

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : Automatique et informatique
industrielles

Présenté par

Nabil LAMARA

Thème

Réalisation d'une commande d'un robot mobile

Mémoire soutenu le / /2016, devant le jury composé de :

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Président

M Rabah MELLAH

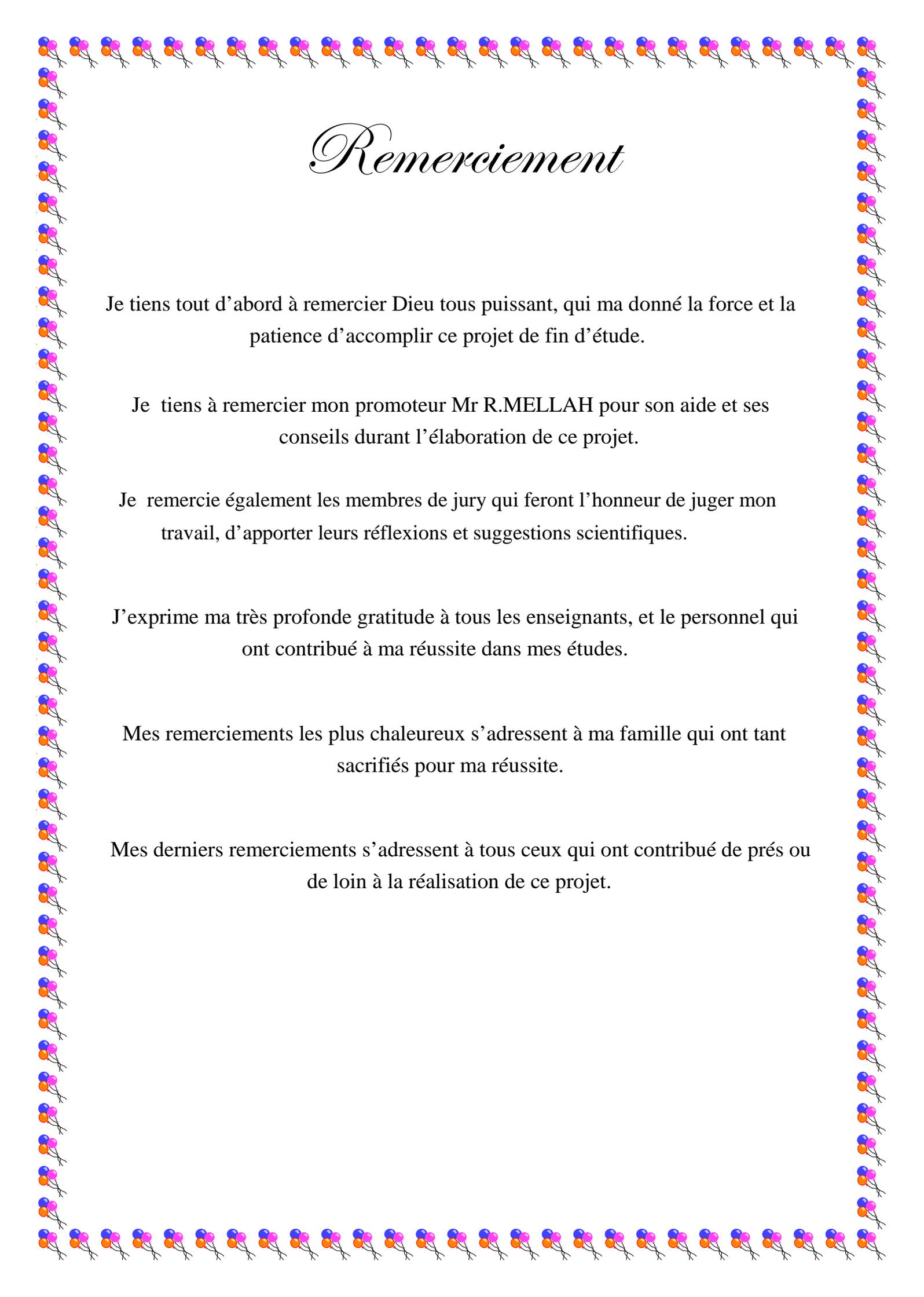
MCA, UMMTO, promoteur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur



Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu tous puissant, qui ma donné la force et la patience d'accomplir ce projet de fin d'étude.

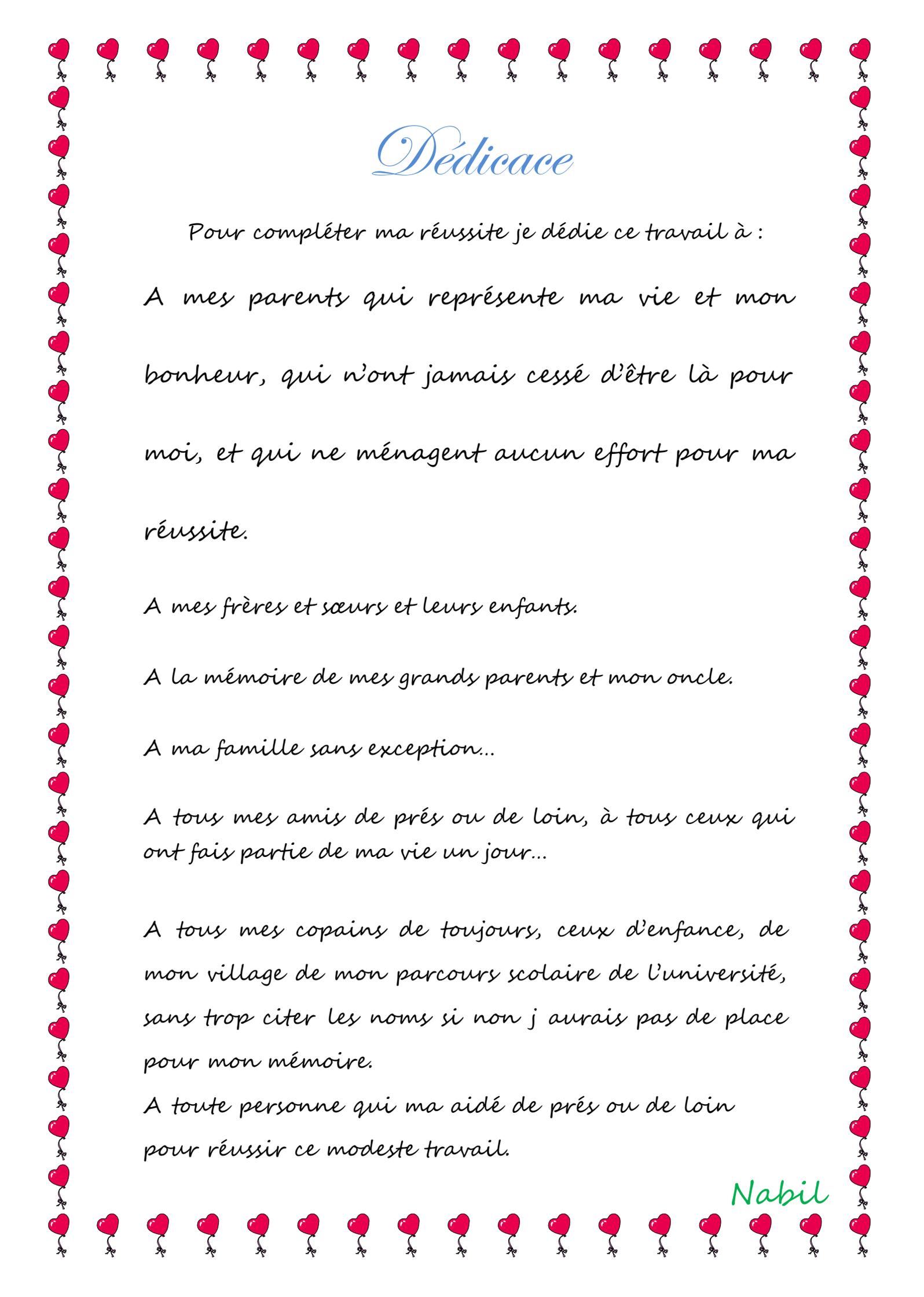
Je tiens à remercier mon promoteur Mr R.MELLAH pour son aide et ses conseils durant l'élaboration de ce projet.

Je remercie également les membres de jury qui feront l'honneur de juger mon travail, d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

J'exprime ma très profonde gratitude à tous les enseignants, et le personnel qui ont contribué à ma réussite dans mes études.

Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent à ma famille qui ont tant sacrifiés pour ma réussite.

Mes derniers remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.



Dédicace

Pour compléter ma réussite je dédie ce travail à :

A mes parents qui représente ma vie et mon bonheur, qui n'ont jamais cessé d'être là pour moi, et qui ne ménagent aucun effort pour ma réussite.

A mes frères et sœurs et leurs enfants.

A la mémoire de mes grands parents et mon oncle.

A ma famille sans exception...

A tous mes amis de près ou de loin, à tous ceux qui ont fais partie de ma vie un jour...

A tous mes copains de toujours, ceux d'enfance, de mon village de mon parcours scolaire de l'université, sans trop citer les noms si non j aurais pas de place pour mon mémoire.

A toute personne qui ma aidé de près ou de loin pour réussir ce modeste travail.

Nabil

Liste des figures

Figure I.1. : Exemple d'un robot mobile.

Figure I.2. : Exemple d'un robot manipulateur.

Figure I.3. : Robot Curiosity.

Figure I.4. : Schématique de déplacement du robot insectoïde.

Figure II.1. : Repérage d'un robot mobile.

Figure II.2. : Les principaux types de roues des robots mobiles.

Figure II.3. : Robot mobile de type unicycle.

Figure II.4. : Centre instantané de rotation d'un robot de type unicycle.

Figure II.5. : Robot mobile de type tricycle.

Figure II.6. : Robot mobile de type voiture.

Figure II.7. : Robot mobile de type omnidirectionnel.

Figure III.1. : Structure générale de notre robot mobile.

Figure III.2. : Le Châssis.

Figure III.3. : Robot de surveillance à Chenilles.

Figure III.4. : Les Roues du robot mobile.

Figure III.5. : Principe de fonctionnement moteur DC.

Figure III. 6. : Moteurs à courant continue.

Figure III.7. : Moteurs pas à pas.

Figure III.8. : Servomoteur.

Figure III.9. : Fonctionnement d'un réducteur.

Figure III.10. : Motoréducteur.

Figure III.11. : Carte Arduino ATmega 2560.

Figure III.11. : Alimentation de la carte arduino ATmega 2560.

Figure III.12. : Les entrées/sorties de l'Arduino.

Figure III.13. : Structure du pont en H.

Figure III.14. : Rotation du moteur dans le sens.

Figure III.15. : Rotation du moteur dans le sens.

Figure III.16. : L293D et Diodes anti-retour.

Figure III.17. : Broches du L293D avec deux moteurs sous Arduino.

Figure III.18. : Capteurs proprioceptifs (odomètres).

Figure III.19. : Accéléromètre.

Figure III.20. : Gyroscope.

Figure III.21. : Capteurs extéroceptifs (ultrason et infrarouge).

Figure III.22. : Les zones de détection des capteurs infrarouge.

Figure III.23. : Capteur GPS.

Figure III.24. : Module HC-SR04.

Figure III.25. : Bluetooth module hc-05 arduino.

Figure III.26. : Présentation des parties principales du logiciel.

Figure III.27. : Présentation de l'interface.



Liste des figures

- Figure IV.1. : Interface d'utilisateur du logiciel.
- Figure IV.2. : L'organigramme d'utilisation du logiciel.
- Figure IV.3. : Image de simulation sur logiciel proteus.
- Figure IV.4. : Programmation sur Arduino.
- Figure IV.5. : L'application android Bluetooth Rc Controler.



Liste des tableaux

Tableau II.1. : Comparaison des différents types de robots mobiles.

Tableau III.1. : Caractéristiques électriques des transistors DB139 et DB140.

Tableau III.2. : Commandes de L293D.



