

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)

Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : ZERARI MOHAMED AMINE et HAYANI ALAA EDDINE

Intitulé du Sujet

**Etude, conception, simulation d'un prototype  
de chaise automatique pour personnes à mobilité réduite avec  
déplacement commandé par Pic – microcontrôleur.**

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

M<sup>r</sup> MASSOUM  
M<sup>r</sup> BELARBI  
M<sup>r</sup> Hachim

Noureddine  
Boumediene  
Abdallah

MCB  
MAA  
MAA

Univ. Tlemcen  
Univ. Tlemcen  
Univ. Tlemcen

Président  
Encadreur  
Examinateur

Année Universitaire 2019-2020

---

# Remerciement

Louange à dieu le tout puissant, clément et miséricordieux de m' avoir permis de réaliser ce projet.

Nous remercions vivement :

Monsieur **BELARBI BOUMEDIENE**

Enseignant au département d'électronique, pour l'honneur qu'il nous a fait en nous encadrant, et son entière disponibilité durant toutes les étapes de notre projet.

Ainsi qu'aux membres du jury,

Présidé par Monsieur **MASSOUM NASRDINNE**

et examiné par Monsieur **LACHACHI DJAMEL**

Nous tenons à leurs exprimer notre profonde reconnaissance pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner notre travail.

Nous profitons de cette occasion pour témoigner notre grande reconnaissance au responsable du Master et professeur :

**Monsieur BENAHMED NASRDINNE**

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

Nos vifs remerciements s'adressent également à tous les membres de nos familles qui nous ont aidés par leur soutien précieux.

Pour terminer, nous tenons à remercier tous nos collègues qui nous ont aidés et qui nous ont apportés tout le soutien moral nécessaire pour mettre à bien notre projet.

---

---

# Sommaire

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Problématique.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Familles d’handicape.....</b>	<b>5</b>
2.1 Déficience motrice (handicape moteur) .....	5
2.2 Les grandes typologies d'atteinte de la motricité.....	5
2.3 Handicape visuel .....	6
2.4 Handicape auditif.....	6
2.5 Handicape psychique.....	6
<b>3. Conclusion.....</b>	<b>7</b>
<b>Chapitre I.....</b>	<b>8</b>
<b>I.1 Introduction.....</b>	<b>9</b>
<b>I.2 Définition .....</b>	<b>9</b>
<b>I.3Types des chaises roulantes .....</b>	<b>9</b>
I.3.1 Chaise roulante manuelle .....	9
I.3.2 Chaise roulante électrique .....	11
I.3.3 Chaise roulante intelligente .....	12
<b>I.4 Conclusion .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre II .....</b>	<b>15</b>
<b>II.1 Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>II.2 Le moteur pas-à-pas.....</b>	<b>16</b>
II.2.1 Définition .....	16
II.2.3 Constitution d’un moteur pas à pas .....	18

---

II.2.4 Principe de fonctionnement d'un moteur pas à pas .....	18
<b>II.3 Moteur à courant continue.....</b>	<b>19</b>
II.3.1 Définition .....	19
II.3.2 Principe de fonctionnement .....	20
<b>II.4 Différence entre les deux types de moteurs .....</b>	<b>20</b>
<b>II.5 Le microcontrôleur PIC .....</b>	<b>21</b>
II.5.1 Définition .....	21
II.5.2 Architecture PIC.....	22
II.5.3 Caractéristiques de quelques Pics .....	25
<b>II.6 Le microcontrôleur PIC16F876A.....</b>	<b>26</b>
II.6.1 Architecture interne du 16F876A .....	26
II.6.2 Description des différentes broches du 16F876A.....	27
II.6.3 les INSTRUCTIONS de pic16F876A.....	30
<b>II.7 Conclusion .....</b>	<b>30</b>
<b>Chapitre III.....</b>	<b>31</b>
<b>III.1 Introduction.....</b>	<b>32</b>
<b>Partie théorique .....</b>	<b>32</b>
<b>III.2 Tableau des composants .....</b>	<b>32</b>
<b>III.3 Description des composants :.....</b>	<b>33</b>
III.3.1 Transistor mosfet : .....	33
III.3.2 Pont en H.....	34
<b>III.4 Schéma de montage.....</b>	<b>37</b>
<b>III.5 Fonctionnement de ce circuit .....</b>	<b>37</b>
III.5.1 Partie de command : .....	37
III.5.2 Partie de puissance : .....	39
<b>III.6 Programmation.....</b>	<b>39</b>

---

<b>III.6.1 L’outil de programmation .....</b>	<b>40</b>
<b>III.6.2 programme Etablie .....</b>	<b>40</b>
<b>Partie pratique.....</b>	<b>40</b>
<b>III.7 la simulation en 3D de la chaise automatique .....</b>	<b>40</b>
<b>III.8 Plate-forme élévatrice (mettre en évidence l’innovation) : .....</b>	<b>42</b>
<b>III.8.1 La conception au cœur des processus d’innovation :.....</b>	<b>42</b>
<b>III.8.1.1 Définition : .....</b>	<b>42</b>
<b>III.9 Les caractéristiques des activités de conception : .....</b>	<b>43</b>
<b>III.9.1 Les activités de conception et leur évaluation menées à un niveau : .....</b>	<b>43</b>
<b>III.9.2 Cette ouverture peut se manifester à plusieurs niveaux : .....</b>	<b>43</b>
<b>III.9.3 Les trois conditions nécessaires à la formation d’un être collectif :.....</b>	<b>44</b>
<b>III.9.4 Les choix et les décisions, en matière de conception : .....</b>	<b>45</b>
<b>III.9.5 Les processus de conception : .....</b>	<b>45</b>
<b>III.9.5.1 Les modèles de processus de conception :.....</b>	<b>46</b>
<b>III.9.5.3 Une itération d’un cycle élémentaire de conception :.....</b>	<b>46</b>
<b>III.9.5.4 Une théorie unifiée de la conception : .....</b>	<b>47</b>
<b>III.9.5.5 Les principes de la théorie : .....</b>	<b>48</b>
<b>III.9.5.6 Les propriétés et les expansions de l’espace des concepts : .....</b>	<b>48</b>
<b>III.10 Conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>51</b>

---

---

## Liste des figures

<b>I.1</b> Chaise roulant en avril 1783.....	8
<b>I.2</b> Chaise roulant du 19 <sup>e</sup> siècle.....	9
<b>I.3</b> Chaise roulante pliable de 1932.....	9
<b>I.4</b> La première chaise, roulante à propulsion, en 1950.....	10
<b>I.5</b> La première chaise électrique d'une société Per mobil.....	11
<b>I.6</b> Brain Gâte technologies.....	12
<b>I.7</b> Illustration le fonctionnement de l'appareil qui transforme les mouvements oculaires en commandes pour la chaise roulante.....	13
<b>II.1</b> moteur pas à pas.....	15
<b>II.2</b> le moteur à réluctance variable.....	16
<b>II.3</b> le moteur à aimants permanents.....	16
<b>II.4</b> le moteur hybride.....	17
<b>II.5</b> Principe de fonctionnement d'un moteur pas à pas. ....	17
<b>II.6</b> moteur cc.....	18
<b>II.7</b> Moteurs à courant continu.....	19
<b>II.8</b> Description globale pic.....	21
<b>II.9</b> Architecture simplifié d'un pic.....	21
<b>II.10</b> Architecture général d'un pic.....	23
<b>II.11</b> Caractéristiques pic16f8xx.....	24
<b>II.12</b> architecture interne du pic16F876.....	25
<b>II.13</b> les différentes broches du pic16F876.....	26
<b>II.14</b> Schéma de câblage a quartz et choix des condensateurs .....	27
<b>II.15</b> Schéma de câblage avec un oscillateur.....	27
<b>II.16</b> Schéma de câblage a un réseau.....	27
<b>II.17</b> Les ports d'entrées/Sorties du PIC 16F876.....	28
<b>II.18</b> instructions de bases.....	29
<b>III.1</b> les types de mosfets.....	33
<b>III.2</b> représentations MOSFET type n .....	34
<b>III.3</b> pont en H. ....	34
<b>III.4</b> pont en H a transistor MOS.....	35

---

<b>III.5</b> principe fonctionnement de détecteur de proximité.....	36
<b>III.6</b> schéma de notre circuit.....	37
<b>III.7</b> La commande occipitale à capteurs de proximité.....	38
<b>III.8</b> La partie de commande.....	38
<b>III.9</b> La partie de puissance.....	39
<b>III.10</b> le programme en MicroC.....	40
<b>III.11</b> simulation en 3D.....	41
<b>III.12</b> Cycle élémentaire et structure itérative du processus de conception de Roozenburg et Eekels (1995) in Perrin (2001, pp. 93-94).....	46

---

## **Liste des Tableau**

<b>III.1</b> tableau de composants utilisés dans notre travail.....	32
<b>III.2</b> la circulation de courant dans le pont h.....	35
<b>III.3</b> référence des transistors mos utilisé .....	36



---

# **Introduction**

# **Générale**

---

La chaise roulante est un moyen de déplacement, il se présente sous la forme d'une chaise équipée de quatre roues et dans certains cas avec un moteur, il permet aux personnes qui sont atteintes de déficiences motrices sévères et pour les handicapés qui l'utilisent de manière régulière, aussi peut être utilisée de manière temporaire pour les patients qui ne peuvent pas marcher le temps qu'ils sont touchés au niveau de leurs membres (jambes cassés, postopératoire etc....). De plus, elle facilite les différentes tâches dans la vie sociale et professionnelle de cette catégorie, et encore, elle règle d'un côté médical leur position assises.

Lorsque on voit la difficulté des utilisateurs de la chaise surtout au côté de pilotage ;et à l'absence des aménagements urbains parfaits qui empêche les handicapés à s'intégrer dans la société sans l'aide des gens, et là s'articule la problématique qui nous a inspirée à développer la chaise roulante automatique afin de réduire et d'exclure un peu l'intervention d'un tiers personne, elle assure ainsi une motricité facile, et améliore encore une fois l'autonomie des patients et les aide confortablement à accomplir leurs activités professionnelles et sociales. C'est dans ce contexte que se situe notre travail de recherche.

Notre problématique se formule autour de la question suivante :

Comment peut-on réaliser une chaise roulante automatique permettant aux personnes atteintes d'une déficience motrice le déplacement autonome et accessible ?

L'objectif principal de ce mémoire est de modéliser le système pilote-véhicule dans une tâche de contrôle manuel de chaise roulante électronique.

Le système de contrôle de chaise roulante contient deux parties :

Un system de command (SC) qui donne le pouvoir de contrôler la direction ; la véhiculisation de la chaise, dont le patient assis la dirige par un coup de poignet.

Un system de motorisation mécanique avec deux moteurs assure la circulation des roues de la chaise à partir de contrôle de SC.

En ce qui concerne la méthodologie de notre étude de recherche, elle est composée de quatre chapitres et elle est organisée de la manière suivante :

- **Le premier chapitre** est la définition de la catégorie des handicapés et ses difficultés, la formulation de la problématique qu'elle sera

---

résolue à travers les démarches opérationnelles qu'on prend part dans notre recherche.

- **Le deuxième chapitre** se focalise autour d'une description détaillée de la chaise roulante et un aperçu historique sur son développement.

- **Troisième chapitre** présente une étude théorique, en premier lieu, sur le microcontrôleur et les moteurs et après, le tri d'un choix favorable pour notre travail de recherche.

- **Quatrième chapitre** c'est la mise en œuvre d'une simulation sur porteuse qui présente le prototype et sa pertinence, ensuite, la réalisation pratique.

Enfin, le mémoire est clôturé par une conclusion sur le travail effectué.

---

# Problématique

---

## **Introduction :**

L'être humain devient malade dès qu'il y aurait un problème avec le disfonctionnement de son corps ou bien sa morphologie ce qui conduit à l'incapacité de personne à atteindre l'autosuffisance et le besoin permanente de l'aide des autres, à cause de sa déficience motrice. Nous parlons dans ce chapitre de l'effet des maladies qui change selon sa localisation et ses symptômes dans l'organisme, tout en mentionnant d'une manière brève les notions suivantes : (déficience motrice, visuel, auditif, psychique, des membres interne).

## **1. Familles d'handicape :**

### **1.1 Déficience motrice (handicape moteur) :**

C'est l'incapacité de déplacer partiellement ou bien complètement, de nombreux types de problème musculaires ou neuromusculaires peuvent affecter sa compétence cinétique ses types varient en fonction de la raison qui l'a provoqué.

### **1.2 Les grandes typologies d'atteinte de la motricité :**

La proximité des structures sensibles et motrices explique l'association fréquente des troubles moteurs et sensitifs, que ce soit par lésion cérébrale (exemple : accident vasculaire touchant les aires motrices et sensibles), médullaires (exemple : paraplégie traumatique touchant l'ensemble des cordons de la moelle), ou neurologique périphérique (exemple : section d'un nerf périphérique).

