

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université A.MIRA-BEJAIA

Faculté de Technologie



Département de Génie Electrique

# Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master option  
Électromécanique

---

## *Thème*

**Étude, conception et réalisation d'un prototype  
d'ascenseur à base d'une carte Arduino**

---

**Présenté par :**

**Mr. BOUALLAK Zahir**

**Mlle. BEKKOUCHE Cylia**

**Encadré par :**

**Mr. TAZERART Farid**

**Examineurs :**

**Mr. AMIMEUR Hocine**

**Mr. FELLA Boualem**

**Année universitaire 2022/2023**

# Remerciements

# Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

## **Notre encadrant « Mr. Tazerart Farid »**

Tout d'abord, nous tenons à le remercier très chaleureusement d'avoir accepté notre projet et pour l'attention toute particulière qu'il nous a accordée au cours de l'année, pour ses bons conseils, pour sa disponibilité, pour son aide, pour son orientation, pour le temps et sa l'enthousiasme suscité par cet article constitue un apport considérable, grâce auquel ce travail a pu être mené à bien.

## **Notre président « Mr. AMIMEUR Hocine » et notre examinateur « Mr. FELLA Boualem ».**

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, qui nous ont gracieusement honorés de leur précieuse présence afin d'examiner et d'évaluer cet humble travail.

# Dédicaces

## Dédicaces

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à vous tous, ma famille, qui avez été ma source constante d'amour, de soutien et d'encouragement tout au long de mon parcours académique.*

### À ma chère mère

*Tu as été mon roc, ma guide et ma source d'inspiration. Ta force, ta bienveillance et tes sacrifices ont été les piliers qui m'ont permis d'atteindre cet accomplissement. Je te suis infiniment reconnaissant(e) pour ton amour inconditionnel et ta confiance en moi.*

### À mon grand frère nadir

*Mon frère mon meilleur ami et ma source d'inspiration, ce mémoire est dédié à notre connexion sans égal. Ton soutien indéfectible a nourri mes aspirations, Grâce à toi, ma réussite brille de mille feux.*

### À mes soeurs Kahina, Hamida, Zahra, Sonia et leurs époux

*Vous avez été mes compagnons de route, mes alliés, votre soutien inébranlable et vos encouragements constants m'ont poussé(e) à me surpasser. Je suis honoré(e) de vous avoir à mes côtés et je suis reconnaissant(e) pour les liens familiaux forts que nous partageons.*

### À mes neveux salim, ayman, zak, ali et mes nièces assia, alicé, sara, elisa

*Vous êtes la prochaine génération pleine de promesses et de potentiel. Puissiez-vous être inspirés par mon parcours et trouver la passion et le courage pour poursuivre vos propres rêves.*

### À tous mes amis et ceux qui m'ont aidé tout au long de mon parcours

*Votre soutien précieux a été un véritable atout. Grâce à votre présence et à votre encouragement, J'ai atteint mes objectifs avec fierté et détermination.*

### À ma binôme cylia

*Notre collaboration a été la clé de ma réussite, et je te suis reconnaissant(e) pour notre travail d'équipe exceptionnel.*

## Dédicaces

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

### À ma chère mère

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.*

### À mon très cher père

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduise ma gratitude et mon affection.*

À mes très chers frères Nourddine, Riad, Abdelmadjid, Fahem  
et mes belles sœurs Nariman, Houria, Louiza, Saliha

*Que Dieu vous donne la santé, le bonheur, le courage et surtout la réussite.*

À mes neveux Ali, Ghilas, Ilyes, et mes nièces Darine, Eline,  
Oumaima, Imane

*Je dédie ce travail spécial pour vous, les rayons de soleil de ma vie. Vous êtes des êtres précieux, remplis de joie, d'innocence et d'une curiosité débordante.*

À mes chers amis (e) Chafia, Fariza, Chahrazed, Roumila,  
Youssef, Fouad, Nacerddine, Omar

*Ce message est une dédicace spéciale pour vous, mes compagnons de vie. Vous êtes les piliers qui soutiennent ma vie, les étoiles qui illuminent mes jours les plus sombres.*

À mes chères cousines Bahia, Maissa, Raissa

*Vous êtes mes alliés, mes confidents et mes complices. Vous avez toujours été là pour moi, prêts à écouter, à conseiller et à soutenir, peu importe les circonstances.*

À mon cher binôme Zahir

*Depuis que nous avons été réunis en tant que binôme, notre partenariat a été une véritable bénédiction.*

# **Sommaire**

## Sommaire

Liste des figures.....	I
Liste des abréviations.....	IV
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Généralistes sur des ascenseurs</b>	
I.1 Introduction.....	2
I.2 Définition d'un ascenseur.....	2
I.3 Historique .....	2
I.4 Fonction de l'ascenseur.....	4
I.5 Différents modèles d'ascenseurs.....	5
I.5.1 Ascenseurs hydrauliques.....	5
I.5.1.2 Composition.....	6
I.5.1.3 Avantages et inconvénients.....	7
I.5.2 Ascenseur à traction à câble.....	7
I.5.2.1 Avantages et inconvénients.....	8
I.6 Système de motorisation.....	8
I.6.1 Moteur-treuil.....	8
I.6.2 Moteur-treuil à vis sans fin.....	9
I.6.2.1 Avantages et Inconvénients.....	9
I.6.3 Moteur-treuil planétaire.....	10
I.6.3.1 Avantages et Inconvénients.....	10
I.6.4 Moteur à attaque directe.....	11
I.6.4.1 Avantages et les inconvénients.....	11
I.7 Composants de sécurité.....	12
I.8 Détecteurs de positions.....	12

---

I.8.1 Différents types de détecteurs.....	13
I.8.2 Choix des détecteurs.....	13
I.9 Constitution d'un ascenseur.....	14
I.10 Critères du choix du type d'ascenseur.....	18
I.11 Conclusion.....	19
<b>Chapitre II : Description de la carte Arduino méga</b>	
II.1 Introduction.....	20
II.2 Historique.....	20
II.3 Arduino.....	23
II.4 Carte Arduino.....	24
II.5 Différentes cartes Arduino.....	24
II.5.1 Arduino UNO .....	24
II.5.2 Arduino Leonardo .....	25
II.5.3 Arduino Esplora.....	25
II.5.4 Arduino Nano .....	26
II.5.5 Arduino LilyPad.....	26
II.5.6 Arduino Due .....	27
II.5.7 Arduino Yún .....	27
II.5.8 Arduino mega .....	28
II.5.1.2 Applications de la carte Arduino mega.....	29
II.5.1.3 Analyse de la carte Arduino mega.....	30
II.5.1.3.1 Microcontrôleur.....	30
II.6 Tester la carte.....	31
II.7 Alimentation.....	32
II.8 Entrées / Sorties numériques.....	32
II.9 Domaine d'application.....	33
II.10 Conclusion.....	34

**Chapitre III : conception d'une maquette d'ascenseur et programmation**

III.1 Introduction.....	35
III.2 Matériel utilisé.....	35
III.2.1 Pavé numérique 4x4 (KeyPad).....	35
III.2.2 Driver L293D.....	37
III.2.3 Batterie Lithium.....	38
III.2.3.1 Chargeur de batterie lithium.....	39
III.2.3.4 Ecran LCD avec le module I2C.....	41
III.2.4.1 Module I2C.....	42
III.2.5 Moteur réducteur utilisé.....	44
III.2.6 Poulie.....	45
III.2.7 Capteurs de position (mouvement).....	46
III.2.8 Capteurs d'obstacles et de proximité.....	46
III.2.9 Capteur magnétique à ampoule reed.....	46
III.2.10 Interrupteur de fin de course.....	47
III.2.11 Led.....	47
III.3 Conception de l'ascenseur sur SolidWorks.....	49
III.3.1 Conception du moteur-réducteur sur SolidWorks.....	49
III.3.2 Conception de la bâtisse de l'ascenseur sur SolidWorks.....	51
III.3.3 Réalisation.....	52
III.3.4 Programmation.....	55
III.4 Conclusion.....	67
Conclusion générale .....	68
Bibliographie.....	
Annexes.....	
Annexe 1 : Les caractéristiques de la carte Arduino Mega .....	
Annexe 2 : E/S du driver 8574.....	

# Liste des figures

**Chapitre I :**

Figure I. 1: Modèle d'un ascenseur à l'époque.....	3
Figure I. 2: Deux types d'ascenseur. ....	5
Figure I. 3: Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique .....	5
Figure I. 4: Différentes modèles des ascenseurs hydrauliques. ....	6
Figure I. 5: Ascenseur à moteur-treuil.....	8
Figure I. 6: Moteur-treuil à vis sans fin .....	9
Figure I. 7: Moteur-treuil planétaire .....	10
Figure I. 8: Moteur à attaque directe .....	11
Figure I. 9: Ascenseur à moteur à attaque directe. ....	12
Figure I. 10 : Différentes parties d'un ascenseur .....	14

**Chapitre II :**

Figure II. 1: Carte Arduino UNO .....	22
Figure II. 2: Carte Arduino Leonardo .....	23
Figure II. 3: Carte Arduino Esplora .....	23
Figure II. 4: Carte Arduino Nano .....	24
Figure II. 5: Carte Arduino Lily Pad .....	24
Figure II. 6: Carte Arduino Due .....	25
Figure II. 7: Carte Arduino Yùn .....	25
Figure II. 8: Microcontrôleur AT Mega 2560 .....	26
Figure II. 9:Allumer une led .....	27
Figure II. 10:Servomoteur .....	28
Figure II. 11:Alarme digitale .....	28
Figure II. 12:Application Android pour communiquer en Bluetooth.....	29
Figure II. 13:Microcontrôleur AT Mega 2560 .....	30
Figure II. 14: Interfaces de logiciel arduino .....	31
Figure II. 15: Broches d'Arduino et ATmega .....	32

**Chapitre III :**

Figure III. 1: Schéma de montage d'un pavé numérique avec une carte Arduino .....	36
Figure III. 2: Schéma d'un pavé numérique. ....	36
Figure III. 3: Entrées et sorties du driver L293D.....	37

Figure III. 4: Circuit d'un driver L293D. ....	38
Figure III. 5: Batteries lithium .....	38
Figure III. 6: Montage de batteries lithium, une carte Arduino et un driver L293D avec un moteur DC .....	39
Figure III. 7: TP4056 .....	39
Figure III. 8: TP4056 avec une batterie lithium .....	40
Figure III. 9: Chargeur de batterie lithium.....	41
Figure III. 10: écran LCD 16*2 .....	41
Figure III. 11: Module I2C PCF8574 .....	42
Figure III. 12: Différents circuits d'un PCF8574 .....	43
Figure III. 13: Schéma de montage d'un écran LCD avec un module I2C et une carte Arduino .....	43
Figure III. 14: Schéma d'un moteur DC avec une carte Arduino et un driver L293D .....	44
Figure III. 15: Poulie GT3 .....	45
Figure III. 16: Poulie avec un moteur DC .....	45
Figure III. 17: Capteur de proximité.....	46
Figure III. 18: Capteur magnétique .....	46
Figure III. 19: Interrupteur de fin de course .....	47
Figure III. 20: schéma d'une led .....	48
Figure III. 21: Schéma d'un moteur à engrenages sur Solidworks.....	49
Figure III. 22: Dessin technique d'un moteur à engrenages sur Solidworks.....	50
Figure III. 23: Notre maquette d'ascenseur sur solidworks.....	51
Figure III. 24: Réalisation de la partie mécanique .....	52
Figure III. 25: Réalisation de la partie électronique .....	52
Figure III. 26: Schéma de la partie commande.....	53
Figure III. 27: Première partie de circuit détaillé de la partie commande .....	53
Figure III. 28: Deuxième partie de circuit détaillé de la partie commande .....	54
Figure III. 29: Ascenseur à base d'Arduino.....	54
Figure III.30: Déplacement de la cabine et l'affichage de sa position.....	65
Figure III.31: Insertion du mot de passe pour l'étage verrouillé.....	66

# Liste des abréviations

## **A**

**AT Méga**== Is a family of microcontroller chips developed by ATmel, which is now owned by Microchip Technology.

**AT Méga 32 UA**== Is a populare microcontroller chip developed by Atmel

**AMOLED**== Active Matrix Organic Light-Emitting Diode

## **C**

**CMOS**==Complementary Metal Oxide Semiconductor

**CC**== Courant Continu

**COG**== Chip-On-Glass

**COB**== Chip-On-Board

## **D**

**DBN**== Deep Belief Network, Dynamic Bayesian Network

**DC**== Direct Current

## **E**

**E/S** = Entrée / Sorties

## **F**

**FTDI**== Futur Technology Devices International

## **G**

**GND**== Serves as a reference point for measuring voltages in a circuit.

**GT3**== A Tooth pitch is 3mm

## **I**

**IDE**== Integrated Development Environment

**IPS**== In-Plane Switching

**I2C**== Inter-Integrated Circuit

## L

Linux== Is an open-source operating system kernel that serves as the foundation for a variety of Linux-based operating systems

LED == Light-Emitting Diode

LCD== Liquid Crystal Display

## M

M.I.T== Massachusetts Institute of Technology

MacOS== Mac computers run on apple's proprietary operating system called macOS

MIPS== Microprocesseur Without Interlocked Pipeline Stages

## P

PMOSFET== P-channel Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor

PMOLED== Passive Matrix Organic Light-Emitting Diode

## S

SAM3X8E== Is a microcontroller chip, SAM3 is a family of microcontrollers

SPI== Serial Peripheral Interface

SCL== Serial Clock Line

SDA== Serial Data line

SOP== Is an integrated circuit (IC) packages

## T

TFT== Thin-Film Transistor

TAB== Tape-Automated Bonding

## U

UART== Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

USB== Universal Serial Bus

## V

Vin== Voltage Input

# Introduction générale

Avec l'urbanisation croissante de notre société, les ascenseurs sont aujourd'hui devenus un système original et incontournable pour satisfaire notre vie moderne en termes d'autonomie, de mobilité, d'accessibilité et de rapidité, que ce soit dans un supermarché d'aéroport ou un hôpital...

Aujourd'hui, les personnes âgées et les personnes à "mobilité réduite" sont de plus en plus demandeurs d'appareils pour trouver la solution idéale pour conserver leur autonomie et augmenter le confort de vie.

Nous allons entamer notre projet par une étude d'un ascenseur de quatre étages commandé par une carte Arduino mega 2560.

- ✓ Le premier chapitre de ce mémoire fera objet des généralités sur les ascenseurs. Il offre une vue d'ensemble des différents types d'ascenseurs, de leurs composants et fonctionnement. Les normes de sécurité et les réglementations pertinentes seront également abordées, car elles jouent un rôle crucial dans la conception et l'exploitation des ascenseurs. Une compréhension approfondie de ces éléments est essentielle pour établir une base solide avant d'explorer les aspects plus techniques de la conception et de la programmation.
- ✓ Le deuxième chapitre met l'accent sur l'utilisation de la carte Arduino dans le contexte de la maquette d'ascenseur. La carte Arduino offre une plateforme de développement flexible et abordable, permettant la création de systèmes embarqués personnalisés. Nous explorerons les fonctionnalités et les possibilités offertes par Arduino pour la commande et l'automatisation de notre maquette d'ascenseur. Des exemples concrets d'utilisation de la carte Arduino dans des projets d'ascenseurs seront présentés, mettant en évidence les avantages et les défis associés à cette approche.
- ✓ Enfin, le troisième chapitre fera objet de la conception et la programmation de la maquette d'ascenseur. Nous aborderons les étapes clés de la conception, y compris la sélection des matériaux, la modélisation 3D et l'assemblage physique de la maquette. La programmation de la maquette sera également détaillée, en utilisant Arduino mega pour contrôler les mouvements, les capteurs et les autres fonctionnalités de l'ascenseur. Des tests et des ajustements seront effectués pour s'assurer du bon fonctionnement de la maquette et de son adéquation aux normes de sécurité et de performance établies.

CHAPITRE I

Généralités sur les  
ascenseurs

## **I.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons effectuer une étude générale de l'ascenseur en commençant par sa définition, son historique et son fonctionnement.

Nous exposons en premier lieu les différents modèles d'un ascenseur, nous nous intéressons ensuite aux différents types d'entraînement utilisés dans l'ascenseur, les différents types de détecteurs, le choix des détecteurs et les critères du choix du type d'ascenseurs.

## **I.2 Définition d'un ascenseur**

Appareil élévateur installé à demeure desservant des niveaux définis permettant de transporter des personnes ou des objets entre différents étages d'un immeuble il comporte une cabine entraînée par un moteur électrique à l'aide d'un câble métallique [1].

## **I.3 Historique [2]**

Depuis la plus haute antiquité, les hommes ont cherché un moyen mécanique leur permettant de réduire considérablement les efforts nécessaires au déplacement de charge dans le sens vertical.

Les premières formes de "monte-charges" rudimentaire remontent à l'Antiquité. Par exemple, les Grecs utilisaient des systèmes de poulies pour soulever des charges lourdes, cependant, ces dispositifs n'étaient pas conçus pour transporter des personnes.

Au 19<sup>e</sup> siècle, l'ascenseur moderne a commencé à prendre forme, en 1852, Elisha Graves Otis a révolutionné l'industrie avec l'invention du "frein de sécurité", cela permettait de prévenir les chutes catastrophiques de l'ascenseur en cas de rupture du câble.

Cette invention a été présentée lors de l'Exposition universelle de New York 1854, attirant l'attention du public et ouvrant la voie à l'utilisation généralisée des ascenseurs dans les bâtiments.

Les premiers ascenseurs étaient actionnés par des moteurs à vapeur ou hydrauliques.

En 1857, le premier ascenseur hydraulique sûr et pratique a été installé dans le Haughwout Building à New York, cependant, ces systèmes avaient des limites en termes de hauteur et de vitesse.

L'avènement de l'électricité a été un tournant majeur pour les ascenseurs, en 1889, l'ingénieur allemand Werner von Siemens a développé le premier ascenseur électrique et un système de câbles pour déplacer la cabine.

Ces ascenseurs électriques étaient plus rapides, plus fiable et pouvaient atteindre des hauteurs plus importantes, au fil des décennies, les ascenseurs ont continué à évoluer.

Des innovations telles que les commandes automatiques, les boutons d'appel, les affichages numériques et les systèmes de sécurité ont été introduites pour améliorer l'efficacité, la commodité et la sécurité des ascenseurs.

De nos jours, les ascenseurs sont devenus des équipements essentiels dans le gratte-ciel et les grands bâtiments.

Les ascenseurs modernes sont dotés de technologies avancées, tels que les systèmes de régulation du trafic, la reconnaissance vocale, les écrans tactiles et même la connectivité internet.

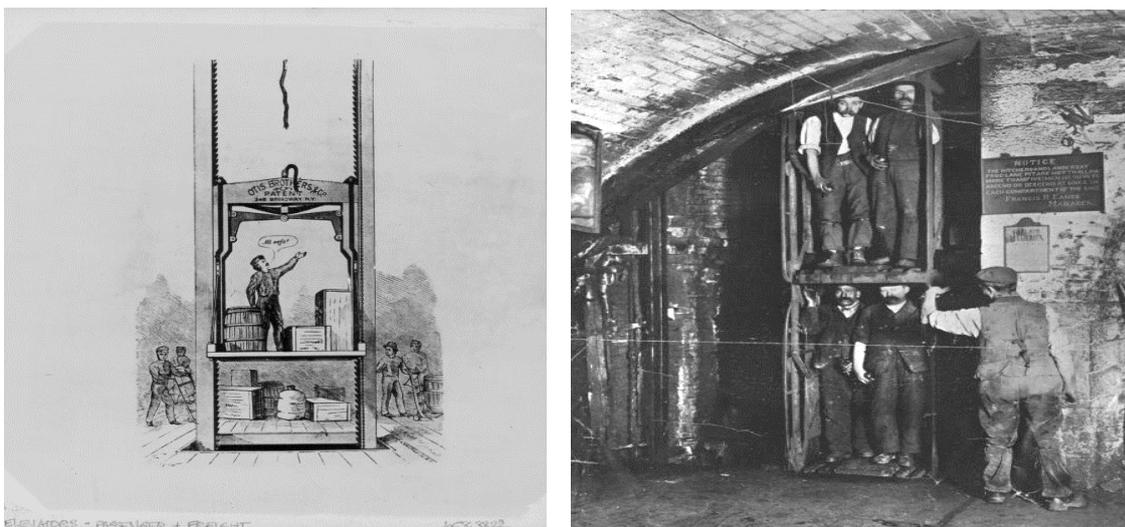


Figure I. 1: Modèle d'un ascenseur à l'époque [2]

## I.4 Fonction de l'ascenseur

Le fonctionnement d'un ascenseur repose sur plusieurs principes et normes de sécurité. Donc voici les étapes principales du fonctionnement d'un ascenseur :

**Appel de l'ascenseur :** les passagers situés aux différentes étages du bâtiment appellent l'ascenseur en appuyant sur le bouton correspondant à leur destination souhaitée.

Certains ascenseurs sont équipés de systèmes avancés qui utilisent des écrans tactiles ou des panneaux de contrôle numériques.

**Systèmes de contrôle :** les appels des passagers sont transmis au système de contrôle de l'ascenseur.

Ce système évalue les demandes, les priorise et détermine l'ascenseur qui répondra le mieux à chaque appel en fonction de critères tels que la position actuelle de l'ascenseur, la direction demandée et les étages intermédiaires déjà programmés.

**Ouverture et fermeture des portes :** lorsque l'ascenseur sélectionné arrive au niveau demandé, il s'arrête puis les portes de la cabine s'ouvrent pour permettre aux passagers d'entrer ; les portes restent ouvertes pendant un certain temps pour permettre aux passagers de monter à bord en toute sécurité, ensuite, les portes se referment avant que l'ascenseur ne commence son déplacement.

**Déplacement de la cabine :** une fois les portes fermées, l'ascenseur démarre son déplacement vers l'étage demandé.

Le moteur de l'ascenseur est alimenté en électricité, ce qui entraîne le mouvement de la cabine le long des câbles de suspension.

**Systèmes de sécurité :** l'ascenseur est équipé de nombreux dispositifs de sécurité pour garantir la protection des passagers, ces dispositifs comprennent des freins de sécurité, des capteurs de surcharge, des limiteurs de vitesse, des détecteurs d'obstacles, des systèmes de secours en cas de panne de courant, etc.

**Arrivée à l'étage de destination :** une fois que l'ascenseur atteint l'étage demandé, il ralentit et s'arrête précisément au niveau du plancher, les portes de la cabine s'ouvrent à nouveau pour permettre aux passagers de sortir.

## I.5 Différents modèles d'ascenseurs

On trouve principalement deux modèles d'ascenseurs hydrauliques ou à traction à câble.

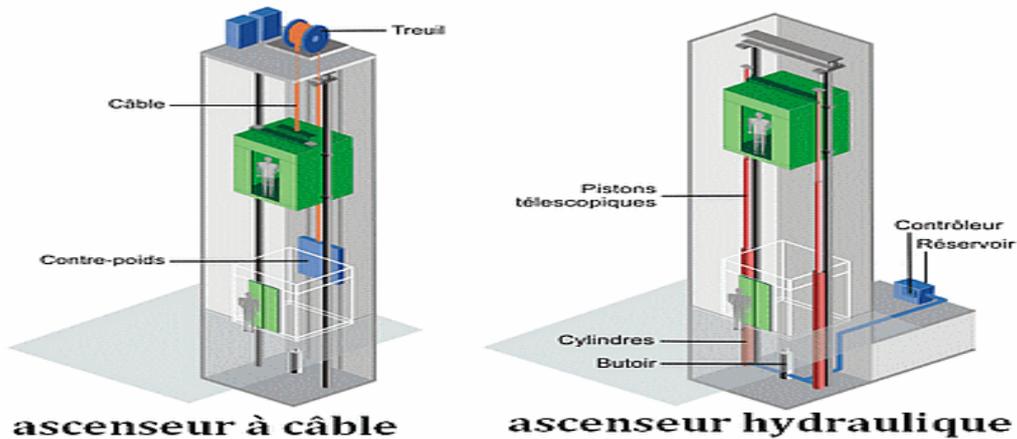


Figure I. 2: Deux types d'ascenseur [3]

### I.5.1 Ascenseurs hydrauliques

Comme toute machine hydraulique la pompe met sous pression l'huile qui pousse le piston hors du cylindre vers le haut. Lorsque la commande de descente est lancée, le bypass (vanne) de la pompe permet de laisser sortir l'huile du cylindre vers le réservoir.

