



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI-OUZOU**  
**FACULTE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE**  
**DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

**En vue de l'obtention du diplôme de master professionnel**

**Filière : électronique**

**Option : électronique industrielle**

### Thème

**Conception et réalisation d'une table réglable en  
hauteur à base d'une carte Arduino**

**Présenté par :**

- ❖ DERRICHE Souad
- ❖ HAMROUN Thanina

**Présenté le 26/06/2024 devant les jurys :**

- ❖ **Président** : M<sup>r</sup>. H. HAMICHE
- ❖ **Examineur** : M<sup>r</sup>. M. TAHANOUT
- ❖ **Promoteur** : M<sup>r</sup>. K. BENNAMANE

**Promotion : 2024**

# **Remerciements**

*Dans le cadre de ce travail nous souhaitons exprimer nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.*

*Nous tenons tous d'abord à exprimer notre profonde gratitude à dieu, qui nous a donné la volonté et la force pour mener à bien ce travail. Sans sa guidance et sa bénédiction ce mémoire n'aurait pas possible.*

*Nous remercions chaleureusement tous nos professeurs pour leur générosité et leur dévouement, en particulier notre encadrant, K. BENNAMANE, pour son soutien inestimable, ses conseils avisés et sa patience tout au long de ce projet.*

*Nous remercions sincèrement les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail, génie leurs temps, leurs commentaires constructifs et leurs rigueurs académiques sont grandement appréciés.*

*Nos sentiments de gratitude s'adressent aussi à tous les enseignants de département génie électrique et d'informatique qui ont contribué à notre formation durant notre cursus.*

*Nos profonds remerciements vont à nos parents qui nous ont toujours soutenus, encouragé et aidé. Ils ont su nous donner toutes les chances pour réussir .*

*Nous remercions nos frères et sœurs, nos amis et toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



## *Dédicace*

***Mon cher père :** ta patience et ton soutien indéfectible ont été les piliers de ma réussite. Ce travail est le reflet de tous les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation. Que Dieu le Tout-Puissant te bénisse, te donne santé, longue vie et bonheur.*

***Ma tendre mère,** tu incarnes la tendresse et le dévouement à mes yeux. Je te dédie ce travail en signe de mon profond amour. Que Dieu le Tout-Puissant te bénisse, te donne santé, longue vie et bonheur.*

***À mes chers frères et sœurs :** pour votre présence chaleureuse et vos encouragements constants.*

***A mon cher grand-père :** un homme qui a toujours été mon pilier et ma source d'inspiration. Ton amour et ta sagesse continueront à briller dans mon cœur pour l'éternité. Que dieu t'accorde dans son vaste paradis.*

*Mon binôme Thanina, pour ta collaboration et ton soutien tout au long de ce parcours.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à mes chers amis qui m'ont encouragé et donné la force de continuer, je vous adresse mes plus sincères remerciements. Votre soutien a été précieux et a grandement contribué à ce résultat.*



## *Souad*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mes chers parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection, pour  
votre soutien indéfectible.*

*Mes frères et sœurs, pour votre camaraderie et vos encouragements constants.*

*Mon beau-frère, pour ta gentillesse et ton aide précieuse.*

*Merci pour ton soutien.*

*Mon binôme Souad, pour ta collaboration et ton soutien tout au long de ce parcours.*

*À toute ma famille et mes amis, à tous ceux qui, par un mot ou un geste, m'ont donné  
la force de continuer. Je vous remercie du fond du cœur. Ce mémoire est autant le  
vôtre que le mien.*



*Thanina*

## ***LISTE DES FIGURES***

Figure I.1: Exemple de bureaux réglables en hauteur manuel.....	5
Figure I.2: photo illustrant un bureau réglable en hauteur électrique.....	6
Figure II.3: la carte arduino Uno.....	12
Figure II.4: la carte arduino nano.....	12
Figure II.5: la carte arduino due.....	13
Figure II.6: la carte arduino méga 2560.....	13
Figure II.7: la carte arduino Leonardo.....	14
Figure II.8 : schéma fonctionnelle de la carte arduino UNO.....	14
Figure II.9: entrées sorties numériques de la carte arduino Uno.....	15
Figure II.10 : les entrées analogiques de la carte arduino Uno.....	16
Figure II.11: l'interface de l'IDE arduino.....	17
Figure II.12: la barre d'outils de l'IDE.....	17
Figure II.13: la structure d'un programme arduino.....	18
Figure II.14: principe de commande d'un moteur pas à pas.....	19
Figure II.15: structure du moteur pas à pas.....	20
Figure II.16: photo illustrant moteur pas à pas jk57hs76-280.....	21
Figure II.17: photo illustrant le driver tb6600.....	22
Figure II.18: exemple de capteur fin de course.....	23
Figure II.19: photo illustrant la structure de capteur fin de course.....	23
Figure II.20: Exemple de bouton poussoir.....	24
Figure II.21: bouton poussoir normalement ouvert.....	24
Figure II.22: bouton poussoir normalement fermés.....	24
Figure III.23: l'organigramme fonctionnel de la table réglable en hauteur.....	29
Figure III.24 : branchement du moteur Nema 23 a arduino et au driver tb6600.....	32
Figure III.25 Montage réel du moteur Nema 23 er TB6600.....	32
Figure III.26 : branchement des boutons poussoirs et les fins de courses.....	33
Figure III.27 :Montage finale de la partie commande.....	33
Figure III.28: photo illustrant le mécanisme utilisé pour régler la hauteur .....	34

## Sommaire

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les bureaux réglables en hauteur</b>	
I.1. Introduction.....	2
I.2. Être assis n'est pas bon pour la santé.....	2
I.3. Les comportements sédentaires les plus fréquents .....	2
I.4. Le Bureau Assis Debout, une solution non médicamenteuse .....	3
I.5. Définition .....	3
I.6. L'évolution des bureaux assis debout .....	3
I.7.1. Les bureaux relevables manuels .....	4
I.7.1.1. Les avantages.....	4
I.7.1.2. Inconvénients .....	5
I.7.2.1. Les avantages .....	5
I.7.2.2. Les inconvénients .....	6
I.8. La hauteur du plan du travail .....	6
I.8.1 Tâches réalisées assis .....	6
I.8.2. Les tâches réalisées debout.....	6
I.9. Les bénéfices d'un bureau réglable en hauteur.....	6
I.9.1. Effets sur la santé .....	6
I.9.2. Effets sur l'entreprise .....	7
I.10. Les domaines d'utilisation les plus divers pour les bureaux réglables en hauteur .....	7
I.11. Les critères pour acquérir un bureau Assis Debout .....	8
I.11.1. Quel est mon espace de travail disponible ?.....	8
I.11.2. Quel est mon usage ? .....	8
I.11.3. Quel est mon budget ? .....	8
I.12. Conclusion .....	9
<b>Chapitre II : Composants clé pour la conception de la table réglable</b>	
II.1. Introduction .....	11
II.2. Carte Arduino .....	11
II.2.1. Définition.....	11
II.2.3. Les différentes cartes d'Arduino .....	11
II.2.3.1. Arduino UNO .....	12
II.2.3.2. Arduino NANO.....	12
II.2.3.3. Arduino Due .....	13
II.2.3.4. Arduino méga 2560 .....	13

II.2.3.5. Arduino Leonardo.....	14
II.3 Description de la carte Arduino Uno.....	14
II.3.1 Partie matérielle.....	14
II.3.1.1. Alimentation.....	15
II.3.1.2. Entrées sorties numériques.....	15
II.3.1.3. Les entrées analogiques.....	15
II.3.1.4. Mémoire.....	16
II.4. La partie logicielle.....	16
II.4.1. Téléchargements de logiciels.....	16
II.4.2 Présentation du logiciel.....	17
II.4.3. La structure d'un programme Arduino.....	18
II.5 Les caractéristiques de la carte arduino Uno.....	18
II.6 Moteur pas à pas.....	19
II.6.1. Définition.....	19
II.6.3 Types de moteurs.....	20
II.6.4 Moteurs unipolaires et bipolaires.....	20
II.6.5 Définition.....	21
II.7. Driver TB6600.....	22
II.8. Capteur de fin de course.....	22
II.8.1. Définition.....	22
II.9. Bouton poussoir.....	23
II.9.1. Définition.....	23
II.9.2 .Les types de bouton poussoir.....	24
II.10. Conclusion.....	25

### **Chapitre III : Conception et réalisation**

III.1. Introduction.....	28
III.2. Principe et mode de fonctionnement.....	28
III.3. Schéma synoptique.....	29
III.2 Organigramme générale.....	29
III.3. Étapes de réalisation du montage électrique.....	33
III.5. Conclusion.....	36
Conclusion générale.....	37

# **INTRODUCTION GENERALE**



## Introduction générale

Dans un monde professionnel en constante évolution, l'adaptabilité et l'innovation sont devenues des piliers essentiels. Les méthodes de travail se transforment, les espaces se compactent et la collaboration prend une place centrale. Ces changements se manifestent dans l'aménagement des lieux de travail, où la conception et le mobilier des bureaux évoluent pour répondre à ces nouvelles exigences.

Les bureaux d'aujourd'hui privilégient un design ouvert et des structures modulables qui encouragent l'échange et la communication, tout en promouvant le bien-être et la flexibilité. Le bureau, élément clé du quotidien professionnel, contribue au confort et à l'efficacité des employés. Toutefois, la majorité des bureaux traditionnels, avec leur hauteur fixe, contraignent à de longues heures en position assise, ce qui peut engendrer divers maux physiques et psychologiques, tels que les troubles musculosquelettiques, des problèmes cardiovasculaires ou encore du diabète. De plus, l'impossibilité d'ajuster ces bureaux à la morphologie de chaque individu peut causer des douleurs dorsales, cervicales et aux épaules. La sédentarité imposée par ces bureaux classiques peut également affecter la concentration, la créativité, la motivation et, par conséquent, la performance au travail. [1]

Face à ces défis, le bureau réglable en hauteur émerge comme une solution innovante. Il permet de transformer instantanément un espace de travail traditionnel en un environnement moderne et personnalisé. Sa capacité d'adaptation offre un confort sur mesure et favorise une meilleure productivité.

