, nous terminerons par une conclusion.

---

# Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

---

## IV.1.1.Introduction :

Ce chapitre, présentera le principe de Fonctionnement de l'ascenseur et à partir de ce dernier, un programme sera développer avec un logiciel de programmation step7 avec un langage graphique GRAFCET qui sera implanté dans l'API. À la fin un exemple de simulation sera établi par le langage de programmation.

## IV.2. Elaboration de programme par le STEP7 :

Le logiciel de programmation que nous allons utiliser afin de programmer notre ascenseur sera STEP7 de SIMATIC. Ce logiciel de base nous assiste dans toutes les phases du processus de création et de configuration des solutions d'automatisation.

## IV.3. Logiciel STEP7 :

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 – 200.
- STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7 présentant des fonctionnalités supplémentaires :
  1. Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC (voir aussi Possibilités d'extension du logiciel de base STEP 7).
  2. Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication.
  3. Forçage et fonctionnement multiprocesseur.
  4. Communication par données globales.
  5. Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication et de blocs fonctionnels.
  6. Configuration de liaisons.[10]

## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

---

### IV.4. Cahier de charge de l'ascenseur :

Le fonctionnement de l'ascenseur doit être décrit par des règles bien précises. Les pannes et incendies qui peuvent menacer l'utilisateur doivent être pris en considération dans la conception de n'importe quel ascenseur.

- Pour que l'ascenseur démarre il faut que les conditions initiales soient satisfaites (porte fermée, non arrêt d'urgence, poids non dépassé, vitesse non dépassée).
- A la mise sous tension, la position de repos de l'ascenseur est le réez de chaussé, Le capteur de l'état bas est actif et tous les autres capteurs sont désactivés. Dès qu'il y a une demande, il doit se rendre à l'étage demandé a condition que les portes soient fermées.
- Toutes les requêtes des utilisateurs de l'ascenseur sont signalées par des voyants lumineux.
- Le trafic de l'ascenseur proposé est optimisé par un algorithme de gestion de priorité:

En premier lieu l'ascenseur est en train de monter, il doit s'arrêter à tous les étages où il y a une demande extérieure de monter.

En deuxième lieu l'ascenseur est entrain de descendre, il doit s'arrêter à tous les étages où il y a une demande extérieure de descendre.

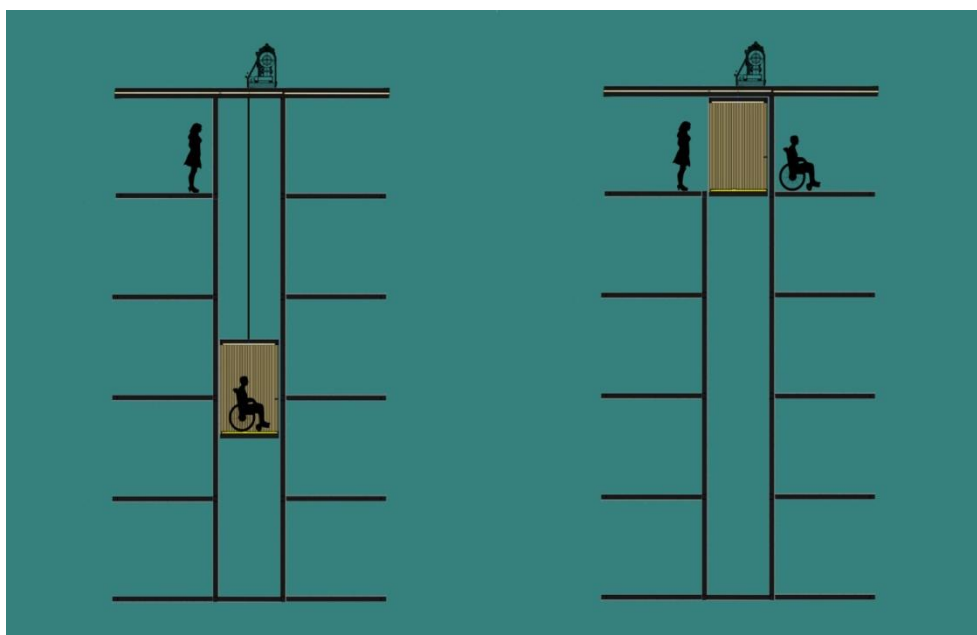
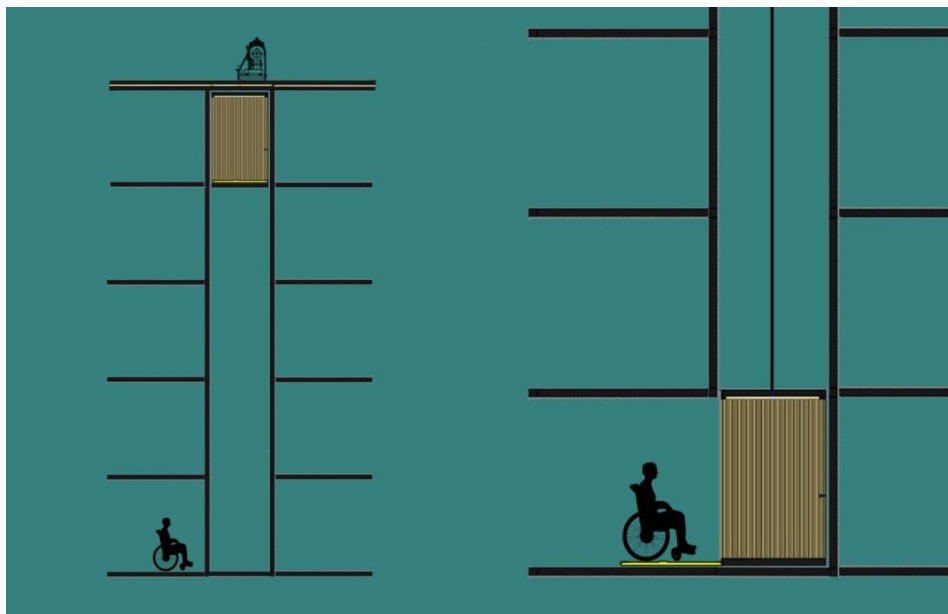
- A chaque fois, qu'il y a un changement de position le numéro de l'étage et l'état de la cabine (monté, descendre, arrêt) s'affichent sur l'écran LCD.
- L'ascenseur termine toujours sa direction avant de changer.
- Lorsque l'ascenseur arrive à un étage demandé, les portes s'ouvrent, si les portes ont été ouvertes, après un délai de 7secondes elles doivent se refermer.
- Lorsque l'ascenseur arrive à un étage demandé et le bouton d'aide est actionné, les portes s'ouvrent et la plateforme élévatrice transporte la PMR à l'intérieure de l'ascenseur dans un délai de 20 secondes, puis les portes se referment
- L'ascenseur ne doit pas se mettre en marche si les portes sont ouvertes. Lors d'une demande de l'intérieur, l'ascenseur doit se mettre en marche après que les portes se soient fermées (après un délai).
- Si le bouton d'urgence est actionné une alarme se déclenche immédiatement.
- Si le bouton d'arrêt est actionné le système s'arrête.



## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur



Figure IV-1 : Bouton d'aide.



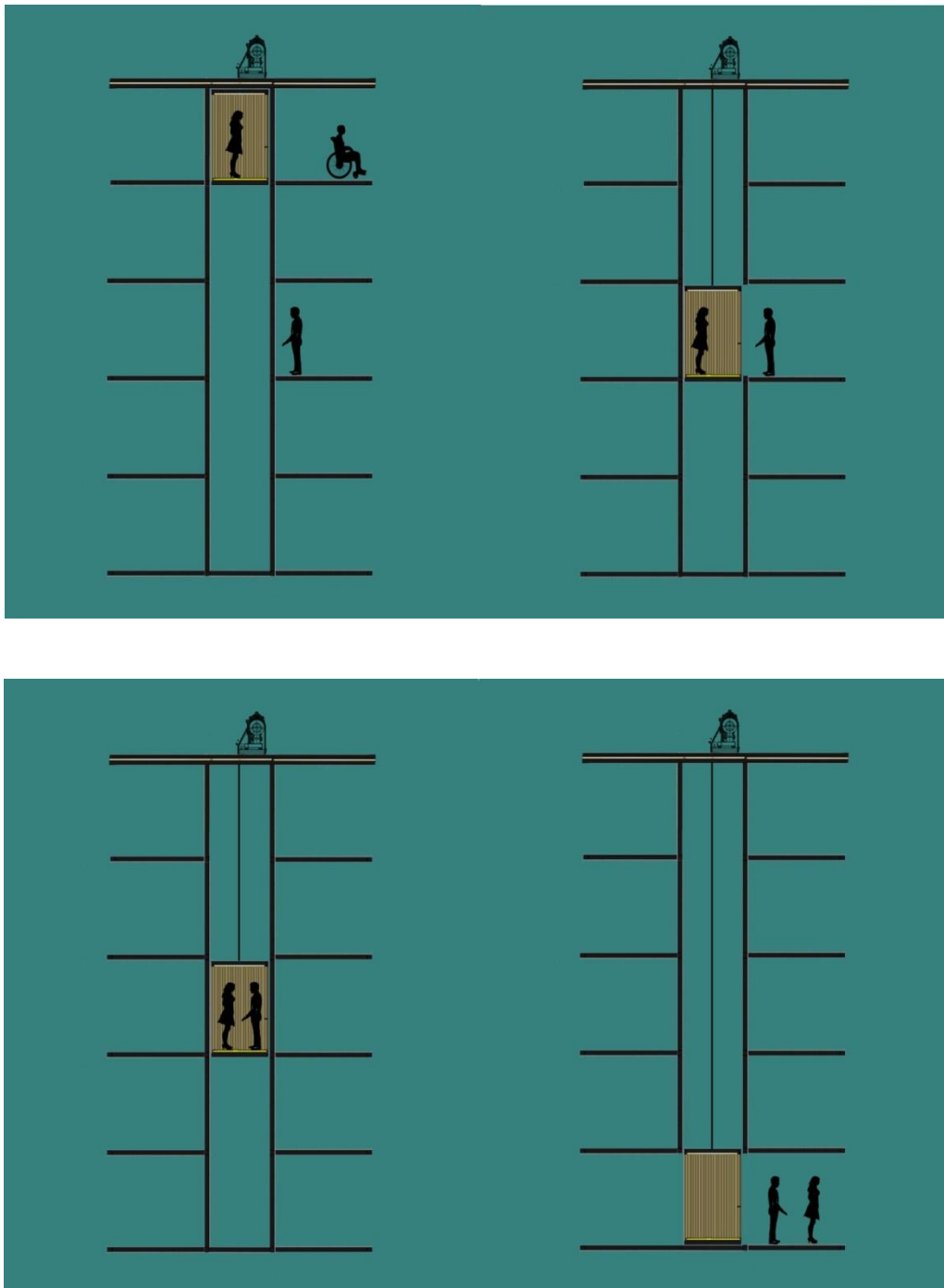


Figure IV-2 : les différents mouvements de l'ascenseur.

### IV.5. Le programme de l'ascenseur avec Grafset :

- Les abréviations de programme :

CID: condition initial de démarrage.

## **Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur**

---

CIDS: condition initial de démarrage satisfaite.

PVD : petite vitesse descente.

GVD : grand vitesse montée.

ET : étage.

CP : capteur de position.

CRV : capteur réducteur vitesse.

TO : Temporisation.

PDO : Porte droite ouverte.

PGO : Porte gauche ouverte.

PDF : Porte droite fermée.

PGF : Porte gauche fermée.

CPDF : Capteur Porte droite fermée.

CPGF : Capteur Porte gauche fermée.

CPDO : Capteur Porte droite ouverte.

CPGO: Capteur Porte gauche ouverte.

PS : plateforme sorte.

PR : plateforme rentre.

PSD : plateforme sorte à droite.