Les différentes déficiences touchant les organes de la motricité entraînent, de façon plus ou moins sévère, de façon plus ou moins diffuse ou associée, des symptômes (signes cliniques) en rapport direct avec les structures touchées. L'association caractéristique de plusieurs symptômes réalise un syndrome.

Les lésions peuvent être encéphaliques, médullaires, atteinte des nerfs périphériques, lésions de la jonction neuromusculaire, musculaires, osseuses, déformations ostéo-articulaires, articulaire. [8]

---

### **1.3 Handicape visuel :**

C'est la conséquence de la déficience visuelle qui désigne les personnes aveugles et les personnes qui ont des troubles liés à la fonction visuelle ce qu'on appelle les malvoyants elle exprime une insuffisance ou absence d'image perçue par l'œil. [8]

Selon l'OMS (organisation mondiale de la santé) la fonction visuelle comporte quatre stades :

- La vision normale
- Une déficience visuelle modérée
- Une déficience visuelle grave
- La cécité

### **1.4 Handicape auditif :**

La surdité est un handicap de la communication qui ne se voit pas, ce qui entraîne souvent gêne et agacement chez les intendants. De plus, elle met parfois dans des situations compliquées, car une personne sourde n'a pas perdu l'usage de la parole, mais elle est sujette à des troubles de la communication orale : elle ne s'entend pas elle-même, elle peut avoir des défauts de prononciation, elle ne peut quelquefois pas oraliser.

Un certain nombre de personnes sourdes utilisent la langue des signes et d'autres la lecture sur les lèvres pour communiquer. [8]

### **1.5 Handicape psychique :**

Le handicap psychique renvoie aux limitations rencontrées dans la vie quotidienne par les personnes souffrant de troubles psychiatriques. Les conséquences de la pathologie (ex : troubles de la volonté, altération de la vision du monde, somnolence provoquée ou renforcée par les traitements...) peuvent impacter la vie sociale et professionnelle. Cependant, l'appellation « handicap psychique » va au-delà de la symptomatologie ; ce sont les obstacles (ex : « rejet » dans le milieu professionnel, complexité administrative...) rencontrés qui ont des interactions avec les limitations de la personne, et vont perturber les habitudes de vie, compromettre l'accomplissement des activités quotidiennes ou des rôles sociaux et placer ou non la personne en situation de pleine participation sociale. Ainsi les difficultés s'expriment dans des contextes particuliers, c'est pourquoi on parle de situation de handicap d'origine psychique, par raccourci, de handicap psychique. Il peut y avoir une disproportion entre le poids du handicap et la gravité de la maladie (être atteint d'une pathologie psychiatrique lourde et être peu handicapé et inversement). [8]

---

*Après avoir vu cette catégorie, nous avons noté qu'elle affronte beaucoup de difficulté dans leur vie et surtout de sa mobilisation, spécialement les handicapés moteurs à cela de quelle manière peut-on les favoriser une motricité parfaite ?*

## **2. Conclusion :**

A ce titre Nous essayons de fournir un appui matériel aux personnes handicapées et de surmonter leur plus gros problème auquel elles sont confrontées dans la vie quotidienne, à savoir la difficulté de mouvement, en proposant une chaise roulante automatique qui contribue à faciliter l'accomplissement de leur activité.

---

# Chapitre I

ETAT DE L'ART



---

## **I.1 Introduction :**

Depuis les années quatre-vingt du 19e siècle, l'intérêt a commencé à concevoir des appareils qui aident les personnes handicapées ou celles souffrant de blessures graves aux pieds et aux jambes telles que l'amputation ou la paralysie, ce qui les empêche de se lever et de bouger, et parmi ces appareils se trouvent des chaises roulantes, celles-ci sont des aides techniques les plus couramment utilisées pour améliorer la mobilité d'une personne, la mobilité est un préalable nécessaire pour jouir des Droits humains, vivre dans la dignité, et permet aux personnes en situation de handicap de devenir des membres plus productifs dans leurs communautés. Pour de nombreuses personnes, une chaise roulante appropriée, bien conçu et bien adapté peut-être le premier pas vers l'inclusion et la participation sociale.

## **I.2 Définition :**

Un fauteuil roulant (en langage familier « chaise roulante ») est une aide technique à la mobilité qui permet de transporter une personne assise sans peine sur une surface plane.

## **I.3 Types des chaises roulantes :**

IL existe plusieurs types de chaises roulantes qui ont été développés au fil du temps, et leurs capacités diffèrent selon le développement scientifique atteint à cette époque, et ça vient pour améliorer afin qu'il facilité la vie et essayer de surmonter les difficultés auxquelles ils sont confrontés des personnes handicapées.

### **I.3.1 Chaise roulante manuelle :**

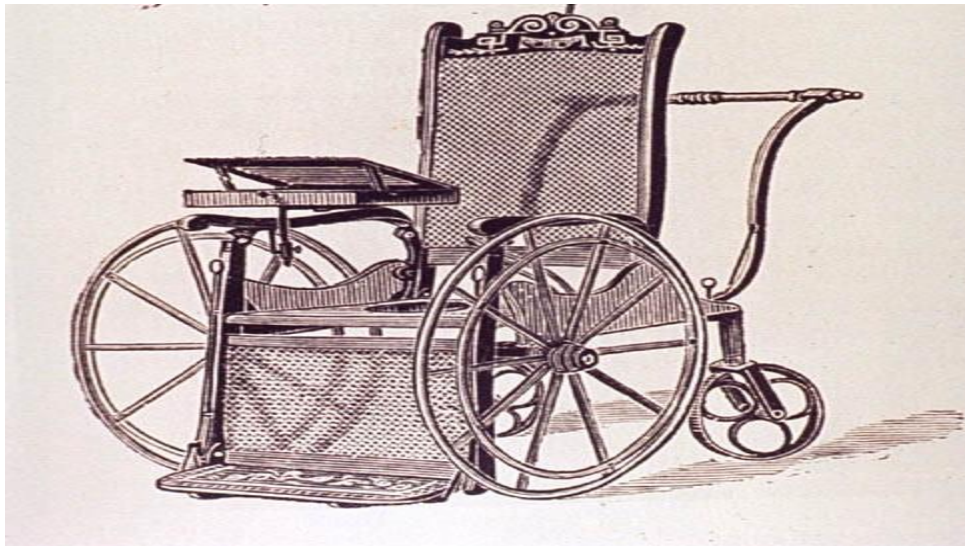
En AVR 1783 L'inventeur John Dawson a créé une variante très populaire de chaise roulante, fait avec deux grandes roues et une troisième roue plus petite. [1]



**Figure I.1** Chaise roulante (avril 1783). [3]

---

Cependant, la chaise n'était pas confortable et n'est pas fonctionnel, au cours de la seconde moitié du 19e siècle, de nombreuses améliorations ont été apportées aux chaises roulantes, un brevet de 1869 pour la chaise roulante a montré le premier modèle avec roues Arrière motrices, et petites roues avant, entre 1867 et 1875, les inventeurs ont ajouté de nouvelles roues creuses en caoutchouc similaires à celles utilisées sur les vélos sur jantes métalliques, en 1881. [1]



**Figure I.2** Chaise roulante (19<sup>e</sup> siècle). [3]

Le premier brevet de chaise roulant date de 1869, il s'agissait d'un modèle bi manuel dirigé par les roues arrière ; des nouveaux modèles apparaissent rapidement par exemple une chaise **roulante pliable** a été conçu par deux ingénieurs en 1932, l'un d'eux avait subi un accident causé par l'explosion d'une mine pendant la première guerre mondiale. [4]



**Figure I.3** Chaise roulante pliable (1932). [4]

---

### I.3.2 Chaise roulante électrique :

La première chaise roulante électrique à propulsion fut construite en 1950 par George Klein, L'objectif de cette chaise électrique était d'aider les anciens combattants de la Seconde Guerre mondiale. [2]



**Figure I.4** La première chaise, roulante à propulsion, en 1950. [4]

En 1966, en Suède, Dr. per Uddén développe le model de Mr George Klein est présentait dans cette chaise des techniques caractéristiques uniques pour l'époque, telles que la bascule d'assise électrique, les accoudoirs et les repos-jambes escamotables ou la traction avant, ainsi est née la société Per mobil. [5]



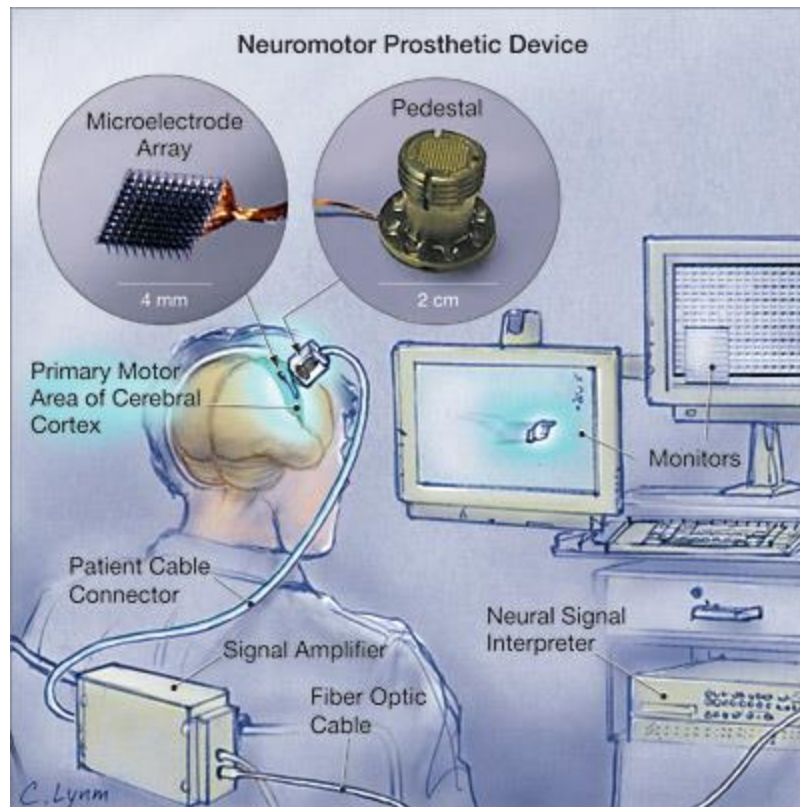
**Figure I.5** La première chaise électrique d'une société Par mobil. [5]

### **I.3.3 Chaise roulante intelligente :**

#### **Chaise roulant de Brain Gâte :**

Au cours des dernières années, des progrès scientifiques et médicaux substantiels ont été réalisés dans la conception de puissantes interfaces neuronales réparatrices pour les personnes atteintes de paralysie ou de perte de membre, une grande partie de ces progrès obtenus de la recherche fondamentale ,Attendu que, John Donogo et Brainjatti ont créé une nouvelle technologie de chaise roulante pour un patient à mobilité réduite, qui peut rencontrer des problèmes, en utilisant sa propre chaise roulante.

Le dispositif BrainGate est implanté dans le cerveau du patient, et attaché à un ordinateur que le patient peut lui envoyer des commandes mentales qui se traduisent par n'importe quel appareil, y compris l'utilisation des chaises roulantes pour ce qu'il veut, la nouvelle technologie est appelée le BCI ou interface ordinatrice et cerveau. [5]



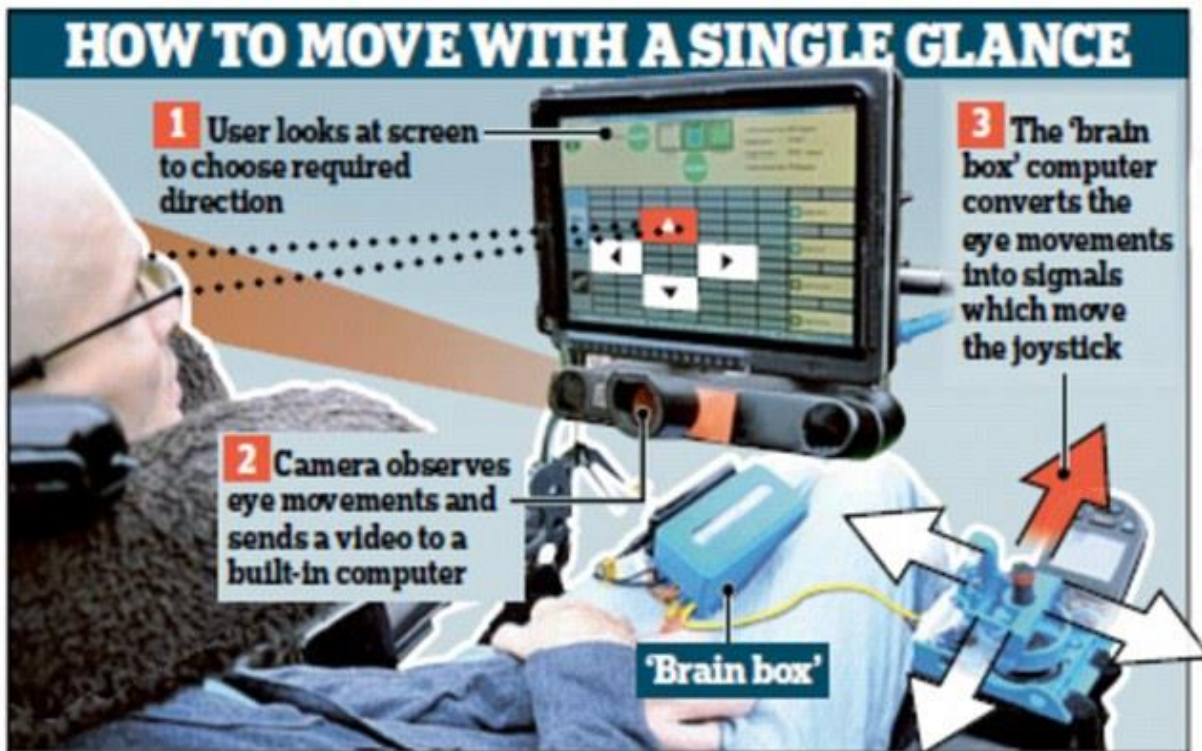
**Figure I.6** Brain Gate technologies. [6]

### **Chaise roulante contrôlé à l'aide de mouvement oculaire :**

Les chaises roulantes contrôlé à l'aide de mouvements oculaires : un inventeur, souffrant lui-même d'une maladie du motoneurone, crée un dispositif de guidage pour aider les personnes handicapées à se déplacer.