Ce mémoire se consacre à la conception et à la fabrication d'une table de bureau ajustable en hauteur, un meuble modulable et ergonomique. Le premier chapitre met en lumière les bénéfices de ces tables, explore leurs applications et présente les différents modèles existants, y compris celui conçu pour ce projet. Le second chapitre décrit les composants nécessaires à sa construction, incluant les éléments électroniques tels que la carte Arduino Uno, le driver TB6600, les boutons poussoirs, les capteurs de fin de course ...etc. Ainsi que les composants mécaniques comme le moteur pas à pas JK57HS76-2804. Enfin, le dernier chapitre détaille le processus de création de la table, présente le programme Arduino utilisé pour contrôler le moteur, les différentes positions et la fonction de mémorisation des hauteurs préférées de l'utilisateur et expose le résultat du projet, à savoir la table bureau réglable en hauteur, en illustrant son mode de fonctionnement, son adaptation aux besoins des utilisateurs. La conclusion fait le bilan des apports et des limites du projet, ainsi que des pistes d'amélioration.

# **Chapitre 01**

Généralités sur les bureaux  
réglables en hauteur

## I.1. Introduction

Dans l'univers dynamique des espaces de travail modernes, l'adoption des bureaux réglables en hauteur s'impose comme une révolution. Ces postes de travail innovants sont la clé pour enrichir l'ergonomie, booster la vitalité et décupler la productivité des collaborateurs. Grâce à leur capacité à offrir un éventail de positions et d'inclinaisons, ces bureaux transforment l'expérience de travail. Fruit de recherches approfondies, leur design est sans cesse peaufiné pour optimiser leur fonctionnalité et leur confort d'utilisation. Ils invitent à adopter des postures variées, favorisant ainsi le confort de l'utilisateur tout en minimisant les risques de troubles liés à la sédentarité.

Ce chapitre dévoilera les secrets de ces bureaux ajustables, de multiples bénéfices qu'ils apportent au quotidien.

## I.2. Être assis n'est pas bon pour la santé

Il existe un état de fait souvent oublié dans nos rythmes de vie actuels. Le corps humain est conçu pour bouger et fonctionne mieux lorsqu'il est en mouvement. Or, notre société et nos conditions de vie actuelles nous conduisent à un mode de vie de plus en plus sédentaire. Le mot "sédentaire" vient du latin "sedere", qui veut dire "être assis".

Par définition : la sédentarité est une situation d'éveil qui se caractérise par une très faible dépense d'énergie durant une journée.

Sur les 24 heures d'une journée, en supposant que nous ayons les 8 heures de sommeil recommandées, nous disposons de 16 heures de temps éveillé. Pendant ces 16 heures d'éveil, nous pratiquons diverses activités comme travailler, se déplacer, manger, se détendre ou s'amuser. Ces activités sont physiques, car elles utilisent notre corps. Cependant, la plupart de ces activités ne consomment pas l'énergie dont notre corps et notre cerveau ont besoin pour fonctionner correctement. Selon l'Observatoire National de l'Activité Physique et de la Sédentarité, nous passons 80% de ces 16 heures en position assise, et ainsi nous avons des dépenses d'énergie très faibles. C'est bien ce que l'on appelle la sédentarité. [2]

## I.3. Les comportements sédentaires les plus fréquents

Si l'on passe 80% de nos 16 heures d'éveil en position assise, c'est parce que le monde qui nous entoure impacte nos comportements et les amène à être de plus en plus sédentaires. L'un des comportements les plus sédentaires est la position assise au travail, et les récents événements liés à la pandémie de COVID19, qui nécessite un confinement et impose donc un mode de vie sédentaire, ont considérablement réduit l'activité physique des employeurs.

Un autre comportement sédentaire est l'utilisation de la voiture, qui reste le mode de transport préféré, huit travailleurs sur dix utilisant une voiture pour se rendre au travail.

En effet, la sédentarité est responsable de plus de 35 maladies chroniques. Elles représentent un coût abyssal pour les dépenses de santé publique.

## **I.4. Le Bureau Assis Debout, une solution non médicamenteuse**

Face aux conséquences de la sédentarité, le bureau Assis Debout se présente comme une solution non médicamenteuse pour prévenir de ces méfaits. En permettant à l'utilisateur d'alterner entre la position assise et la position debout, et vis-versa. Le bureau assis-debout contribue à l'activité physique quotidienne.

Les maladies chroniques ont des causes plus ou moins similaires. La sédentarité se retrouve dans toutes ces maladies. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle le corps médical préconise la pratique d'activité physique pour prévenir et diminuer ces maladies chroniques. L'utilisation régulière du bureau Assis Debout peut augmenter l'activité physique de l'utilisateur, ce qui lui apporte de réels bénéfices en termes de santé.

Face à nos écrans, notre position assise met à mal notre organisme, d'autant que nous y passons beaucoup de temps. Il est vrai que depuis nos fauteuils, nous effectuons de nombreuses tâches qui sont nécessaires à la gestion de la vie courante telles que les courses en ligne, les demandes, la consultation et gestion des comptes bancaires, l'organisation des vacances, les échanges avec son ou ses réseaux, etc. Il est donc clair que le principal avantage des bureaux assis-debout est d'éviter de rester assis pendant de longues périodes, car le temps passé devant l'écran est très long. Se tenir debout au travail ou faire quelques pas par jour est également considéré comme une activité physique. Le travail debout et la marche sont des pratiques qui ne nécessitent pas de compétences ou prédispositions physiques particulières. Elles sont à la portée de tous les segments de la population : hommes, femmes, enfants et adolescents. [2]

## **I.5. Définition**

Les tables réglables en hauteur, aussi appelées bureaux assis-debout, sont des meubles novateurs qui offrent la possibilité d'ajuster la hauteur du plateau. Il est possible d'activer cette fonctionnalité de manière manuelle à l'aide d'une manivelle ou d'un levier, ou automatiquement grâce à un moteur électrique commandé par un bouton. Créées pour répondre aux besoins spécifiques de chaque individu, ces tables offrent une ergonomie optimale, que ce soit en position assise ou debout, pour des activités comme le travail, les repas ou la relaxation. Elles se révèlent particulièrement bénéfiques dans les espaces communs, offrant une souplesse pour s'adapter à divers utilisateurs. En résumé, elles combinent commodité, individualisation et bien-être postural. [1]

## **I.6. L'évolution des bureaux assis debout**

L'évolution des bureaux réglables en hauteur est un témoignage fascinant de l'ingéniosité humaine à travers les âges. Dès la Renaissance, des esprits brillants comme Léonard de Vinci concevaient déjà des meubles ajustables pour améliorer le confort et l'efficacité. Au XVIIIe siècle, des figures emblématiques telles que Thomas Jefferson et Benjamin Franklin ont adopté ces bureaux aux États-Unis, reconnaissant leur impact positif sur la santé et la productivité.

Cependant, c'est dans les années 1990 que l'entreprise LINAK a véritablement transformé le paysage du mobilier de bureau en introduisant le premier bureau électrique ajustable. Cette innovation a marqué un tournant dans l'amélioration de l'ergonomie des espaces de travail, permettant aux utilisateurs de changer de posture facilement, réduisant ainsi les risques liés à la sédentarité.

Aujourd'hui, ces bureaux sont devenus monnaie courante, particulièrement en Scandinavie et en Amérique du Nord, où leur utilisation est parfois même réglementée pour garantir le bien-être des travailleurs. En France, leur popularité est en hausse, avec des entreprises de renom telles que Facebook et Apple qui les intègrent dans leurs bureaux pour favoriser un environnement de travail dynamique et sain. [3]

## I.7. Les types des tables réglables en hauteur

Il y a deux sortes de bureaux réglables en hauteur, avec réglage manuel ou électrique. [2]

### I.7.1. Les bureaux relevables manuels

Ces postes de travail disposent d'un dispositif de réglage vertical, activé par une manivelle ou un levier, qui facilite la transition entre les positions assises et debout avec quelques rotations simples. Conçus pour une adaptabilité maximale, ces bureaux manuels promeuvent un environnement de travail polyvalent et durable, indépendant de toute source d'énergie électrique. De plus, ils représentent une solution idéale pour les espaces où l'accès à l'électricité est limité ou pour ceux qui cherchent à réduire leur empreinte carbone.



*Figure I.1 : exemple de bureau réglable en hauteur manuel*

#### I.7.1.1. Les avantages

- La facilité d'installation.
- Économique ne nécessitant pas d'alimentation électrique.

- Robustesse améliorée, grâce à une conception simplifiée ces bureaux réduisent les risques de dysfonctionnement.
- Silencieux : pas de moteur donc aucun bruit.

### I.7.1.2. Inconvénients

- Moins de fonctionnalités que les modèles électriques.
- Nécessite un effort pour régler la hauteur pouvant être difficile pour certaines.

## I.7.2. Les bureaux relevables électrique

Les bureaux électriques réglables sont conçus pour faciliter la transition entre les postures de travail. Munis d'un moteur, ils ajustent la hauteur avec une simple commande, et certains modèles peuvent même enregistrer des réglages favoris. Cette fonctionnalité assure une adaptation rapide et sans effort, idéale pour ceux qui varient souvent entre être assis et debout, favorisant ainsi un environnement de travail dynamique et personnalisé.



*Figure I.2 : photo illustrant un bureau réglable en hauteur électrique*

### I.7.2.1. Les avantages

- Changement de position simple et rapide.
- Fonctionnalités avancées comme la mémorisation de positions et le contrôle via applications.
- Minimise le risque de plusieurs maladies (cancer, obésité, mou de dos) et des maladies psychologiques.
- Ils augmentent la productivité.

### **I.7.2.2. Les inconvénients**

- Coût plus élevé comparé aux modèles manuels.
- Nécessite d'être branché à une prise électrique.
- Risque de panne mécanique et électrique plus élevé.

## **I.8. La hauteur du plan du travail**

### **I.8.1 Tâches réalisées assis**

La hauteur du plan de travail doit être ajustée en fonction des tâches effectuées, avec des hauteurs différentes pour les activités nécessitant de la précision par rapport à celles impliquant l'utilisation d'un ordinateur, d'écriture ou de lecture, ou nécessitant une liberté de mouvement. La hauteur recommandée pour un bureau se situe entre 70 et 79 cm, avec une hauteur minimale conseillée de 73 cm pour la plupart des individus. [1]

### **I.8.2. Les tâches réalisées debout**

La hauteur optimale des comptoirs ou sols varie de 95 à 120 cm pour les hommes et de 85 à 95 cm pour les femmes, en considérant les normes comme UNE-EN 527, pour une ergonomie optimale.