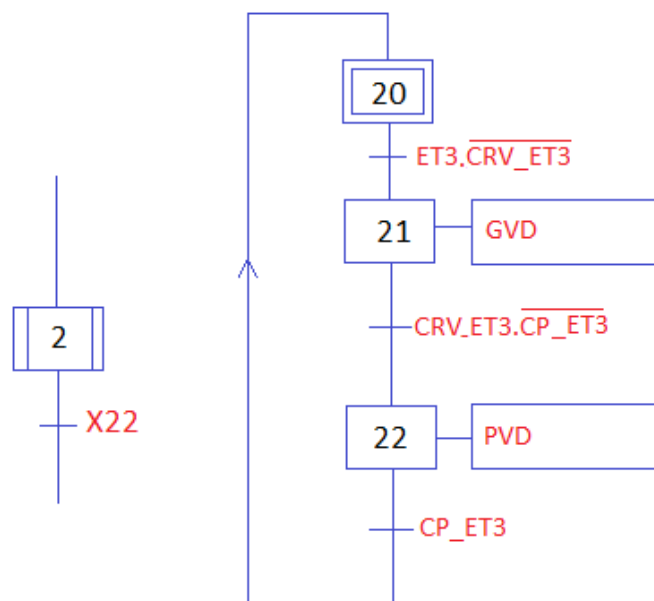
PSG : plateforme sorte à gauche.

GVM : Grand Vitesse Montée.

PVM : Petite Vitesse Montée.

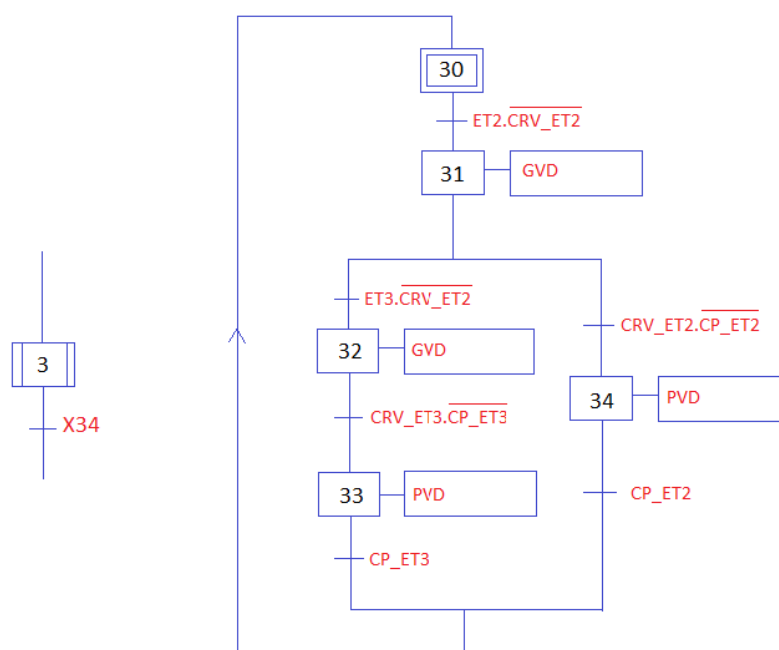
## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

❖ La figure nous représente Le grafctet de la descente de niveau 4 au niveau 3 :



**Figure IV-3: Le grafctet de la descente de niveau 4 au niveau 3.**

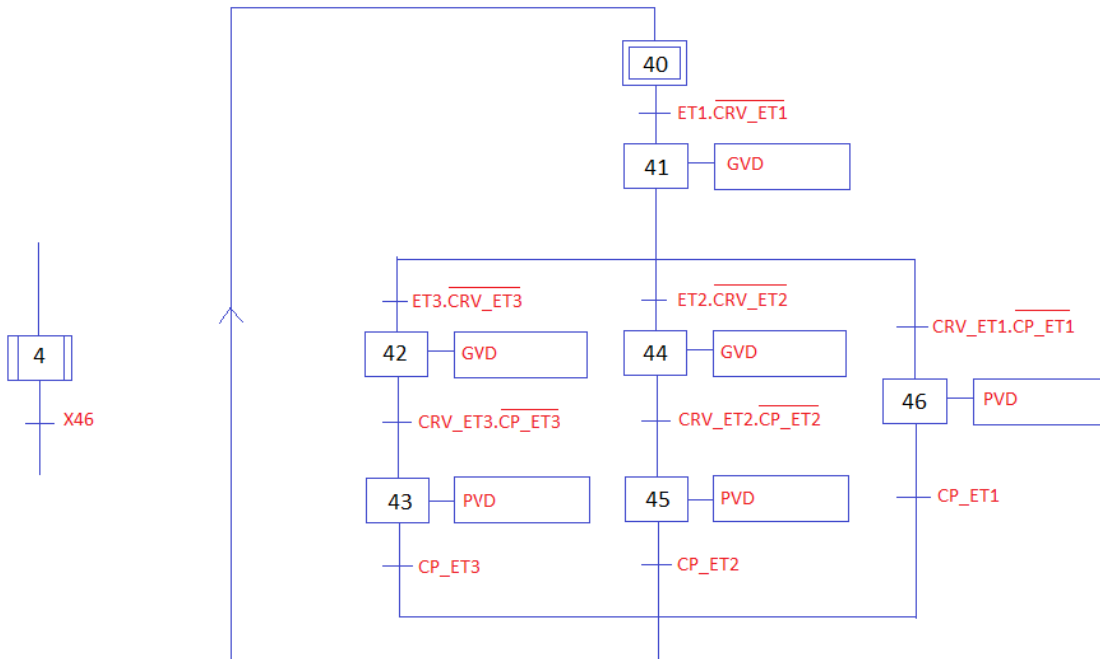
❖ La figure nous représente Le grafctet de la descente de niveau 4 au niveau 2 :