Les ascenseurs hydrauliques sont utilisés en général pour satisfaire des déplacements relativement courts de l'ordre de 15 à 18 m maximums [3].

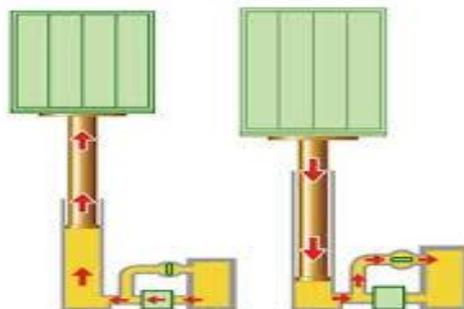


Figure I. 3: Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique [3]

Plusieurs modèles existent sur le marché, nous allons citer trois modèles d'un ascenseur hydraulique :

- À cylindre de surface ;
- À cylindre enterré ;
- Télescopiques à cylindre de surface.

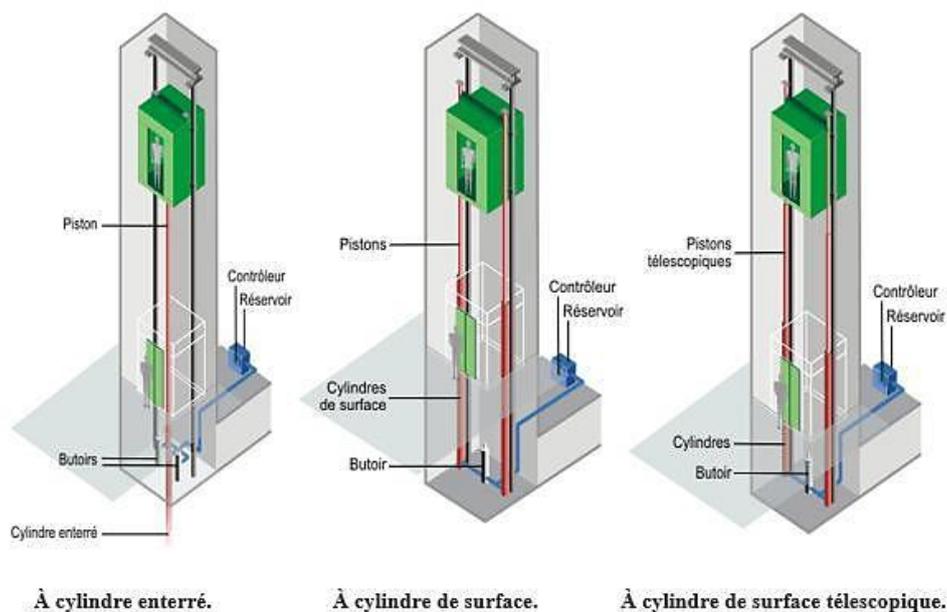


Figure I. 4: Différents modèles des ascenseurs hydrauliques [3]

### I.5.1.2 Composition

Les ascenseurs hydrauliques se composent :

- D'une cabine ;
- De guide ;
- Des groupes hydrauliques ;
- D'un réservoir d'huile ;
- D'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique ;
- D'un contrôle de pression.

Les différents modèles permettent de tenir compte de critère [3].

- De place ;
- De hauteur d'immeuble à desservir ;
- De stabilité de sol et de sous-sol ;

- De risque de pollution par rapport au sol et plus spécifiquement aux nappes phréatiques.

### I.5.1.3 Avantages et inconvénients

#### Avantages

- Facilité de construction ;
- Déplacement verticale de charges lourdes sur de courtes distances ;
- Il est silencieux ;
- Facile à installer ;
- Son entretien est relativement simple.

#### Inconvénients

- Gros consommateurs d'énergie ;
- Courants de démarrage élevé ;
- Sa vitesse de déplacement réduite ;
- Course verticale limité à une hauteur entre 15 et 18m.

### I.5.2 Ascenseurs à traction à câble

Les ascenseurs à traction par câble sont le type d'ascenseurs le plus couramment utilisé, en particulier dans les bâtiments commerciaux. Ils varient selon le type de traction [3].

. Plusieurs types de modèle existent, selon que l'ascenseur soit :

- A moteur-treuil planétaire ;
- A moteur –treuil ;
- A moteur-treuil avec vis sans fin ;
- Moteur à attaque directe.

La cabine se déplace grâce à des poulies motorisées qui actionnent les différents engrenages. En générale les ascenseurs à traction par câble sont constitués :

- D'une cabine ;
- D'un contre poids ;
- De câble liant la cabine au contrepoids ;
- De guides ;
- D'un système de traction et d'un système antichute.

### I.5.2.1 Avantages et les inconvénients

#### Avantages

- Un (1/3) consommation énergie hydraulique ;
- Présence d'un contrepoids dont la charge vaut 50% de l'ensemble cabine-câble-charge utilisateurs ;
- Rapidité de déplacement et avec une grande précision ;
- Pas de souci de pollution.

#### Inconvénients

- Nécessitent local de machinerie en toiture ;
- Exigence très importante sur l'entretien ;
- Problème d'accessibilité.

## I.6 Système de motorisation

Entre les ascenseurs hydrauliques et électriques, notez : les ascenseurs à traction par câble sont les plus populaires au niveau du parc machine, c'est l'une des raisons pour lesquelles nous allons détailler la motorisation des ascenseurs à traction par câble.

D'autre part le rendement des ascenseurs hydrauliques est assez faible, seulement 20%, et le moteur hydraulique consomme plus au démarrage et la demande de puissance est beaucoup plus élevée.

Les ascenseurs à traction par câble sont différenciés selon le système de motorisation.

### I.6.1 Moteur-treuil

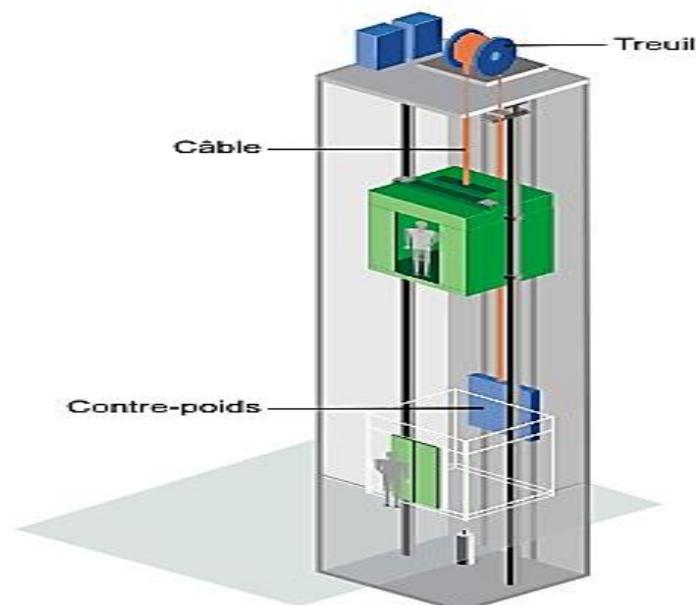


Figure I. 5: Ascenseur à moteur-treuil [3]

## I.6.2 Moteur-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses [3]

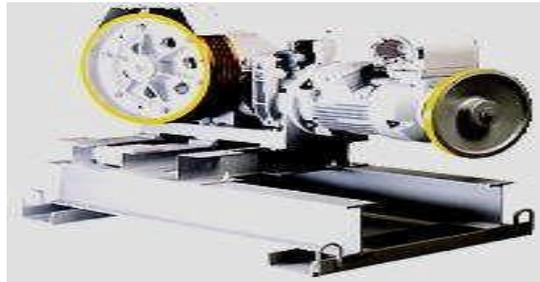


Figure I. 6: Moteur-treuil à vis sans fin [3]

Dans ce type de motorisation, les vis sans fin provoquent beaucoup de pertes mécaniques, ce qui entraîne une consommation électrique plus élevée, la puissance de sortie de l'ensemble moteur-treuil est d'environ 20% au début de l'utilisation de la vis de circulation, avec l'amélioration de l'outillage, des lubrifiants, etc.

Les rendements ont considérablement augmenté, atteignant 45% et même récemment atteignant 60 à 65%.

Les moteurs électriques reliés aux treuils à vis sans fin sont généralement des moteurs à courant continu à champs indépendant ou shunt, ils ont la capacité à modifier très facilement la vitesse de rotation.

Comme ce réducteur utilise un moteur à courant alternatif, on peut remarquer ce moteur de treuil dans la cabine.

Au démarrage, la vitesse est plus lente.

- Pour atteindre la vitesse de déplacement optimale, le moteur passe en seconde vitesse en provoquant un léger choc d'accélération (passage de petite en grande vitesse).

### I.6.2.1 Avantages et inconvénients

#### Avantages

- Couple élevé ;
- Grande plage de variation de vitesse ;
- Précision dans les déplacements et sur la régulation de vitesse.

#### Inconvénients

- Entretien important ;
- Efficacité énergétique faible ;
- Consommation électrique non négligeable.

### I.6.3 Moteurs-treuil planétaire

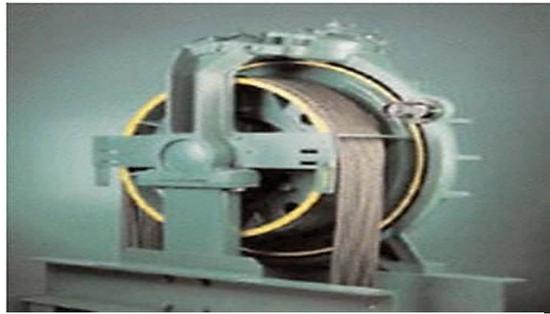


Figure I. 7: Moteur-treuil planétaire [3]

Ce modèle adopte un système de réduction à engrenage planétaire couplés à des moteurs électriques, ils offrent un rapport de réduction considérable pour obtenir une plage de vitesse compatible avec le confort et l'efficacité de mouvement recherchée.

Ainsi le treuil planétaire est constitué d'un ensemble mécanique complexe à engrenages, il est basé sur l'attraction gravitationnelle des planètes autour du soleil, et tant que les moteurs d'entraînement sont efficaces, le système a un rendement mécanique d'environ 97% à 98% permettant des

Niveaux intéressants de rendement énergétique global pour les treuils électriques (environ 80%).

Les réducteurs planétaires peuvent être accouplés à des moteurs électriques :

- À courant continu (grande plage de variation de vitesse) ;
- À courant alternatif asynchrone à deux vitesses ;
- À courant alternatif asynchrone commandé par un variateur de fréquence [3].

#### I.6.3.1 Avantages et inconvénients

##### Avantages

- Couple important ;
- Précision dans les déplacements et sur la régulation de vitesse.

##### Inconvénients

- Entretien nécessitant une main d'œuvre qualifiée.

### I.6.4 Moteurs à attaque directe



Figure I. 8: moteur à attaque directe [3]

C'est un moteur sans engrenage qui est apparu avec l'avènement des convertisseurs de fréquence, l'installation est devenue si compacte qu'il est désormais possible de ne disposer d'aucune salle des machines sur le toit du bâtiment.

L'efficacité énergétique du système est élevée principalement grâce à la présence de convertisseurs de fréquence qui optimisent la consommation d'énergie, les pertes mécaniques sont également réduites en raison de l'absence d'engrenages [3].

#### I.6.4.1 Avantages et inconvénients

##### Avantages

- Vitesse optimisé par le variateur de fréquence ;
- Compacité du système ;
- Pas de local des machines nécessaire pour les ascenseurs ;
- Pertes mécaniques réduite ;
- Poids réduit.

##### Inconvénients

- La capacité peut entraîner des difficultés de maintenance ;
- Difficulté d'intervention dans la cage d'ascenseur.

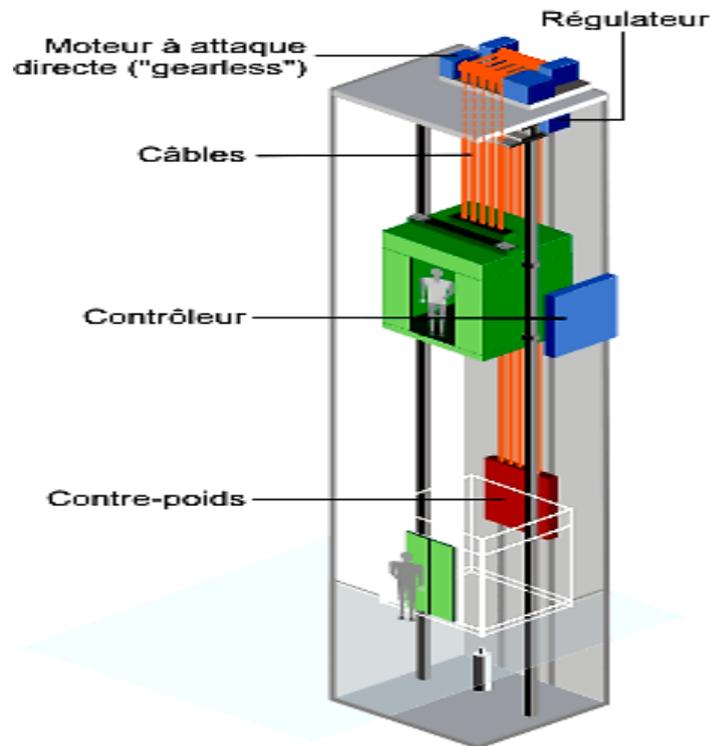


Figure I. 9: Ascenseur à moteur à attaque directe [3]

## I.7 Composant de sécurité [4]

- ✓ Réseau optique de sécurité de la catégorie II selon la norme EN dans tous les ouvertures de la cabine ;
- ✓ Parachute mécanique aux deux rails ;
- ✓ Clapet d'arrêt automatique ;
- ✓ Dispositif pour la descente de secours, pompe à main ;
- ✓ Eclairage de secours automatique dans la cabine ;
- ✓ Sirène d'alarme et téléphone.

## I.8 Détecteur de positions

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

- **Détections** : Tout objet solide ;
- **Technologie** : deux fils.

### I.8.1 Différents types de détecteurs

- **Les détecteurs de proximités inductifs** : ce type de capteurs est dédié à la détection sans contact d'objets métalliques. Ainsi, un objet s'approche du capteur mais n'entre pas en contact, ce qui est l'inverse de la détection de position ;
- **Les détecteurs de proximité capacitifs** : les détecteurs capacitifs ont l'avantage de pouvoir détecter la présence de tous types d'objets à court distance ;
- **Les détecteurs de proximité photo électriques** : sont des dispositifs utilisés pour détecter la présence ou l'absence d'objets dans leur champ de détection, ils sont couramment utilisés dans les systèmes de contrôle automatisés, les machines industrielles et les équipements de sécurité ;
- **Les interrupteurs à lame souple** : également connus sous le nom d'interrupteurs à contact à lame ou d'interrupteurs à feuille, sont des dispositifs électriques utilisés pour établir ou interrompre un circuit électrique, ils sont souvent utilisés dans les équipements électroniques, les appareils ménagers, les instruments de mesure et diverses applications industrielles.

### I.8.2 Choix des détecteurs

Nous citons quelques exemples :

- L'environnement : température, humidité, poussière, projections diverse ;
- La source d'alimentation : alternative ou continue ;
- Le signal de sortie : électromécanique ;
- Le type de raccordement : câble, borné, connecteur.

### I.9 Constitution d'un ascenseur

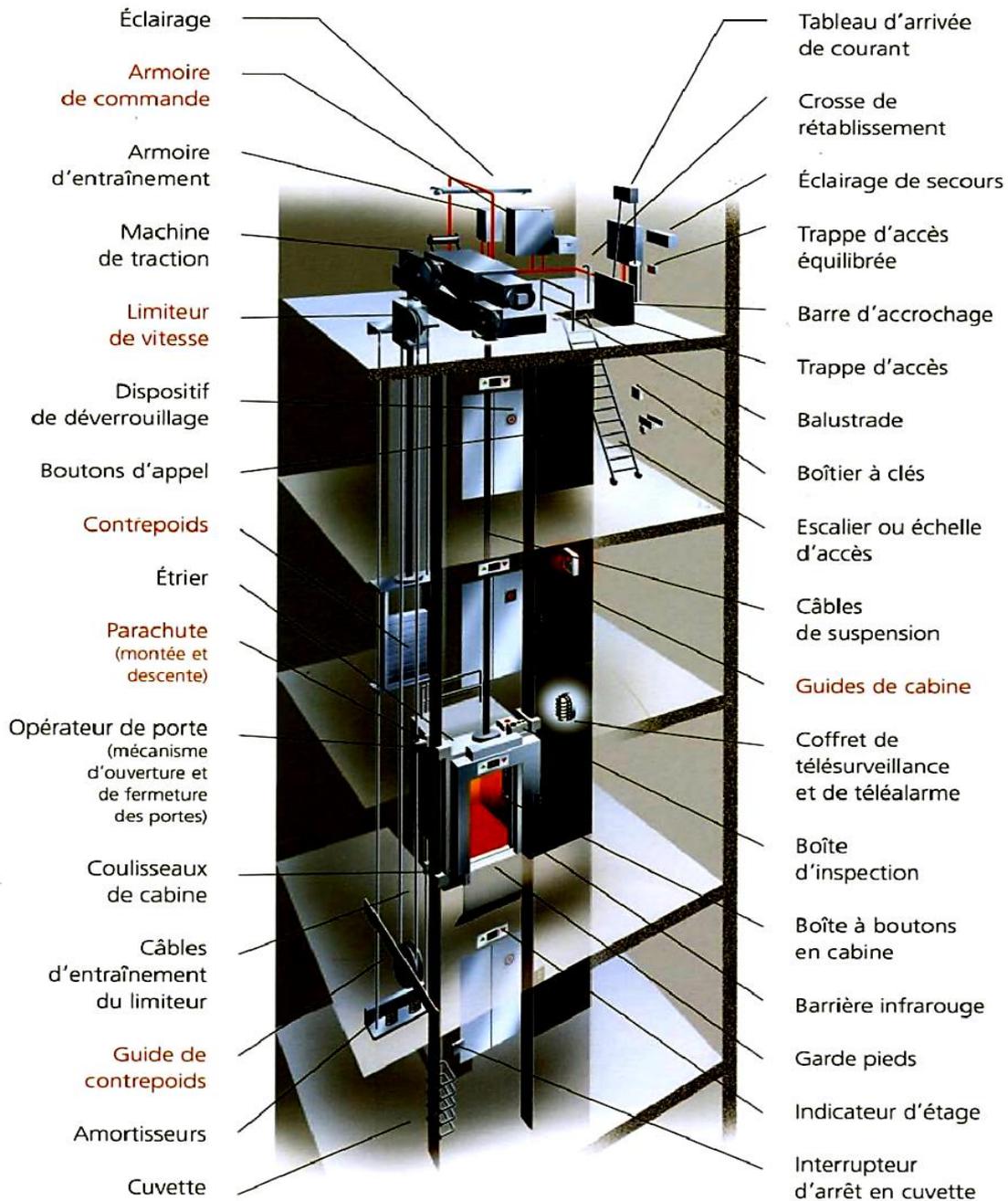


Figure I. 10: Différentes parties d'un ascenseur [5]

**Cabine d'ascenseur :** une cabine d'ascenseur est la partie de l'ascenseur où les passagers se tiennent lorsqu'ils sont transportés entre différents étages d'un bâtiment, c'est l'espace clos et généralement rectangulaire dans lequel les personnes entrent pour monter ou descendre d'un étage à l'autre.

Les cabines d'ascenseur sont équipées de portes d'entrée et de sortie, ainsi que de panneaux de commande permettant aux utilisateurs de sélectionner l'étage souhaité.

L'intérieur de la cabine peut varier en fonction du style et du design de l'ascenseur, mais il est généralement conçu pour être sûr, confortable et fonctionnel.

**L'étrier :** est une pièce mécanique en forme de U, souvent fabriquée en métal, utilisée pour soutenir ou attacher des objets, il est souvent utilisé dans des applications telles que l'attelage de charges, la fixation de câbles, le support de tuyaux ou d'autres éléments nécessitant un support solide.

L'étrier est caractérisé par sa forme en U ou en demi-cercle, avec des extrémités ouvertes. Ces extrémités peuvent être fixées à une surface, un mur ou une autre structure à l'aide de boulons, de vis ou de soudure.

L'étrier offre ainsi un point d'ancrage sûr et fiable pour fixer des éléments. Les étriers sont disponibles dans différentes tailles, formes et matériaux en fonction des besoins spécifiques de l'application.

**Le plancher :** est la surface horizontale d'un espace intérieur, généralement située au niveau du sol, il peut être construit en différents matériaux tels que le bois, le carrelage, le béton, le vinyle, le stratifié, etc.

Le choix du matériau dépend de plusieurs facteurs tels que l'esthétique, la durabilité, la facilité d'entretien et le budget.

Le plancher remplit plusieurs fonctions dans un bâtiment, il fournit une surface solide et stable pour marcher, s'asseoir ou placer des meubles.

**Les parois :** les parois désignent les surfaces verticales d'un espace intérieur ou extérieur, elles sont généralement constituées de matériaux tels que le plâtre, le bois, le béton, la brique, le verre, etc., et servent à délimiter et à séparer les différentes zones d'un bâtiment.

**Le toit :** est le plus souvent assemblé en atelier et monté d'un seul bloc, le toit de la cabine est formé d'un cadre en tôles pliées ou cintrées.

- **La porte de cabine :** dans le contexte des ascenseurs désigne l'ouverture qui permet aux passagers d'entrer et de sortir de la cabine de l'ascenseur, elle est située sur l'un des côtés de la cabine et peut être constituée de plusieurs panneaux qui se déplacent horizontalement ou verticalement pour s'ouvrir et se fermer ;

- **Les portes palières** : également connues sous le nom de portes d'étage, sont les portes situées à chaque niveau d'un bâtiment où l'ascenseur fait un arrêt, elles permettent aux passagers de monter ou de descendre de la cabine de l'ascenseur en toute sécurité ;
- **Serrures** : sont des dispositifs de sécurité installés sur les portes palières et/ou la porte de la cabine pour contrôler l'accès à l'ascenseur et assurer la sécurité des passagers ;
- **Came mobile** : le rôle de cet organe est d'agir sur les galets de la serrure afin d'en effectuer le déverrouillage mais seulement lorsque la cabine s'arrête, il est constitué essentiellement d'un électroaimant pouvant attirer un armateur qui porte une came ;
- **Boutons d'appel** : sont des dispositifs installés à l'intérieur et/ou à l'extérieur de la cabine d'ascenseur pour permettre aux utilisateurs de sélectionner leur destination et de demander à l'ascenseur de s'arrêter à leur étage ;
- **Boutons d'envois** : ce sont les boutons de précision d'étage ; ils sont installés dans la cabine ;
- **Charge utile** : la charge utile d'un ascenseur fait référence à la quantité de poids maximal qu'il peut transporter en toute sécurité, cette charge utile est généralement exprimée en (kg).

La capacité de charge d'un ascenseur peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la conception de l'ascenseur, la résistance des câbles de levage, la puissance du moteur, les dispositifs de sécurité, les réglementations en vigueur et les normes de l'industrie.

Dans les bâtiments résidentiels ou commerciaux, les ascenseurs ont généralement une charge utile allant de 225 kg à 1360 kg environ ;

- **Garde (chasse) pieds** : est généralement situé à la base de la porte de l'ascenseur ou légèrement en retrait à l'intérieur de la cabine, il peut être fait de matériaux tels que l'acier inoxydable, l'aluminium ou le caoutchouc, et est conçu pour résister aux impacts et aux éraflures ;
- **Contrepoids** : dans les ascenseurs, les contrepoids sont utilisés pour équilibrer le poids de la cabine et des passagers. Réduisant ainsi la puissance requise pour le déplacement vertical ;

➤ **Gaine ou trémie**

**Gaine** : dans le domaine de la construction, une gaine est généralement une conduite verticale ou horizontale utilisée pour le passage des câbles, des tuyaux, des conduites de ventilation, ou d'autres éléments similaires à travers différents niveaux ou zones d'un bâtiment.