## **I.9. Les bénéfices d'un bureau réglable en hauteur**

### **I.9.1. Effets sur la santé**

Le corps humain est conçu pour le mouvement et le fait de passer en moyenne 7 à 8 heures par jour en position assise a un certain nombre d'effets sur la santé (risque accru de maladies cardiaques, risque de surpoids). L'utilisation d'un bureau réglable en hauteur peut compenser ces effets en encourageant le mouvement au travail.

L'utilisation d'un bureau réglable en hauteur permet ainsi de :

- Relancer la circulation sanguine
- Limiter les douleurs au bureau (douleurs au dos, douleurs aux fessiers)
- Augmenter la concentration et la productivité
- Limiter le risque de maladies liées à la sédentarité (surpoids, maladie cardiaque)

### I.9.2. Effets sur l'entreprise

Les bureaux réglables en hauteur ont de nombreux effets bénéfiques sur la santé des employeurs et en fin de compte, sur leur productivité. Les employeurs qui se sentent à l'aise au travail sont plus productifs. De la même façon que le bonheur au travail augmente la productivité.

De plus, la réduction des problèmes de santé liés à des postes de travail mal adaptés réduit le coût de l'absentéisme et des maladies professionnelles, ce qui est un investissement rentable quand on sait que 80 % des employés souffrent déjà de maux de dos au bureau à cause de postes de travail mal adaptés.

## I.10. Les domaines d'utilisation les plus divers pour les bureaux réglables en hauteur

Les tables ajustables en hauteur sont conçues pour s'intégrer dans une multitude d'environnements professionnels, l'espace de travail individualisé n'est pas seulement indispensable à l'étage de la direction, mais aussi partout où le travail est effectué sur des bureaux. Les personnes qui travaillent en position assise pendant de longues périodes ont besoin d'une bonne ergonomie et d'une bonne posture. Offrant ainsi une solution ergonomique pour maintenir une bonne posture et réduire les risques liés à la station assise prolongée. Voici une présentation révisée de leurs applications :

- **Environnements de bureau** : Ces tables permettent aux employés de varier leur position de travail, alternant entre assis et debout, ce qui contribue à diminuer la lassitude corporelle.
- **Secteurs manufacturiers** : Elles s'ajustent pour s'adapter à diverses activités manuelles et à l'emploi d'instruments spécifiques, améliorant ainsi l'efficacité opérationnelle.
- **Centres de coworking** : Ces espaces bénéficient de la modularité de ces tables, qui répondent aux besoins des travailleurs autonomes et des collectifs.
- **Installations résidentielles** : Elles se modulent aisément pour s'harmoniser avec les espaces de vie, assurant un confort personnalisé.
- **Institutions éducatives** : Favorisent une posture active et dynamique chez les formateurs et les apprenants.
- **Domaine médical** : S'avèrent bénéfiques pour le personnel médical et paramédical, souvent amené à rester en position verticale durant de longues périodes.
- **Laboratoires scientifiques** : Indispensables pour les tâches qui requièrent de rester debout, comme certaines expérimentations et analyses.
- **Ateliers créatifs et studios musicaux** : Offrent aux créateurs la possibilité de changer de posture durant leurs processus artistiques.
- **Auditoriums et salles de conférence** : Apprécies des orateurs qui optent pour une posture érigée afin de vivifier leur allocution.

- **Zones d'accueil** : Procurent une station debout agréable pour les hôtes et hôtesse.

## I.11. Les critères pour acquérir un bureau Assis Debout

Le choix d'acquérir un bureau assis-debout dépend avant tout de la volonté de se faire du bien et de préserver sa santé physique et mentale. Cependant, 3 questions essentielles peuvent se poser :

### I.11.1. Quel est mon espace de travail disponible ?

Dans la pièce où l'utilisateur travaille, quelle est la surface de travail disponible pour déterminer la taille du plateau de table ? et y a-t-il une prise électrique pour accueillir un bureau assis debout électrique ?

### I.11.2. Quel est mon usage ?

Il est important de déterminer l'intensité d'utilisation du bureau assis debout. S'il est utilisé pour les loisirs ou le télétravail quelques jours par semaine, il n'est pas nécessaire de choisir un bureau assis-debout performant (manuel ou Électrique à un moteur). S'il s'agit d'un usage professionnel, il convient de choisir un bureau assis-debout plus performant, c'est-à-dire doté de deux ou trois moteurs.

L'intensité d'utilisation est définie comme suit

- **Occasionnel** : moins de 5 heures par jour / 2 à 3 jours par semaine
- **Intensif** : plus de 8 heures par jour / tous les jours

### I.11.3. Quel est mon budget ?

Le prix d'achat d'un bureau assis-debout est plus élevé que celui d'un bureau classique. Cette différence de prix s'explique par la technicité du système de levage (manuel ou électrique) du bureau assis-debout notamment. Des coûts de recherche et développement sont nécessaires pour obtenir des fonctions confortables, notamment en termes de vitesse de mouvement et de niveau sonore. Il convient donc de tenir compte de considérations budgétaires lors du choix d'un bureau assis-debout. [2]

## **I.12. Conclusion**

À travers de ce chapitre, nous avons défini plusieurs aspects essentiels liés aux bureaux réglables en hauteur. Nous avons commencé par définir et identifier les causes du comportement sédentaire et souligné l'importance de trouver des solutions ergonomiques, telles que les bureaux réglables en hauteur, pour contrer les effets néfastes sur la santé. Ensuite, nous avons examiné la définition des bureaux réglables en hauteur, en mettant en lumière les différents types disponibles sur le marché et les avantages et inconvénients de chacun d'entre eux. Nous avons également exploré l'origine de ces tables et examiné les différents types de pieds utilisés pour assurer leur stabilité. De plus, nous avons discuté de l'impact positif que ces tables peuvent avoir sur divers domaines tels que la productivité au travail, la santé des utilisateurs. Enfin, nous avons abordé des conseils pratiques sur la manière de choisir un bureau réglable en hauteur pour répondre à des besoins spécifiques, en tenant compte de facteurs tels que l'utilisation prévue, l'espace disponible et le budget. En combinant ces éléments, il est possible de trouver le bureau réglable en hauteur idéal qui répondra aux besoins individuels tout en favorisant un mode de vie plus sain et plus actif.

## **Chapitre 02**

Composants clé pour la  
conception de la table  
réglable

### II.1. Introduction

L'avènement de la technologie numérique a changé notre façon de travailler et de vivre au quotidien, poussant à rechercher des solutions confortables et adaptables pour nos espaces de travail, notamment en ce qui concerne nos meubles. Les bureaux ajustables en hauteur sont une réponse directe à ce besoin d'ergonomie. Dans ce chapitre, nous allons examiner les éléments qui ont permis de réaliser cette avancée technologique.

Au cœur de cette innovation se trouve la carte Arduino, grâce à sa facilité d'utilisation et à sa grande flexibilité, a révolutionné le domaine du bricolage électronique et de la robotique amateur. Nous verrons comment la programmation de cette carte Arduino permet de contrôler différents composants tels que les moteurs et les capteurs, pour ajuster précisément et en douceur la hauteur du bureau.

En plus de la carte Arduino, nous étudierons d'autres composants nécessaires à la création de notre système : le moteur pas à pas qui met en mouvement le mécanisme, le driver tb6600 qui contrôle le moteur, ainsi que les boutons poussoirs et les capteurs de fin de course. Tous ces composants forment la base technique nécessaire pour créer la table ajustable en hauteur.

### II.2. Carte Arduino

#### II.2.1. Définition

La carte Arduino est un circuit imprimé compact mesurant (5,33 x 6,85 cm) avec un microprocesseur programmable intégré. La carte électronique est équipée d'un microcontrôleur qui réagit aux signaux captés par les capteurs, en le programmant pour analyser ces données et contrôler les actionneurs. Elle constitue donc une interface programmable polyvalente capable de traiter des informations et de contrôler des équipements en temps réel, offrant ainsi une large gamme d'applications dans les domaines de l'électronique et de l'automatisation. [3]

#### II.2.2. L'origine de la carte arduino

L'Arduino est un projet inventé en 2005 par une équipe italienne de l'Institut du Design d'Interaction d'Ivrea désirant permettre à des étudiants en art et en design de créer tout type de projets grâce à une petite carte électronique que l'on programmera facilement via un logiciel (Arduino IDE) et où l'on pourrait y brancher des LEDs, des moteurs, des servomoteurs, des capteurs, des éléments électroniques. [4]

#### II.2.3. Les différentes cartes d'Arduino

Il existe plusieurs types de cartes Arduino nous allons apprendre davantage les plus fréquents et leurs utilisations. [4]

### II.2.3.1. Arduino UNO

L'Arduino Uno est considérée comme l'une des cartes d'Arduino les plus appréciées, souvent recommandée aux novices. La carte de prototypage rapide électronique est alimentée par un processeur Atmega328 à 16 MHz, ce qui facilite la connexion de capteurs en tant qu'entrées et d'actionneurs en tant qu'émission.



Figure II.3 : la carte arduino Uno

### II.2.3.2. Arduino NANO

L'Arduino Nano est une version compacte de l'Arduino UNO, avec des fonctionnalités similaires mais une taille réduite. Il est équipé du contrôleur ATmega328, offre une mémoire programme de 32 Ko, 1 Ko d'EEPROM, 2 Ko de RAM, 14 entrées-sorties numériques, 6 entrées analogiques, et des rails d'alimentation en 5V et 3,3V. Il possède également un boot loader pour faciliter la modification du programme sans programmeur externe. Malgré sa petite taille, il convient à de nombreuses applications de développement.



Figure II.4 : la carte arduino Nano

### II.2.3.3. Arduino Due

L'Arduino Due est une carte de développement puissante avec un processeur ARM Cortex-M3, 512 Ko de ROM et 96 Ko de RAM. Elle offre 54 broches d'E/S numériques, 12 canaux PWM, 12 entrées analogiques et 2 sorties analogiques. Bien qu'elle soit plus chère que d'autres cartes Arduino, elle est très polyvalente grâce à ses nombreuses broches d'E/S compatibles avec le standard Arduino.