Sommaire

Introduction générale.....	02
Chapitre I : Robotique mobile	
I.1 : Introduction.....	04
I.2 : Les robots Mobiles.....	05
I.2.1 : Définition d'un robot mobile.....	05
I.2.2 : Etymologie du mot robot	06
I.3 : La robotique.....	06
I.3.1 : Définition de la robotique.....	06
I.3.2 : Définition d'un système holonome.....	06
I.4 : Types de robots.....	07
I.4.1 : Les humanoïdes.....	07
I.4.2 : Robots manipulateurs.....	07
I.4.3 : Robots mobile.....	07
I.4.3.1 : Grandes classe de la robotique mobile.....	09
I.4.3.2 : Mode de fonctionnement.....	09
I.4.3.3 L'automobile et la robotique.....	09
I.5 : Composantes d'un robot en général.....	10
I.5.1 : Exemple.....	11
I.5.2 : Structure d'un robot mobile autonome.....	11
I.6 : Programmation.....	11
I.7 : Historique.....	12
I.7.1 : Les origines de la robotique.....	12
I.7.2 : Les premiers robots.....	12
I.7.3 : Dates marquantes de la robotique.....	12
I.8 : Usages.....	13
I.9 : Problématique en robotique mobile.....	14
I.10 : Conclusion.....	15



Sommaire

Chapitre II : Commande et modélisation d'un robot mobile

II.1 : Introduction.....	17
II.2 : Autonomie du robot mobile	18
II.3 : Structure de la commande d'un robot mobile.....	18
II.3.1 : Perception et modélisation de l'environnement	18
II.3.2 : Communication homme machine	18
II.3.3 : Commande.....	19
II.4 : Navigation autonome d'un robot mobile	19
II.4.1 : Localisation.....	20
II.4.2 : Planification et exécution de mouvements.....	20
II.4.3 : Suivi de trajectoire	21
II.4.4 Evitement d'obstacles et parking	21
II.5 : Modélisation.....	21
II.5.1 : Définition.....	22
II.5.2 : Repérage.....	22
II.5.3 : Classes de robots mobiles à roues.....	23
II.5.3.1 : Disposition des roues et centre instantané de rotation.....	23
II.5.3.2 : Robot mobile de type unicycle.....	24
II.5.3.3 : Robot mobile de type tricycle.....	25
II.5.3.4 : Robot mobile de type voiture.....	26
II.5.3.5 : Robot mobile de type omnidirectionnel.....	26
II.5.3.6 : Comparaison des différents types	27
II.5.4 : Conclusion.....	28

Chapitre III : Conception et réalisation de la commande du rover



Sommaire

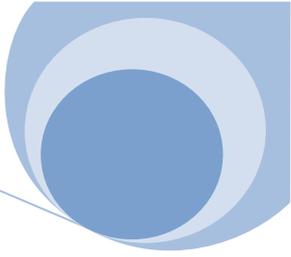
III.1 : Introduction.....	30
III.2 : Composants du robot mobile.....	32
III.2 .1 : Aspect mécanique.....	
III.2 .1.1 : Châssis.....	32
III.2 .1.2 : Moyens de locomotion	33
III.2.1.2 .1 : Les chenilles	33
III.2.1.2 .2 : Les roues.....	34
III.2 .1.3 : Les Moteurs.....	34
III.2 .1.3 .1 : Moteur à courant continue	35
III.2 .1.3 .1.1 : Principe de fonctionnement.....	35
III.2 .1.3 .2 : Moteur pas à pas.....	36
III.2 .1.3.3 : Servomoteur.....	37
III.2 .1.3.4 : Motoréducteur	38
III.2 .2 : Aspect Electronique	39
III.2 .2.1 : Arduino.....	40
III.2 .2.1.1 : Présentation de l'Arduino.....	40
III.2 .2.1.2 : Présentation de la carte arduino Mega 2560	40
III.2 .2.1.3 : Alimentation de la carte arduino ATMega 2560.....	41
III.2 .2.1.4 : Les mémoires de la carte arduino ATMega 2560	42
III.2 .2.1.5 : La communication	43
III.2 .2.1.6 : Les broches d'entrées/sorties	43
III.2 .2.1.7 : Les caractéristiques techniques de l'arduino ATMega2560	45
III.2 .2.1.8 : Les bonnes raisons de choisir Arduino.....	45
III.2 .2.2 : Principe et structure du pont en H.....	46
III.2 .2.2.1 : L293(D).....	48
III.2 .2.2.2 : L298.....	49
III.2 .2.2.3 : Caractéristiques techniques du composant L293(D).....	50
III.2 .2.2.4 : Fonctionnement du L293(D).....	50
III.2 .2.3 : Les capteurs.....	51
III.2 .2.3.1 : Les capteurs passifs.....	51
III.2 .2.3.2 : Les capteurs actifs.....	52



Sommaire

III.2 .2.3.3 : Les capteurs proprioceptifs.....	52
III.2 .2.3.3.1 : Odométrie.....	53
III.2 .2.3.3.2 : accéléromètre.....	53
III.2 .2.3.3.3 : Gyromètre.....	53
III.2 .2.3.3.4 : Gyroscope.....	54
III.2 .2.3.4 : Les capteurs extéroceptifs.....	54
III.2 .2.3.4.1 : Les télémètres.....	55
III.2 .2.3.4.2 : Les télémètres laser.....	55
III.2 .2.3.4.3 : Capteurs infrarouges.....	55
III.2 .2.3.4.4 : GPS.....	56
III.2 .2.3.4.5 : Télémètres à ultrason.....	57
III.2 .2.3.4.5.1 : Fonctionnement du module HC-SR04.....	57
III.2 .2.3.4.5.2 : Caractéristiques du module HC-SR04.....	58
III.2 .2.3.4.5.3 : Alimentation.....	58
III.2 .3 : Aspect Informatique.....	59
III.2 .3.1 : Logiciel arduino.....	59
III.2 .4 : Conclusion.....	63
Chapitre III : Simulation et test	
IV.1 : Introduction.....	65
IV.2 : Organigramme.....	65
IV.3 : Outils utilisés.....	66
IV.3.1 : logiciels utilisés.....	66
IV.3.A : ISIS PROTEUS.....	66
IV.3.B : Logiciel de programmation Arduino.....	66
IV.4 : Télécommander notre robot mobile.....	69
IV.5 : Conclusion.....	70
Conclusion générale :	72





Introduction Générale

Introduction générale

La robotique permet d'aider l'homme dans les tâches difficiles, répétitives ou pénibles. De plus elle constitue le rêve de substituer la machine à l'homme dans ces tâches.

Les facultés de perception et de raisonnement des robots progressent chaque jour actuellement et plus encore dans l'avenir, ils sont appelés à jouer un rôle de plus en plus Important dans notre vie.

La robotique comporte deux grands pôles d'intérêt: la robotique de manipulation (robotique industrielle) et la robotique mobile. Un des problèmes majeurs de la robotique mobile est la planification de mouvement. Autour de ce problème de planification de mouvement de nombreuses études ont été réalisées dans le but de développer des méthodes générales pour guider les robots.

On peut définir un robot comme une machine équipée de capacités de perception, de décisions et d'actions qui lui permettent d'agir de manière autonome dans son environnement en fonction de la perception assurée par leurs capteurs avec une trajectoire programmé, dans notre travail nous allons nous intéressés à la partie programmation qui est la base de la mise en œuvre.

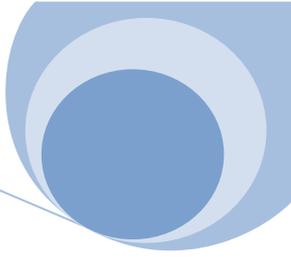
Ainsi le contexte dans lequel s'inscrit notre travail, consiste en l'étude et la conception d'une commande d'un robot mobile à trajectoire programmé avec évitement d'obstacles en utilisant la carte arduino, et de donner au robot la capacité de se mouvoir dans son environnement, et pour cela nous allons doter notre système de motoréducteurs, dont le but est de réduire la vitesse des moteurs.

La commande des moteurs est faite par la carte arduino à microcontrôleur ATmega 2560 grâce au circuit de puissance L293D, et Pour permettre au robot d'éviter les obstacles, nous allons doter notre système dans la simulation par deux capteurs à ultrason H-SR04.

Le présent mémoire relate les résultats de notre travail. Il est organise comme suit:

- Le premier chapitre, contient, des généralités sur la robotique, la définition et l'historique de la robotique, ainsi les applications et les types des robots.
- Le deuxième chapitre, est consacré à l'étude de la commande du robot mobile. Un aperçu général sur le fonctionnement et la modélisation des robots mobile.
- Le troisième chapitre est basé sur la conception matérielle et logicielle du robot et sa commande à distance.
- Le quatrième chapitre représente le diagramme fonctionnel du robot, ainsi les étapes suivies à réaliser notre commande et sa simulation.

Nous terminerons ce manuscrit par une conclusion générale récapitulant ce qui a été fait et expose les perspectives de ce travail.



Chapitre 1 :

Généralités sur la Robotique Mobile

I. 1. Introduction

De manière générale, on regroupe sous l'appellation robots mobiles l'ensemble des robots à base mobile, par opposition notamment aux robots manipulateurs.

L'usage des robots mobiles sollicite le plus souvent les robots mobiles à roues. Les autres robots mobiles généralement désignés par leurs types de locomotion, qu'ils soient marcheurs, sous-marins ou aérien.

Les robots mobiles à roues sont considérablement la grande partie des robots mobiles. Historiquement, leurs études est venue assez tôt, suivant celle des robots manipulateurs. Leurs faibles complexité en a fait le bon premier sujet d'études pour les roboticiens intéressé par le système autonome. Cependant, malgré leur simplicité apparente, ces systèmes ont soulevé un grand nombre de problèmes difficiles. De ce fait, les applications industrielles utilisant les robots mobiles sont rares. Cela est du au fait que, contrairement aux robots manipulateurs qui travaillent exclusivement dans des espaces connus et de manière répétitive, les robots mobiles sont destinés à évoluer de manière autonome dans des environnements dynamiques qui peuvent ne pas être connus.

Néanmoins, l'intérêt de la robotique mobile est permettre d'augmenter considérablement les connaissances relatives à la localisation et la navigation des robots mobiles.

Dans ce chapitre nous allons voir la définition du robot, ainsi que les différents types de robot avec exemple illustratif. Nous allons citer également, les composants d'un robot en général, l'usage, la programmation et une brève historique sur la robotique.

I 2. Les robots Mobiles

I. 2.1. Définition d'un robot:

Un robot est un dispositif mécatronique (alliant mécanique, électronique et informatique) doté de capteurs et d'effecteurs lui donnant une capacité d'adaptation et de déplacement proche de l'autonomie accomplissant automatiquement soit des tâches qui sont généralement dangereuses, pénibles, répétitives ou impossibles pour les humains, soit des tâches plus simples mais en les réalisant mieux que ce que ferait un être humain [1].

D'une manière générale on peut définir un robot comme étant un agent physique réalisant des tâches dans l'environnement dans lequel il évolue [2].

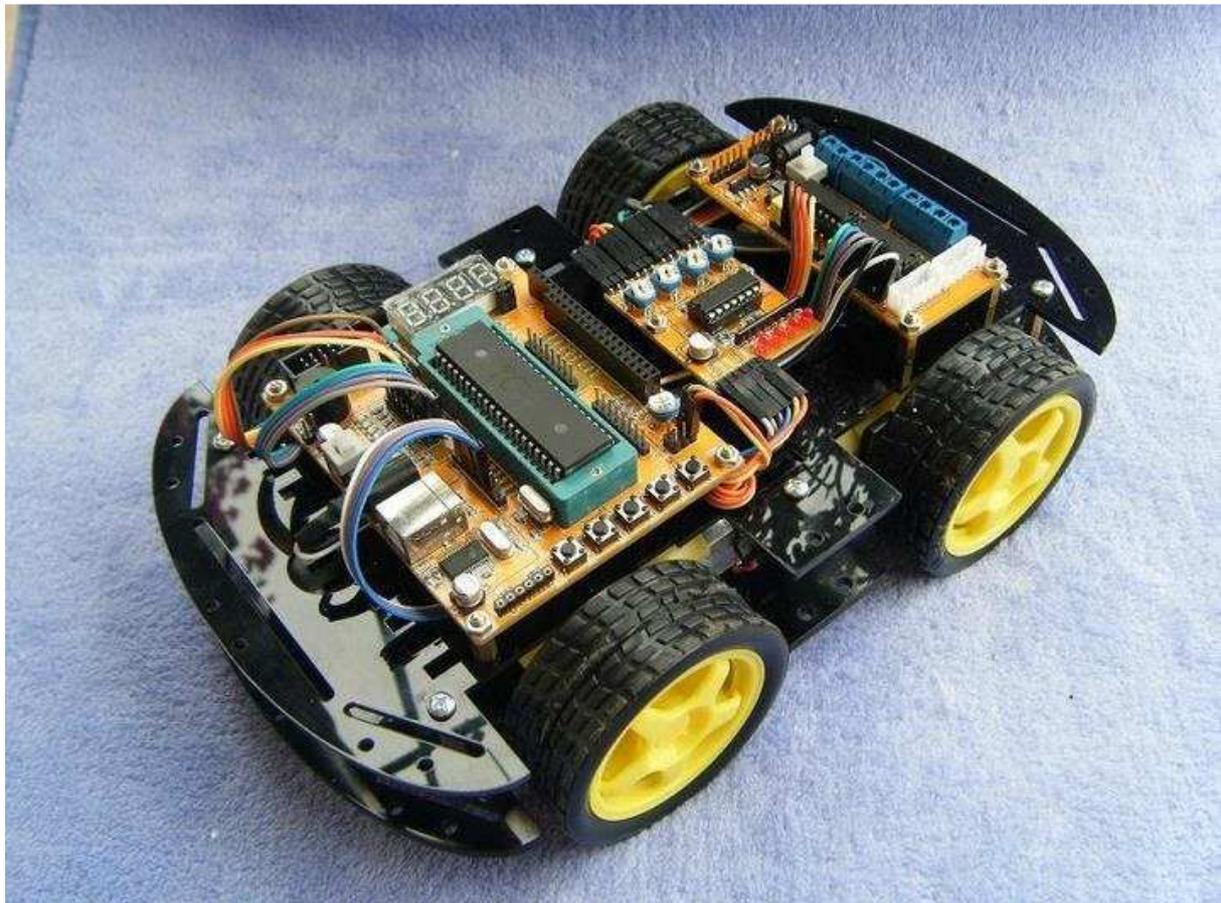


Figure I.1. Exemple d'un robot mobile.