**Trémie** : une trémie est une ouverture ou un espace vide, souvent rectangulaire ou carré, aménagé dans une dalle de plancher, un escalier ou une structure similaire.

Les trémies sont utilisées pour permettre le passage vertical entre les différents niveaux d'un bâtiment, facilitant ainsi la circulation des personnes, des matériaux ou des équipements.

- **Guide** : également appelé rail de guidage ou guide de cabine, est un élément essentiel d'un système d'ascenseur, il est conçu pour assurer un mouvement vertical précis et sécurisé de la cabine de l'ascenseur le long de l'axe de déplacement.

Les guides d'ascenseur sont généralement constitués de rails métalliques fixés de manière verticale le long des parois de la cage d'ascenseur ;

- **Ancrage de guide** : pièce métallique servant à fixer les guides aux murs de la gaine ;
- **Coulisseaux** : également appelés guides de coulisse, sont des éléments essentiels du système de guidage vertical de la cabine d'ascenseur, ils fonctionnent en conjonction avec les rails de guidage pour assurer un mouvement vertical précis et sécurisé de la cabine le long de l'axe de déplacement ;
- **Cuvette** : partie de la gaine située en bas du niveau d'arrêt inférieure desservie par la cabine, contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs ;
- **Amortisseurs** : les amortisseurs sont destinés à assurer le ralentissement et l'arrêt de la cabine en cas de dépassement des fins de course de sécurité ;

On distingue deux types :

- ✓ Amortisseurs à ressorts.
- ✓ Amortisseurs hydraulique.
- **Poulie de renvoi** : poulie tournante librement destinée à guider les câbles entre la cabine et la contre poids ;
- **Poulie de mouflage** : est un dispositif mécanique utilisé pour augmenter la force de levage lors de l'utilisation d'une corde ou d'un câble, elle est couramment utilisée dans des situations où une charge est trop lourde pour être soulevée directement par une seule personne ou avec une seule force de traction ;

- **Fin de course** : contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normal ;
- **Commande de révision (boîtier d'inspection)** : également appelé boîtier de contrôle ou boîtier de jonction, est un dispositif utilisé pour abriter et protéger les connexions électriques, les câbles et les composants lors d'opérations d'inspection, de maintenance ou de réparation, il est fabriqué à partir de matériaux durables tels que le métal ou le plastique offre une protection contre les intempéries, les chocs, la poussière et l'humidité ;
- **Parachute** : organe mécanique placé sur la suspension de cabine est commandé par un câble de limiteur.

## I.10 Critères du choix du type d'ascenseurs

Le choix du type d'ascenseur dépendra de plusieurs critères spécifiques à votre situation et à vos besoins.

Voici quelques critères importants à prendre en compte lors du choix du type d'ascenseur :

- **Capacité de charge** : il est essentiel de déterminer la capacité de charge requise pour l'ascenseur en fonction du nombre de personnes ou de la charge estimée ;
- **Hauteur de levage** : la hauteur de levage, c'est-à-dire la distance verticale que l'ascenseur doit parcourir, est un facteur déterminant pour choisir le type d'ascenseur approprié.

Certains ascenseurs sont conçus pour des hauteurs spécifiques, tandis que d'autres peuvent être utilisés pour des hauteurs plus importantes ;

- **Vitesse** : la vitesse de déplacement de l'ascenseur est également un facteur à prendre en compte.

Les ascenseurs commerciaux peuvent avoir des vitesses plus élevées pour un déplacement plus rapide, tandis que les ascenseurs résidentiels peuvent avoir des vitesses plus modestes ;

- **Configuration de l'espace** : la configuration du bâtiment est également un facteur important dans le choix du type d'ascenseur.

Certains bâtiments peuvent nécessiter des ascenseurs spéciaux pour s'adapter à des espaces restreints, des angles particuliers ou des formes atypiques.

## **I.11 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'historique et le principe de fonctionnement des ascenseurs, aussi nous avons défini les différents modèles d'ascenseurs, la comparaison entre ces deux modèles et leurs avantages et inconvénients, nous avons aussi présenté la constitution d'un ascenseur et le système de motorisation.

CHAPITRE II

Description de la carte  
Arduino Mega

## II.1 Introduction

Après un aperçu du fonctionnement de l'ascenseur, nous apprendrons à programmer les différents composants utilisés dans le système de contrôle de notre conception sous Arduino. Mais avant cela, nous devons comprendre les règles qui guident l'écriture du langage Arduino dans ce chapitre.

Arduino est conçu pour être accessible à tous grâce à sa simplicité. Mais il peut aussi être utilisé professionnellement, car les possibilités d'application sont nombreuses.

Par conséquent, ces flashes cartes (mémoriser et réviser un grand nombre d'informations à connaître par cœur) polyvalentes sont parfaits pour ceux qui veulent juste apprendre et progresser.

Grâce à cette carte, ces fonctions peuvent être assurées par des capteurs, des actionneurs et plus généralement des appareils électriques et/ou électroniques.

## II.2 Historique [6]

Le projet Arduino est issu d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de Design d'Interaction d'Ivrea (Italie).

Ils rencontraient un problème majeur à cette période (avant 2003-2004) : les outils nécessaires à la création de projets d'interactivité étaient complexes et onéreux (entre 80 et 100 euros), ces coûts souvent trop élevés rendaient difficiles le développement par les étudiants de nombreux projets et ceci ralentissait la mise en œuvre concrète de leur apprentissage.

Les outils de prototypage étaient principalement dédiés à l'ingénierie, la robotique et aux domaines techniques, ils sont puissants mais leur processus de développement sont longs et ils sont difficiles à apprendre et à utiliser pour les artistes, les designers d'interactions et, plus généralement, pour les débutants.

Leur préoccupation se concentra alors sur la réalisation d'un matériel moins cher et plus facile à utiliser, ils souhaitaient créer un environnement proche de Processing, ce langage de programmation développé dès 2001 par Casey Reas et Ben Fry, deux anciens étudiants de John Maeda au M.I.T, lui-même initiateur du projet DBN.

En 2003, Hernando Barrage, pour sa thèse de fin d'études, avait entrepris le développement d'une carte électronique dénommée Wiring, accompagnée d'un environnement de programmation

facile d'accès et adaptée aux développements de projets de designers, la carte Wiring a donc inspiré le projet Arduino (2005).

Comme pour Wiring, l'objectif était d'arriver à un dispositif simple à utiliser, dont les coûts seraient peu élevés, les codes et les plans « libre » (c'est-à-dire dont les sources sont ouvertes et peuvent être modifiées, améliorées, distribuées par les utilisateurs eux-mêmes) et, enfin, « multi-plates-formes » (indépendant du système d'exploitation utilisé).

Conçu par une équipe de professeurs et d'étudiants (David Mellis, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Cuartielles, Massimo Banzi ainsi que Nicholas Zambetti), l'environnement Arduino est particulièrement adapté à la production artistique ainsi qu'au développement de conceptions qui peuvent trouver leurs réalisations dans la production industrielle.

Le nom Arduino est le nom d'un roi italien, personnage historique de la ville « Arduino d'Ivrée », ou encore un prénom italien masculin qui signifie « l'ami fort ».

### **II.3 Arduino**

Le logiciel Arduino, également appelé IDE est un environnement de développement open-source utilisé pour écrire, télécharger et exécuter du code sur les cartes Arduino, il est disponible pour les systèmes d'exploitation Windows, Mac os x et linux.

Le logiciel Arduino fournit une interface conviviale pour écrire, télécharger et exécuter du code sur la carte Arduino, il permet également de surveiller les entrées et les sorties de la carte en temps réel, de déboguer le code et d'interagir avec la communauté Arduino pour obtenir de l'aide et partager des projets.

Le logiciel Arduino utilise un langage de programmation basé sur Wiring, qui est une simplification du langage de programmation c++, il comprend une bibliothèque de fonctions préécrites qui facilite l'utilisation de composants électronique courants tels que les capteurs, les moteurs et les afficheurs en résumé, le logiciel Arduino est un outil essentiel pour programmer et interagir avec les cartes Arduino et largement utilisé dans le prototypage rapide de projets électronique.

## II.4 Carte Arduino

Une carte Arduino est une plateforme de prototypage électronique open-source basée sur une carte à microcontrôleur et un environnement de développement logiciel, elle est conçue pour être facile à utiliser pour les débutants en électronique et les ingénieurs professionnels, et permet de créer rapidement des projets interactifs en combinant des capteurs, des actionneurs et d'autres composants électroniques.

Les cartes Arduino sont généralement équipées d'un microcontrôleur AT Mega ou SAM3x8E, d'entrées et sorties numériques analogiques, d'un port USB pour la programmation et la communication avec un ordinateur, et d'un ensemble de broches pour se connecter à des composants externes.

## II.5 Différentes cartes Arduino

### II.5.1 Arduino UNO [8]

La carte indispensable pour débouter demeure la carte Arduino Uno dont le prix est très abordable, elle s'est hissée au rang de standard de fait et elle convient parfaitement à tous ceux qui veulent faire leurs premières armes avec un microcontrôleur c'est une valeur sûre.

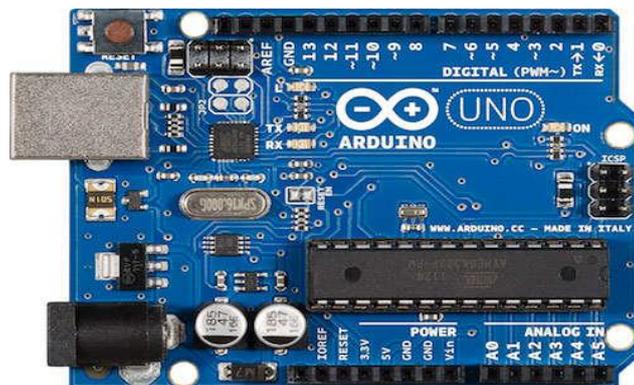


Figure II. 1: Carte Arduino UNO [8]

### II.5.2 Arduino Leonardo [8]

La carte Arduino Leonardo est considérée comme le successeur officiel de L'Arduino Uno, elle est équipée du microcontrôleur AT Mega 32UA qui communique aussi via l'interface USB, de sorte qu'un processeur supplémentaire est inutile.

La carte peut être programmée en tant qu'hôte USB pour lesquelles différentes classes de clavier et souris sont disponibles. D'ailleurs la carte Arduino Leonardo peut aussi être programmée en tant que HID (Human Interface Device). En plus du port matériel UART.



Figure II. 2: Carte Arduino Leonardo [8]

### II.5.3 Arduino Esplora [8]

L'Arduino Esplora est une carte sur laquelle est basée l'Arduino Leonardo. Si vous l'examinez de plus près, vous constaterez qu'elle est dotée d'un certain nombre de capteurs, qui ne sont pas présents sur la carte Arduino Uno ni sur d'autres cartes.



Figure II. 3: Carte Arduino Esplora [8]

### II.5.4 Arduino Nano [8]

La carte Arduino Nano possède des connecteurs au dos qui permettent de l'enficher facilement sur une plaque d'essais, ce qui évite d'avoir recours à des cavaliers flexibles, comme pour l'Arduino Uno.

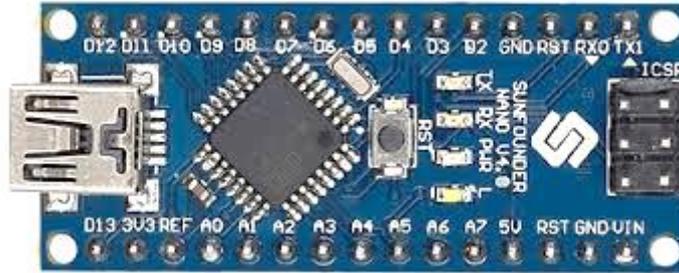


Figure II. 4: Carte Arduino Nano [8]

### II.5.5 Arduino Lily Pad [8]

La plateforme Arduino Lily Pad est destinée aux plus créatifs d'entre nous qui veulent coudre des circuits électroniques sur leurs vêtements, par exemple, les raccordements électriques ne se font pas par câbles, mais par des fils conducteurs.

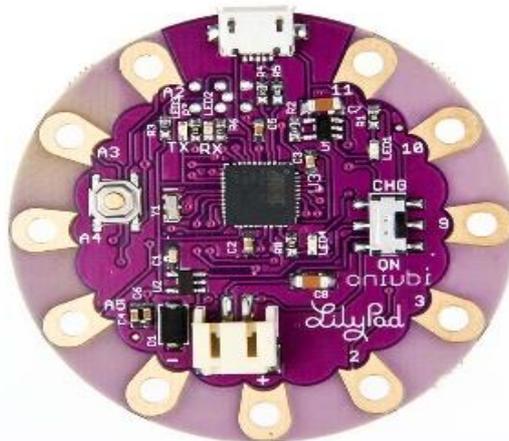


Figure II. 5: Carte Arduino Lily Pad [8]

### II.5.6 Arduino Due [8]

L'Arduino Due est la première carte Arduino équipée d'un processeur 32 bits. La fréquence d'horloge de 84 MHz permet de réaliser des calculs complexes en un temps record.

Comme toutes les cartes Arduino antérieures utilisent une tension d'entrée de 5v, des problèmes risquent de se poser si l'on ne sait pas que les entrées de la carte Arduino Due sont limitées à une tension de 3.3 V. La carte risque d'être irrémédiablement détruite.

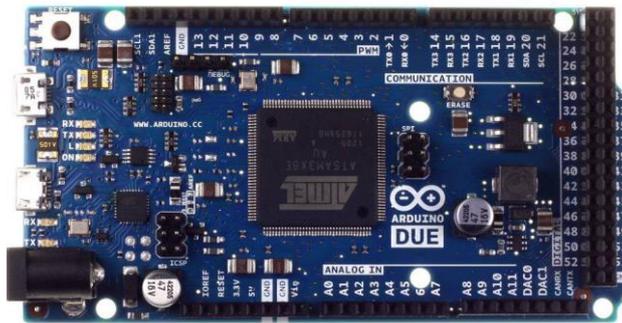


Figure II. 6: Carte Arduino Due [8]

### II.5.7 Arduino Yùn [8]

La carte Arduino Yùn est la première à être équipée de deux processeurs. Du côté Arduino, il y a un microcontrôleur de type AT Mega 32UA qui se charge de l'exécution des sketches. De l'autre, il y a la machine Linux.



Figure II. 7: Carte Arduino Yùn [8]

### II.5.8 Arduino Mega 2560

La carte Arduino Mega 2560 a été conçue comme la remplaçante de la carte Arduino Mega. Elle est dotée d'un microcontrôleur ATmega2560 disposant d'une mémoire flash de 256 KB dévolue au Bootloader (il permet de télécharger vos programmes entre l'IDE Arduino « interface de développement » et votre Arduino ; également la possibilité de pouvoir exécuter notre programme lors du démarrage de l'Arduino) [7].

Architecteur de la carte Arduino :

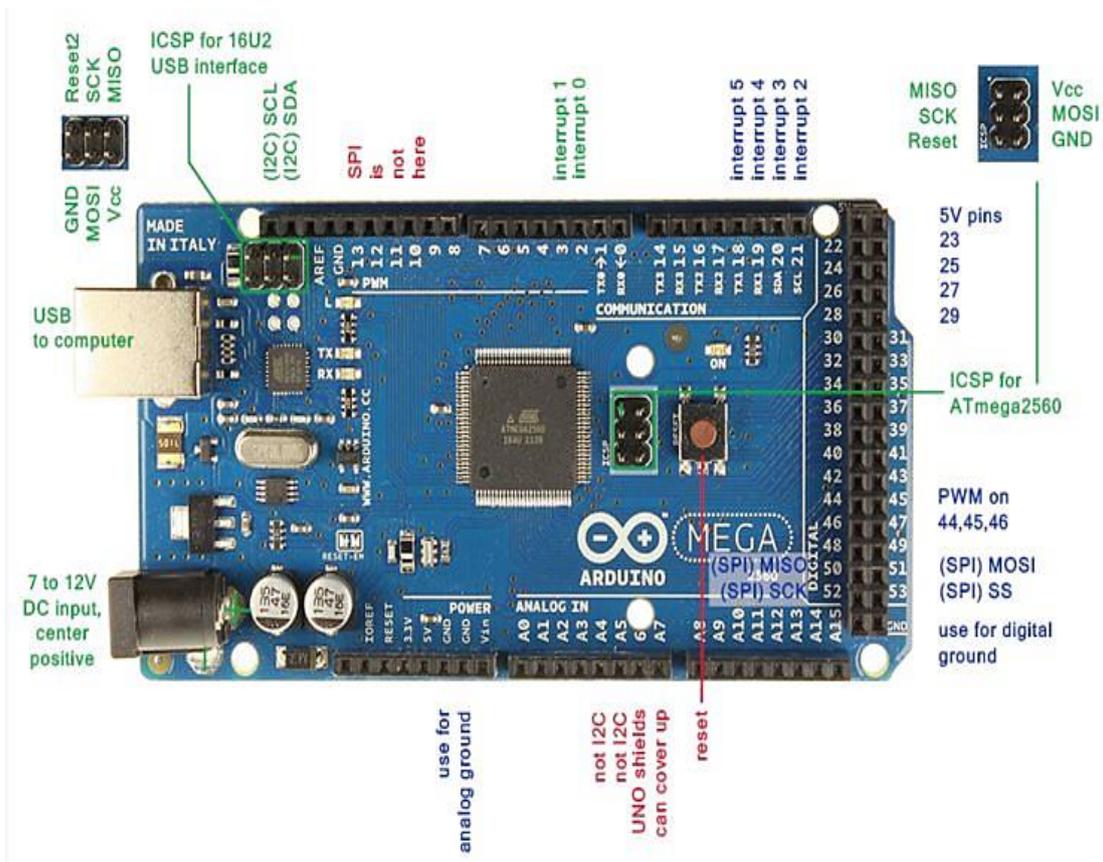


Figure II. 8: Carte Arduino Mega 2560 [12]

### II.5.1.2 Applications de la carte arduino méga

#### Exemple1 : Allumer une LED à partir de la carte arduino méga

Nous allons utiliser le logiciel Arduino pour rédiger le programme nécessaire, puis nous connecterons la LED à une résistance. Ensuite, nous téléverserons ce programme sur notre carte Arduino.

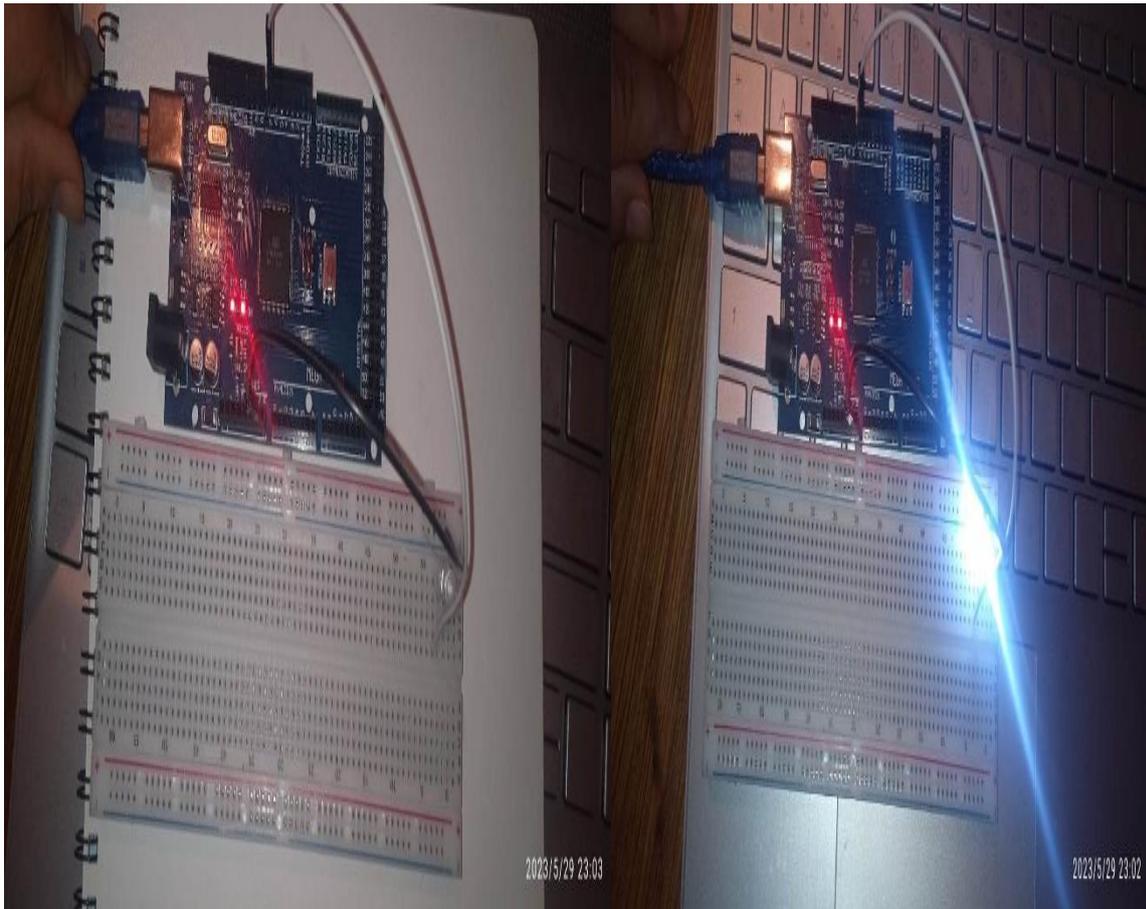


Figure II. 9: Allumer une led

**Exemple 2 : servomoteur**

Nous allons utiliser le logiciel Arduino pour rédiger le programme nécessaire, puis nous connecterons le servomoteur SG90 et téléverserons ce programme sur notre carte Arduino.

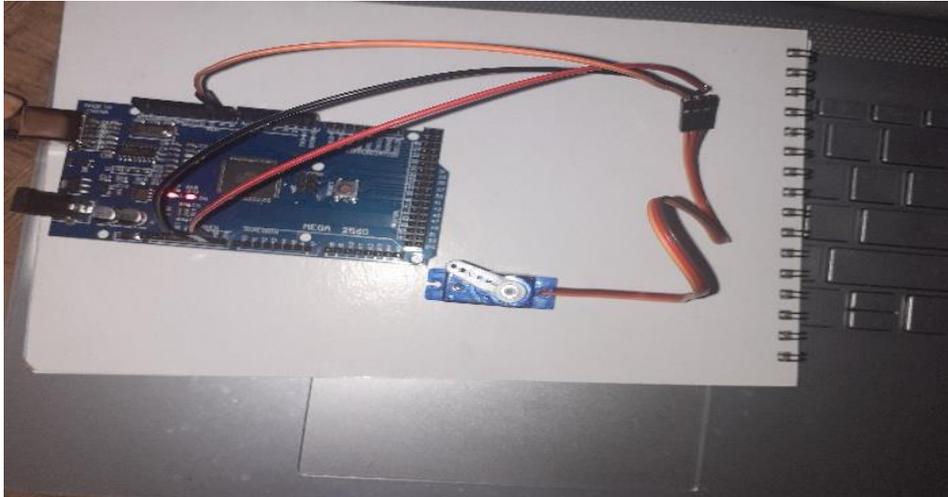


Figure II. 10: Servomoteur

**Exemple 3 : alarme digitale (digital clock) réalisation sur TINKERCAD**

Nous établirons les connexions entre les boutons poussoirs, l'afficheur LCD et la carte Arduino. Ensuite, nous procéderons à la programmation de la carte en utilisant les connexions du circuit.