M. Joyce Patrick et M. Steve Evans souffrent tous les deux d'une maladie du motoneurone elle les rend incapables d'utiliser leurs membres pour contrôler les chaises roulantes électriques, Ils ont inventé un système qui est commandé par les mouvements de leurs yeux et permet à une 'main ' imprimée en 3D de déplacer le joystick de la chaise roulante à leur place.

M. Patrick Joyce, 46 ans, a créé la technologie 'Eyedrivomatic' après avoir commencé à perdre l'usage de ses muscles en raison de sa maladie, l'appareil utilise la technologie 'eye-tracking' pour lui permettre d'émettre des commandes à un ordinateur et à une 'main' imprimée en 3D qui peut s'adapter sur le joystick d'une chaise roulante électrique ordinaire. [7]



**Figure I.7** Illustration du fonctionnement de l'appareil qui transforme les mouvements oculaires en commandes pour la chaise roulante. [7]

#### **I.4 Conclusion :**

A ce titre Nous essayons de fournir un appui matériel aux personnes handicapées et de surmonter leur plus gros problème auquel elles sont confrontées dans la vie quotidienne, à savoir la difficulté de mouvement, en proposant une chaise roulante automatique qui contribue à faciliter l'accomplissement de leur activité.

---

# **Chapitre II**

## **MODELISATION**

---

## II.1 Introduction :

Ce chapitre présente une étude sur les moteurs électromécaniques et les microcontrôleurs pic. Afin de rechercher le meilleur qui correspond à notre projet, nous avons partagé ce chapitre en quatre parties, en premier lieu nous allons faire une description de moteur pas-à-pas. Ensuite le moteur cc pour faire une comparaison entre eux, ainsi la troisième partie contient une définition générale de pic, les caractéristiques de certains d'entre eux pour choisir le plus appropriée, enfin, la quatrième c'est la mise en valeur de la description de pic que nous avons sélectionnée.

## II.2 Le moteur pas-à-pas :

Le moteur pas à pas fut inventé par Marius Lavet en 1936 pour L'industrie horlogère.

Le moteur pas à pas est un convertisseur électromécanique qui assure la transformation d'un signal électrique impulsionnel en un déplacement mécanique.

Sa structure de base se présente sous la forme de deux pièces séparées mécaniquement, le Stator et le Rotor, L'interaction électromagnétique entre ces deux parties assure la rotation. [9]



**Figure II.1** moteur pas à pas. [10]

### II.2.1 Définition :

Un moteur pas à pas permet de transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire, 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, typiquement dans les systèmes de positionnement.

L'usage le plus connu du grand public est dans les imprimantes reliées à un ordinateur (positionnement de la tête d'impression et rotation du rouleau porte-papier dans les imprimantes matricielles, à marguerite et à jet d'encre, et rotation du rouleau porte-papier seulement dans les imprimantes à xérographie à laser).



---

## II.2.2 Types de moteurs pas à pas

Il existe trois principaux types de moteurs pas à pas :

- 1- réluctance variable,
- 2- aimant permanent
- 3- hybrides. qui est une combinaison des deux technologies précédentes.

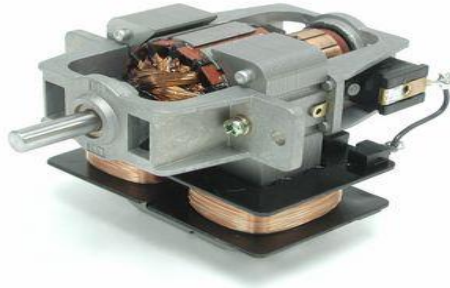
Le présent descriptif portera sur le moteur hybride, étant donné que ce type de moteur pas à pas combine les meilleures caractéristiques du moteur à réluctance variable et du moteur à aimant permanent, Ils sont construits avec des pôles de stator multi-dentés et un rotor à aimant permanent.

Les moteurs hybrides standards ont 200 dents de rotor et opèrent une rotation à des angles de pas de  $1,8^\circ$ . Parce qu'ils présentent un haut couple statique et dynamique et fonctionnent à des taux très élevés de pas, les moteurs pas à pas hybrides sont utilisés dans une grande variété d'applications commerciales, dont les disques durs, imprimantes/traceurs et les lecteurs de CD.

Certaines applications industrielles et scientifiques des moteurs pas à pas incluent la robotique, les machines-outils, les machines bras-transfert, les machines coupent fil ou soudeuses de fil automatisées et même les dispositifs de contrôle précis des fluides. [10]



**FigureII.2** le moteur à réluctance variable. [10]



**Figure II.3** le moteur à aimants permanents. [9]



**Figure II.4** le moteur hybride. [9]

### **II.2.3 Constitution d'un moteur pas à pas :**

Comme tous les moteurs, il est constitué par :

Une partie fixe : C'est le stator formé d'un circuit magnétique et des bobines (phases) dont le rôle est de créer un flux magnétique à Directions multiples

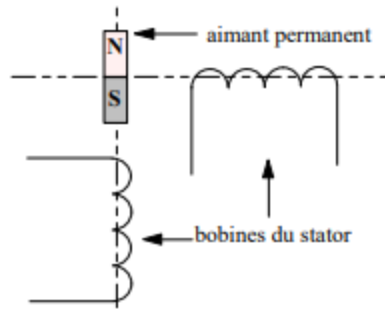
Une partie mobile : C'est le rotor placé dans le flux du stator il se positionne suivant le flux maximum. [8]

### **II.2.4 Principe de fonctionnement d'un moteur pas à pas :**

On place, sur un axe de rotation, entre deux bobines à axes perpendiculaires un aimant permanent on constate que:

- Si une seule bobine est alimentée l'aimant se positionne parallèlement à son axe.
- Si on inverse le courant dans la bobine, l'aimant fait un 1/2 tour et reste parallèle à l'axe de la bobine.
- Si les deux bobines sont alimentées l'aimant se positionne suivant la bissectrice des deux axes.

On dit que l'aimant se positionne de façon qu'il soit traversé par le maximum de flux : règle de flux maximal. [9]



**Figure II.5** Principe de fonctionnement d'un moteur pas à pas. [9]

## II.3 Moteur à courant continue :

### II.3.1 Définition :

Inventée par Zénobie Gramme (1826-1901), c'était au départ un simple générateur de courant continu. [10]

Un moteur à courant continu est une machine électrique. Il s'agit d'un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique.

En fonctionnement moteur, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.

En fonctionnement générateur, l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique. La machine se comporte comme un frein.

Les moteurs à courant continu (CC) sont les moteurs les plus simples à utiliser. Ils peuvent atteindre une vitesse de rotation élevée qui est dépendante de la tension d'entrée.



**Figure II.6** moteur cc. [10]

---

### II.3.2 Principe de fonctionnement :

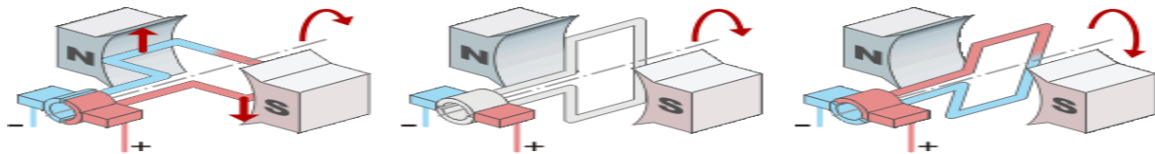
Le moteur à courant continu se compose :

1. De l'inducteur ou du stator.
2. De l'induit ou du rotor.
3. Du collecteur et des balais.

Lorsque le bobinage d'un inducteur de moteur est alimenté par un courant continu, sur le même Principe qu'un moteur à aimant permanent, il crée un champ magnétique (flux d'excitation) de direction Nord-Sud.

Une spire capable de tourner sur un axe de rotation est placée dans le champ magnétique, De plus les deux conducteurs formant la spire sont chacun raccordés électriquement à un demi collecteur et alimentés en courant continu via deux balais frotteur.

D'après la loi de Laplace (tout conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force), les conducteurs de l'induit placés de part et d'autre de l'axe des balais (ligne neutre) sont soumis à des forces  $F$  égales mais de sens opposé en créant un couple moteur : l'induit se met à tourner. [10]



**Figure II.7** Moteurs à courant continu. [10]

### II.4 Différence entre les deux types de moteurs :

**Les avantages du moteur pas à pas sont :**

- Sa facilité de mise en œuvre pour avoir un système précis et répétable
- Son nombre d'entrées sorties nécessaire réduit
- Sa grande plage de vitesse
- Sa durée de vie

**Les inconvénients du moteur pas à pas sont :**

- Son risque de perdre des pas et les précautions à prendre associées.
- Son mauvais rapport poids puissance.
- Son faible couple à haute vitesse.
- Sa consommation continue même à l'arrêt.

**Les avantages du moteur à courant continu avec codeur sont :**

- Pas de pertes de pas, et suivi de la position du rotor grâce au codeur.

- 
- Son rapport poids puissance qui est au moins 5 fois meilleur en général.
  - Accélération plus importante et bon couple sur toute sa plage de vitesse.
  - Aucune consommation du moteur à l'arrêt.

#### **Les inconvénients du moteur cc :**

- La complexité supplémentaire pour le mettre en œuvre (fréquence d'acquisition, asservissement, réglage du PID...)
- Le nombre d'entrées sorties nécessaire plus important : PWM, DIR, CodeurA, CodeurB et en option : enable.
- Sa plage de vitesse plus faible, choisissez bien votre réducteur ! ;)
- Sa durée de vie réduite (brush dc motor) [16]

## **II.5 Le microcontrôleur PIC :**

### **II.5.1 Définition :**

Un microcontrôleur est un circuit intégré qui contient en interne, c'est-à-dire dans un seul et même boîtier, l'équivalent de la structure complète d'un micro-ordinateur. La figure montre quels sont ces éléments dont voici les fonctions :

- L'ordinateur
- Le programme
- Les données en entrée
- Les données en sortie
- Les actions

Tous ces éléments sont reliés entre eux par ce que l'on appelle un bus, c'est-à-dire un ensemble de liaisons transportant des adresses, des données et des signaux de contrôle.

La majorité des grands fabricants de circuits intégrés dispose aujourd'hui de plusieurs gammes de microcontrôleurs qui sont performantes (68HC11, ST6, PIC, ...)

Le PIC (Programmable Interface Contrôler) est un circuit fabriqué par la société américaine Arizona MICROCHIP Technologie.

Les PIC sont des composants dits RISC (reduced Instructions set computer) c'est-à-dire composant à jeu d'instructions réduit (à l'opposé on trouve CISC : Complexe Instructions Set Computer), Cela lui confère l'avantage de la rapidité dans l'exécution et l'exécution en un seul cycle machine.