I. 2.2. Etymologie du mot robot

Le mot robot apparaît pour la première fois dans la pièce de théâtre de Karel Čapek de science-fiction R. U. R. (Rossum's Universal Robots) a été inventé par son frère Josef, provient du mot tchèque « robota » qui signifie « travail, besogne, corvée » [3].

Par extension, le terme « robot » est également utilisé pour désigner :

- un dispositif qui n'est pas automatique, pour évoquer la haute technicité du dispositif, à l'instar du robot chirurgical Da Vinci.
- un logiciel intelligent, également appelé bot informatique.

I. 3. La robotique

Le terme robotique a été employé pour la première fois par Asimov en 1941. Il fut introduit dans la littérature en 1942 par Isaac Asimov dans son livre Runaround. Il y énonce les « trois règles de la robotique » qui deviendront par la suite « les trois lois de la robotique ».

I. 3.1. Définition de la robotique

La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots.

L'ATILF définit le robot de la manière suivante : « Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique ».

De cette définition découlent deux interprétations : la première serait de voir le robot comme une machine, qui possède des capteurs, un système logique et des actionneurs. Il est matériel. La deuxième laisse penser qu'un robot peut aussi être virtuel (voir Bot informatique) [4].

La robotique actuelle trouve des applications dans différents domaines (liste non exhaustive) :

- la robotique industrielle,
- la robotique domestique,
- la robotique médicale,
- la robotique militaire,
- Les travaux en robotique ont pour but de concevoir et de construire des machines capables d'évoluer et d'interagir avec un environnement physique de manière à accomplir les différentes tâches pour lesquelles elles ont été créées.

I. 3.2. Définition d'un système holonomes :

C'est Un système mécanique S est holonome si la position de ses différentes parties peut être caractérisée par n variables indépendantes : $q_1 \dots q_n$, appelées coordonnées généralisées du système. On dit alors que S est un système holonome à n degrés de libertés [5].

I. 4. Types de robots :

Les trois grandes catégories des robots sont :

I. 4.1. Les humanoïdes

Elle représente la catégorie la plus connue du fait qu'elle est largement présentée grâce à la science-fiction, elle regroupe tous les robots anthropomorphes, ceux dont la forme rappelle la morphologie humaine ou seulement certaines parties précises du corps humain. Ils possèdent généralement une tête, un torse, deux bras et deux jambes.

Lorsqu'un robot imite non seulement l'apparence physique, mais aussi le comportement humain, on l'appelle un androïde.

I. 4.2. Robots manipulateurs:

Robots ancrés physiquement à leur place de travail et généralement mis en place pour réaliser une tâche précise ou répétitive, leur majorité est à base fixe, comme la figure suivante :



Figure I.2. Exemple d'un robot manipulateur.

I. 4.3. Robots mobiles :

Robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipés ou non de manipulateurs suivant leur utilisation.

Les robots explorateurs qui sont destinés à explorer des environnements où l'homme ne peut pas se rendre cette catégorie englobe la sous-catégorie des robots mobiles à roues (base sectionnée par des roues ou par des chenilles) appelés en anglais UGV (Unmanned Ground Vehicles), on les appelle aussi rover du fait de leur fonctionnalité principale qui est l'exploitation.

Exploration d'autres planètes comme Mars : Séjourner, Spirit...

Le plus connu est le Curiosity qui a été envoyé par la NASA sur Mars pour explorer et identifier le terrain martien.

Exploration d'épaves ou de décombres : recherche de victimes aux World Trade Center ou lors de tremblements de terre.

Déminage de terrains, à l'exemple de l'iRobot 510 utilisé par l'armée américaine.

Exploration de zones radioactives : entretien de réacteurs, de piscine de stockage... [6].

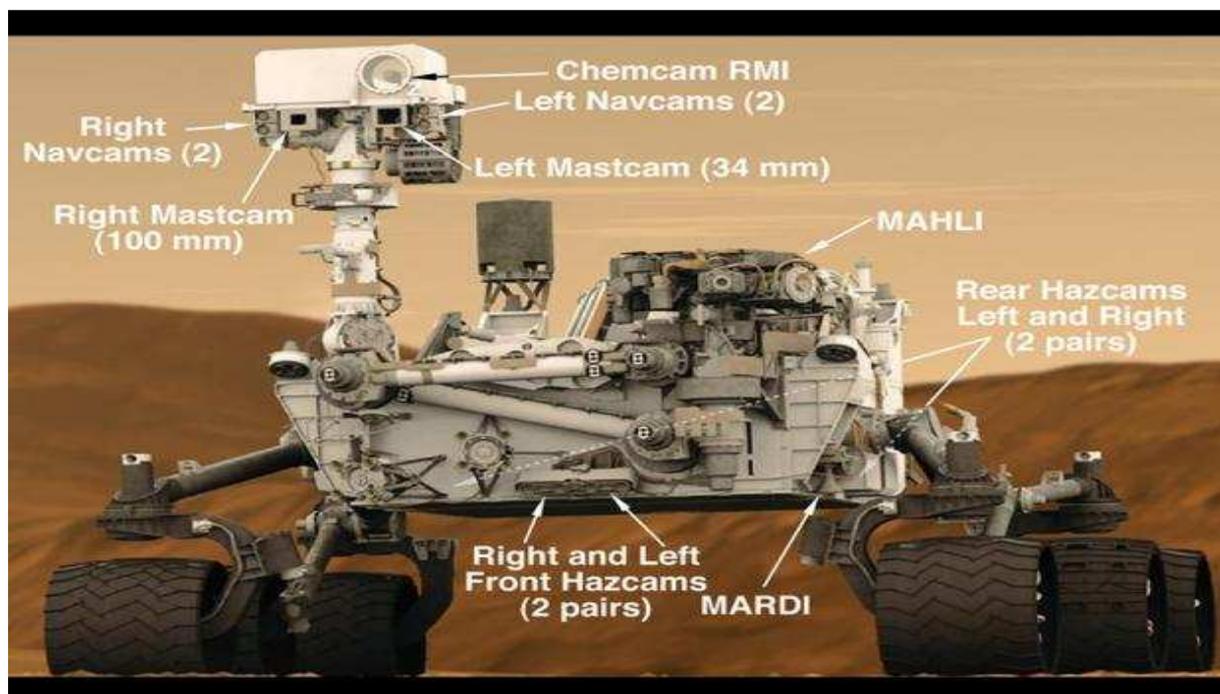


Figure I.3. Robot Curiosity

Dans ce contexte notre étude se basera essentiellement sur le robot mobile (chariot mobile), dont la principale fonctionnalité est de structuré un programme pour atteindre un point souhaité en évitant les obstacles rencontrés.

I. 4.3.1. Grandes classe de la robotique mobiles :

La classification définit dans la littérature qui définit le degré d'autonomie du robot mobile [6].

- Véhicule télécommandé par un opérateur qui lui impose la tâche élémentaire à réaliser.
- Véhicule télécommandé au sens de la tâche à réaliser il contrôle automatiquement ces actions.
- Véhicule semi-autonome réalisant sans l'aide de l'opérateur des tâches prédéfinis.
- Véhicule autonome qui réalise des tâches semi-définies (problème et complexité plus élevés)... [7].

I. 4.3.2. Mode de fonctionnement

Il existe deux principaux mode de fonctionnement pour un robot mobile : télé-opéré et autonome.

En mode télé-opéré, le terme robot (esclave) est amplement justifié, du fait que, une personne donne des ordres et pilote le robot à distance via une interface de commande (clavier, souris...), dans ce domaine les efforts de recherche sont basés sur l'amélioration de la perception de l'environnement pour l'opérateur, et les problèmes liés à la télécommunication.

Mode autonome dont le robot doit prendre ses propres décisions ; de cette effet, il doit percevoir correctement son environnement, et agir en séquence suivant le niveau d'autonomie. C'est à lui de planifier son parcours et faire de sorte à éviter les obstacles afin d'atteindre un objectif et avec quel mouvement réaliser cela. Dans ce mode l'étude se base essentiellement sur la structure de contrôle, stratégies de commande, planification et la notion d'autonomie décisionnelle [8].

I. 4.3.3. L'automobile et la robotique

L'automobile est le terrain expérimental à grande échelle et le marché le plus important de la robotique.

Elle constitue le support de nombreuse recherche dans le domaine d'assistance à la conduite et de la conduite automatique, la fiabilité, la perception, l'évolution en environnement complexe...

De nos jours, l'automobile est un champ de développement particulièrement actif de technologie robotique, elle n'est communément pas considérée comme un secteur de la robotique en raison de son aspect mécanique. Mais elle demeure le premier marché de la robotique d'un rôle fatale pour la satisfaction de besoin quotidien.

I. 5. Composantes d'un robot en général

Les robots sont équipés d'effecteurs leur permettant d'agir dans l'environnement, également de : Roue, Bras, Jambes et Pincés...

Les effecteurs peuvent également être plus ou moins précis :

Exactitude des déplacements,

Déviations dues à l'environnement,

Événements externes imprévus.

Les robots sont équipés de capteurs leur permettant de percevoir l'environnement dans lequel ils évoluent :

Proprioceptifs : mesurent l'état du robot lui-même (capteur de position (GPS), capteur de vitesse, capteur de charge de batteries, ...)

Extéroceptifs : renseignent sur l'état de l'environnement (capteur de température, télémètre (RADAR, LIDAR), boussole, détecteur de chaleur/lumière, ...)

Les capteurs peuvent être plus ou moins précis (Portée des capteurs, Précision des mesures)

Perception de bruit :

L'espace de perception constitue la partie de l'environnement qu'un robot peut percevoir grâce à ses capteurs.

De nombreuses autres composantes peuvent être présentés, selon le type de robot considéré :

Périphériques de stockage (stocker des programmes, des informations sur l'environnement, ...),

Interfaces de communication (écran ...),

Unité d'alimentation (batterie, panneaux solaire, ...) [9].

I. 5.1. Exemple

Schématisation du plan de développement et de succession des mouvements des pattes d'un insectoïde vers une position connue dans le temps

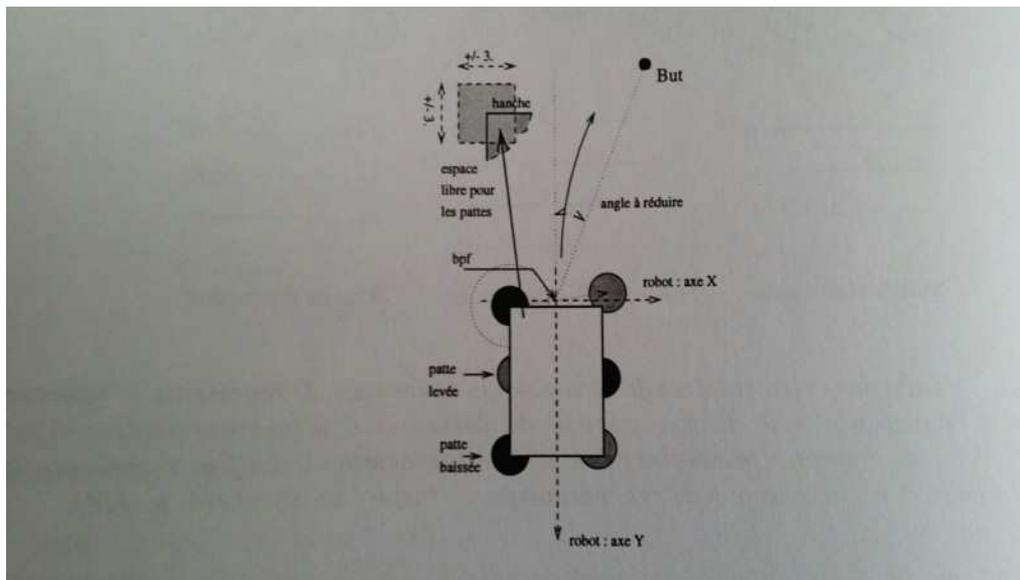


Figure I.4. Schématisation de déplacement du robot insectoïde

I. 5.2. Structure d'un robot mobile autonome

Un robot mobile autonome se décompose sous trois structures principale :

- La structure mécanique.
- La charge utile.
- La structure de commande.
-

I. 6. Programmation

L'intelligence Artificielle d'un robot se résume à un ensemble de programmes préalablement écrits avec un ordinateur :

Les programmes s'exécutant sur les robots sont écrits avec un langage de programmation (exemples : C++, Java...), ils s'exécutent grâce au contrôleur et à la mémoire du robot, ils prennent en entrée les informations obtenues par les capteurs et en sortie envoient des ordres aux effecteurs, pour notre travail nous allons utiliser la carte arduino dont la programmation est en langage C.