**Figure IV-4: Le grafctet de la descente de niveau 4 au niveau 2.**

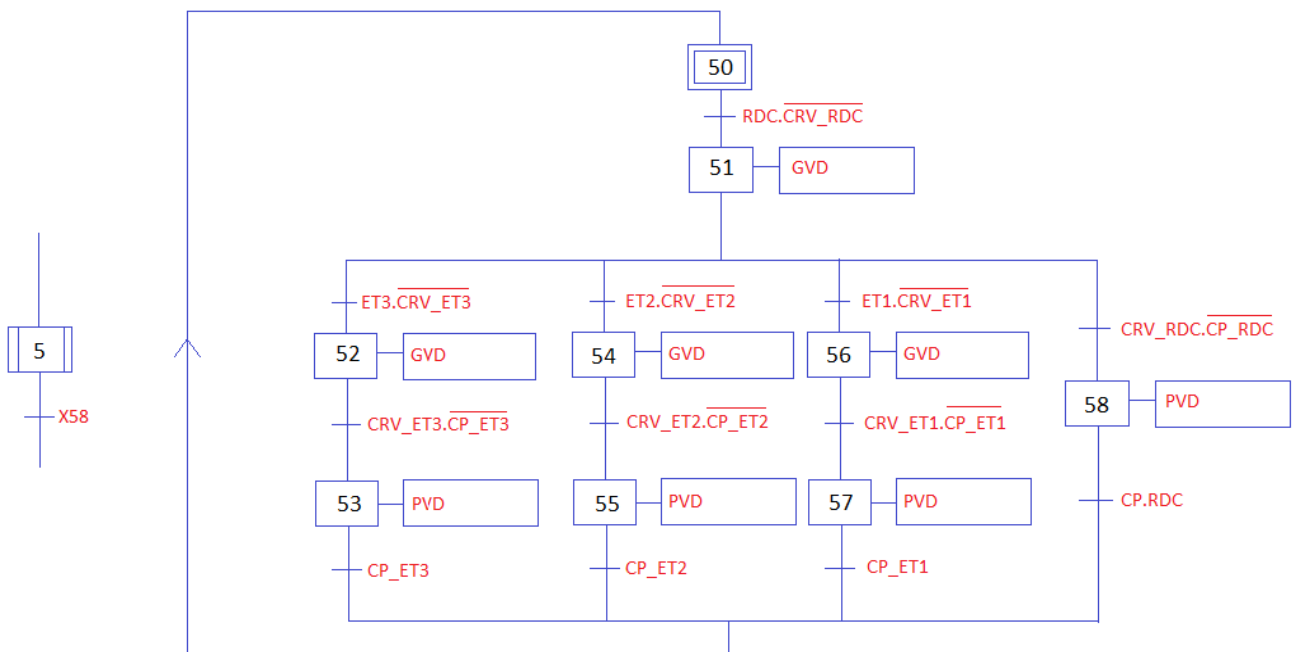
## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

- ❖ La figure nous représente Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau 1 :



**Figure IV-5: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau 1.**

- ❖ La figure nous représente Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau RDC :



**Figure IV-6: Le grafcet de la descente de niveau 4 au niveau RDC.**

## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

- ❖ La figure nous représente le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 1 :

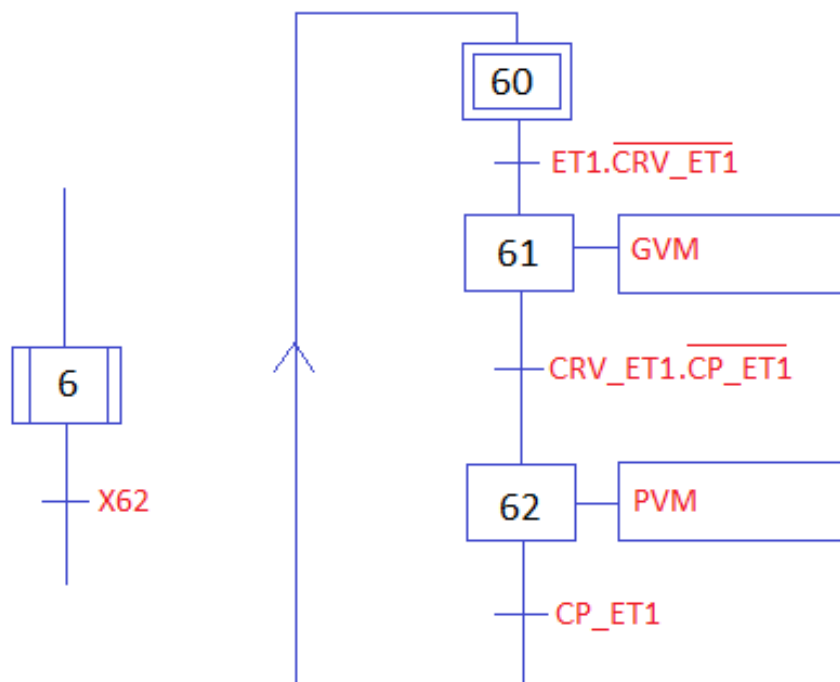


Figure IV-7: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 1.

- ❖ La figure nous représente le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 2 :