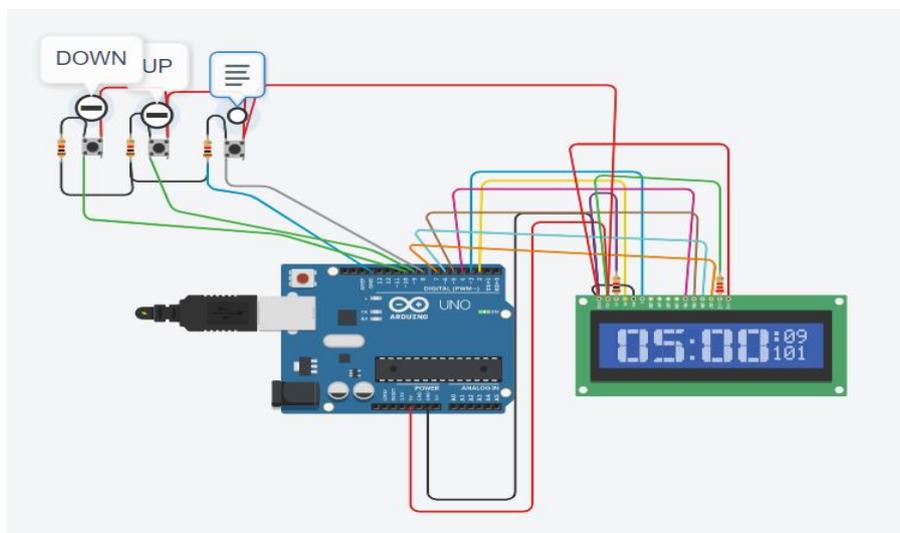


Figure II. 11: Alarme digitale

**Exemple 4** : programmer une application Android pour communiquer en Bluetooth

Nous allons programmer la carte Arduino et la connecter au capteur Bluetooth HC05 ainsi qu'aux LED avec des résistances. Ensuite, nous téléchargerons une application sur notre téléphone pour contrôler l'allumage et l'extinction des LED via la connexion avec le HC05.

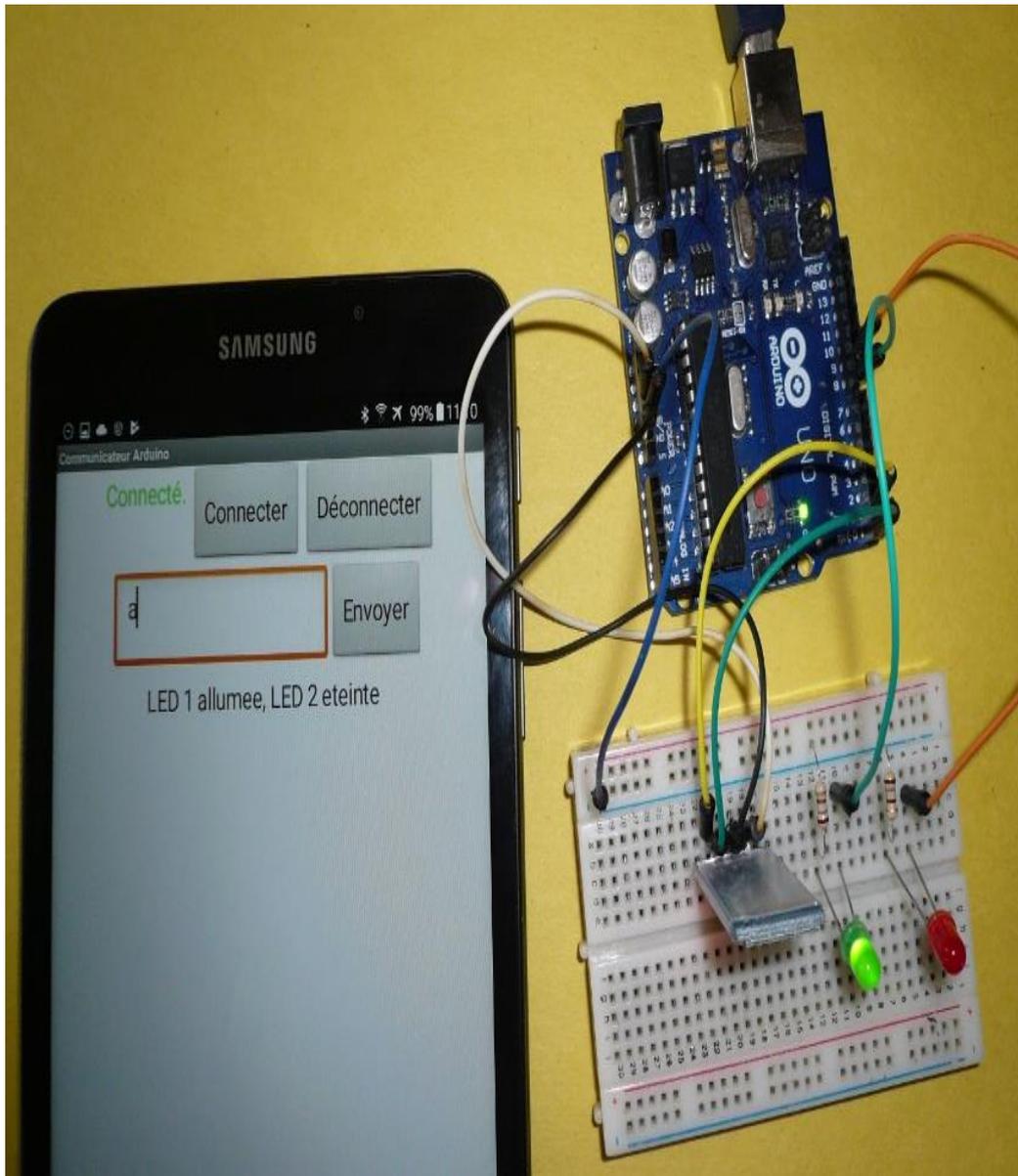


Figure II.12: Application Android pour communiquer en Bluetooth [9]

### II.5.1.3 Analyse de la carte Arduino Mega

#### II.5.1.3.1 Microcontrôleur

L'AT Mega est un CMOS à faible puissance microcontrôleur 8 bits.

En exécutant des instructions puissantes dans un seul cycle d'horloge, l'AT Mega atteint des débits approchant 1 MIPS par MHz permettant à la conception du système pour optimiser la consommation d'énergie par rapport à la vitesse de traitement [7].



Figure II. 13: Microcontrôleur AT Mega 2560 [7]

## II.6 Tester la carte

Nous testons le matériel en chargeant un programme d'exemple que l'on utilisera pour tester la carte. Nous choisirons un exemple qui consiste à faire clignoter une LED, son nom est Blink et il se trouve dans la catégorie Basics [11].

Avant d'envoyer le programme Blink à la carte vous devez indiquer au logiciel le nom de la carte et le port auquel elle est connectée, pour cela allez dans le menu "outils" puis allez dans "Board" vérifiez que le nom "Arduin Mega" est sélectionné, sinon vérifiez-le.

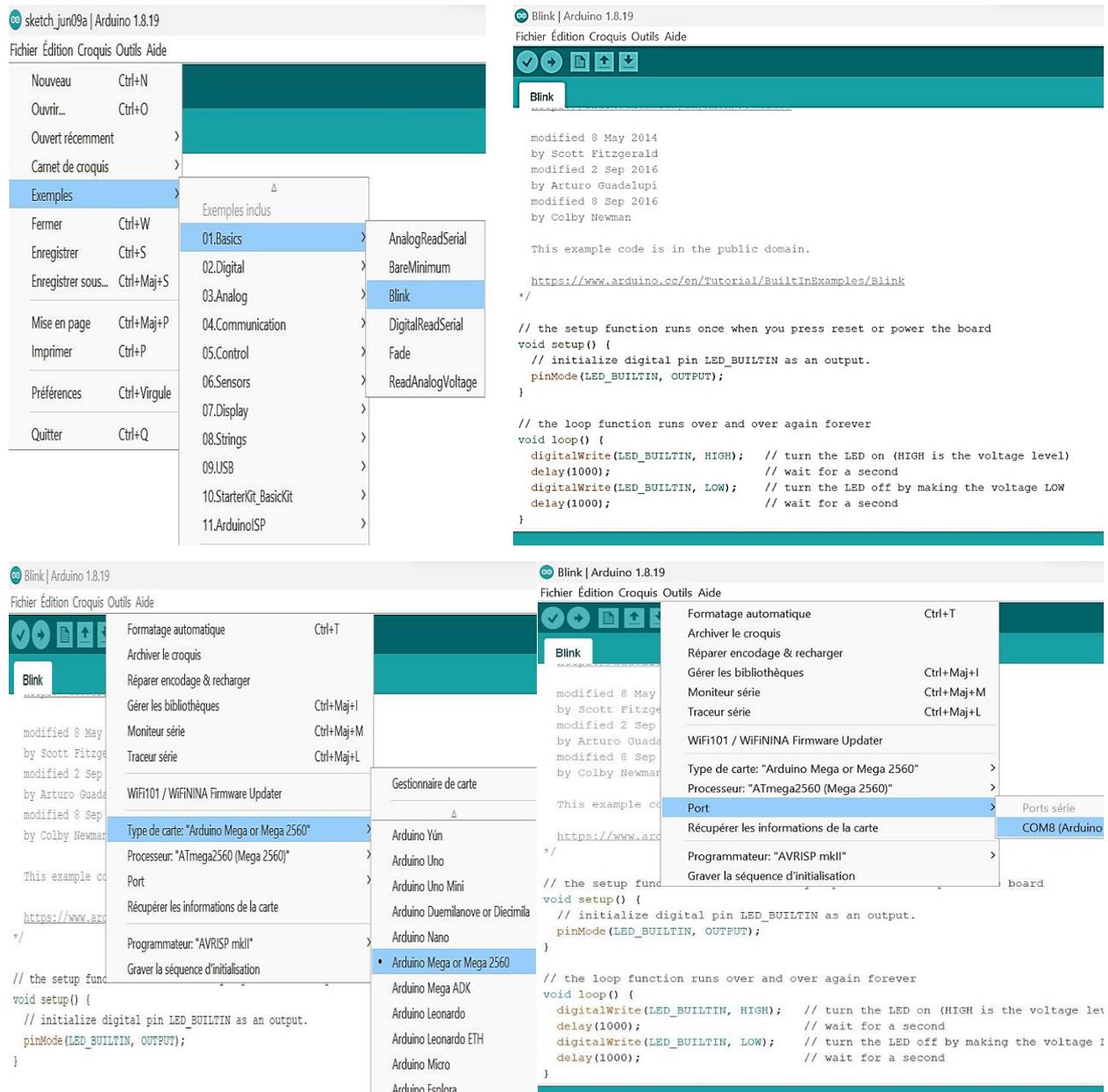


Figure II. 14: Interfaces de logiciel arduino

## II.7 Alimentation [12]

La carte Arduino Mega peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe laquelle sa source d'alimentation est sélectionnée automatiquement.

L'alimentation externe (non USB) peut provenir d'une alimentation sortie courant continu ou d'une batterie, l'adaptateur peut être connecté en branchant une fiche positive de 2.1 mm au centre dans la prise d'alimentation de la carte.

Les fils provenant d'une batterie peuvent être insérés dans les connecteurs des broches Gnd et Vin du connecteur POWER.

La carte peut fonctionner sur une alimentation externe de 7 à 12V, en cas d'utilisation de plus de 12V le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte.

Si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 5V peut fournir moins de 5V et la carte peut être instable.

Les broches d'alimentation pour la carte Arduino Mega sont les suivantes :

**VIN** : La tension d'entrée de la carte Arduino lorsqu'elle utilise une source d'alimentation externe (par opposition à 5V provenant de la connexion USB ou d'une autre source d'alimentation régulée).

**5V** : c'est l'alimentation régulée pour alimenter le microcontrôleur et les autres composants de la carte. Cela peut provenir de VIN via un régulateur embarqué ou par l'USB ou toute autre alimentation 5V régulée.

**3V** : Une alimentation de 3.3V générée par la puce FTDI embarquée et la consommation de courant maximale est de 50 mA.

**GND** : Masse de la carte ou 0V de référence.

## II.7 Entrées/sorties numériques [12]

54 entrées / sorties numériques, repérées de 0 à 53 ; chacune d'entre elles pouvant fonctionner en entrée ou en sortie sous le contrôle du programme et ce sens pouvant même changer de manière dynamique pendant le fonctionnement du programme.

Ces entrées / sorties admettent et délivrent des signaux logiques compatible TTL (tension comprise entre 0 et 5V), elles peuvent fournir ou délivrer un courant maximum de 40 mA, mais attention l'ensemble des sorties ne saurait en aucun cas dépasser 200 mA.

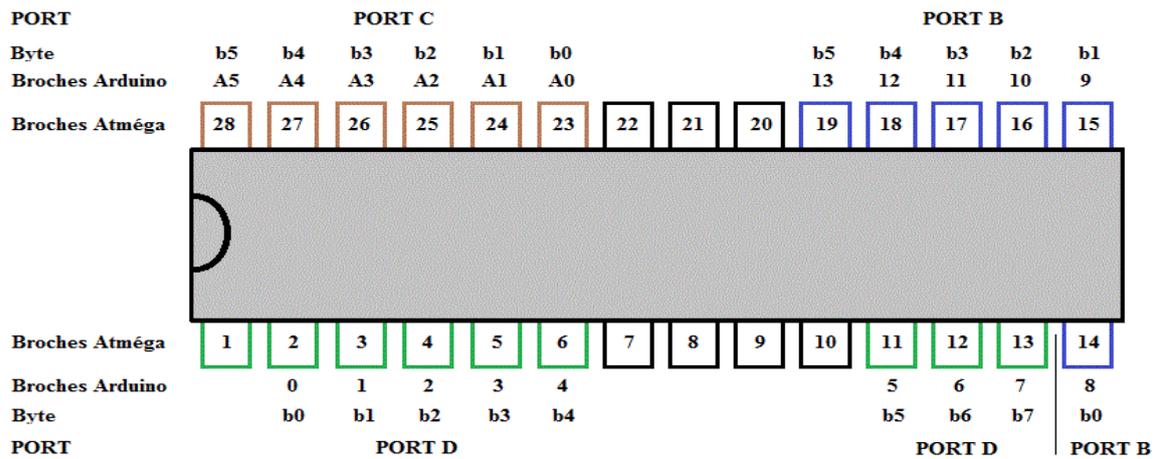


Figure II.15: Broche d'Arduino et ATmega [13]

## II.9 Domaine d'application

La carte Arduino Mega est généralement identifiée par la référence "Arduino Mega 2560", voici quelques exemples d'applications courantes de la carte Arduino Mega 2560 :

1. **Contrôle de robot** : la carte Arduino Mega 2560 est souvent utilisée pour le contrôle de robots, qu'il s'agisse de petits robots autonomes ou de bras robotiques plus complexes. Sa grande capacité d'entrées/sorties permet de connecter facilement des moteurs, des capteurs et d'autres composants nécessaires au contrôle du robot.
2. **Domotique** : la carte Arduino Mega 2560 est adaptée à des projets de domotique plus complexes, où de nombreux capteurs et actionneurs doivent être gérés, elle peut être utilisée pour contrôler l'éclairage, la climatisation, les serrures, les systèmes de sécurité, etc.
3. **Projets d'automatisation industrielle** : la carte Arduino Mega 2560 peut être utilisée dans des applications d'automatisation industrielle, où elle permet de contrôler et de surveiller différents processus, elle peut être utilisée pour le contrôle de machines, la collecte de données et le contrôle de dispositifs industriels.

4. **Contrôle de véhicules** : la carte Arduino Mega 2560 peut être utilisée pour le prototypage de systèmes de contrôle de véhicules, tels que les systèmes de contrôle de véhicules, tels que les systèmes d'éclairage, les capteurs de stationnement, les systèmes de navigation, etc.
5. **Projets de contrôle environnemental** : la carte Arduino Mega 2560 peut être utilisée dans des projets de contrôle environnemental pour surveiller et collecter des données sur des paramètres tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air, etc.

Ces données peuvent ensuite être utilisées pour prendre des décisions ou effectuer des actions en fonction des conditions environnementales.

6. **Projets d'art interactif** : la carte Arduino Mega 2560 est souvent utilisée dans des projets d'art interactif, où elle permet de créer des installations interactives qui réagissent aux mouvements, aux sons ou à d'autres stimuli de l'environnement.

Il est important de noter que la carte Arduino Mega 2560 peut être utilisée dans de nombreux autres projets et applications, en fonction des besoins spécifiques de chaque projet et de la créativité de l'utilisateur.

## II.10 Conclusion

Nous avons dans ce chapitre présenté les caractéristiques de la carte Arduino Mega. Pour ce faire nous avons décrit la partie matérielle et logiciel. Dans la partie matérielle, nous avons mis en évidence les entrées/sorties numériques de la carte et ses constitutions. Le logiciel utilisé pour la programmation a été présenté.

## CHAPITRE III

# Conception et programmation d'une maquette d'ascenseur

### **III.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous plongeons dans le monde de la conception et de la construction de modèles d'ascenseurs. Il s'agit d'une étape importante dans la compréhension des différents composants impliqués dans le bon fonctionnement de cet appareil. La conception d'ascenseurs est une tâche complexe nécessitant une combinaison d'expertise mécanique, électrique et informatique.

Cette maquette est le résultat de nos recherches, d'expérimentation et de développement visant à reproduire les principes de base de la technologie des ascenseurs. Dans les pages suivantes, nous explorons les différentes étapes du processus de conception d'un modèle d'ascenseur, de la première ébauche à la réalisation finale. Apprenez les principes de base des machines d'ascenseur, y compris les systèmes de traction, les câbles, les contrepoids et les dispositifs de sécurité. Nous examinerons également les aspects électriques des ascenseurs, en examinant les moteurs, les circuits de commande et les capteurs qui font bouger la cabine avec précision.

Le but de ce chapitre est de donner un aperçu du processus de conception et de construction du modèle d'ascenseur, en soulignant les défis rencontrés et les solutions innovantes que nous avons développées.

### **III.2 Matériel utilisé**

#### **III.2.1 Pavé numérique 4x4 (Keypad)**

Un clavier est un ensemble de touches disposées en blocs avec des chiffres, des symboles ou des lettres. Un clavier qui contient principalement des chiffres est appelé un pavé numérique. Un clavier matriciel 4 x 4 (4 colonnes et 4 lignes) est souvent utilisé comme entrée dans les projets. Il a un total de 16 touches représentant la même valeur d'entrée.

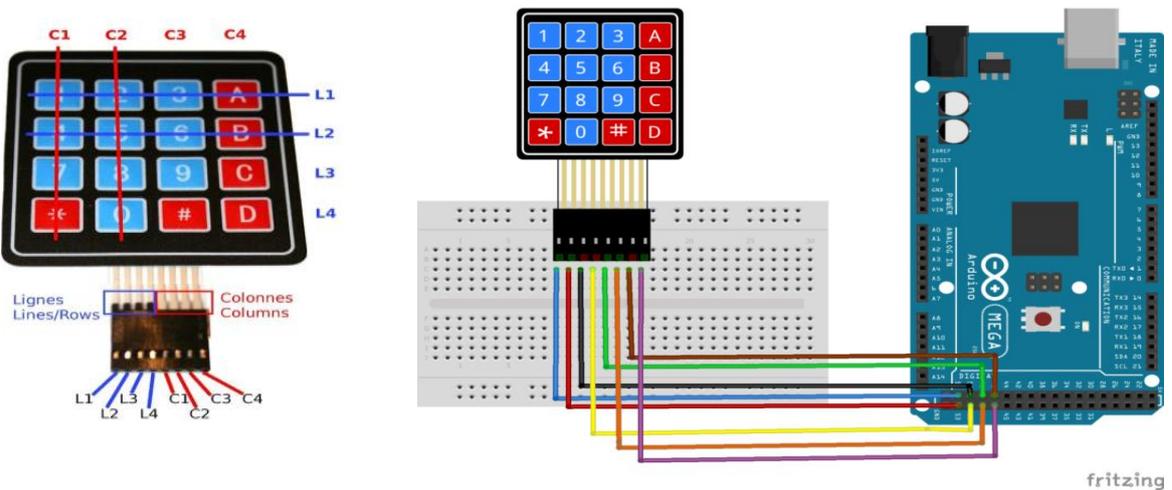


Figure III. 1: Schéma de montage d'un pavé numérique avec une carte Arduino [14]

### Principe de fonctionnement [14]

Un clavier matriciel utilise une combinaison de quatre lignes et quatre colonnes pour fournir des états de bouton à un périphérique hôte (généralement un microcontrôleur). Sous chaque touche se trouve un bouton qui se connecte à la ligne à une extrémité à la colonne à l'autre extrémité.

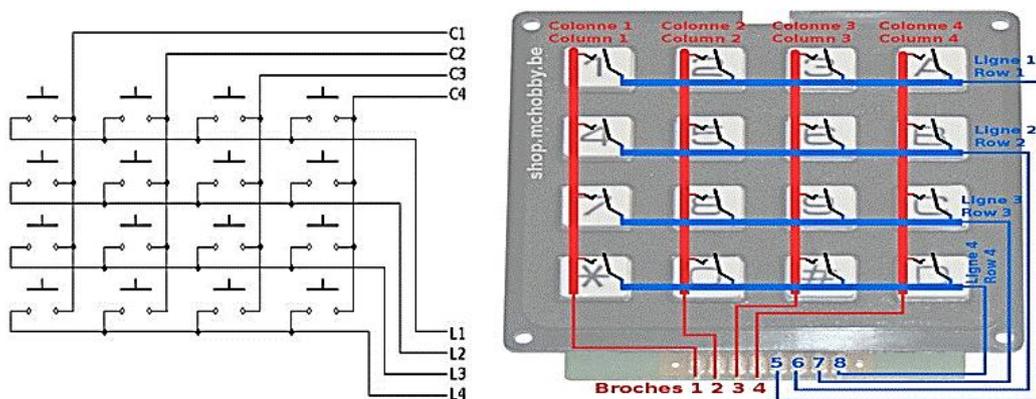


Figure III. 2: Schéma d'un pavé numérique [14]

- La touche (1), il met en contact la ligne 1 et la colonne 1 ;
- La touche (2), il met en contact la ligne 1 et la colonne 2 ;
- La touche (3), il met en contact la ligne 1 et la colonne 3 ;
- La touche (A), il met en contact la ligne 1 et la colonne 4 ;
- La touche (4), il met en contact la ligne 2 et la colonne 1 ;
- La touche (5), il met en contact la ligne 2 et la colonne 2 ;
- La touche (6), il met en contact la ligne 2 et la colonne 3 ;
- La touche (B), il met en contact la ligne 2 et la colonne 4 ;
- La touche (7), il met en contact la ligne 3 et la colonne 1 ;

- La touche (8), il met en contact la ligne 3 et la colonne 2 ;
- La touche (9), il met en contact la ligne 3 et la colonne 3 ;
- La touche (C), il met en contact la ligne 3 et la colonne 4 ;
- La touche (\*), il met en contact la ligne 4 et la colonne 1 ;
- La touche (0), il met en contact la ligne 4 et la colonne 2 ;
- La touche (#), il met en contact la ligne 4 et la colonne 3 ;
- La touche (D), il met en contact la ligne 4 et la colonne 4.

Pour que le microcontrôleur puisse déterminer quel bouton est enfoncé, il doit d'abord tirer chacune des quatre colonnes (broches 1-4) une à la fois vers le bas ou vers le haut, puis interroger les états des quatre lignes (broches 5- 8). Selon les états des colonnes, le microcontrôleur peut dire sur quel bouton on appuie.

### III.2.2 Driver L293D

Les dispositifs L293 et L293D sont des pilotes quadruples demi-H à courant élevé. Le L293 est conçu pour fournir des courants de commande bidirectionnels jusqu'à 1A à des tensions de 4,5V à 36V. Le L293D est conçu pour fournir des courants de commande bidirectionnels jusqu'à 600 mA à des tensions de 4,5V à 36V. Les deux appareils sont conçus pour piloter des charges inductives telles que des relais, des solénoïdes, des moteurs pas à pas CC et bipolaires, ainsi que d'autres charges à courant élevé/haute tension dans des applications à alimentation positive [15].