Figure II.5 : la carte arduino Due

### II.2.3.4. Arduino méga 2560

L'Arduino Méga 2560 est quelque peu similaire au Due dans le sens où il est équipé d'un ATmega2560 offrant 54 E/S à 16 MHz, 256 Ko de ROM, 8 Ko de RAM, 4 Ko d'EEPROM et fonctionne à 5 V. Il dispose de 16 entrées analogiques, de 15 canaux PWM, d'un brochage similaire à celui du Due et est compatible avec les blindages Arduino.



Figure II.6 : la carte arduino Méga 2560

### II.2.3.5. Arduino Leonardo

La carte Arduino LEONARDO est équipée d'un ATmega32u4 qui facilite la programmation USB et l'intégration de nouveaux composants. Elle permet également de connecter des claviers et des souris. Cette carte combine une forme traditionnelle avec des fonctionnalités avancées, offrant ainsi une plus grande flexibilité en électronique.



Figure II.7 : la carte arduino LEONARDO

Dans notre travail nous avons choisi d'utiliser la carte Arduino car :

- Elle est la plus connue et sans conteste la plus utilisée.
- Elle est un excellent choix pour contrôler le moteur pas à pas. Elle dispose de broches numériques pour connecter le moteur et d'une interface USB pour la programmation.
- Son environnement de programmation (le logiciel Arduino IDE) clair et simple à utiliser.

## II.3 Description de la carte Arduino Uno

### II.3.1 Partie matérielle

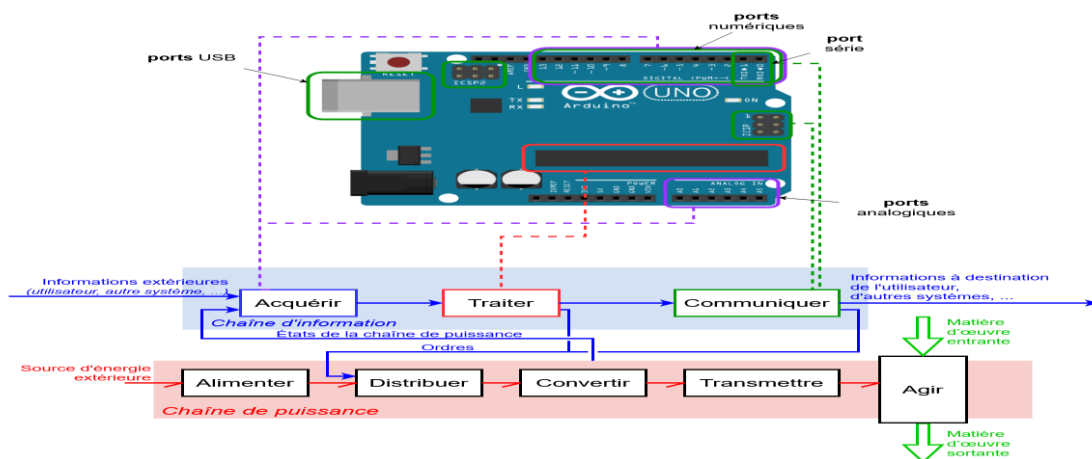


Figure II.8 : chaîne fonctionnelle de la carte arduino UNO

### II.3.1.1. Alimentation

L'Arduino dispose d'un régulateur de tension pour fournir constamment 5V au microcontrôleur. Il peut être alimenté de quatre manières :

- **Prise Jack** : Alimente le régulateur interne. Tension recommandée de 7 à 12V, maximum 6 à 20V ; courant de 0.5 à 2A. La borne positive est au centre, la négative à l'extérieur.
- **Pin Vin et GND** : Vin va directement au régulateur, GND est la masse. Mêmes recommandations que la prise Jack.
- **USB** : Offre 5V directement au microcontrôleur, avec une protection limitant le courant à 500 mA.
- **Pin 5V et GND** : Utilisé si la source de 5V est précise, pour éviter d'endommager le microcontrôleur.

### II.3.1.2. Entrées sorties numériques

14 Broches E/S numériques (dont 6 disposent d'une sortie PWM) de D0 à D13

- Les connecteurs D0 et D1 sont réservés pour la liaison USB et ne sont donc pas utilisés (RX et TX sont utilisés pour gérer les flux de données entrants et sortants)
- Les connecteurs D3, D5, D6, D9, D10 et D11, repérés par un ~, peuvent être utilisés en sortie PWM, pour faire varier la luminosité d'une LED ou la vitesse d'un moteur.

Les sorties PWM peuvent avoir  $2^8$ , soit 256 valeurs, allant de 0 à 255. [5]



Figure II.9 : Entrées sorties numériques de la carte arduino UNO

### II.3.1.3. Les entrées analogiques

6 entrées analogiques (utilisables en broches E/S numériques) de A0 jusqu'à A5

Pour utiliser : photorésistance (LDR) résistance ajustable potentiomètre, capteur de Température...

Les entrées analogiques peuvent avoir  $2^{10}$ , soit 1024 valeurs, allant de 0 à 1023 quartz 16MHz. [5]



Figure II.10 : Les entrées analogiques de la carte arduino UNO

### II.3.1.4. Mémoire

La mémoire est l'une des principaux composants d'un ordinateur ou d'un microcontrôleur comme l'ATmega, cœur de l'arduino.

La carte Arduino UNO dispose de 3 mémoires nous allons les examiner : L'ATmega 328 a 32Ko de mémoire FLASH pour stocker le programme, 2ko de mémoire SRAM (volatile) et 1Ko d'EEPROM (non volatile – mémoire qui peut être lue à l'aide de la librairie EEPROM).

- **La mémoire FLASH** : cette mémoire sert à stocker les programmes à exécuter, c'est une mémoire qui perdure après arrêt de l'alimentation.
- **La mémoire SRAM** (Statice Read Access Memory) : cette mémoire est rapide sert à stocker des données temporaires de manière volatile L'Arduino uno possède seulement 2kilos, c'est peu et c'est probablement de là que naît nos premiers soucis de mémoire.
- **La mémoire EEPROM** : (Electrically-Erasable Programmable Read-only Memory ou mémoire morte effaçable électriquement et programmable) : Elle permet de stocker des données de manière non volatile. Programmable que nous pouvons effacer par un signal électrique.

## II.4. La partie logicielle

Le code de programme écrit pour Arduino est connu sous le nom de croquis (sketch). Le Logiciel utilisé pour développer de tels croquis pour un Arduino est communément appelé Arduino IDE. [7]

### II.4.1. Téléchargements de logiciels

Pour obtenir le logiciel, il est nécessaire de visiter la page de téléchargement du site Arduino suivant : <https://www.arduino.cc/en/software>

La programmation se fait dans le logiciel Arduino IDE.

### II.4.2 Présentation du logiciel

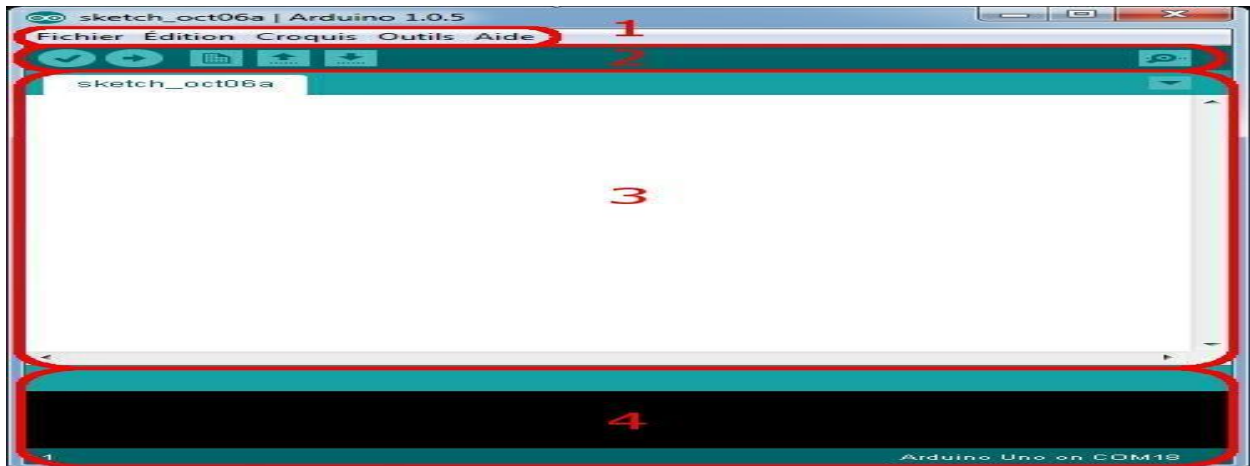


Figure II.11: L'interface de l'IDE Arduino

Avec :

- 1 : les options de configuration
- 2 : les boutons nécessaires pour la programmation
- 3 : le bloc du programme que nous allons créer
- 4 : le débogueur

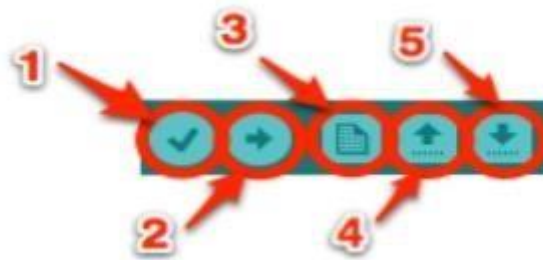


Figure II.12 : la barre d'outils de l'IDE

Avec :

- 1 : compilation s'il Ya des erreurs
- 2 : téléverser le programme sur Arduino
- 3 : créé un nouveau fichier
- 4 : ouvrir un fichier
- 5 : enregistrer un fichier

### II.4.3. La structure d'un programme Arduino

- **La partie déclarative** : prise en compte des instructions à utiliser (initialiser les constantes et les variables ainsi leurs types, inclure des bibliothèques).
- **Exécuter la partie configuration** : avec la fonction d'initialisation des entrées sorties **void setup ()**.
- **Partie principale** : exécution de la boucle sans fin **void loop ()**, qui sera répétée indéfiniment.

```
#include <Servo.h>
int ;
float ;
void setup() {
}
void loop() {
}
```

Zone de déclaration et initialisation des variables {

initialisation et configuration des entrées/sorties {

partie principale qui s'exécute en boucle {

Figure II.13: La structure d'un programme Arduino

### II.5 Les caractéristiques de la carte arduino Uno

- Microcontrôleur – ATmega328
- Tension de fonctionnement 5V
- Tension d'alimentation (recommandée) 7-12V
- Tension d'alimentation (limites) 6-20V
- Intensité maxi disponible par broche E/S (5V) – 40 mA
- Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V – 50 mA
- Intensité maxi disponible pour la sortie 5V – 500 mA max
- D'un bouton de réinitialisation (reset)
- D'une connexion USB
- D'un connecteur d'alimentation jack,
- D'un connecteur ICSP (programmation « in-circuit »)

### II.6 Moteur pas à pas

#### II.6.1. Définition

Un moteur pas à pas est une machine qui tourne en fonction des impulsions électriques reçues dans ses enroulements. La valeur minimale de l'angle de rotation entre deux changements d'impulsion électrique est appelée le pas  $\varphi p$ . On caractérise un moteur par le nombre de pas par tour (c'est à dire pour  $360^\circ$ ). [8]

Le nombre du pas par tour est déterminé par la relation suivante :

$$Np = \frac{360^\circ}{\varphi p} \quad (1)$$

On peut dire, le moteur pas à pas est un convertisseur électromécanique destiné à transformer le signal électrique (impulsion ou train d'impulsion) en déplacement (angulaire ou linéaire) mécanique. Ce type de moteur est très courant dans tous les dispositifs où l'on souhaite faire du contrôle de vitesse ou de position en boucle ouverte, généralement dans les systèmes de positionnement.