I. 7. Historique

I. 7.1. Les origines de la robotique

Les ancêtres des robots sont les automates. Un automate très évolué fut présenté par Jacques de Vaucanson en 1738 : il représentait un homme jouant d'un instrument de musique à vent. Jacques de Vaucanson créa également un automate représentant un canard mangeant et refoulant sa nourriture après ingestion de cette dernière [10].

I. 7.2. Les premiers robots

Unimate est le premier robot industriel créé. Il fut intégré aux lignes d'assemblage de Général Motors en 1961.

En 1970, le robot lunaire Lunokhod 1, envoyé par l'Union soviétique, a voyagé sur une distance de 10 km et a transmis plus de 20 000 images.

I. 7.3. Dates marquantes de la robotique :

- 1947 : premier manipulateur électrique télé opéré.
- 1948 : Grey Walter invente le premier robot mobile autonome, une tortue se dirigeant vers les sources de lumière qu'elle perçoit. Cependant, ce robot n'est pas programmable.
- 1954 : premier robot programmable.
- 1961 : Premier robot industriel mis en place dans une usine de General Motors. Qui a fait premier robot avec contrôle en effort.
- 1963 : utilisation de la vision pour commander un robot.
- 1972 : Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée.
- 1973 : premier robot mobile à roues.
- 1977 : Premier robot mobile français HILARE au LAAS (CNRS Toulouse)
- 1992 : Mise en place de la compétition annuelle AAAI sur la robotique mobile.
- 1995 : Mise en place de la Robo Cup.
- 1997 : Premier robot mobile extra planétaire sur Mars.

Depuis 2000 : Exploration,

- 2003 : Projet "Mars Exploration Rover" (Spirit & Opportunity).
- 2009 : Projet "Mars Science Laboratory" succédant au projet Rover, envoi prévu de Curiosity fin 2011.

I. 8. Usages

La robotique possède de nombreux domaines d'application. Les robots ont été installés dans les industries, ce qui permet de faire des tâches répétitives avec une précision constante. À la suite de l'évolution des techniques on retrouve des robots dans des secteurs de pointe tels que le spatial et la médecine, aussi, se trouvant même dans nos domicile intégrant nos tâches quotidiennes [11].

Un grand nombre de disciplines scientifiques sont concernées par la mise en place de robots :

- Automatique : calibrage des capteurs, des effecteurs, identification des paramètres ...
- Mécanique : conception, réalisation, modélisation des robots.
- Électronique : mise en place de composants pour les robots.
- Informatique : création de programmes destinés aux robots.
- Traitement de signal : analyse des informations enregistrées par les capteurs du robot.
- Mathématiques : modèles pour la prise de décision ou/et l'apprentissage, le calcul de trajectoires, la localisation ...
- Sciences cognitives : interactions homme-machine, machine-machine, prise de décision...
- physique : cinématique des robots, navigation....

A citer, que Les robots les plus évolués sont capables de se déplacer et de se recharger par eux-mêmes, à l'image du robot ASIMO fabriqué par Honda ou du robot NAO fabriqué par Aldebaran Robotics. Aussi, de peintre dans une chaîne de montage de voitures (Renault), Robot chien (Sony), Aspirateur (Electrolux), Robots de combats, ...

Des micro-robots existent - pouvant par exemple se déplacer sur l'eau comme les gerris - et les premiers nano composants et nano-moteurs semblent laisser envisager la création de nano robots dans les années ou décennies à venir.

De ce fait, Les applications de la robotique peuvent être classées selon trois grandes catégories à savoir : la robotique d'intervention, la robotique de service professionnel et la robotique personnelle.

- On ne peut que dire que la Robotique : est un domaine récent,
- grande diversité de robots et des applications,
 - diversité des disciplines concernées par la robotique,
 - importance de l'informatique.

I. 9. Problématique en robotique mobile :

- Problèmes de choix aspects matériels :

Structure mécanique,
Motorisation et alimentation,
Architecture informatique du système de contrôle/commande.

- Problèmes de choix classique :

Choix de structure souvent effectué parmi un panel de solutions connues et pour lesquelles les problèmes de modélisation, planification et commande sont résolus.

Choix classique des actionneurs et de l'alimentation : moteurs électriques à courant continu avec ou sans collecteur, alimentés par des convertisseurs de puissance fonctionnant sur batterie.

- Problèmes d'aspect logistique :

Généralement :

L'architecture de contrôle-commande des robots mobiles similaires à celles des systèmes automatiques ou robotiques plus classiques dans l'ensemble.

Néanmoins deux niveaux de spécialisation, propres aux systèmes autonomes :

Couche décisionnelle (planification et gestion des évènements).

Couche fonctionnelle (génération en temps-réel des commandes des actionneurs) [12].

I. 10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu définir certaines notions fondamentales liés à la robotique et au robot mobile en général.

Un robot est un manipulateur programmable multifonctionnel qui imite des actions d'une créature intelligente.

A l'origine l'homme a unit tout les moyens nécessaires pour mettre en œuvre une machine susceptible de remplacer l'homme dans divers fonctionnalités ou même au-delà, qui est la réalisation des tâches inaccessible par la capacité humaine ; avec l'avancé technologique à-travers le temps la robotique a connue énorme progrès.

Actuellement la robotique avance considérablement dans deux fronts parallèles : la robotique manufacturière et la robotique non manufacturière.

L'Augmentation les connaissances en termes de localisation et de navigation de systèmes autonomes et la résolution de problèmes pour atteindre une navigation robuste dans des espaces non structurés, en particulier en intérieur.

Par ailleurs, un problème soulevé par le plus simple des robots mobiles à roues = sujet d'étude à part entière et base pour l'étude de systèmes mobiles plus complexes.

Après avoir fait une approche avec le monde de la robotique mobile, nous allons nous intéresser à l'aspect de la commande et la modélisation dans le chapitre suivant.



Chapitre 2 :

Commande et Modélisation d'un robot mobile

II. 1. Introduction

Afin de combler les lacunes de robots manipulateurs on y a trouvé recours dans les robots mobiles dotés d'une structure organisationnelle et de divers outils de locomotion. On peut citer les robots mobiles à chenilles, marcheurs ou encor rampants ; il existe également de nombreux autres types de robots (marins, sous-marins, drone volants...) ;

Bien évidemment parler sur la robotique mobile sous entend les robots mobiles à roues, étant donnée les systèmes les plus étudiés du fait qu'ils sont les plus simple à réaliser que les autres types de robots mobiles, leurs études permet une avancé de pointe qui s'étend sur plusieurs systèmes particulièrement les systèmes autonome.

Afin de bien comprendre le fonctionnement d'un robot mobile on doit faire face à l'élimination de diverses difficultés, et cela passe par une bonne analyse théorique et étude mathématique toute en répartition les tâches étudiés avec succession et enchainement des événements.

Le robot est un agent physique réalisant des tâches dans son environnement, doté de capacité de perception, de décision et d'action. L'objectif est de permettre au robot d'intégrer rationnellement son environnement automatiquement. La machine est caractérisée par sa capacité d'être programmé pour réaliser de multiples fonctionnalités.

II. 2. Autonomie du robot mobile

L'autonomie d'un robot mobile réside dans sa capacité de faire appel à une stratégie intelligente pour lui permettre de planifier ses actions a long terme, et qu'il est capable d'accomplir sans intervention humaine les objectifs pour les quels il a été conçue.

La diverse activité se ramène aux tâches suivantes :

Perception : le robot doit acquérir des informations sur l'environnement dans lequel il évolue par l'intermédiaire de ses capteurs, qui peuvent être utilisés directement comme des entrés.

Décision : le robot doit définir des séquences d'actions résultant d'un raisonnement appliqué sur un modèle de l'environnement ou répondant de manière réflexe à des stimuli étroitement liés aux capteurs .

Action : il doit exécuter les séquences d'actions élaborées en envoyant des consignes aux actionneurs par l'intermédiaire des boucles d'asservissement [13].

II. 3. Structure de la commande d'un robot mobile

L'objectif de la robotique est d'atteindre un objectif dans son environnement en évitant les obstacles. Le problème que l'on doit résoudre est de déterminer les commandes appropriées en fonction des données capteurs qu'elles commandent doivent être envoyées à chaque instant au robot pour atteindre cet objectif. Donc l'idée est de permettre au robot d'évoluer dans un monde prévue à l'origine pour l'homme.

II. 3.1. Perception et modélisation de l'environnement

Le robot doit être muni d'un système de perception capable de fournir des informations précises sur l'état de l'environnement qui l'entoure, afin de pouvoir identifier et regrouper des éléments utiles pour une représentation fiable et consistante de cet environnement.

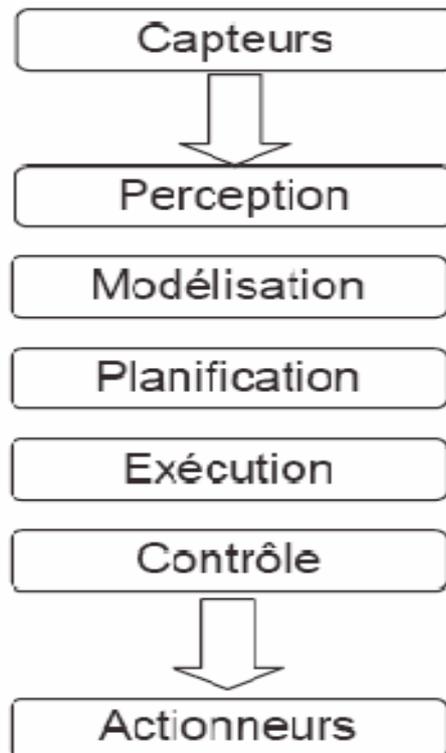
II. 3.2. Communication homme machine

La communication machine est très essentielle pour cela des interfaces de plus en plus conviviale sont développés.

La communication est réalisée à l'aide de multiples supports : écrit, visuel, ou encor sonore. Le module de communication semble prendre de plus en plus d'importance à l'heure actuelle.

II. 3.3. Commande

Architecture traditionnelle de décomposition du programme de contrôle du robot en différents modules de fonctionnement est donnée comme suit :



Du monde abstrait au monde concret, la planification des actions et le contrôle des déplacements se situent dans le monde idéal, monde perçu et le monde réel cette décomposition est classique pour les systèmes automatiques de commande.

II. 4. Navigation autonome d'un robot mobile

Citons comme exemple le schéma de l'insectoïde (Ī 5.1), vu au chapitre précédent, il démarre d'une situation initiale pour faire successions d'actions et arriver au bute (situation finale), il doit exécuter des actions de mouvement, qui sont la vitesse et l'angle de braquage lui permettant de se mouvoir vers une nouvelle situation.

Généralement, la navigation d'un robot mobile est une tâche qui consiste à trouver un mouvement libre dans l'espace de configuration sans collision avec les obstacles proche du robot. Ce mouvement amène le robot d'une configuration initiale, vers une position finale désirée.

Le robot mobile doit mettre en œuvre certains nombres de fonctionnalités pour exécuter une tâche de navigation autonome :

II. 4.1. Localisation

Le succès dans l'exécution d'une tâche associée à un déplacement est directement lié à la capacité des robots de se positionner par rapport à son environnement. Cette localisation doit être la plus précise possible, et dépend de la fiabilité, de la représentation de l'environnement construite par le système et de la perception du robot [14].

II. 4.2. Planification et exécution de mouvements

Le robot doit être capable de se déplacer de façon sûre à travers l'espace libre de l'environnement, tenant compte de la présence d'éventuels obstacles statiques et dynamiques. Le problème de déplacement du robot dans l'environnement rencontre les mêmes difficultés que la localisation et la modélisation liées à la présence d'incertitudes qui font que le déplacement commandé ne sera pas de manière générale exécuté parfaitement.