---

Les familles des PIC sont divisées en 3 grandes familles:

- La famille base line : mot de 12 bits
- La famille Mid-range : mot de 14 bits
- La famille High-End : mot de 16bits

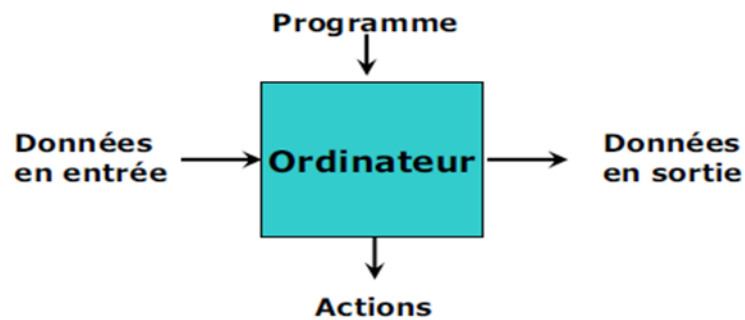


Figure II.8 Description globale pic. [11]

### II.5.2 Architecture PIC :

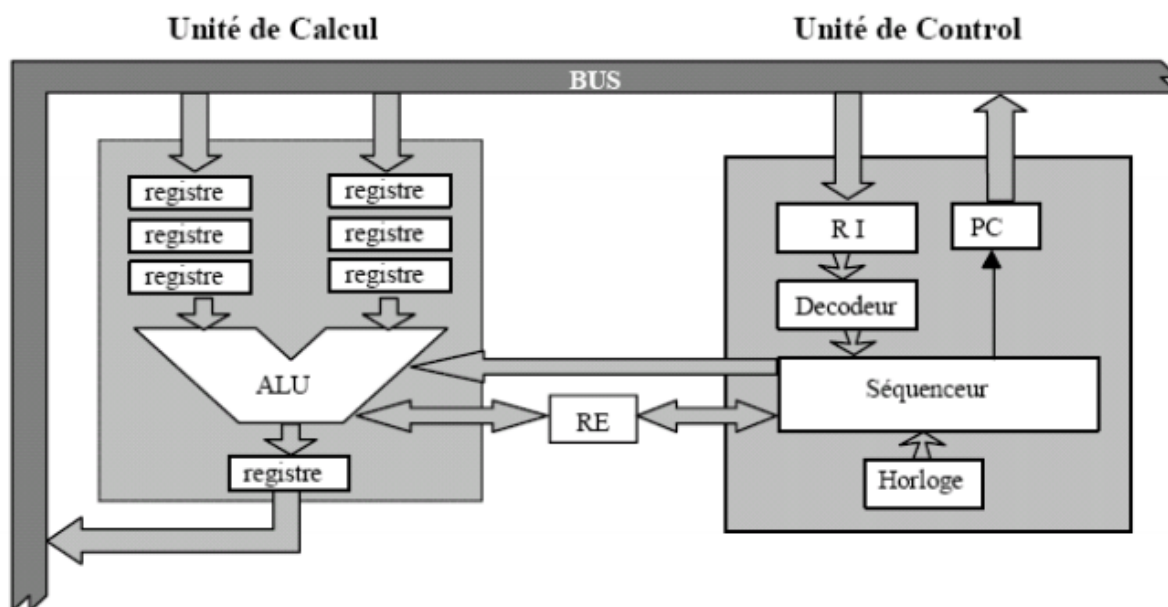


Figure II.9 Architecture simplifié d'un pic. [11]

- **L'unité de calcul** : Elle est constituée de l'unité Arithmétique et logique UAL et d'un certain nombre de registres
- **ALU** : Unité arithmétique et logique

---

- **Les registres** : Ce sont des mémoires élémentaires pouvant contenir chacun un opérande, Les registres peuvent être de 8, 16 ou 32 bits.

- **L'unité de contrôle** : C'est l'unité de contrôle qui supervise le déroulement de toutes les opérations au sein du up, Elle est constituée principalement de:

- **Horloge** : C'est l'horloge qui génère les signaux qui permettent le cadencement et la Synchronisation de toutes les opérations.

- **Le compteur programme PC** : contient l'adresse de la case mémoire où est stockée la prochaine instruction à charger. Au début de l'exécution d'un programme, le PC est

Initialisé à l'adresse mémoire où est stockée la première instruction du programme.

Le compteur programme est incrémenté chaque fois qu'une instruction est chargée dans le up.

- **Le registre d'instruction RI** : C'est là où l'up stocke l'instruction en cours d'exécution.

Le décodeur : C'est lui qui va "décoder" l'instruction contenue dans RI et générer les signaux logiques correspondants et les communiquer au séquenceur.

- **Le séquenceur** : Il gère le séquençement des opérations et génère:

- ✓ Les signaux du bus de commande (RD, WR, etc.),

- ✓ Les signaux internes aux  $\mu$ P (gestion des registres, de l'A.L.U. aiguillages des bus internes, etc.).

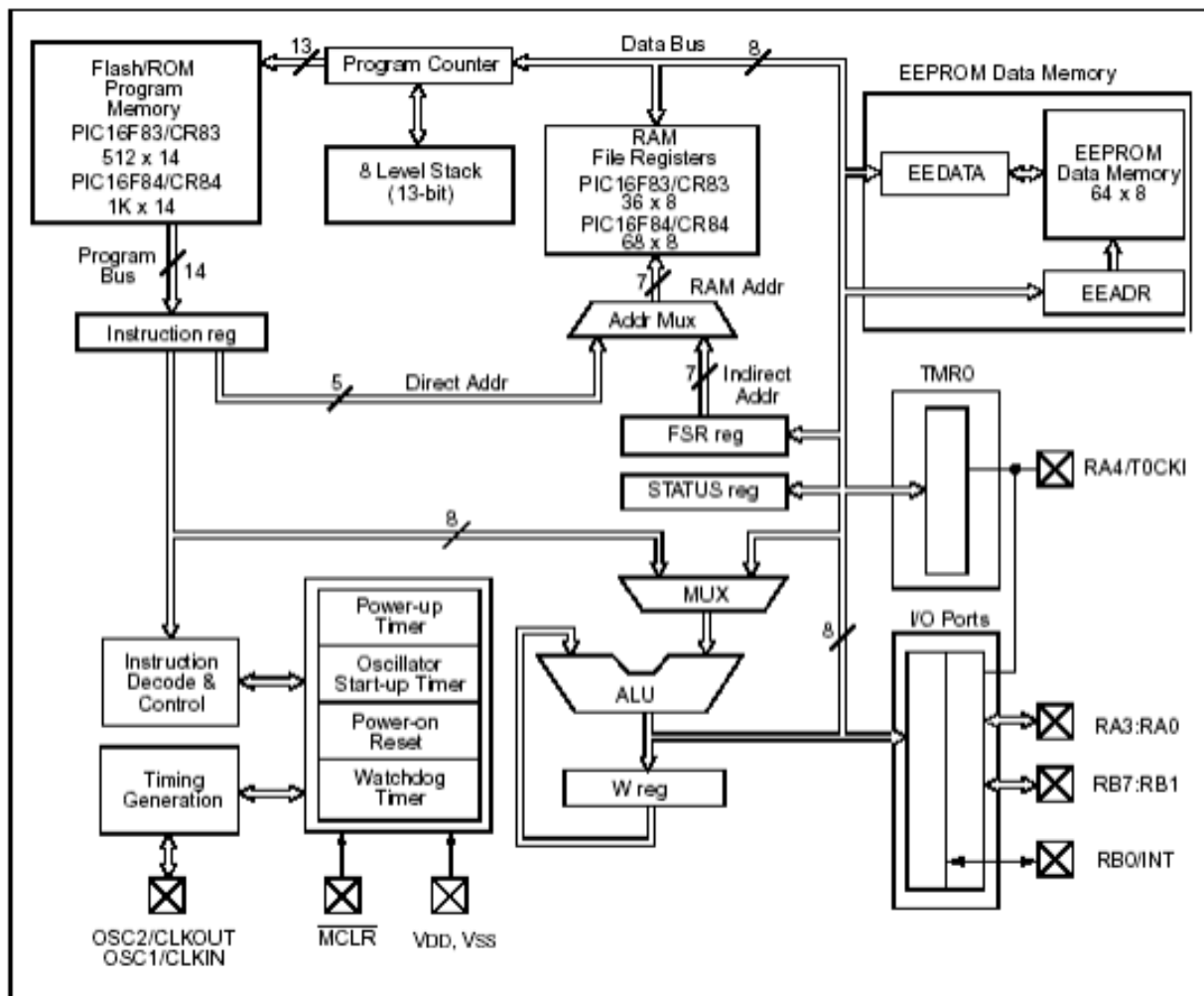


Figure II.10 Architecture général d'un pic. [11]



### II.5.3 Caractéristiques de quelques Pics :

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

**Figure II.11** Caractéristiques pic16f8xx. [12]



## II.6.2 Description des différentes broches du 16F876A :

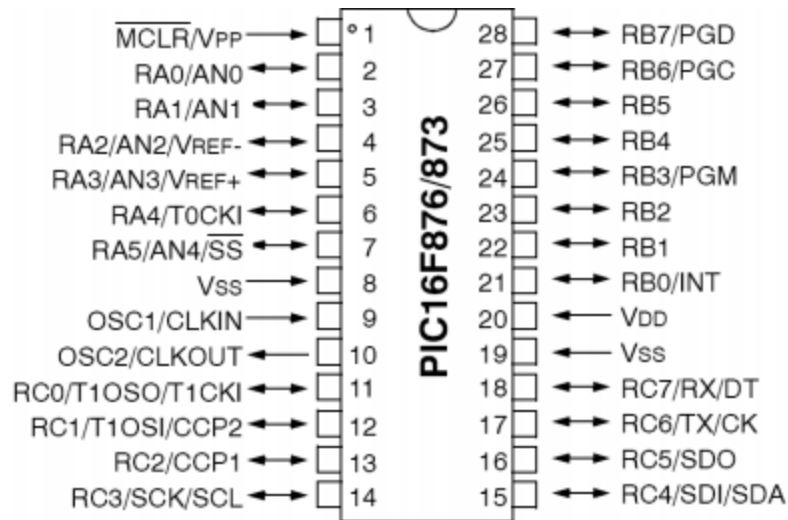


Figure II.13 les différentes broches du pic16F876. [12]

- **Broche MCLR :** cette broche sert à initialiser le microcontrôleur PIC:
  - ❖ À la mise sous tension par un front montant (min 72 ms, max 72 ms +1024 x Tocs). Cette initialisation est appelée POR (POWER ON RESET).

Cette broche peut être simplement reliée à l'alimentation VDD si on n'a pas besoin de RESET externe.
  - ❖ Par la mise à l'état bas de cette broche, reset externe (EXTERNAL RESET). Si on souhaite implanter un bouton de remise à zéro, on pourra câbler un simple réseau RC sur la broche MCLR.
  
- **Broche OSC1 et OSC2 :** ces broches permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du microcontrôleur PIC de trois façons différentes :
  - ❖ Un quartz ou résonateur céramique permet d'obtenir une fréquence de fonctionnement très.

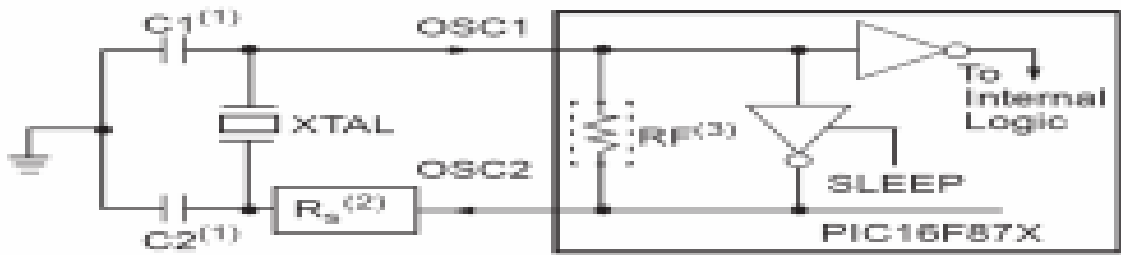


Figure II.14 Schéma de câblage a quartz et choix des condensateurs. [12]

- ❖ Un oscillateur externe permet une synchronisation avec un autre circuit.