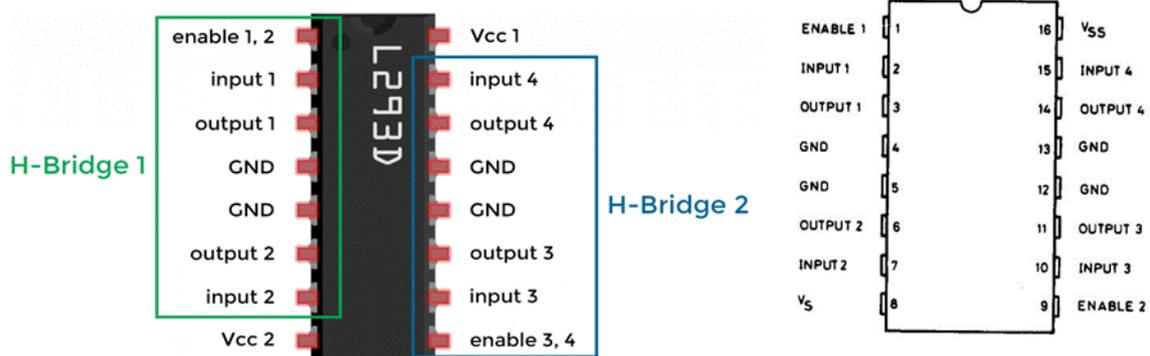


Figure III. 3: Entrées et sorties du driver L293D [15]

Chaque sortie est un circuit de commande de pôle totémique complet, avec un dissipateur de transistor Darlington et une source pseudo-Darlington. Les pilotes sont activés par paires, avec les pilotes 1 et 2 activés par 1,2 EN et les pilotes 3 et 4 activés par 3,4 EN [16].

Le L293D est assemblé dans un boîtier plastique 16 broches paquet qui a 4 broches centrales connectées ensemble et utilisées pour le dissipateur thermique et ils sont caractérisés pour un fonctionnement de 0°C à 70°C.

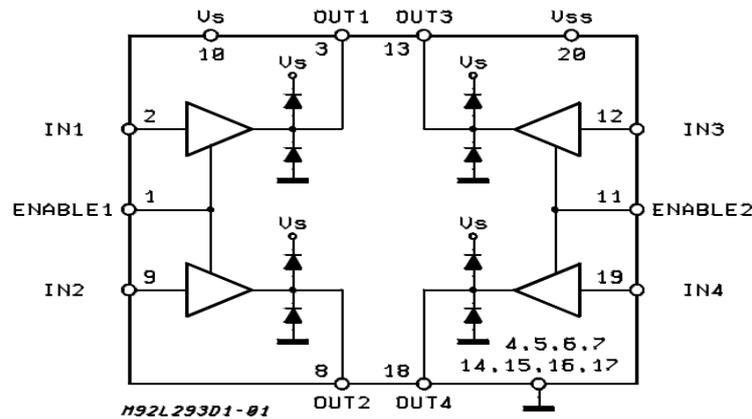


Figure III. 4: Circuit d'un driver L293D [16]

### III.2.3 Batterie lithium

Une batterie lithium-ion ou Li-ion est un type de batterie rechargeable qui utilise la réduction réversible des ions lithium pour stocker l'énergie. La cathode (électrode négative) d'une cellule lithium-ion classique est généralement du graphite fait de carbone. L'anode (électrode positive) est habituellement un oxyde de métal. L'électrolyte est habituellement un sel de lithium dans un solvant organique.

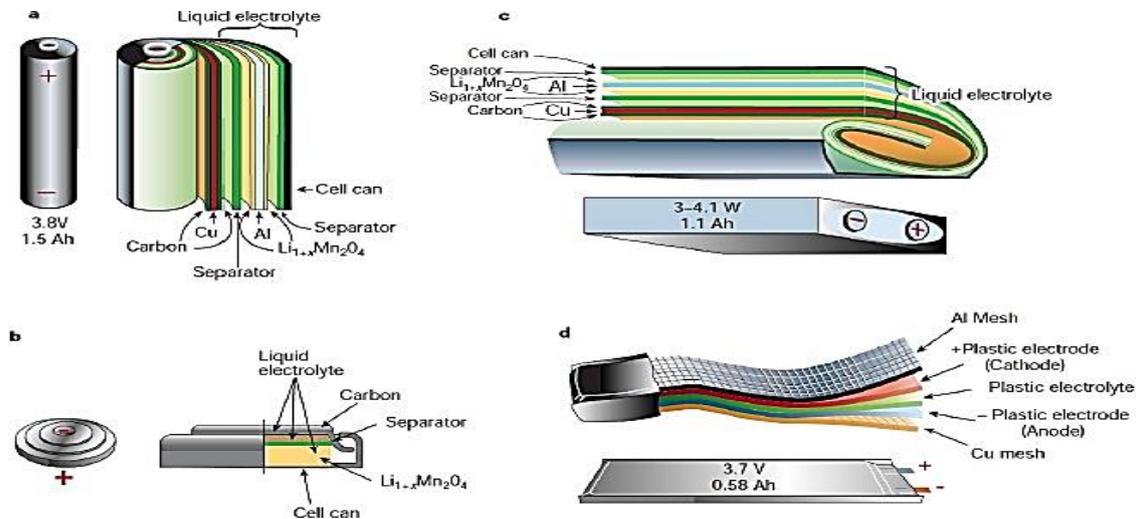


Figure III. 5: Batteries lithium [17]

C'est un type de batterie utilisée pour les applications de faible puissance, de haute fiabilité et de longue durée, telles que les horloges, les caméras et les calculatrices. Les batteries au lithium peuvent facilement supporter les demandes de courant courtes et lourdes des appareils tels que les appareils photo numériques, et elles maintiennent une tension plus élevée pendant une période plus longue que les cellules alcalines. Plus de 95 pour cent des stimulateurs cardiaques utilisent une batterie au lithium pour alimenter les systèmes de stimulation, et il a une durée de vie de 7 à 10 ans dans ces applications.

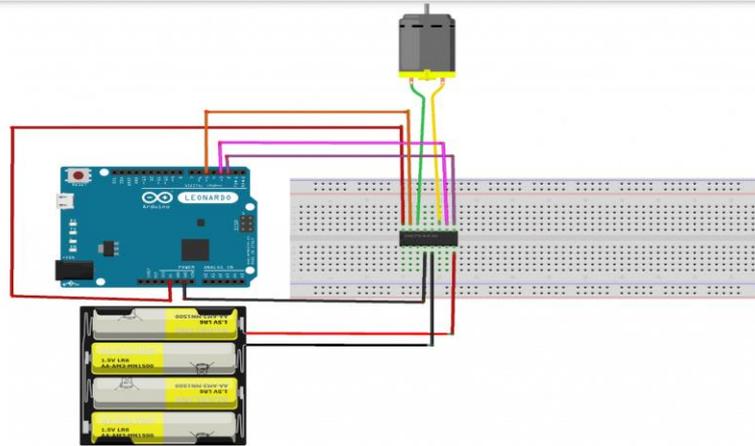


Figure III. 6: Montage de batteries lithium, une carte Arduino et un driver L293D avec un moteur DC [18]

### III.2.3.1 Chargeur de batterie lithium

TP4056 est un chargeur linéaire complet à courant constant/tension constante à cellule unique, pour batterie aux ions lithium. Le TP4056 se caractérise par son package SOP et peu de composants externes Idéal pour les applications mobiles.

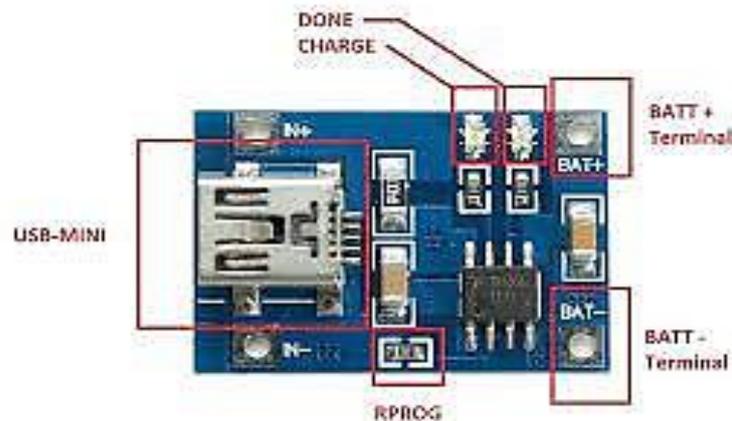


Figure III. 7: TP4056 [19]

De plus, le TP4056 convient aux alimentations d'alimentation USB et d'adaptateur. L'architecture PMOSFET interne élimine le besoin de diodes de blocage et empêche ce circuit de charge négative. Le retour thermique régule le courant de charge pour limiter la puce, sa température lors d'un fonctionnement intensif ou d'une température ambiante élevée. La tension de charge est fixée à 4,2V, le courant de charge est programmable en externe avec une seule résistance. Ce TP4056 terminera automatiquement le cycle de charge lorsque le courant de charge chute à 1/10, valeur programmée après avoir atteint la tension flottante finale [19].

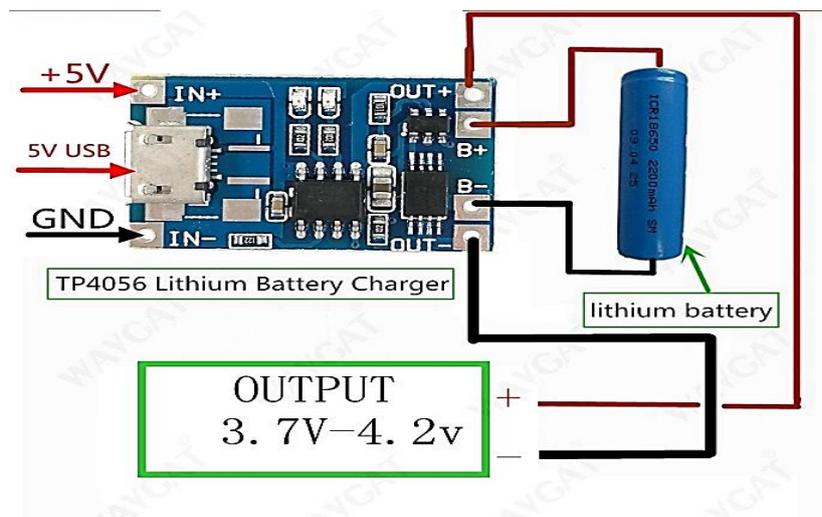


Figure III. 8: TP4056 avec une batterie lithium [20]

Les autres caractéristiques du TP4056 incluent la surveillance de l'alimentation, le verrouillage de sous-tension, la charge automatique et deux broches d'état indiquent la fin de la charge et la présence d'une tension d'entrée.

Lorsque la batterie est connectée pour la première fois, il se peut qu'il n'y ait pas de tension entre OUT+ et OUT-. À ce moment, branchez la tension 5V pour charger la batterie afin de démarrer le circuit de protection. Si la batterie est court-circuitée à B+ B-, elle doit être rechargée. Une panne de courant ou mise hors tension active le circuit de protection. Lorsque vous utilisez un chargeur de téléphone portable pour l'entrée, veuillez noter que le chargeur doit pouvoir produire plus de 1A, sinon il risque de ne pas pouvoir se charger normalement [21].

La prise MICRO USB et le pad + à côté sont des bornes d'entrée d'alimentation, connectées à 5V. B+ est connecté au pôle positif de la batterie au lithium et B- est connecté au pôle négatif de la batterie au lithium. Les OUT+ et OUT- sont connectés à la charge, comme les pôles positifs et négatifs d'une carte d'amplification de téléphone portable ou d'autres

charges. Connectez la batterie à B+ B-, insérez le chargeur de téléphone portable dans la prise USB, le voyant bleu se charge et le voyant vert est plein [21].



Figure III. 9: Chargeur de batterie lithium

#### III.2.3.4 Ecran LCD avec le module I2C

LCD signifie affichage à cristaux liquides. Fondamentalement, tous les écrans peuvent être utilisés avec Arduino, y compris l'écran LCD à caractères alphanumériques, l'écran LCD graphique monochrome, l'écran LCD TFT couleur, l'écran LCD IPS. Il peut également être utilisé pour les écrans non LCD tels que : écran PMOLED, écran AMOLED, écrans E-ink (E-paper). Orient Display a développé des écrans à interface simple (SPI, I2C) qui peuvent être facilement utilisés avec Arduino [22].

Les écrans LCD ont d'abord été utilisés pour les montres et les calculatrices. Aujourd'hui, la technologie d'affichage LCD domine le monde de l'affichage, on la trouve dans les appareils portables, les maisons intelligentes, les téléphones portables, les téléviseurs, les ordinateurs portables, les moniteurs, les kiosques, les cockpits d'avion, les appareils photo numériques, les instruments de laboratoire, le réseau électrique, etc.

L'écran LCD lui-même peut émettre de la lumière lui-même. Il doit utiliser des sources lumineuses extérieures. Le module d'affichage LCD comprend normalement un verre LCD (ou un panneau LCD), un circuit de commande LCD (peut être COG, COB ou TAB) et un rétro éclairage [23].



Figure III. 10: écran LCD 16\*2 [23]

### III.2.4.1 Module I2C [24]

Le module Inter-Integrated Circuit (I2C) est une interface série utile pour communiquer avec d'autres périphériques ou microcontrôleurs.

Ces périphériques peuvent être des EEPROM série, des pilotes d'affichage, des convertisseurs analogique-numérique, etc.

I2C\_LCD est un module d'affichage facile à utiliser, il peut faciliter l'affichage. L'utilisateur n'a besoin que de quelques lignes de code pour obtenir des graphiques complexes et des fonctionnalités d'affichage de texte.

Dans notre projet on a utilisé le **module PCF8574**, Le PCF8574/74A fournit une extension d'E/S déportées à usage général via le bus I2C bidirectionnel (horloge série (SCL), données série (SDA)). Les appareils se composent de huit ports quasi bidirectionnels, d'une interface bus I2C 100 kHz, de trois entrées d'adresse matérielle et sortie d'interruption fonctionnant entre 2,5 V et 6 V.

Le port quasi-bidirectionnel peut être assigné indépendamment comme entrée pour surveiller l'interruption d'état ou de claviers, ou comme sortie pour activer des dispositifs indicateurs tels que des LED.

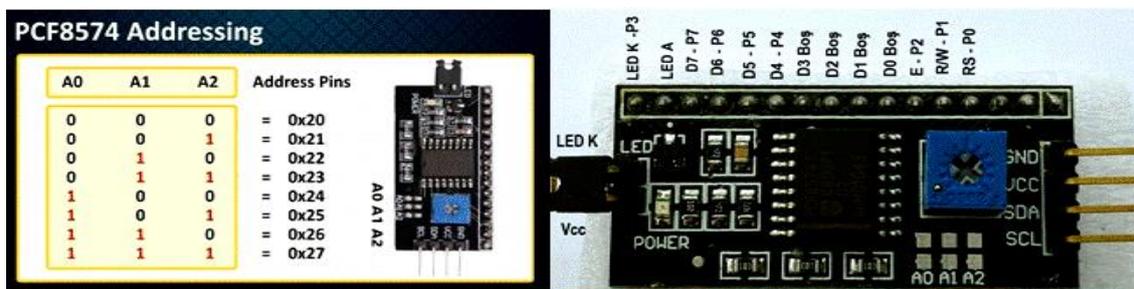


Figure III. 11: Module I2C PCF8574 [24]

Le PCF8574 et le PCF8574A sont identiques, à l'exception de la partie fixe de différentes adresses d'esclaves. Les trois broches d'adresse matérielle permettent à huit de chaque périphérique d'être sur le même bus I2C, il peut donc y avoir jusqu'à 16 de ces extensions d'E/S PCF8574/74A ensemble sur le même bus I2C, prenant en charge jusqu'à 128 E/S (par exemple, 128 LED).

La sortie d'interruption à drain ouvert BAS active (INT) peut être connectée à la logique d'interruption du microcontrôleur et est activé lorsqu'un état d'entrée diffère de son état correspondant état du registre du port d'entrée, il est utilisé pour indiquer au microcontrôleur

qu'un état d'entrée a changé et l'appareil doit être interrogé sans le microcontrôleur interrogeant en continu le registre d'entrée via le bus I2C.

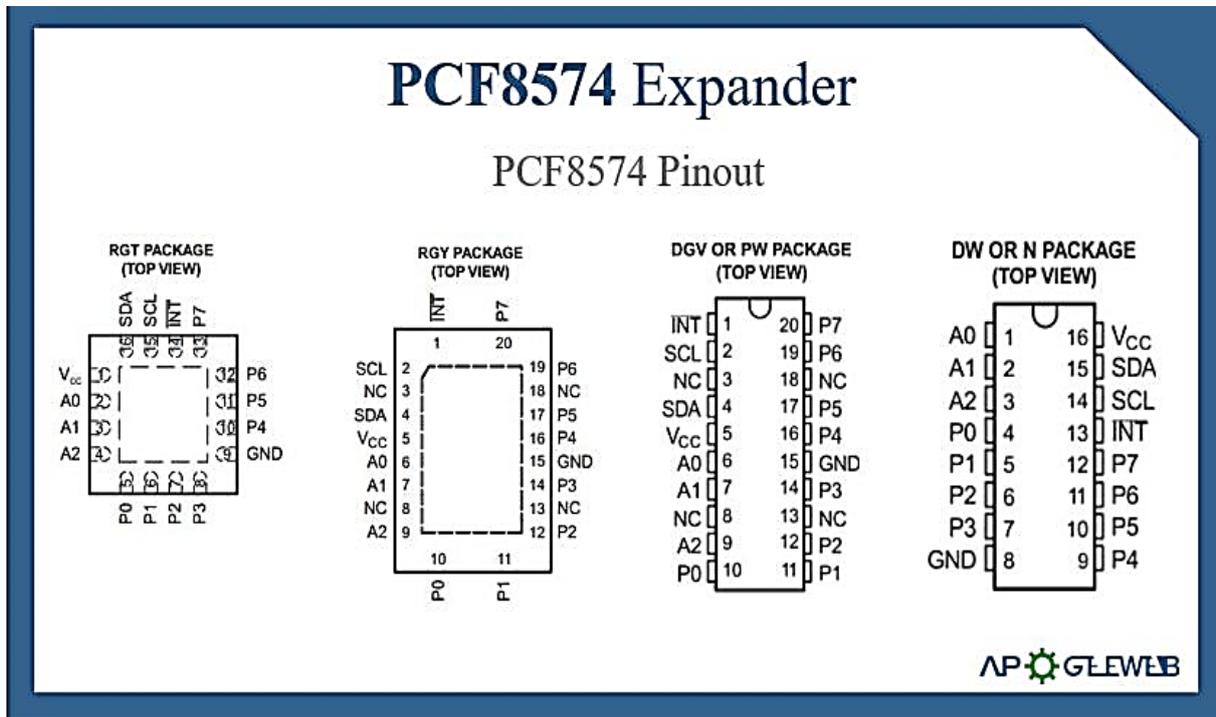


Figure III. 12: Différents circuits d'un PCF8574 [25]

Le Power-On Reset (POR) interne initialise les E/S comme entrées avec une faible source de courant pull-up 100  $\mu$ A.

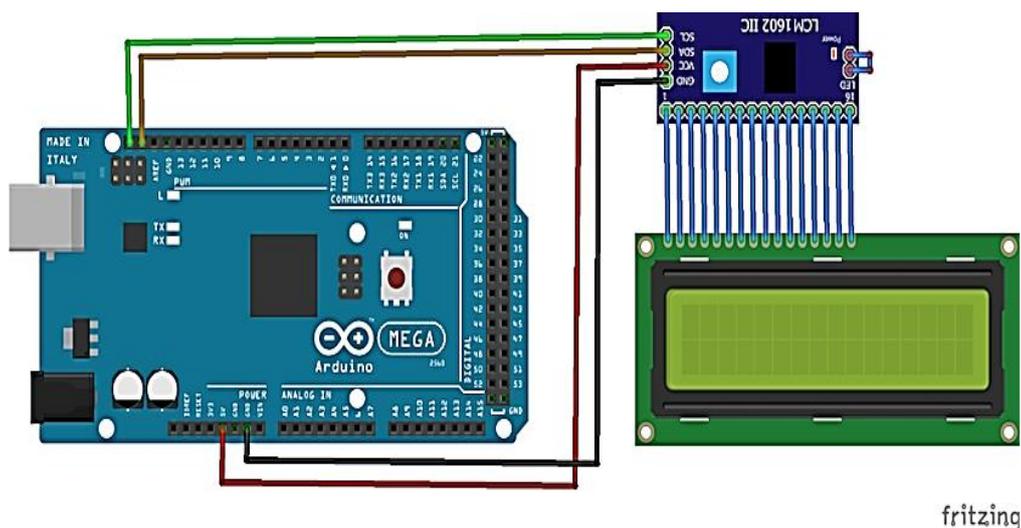


Figure III. 13: Schéma de montage d'un écran LCD avec un module I2C et une carte Arduino [26]

### III.2.5 Moteur réducteur utilisé

Moteur réducteur de robot, il a une capacité anti-interférence, il est utilisé pour les produits de jouets électriques tels que les produits électroniques de recherche scientifique, le corps de pistolet jouet à bulles, la voiture jouet à quatre roues motrices.

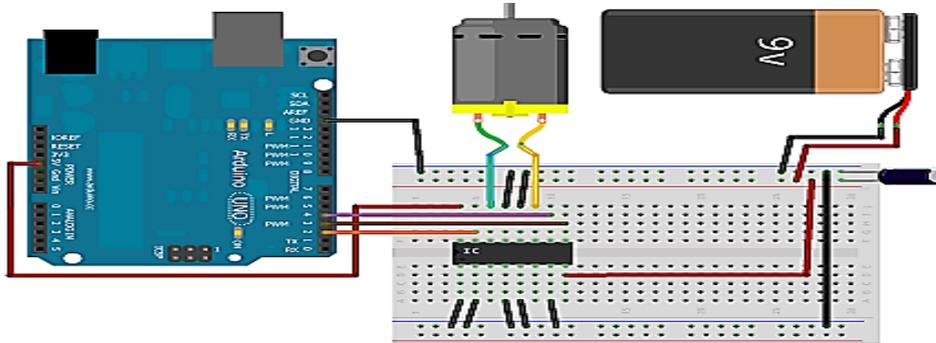


Figure III. 14: Schéma d'un moteur DC avec une carte Arduino et un driver L293D [27]

### Dimensionnement

Nous calculons la masse de la cabine et de la charge moins celle du contrepoids pour connaître la charge que le moteur doit mettre en mouvement :

$$(\text{Masse de la cabine}) + (\text{Masse de la charge}) - (\text{Masse du contrepoids}) = \text{Masse total}$$

$$0.330 \text{ kg} + 0.300 \text{ kg} - 0.330 \text{ kg} = 0.300 \text{ kg}$$

La force est donnée par la formule suivante :

$$F = m \times g \tag{III.1}$$

$$0.300 \times 9.81 = 2.943 \text{ N}$$

La puissance nécessaire au moteur pour supporter la charge de l'ascenseur:

La puissance = la force x la vitesse

$$P = F \times V \tag{III.2}$$

$$\text{La vitesse} = (250 \text{tr/min sur un rayon de } 1 \text{cm}) = 0.261 \text{m/s}$$

$$P = 2.943 \times 0.261 = 0.768 \text{ Watt}$$

Donc nous avons besoin d'un moteur qui a une puissance égale ou supérieure à 0.768 Watt.

Moteur à engrenages que nous avons choisi possède donc ses caractéristiques sa tension de fonctionnement est de 3V jusqu'à 12V DC par contre la valeur recommandée est entre 6 à 8V, son couple maximum pour 3V est 800 g.cm, sa vitesse sans charge à 3V est 170 révolutions par minute ou tour par minute son courant de charge est 70mA (250mA MAX) et son rapport de réduction est de 1.48.

C'est le moteur qui convient à notre utilisation car sa puissance dépasse celle dont on a besoin avec une alimentation de 10V de tension et 100 mA de courant on aura 1 Watt [28].