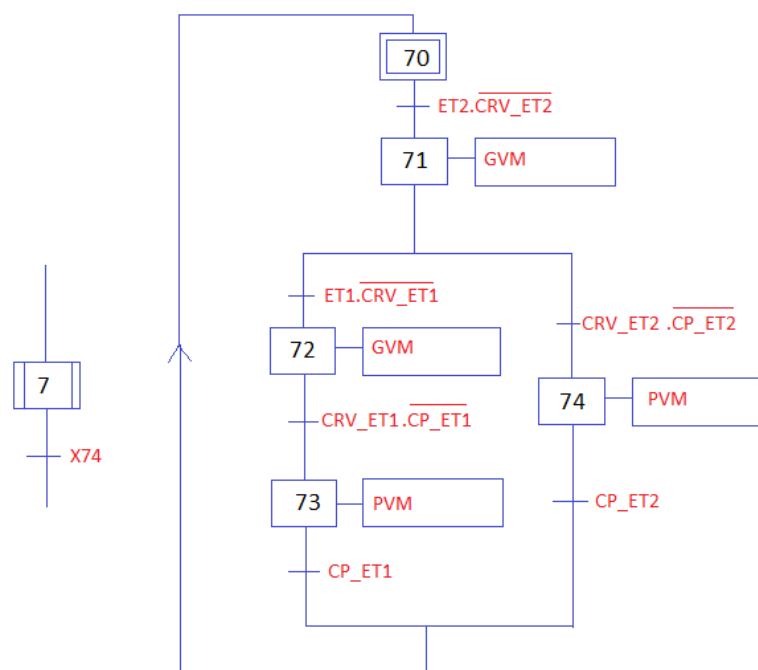
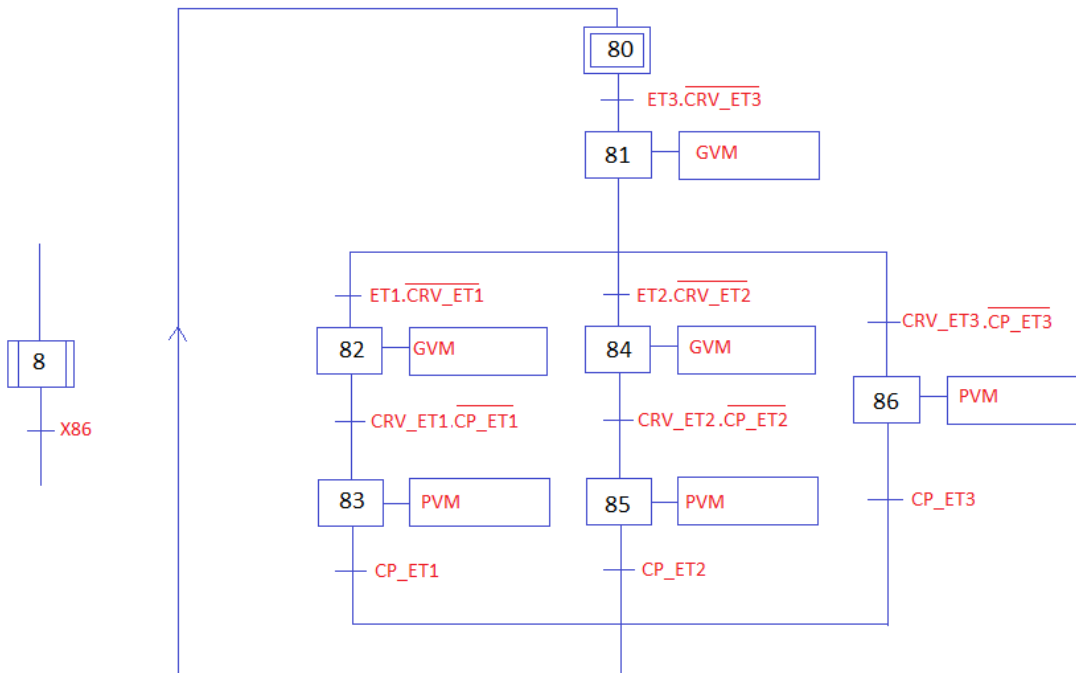


Figure IV-8: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 2.

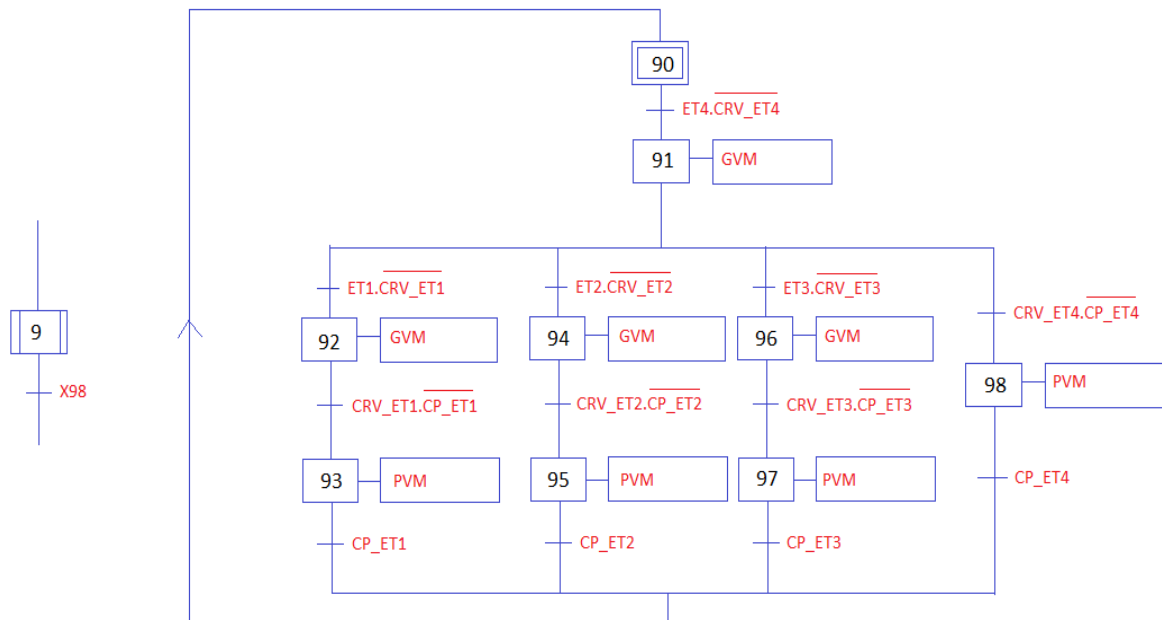
## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

- ❖ La figure nous représente le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 3 :



**Figure IV-9: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 3.**

- ❖ La figure nous représente le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 4 :



**Figure IV-10: le grafcet de la montée de niveau RDC au niveau 4.**

## **Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur**

---

### **IV.5.1. Programmation de la plateforme :**

- Les abréviations de programme :

CPX : capteur de proximité (d'obstacle).

CPH : capture position Haut.

CPB: capture position Bas.

CPE : capture position Extérieur.

CPI : capture position intérieur.

Vh+ : mouvement de vérin hydraulique vers le haut.