Ces fonctions ne sont pas indépendantes. On note, bien évidemment, que la perception de l'environnement intervient dans toutes. La planification de mouvement s'intéresse au calcul automatique de chemins sans collision pour un robot quelconque (robot mobile, bras manipulateur, etc.) évoluant dans un environnement encombrés d'obstacles.

Parmi l'ensemble des robots existants, nous nous intéressons au cours de cette étude à une famille appelée robots autonomes.

Un robot est dit autonome si, moyennant une spécification externe de haut niveau de la tâche à accomplir, il est capable de la mener à bien sans intervention humaine. Le développement d'un robot autonome pose de nombreux problèmes fondamentaux dans des domaines variés et bien distincts.

Le problème posé est de déterminer à chaque instant quelle commande doit être envoyée aux effecteurs, connaissant d'une part le but à accomplir et d'autre part les valeurs retournées par les différents capteurs. Il s'agit de déterminer les liens existants entre la perception et l'action connaissant les buts à atteindre.

Nous nous intéressons plus particulièrement au cours de cette étude au choix des actions permettant au robot d'atteindre un point de l'environnement spécifié par ses coordonnées, tout en évitant les différents obstacles présents.

Historiquement les premières études ont été basées sur le cycle classique en intelligence artificielle : perçoit, pense, agit.

La décomposition du problème a été à l'origine de nombreux travaux. La présence de multiples modules attachés chacun à la résolution d'un sous problème nécessite la mise en place d'une organisation permettant la construction d'un système complexe à partir ces briques élémentaires. Cette organisation est appelée architecture de contrôle [15].

II. 4.3. Suivi de trajectoire

Cette étape consiste à calculer les commandes des actionneurs du système permettant de réaliser le mouvement planifié. Un robot étant considéré comme un système dynamique. [On utilise des méthodes de commande à retour d'état pour l'asservissement de système sur une trajectoire de référence].

II. 4.4. Evitement d'obstacles et parking

L'évitement des obstacles est un comportement de base présent quasiment dans tous les mouvements des robots mobiles. Cependant pour des anomalies comme une localisation imparfaite, le suivi de la trajectoire planifiée ne garantit pas l'absence de collision avec les objets statique ou dynamique existant.

L'étape finale de la navigation autonome s'appelle Parking, elle nécessite une forte précision pour l'atteinte du but finale.

II. 5. Modélisation

Autre que les robots mobiles à roues, il existe aussi des robots à chenille, à patte ou se déplace par répartition.

Le type de locomotion définit deux types de contraintes :

- Les contraintes cinématiques, qui portent sur la géométrie des déplacements possibles du robot.
- Les contraintes dynamiques, liées aux effets du mouvement (accélération bornées, vitesse bornées, présence de forces d'inertie ou de friction).

Selon sa cinématique un robot est dit :

- holonome, s'il peut se déplacer instantanément dans toutes les directions.
- Non-holonome, si c est déplacements autorisés sont des courbes dont les courbures est bornée.

La modélisation d'un robot, considéré comme étant un système mécanique articulé, actionné et commandé, consiste à en établir un modèle mathématique. Outre une fonction générale d'aide à la conception, elle a de multiples utilisations pour, la prédiction des mouvements, l'adaptation des actionneurs, la planification des tâches, l'établissement des lois de commande, l'incorporation du robot dans des simulations informatiques...etc. Dans le

langage courant, la modélisation précède la simulation sans que l'on distingue une séparation nette entre ces deux activités.

II. 5.1. Définition

On note $R = (O; x; y; z)$ un repère fixe quelconque, dont l'axe z est vertical et $R' = (O'; x'; y'; z')$ un repère mobile lié au robot. On choisit généralement pour O' un point remarquable de la plate-forme, typiquement le centre de l'axe des roues motrices s'il existe,

Par analogie avec la manipulation, on appelle situation ou souvent posture du robot le vecteur:

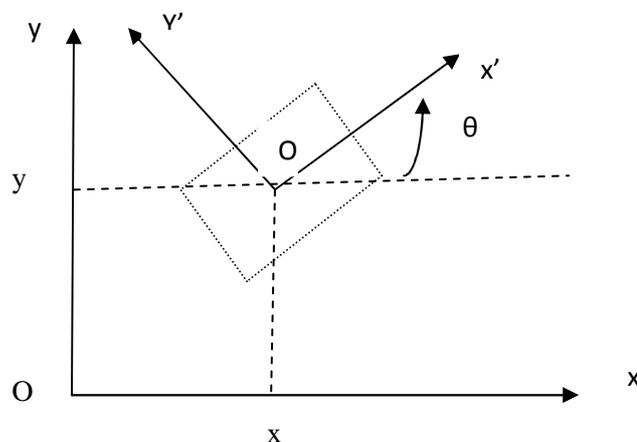
$$\xi = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta \end{pmatrix}$$

Où x et y sont respectivement l'abscisse et l'ordonnée du point O' dans R et θ l'angle (x, x') . La situation du robot est donc définie sur un espace M de dimension $m = 3$, comparable à l'espace opérationnel d'un manipulateur plan [5].

La configuration d'un système mécanique est connue quand la position de tous ses points dans un repère donné est connue. Alors que pour un bras manipulateur cette notion est définie sans ambiguïté par les positions angulaires des différentes articulations, on peut, dans le cas d'un robot mobile, donner une vision plus ou moins fine de la configuration. Dans tous les cas, on définira la configuration du robot mobile par un vecteur :

$$\begin{pmatrix} q1 \\ q2 \\ \vdots \\ qn \end{pmatrix}$$

de n coordonnées appelées coordonnées généralisées. La configuration est ainsi définie sur un espace N de dimension n , appelée l'espace des configurations.



FIGUREF II.1. Repérage d'un robot mobile

II. 5.3. Classes de robots mobiles à roues

Il existe plusieurs classes de robots mobiles à roues déterminées, principalement, par la position et le nombre de roues utilisées.

Nous citerons ici les quatre classes principales de robots à roues.

II. 5.3.1. Disposition des roues et centre instantané de rotation

C'est la combinaison du choix des roues et de leur disposition qui confère à un robot son mode de locomotion propre. Sur les robots mobiles, on rencontre principalement trois types de roues

- les roues fixes dont l'axe de rotation, de direction constante, passe par le centre de la roue ;
- les roues centrées orientables, dont l'axe d'orientation passe par le centre de la roue ;
- les roues décentrées orientables, souvent appelées roues folles, pour lesquelles l'axe d'orientation ne passe pas par le centre de la roue.

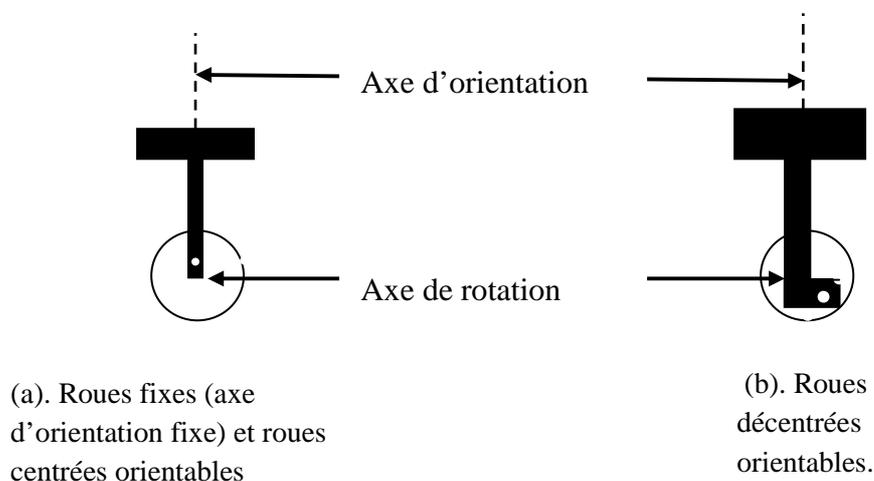


FIGURE II.2. Les principaux types de roues des robots mobiles

De manière anecdotique on rencontrera aussi des systèmes particuliers, tels que les roues suédoises, les roues à plusieurs directions de roulement, etc.

Bien évidemment, pour un ensemble de roues donné, toute disposition ne conduit pas à une solution viable. Un mauvais choix peut limiter la mobilité du robot ou occasionner d'éventuels blocages. Par exemple, un robot équipé de deux roues fixes non parallèles ne pourrait pas aller en ligne droite. Pour qu'une disposition de roues soit viable et n'entraîne pas de glissement des roues sur le sol, il faut qu'il existe pour toutes ces roues un unique point de

vitesse nulle autour duquel tourne le robot de façon instantanée. Ce point, lorsqu'il existe, est appelé centre instantané de rotation (CIR). Les points de vitesse nulle liés aux roues se trouvant sur leur axe de rotation, il est nécessaire qu'il soit unique. Il existe en pratique quatre principales catégories de robots mobiles à roues.

II. 5.3.2. Robot mobile de type unicycle

Un robot mobile de type unicycle est actionné par deux roues indépendantes, il possède éventuellement des roues folles pour assurer sa stabilité. Son centre de rotation est situé sur l'axe reliant les deux roues motrices.

C'est un robot non-holonyme, en effet il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues de locomotion.

Sa commande peut être très simple, il est en effet assez facile de le déplacer d'un point à un autre par une suite de rotations simples et de lignes droites.

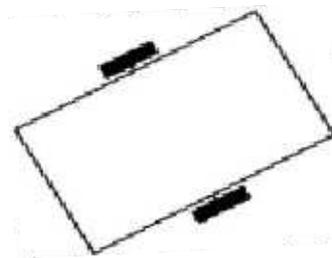


FIGURE II.3. Robot mobile de type unicycle

Ce type de robot est très répandu en raison de sa simplicité de construction et de propriétés cinématiques intéressantes.

A citer Hilare, en 1977, jusqu'aux modèles actuels, qui, à l'instar du robot Khepera, tendent parfois vers l'extrême miniaturisation.

Centre instantané de rotation, Les roues motrices ayant même axe de rotation, le CIR du robot est un point de cet axe. Soit p le rayon de courbure de la trajectoire du robot, c'est-à-dire la distance du CIR au point O. Soit L l'entre-axe et ω la vitesse de rotation du robot autour du CIR.

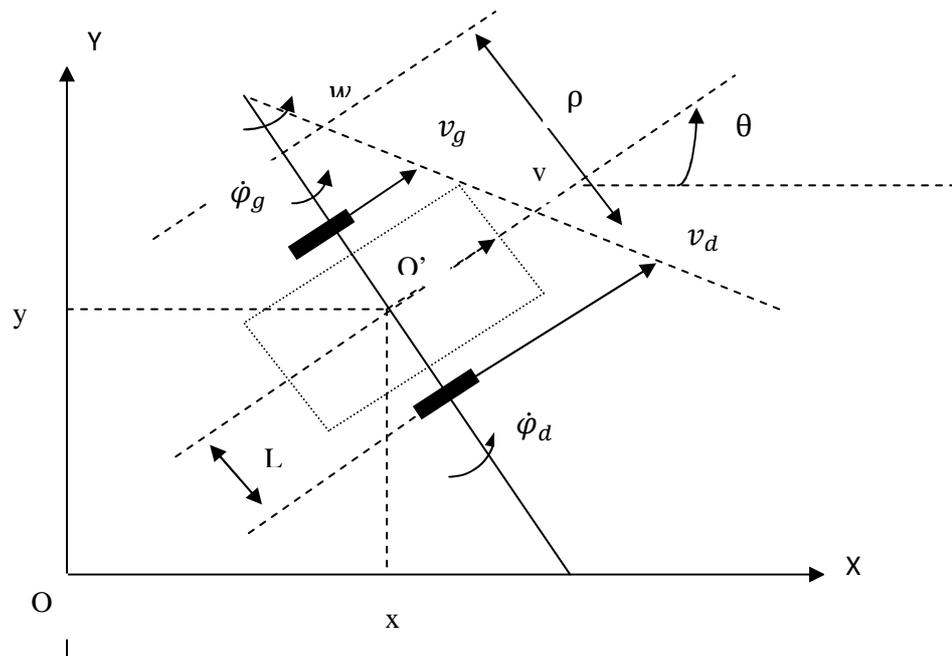


FIGURE II.4. Centre instantané de rotation d'un robot de type unicycle

II. 5.3.3. Robot mobile de type tricycle

Un robot mobile de type tricycle est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et d'une roue centrée orientable placée sur l'axe longitudinal. Le mouvement du robot est donné par la vitesse des deux roues fixes et par l'orientation de la roue orientable. Son centre de rotation est situé à l'intersection de l'axe contenant les roues fixes et de l'axe de la roue orientable. C'est un robot non-holonyme. En effet, il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues fixes. Sa commande est plus compliquée.