Pour les moteurs pas à pas, un seul symbole est utilisé dans les schémas électriques

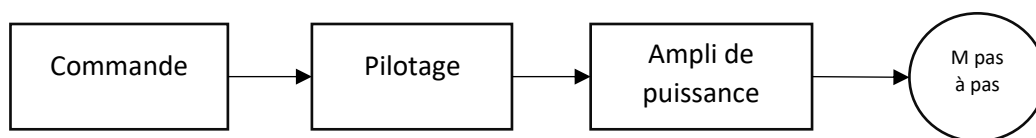


Figure II .14 : Principe de commande d'un moteur pas à pas

#### II.6.2 Structure et fonctionnement

Un moteur pas à pas se compose de deux parties principales : le rotor et le stator. Le stator est la partie fixe du moteur, tandis que le rotor est monté sur un arbre et peut tourner. Autour du stator, un champ magnétique tournant est créé.

Le stator est constitué d'un ensemble d'électroaimants, qui sont des bobines placées à des endroits spécifiques autour du rotor. Lorsqu'un courant électrique traverse ces bobines, un champ magnétique est généré. La direction et l'intensité de ce champ magnétique dépendent de l'intensité et de la direction du courant qui traverse chaque bobine.

Lorsqu'une bobine est sous tension, elle crée un électroaimant qui est attiré par un aimant monté sur le rotor. Cela provoque le déplacement du rotor d'un certain angle par rapport à sa position initiale. Une autre bobine du stator est alors activée, ce qui ramène le rotor à sa

nouvelle position. Ce processus peut être répété avec différentes bobines pour faire tourner le rotor dans différentes directions et effectuer des rotations précises.

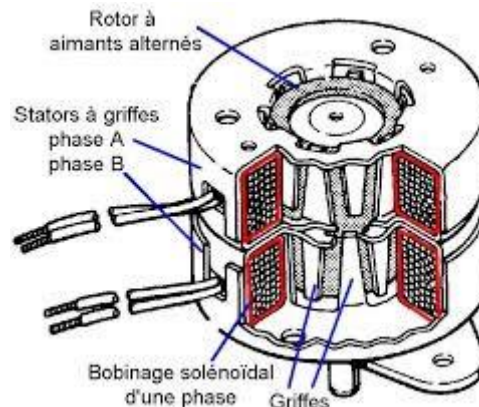


Figure II. 15 : Structure du moteur pas à pas

### II.6.3 Types de moteurs

Il existe trois principaux types de moteurs pas à pas : les moteurs à aimant permanent, les moteurs hybrides et les moteurs à réluctance variable.

- **Moteurs à aimant permanent** : c'est le type de moteur le plus simple à utiliser. La construction est très simple et la rotation est obtenue en alimentant les bobines et en contrôlant la direction du courant qui les traverse.
- **Le moteur à réluctance variable** : ce moteur comporte un rotor à encoche non aimanté se positionnant dans la direction de la plus faible réluctance. Le fonctionnement du moteur est assuré par un pilotage du type unipolaire et l'avance du rotor est obtenue en excitant tour à tour une paire de pôles du stator.
- **Moteurs hybrides** : ils utilisent les avantages des moteurs pas à pas à aimant permanent et des moteurs à réluctance variable.

### II.6.4 Moteurs unipolaires et bipolaires

Il existe également une autre division des moteurs pas à pas en fonction de la méthode d'enroulement : les moteurs unipolaires et bipolaires.

Le moteur bipolaire a deux bobines (quatre fils) et nécessite un courant inversé pour changer la direction de rotation, tandis que le moteur unipolaire contient cinq ou six fils et qui peut être contrôlé plus facilement en utilisant des signaux de commande plus simples ; c'est-à-dire pas besoin d'un signal de commande pour activer chaque bobine individuellement

Dans notre projet nous allons utiliser Le moteur pas à pas JK57HS76-2804 hybride

### II.6.5 Définition

Ce moteur pas à pas hybride se distingue par son couple puissant et sa précision de mouvement. Il effectue un tour complet en 200 pas, avec un angle précis de  $1,8^\circ$  par pas. Chaque phase du moteur nécessite un courant de 2.8A sous une tension de 3.8V ce qui lui confère un couple de maintien impressionnant de 19kg-cm.

Le moteur est équipé de 4 fils colorés, dont les extrémités sont dénudées pour faciliter les connexions : le noir et le vert sont reliés à une bobine tandis que le rouge et le bleu sont connectés à l'autre. Pour le contrôler nous allons utiliser un Driver TB6600 pour assurer une gestion plus efficace et une meilleure réactivité du moteur



Figure II.16 : photo illustrant moteur pas à pas jk57HS76-2804

### II.6.6 Caractéristique

- **Résolution** : 200 pas/tour ( $1,8^\circ$ )
- **Tension nominale** : 3 V
- **Consommation de courant par bobine** : 2,8 A
- **Résistance de bobine** : 1,1  $\Omega$
- **Inductance d'enroulement** : 3,6 mH
- **Couple de maintien** : 19,0 kg\*cm (1,89 Nm)
- **Sorties** : bipolaires (quatre fils)
- **Diamètre de l'arbre** : 6,35 mm
- **Poids** : 1100g
- **Norme** : NEMA 23
- **Dimensions** : 56 x 56 x 76 mm (sans tige)

### II.7. Driver TB6600

Le driver TB6600 est un contrôleur électronique conçu pour moteurs pas-à-pas bipolaires, offrant une gestion précise via le micro-stepping. Il permet un contrôle délicat des mouvements en ajustant les courants dans les bobines, pour un positionnement plus fin du rotor. Capable de fournir jusqu'à 4,0 A de courant, il gère des tensions de 9V à 42V et intègre des protections contre les surintensités. [9]

En termes de connectivité, le driver possède des pins essentiels :

- **Les bornes A+ et A-** : sont utilisées pour contrôler la phase A du moteur pas à pas, tandis que les bornes B+ et B- contrôlent la phase B.
- **Les pins DIR+ et DIR-** : permettent de choisir la direction de rotation du moteur, c'est à dire faire tourner le moteur dans le sens horaire et antihoraire en changeant la polarité entre ces pins.
- **Les bornes PUL+ et PUL-** : sont utilisées pour envoyer des signaux d'impulsion au driver, contrôlant ainsi le nombre de pas que le moteur effectuera.
- **Les bornes ENA+ et ENA-** : permettent d'activer ou désactiver le driver, empêchant ainsi le moteur de démarrer par erreur lorsque le driver est désactivé via ENA-



Figure II.17: photo illustrant le driver tb6600

### II.8. Capteur de fin de course

#### II.8.1. Définition

Capteur de fin de course est un interrupteur commandé par le déplacement de l'élément de commande, permet de détecter la présence ou l'absence d'un objet par un contact physique. Ces

interrupteurs sont utilisés dans les applications de contrôle industriel pour contrôler les machines et les processus. [10]



Figure II.18 : exemple de capteur fin de course

### II.8.2 Fonctionnement

Il se compose d'un actionneur (par exemple : un levier) et de 3 bornes (contacts) :

- **C** : pour « commun ».
- **NO** : pour « normalement ouvert/open ».
- **NF** : ou NC pour « normalement fermé/close ».

L'alimentation en courant se fait via la borne commune (COM), qui va mettre un ressort sous tension. Le ressort touche la borne NF au repos et est relié à l'actionneur. Une fois l'actionneur enclenché, le ressort change de position et le courant est envoyé vers la borne NO.

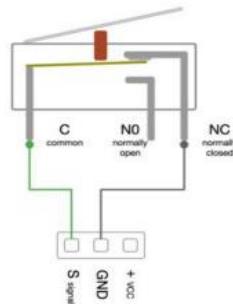


Figure II.19: photo illustrant la structure de capteur fin de course

## II.9. Bouton poussoir

### II.9.1. Définition

Un bouton poussoir est un interrupteur qui est activé en exerçant une pression dessus. Il peut être utilisé pour différentes fonctions, telles que la mise en marche ou l'arrêt d'un appareil. Les boutons poussoirs sont des éléments de contrôle qui facilitent l'interaction avec les appareils électriques en exerçant une pression sur eux. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines, tels que l'industrie, l'automobile, les systèmes de sécurité, et bien d'autres encore. [11]



Figure II.20 : Exemple de bouton poussoir

## II.9.2 .Les types de bouton poussoir

Il existe deux types de boutons poussoirs : les boutons poussoirs normalement ouverts et les boutons poussoirs normalement fermés.

- **Les boutons poussoirs normalement ouverts** permettent de fermer un circuit électrique lorsqu'on appuie dessus.



Figure II.21 : Bouton poussoir normalement ouvert

- **Les boutons poussoirs normalement fermés** permettent d'ouvrir un circuit lorsqu'on les actionne.