Vh- : mouvement de vérin hydraulique vers le bas.

Vr+ : mouvement de vérin rotatif vers l'extérieure.

Vr- : mouvement de vérin rotatif vers l'intérieur.

AT : arrêt.



## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

❖ La figure nous représente le grafcet de mécanisme de la plateforme.

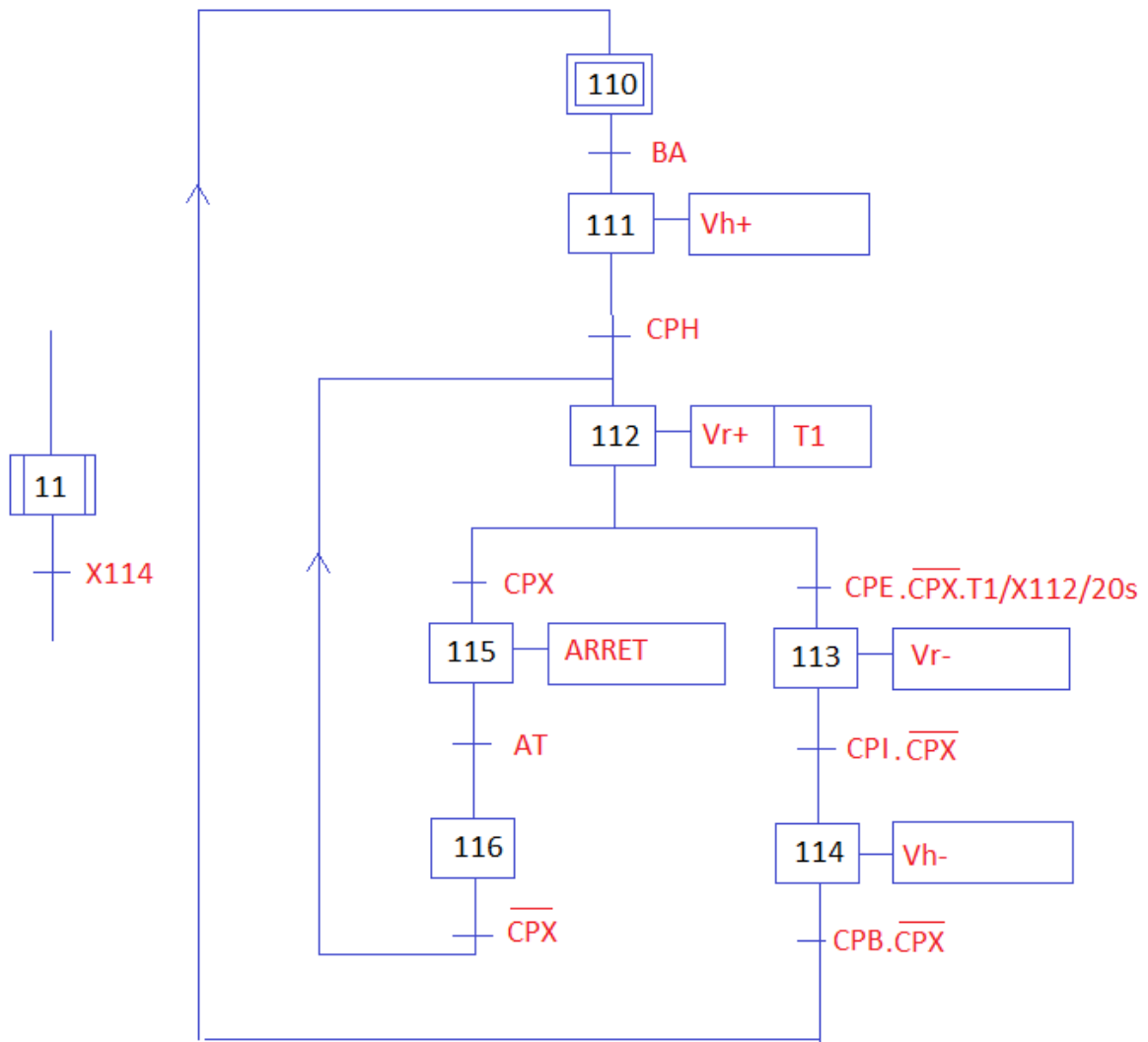


Figure IV-11: le grafcet de mécanisme de la plateforme.

# Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

❖ La figure nous représente le grafcet général montée / descente :