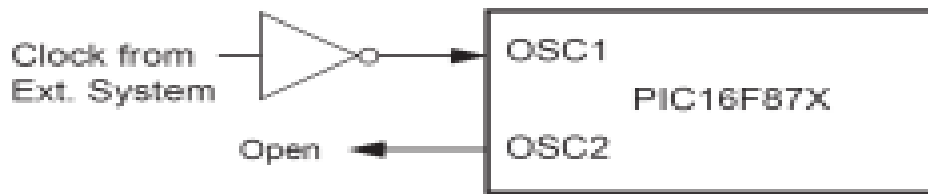


Figure II.15 Schéma de câblage avec un oscillateur. [12]

- ❖ Un simple réseau RC peut suffire, l'oscillateur est peu précis mais économique

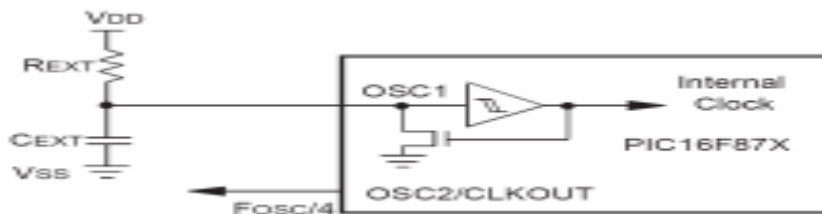


Figure II.16 Schéma de câblage a un réseau. [12]

- **Broches d'alimentation VDD et VSS** : broches d'alimentation du circuit (la tension VDD peut être comprise entre 4V à 5,5V).
- **Les ports d'ENTREES/SORTIES** :

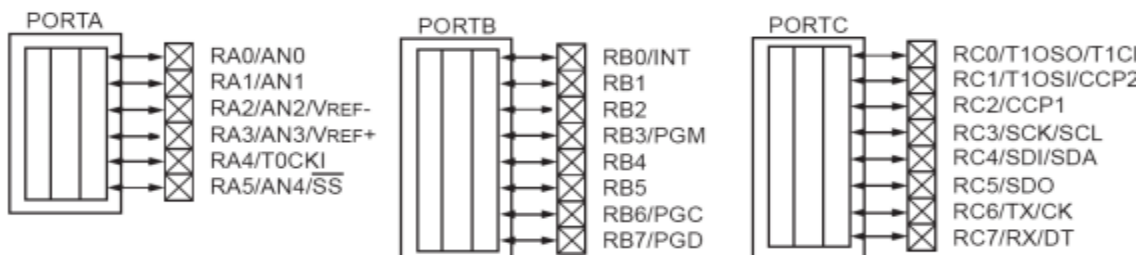


Figure II.17 Les ports d'entrées/Sorties du PIC 16F876A. [12]

---

Les ports du microcontrôleur 16F876 sont couplés à différents modules (Timers ports A et C), convertisseur analogique numérique (port A), plusieurs types de liaisons séries (port C).

C'est pour cette raison que le nom de ces broches comporte plusieurs désignations (RA0/AN0, broches RA0 couplée au convertisseur A/N).

- **Les broches RA0 à RA5** : 6 broches du port A chaque ligne peuvent être configurée individuellement en entrée ou en sortie.
- **Les broches RB0 à RB7** : 8 broches du port B Chaque ligne peuvent être configurée individuellement en entrée ou en sortie, les broches RB6/PGC (Programming Clock) et RB7/PGD (Programming Data) permettent la connexion à un module ICD (In Circuit Debugger, mise au point de programme sur site).
- **Les broches RC0 à RC7** : 8 broches du port c Chaque ligne peut être configurée individuellement en entrée ou en sortie.

## II.6.3 les INSTRUCTIONS de pic16F876A :

Le microcontrôleur PIC 16F876A possède 35 instructions de bases.

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode			Status Affected	Notes		
			MSb	LSb					
<b>BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>									
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	df ff	ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	df ff	ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	if ff	ffff	Z	2
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	df ff	ffff	Z	1,2
DECf	f, d	Decrement f	1	00	0011	df ff	ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	df ff	ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	df ff	ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	df ff	ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	df ff	ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	df ff	ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	if ff	ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	df ff	ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	df ff	ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	df ff	ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	df ff	ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	df ff	ffff	Z	1,2
<b>BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>									
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bf ff	ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bf ff	ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bf ff	ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bf ff	ffff		3
<b>LITERAL AND CONTROL OPERATIONS</b>									
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kk kk	kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kk kk	kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kk kk	kkkk		
CLRWDt	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	$\overline{TO,PD}$	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kk kk	kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kk kk	kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kk kk	kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kk kk	kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	$\overline{TO,PD}$	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kk kk	kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kk kk	kkkk	Z	

Figure II.18 instructions de bases. [12]

## II.7 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié les différents moteurs électromécaniques (pas à pas, mcc) et les différentes familles des microcontrôleurs en termes de fonctionnalité et d'architecture, et selon les exigences du projet, nous avons sélectionné pic16F876 et le moteur cc. Pour le chapitre suivant nous allons aborder une réalisation de la carte de command et d'autres cartes de notre projet.

---

# **Chapitre III**

## **SIMULATION**

### **ET**

## **RESULTATS**

---

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

Ce dernier chapitre présente une étude conceptuelle et une étude de réalisation pratique de notre projet, en premier lieu, nous allons faire une description des différents composants des cartes, ensuite la réalisation opérationnelle du circuit de la chaise.

### **Partie théorique :**

#### **III.2 Tableau des composants :**

<b>Composent</b>	<b>Nombres</b>
<b>Résistance 10k <math>\Omega</math></b>	<b>4</b>
<b>Résistance 33k <math>\Omega</math></b>	<b>4</b>
<b>Transistor bipolaire bc337</b>	<b>4</b>
<b>Mosfet IRFZ44N</b>	<b>4</b>
<b>Mosfet IRF4905</b>	<b>4</b>
<b>Alimentation 12v</b>	<b>2</b>
<b>Pic 16f876</b>	<b>1</b>
<b>Moteur cc</b>	<b>2</b>

**Tableau III.1** tableau de composants utilisés dans notre travail



---

### III.3 Description des composants :

#### III.3.1 Transistor mosfet :

Le Principe de base du transistor à effet de champ a été breveté par Julius Edgar Lilienfeld en 1925.

Le transistor à effet de champ métal-oxyde-semi-conducteur (MOSFET, le transistor MOSFET, ou FET MOS) est un type de transistor à effet de champ (FET), le plus souvent fabriqués par l'oxydation contrôlée du silicium.

Le transistor MOS possède quatre électrodes : la Source (Source) S : point de départ des porteurs, le Drain (Drain) D : point de collecte des porteurs. La Grille (Gate) G et le Substrat (Body) P sont les électrodes de la capacité MOS qui contrôle le nombre de porteurs présents dans le canal.

L'intensité du courant circulant entre la source et le drain est commandée par la tension entre la grille et le substrat. Très souvent les électrodes de source et de substrat sont électriquement reliées, on retrouve un composant à 3 électrodes dans lequel la courant entre le Drain et la Source  $I_{DS}$  est commandé par une tension entre la Grille et la Source (potentiel de source = potentiel de substrat)

Le principal avantage d'un MOSFET est qu'il ne nécessite pratiquement aucun courant d'entrée pour contrôler le courant de charge, par rapport à des transistors bipolaires, dans un mode d'enrichissement MOSFET, la tension appliquée à la borne de grille augmente la conductivité de l'appareil, dans le mode appauvrissement transistors, la tension appliquée à la grille réduit la conductivité.

Selon les 2 types du substrat P ou N on peut concevoir deux types transistors MOSFET N- MOSFET et P-MOSFET :

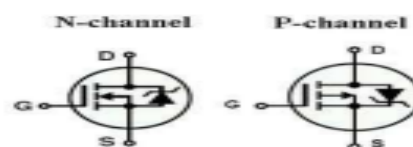


Figure III.1 les types de mosfets. [13]

### Principe de fonctionnement (type N) :

(Le canal P fonctionne de la même manière avec courants et tensions inversées) :

Un transistor MOSFET se commande en appliquant une tension positive à sa grille. Lorsque cette tension dépasse une certaine valeur ( $V_{GS} > V_{th}$ ), il devient passant (entre drain et source) et permet le passage du courant. Entre drain et source, le transistor se comporte quasiment comme un fil. Lorsque la tension de grille est nulle, le transistor est un interrupteur ouvert.

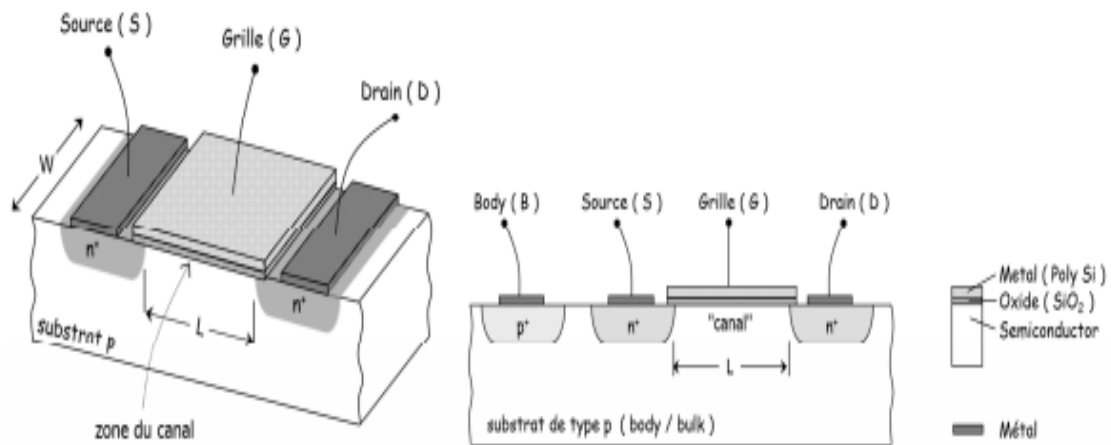


Figure III.2 représentations MOSFET type N. [14]

### III.3.2 Pont en H :

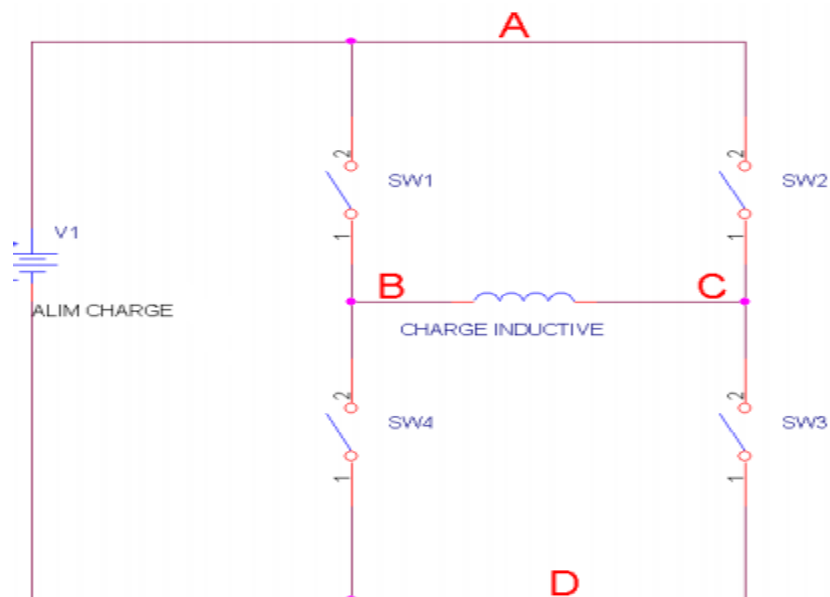


Figure III.3 pont en H. [15]

Un pont en H est composé de 2 parties :

- une partie puissance composée de 4 interrupteurs commandés SW (relais, transistor bipolaire ou MOS, thyristor...)
- une partie commande qui permet de contrôler l'ouverture (O) ou la fermeture (F) des interrupteurs. Cette commande se fait le plus souvent par l'intermédiaire d'un microcontrôleur afin de contrôler le pont en TOR (tout ou rien : tension dans la charge maximale ou nul).

**Fonctionnement :**

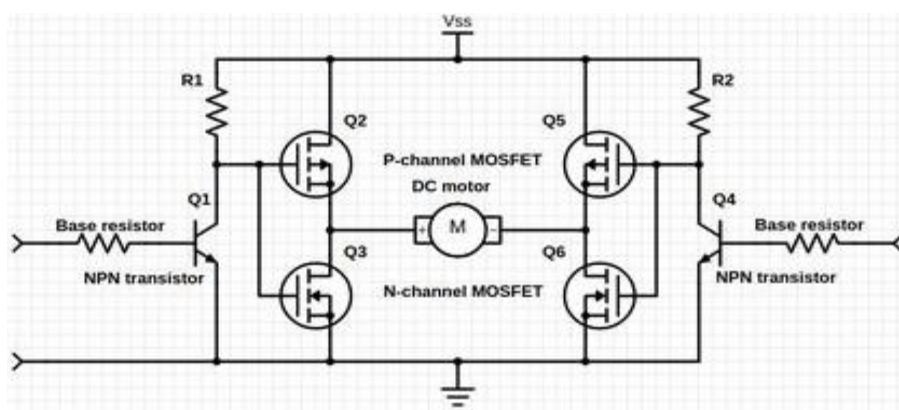
Ce montage (Figure III.3) permet de faire passer du courant dans les 2 sens dans la charge :

Sw1	Sw2	Sw3	Sw4	Sens du courant	Mode
O	O	O	O	aucun	Circuit ouvert
F	O	F	O	I de B vers C	Circuit positif
O	F	O	F	I de C vers B	Circuit négative
F	X	X	F		Court-circuit !
X	F	F	X		Court-circuit !