Il est en général impossible d'effectuer des rotations simples à cause d'un rayon de braquage limité de la roue orientable.

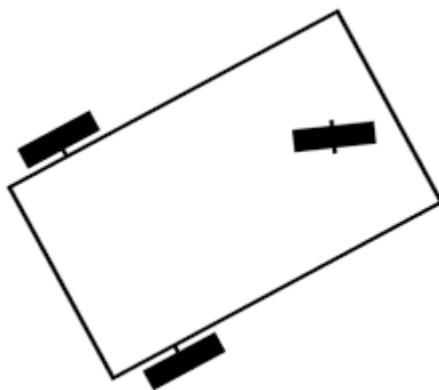


FIGURE II.5. Robot mobile de type tricycle

II. 5.3.4. Robot mobile de type voiture

Un robot mobile de type voiture est semblable au tricycle, il est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et de deux roues centrées orientables placées elles aussi sur un même axe.

Le robot mobile de type voiture est cependant plus stable puisqu'il possède un point d'appui supplémentaire.

Toutes les autres propriétés du robot voiture sont identiques au robot tricycle, le deuxième pouvant être ramené au premier en remplaçant les deux roues avant par une seule placée au centre de l'axe, et ceci de manière à laisser le centre de rotation inchangé.

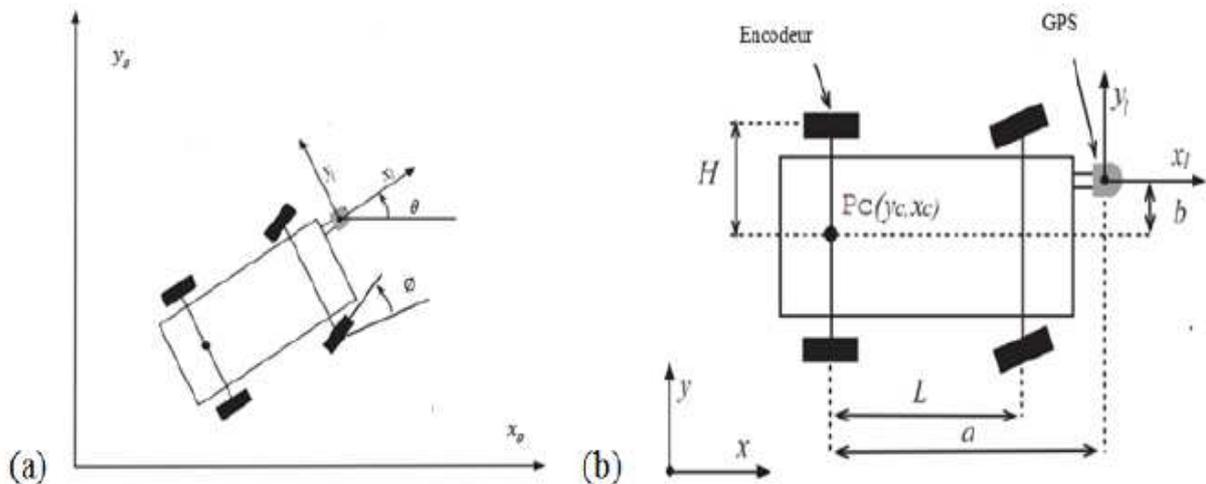


FIGURE II.6. Robot mobile de type voiture

II. 5.3.5. Robot mobile de type omnidirectionnel

Un robot mobile omnidirectionnel est un robot qui peut se déplacer librement dans toutes les directions. Il est en général constitué de trois roues décentrées orientables placées en triangle équilatéral.

L'énorme avantage du robot omnidirectionnel est qu'il est holonome puisqu'il peut se déplacer dans toutes les directions. Mais ceci se fait au dépend d'une complexité mécanique bien plus grande.

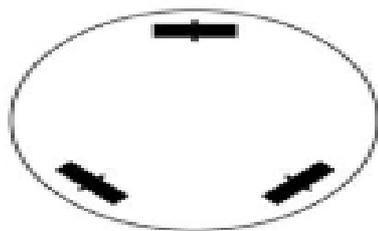


FIGURE II.7. Robot mobile de type omnidirectionnel

II. 5.3.6. Comparaison des différents types

Nous pouvons observer dans le tableau ci-dessous un récapitulatif des avantages et des inconvénients des différents types de robots à roues.

Type du robot	Avantages	Inconvénient
unicycle	stable rotation sur soi-même complexité mécanique faible	non-holonome
Tricycle	complexité mécanique modérée	non-holonome peu stable pas de rotation sur soi-même
Voiture	stable complexité mécanique modérée	non-holonome pas de rotation sur soi-même
Omnidirectionnel	holonome stable rotation sur soi-même	complexité mécanique importante

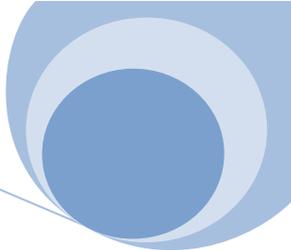
Tableau II.1. Comparaison des différents types de robots mobiles

II. 5.4. Conclusion

La modélisation est un principe ou une technique qui permet d'établir un modèle explicatif d'un phénomène ou d'un comportement en recensant les variables ou les facteurs explicatifs et l'importance relative de chacune de ces variables.

La multitâche et le besoin de procurer le maximum de fonctionnalités fait de l'étude des robots mobile à roues est un domaine de recherche en plein expansion, et qui présente des enjeux industriels considérable.

Après cet aperçue, dans le chapitre suivant nous présenterons la conception de notre robot mobile.



Chapitre 3 :

**Conception et
réalisation de la
commande du
rover**

III. 1. INTRODUCTION

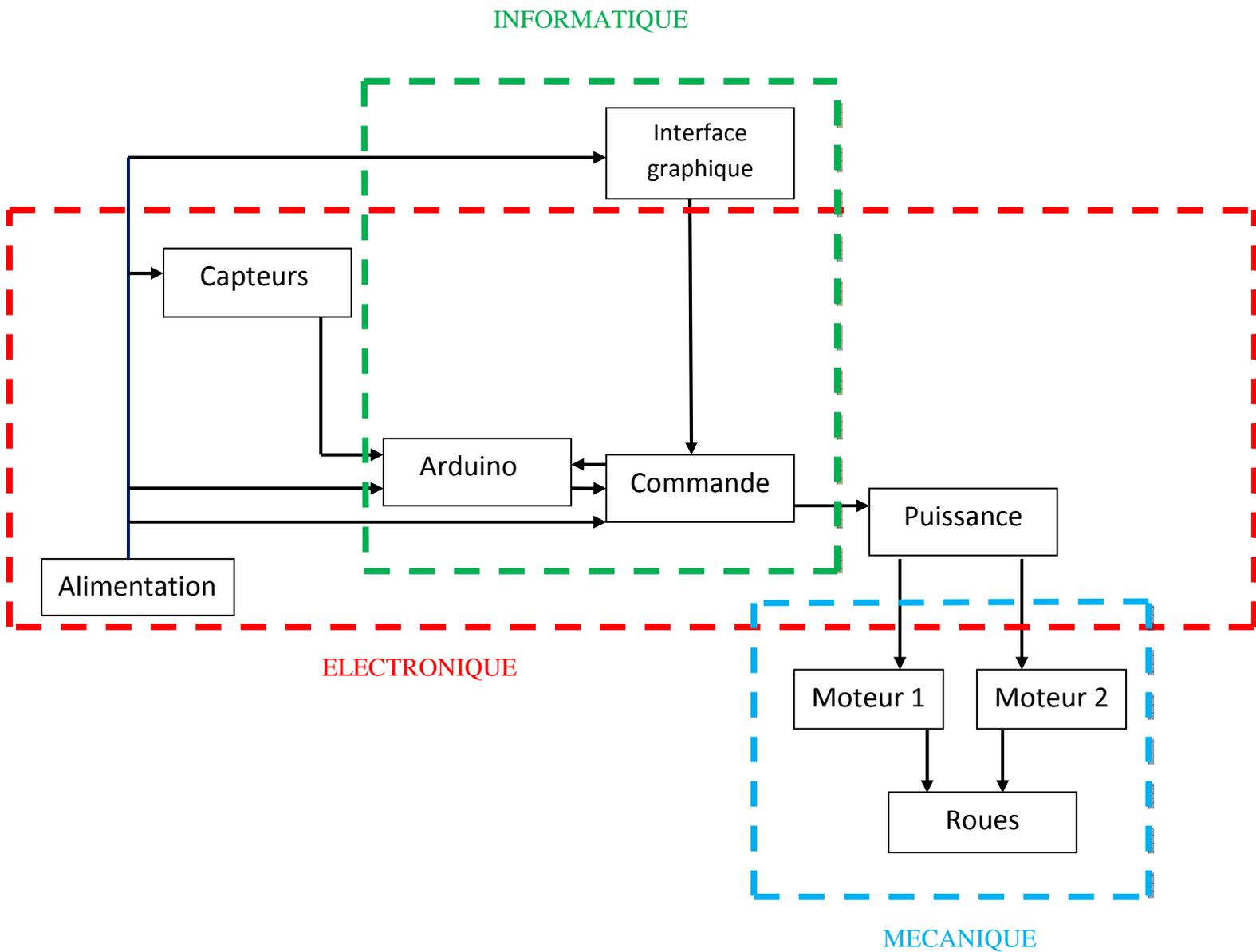
La conception et la mise en œuvre de la commande sont considérés comme étant le noyau de notre travail, qui consiste à la création de notre robot mobile.

L'autonomie du robot mobile est une faculté qui lui permet de s'adapter ou de prendre une décision afin d'atteindre un point de coordonnées connues dans un environnement peut connue.

L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique et méthodologique et une réflexion raisonnable de façon à mettre en place toutes les modalités et les fonctionnalités nécessaires, à commencé par offrir à notre robot une autonomie dans ces déplacements, de sorte à éviter les obstacles rencontrés, puis la réalisation d'une interface graphique pour la commande à distance de notre robot.

Dans ce chapitre de la conception, nous allons faire une présentation générale du matériels et logiciels, dont l'utilisation est courante en robotique mobile. Par la suite, nous allons opter pour les composants qui feront figure dans la réalisation de notre robot et cela selon les moyens, nécessité et disponibilité, toute en respectant l'objectif de la réalisation et de la conception de notre commande. Ainsi, nous allons nous focaliser au choix de développement, les solutions apportées aux suppressions des problématiques rencontrés, ainsi que cheminement de notre projet.

1. Structure générale du robot mobile :

**Figure III.1. :** Structure générale de notre robot mobile.

III. 2. Composants du robot mobile :

De la structure générale du robot mobile, on distingue 3 principales parties fonctionnelles:

- Partie électronique.
- Partie informatique.
- Partie mécanique.

III. 2.1. Aspect mécanique :

La mécanique du robot mobile est relativement simple, l'ossature de robot qui représente le châssis sur lequel se posent tous les composants ; ainsi, la locomotion est assurée par les roues motrices diamétralement opposés, ce qui permet d'avoir un contact quasi ponctuelle avec le sol.

III. 2.1.1 Châssis :

C'est une plaque qui représente l'ossature du véhicule, sur laquelle il supporte et assemble tout les composants du robot ; en outre, il participe aussi à d'autre fonction secondaire dont l'équilibre l'aspect esthétique du robot... etc. [16].

Parmi les différents matériaux que l'on peut utiliser pour la fabrication d'un châssis de notre robot mobile, on cite l'aluminium, c'est le métal le plus apprécié pour cette tâche. L'aluminium présente plusieurs avantage il existe en plaque, en tube, carré ou rond, ou sous d'autre forme. Il est autant léger et facile à travailler (découper et percer). De plus il permet de réaliser un châssis très solide. [17], [18].

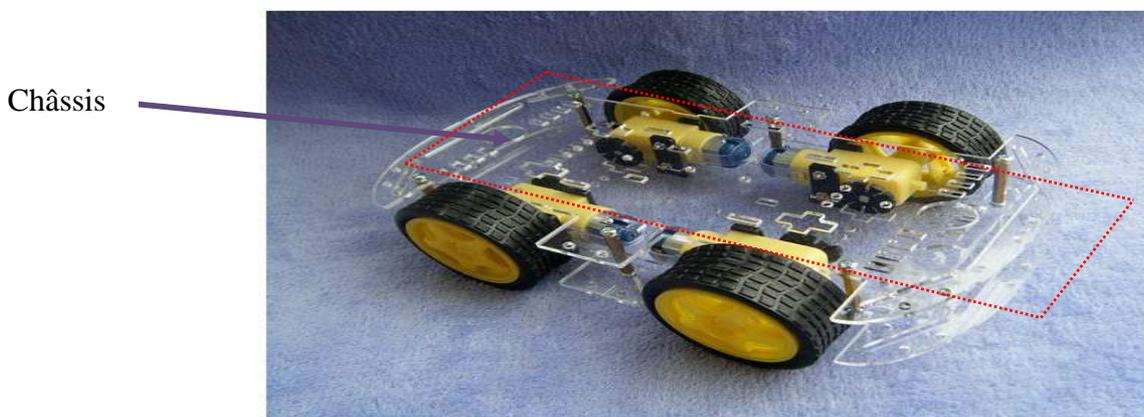


Figure III.2. Le Châssis

III. 2.1.2. Moyens de locomotion :

La locomotion est très importante pour notre robot mobile dans la cadre de stabilité, déplacement, mouvement et équilibre.