$n$  : niveau actuel

$n'$  : niveau demandé

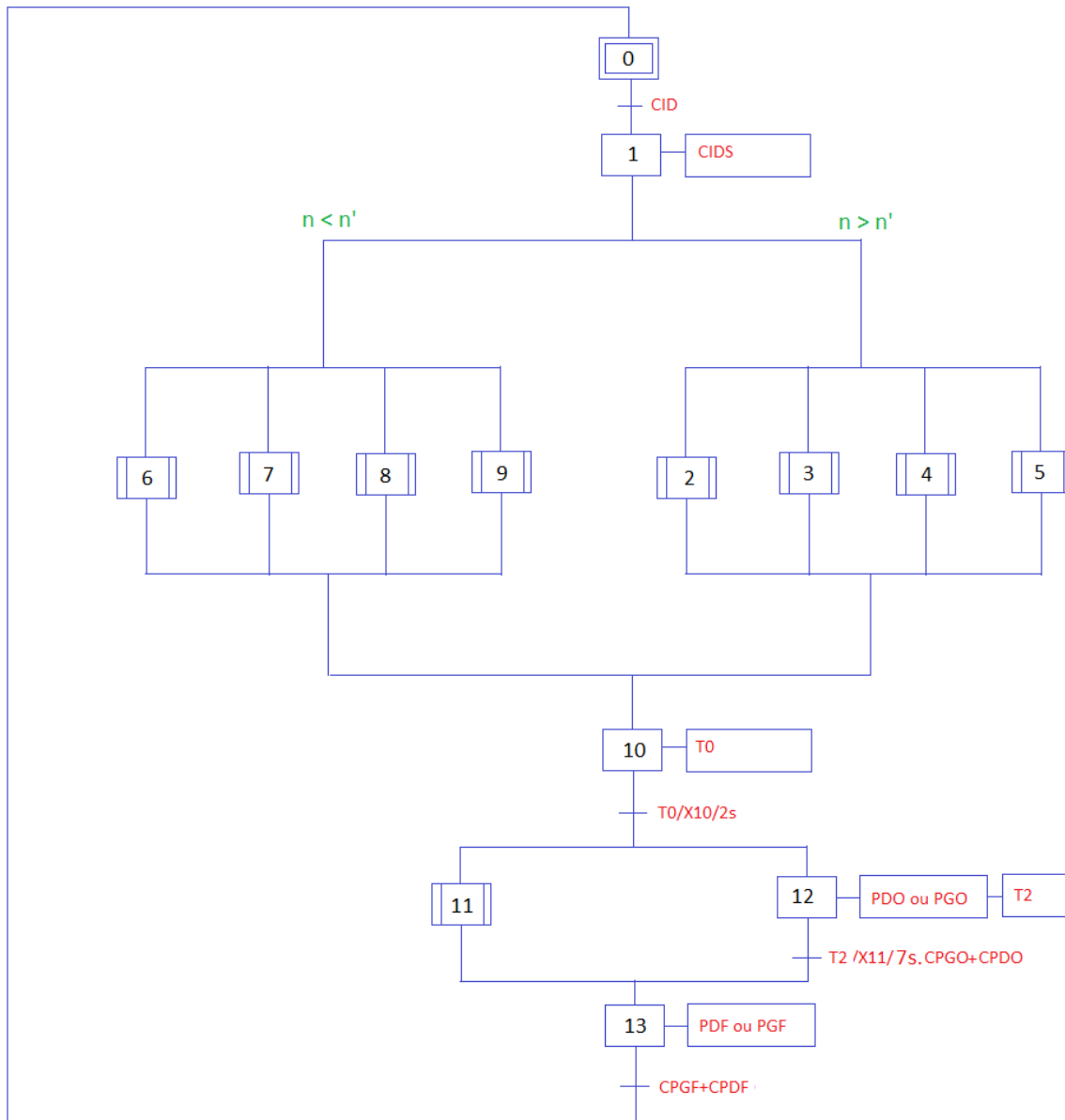


Figure IV-12: le grafcet général montée / descente.

## Chapitre IV : Réalisation et programmation de l'ascenseur

### IV.6. Simulation du circuit :

Suite aux conditions déplorables du COVID-19 on a pas eu la chance de nous rendre au laboratoire pour programmer l'API et c'est pour ça qu'on a pas pu simuler et réaliser notre prototype.

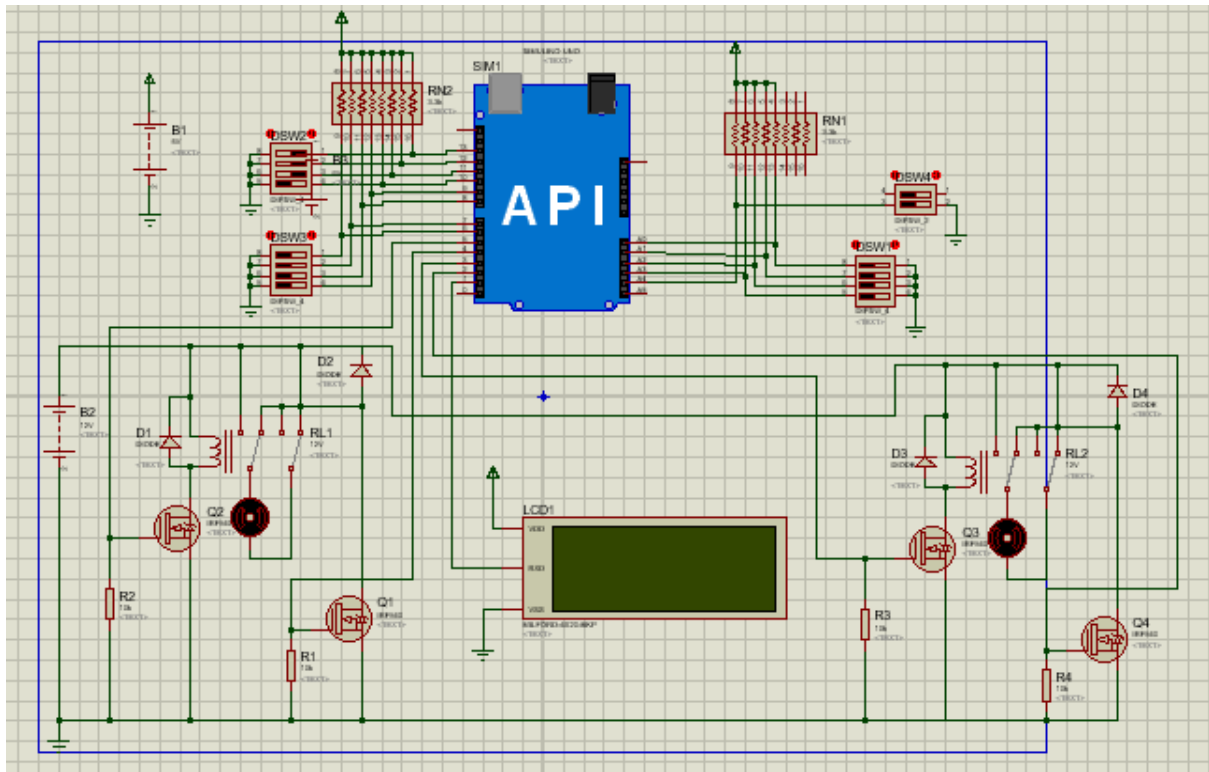


Figure IV-13 : circuit de l'ascenseur sous ISIS proteuse .

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons développé un plan de contrôle pour un ascenseur de 4 étages utilisant le langage GRAFCET. Cette langage est la mieux adaptée pour contrôler des systèmes complexes tels que des ascenseurs et d'autres par rapport à d'autres langages car il se caractérise par une grande précision et une grande facilité de contrôle.