O : ouvert, F : fermé

**Tableau III.2** la circulation de courant dans le pont h.

**PONT EN H A TRANSISTOR MOS :**



**Figure III.4** pont en H a transistor mos. [15]

On a choisi a utilisé pont en H A TRANSISTOR MOS pour plusieurs raison, dont :

- Les transistors MOS sont mieux adaptés pour l'utilisation d'un pont en H.
- La chute de tension à leur borne est plus faible.

- Leur commutation est plus rapide et le courant supporté par le transistor est plus important.

On utilise des Mosfets à canal P pour Les transistors du haut et des Mosfets à canal N pour les transistors du bas.

NOM	Type	U <sub>max</sub>	I <sub>max</sub>
IRF4905	P	55v	12A
TRFZ44N	N	55v	12A

**Tableau III.3** référence des transistors MOS utilisé.

### Capteurs de proximité :

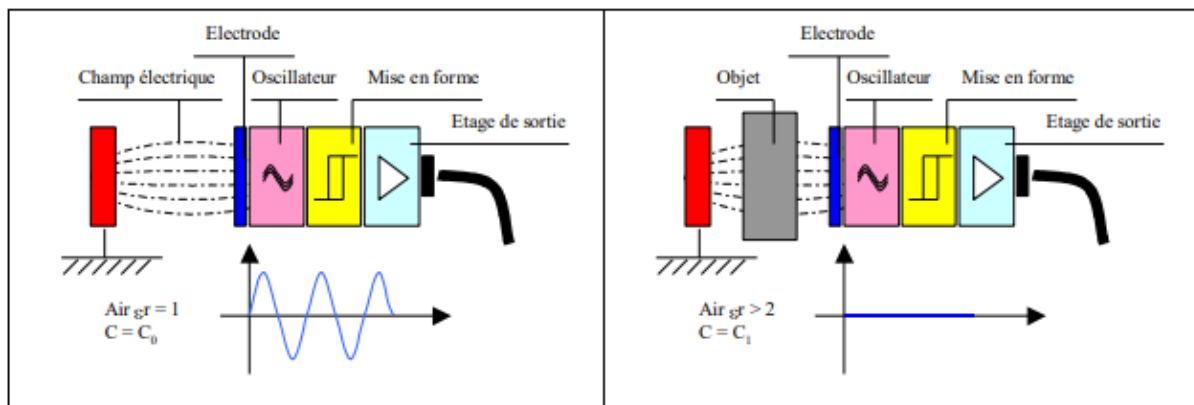
Les capteurs de proximité sont caractérisés par l'absence de liaison mécanique entre le système de mesure et l'objet cible. L'interaction entre ces derniers est réalisé par l'intermédiaire d'un champ (magnétique, électrique, électromagnétique).

### Type des capteurs de proximités :

- Capteurs de proximité capacitifs.
- Capteur de proximité inductif.
- Le télémètre

### Principe de fonctionnement :

Un détecteur de proximité est principalement constitué d'un oscillateur dont le condensateur est formé par deux électrodes placées à l'avant de l'appareil.



**Figure III.5** principe fonctionnement de détecteur de proximité. [16]

Dans l'air ( $\epsilon_r=1$ ), la capacité du condensateur est  $C_0$ .  $\epsilon_r$  est la constante diélectrique, elle dépend de la nature du matériau. Tout matériau dont  $\epsilon_r > 2$  sera détecté.

Lorsqu'un objet de nature quelconque ( $\epsilon_r > 2$ ) se trouve en regard de la face sensible du détecteur, ceci produit une augmentation de la capacité et l'arrêt des oscillations.

### III.4 Schéma de montage :

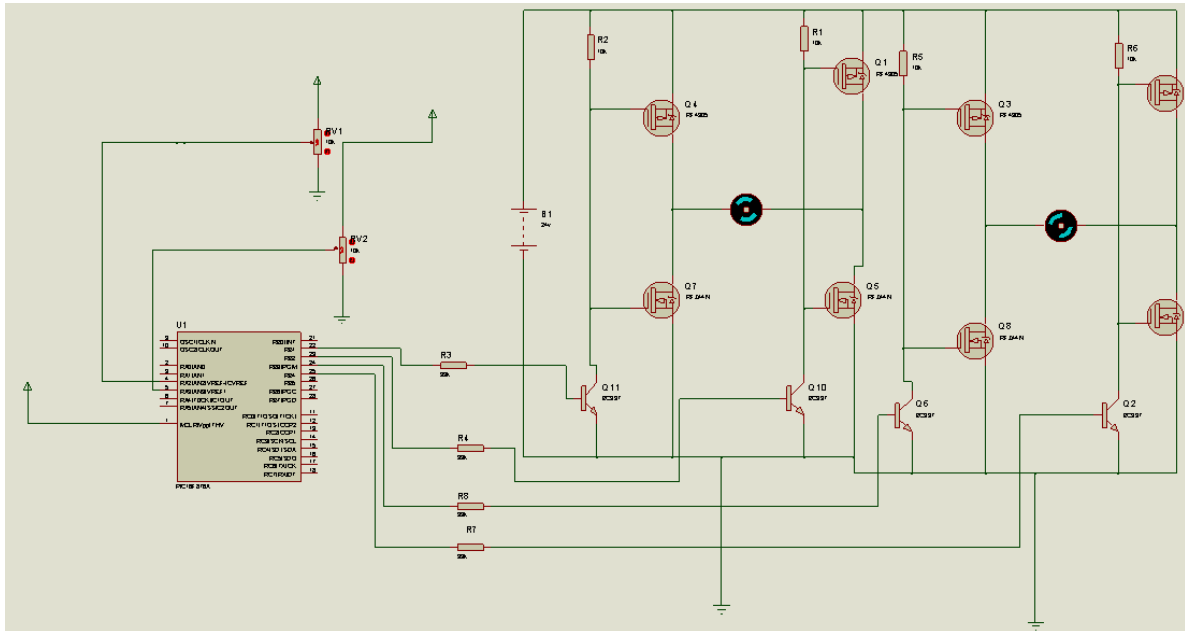


Figure III.6 schéma de notre circuit.

#### Le rôle de chaque composant :

**Rv1** : commande le mcc1

**Rv2** : commande le mcc2

**Transistor bip** : protège le pic & amplifie la tension

**N-MOSFET & P-MOSFET** : sélectionne le sens de courant dans le moteur

### III.5 Fonctionnement de ce circuit :

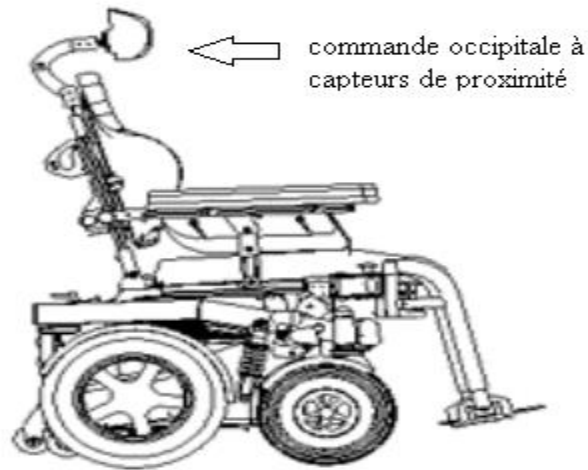
Le circuit est un circuit symétrique (coté gauche et coté droite) divisé en deux parties, parties de command et partie de puissance :

#### III.5.1 Partie de command :

##### La commande occipitale à capteurs de proximité :

Est une commande spéciale pour chaise roulante électrique conçue pour les utilisateurs sans mobilité des membres supérieurs et inférieurs et avec peu de contrôle de la tête, mais qui

peuvent néanmoins effectuer des mouvements latéraux avec la tête tout en ayant un faible contrôle de leur souffle.

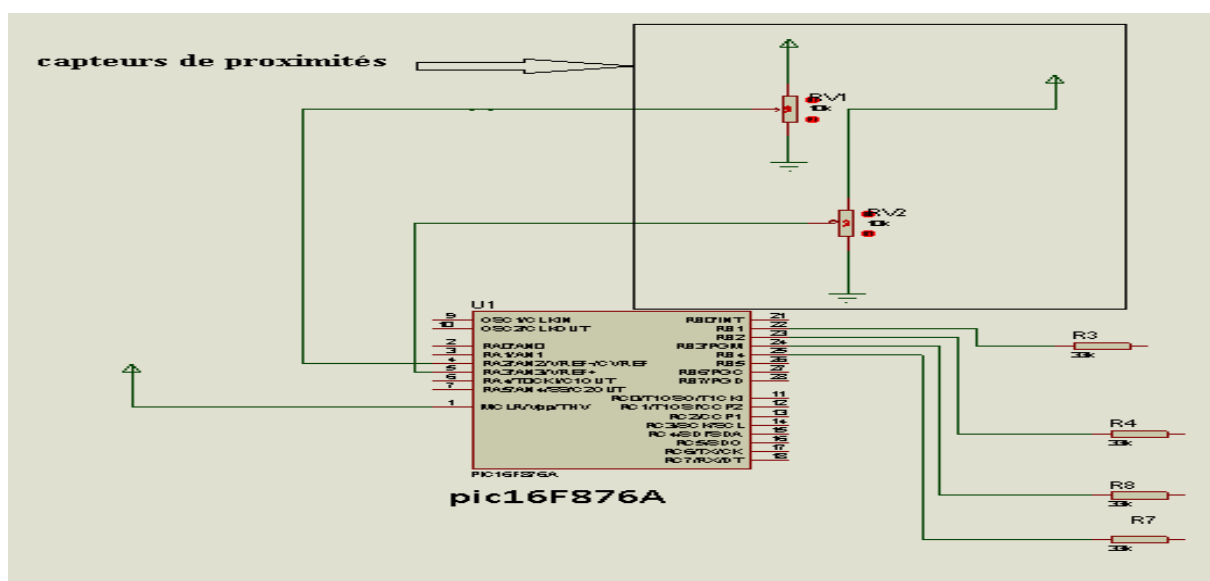


**Figure III.7** La commande occipitale à capteurs de proximité. [15]

NB : sur la simulation on a remplacé les captures à proximités par des résistances variables pour faciliter l'étude.

**Simulation :**

Le principe de fonctionnement de cette partie est basé sur "ADC" (convertisseur analogique numérique dans le pic), la variation de la valeur de résistance liée au pic produit un signal analogique, le pic converti ce signal en 10 bits.



**Figure III.8** La partie de commande.

### III.5.2 Partie de puissance :

Cette partie contient deux coté identique, on a utilisé les transistors MOSFETs de type N et type P pour contrôle le sens de courant circule dans le moteur qui détermine le sens de sa rotation.

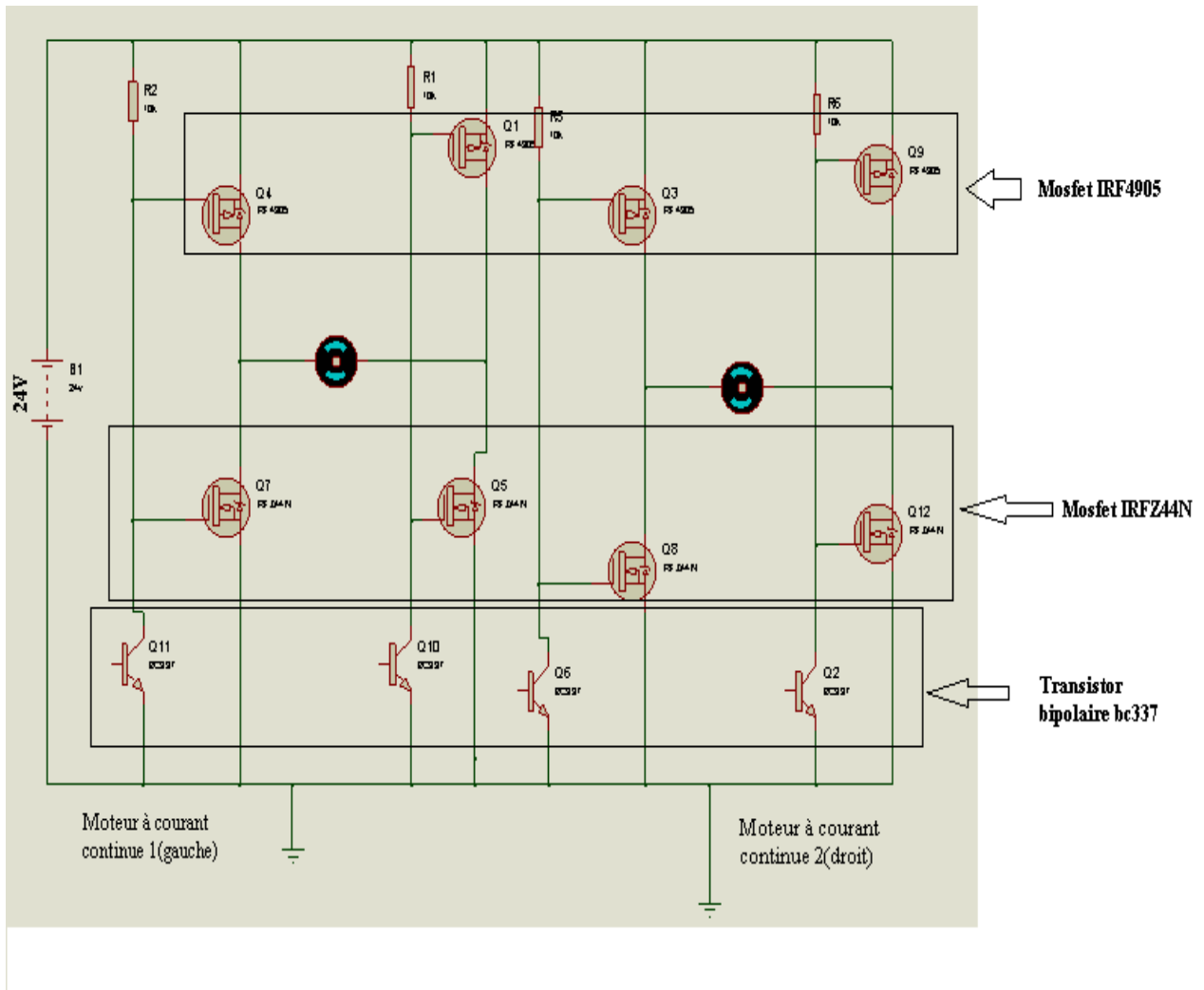


Figure III.9 La partie de puissance.