Figure II.22: Bouton poussoir normalement fermé

### II.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini tous les composants qui seront utilisés dans notre travail pour la construction du bureau réglable en hauteur. Nous avons commencé par la carte Arduino, en la définissant et en explorant son origine ainsi que les différentes cartes disponibles. Notre attention s'est ensuite portée sur la carte Arduino Uno, où nous avons détaillé ses caractéristiques matérielles et logicielles. Nous avons également abordé les moteurs pas à pas, en expliquant leur structure, leur fonctionnement et en identifiant les différents types disponibles. En particulier, nous avons examiné le moteur pas à pas JK57HS76-2804, en définissant ses caractéristiques et en explorant le driver TB6600 qui l'accompagne. De plus, nous avons exploré le capteur de fin de course en définissant son fonctionnement et en présentant ses branchements. Enfin, nous avons discuté des boutons poussoirs, en identifiant les différents types disponibles. En combinant ces composants, nous sommes en mesure de créer un système complet et fonctionnel pour contrôler la hauteur d'un bureau de manière précise et ergono.

# **Chapitre 03**

## Conception et réalisation

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

Le chapitre trois de notre étude se focalise sur la construction de la table réglable en hauteur. Nous commençons par une vue d'ensemble du fonctionnement global de la table, accompagné de son organigramme pour une meilleure compréhension. Par la suite, nous examinons en détail le circuit électronique en décrivant en détail comment tous les composants ont été reliés entre eux pour assurer le bon fonctionnement de la table. Nous aborderons également le mécanisme utilisé pour régler la hauteur de la table, ainsi la manière dont le circuit électrique est connecté à la structure de la table. Enfin nous concluons ce chapitre par la présentation du résultat final en décrivant le chemin parcouru et les obstacles surmontés.

### **III.2. Principe et mode de fonctionnement**

Le circuit de commande de la table est constitué d'un moteur pas à pas JK57HS76-2804, contrôlé par un driver TB6600. Ce moteur, en tournant, entraîne une vis trapézoïdale et un écrou, permettant ainsi de monter ou de descendre la table. Le système est piloté par une carte Arduino Uno, qui interagit avec divers éléments de commande, tels que des boutons poussoirs et des capteurs de fin de course.

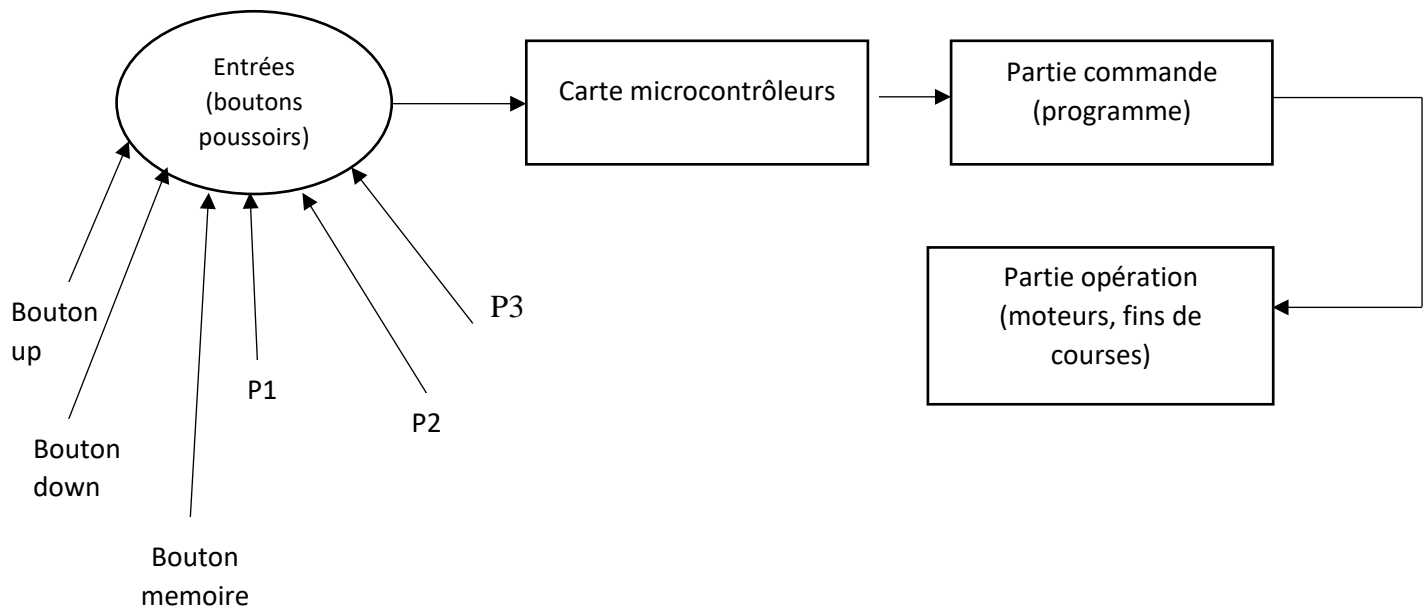
Les boutons poussoirs permettent d'activer le mouvement de la table : deux boutons sont dédiés à la montée et à la descente, tandis qu'un troisième bouton permet de mémoriser les hauteurs préférées. La table dispose de trois positions mémorisables, nommées P1, P2 et P3. Pour enregistrer une hauteur spécifique, l'utilisateur appuie sur le bouton 'haut' pour monter les pieds de la table. Une fois la hauteur désirée atteinte, un appui sur le bouton de mémorisation enregistre cette position comme P1. Les positions P2 et P3 peuvent être mémorisées de la même manière. Si plus de trois hauteurs sont mémorisées, seules les trois dernières sont retenues.

Les capteurs de fin de course jouent un rôle crucial dans la sécurité et la précision du système. Un capteur est placé à la hauteur maximale de 120 cm pour empêcher la table de monter au-delà de cette limite, tandis qu'un second capteur est situé à la hauteur minimale de 82 cm pour éviter que la table ne descende trop bas. Lorsque la table atteint l'une de ces limites, le capteur correspondant déclenche l'arrêt du moteur, protégeant ainsi la structure et le mécanisme.

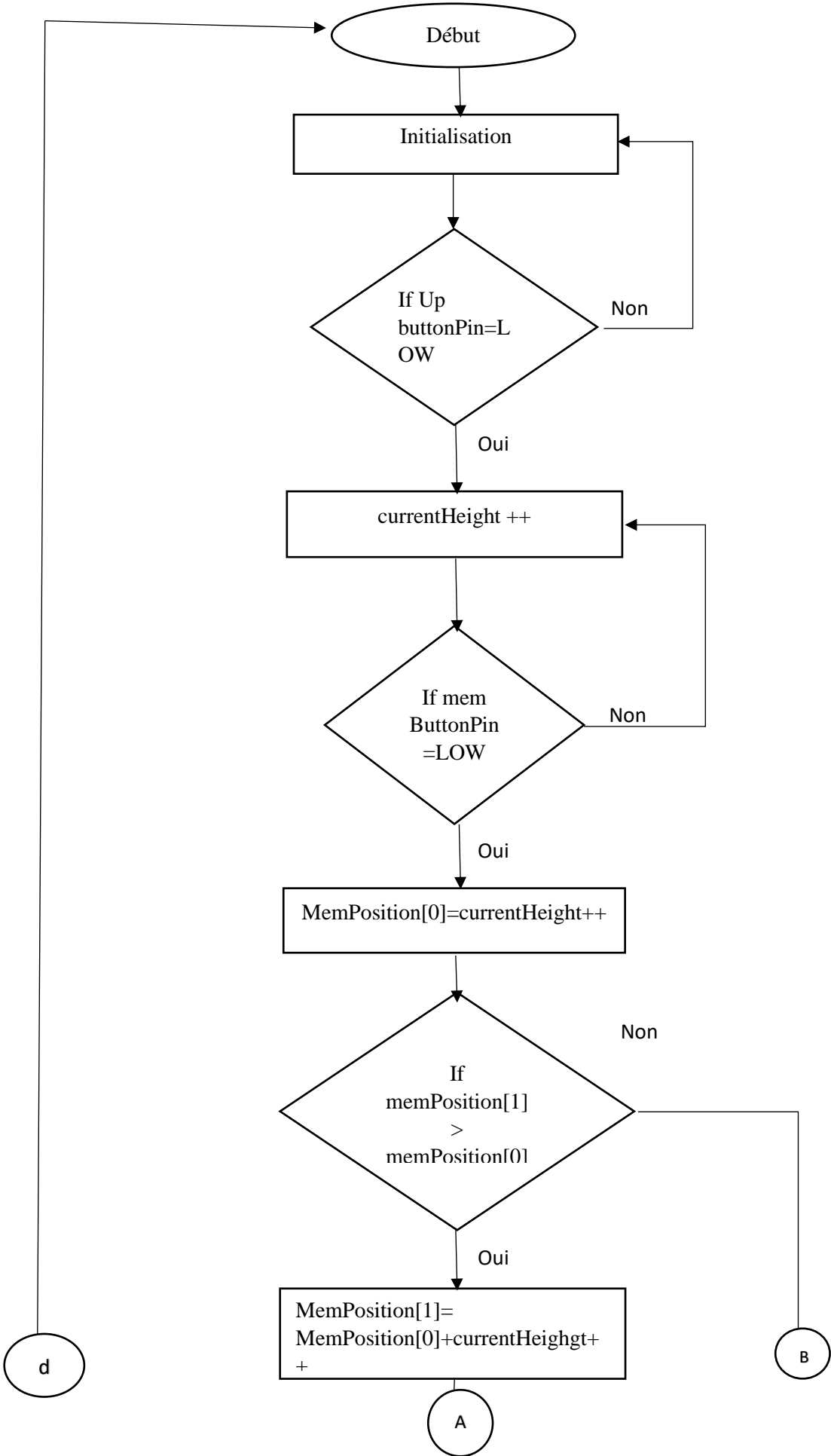
En termes de précision, la table s'ajuste de 1 cm pour 500 pas du moteur, offrant ainsi un réglage fin et répondant aux exigences du projet.