Les principes constitutifs pour déplacer un robot mobile sont nombreux et variés. On peut distinguer comme grandes catégories les roues et les chenilles. [19], [20].

III. 2.1.2.1 Les chenilles :

Les robots avec chenilles sont pratiques pour plusieurs fonctions ; En effet elle offre au robot les capacités de déplacement ainsi l'évitement de toutes sortes d'obstacles, comme des rochers, des fossés...

Compte tenue de la matière des chenilles, la traction est excellente, même sur les surfaces glissantes. L'utilisation des chenilles présente l'avantage d'une bonne adhérence au sol d'une faculté de franchissement d'obstacles.

Le principe de conception des robots mobile à base de chenille est simple, se résume à deux chenilles, une de chaque côté du robot, agissant comme des roues géante.

L'utilisation est d'autant orientée vers emploie sur sol accidenté ou de mauvaise qualité.



Figure III.3. Robot de surveillance à Chenilles

III. 2.1.2.2. Les Roues :

De nos jours, la mobilité par roues est la structure mécanique la plus utilisée ; Ce type de robot assure un déplacement avec une accélération et une vitesse rapide mais nécessite un sol relativement plat.

Dans le cas pratique, on rencontre principalement trois types de roues :

- Les roues fixes dont l'axe de rotation, passe par le centre de la roue
- Les roues centrées orientables, l'axe orientable est perpendiculaire au sol, il passe par le centre de la roue.
- Les roues folles, elles sont appelées comme cela, du fait qu'elles sont décentrées orientables, pour lesquelles l'axe d'orientation est perpendiculaire au sol, il ne passe pas par le centre de la roue.

Pour notre travail de réalisation, nous avons opté pour les roues fixes ; notre choix c'est orienté vers les roues fixe en respectant l'aspect technologique, du fait que, les roues sont plus facile à contrôler, elles dissipent moins d'énergie, également, elle permet au véhicule de se déplacer plus rapidement.

Pour donner plus d'équilibre à notre robot mobile on utilise quatre roues motrices ; Pour les mettre en mouvement on aura besoin d'un système de rotation, autrement dit, on a besoin d'un moteur pour entrainer chaque roue motrice.

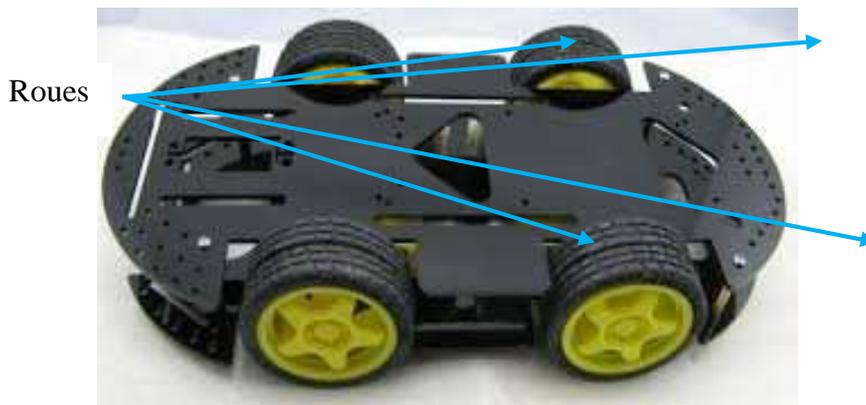


Figure III.4. Les Roues du robot mobile

III 2.1.3. Les moteurs :

Un moteur est un dispositif permettant d'effectuer un mouvement à partir d'une énergie, dans notre cas il fait la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique.

Les moteurs serrent a être commandés par la partie commande en interaction avec les informations transmises par les capteurs.

On peut citer trois principaux types de moteurs rencontrés essentiellement dans le domaine de la robotique mobile :

III 2.1.3.1 Moteur à courant continue :

Le moteur à courant continue est un convertisseur de puissance :

Soit ils convertissent l'énergie électrique absorbée en énergie mécanique lorsqu'ils sont capables de fournir une puissance mécanique suffisante pour démarrer puis entraîner une charge en mouvement. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en moteur.

Soit ils convertissent l'énergie mécanique reçue en énergie électrique lorsqu'ils subissent l'action d'une charge entraînant. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en générateur.

- En mode « moteur », l'énergie électrique est convertie en énergie mécanique.
- En mode « générateur » ou « dynamo », l'énergie mécanique est convertie en une énergie électrique capable de se comporter comme un frein.

Le moteur à courant continu (DC) est caractérisé par une constante de vitesse, et une pente vitesse/couple. Le courant est proportionnel à la charge ; et la vitesse est proportionnelle à la tension d'alimentation.

III 2.1.3.1.1. Principe de fonctionnement :

Le moteur à courant continu se compose :

- de l'inducteur ou du stator,
- de l'induit ou du rotor,
- 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 (comme la figure ci-dessous), 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 [21], [22].

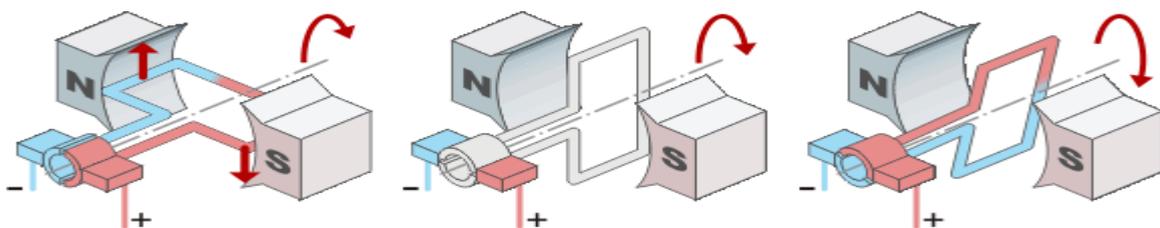


Figure III.5. Principe de fonctionnement moteur DC

Le rotor (en mouvement), le stator fixe. En électrotechnique le stator s'appelle inducteur et le rotor induit. C'est l'arbre de sortie du moteur qui va transmettre le mouvement à l'ensemble mécanique (pignons, chaîne, actionneur...) qui lui est associé en aval.

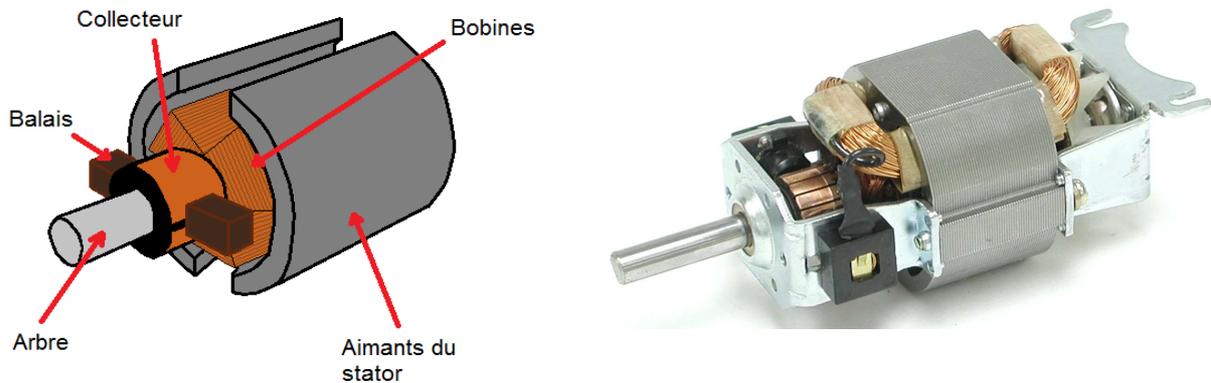


Figure III. 6. Moteurs à courant continu.

III 2.1.3.2 Moteur pas à pas :

Le moteur pas à pas constitue un convertisseur électromécanique destiné à transformer le signal électrique (impulsion ou train d'impulsions de pilotage) en déplacement (angulaire ou linéaire) mécanique [23].

Le principe de fonctionnement est différent du moteur DC, le moteur qui est sous l'action d'une impulsion électrique de commande effectue une fraction de tour ou "pas".

La valeur du pas est défini: par un angle par pas (ex.: 1.8° par pas); ou par le nombre de pas par tour (ex.: 200 pas par tour). En gros il y a un nombre prédéfinis de positions possibles, et le moteur ira d'une position à l'autre. Ils permettent donc un positionnement plus précis, mais nécessitent une carte de contrôle, et ils sont bien plus complexes à utiliser [24].

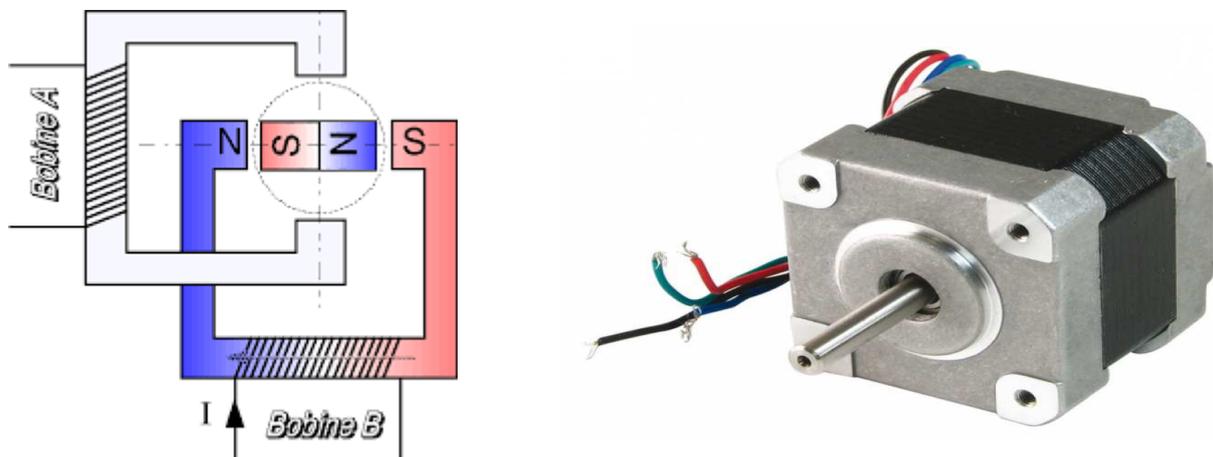


Figure III.7. Moteurs pas à pas.

Les moteurs pas à pas sont utilisés pour les positionnements angulaires précis ; On distingue généralement, trois types de moteurs pas à pas :

On a trois types de moteurs pas à pas :

- le moteur à aimants permanents.

Le moteur à réluctance variable.

- le moteur hybride, qui est une combinaison des deux technologies précédentes.

Dans tous les types de moteur, on positionne le rotor en modifiant la direction d'un champ magnétique créé par le bobinage du stator. Ils nécessitent un circuit de commande qui comporte une partie logique et une commande de puissance. La partie logique détermine pour chaque pas quelles sont les bobines alimentées et le sens de rotation. La fréquence de l'horloge du circuit logique détermine la vitesse de rotation. [24].

III 2.1.3.3 Servomoteur :

Un servomoteur (provenant du latin servus qui signifie « esclave ») est un moteur capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi, capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir ou à l'inverse tourner de façon continue dans un sens donné.