## Conclusion Générale

---

Le but ultime de notre travail était de concevoir un ascenseur pour personne à mobilités réduites commandé par un API , on s'appuyant sur les fonctionnalités du logiciel de programmation « Step7 ».

Nous avons entamé notre mémoire en citons les généralités de l'ascenseur ; de sa définition en passant par ses différents types jusqu'à sa constitution nous avons bien détaillé tout ce qui concerne les ascenseurs.

Ensuite nous nous sommes penché sur les automates programmable industriel pour démontrer l'importance qu'elles ont dans le fonctionnement de l'ascenseur et que ce dernier ne pouvait pas bouger d'un poil sans l'aide des API , nous avons ensuite montrer ces différent types et leur différente conceptions, en finissons par mettre en évidence leurs avantages et inconvénients, leurs classifications ainsi que les multiples critères de choix d'un API.

Dans le 3<sup>ème</sup> chapitre la tache était de décrypter en détail le mécanisme des plates-formes élévatrices, et de démontrer toute l'importance qu'elle a aujourd'hui pour les personnes à mobilités réduites.

Nous avons fini par élaborer le logiciel de programmation « Step7 », puis nous avons fait une réalisation sur le principe de fonctionnement de l'ascenseur en utilisons le langage « Grafcet » en étapes individuelles avec une portée de fonction facilement compréhensible.

Ce projet était intéressant et riche en connaissance car il nous a ouvert les yeux sur les défèrent aspects de l'ascenseur et son importance capital dans l'ère moderne, il nous a aussi ouvert les yeux sur la place que prends les appareils d'aide aux personnes à la mobilité réduite dans notre monde notamment les plateformes élévatrice qui apporte une aide incommensurable pour les PMR, de ce fait nous avons jugé utile de parler tout en détail de ce qui concerne les ascenseurs et tout ce qui tourne autour.

## Résumé

### Résumé :

L'ascenseur est devenu une pièce maitresse dans toutes les structures modernes, nos recherches constituent à montrer la complexité de son système et l'évolution qu'il a connu ces derniers temps.

Dans ce mémoire nous avons proposé une commande d'un ascenseur par un automate programmable industriel, et nous avons constaté que les API jouaient un rôle primordiale dans toutes les manœuvres qu'effectue l'ascenseur, nous avons aussi eu une pensée aux personnes à mobilités réduites c'est pour ça qu'on a proposé une plateforme élévatrice qui subvient aux besoin des PMR sans que ces derniers ne fassent aucun effort, à la fin de cette étude nous avons réalisé un programme de commande de l'ascenseur et de la plateforme à l'aide du logiciel « Step7 ».

### ملخص :

لقد أصبح المصعد قطعة لا يمكن الاستغناء عنها في كل المباني الحديثة، حيث يُظهر بحثنا مدى تعقيد نظامه والتطور الذي شهده في الآونة الأخير.

في هذه المذكرة اقترحنا التحكم بالمصعد بواسطة واجهات صناعية قابلة للبرمجة، ووجدنا أن واجهات برمجة التطبيقات لعبت دوراً أساسياً في كل تحركات المصعد ، كما كان لدينا تفكير للأشخاص الذين يعانون من صعوبة في التنقل، ولهذا السبب اقترحنا منصة رفع تدعم احتياجاته دون أن يبذلوا أي جهد فمن اجل التنقل، في نهاية بحثنا قمنا بوضع برنامج للتحكم في المصعد و منصة المساعدة باستخدام برنامج « Step7 »

### Abstract :

The elevator has become a masterpiece in all modern structures, our research shows the complexity of its system and the evolution it has experienced in recent times.

In this memory we proposed a control of an elevator by an industrial programmable automaton, and we found that the APIs played a primary role in all the maneuvers of the elevator, We also had a thought for people with reduced mobility which is why we proposed an elevating platform that supports the needs of RMCs without making any effort, At the end of this study, an elevator and platform control program was completed using the "Step7" software.

**Mots clés :** ascenseur, API, grafcet, PMR, step7, handicap, plateforme élévatrice.

# **Bibliographie**

## ***BIBLIOGRAPHIE:***

- [1] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ascenseur>
- [2] <https://thyssenkrupp-ascenseurs-le-laps.com/>
- [3] <https://energieplus-lesite.be>
- [4] EMBOUAZZA Lotfi & MOSTEFAOUI Ismail , Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen , Faculté de Technologie Département de Génie Electrique et Electronique (GEE) , Mémoire de Master (2018).
- [5] MADI Kenza & ASLOUN Katia , Université A. MIRA-BEJAIA, Faculté de Technologie Département de Génie Electrique et Electronique (GEE) , Mémoire de Master (2019).
- [6] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Variateur\\_%C3%A9lectronique\\_de\\_vitesse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Variateur_%C3%A9lectronique_de_vitesse)
- [7] Ali HASSANI , UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU , Département d'électronique , mémoire master (2018).
- [8] Stiker h-j, corps infirmes et société, aubier montaigne, paris, 1982, p 20.
- [9] « Etude d'ascenseur commandé par automate programmable », Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 2006/2007, fin d'étude.
- [10] TAOUADJI IBRAHIM & MAALEM EL HACHEMI, Université d'ADRAR, Faculté des sciences et de la technologie , mémoire Master (2017)
- [11] Bollack j, la naissance d'œdipe, gallimard, 1995, p. 221.
- [12] <https://informations.handicap.fr/art-histoire-874-6026.php>.
- [13] <http://montesescalier.com/avantages-et-inconvenients/>
- [14] Prevéraud, 2005
- [15] Hatchuel & Le Masson, 2001
- [16] BOLDRINI, 2005
- [17] Houdoy, 1999
- [18] Hatchuel, 1996

- [19] Midler, 1996
- [20] Deshayes, 1997
- [21] Garel & Midler, 1995
- [22] Perrin, 2001
- [23] Terssac, 1996
- [24] Duchamp, 1999
- [25] Charue-Duboc & Midler, 2001