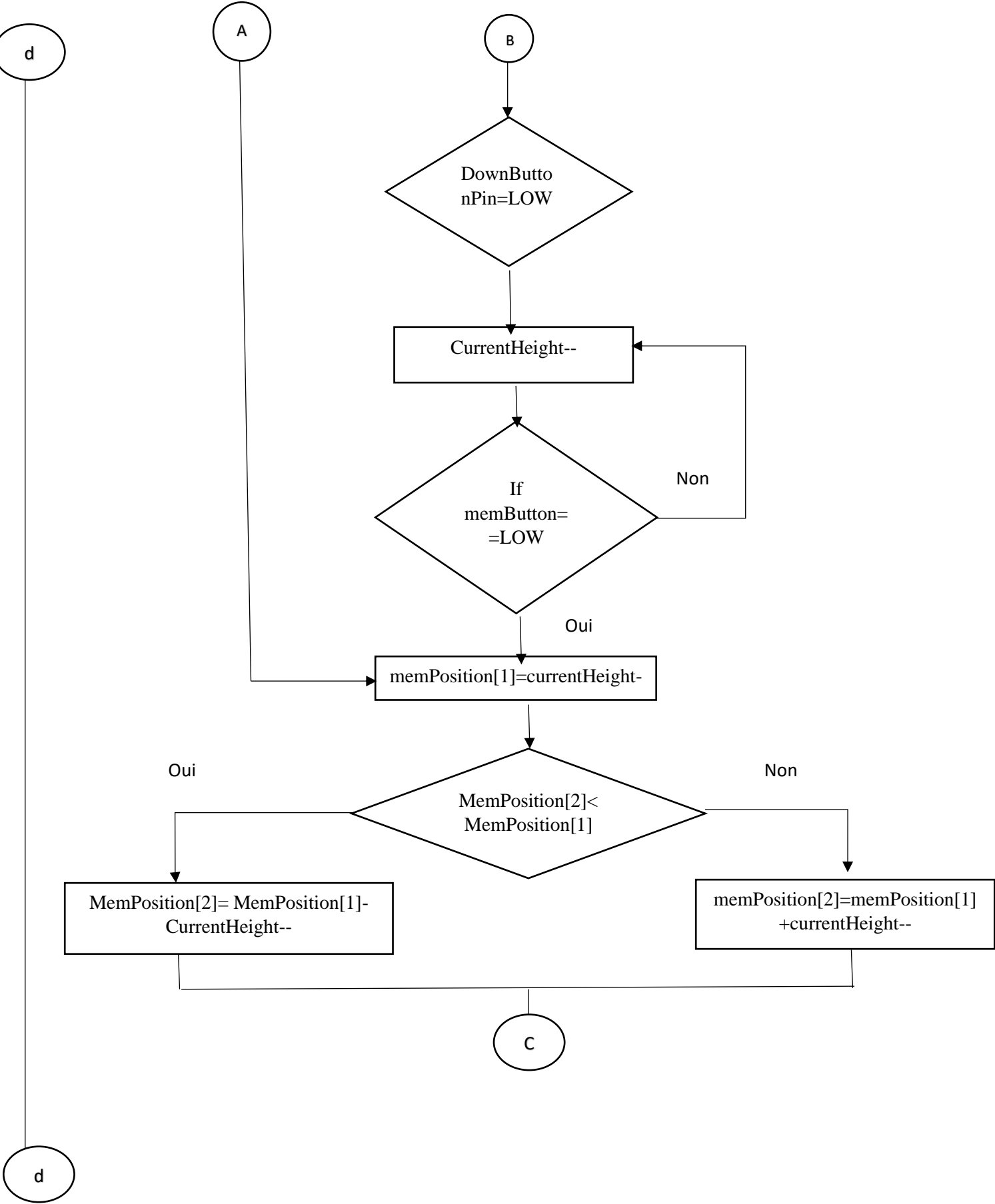
### III.3. Schéma synoptique

Nous présentons ci-dessous le schéma synoptique de notre système, qui illustre les connexions entre les différents composants tel que les capteurs, boutons poussoirs, carte a microcontrôleur ainsi que le moteur et son driver.



### III.2 Organigramme générale





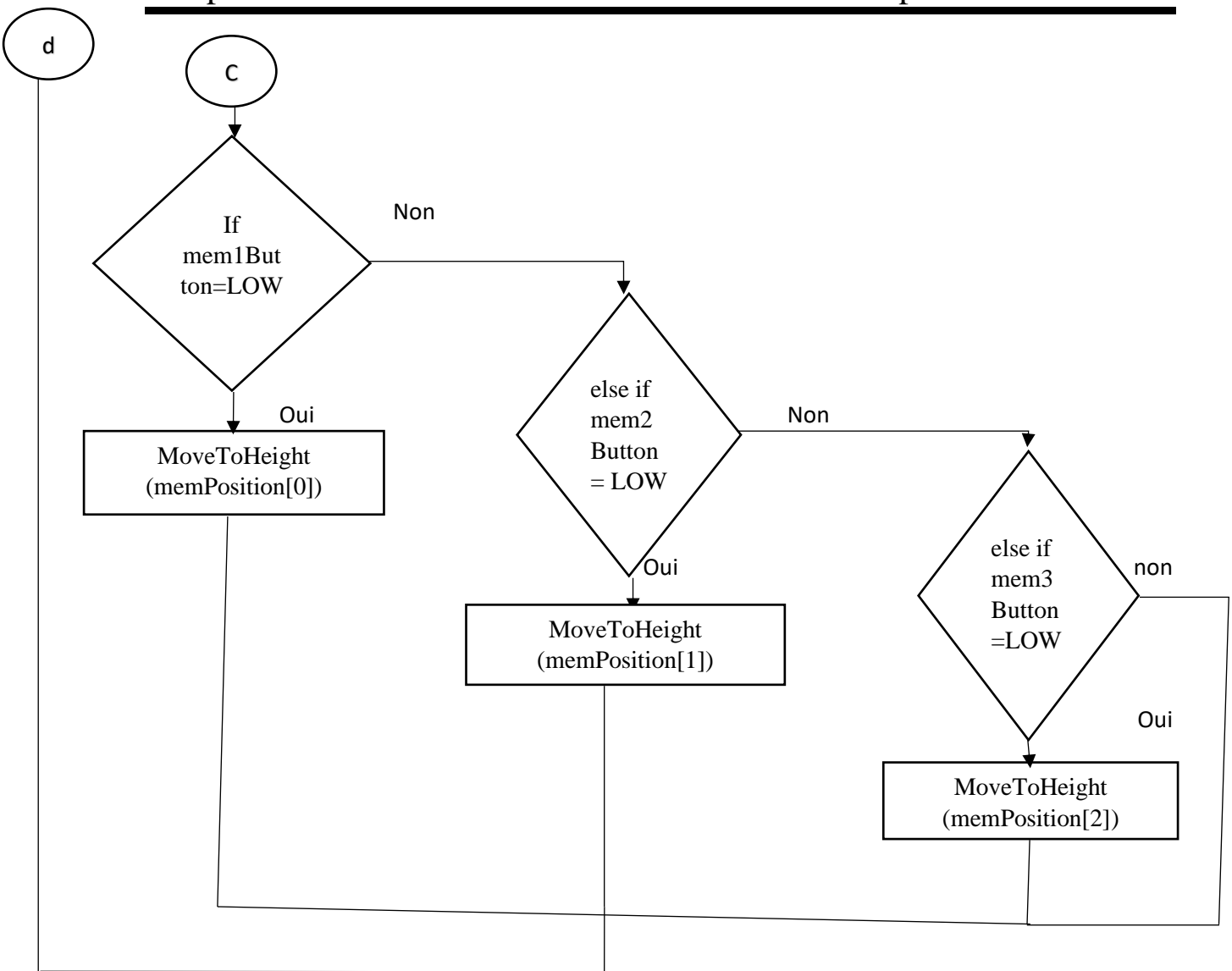


Figure III.23 : l'organigramme fonctionnel de la table réglable en hauteur

### III.3. Étapes de réalisation du montage électrique

Pour commencer, nous avons monté le montage électrique de la table réglable en hauteur fait en commençant par le driver TB6600, qui est un pilote de moteur pas à pas. Ce driver utilise les broches A+ et A-, auxquelles sont connectés les fils rouge et bleu du moteur pas à pas JK57HS76-2804. Les broches B+ et B- sont reliées aux fils vert et noir de la seconde bobine du moteur, en revanche les broches GND et VCC sont connectées à une source d'alimentation de 12 volts.

Pour la partie signal du Driver TB6600, la broche DIR+ est reliée à la pin 9 de l'Arduino pour la direction, la broche PUL+ est connectée à la pin 8 pour les impulsions, et la broche ENA+ est reliée à la pin 10 pour activer ou désactiver le moteur. Les broches DIR-, ENA- et PUL- sont toutes reliées au GND de lab d'essais.

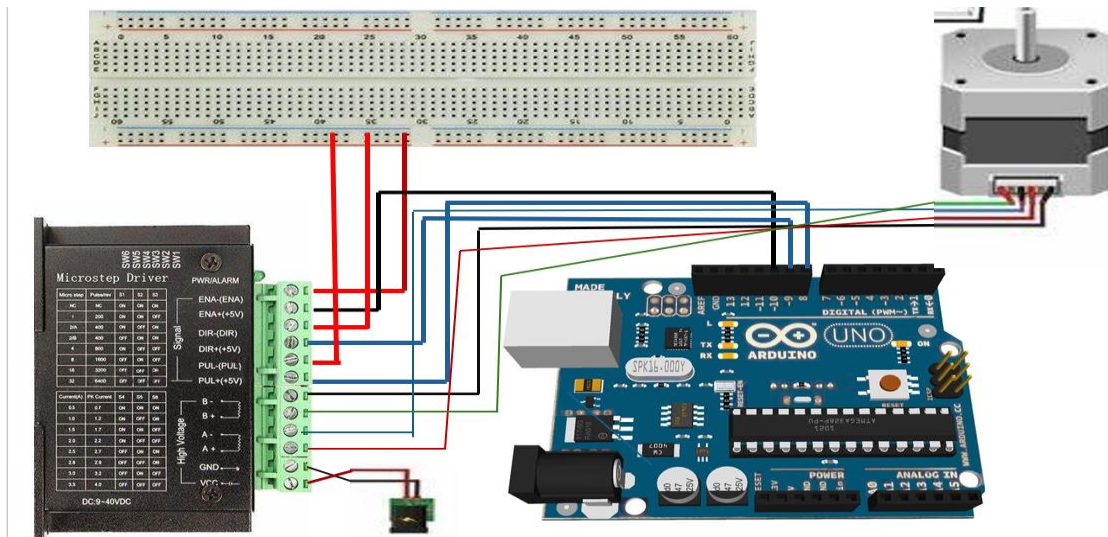


Figure III.24 : Circuit électronique du branchement du moteur Nema 23 à arduino et le driver tb6600

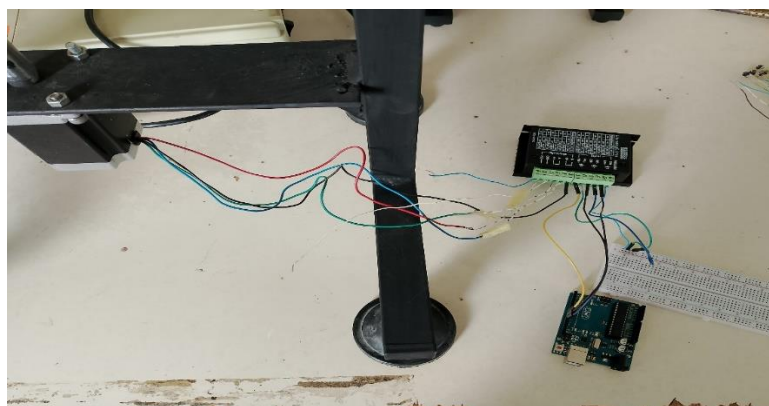


Figure III.25 :Montage réel du moteur Nema 23 et TB6600

Pour les commandes, les boutons poussoirs haut et bas sont connectés respectivement aux pins 2 et 3 de l'Arduino. Le bouton de mémorisation est branché à la pin 4, tandis que les boutons pour sélectionner les positions prédéfinies sont connectés aux pins 5, 6 et 7.