### III.6 Programmation :

La façon la plus simple pour débiter la programmation de PIC16F876 est l'utilisation de logiciel MicroC.

---

### III.6.1 L’outil de programmation :

Le logiciel MicroC est un environnement de développement spécialisé pour la programmation des microcontrôleurs de la gamme PIC de Micro chip. Ce logiciel propose des bibliothèques de routines qui facilitent l’utilisation des fonctions du microcontrôleur.

Le programme est d’abord édité et compilé puis est transmis au composant via un driver qui permet l’interfaçage entre le port série du PC et le microcontrôleur déjà présent sur le montage électronique. [17]

### III.6.2 programme Etablie :

```
• Int v;
• int b ;
• void main()
• {
•   adc_init() ;
•   adcon1=0x00;
•   trisb=0;porb=0;
•   for(;;){
•   b=ADC_read(3);v=ADC_read(2);
•   if(v<511&&b<511) {porb.b4=1;porb.b2=1;porb.b3=0;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   if(v>511&&b>511){porb.b1=1;porb.b3=1;porb.b2=0;porb.b4=0; delay_ms(5);}
•   if(v==511&&b==511) {porb.b1=0;porb.b2=0;porb.b3=0;porb.b4=0; delay_ms(5);}
•   if(v<511&&b>511) {porb.b4=0;porb.b2=0;porb.b3=0;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   if(v>511&&b<511) {porb.b4=0;porb.b2=0;porb.b3=0;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   if(v>511&&b==511) {porb.b4=0;porb.b2=0;porb.b3=0;porb.b1=1; delay_ms(5);}
•   if(b>511&&v==511) {porb.b4=0;porb.b2=0;porb.b3=1;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   if(v<511&&b==511) {porb.b4=0;porb.b2=1;porb.b3=0;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   if(b<511&&v==511) {porb.b4=1;porb.b2=0;porb.b3=0;porb.b1=0; delay_ms(5);}
•   }}

```

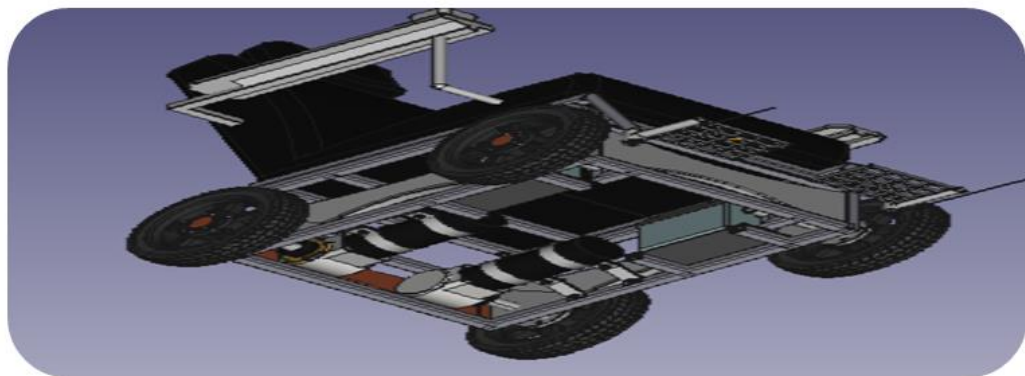
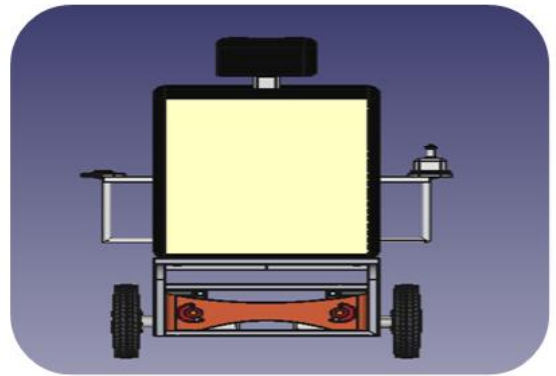
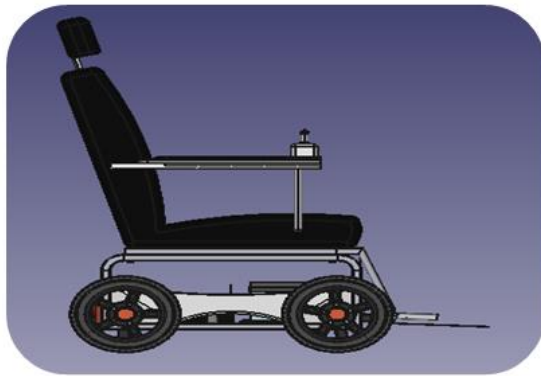
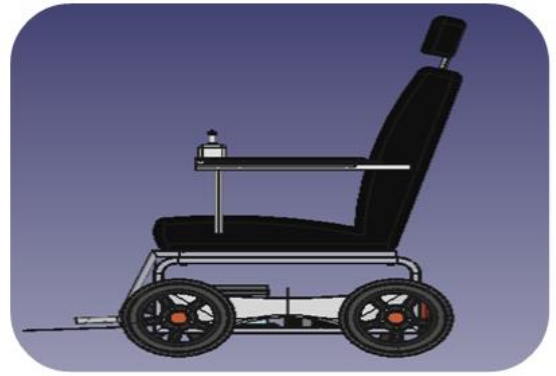
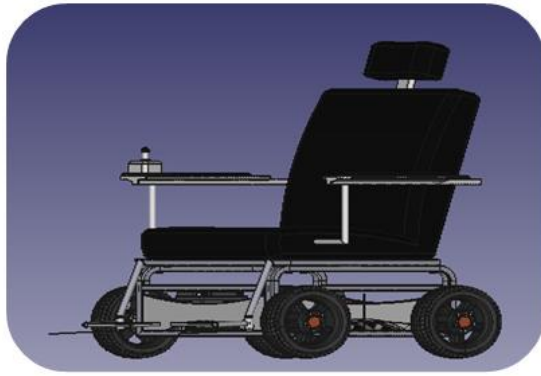
Figure III.10 le programme en MicroC.

### Partie pratique :

### III.7 la simulation en 3D de la chaise automatique :

Vu que la crise sanitaire au monde à cause de la pandémie corona, nous n'avons pas la chance de terminer la phase pratique en raison de fermeture des universités et des labos de recherches, Nous avons fait une simulation en 3D via logiciel **free CAD**.





FigureIII.10 simulation en 3D

---

### **III.8 Plate-forme élévatrice (mettre en évidence l'innovation) :**

#### **Partie innovation :**

L'idée innovante de ce prototype avec sa conception, ont été donnée par notre Encadreur, Monsieur **Belarbi, 2013'**, qui l'a formulée et recommandée dans le thème qui à proposer pour nous. Et cela, dans un contexte d'apporter un ajout d'une valeur ajoutée nouvelle et nécessaire pour une aide aux personnes à mobilités réduites.

#### **III.8.1 La conception au cœur des processus d'innovation :**

##### **Introduction :**

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

##### **III.8.1.1 Définition :**

###### **❖ La conception :**

« Concevoir, c'est chercher ce qui n'est nulle part et pourtant le trouver ». Dans cette perspective, la conception est un outil pour la compréhension autant que pour l'action (**ibid.**). Il ne faut pas confondre conception et développement. La conception est créatrice de nouveaux concepts alors que le développement correspond à la définition détaillée et à la validation des produits (**Préverboux, 2005**). Les services de conception dans les entreprises, sont ceux qui, à la fois définissent les frontières du possible et les innovations réalisables (**Hatchuel & Le Masson, 2001**). Si l'on admet que « le processus central de l'innovation [ne soit] pas la science mais la conception » selon la formule que **J. Perrin (2001)** emprunte à **S. Kline et N. Rosenberg (1986)**,

---

### **III.8.2 Les deux raisons désintéressées pour la conception :**

#### **Evoquées par G. de Tersa (1996)**

- 1- La première raison, c'est qu'elle n'est pas toujours considérée comme un travail Authentique ni haussée au rang d'une activité productive.
- 2- La seconde, c'est qu'elle reste séparée de la réalisation.

Selon **G. Friedman**, c'est le résultat de la vieille séparation entre la pensée et l'accomplissement du travail ; c'est la caractéristique essentielle de la civilisation technicienne. Nous pouvons dire, que le lieu de la décision et de la pensée sont les activités de conception. Ces dernières s'opposeraient à la réalisation, lieu de privation de décision et d'exécution. [19]

### **III.9 Les caractéristiques des activités de conception :**

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

#### **III.9.1 Les activités de conception et leur évaluation menées à un niveau :**

(Houdoy, 1999)

- **Politique** : la direction de l'entreprise détermine la position du produit sur le marché, La nécessité de nouvelles alliances, etc.
- **Stratégique** : l'articuler de la firme avec le management des connaissances et Le développement de produits innovants (Miler, 2001).
- **Tactique** : l'équipe projet explore les possibles et procède aux choix qui contribuent À la définition du produit.
- **Réflexif** : le concepteur, au cours de son activité de conception, réfléchit à sa propre démarche et aux solutions qu'il élabore.

#### **III.9.2 Cette ouverture peut se manifester à plusieurs niveaux :**

Des solutions potentielles, leurs critères d'évaluation, la démarche de conception ou les frontières de la situation de conception. A la diversité des solutions possibles s'ajoute

---

le fait que les objectifs de conception ne sont souvent atteints qu'approximativement (Perrin, 2001). Selon C. Midler (1993), la conception n'est plus une affaire d'individus, mais une affaire d'organisation. Le bureau d'études, traditionnellement en charge de la conception, est désormais remplacé par un acteur collectif au sein duquel plusieurs points de vue et plusieurs métiers sont représentés.

### **III.9.3 Les trois conditions nécessaires à la formation d'un être collectif :**

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

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

Le processus de conception consiste à mobiliser des acteurs disposant de savoirs différents et porteurs de contraintes variées (Hatchuel, 1996). Les débats autour de leurs différences et l'explicitation de leurs points de vue hétérogènes permettent de les dépasser. La conception devient une affaire de communication et d'intégration de logiques différentes (Midler, 1996).

C'est une activité collective qui se construit dans un rapport de « prescription réciproque », fondement du processus de coopération (Hatchuel, 1996). Tout acteur est susceptible d'être, tour à tour, prescripteur et opérateur. Le nouveau parcours sera alors vraisemblablement nourri des apprentissages effectués sur le chemin initial (Deshayes, 1997).

Le projet avançant, les prescriptions deviennent de plus en plus fortes car la connaissance du problème s'est accrue. Les apprentissages se trouvent ainsi de plus en plus confinés. Il en résulte une convergence et une irréversibilité progressive du projet au cours du temps (Midler, 1993). Un carrefour de métiers, de points de vue, de disciplines, de connaissances ; outre le bureau d'études, l'acteur collectif peut comprendre le bureau des méthodes, le service achat, le service qualité, le service marketing... voire des intervenants extérieurs à l'entreprise (client, consultants...).

---

### **III.9.4 Les choix et les décisions, en matière de conception :**

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

Techniques, économiques, sociologiques, politiques et psychologiques, etc.....  
(Perrin, 2001).