### III.2.6 Poulie

Une poulie est un dispositif de base ou une machine faite d'une roue avec une jante qu'un cordon ou une corde s'adapte autour. La roue et l'essieu d'une poulie facilitent le levage d'objets lourds avec la corde ou bien une courroie.



Figure III. 15: Poulie GT3 [29]

Dans notre projet nous avons utilisé deux poulies de synchronisation GT3 pour arbre de 6.35 mm de diamètre elle sert à tendre les courroies de type GT3, de largeur 15 mm et elle est faite d'aluminium [29].



Figure III. 16: Poulie avec un moteur DC [30]

### III.2.7 Capteur de position (mouvement)

Le capteur de position est un dispositif qui peut détecter le mouvement d'un objet et le convertir en signaux adaptés au traitement, à la transmission ou au contrôle. Il existe plusieurs types de ce capteur qu'on peut utiliser dans notre projet.

### III.2.8 Capteur d'obstacles et de proximité

Un capteur d'obstacles se compose d'un émetteur et récepteur infrarouge aussi d'un potentiomètre. Selon le caractère de cet objet, s'il n'y a pas d'obstacle, le rayon infrarouge émis s'affaiblira avec la distance qu'il s'étend et disparaît finalement. S'il y a un obstacle rencontré par les rayons infrarouges, les rayons seront réfléchis vers le récepteur infrarouge. Puis le récepteur détecte le signal et confirme la présence d'un obstacle devant.

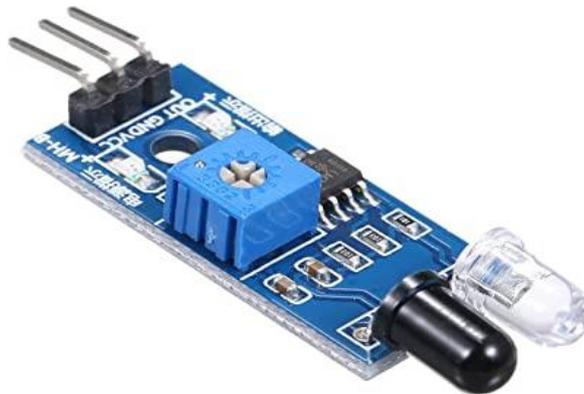


Figure III. 17: Capteur de proximité [31]

### III.2.9 Capteur magnétique à ampoule reed

Un capteur magnétique reed est composé d'un élément sensible qui réagit à un champ magnétique. Pour contrôler ce capteur il faut utiliser un aimant dans la cabine et quand la cabine passe devant lui, il détecte le champ magnétique et le circuit se ferme pour que le courant passe.



Figure III. 18: Capteur magnétique [32]

### III.2.10 Interrupteur de fin de course

En électrotechnique, un interrupteur de fin de course est un interrupteur qui est actionné par le mouvement d'une pièce de machine ou la présence d'un objet. Ils sont utilisés pour contrôler des machines dans le cadre d'un système de contrôle, comme un verrouillage de sécurité ou pour compter des objets à travers un point.

Un interrupteur de fin de course est un dispositif électromécanique constitué d'un actionneur relié mécaniquement à un ensemble de contacts.

Lorsqu'un objet touche l'actionneur, le dispositif actionne les contacts pour établir ou rompre la connexion électrique. Les interrupteurs de fin de course sont utilisés dans une variété d'applications et d'environnements en raison de leur robustesse, de leur facilité d'installation et de leur fonctionnement fiable. Ils peuvent déterminer la présence ou l'absence, le passage, l'emplacement et la fin du mouvement des objets.



Figure III. 19: Interrupteur de fin de course [33]

### III.2.11 Led [34]

La LED (Light Emitting Diode), également appelée DEL (Diode électroluminescente) en français et SSL (Solid State Lighting) en anglais, est un type de diode (dispositif qui contrôle un courant électrique pour qu'il ne puisse circuler que dans une seule direction) qui produit de la lumière.

La première LED a été créée en 1962. Son inventeur est Nick Holonyak junior. Elles sont devenues plus accessibles au grand public à la fin des années 1960.

Ce n'est qu'en 1990, lorsque Shuji Nakamura a développé la première LED bleue, qu'il a été possible de générer de la lumière blanche (basée sur un mélange de lumière rouge, verte et bleue ou en ajoutant du phosphore jaune à la lumière bleue).

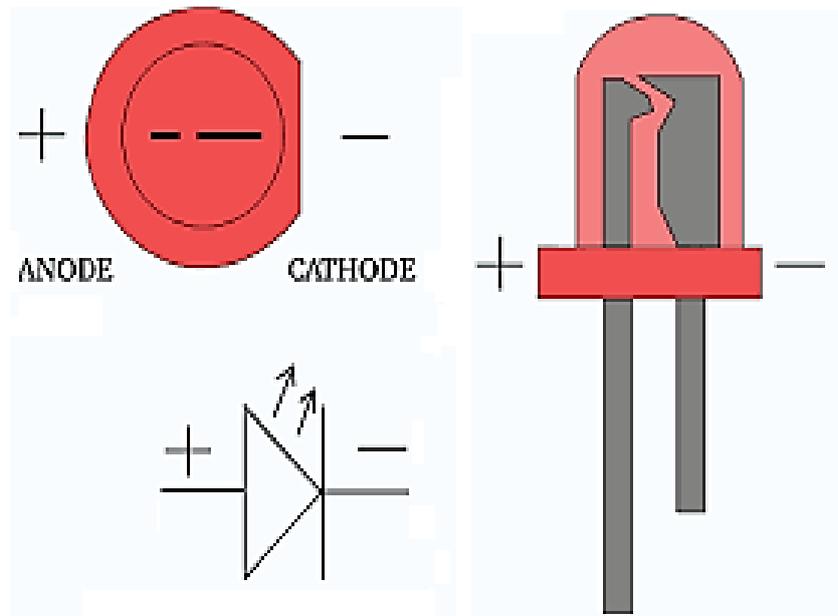


Figure III. 20: schéma d'une led [34]

Dans notre projet nous avons utilisée des LED avec les couleurs jaune et rouge et vert, avec une longueur d'onde de 627 nm et une forme de 10 mm, son angle de diffusion est 60°, sa température de service est entre -40°C et +85 °C.

### Valeurs électriques

/	Led rouge	Led verte	Led jaune
Tension (V)	2.5	3-3.2	3-3.2
Courant (mA)	20	20	20
Résistance (Ohm)	125	160	160
Puissance (W)	0.05	0.064	0.064

### III.3 Conception de l'ascenseur sur SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) largement utilisé dans le domaine de l'ingénierie et de la conception mécanique. Il permet aux ingénieurs et aux concepteurs de créer des modèles 3D précis, de réaliser des simulations et de générer des dessins techniques. Grâce à son interface conviviale et à ses fonctionnalités avancées, SolidWorks facilite la création, la modification et l'analyse de composants et d'assemblages, permettant ainsi d'accélérer le processus de conception et de favoriser l'innovation.

#### III.3.1 Conception du moteur-réducteur sur SolidWorks

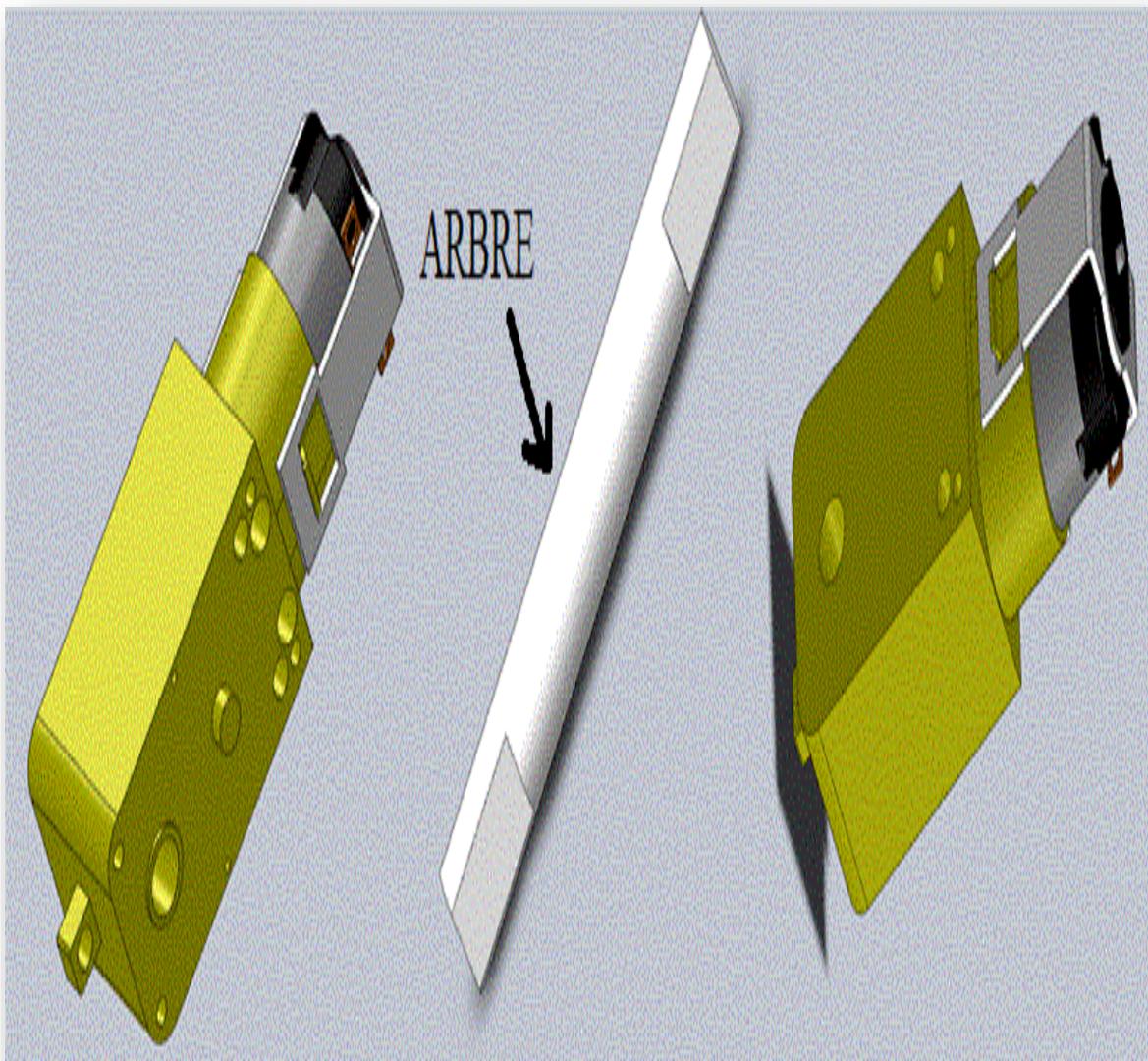


Figure III. 21: Schéma d'un moteur à engrenages sur SolidWorks

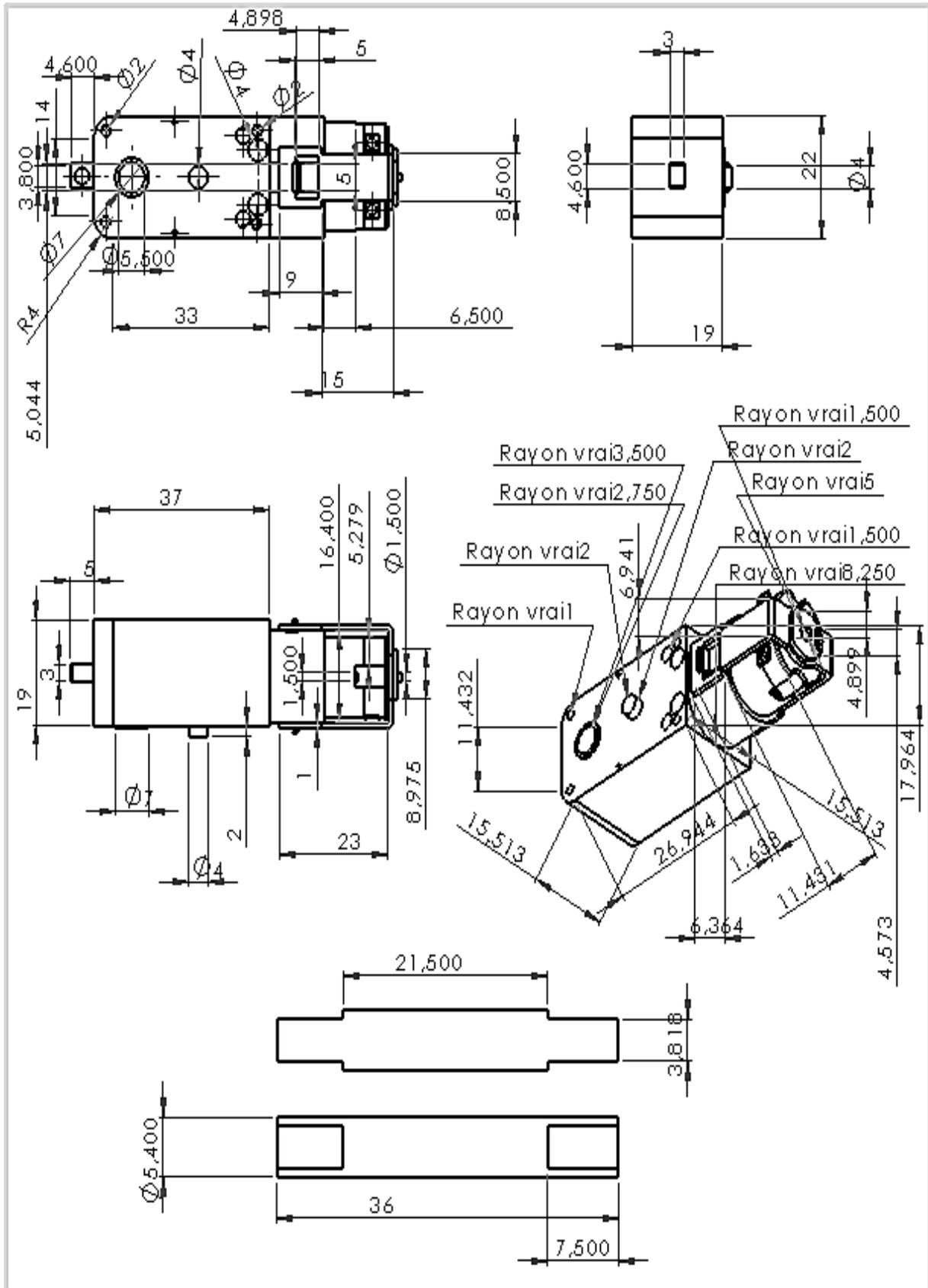


Figure III. 22: Dessin technique d'un moteur réducteur sur SolidWorks

III.3.2 Conception de la bâtisse de l'ascenseur sur SolidWorks

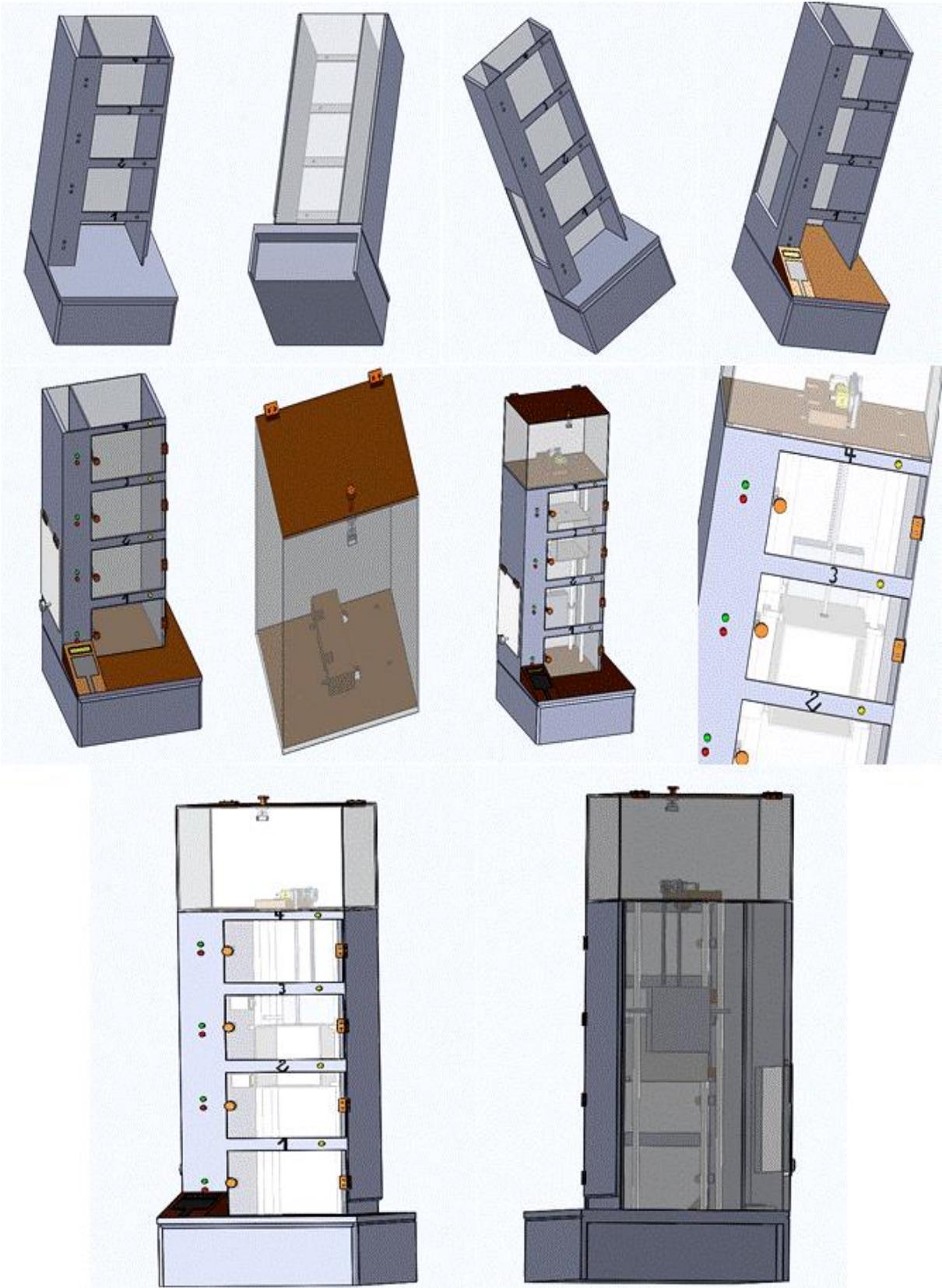


Figure III. 23: Maquette d'ascenseur sur SolidWorks

### III.3.3 Réalisation

Pour réaliser ce projet, nous avons utilisé une variété d'outils, dont une scie, une tronçonneuse, une perceuse, des tournevis, des pinces, un fer à souder, un pistolet à colle et des pinceaux. De plus, nous avons appliqué de la peinture sur le bois et utilisé du verre ainsi que du plexiglas pour les portes. Les composants ont été assemblés avec de la colle, et les portes ont été fixées à l'aide de vis.

#### A- Partie mécanique



Figure III. 24: Réalisation de la partie mécanique

#### B- Partie électronique

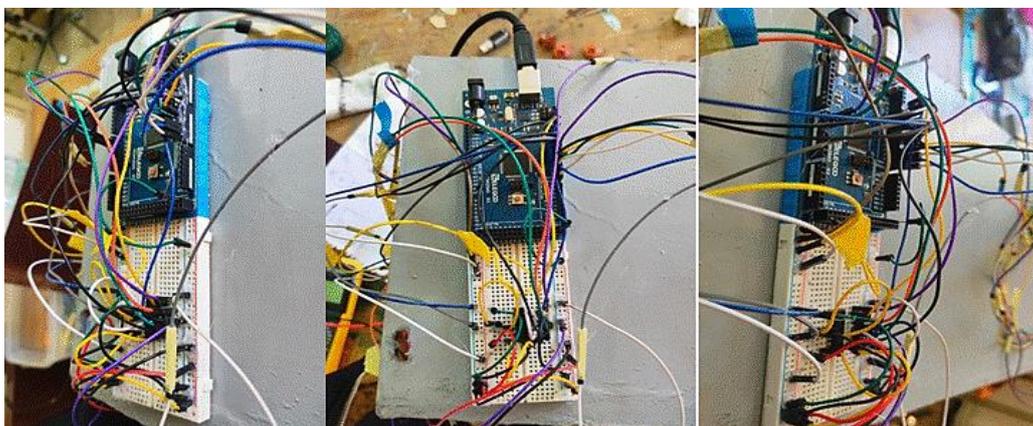


Figure III. 25: Réalisation de la partie électronique

### Circuit de la partie commande de notre ascenseur sur Tinkercad

Tinkercad est une plateforme de modélisation 3D en ligne conçue pour les débutants et les amateurs de conception. Elle offre des outils simples et intuitifs pour créer des modèles 3D, des circuits électroniques et des simulations. Tinkercad permet aux utilisateurs d'explorer et de développer leur créativité en concevant des prototypes virtuels, facilitant ainsi l'apprentissage et l'expérimentation dans les domaines de la modélisation et de l'électronique.