Enfin, les capteurs de fin de course, qui déterminent les positions maximale (max) et minimale (min), sont reliés respectivement aux pins 12 et 13 de l'Arduino. Cette configuration permet un contrôle précis et sécurisé de la hauteur de la table.

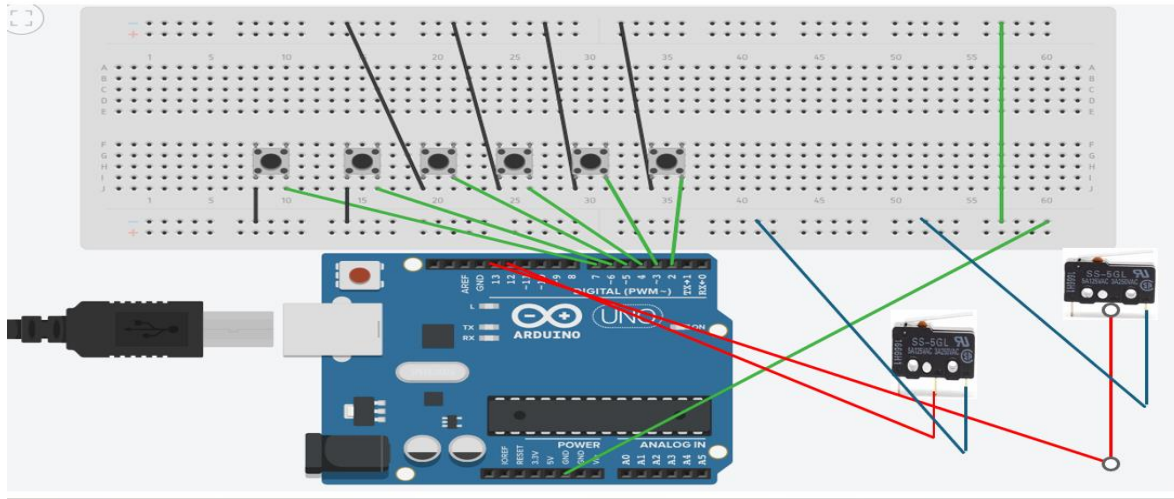


Figure III.26 :branchement des boutons poussoirs et les fins de courses

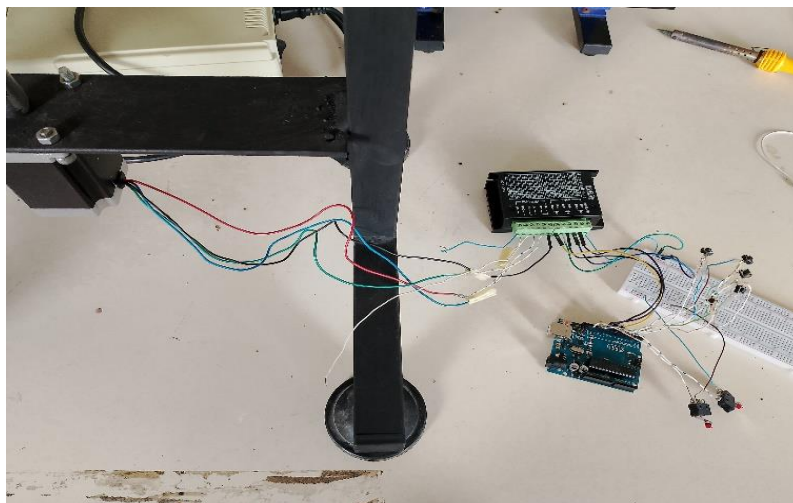


Figure III.27: montage finale de la partie commande

### III.4. Mécanisme utilisé pour régler la hauteur

Notre table est composée d'un plateau en bois de dimensions 50 cm x 40 cm, avec des pieds en fer, l'un à l'intérieur de l'autre, permettant ainsi le changement de hauteur. Le mécanisme utilisé pour notre système est une vis trapézoïdale, reliée directement au moteur. Un écrou est monté sur cette vis et connecté au pied intérieur de la table.

Lorsque le moteur tourne, la vis tourne également, entraînant le déplacement de l'écrou vers le haut ou vers le bas, selon le sens de rotation du moteur. Ce déplacement de l'écrou, attaché au pied intérieur de la table, permet de soulever ou d'abaisser les pieds, ce qui entraîne un changement de la hauteur de la table.



*Figure III.28: photo illustrant le mécanisme utilisé pour régler la hauteur*

### **III.5. Conclusion**

En conclusion, ce chapitre a détaillé les principes fondamentaux et le mode de fonctionnement de notre table réglable en hauteur, offrant une vue d'ensemble claire grâce à l'organigramme présenté. Nous avons ensuite détaillé les étapes de la réalisation du montage électrique, expliquant minutieusement comment chaque composant est connecté pour assurer un fonctionnement optimal. Le mécanisme de variation de la hauteur de la table a été abordé en détail, démontrant l'ingéniosité de notre conception pour répondre aux besoins de l'utilisateur.

# **Conclusion générale**

# CONCLUSION GENERALE

---

## Conclusion générale

Ce projet de table ajustable en hauteur a été une expérience enrichissante qui nous a permis d'allier théorie et pratique. Il nous a permis d'approfondir nos connaissances en électronique, mécanique et programmation tout en relevant le défi de concevoir et de mettre en œuvre un système de contrôle numérique.

D'un point de vue logiciel Nous avons principalement utilisé l'IDE Arduino pour la programmation, ce qui nous a permis de développer de précieuses compétences en codage et en contrôle de moteur pas à pas.

Sur le plan Personnel Ce projet nous a permis de nous engager dans un environnement professionnel, d'acquérir une précieuse expérience pratique et de développer nos compétences en gestion de projet. La tâche la plus difficile a été de combiner théorie et pratique pour créer un système efficace répondant aux exigences du cahier des charges.

Malgré ces défis, le résultat final a été réussi avec un modèle fonctionnel à la hauteur des attentes. Nous espérons que cette étude fournira un guide utile pour de futures promotions et contribuera à l'avancement des connaissances dans ce domaine.

En conclusion, ce projet représentait une opportunité précieuse d'appliquer les connaissances théoriques acquises au cours des études universitaires à des travaux pratiques. Nous avons acquis une expérience précieuse dans la conception et la mise en œuvre de systèmes d'automatisation et nous sommes impatients de continuer à obtenir de meilleurs résultats dans ce domaine

# **Bibliographie**

## La bibliographie

---

- [1] <https://www.aratubo.com/fr/blog/tables-reglables-en-hauteur/?amp>
- [2] <https://www.aum-world.com/pages/les-4-bonnes-raisons-de-choisir-un-bureau-assis-debout>
- [3] John Nussey « Arduino pour les nuls » 2eme édition
- [4] Simon Monk « Programming arduino getting started witch sketches »
- [5] <https://www.gcworks.fr/tutoriel/arduino/CarteArduinoUno.html>
- [6] <https://quai-lab.com/arduino-ses-memoires/>
- [7] « La structure d'un programme Arduino » Arduino cours 2020
- [8] M. ABIGNOLI, C. GOELDEL « Moteur pas à pas » Techniques de l'ingénieur, traité de génie électrique D3690.
- [9] Madi Fates, mémoire de master, réalisation et manipulation d'une machine à commande numérique à base d'un microcontrôleur, 2019
- [10] « Le bouton poussoir un composant banal, ô combien, étonnant. » [Archive], sur Framboise 314, le Raspberry Pi <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/fr>
- [11] R Smail 2014 : Documentation sur les sondes de niveau FMX167 référence : TI351P/14/fr/03.06

## **Résumé**

L'objectif de ce mémoire est de concevoir et de fabriquer une table de bureau qui peut être ajustée en hauteur, afin de satisfaire les exigences d'un environnement de travail moderne et ergonomique. Cette table modulable propose une solution innovante face aux défis posés par les bureaux traditionnels, qui peuvent engendrer différents problèmes de santé physique et mentale. En s'adaptant à leurs besoins spécifiques, elle améliore le confort, la flexibilité et la productivité des utilisateurs. La conception de la table est basée sur une carte Arduino Uno, qui intègre différents éléments électroniques et mécaniques afin de garantir un fonctionnement optimal.

**Mots clés :** bureau ajustable, ergonomie, Arduino Uno, moteur pas à pas, capteurs, driver

## **Abstract**

The objective of this dissertation is to design and manufacture a height-adjustable desk to meet the demands of a modern and ergonomic work environment. This modular desk offers an innovative solution to the challenges posed by traditional desks, which can lead to various physical and mental health issues. By adapting to the specific needs of users, it enhances comfort, flexibility, and productivity. The design of the desk is based on an Arduino Uno board, integrating various electronic and mechanical components to ensure optimal functionality.

**Key words:** adjustable desk, ergonomics, Arduino Uno, stepper motor, sensors, driver