La cognition collective se construit par un transfert progressif des représentations des acteurs dans une démarche de conception qui consiste à gérer de multiples contraintes (Terssac, 1996). Les connaissances des acteurs s'appuient aussi bien sur les sciences de l'ingénieur que sur les sciences humaines et sociales (Terssac, 1996). Des disciplines classiques (mécanique, électronique...) cotoient des disciplines nouvelles (fiabilité, qualité) ou des disciplines carrefour (psychosociologie, marketing, design, ergonomie) (Duchamp, 1999).

### **III.9.5 Les processus de conception :**

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

- ✓ Des savoirs techniques traditionnels des métiers,
- ✓ Des savoirs d'évaluation nécessaires aux choix et à la mesure des actions et,
- ✓ Des savoirs relationnels permettant une relation à autrui efficace  
(Garel & Midler, 1995,).

Les savoirs nécessaires ne peuvent donc pas être spécifiés complètement et par avance. Il en est de même quant aux acteurs à mobiliser (Hatchuel, 1996,).

Leur incertitude perdure dans les situations de coopération entre des professionnels nombreux, variés et complémentaires. Leur intercompréhension est dépendante d'une asymétrie d'information : l'un sait ce que l'autre ne sait pas (Garel & Midler, 1995,).

---

### **III.9.5.1 Les modèles de processus de conception :**

Dans certains secteurs industriels, l'introduction du management de projets, dans les années 90, a contribué à structurer les métiers de conception (Charue-Duboc & Midler, 2001). Ce processus de rationalisation est toujours en cours.

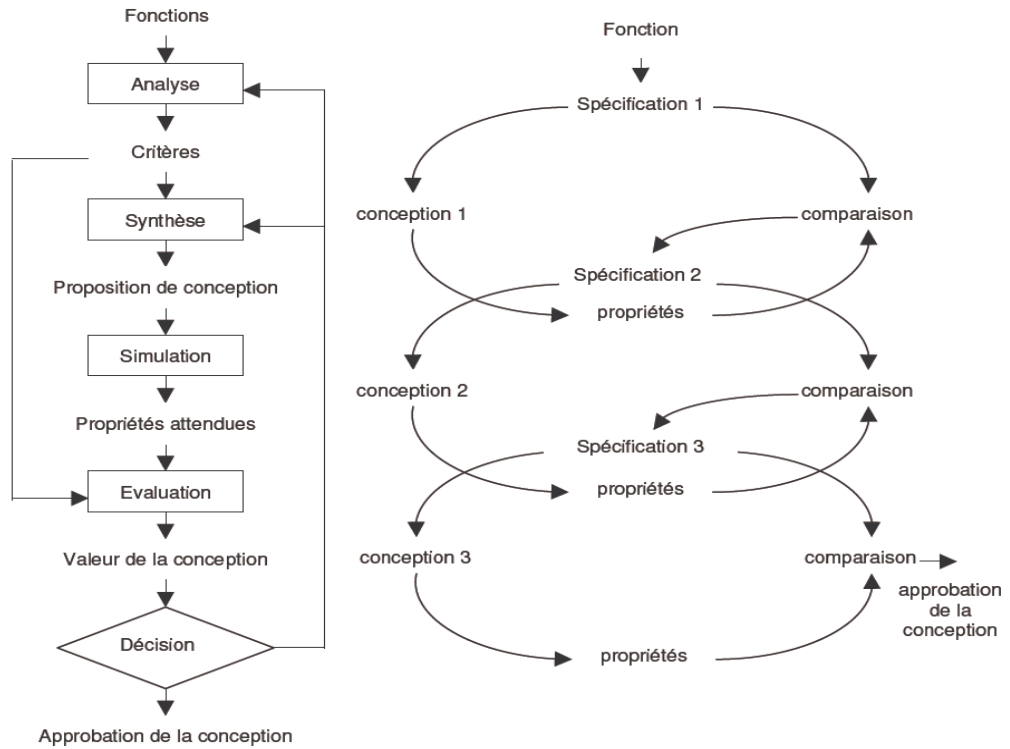
Il faut combiner des points de vue différents ce qui donne des modèles de représentation différents ainsi que des batteries de critères d'évaluation différents, pour avoir une représentation aussi complète des processus de conception (J. Perrin, 1999).

### **III.9.5.2 Une démarche de conception peut ainsi être vue comme (Perrin, 1999, 2001) :**

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

### **III.9.5.3 Une itération d'un cycle élémentaire de conception :**

Un processus élémentaire de résolution de problème, en conception, correspond à un cycle d'activités bien répertoriées (générer des solutions, les évaluer et les sélectionner, les modifier...). Cela amène Roozenburg et Eekels (1995) à modéliser la conception comme l'itération d'un « cycle élémentaire de conception » (*basic design cycle*) et à mettre en évidence la structure itérative du processus de conception.



**Figure III.12** Cycle élémentaire et structure itérative du processus de conception de Roozenburg et Eekels (1995) in Perrin (2001, pp. 93-94). [19]

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

### III.9.5.4 Une théorie unifiée de la conception :

Selon A. Hatchuel et B. Weil (2002), il existe trois traditions principales en conception :

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

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

---

### **III.9.5.5 Les principes de la théorie :**

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

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

### **III.9.5.6 Les propriétés et les expansions de l'espace des concepts :**

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

- 1) Les concepts qui contiennent des ensembles qui peuvent être partitionnés ou inclus mais pas recherchés ou explorés et,

- 2) L'ajout ou le retrait de propriétés change le statut des concepts. Revenir à une proposition de K, chaque fois que l'on procède à l'une de ces opérations. Donc, la seule manière de créer de nouveaux concepts (ex : bateau qui vole) est d'ajouter ou de soustraire des propriétés nouvelles aux concepts existants.

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

### **III.10 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons essayé de simuler la maquette de chaise roulante via le logiciel Isis Proteus 8 professionnel par une commande du microcontrôleur maîtrisé par un programme qui fonctionne en langage C contenant des instructions plus réduites et très simples à l'usage.



---

:

# **Conclusion**

# **Générale**

---

Au cours de ce projet de fin d'étude, nous avons pu concrétiser notre but principal qui consiste à faire une chaise roulante qui fonctionne à travers un système électronique.

Nous avons eu pour objectif de concevoir et réaliser un prototype d'une chaise roulante commandée à base d'un pic.

Nous nous sommes notamment considérés que nous avons eu besoin de construire deux cartes nommées : carte de puissance, carte de commande à base du PIC16F876.

En effet, ce que nous avons dû effectuer c'est de créer un programme capable de contrôler la chaise roulante à l'aide d'un joystick " une manette" élaboré en langage C, qui permet d'utiliser le microcontrôleur PIC 16F876.

A cela notre projet est intéressant pour plusieurs raisons. D'abord, les personnes invalides appartiennent à une partie de notre société, ils souffrent d'une limitation de mobilité importante ce qui rend la pratique de la vie quotidienne très difficile. Cette expérience nous a donné, d'ores et déjà, une idée pour une accessibilité motrice à cette catégorie. Ensuite, Les personnes dans ces situations apprennent des stratégies et s'adaptent à leur environnement aux pris d'efforts et de patience, mais leur environnement doit donc lui aussi s'adapter pour permettre dans les meilleurs possibles une autonomie et un confort de vie.

À travers la recherche que nous avons effectuée, nous avons pu constater que la chaise roulante automatique peut permettre de matérialiser un système facilitant le déplacement destiné aux personnes souffrant de troubles moteurs.

---

# Bibliographie

- [1] <https://blog.stannah.be/fr-be/societe/histoire-appareils-aide-mobilite-personnelle/>
- [2] <https://www.timetoast.com/timelines/electric-wheelchair-from-the-past-to-the-future>
- [3] <http://www.wheelchair.ch/fra/info/histoire-handicap.html>
- [4] <https://unitedspinal.org/wheelchairs-the-evolution/>
- [5] <http://www.permobil.com/en/Corporate/Company/Company/This-is-Permobil/>
- [6] <https://www.braingate.org/about-braingate/>
- [7] <https://www.brown.edu/carney/research-project/braingate>
- [8] <https://www.ccah.fr/CAAH/Articles/Les-differents-types-de-handicap>
- [9] <https://www.mdp.fr/documentation/lexique/pas-a-pas/composition.html>
- [10] <https://sites.uclouvain.be/energie-plus/index.php?id=11530#c7323>
- [11] <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F876>
- [12] <http://www.datasheet.es/PDF/495203/PIC16F876-pdf.html>
- [13] <https://www.electronique-radioamateur.fr/elec/composants/mos.php>
- [14] <https://www.elprocus.com/mosfet-as-a-switch-circuit-diagram-free-circuits/>
- [15] <https://www.robot-maker.com/forum/tutorials/article/26-les-ponts-en-h/>
- [16] [https://www.robot-maker.com/shop/blog/97\\_pas-a-pas-ou-moteur-cc-avec-codeur.html](https://www.robot-maker.com/shop/blog/97_pas-a-pas-ou-moteur-cc-avec-codeur.html)
- [17] <https://www.studentcompanion.co.za/category/tutorials/mikroc-pro-for-pic/>
- [18] [Cirtes, l'innovation par la Recherche & Str de R C \(SRC\), le Cirtes a pour spécialités : le Prototypage et l'OutillageR. Par système breveté ACTARUS®.C E du Développement R de Produit, Au C b I de St-Dié-des-Vosges depuis 1991&2003.](#)
- [19] [\[BOLDRINI, 2005\] Jean-Claude BOLDRINI, L'accompagnement des projets d'innovation. Le suivi de l'introduction de la méthode TRIZ dans des entreprises de petite taille, Thèse le 18 novembre 2005.](#)
- [20] <http://fr.wikipedia.org/fichier:Gesintertes-Rad.jpg>
- [21] <http://www.warwick.ac.uk/atc/rpt/>
- [22] <http://home.att.net/~castleisland/sgc.htm,200>
- [23] [\(RPWORLD.NET, 2004-2008\)](#)
- [24] [\(Les référentiels Dunod\)](#)

---

[25] <http://www.charlyrobot.com>

[26] <http://www.worldscibooks.com/engineering/5064.html>

[27] [http://en.wikipedia.org/wiki/STL\\_\(file\\_format\)](http://en.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format)) (en anglais)

[28] (<http://www.kitsrus.com>, [mailto: peter@kitsrus.com](mailto:peter@kitsrus.com))

---

## Résumé

Les membres supérieurs peuvent être réduits par des maladies chroniques ou des malformations congénitales, ce qui rend la chaise roulante manuel du patient difficile à utiliser et ne permet pas de se déplacer confortablement. Cela a un effet sur son autonomie dans ses mouvements et a besoin d'une aide importante et permanente. Nous offrons donc la chaise roulant automatique, qui permet à son utilisateur de se déplacer de manière indépendante et plus facilement et de participer à toutes les activités qu'ils souhaitent faire. Cette chaise roulante joue un rôle non seulement dans l'indépendance du patient, mais aussi dans l'exercice normal de sa vie quotidienne et dans la réduction du risque d'isolement social et de crises psychologiques.

**Les mots-clés :** chaise roulante électrique, chaise automatique, les invalide, motricité, autonomie

## Abstract

The capacity of the upper limbs decreases due to chronic disease, congenital anomalies, Making the patient's manual wheelchair difficult to use and not allowed to move comfortably. This has an effect on his autonomy in his movements and needs to be greatly and permanently assisted. We offer the electric wheelchair, which allows its user to move independently and more easily and participate in all the activities they wish, so this wheelchair plays a role not only in the patient's independence. It allows him to exercise his daily life normally and to reduce the risk of social isolation and psychological crises.

**Keywords:** electric wheelchair, automatic chair, the disabled, motricity, autonomy

## المخلص

يمكن أن تقل قدرة عضلات الأطراف العلوية بسبب امراض مزمنة او تشوهات خلقية او إعاقة حركية مما يجعل استخدام الكرسي المتحرك اليدوي بالنسبة للمريض صعب ولا يسمح له بالحركة بشكل مريح. وهذا ما يؤثر على استقلاله الذاتي في تنقلاته ويصبح في حاجة الى مساعدة الغير بشكل كبير وبصفة دائمة. ولهذا، نحن نقدم في دراستنا الكرسي المتحرك الكهربائي الذي يسمح لمستخدمه بالتحرك بشكل مستقل وبسهولة أكبر وبالمشاركة بكل الأنشطة التي يرغب فيها، لذلك، فإن هذا الكرسي المتحرك يلعب دوراً ليس فقط في استقلالية المريض، بل يسمح له بممارسة حياته اليومية بصفة عادية والعمل على الحد من خطر العزلة الاجتماعية والازمات النفسية.

**الكلمات المفتاحية:** كرسي متحرك كهربائي، كرسي آلي ، إعاقة حركية ، استقلالية