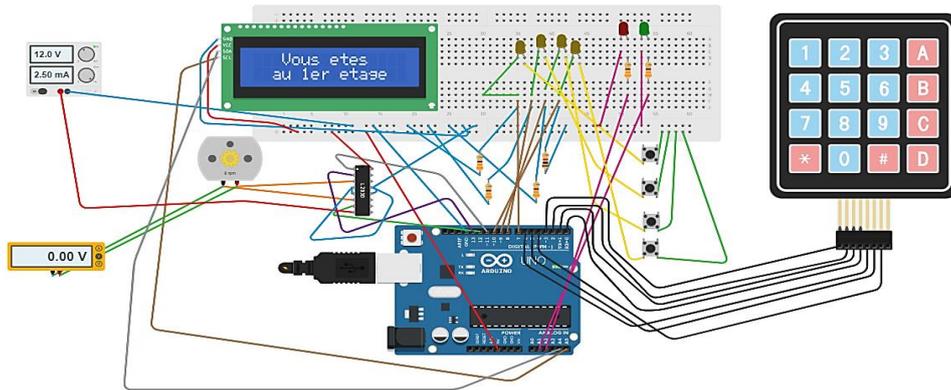


Figure III. 26: Schéma de la partie commande

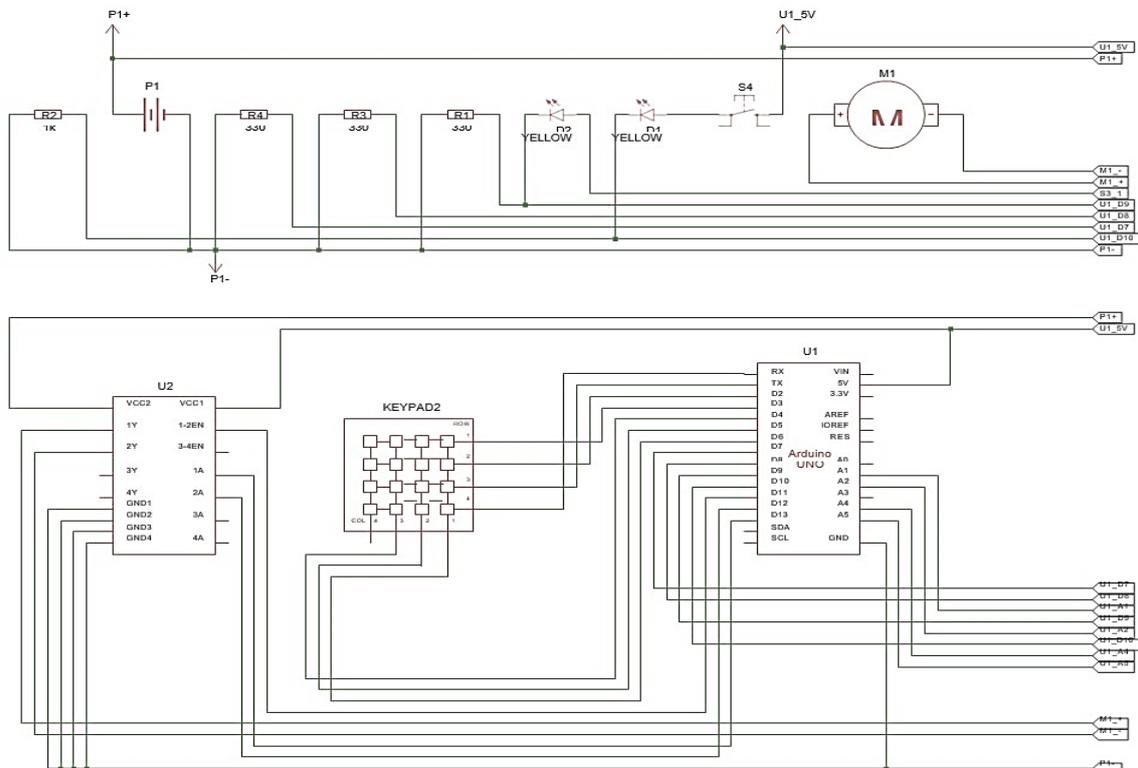


Figure III. 27: Première partie de circuit détaillé de la partie commande

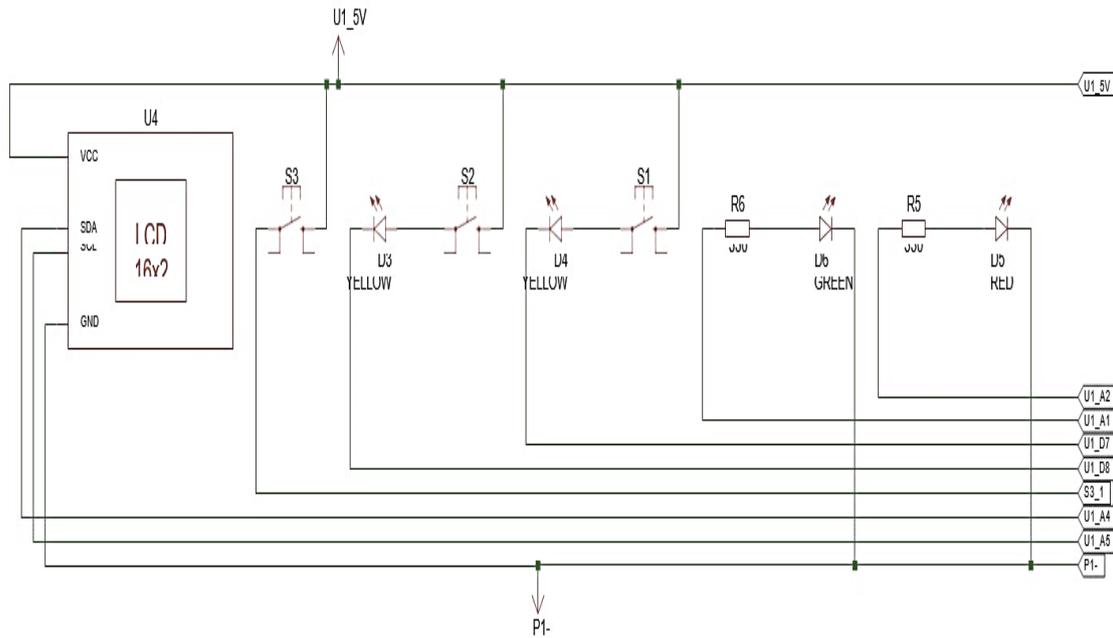


Figure III. 28: Deuxième partie de circuit détaillé de la partie commande

**Résultat final**

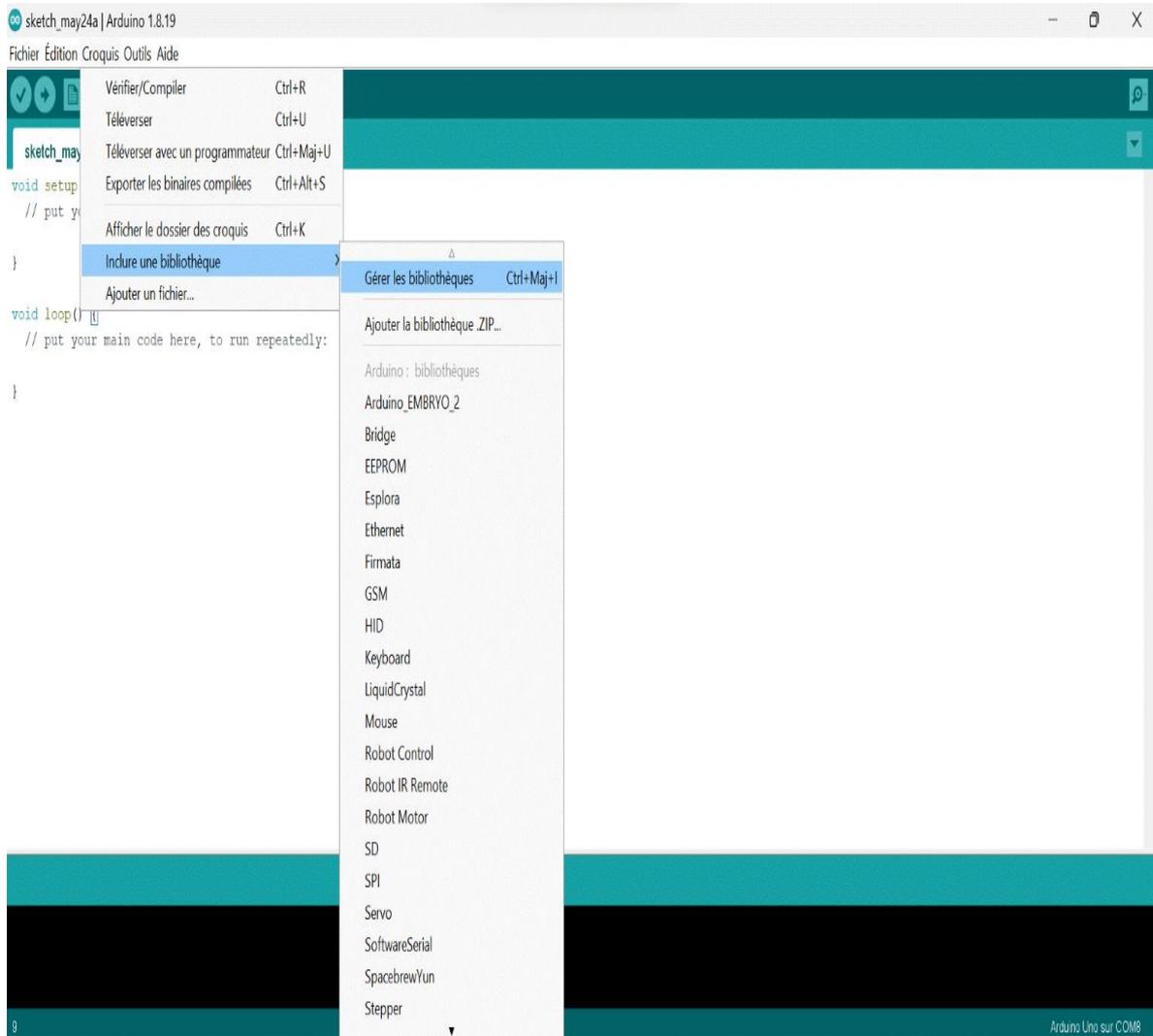


Figure III. 29: Ascenseur à base d'Arduino

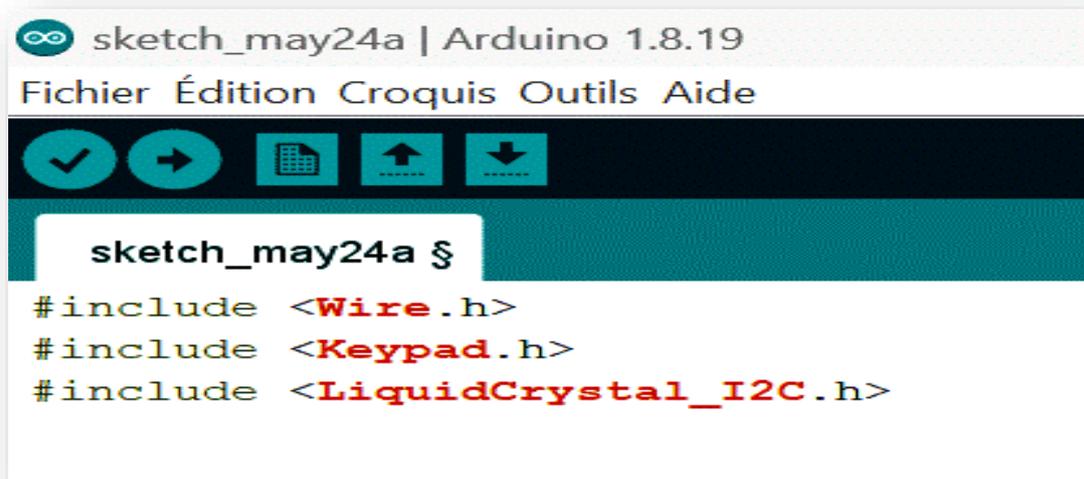
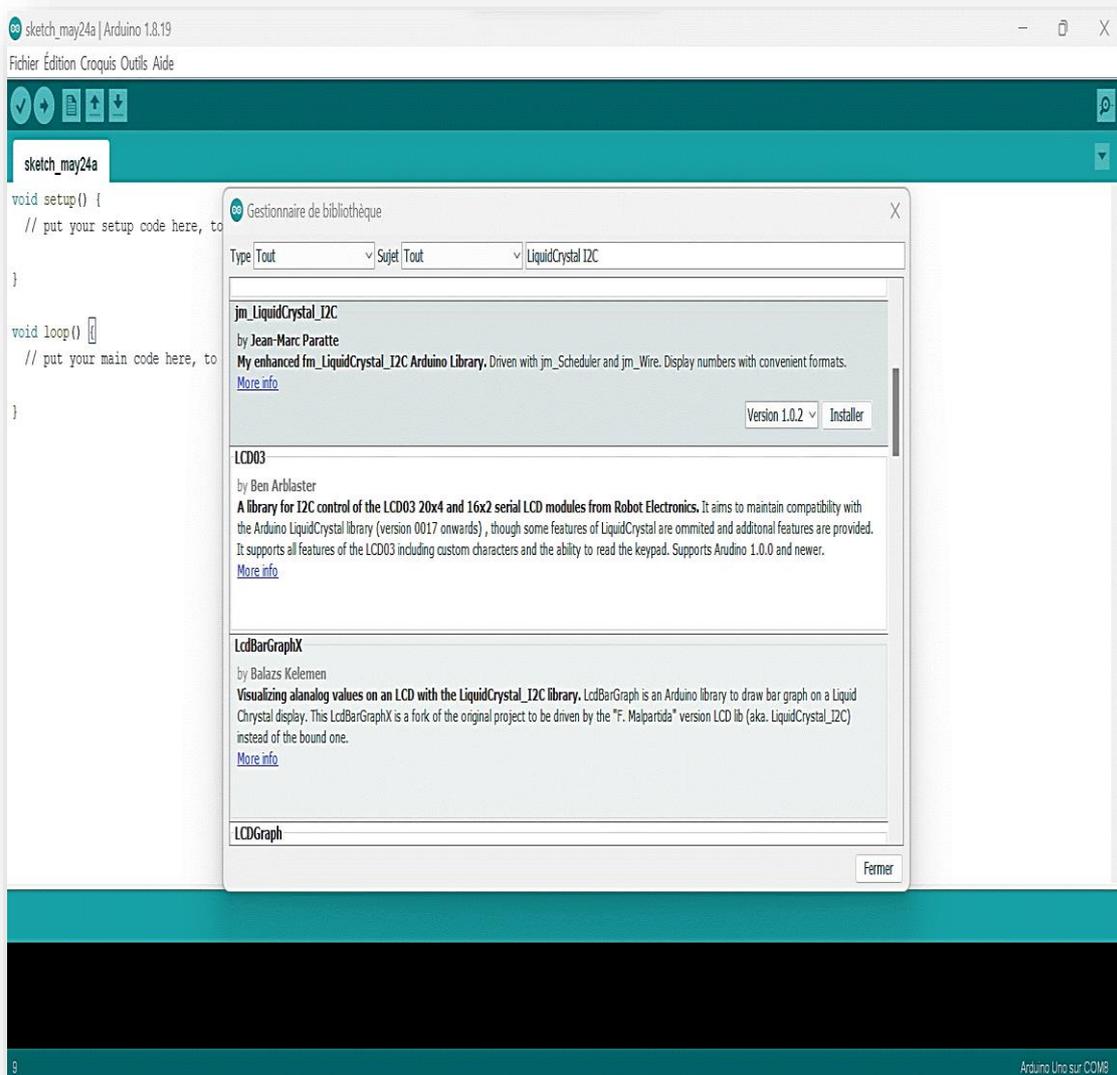
### III.3.4 Programmation

Tout d'abord nous avons installé le logiciel Arduino sur notre pc, nous avons lancé le logiciel et après nous avons passé à :

#### A-Installation de la bibliothèque nécessaire



La première est celle de l'I2C (`#include <Wire.h>`), Cette fonction permet d'initialiser la transmission à destination de l'esclave dont l'adresse est passée en paramètre, puis nous ajoutons celle du pavé numérique (`#include <Keypad.h>`) qui permet de gérer une matrice de boutons de n'importe quelle taille et finalement on ajoute celle de l'afficheur LCD avec son module I2C (`#include <LiquidCrystal_I2C.h>`) pour pouvoir utiliser l'afficheur LCD.

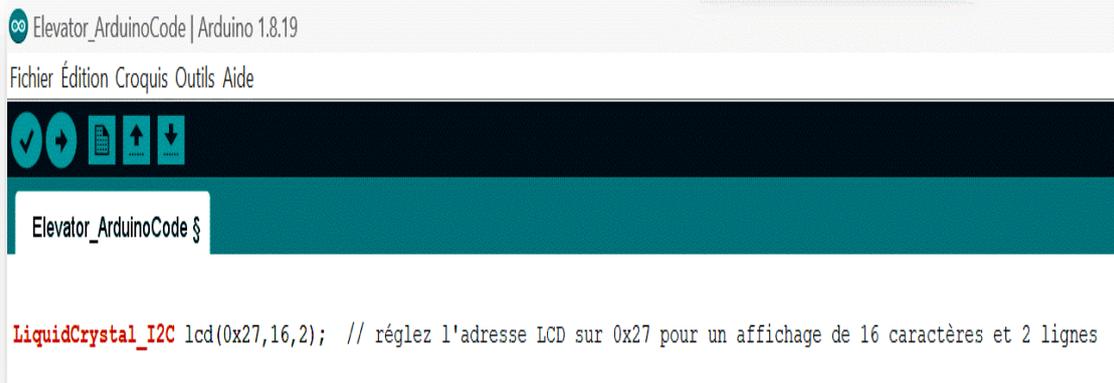


## B-Déclaration des variables

Nous allons commencer par la définition des paramètres du clavier.

```
//definir les parametres du clavier
const byte ROWS = 4; //nombre de lignes du clavier
const byte COLS = 3; //nombre de colonnes du clavier
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'} };
byte rowPins[ROWS] = {3, 2, 1, 0}; //se connecter aux broches de rangée du clavier
byte colPins[COLS] = {6, 5, 4}; //se connecter aux broches de colonne du clavier

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );//fin de la définition du clavier
```



```
Elevator_ArduinoCode | Arduino 1.8.19
Fichier Édition Croquis Outils Aide
Elevator_ArduinoCode $
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // réglez l'adresse LCD sur 0x27 pour un affichage de 16 caractères et 2 lignes
```

Puis les paramètres de l'afficheur LCD

Consécutivement nous allons déclarer les variables (étage actuel) et (étage demandé) qui indiquent l'état actuel de l'ascenseur et l'étage demandé auquel l'ascenseur doit se rendre respectivement, postérieurement, nous allons déclarer les interrupteurs de fin de course (capteur 1, 2, 3,4) qui indiquent la présence de l'ascenseur à n'importe quel étage, puis les indicateurs LED pour descendre/monter à l'aide d'une broche Analogue en mode numérique (LEDB/LEDH), après tout ça nous allons déclarer aussi les broches du moteur (MotorPin1/ MotorPin2/ Motor Speed), en fin nous allons ajouter la variable (mot de passe) pour définir le mot de passe pour l'authentification au 3<sup>ème</sup> étage.

```
char EtageActuel ; // indiquer l'état actuel de l'ascenseur 1 signifie 1er étage
char EtageDemandee; // l'étage demandé auquel l'ascenseur doit se rendre. 0 signifie aucune demande

//capteurs (interrupteurs de fin de course) à chaque porte pour s'assurer que le plancher spécifié est accessible par l'ascenseur.
byte Capteur1=7; // fin de course de 1er étage
byte Capteur2=8; // fin de course de 2eme étage
byte Capteur3=9; // fin de course de 3eme étage
byte Capteur4=10; // fin de course de 4eme étage
byte LEDH = A1; //indicateur led pour monter à l'aide d'une broche analog en mode numérique
byte LEDB = A2; // indicateur led pour descendre à l'aide d'une broche analog en mode numérique

// déclarer les broches du moteur
byte MotorPin1 = 12;
byte MotorPin2 = 13;
byte MotorSpeed = 11; //utilisez la broche (11) PWM(Pulse Width Modulation)ou en français MLI(Modulation de Largeur d'Impulsions) pour régler la vitesse du moteur
char motdepasse[] = {'7', '8', '9'}; //mot de passe pour l'authentification au 3ème étage
```

### C- Initialisation et configuration des entrées/sorties (la fonction setup ())

Dans cette partie nous allons initialiser et configurer les entrées et sorties qui s'exécute une seule fois, donc nous allons commencer par l'initialisation de l'écran LCD puis les broches du moteur en sortie et affecter les capteurs d'accès au sol comme entrée, ensuite nous assignons les leds des indicateurs comme sortie.

```
void setup()
{
  // initialiser le lcd
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  pinMode(MotorPin1, OUTPUT); // initialiser les broches du moteur en sortie
  pinMode(MotorPin2, OUTPUT);
  pinMode(MotorSpeed, OUTPUT);
  pinMode(Capteur1, INPUT); // affecter les capteurs de fin de course comme entrée
  pinMode(Capteur2, INPUT);
  pinMode(Capteur3, INPUT);
  pinMode(Capteur4, INPUT);
  pinMode(LEDH, OUTPUT); // assigner les leds des indicateurs comme sortie.
  pinMode(LEDDB, OUTPUT);
}
```

Alors nous allons initialiser la statue du moteur, puis nous devons éteindre l'indicateur LED de mouvement pour aucun mouvement et initialiser l'ascenseur pour que la cabine soit au premier étage.

```
digitalWrite(MotorPin1, LOW); //initialiser la statue du moteur
digitalWrite(MotorPin2, LOW);
digitalWrite(MotorSpeed, 0);
digitalWrite(LEDH, LOW); //éteindre l'indicateur LED de mouvement pour aucun mouvement
digitalWrite(LEDDB, LOW);
EtageActuel = '1'; EtageDemandee=-1;
}
```

### D-L'exécution en boucle (la fonction loop ())

Tout d'abord nous allons commencer par l'affichage d'un message sur l'écran LCD pour indiquer l'étage actuel de l'ascenseur, puis écouter les demandes d'étage et vérifier si une touche valide a été enfoncée, la void loop s'exécute à l'infini.

```
void loop()
{

  EtageActuel = verifierEtageActuel();
  // afficher un message sur l'écran LCD pour indiquer l'étage actuel de l'ascenseur
  printEtageActuel();

  //écouter les demandes d'étage.
  EtageDemandee = keypad.getKey();

  // vérifier si une touche valide a été enfoncée
  if ((EtageDemandee == '1' || EtageDemandee == '2' || EtageDemandee == '3' || EtageDemandee == '4' ))
  {
    manipulerlarequete(); // exécuter la fonction pour manipuler la requête.
  }
}
```

### E-Déplacement de l'ascenseur en fonction de l'étage demandé (void manipulerlarequete ())

Nous allons commencer par l'étage que nous avons sécurisé, si vous demandez le 3<sup>ème</sup> étage vous devez authentifier l'utilisateur, réinitialiser la demande et terminer si le mot de passe est erroné.

```
void manipulerlarequete() //fonction utilisée pour déplacer l'ascenseur en fonction de l'étage demandé.
{
  //authentifier l'utilisateur si vous demandez le 3ème étage
  if(EtageDemandee == '3')
  {
    if (!verifierlemotdepasse ()) // réinitialiser la demande et terminer si le mot de passe est erroné
    {
      EtageDemandee = -1; // demandes de réinitialisation
      return ; // fin de l'exécution de la fonction.
    }
  }
}
```

Puis nous mettons les conditions et les instructions nécessaires que la carte Arduino doit exécuter si vous demandez un étage supérieur ou inférieur.

```

if( EtageDemandee > EtageActuel ) // si vous demandez un étage supérieur
{
  while(EtageDemandee > EtageActuel) // ne pas casser jusqu'à atteindre la destination
  {
    up(); // monter tant que le EtageActuel < EtageDemandee

    digitalWrite(LEDH, HIGH); // allumer le voyant LED vert qui monte
    EtageActuel = verifierEtageActuel(); //mettre à jour l'étage actuel atteint en vérifiant les capteurs tout en se déplaçant.
    printEtageActuel();// afficher l'état de l'étage actuel atteint

    ///// interruption de la demande d'étage lors de la montée
    char nouveauEtgDemandee = keypad.getKey(); // obtenir la demande d'interruption d'étage
    // si la demande d'interruption d'étage est valide
    if ( nouveauEtgDemandee > EtageActuel && nouveauEtgDemandee < EtageDemandee )
      EtageDemandee = nouveauEtgDemandee; //si valide, changez la destination.
  }
}

```

```

else if( EtageDemandee < EtageActuel ) //si vous demandez l'étage inférieur
{
  while( EtageDemandee < EtageActuel ) // ne pas casser jusqu'à atteindre la destination
  {
    down(); //descendre pendant que EtageActuel > EtageDemandee

    digitalWrite(LEDH, HIGH); // Allumez le voyant LED ROUGE descendant
    EtageActuel = verifierEtageActuel(); //mettre à jour l'étage actuel atteint en vérifiant les capteurs tout en se déplaçant
    printEtageActuel(); // afficher l'état de l'étage actuel atteint

    ///// interruption de la demande d'étage lors de la montée
    char nouveauEtgDemandee = keypad.getKey(); //obtenir la demande d'interruption d'étage

    if ( nouveauEtgDemandee < EtageActuel && nouveauEtgDemandee > EtageDemandee )
      EtageDemandee = nouveauEtgDemandee; //si valide, changez la destination.

  }
}
// fin de la demande d'étage

```

Et pour l'arrêt de la cabine ou bien du moteur :

```
stop(); // arrête de bouger
digitalWrite(LEDH, LOW);
digitalWrite(LEDDB, LOW);
EtageDemandee = -1; // demandes de réinitialisation
}
```

Pour remonter et descendre l'ascenseur (sens du moteur vers l'avant et l'arrière respectivement) :

```
void up()//remonter l'ascenseur (sens du moteur vers l'avant)
{
  digitalWrite(MotorPin1, HIGH);
  digitalWrite(MotorPin2, LOW);
  analogWrite(MotorSpeed, 150); // rouler en tours par minute
}

void down()//descendre l'ascenseur (sens du moteur vers l'arrière)
{
  digitalWrite(MotorPin1, LOW);
  digitalWrite(MotorPin2, HIGH);
  analogWrite(MotorSpeed, 150); // rouler en tours par minute
}
```

Cette fonction est pour stopper le moteur si nous le demandons ou bien si la cabine est arrivée à sa destination.

```
void stop()
{
  digitalWrite(MotorPin1, LOW);
  digitalWrite(MotorPin2, LOW);
  analogWrite(MotorSpeed, 0); }
```

Dans cette étape nous passerons une demande à notre carte Arduino d'exécuter notre instruction qui demande de vérifier le plancher de courant atteint en vérifiant les interrupteurs de fin de course à chaque étage et renvoie la valeur actuelle.

```

char verifierEtageActuel()//vérifier le plancher de courant atteint en vérifiant les interrupteurs de fin de course à chaque étage et renvoie la valeur actuelle
{
  if( digitalRead(Capteur1))
    return '1';
  else if( digitalRead(Capteur2))
    return '2';
  else if( digitalRead(Capteur3))
    return '3';
  else if( digitalRead(Capteur4))
    return '4';
  else
    return EtageActuel; // aussi verrouiller le 3 éme étage
}

```

Pour effectuer l'authentification et renvoyer true si authentifié et suivre l'étape qu'il faut pour demander à l'utilisateur d'entrer le mot de passe et aussi d'afficher tout ça sur l'écran LCD nous devons écrire cette fonction dans notre programme.

```

bool verifierlemotdepasse()//effectuer l'authentification et renvoyer true si authentifié
{ lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Entrer le mot de passe!");

  byte compteur = 0;
  char pass[3]; // tableau de mot de passe temporaire pour stocker le mot de passe saisi

  while(compteur < 3) // écoute le clavier
  {
    char cle = keypad.getKey();
    if(cle)
    {
      pass[compteur] = cle; // stocker le chiffre du mot de passe d'entrée temporaire.

      lcd.setCursor(compteur,1);
      lcd.print(cle); // afficher le chiffre saisi par l'utilisateur sur l'écran LCD
      delay(300);

      lcd.setCursor(compteur,1);
      lcd.print('#'); // masquer le chiffre saisi après un certain temps avec un dièse.

      compteur++;
    }
  }
}

```

```
for (int i=0; i<sizeof(pass); i++)
if (pass[i] != motdepasse[i]) // si un élément annule la sortie d'égalité.
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Mauvais mot de passe");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("redemander l'étage");
    delay(500);
    lcd.clear();

    return false;
}

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Authentifie");
delay(500);
lcd.clear();
return true; //renvoie vrai si tous les éléments sont égaux.
}
```

Et à la fin de notre programme nous ajoutons la fonction d'aide à l'affichage LCD pour savoir dans quel étage nous étions comme suit :

```
void printEtageActuel() //fonction d'aide à l'affichage lcd
{
    lcd.setCursor(3,0);lcd.print("Vous etes");
    lcd.setCursor(2,1);

    if(EtageActuel == '1')lcd.print("au " + String(EtageActuel) + "er etage");
    if(EtageActuel == '2')lcd.print("au " + String(EtageActuel) + "eme etage");
    if(EtageActuel == '3')lcd.print("au " + String(EtageActuel) + "eme etage");
    if(EtageActuel > '3')lcd.print("au " + String(EtageActuel) + "eme etage");}

//fin de programme
```

## Quelques photos prises lors de l'essai

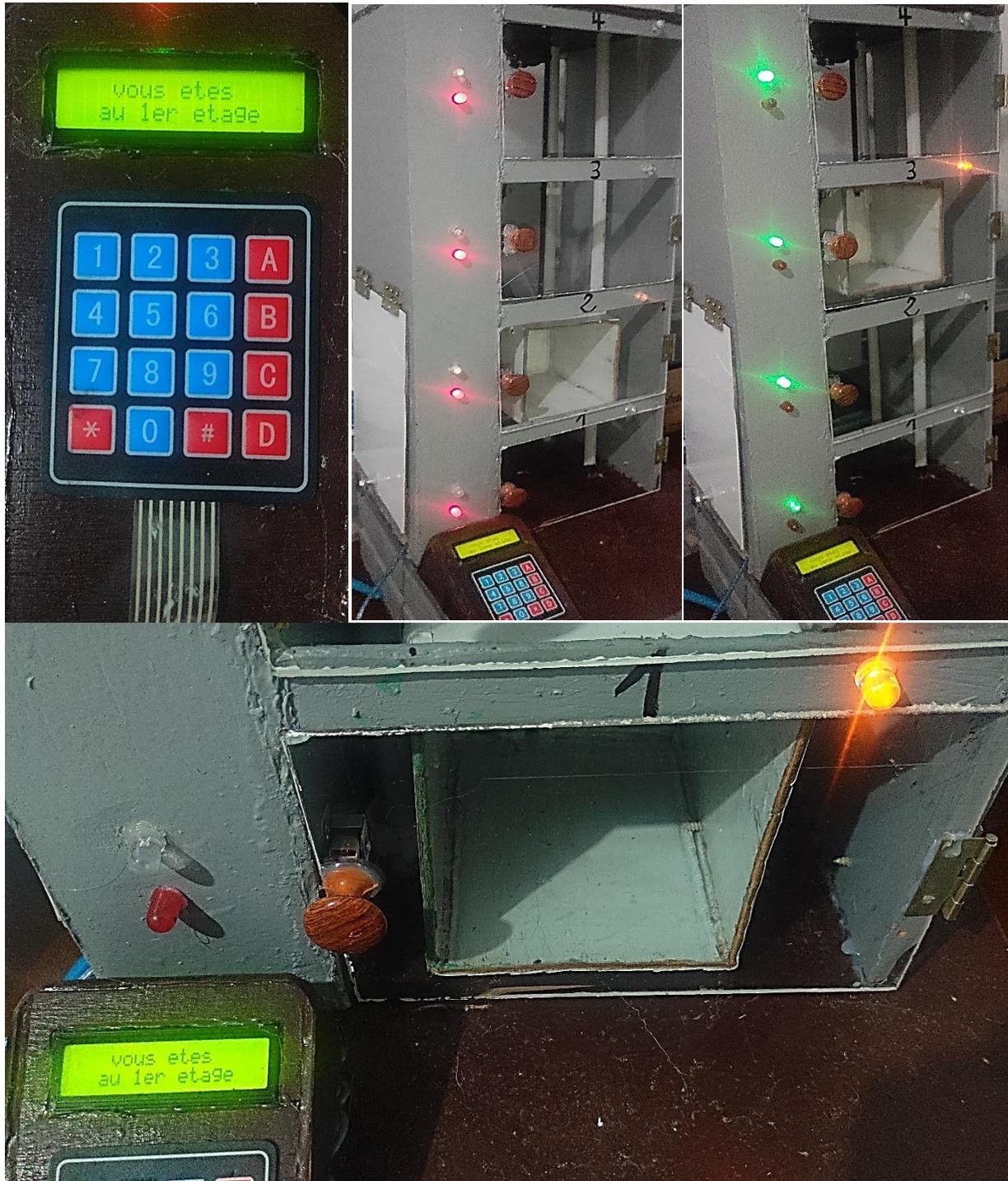


Figure III.30: Déplacement de la cabine et l'affichage de sa position



Figure III.31: Insertion du mot de passe pour l'étage verrouillé

### III.4 Conclusion

À la fin de ce chapitre consacré à la conception et à la construction d'une maquette d'ascenseurs, nous pouvons dire que grâce à ce projet, nous avons acquis une connaissance approfondie des fondements techniques de cette technologie importante. De la conception initiale à la réalisation finale, nous avons relevé de nombreux défis nécessitant une approche multidisciplinaire combinant les disciplines du génie mécanique, électrique et informatique.

L'examen des différents composants de l'ascenseur, y compris le système d'entraînement, les câbles, les moteurs et les dispositifs de sécurité, nous a permis de comprendre l'ingéniosité et la complexité derrière chaque mouvement fluide dans la cabine. Chaque décision de conception et chaque choix de matériau ont eu un impact direct sur les performances et la fiabilité de nos modèles d'ascenseurs.

Lors de la création de ce modèle, nous avons également été confrontés à des défis pratiques tels que la gestion de l'espace, l'optimisation des ressources et l'exploration de solutions innovantes. Ces défis ont stimulé notre créativité et notre capacité à résoudre des problèmes complexes et nous ont préparés aux défis du monde réel.

Enfin, le projet nous a permis d'envisager l'avenir de la mobilité verticale. En observant les progrès actuels dans les ascenseurs, tels que les systèmes de contrôle intelligents, nous reconnaissons le potentiel d'amélioration continue de cette technologie importante pour la société moderne.

# Conclusion générale

En conclusion, ce mémoire de fin d'étude a porté sur l'étude, la conception et la réalisation d'une maquette d'ascenseur, mettant en lumière les aspects essentiels de ce processus complexe. Grâce à une approche méthodique et à l'application de connaissances théoriques et pratiques, nous avons pu explorer en détail les généralités sur les ascenseurs, l'utilisation de la carte Arduino et la conception et la programmation de la maquette.

L'étude des généralités sur les ascenseurs nous a permis de comprendre en profondeur les différents types d'ascenseurs, leurs composants et leurs normes de sécurité. Cette connaissance approfondie a fourni une base solide pour la suite du travail, en nous permettant de prendre des décisions éclairées tout au long du processus de conception et de réalisation.

L'utilisation de la carte Arduino s'est avérée être une approche novatrice pour améliorer les fonctionnalités de notre maquette d'ascenseur. La flexibilité et la programmabilité de la carte Arduino nous ont permis de contrôler les mouvements, les capteurs et d'automatiser divers aspects de l'ascenseur, contribuant ainsi à son efficacité et à sa performance globale.

Enfin, la conception et la programmation de la maquette ont été des étapes essentielles pour donner vie à notre projet. La sélection minutieuse des matériaux, la modélisation 3D précise et l'assemblage soigné ont permis de créer un prototype réaliste de l'ascenseur. La programmation adéquate de la maquette, en utilisant la carte Arduino, a assuré son bon fonctionnement et sa conformité aux normes de sécurité établies.

Ce mémoire de fin d'étude a apporté une contribution significative à notre compréhension des ascenseurs, de la technologie Arduino et des processus de conception et de réalisation de maquettes d'ascenseur. Il a également souligné l'importance de l'innovation et de l'application des nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité, la sécurité et le confort des ascenseurs.

En conclusion, cette recherche a permis d'acquérir des compétences techniques précieuses et une expérience pratique dans le domaine des ascenseurs et de l'automatisation.

En fin de compte, ce modèle d'ascenseur est plus qu'un simple projet final, il ouvre également la porte à de nouvelles possibilités et opportunités pour améliorer cette technologie importante, nous voulons ajouter un système de commande par Bluetooth, avec simplement un téléphone portable et un mot de passe, vous pouvez commander l'ascenseur, c'est une solution pour les personnes handicapées qui circulent avec un fauteuil roulant et qui n'arrivent pas à appuyer sur les boutons pour indiquer l'étage souhaité.

# Bibliographie

- 
- [1] Site web (schindler Aufzüge), « définition d'un ascenseur », collection technique, <https://www.schindler.ch/de.html>, consulté le 05-04-2023.
- [2] Site web (CNN.com), «shorte history of elevator », collection technique, <https://www.cnn.com/style/article/short-history-of-the-elevator/index.html>, consulté le 19-04-2023.
- [3] Site web (Energieplus-lesite), « Types d'ascenseurs », collection technique, <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/types-d-ascenseurs>, Consulté le 20-04-2023.
- [4] Catalogue, « Elévateurs et ascenseurs » collection technique, publié le 29-03-2019, consulté le 13-5-2023.
- [5] VASEUX Loïc & OUINE Corentin Lycée Le Corbusier Dossier.TPE2007-2008.
- [6] Site web ( FLOSS Manuals), « historique de l'Arduino » collection technique, <https://fr.flossmanuals.net/arduino/historique-du-projet-arduino/>, consulté le 12-04-2023.
- [7] Mezah S. « Cours introduction aux systèmes embarqué temps réel », Cours, Université Abderrahmane Mira, Béjaia, 2018.
- [8] Erik Bartmann. « Arduino ». Le grande livre d'Arduino, parution le 05/05/2022, consulté le 18-05-2023
- [9] Site web (Electronique en armateur), « Application Android pour communiquer en Bluetooth », collection technique, <http://electroniqueamateur.blogspot.com/2017/06/programmer-une-appli-android-pour.html>, consulté le 24-05-2023.
- [10] Site web (projet électronique), « moteur pas à pas », collection technique, <https://www.electronique-mixte.fr/projet-electornique-commande-dun-moteur-pas-a-pas-4-phases-avec-arduino/>, consulté le 26-05-2023.
- [11] Site web (Arduino-odt), « Arduino » collection technique, <http://projet.eu.org/pedago/sin/tutos/arduino.odt>, consulté le 14-04-2023.
- [12] Site web (RedOhm), « Alimentation, et les entrées/sorties numérique », collection technique, <https://www.redohm.fr/>, consulté le 07-05-2023.
- [13] Site web (ferroviaire), « broche entrées et sorties », collection technique, <https://lesiteferroviaire.pagesperso-orange.fr/Les%20Entrees%20et%20Sorties.htm>, consulté le 08/05/2023.
- [14] Dominique Meurisse « KEYPAD 16 TOUCHES - AVEC ET SANS MEMBRANE » collection technique, <https://arduino103.blogspot.com/2016/08/keypad-16-touches-avec-et-sans-membrane.html>, consulté le 05-04-2023.
- [15] Site web (BDTIC), collection technique, « L293D » <http://www.bdtic.com/en/st/L293D>, consulté le 10-04-2023.

- 
- [16] Clyde Cox, « HOW TO CONTROL DC MOTORS WITH AN ARDUINO AND AN L293D MOTOR DRIVER », collection technique, <https://www.circuitbasics.com/how-to-control-dc-motor-speed-and-direction-using-l293d-and-arduino/>, consulté le 04-04-2023.
- [17] Martin Zäpfel, « Non-destructive testing of lithium-ion batteries », collection technique, <https://wiki.tum.de/display/zfp/Non-destructive+testing+of+lithium-ion+batteries>, consulté le 10-04-2023.
- [18] Site web (robotique.tech), « Faire tourner un moteur CC avec Arduino dans les deux sens », collection technique, <https://www.robotique.tech/tutoriel/faire-tourner-un-moteur-cc-avec-arduino-dans-les-deux-sens/>, consulté le 10-04-2023.
- [19] Isaac, « TP4056: el módulo para cargar baterías », collection technique, <https://www.hwlibre.com/fr/tp44056>, consulté le 11-04-2023.
- [20] Groupe AEAk, « 5 pièces Micro USB 5V 1A 18650 TP4056 Module de chargeur de batterie au Lithium carte de charge avec Protection double fonctions 1A Li-ion », site de vente, <https://ar.aliexpress.com/item/1005003638595836.html>, consulté le 11-04-2023.
- [21] Site web (Arduino & Raspberry pi), « Comment piloter un LCD Avec le module I2C pour Arduino ? », collection technique, [https://www.tutoriel-arduino.com/lcd\\_i2c\\_arduino/](https://www.tutoriel-arduino.com/lcd_i2c_arduino/), consulté le 08-04-2023.
- [22] Yves Pelletier, « Utiliser un afficheur LCD 2 X 16 avec une carte Arduino », collection technique, <http://electroniqueamateur.blogspot.com>, consulté le 08-04-2023.
- [23] Groupe NXP Semiconductors, « PCF8574 », Datasheet, <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/18212/PHILIPS/PCF8574.html>, consulté le 09-04-2023.
- [25] ŞAFAK AĞUSTOSLU, « Arduino ve PCF8574 LCD modülünü dijital pim çoklayıcı olarak kullanma », collection technique, <https://www.mikrobotik.com/wp2/2020/10/29/arduino-ve-pcf8574-lcd-modulunu-dijital-pim-coklayici-olarak-kullanma/>, consulté le 09-04-2023.
- [26] Iggy, « PCF8574 Expander: Datasheet, Pinout, Circuit », collection technique, <https://www.apogeeweb.net/circuitry/pcf8574-datasheet-pinout-circuit.html>, consulté le 09-04-2023.
- [27] Site web (institutducerveau-icm), « TUTORIAL FOR MAKING THE COMPOSITE CEREBELLAR FUNCTIONAL SCORE (CCFS) BOARD », article, <https://institutducerveau-icm.org/en/tutorial-for-making-ccfs-board/lcdi2cscreen/>, consulté le 09-04-2023.
- [28] Eskimon, olyte, « Le moteur à courant continu », collection technique, <https://pobot.org/Controleur-simple-d-un-moteurm>, consulté le 13-04-2023.

- [29] Site web (heliantha), « MOTEUR À COURANT CONTINU 6 ~ 8V », site de vente, <https://heliantha.ma/motorisation/245-moteur-a-courant-continu-6-8v.html>, consulté le 15-04-2023.
- [30] Site web (Cdiscount), « CESAR Alliage d'aluminium poulies de synchronisation 2pcs diamètre intérieur de la roue 8mm 20 dents pour imprimante 3D », site de vente, <https://www.cdiscount.com/arts-loisirs/beaux-arts/cesar-alliage-d-aluminium-poulies-de-synchronisati/f-1610120-auc0719855896378.html>, consulté le 16-04-2023.
- [31] Site web (Alibaba), « Poulie de synchronisation pour servomoteur GT2, en aluminium personnalisé, 1 pièce », site de vente, <https://french.alibaba.com/product-detail/Custom-Aluminum-GT2-Servo-Motor-Timing-60778942624.html>, consulté le 16-04-2023.
- [32] Site web (Amazon), « Module de Capteur D'évitement D'obstacles Infrarouge Réfléchissant à 3 Broches de Voiture 3.3-5V », site de vente, [https://www.amazon.fr/SM-SunniMix-D%C3%A9vitement-R%C3%A9fl%C3%A9chissant-Intelligente/dp/B09L6D17YQ/ref=sr\\_1\\_12?c=ts&keywords=Capteurs+de+proximit%C3%A9+infrarouges&qid=1686161202&s=industrial&sr=1-12&ts\\_id=10153763031](https://www.amazon.fr/SM-SunniMix-D%C3%A9vitement-R%C3%A9fl%C3%A9chissant-Intelligente/dp/B09L6D17YQ/ref=sr_1_12?c=ts&keywords=Capteurs+de+proximit%C3%A9+infrarouges&qid=1686161202&s=industrial&sr=1-12&ts_id=10153763031), consulté le 17-04-2023.
- [33] Site web (ORBiT), « HL-01 CAPTEUR MAGNETIQUE ARDUINO », site de vente, <https://www.orbit-dz.com/product/hl-01-capteur-magnetique-arduino/>, consulté le 17-04-2023.
- [34] Site web (MPJA), « Pack of 6 - SPDT Mini Lever Snap Switch Assortment », site de vente, <https://www.mpja.com/Pack-of-6-SPDT-Mini-Lever-Snap-Switch-Assortment/productinfo/36748%20SW/>, consulté le 17-04-2023.
- [35] CFAURY, « Les LED », collection technique, <https://arduino.blaise-pascal.fr/cabler-une-led/>, consulté le 13-04-2023.

# Annexes

## Annexe 1 : Les caractéristiques de la carte Arduino Mega

La carte Arduino Méga est une carte de développement basée sur le microcontrôleur AT Méga 2560. Voici ses principales caractéristiques :

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	256 KB dont <b>8 KB</b> sont utilisés par le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	8 KB
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	4 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz

## Annexe 2 : E/S du driver 8574

1	Enable 1	<p>permet d'envoyer (ou pas) la tension sur les sorties du moteur via OUTPUT1 &amp; OUTPUT2.</p> <p>ENABLE1 commande l'activation/désactivation du premier Pont-H.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ENABLE1 = GND, le pont-H est déconnecté et le moteur ne fonctionne pas.</li> <li>• Si ENABLE1 = VSS, le pont-H est connecté aux sorties et le moteur fonctionne dans un sens ou l'autre ou pas en fonction des tensions appliquée sur INPUT1 &amp; INPUT2.</li> </ul>
2	Input 1	<p>Avec Input 2, sont les broches de commande du Pont-H Output1/Output2.</p> <p>Se raccorde a Arduino, permet de commander le sens du courant entre Output 1 et Output 2.</p>
3	Output 1	Avec Output 2, seront les broches à raccorder à la charge (le moteur).
4	GND	<p>Doit être raccorder à la masse (GND) de la source d'alimentation de puissance VS (ex: la borne négative de l'accumulateur +9.2v) et à la masse de la source d'alimentation de la logique "VSS" (donc GND Arduino).</p> <p>Si vous n'avez qu'une source d'alimentation pour le tout, c'est forcément plus simple.</p>
5	GND	
6	Output 2	Avec Output 1, seront les broches à raccorder à la charge (le moteur).
7	Input 2	<p>Avec Input 1, sont les broches de commande du Pont-H Output1/Output2.</p> <p>Se raccorde a Arduino, permet de commander le sens du courant entre Output 1 et Output 2.</p>
8	VS	<p>Alimentation de puissance des moteurs.</p> <p>Par exemple, s'il s'agit d'une ancien véhicule téléguidé transformé, il s'agira de la borne positive de l'accumulateur (souvent +9.2v).</p>
9	Enable 2	Commande l'activation du second pont-H constitué de Output3/Output4
10	Input 3	A utiliser conjointement avec Input 4 pour commander le pont-H Output3/Output4.
11	Output 3	Constitue une des deux sorties du second pont-H (Output3/Output4)
12	GND	
13	GND	
14	Output 4	Constitue une des deux sorties du second pont-H (Output3/Output4)
15	Input 4	A utiliser conjointement avec Input 3 pour commander le pont-H Output3/Output4.
16	VSS	<p>Alimentation de la logique de commande (5V).</p> <p>A raccorder à la borne +5V d'Arduino (donc sur le régulateur d'Arduino).</p>

## Résumé

Considérant le rôle critique des systèmes d'ascenseurs dans la conception des bâtiments de grande et moyenne taille, ce mémoire démontre la complexité des systèmes d'ascenseurs et l'importance des recherches actuelles pour améliorer la sécurité et les performances de ces dispositifs.

Dans cette étude, une maquette d'ascenseur basée sur Arduino méga a été réalisée avec une conception sur tinkercad et SolidWorks, pour continuer l'amélioration, nous avons ajouté un système de sécurité à un étage choisi, grâce aux recherches approfondies sur cette technologie.

Le développement de ce domaine nécessite la collaboration de diverses spécialités telles que l'automatisme, l'informatique, l'électronique, la mécanique et l'électromécanique.

## Abstract

Considering the critical role of elevator systems in the design of large and medium-sized buildings, this thesis demonstrates the complexity of elevator systems and the importance of current research to improve the safety and performance of these devices.

In this study, an elevator model based on Arduino mega was made with a design on tinkercad and SolidWorks, to continue the improvement, we added a security system to a chosen floor, thanks to the extensive research on this technology.

The development of this field requires the collaboration of various specialties such as automation, computer science, electronics, mechanics and electromechanics.

### ملخص

بالنظر إلى الدور الحاسم لأنظمة المصاعد في تصميم المباني الكبيرة والمتوسطة الحجم، توضح هذه الأطروحة مدى تعقيد أنظمة المصاعد وأهمية البحث الحالي لتحسين سلامة وأداء هذه الأجهزة. في هذه الدراسة، تم تصميم نموذج مصعد يعتمد على Arduino mega بتصميم على tinkercad وSolidWorks، لمواصلة التحسين، أضفنا نظام أمان إلى الأرضية المختارة، وذلك بفضل البحث المكثف حول هذه التكنولوجيا. يتطلب تطوير هذا المجال التعاون في مختلف التخصصات مثل الأتمتة وعلوم الكمبيوتر والإلكترونيات والميكانيكا والميكانيكا الإلكترونية

### Riassumere

Considerando il ruolo critico dei sistemi di ascensori nella progettazione di edifici di grandi e medie dimensioni, questa tesi dimostra la complessità dei sistemi di ascensori e l'importanza della ricerca attuale per migliorare la sicurezza e le prestazioni di questi dispositivi.

In questo studio è stato realizzato un modello di ascensore basato su Arduino mega con un design su tinkercad e solidworks, per continuare il miglioramento, abbiamo aggiunto un sistema di sicurezza ad un piano scelto, grazie alla vasta ricerca su questa tecnologia.

Lo sviluppo di questo settore richiede la collaborazione di varie specialità come l'automazione, l'informatica, l'elettronica, la meccanica e l'elettromeccanica.