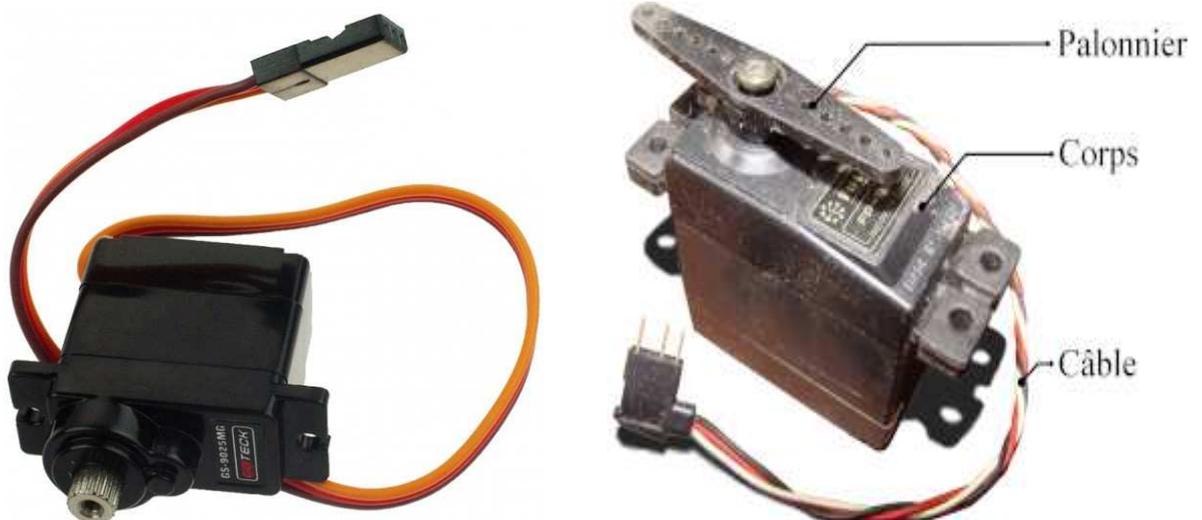


Figure III.8. Servomoteur.

Dans le monde de la robotique, Le servomoteur a pour but de permettre la rotation des capteurs et de connaître leurs angles de rotation.

III 2.1.3.4 Motoréducteur:

Le nom de réducteur est réservé à un mécanisme séparé s'intercalant entre un moteur et un récepteur. Lorsque le moteur est fixé sur le carter du réducteur, l'ensemble porte le nom de motoréducteur, qui permet de réduire la vitesse de rotation de l'axe du moteur qui est généralement de 1 500 tr/min (pour une fréquence d'excitation de 50 Hz) tout en augmentant le couple de sortie. Ces moteurs peuvent être à courant continu pour les micro-réducteurs ou à courant alternatif pour les gros motoréducteurs industriels.

Schéma de fonctionnement d'un réducteur :

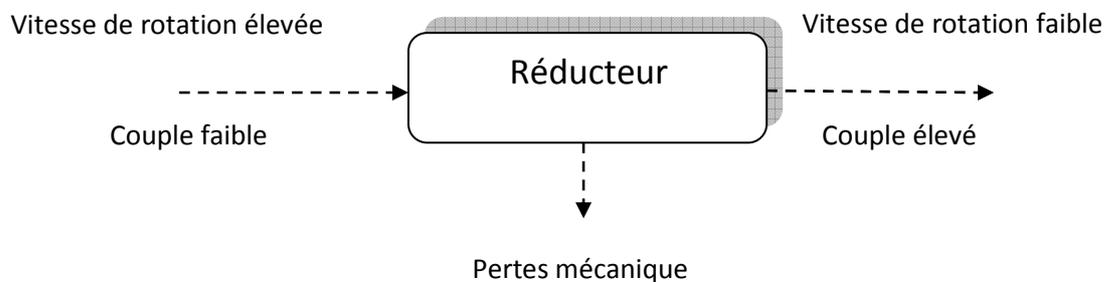


Figure III.9. Fonctionnement d'un réducteur.

En fonction du besoin, il existe plusieurs types de motoréducteurs, soit à axe moteur déporté, soit à axe perpendiculaire par rapport à l'axe de sortie (sortie mâle ou sortie femelle), celle-ci pouvant être à axe simple ou à axe double.



Figure III.10. Motoréducteur.

Après l'étude notre choix s'est porté sur le moteur réducteur ; On y a procédé à ce choix par élimination.

En effet, en premier lieu nous avons éliminé les servomoteurs, car ils ont un système angulaire à une vitesse constante invariable. Ensuite nous avons éliminé les moteurs pas à pas, car ils sont trop complexes à utiliser. Plus difficile à faire fonctionner qu'un moteur à courant continu, vitesse et couple relativement faible, Couple décroissant rapidement lorsque la vitesse augmente.

Puis, nous sommes en mesure d'effectuer un choix entre le motoréducteur et le moteur à courant continu ;

L'usage de moteurs à courant continu à pas mal inconvénients, on reproche ces caractéristiques inutilisables : leur vitesse est très élevée, ce qui fait, le robot avancerait trop rapidement. Ensuite, pour faire varier la vitesse du moteur, il est nécessaire de varier la tension qui l'alimente. Pour cela, il faudrait fournir un courant très faible, ce qui est difficile à accomplir car il y a des pertes de courant électrique.

Nous avons donc choisi la seule solution qu'il nous restait et également la plus avantageuse :

Les motoréducteurs sont des moteurs à courant continu mais couplés avec un réducteur. Celui-ci va réduire la vitesse de rotation du moteur grâce à un système d'engrenages. Ainsi nous pouvons contrôler la vitesse de robot pour pouvoir optimiser ses capacités. Nous n'avons donc plus besoin de faire varier la tension ce qui simplifie encore le robot pour les mêmes capacités.

III. 2.2. Aspect Electronique :

Après avoir fait une étude sur l'aspect mécanique et les composants essentiels à utilisées, il reste à commander tout cela, il nous faut un circuit programmable qui est le noyau de notre travail, capable de faire tourner les moteurs dans un sens ou dans l'autre afin de donner la mobilité à notre robot mobile.

Pour la réalisation de notre projet nous avons opté pour l'utilisation de la carte Arduino.

III. 2.2.1. Arduino :**III. 2.2.1.1. Présentation de l'Arduino :**

Carte électronique basée autour d'un microcontrôleur Atmega du fabricant Atmel.

Une équipe de développeurs composée de Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis et Nicholas Zambetti a imaginé un projet répondant au doux nom de Arduino, et mettant en œuvre une petite carte électronique programmable et un logiciel multiplateforme, qui puisse être accessible à tout, débutant, amateur ou professionnels dans le but de créer facilement des systèmes électroniques plus au moins complexes[25].

Il existe plusieurs versions de la carte arduino, les plus utilisables sont : La carte Uno et La carte Mega.

Dans notre projet, nous utiliserons La carte ArduinoMega2560, c'est une carte qui offre toutes les fonctionnalités des précédentes, mais avec des options en plus. A citer notamment, un nombre d'entrées et de sorties plus importantes ainsi que plusieurs liaisons séries.

III. 2.2.1.2. Présentation de la carte arduino Mega 2560 :

L'Arduino Mega 2560 est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega 2560. Il dispose de 54 broches numériques d'entrée / sortie dont 14 peuvent être utilisés comme sorties PWM, 16 entrées analogiques, quatre UART (ports série matériels), un cristal oscillateur 16 MHz, d'une connexion USB, d'une prise de courant, d'une embase ICSP, et un bouton de réinitialisation [26].

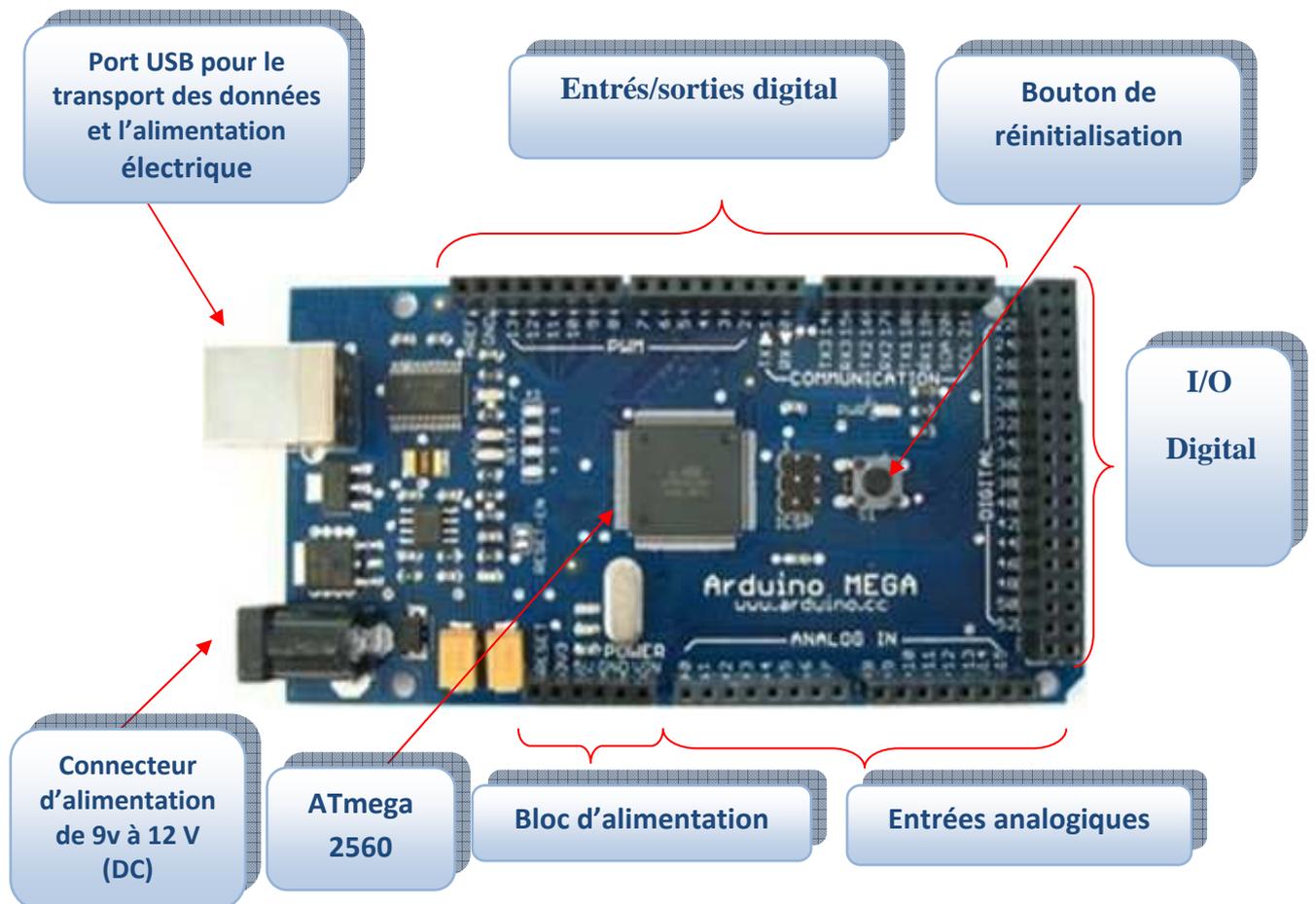


Figure III.11. Carte Arduino ATmega 2560

III. 2.2.1.3. Alimentation de la carte arduino ATmega 2560 :

La carte Arduino Mega peut être alimentée par la connexion USB ou par une alimentation externe, qui peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou de la batterie. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement [27].

Malgré la plage large d'alimentation (6 à 20 V), il est conseillé d'utiliser une alimentation entre 7 et 12V. En dessous de 7V, la carte peut avoir un fonctionnement aléatoire, et au dessus de 12V, il peut y avoir un échauffement anormal de la carte.

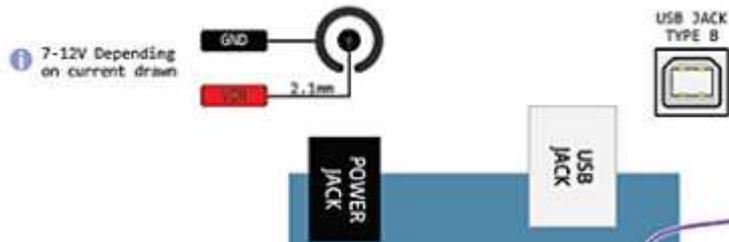


Figure III.11. Alimentation de la carte arduino ATmega 2560

Les broches d'alimentation de l'Arduino sont les suivantes :

- ➔ **V_{in}** : tension d'entrée à la carte Arduino en utilisant une source d'alimentation externe (connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée)
- ➔ **5V** : L'alimentation régulée utilisée pour alimenter le microcontrôleur et d'autres composants de la carte. Cela peut provenir soit à partir de V_{in} via un régulateur à bord, ou être alimenté par USB ou d'une autre alimentation 5V réglementé.
- ➔ **3.3V** : Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur à bord. Consommation maximale de courant est de 50 mA.
- ➔ **GND** : la masse.

III. 2.2.1.4. Les mémoires de la carte arduino ATmega 2560 :

Le ATmega2560 a 256 KB de mémoire flash pour stocker le programme, 8 Ko de RAM et 4 Ko de mémoire EEPROM (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM) [28].

III. 2.2.1.5. La communication :

L'Arduino a plusieurs moyens de communications avec un ordinateur, un autre Arduino ou autres machines. L'ATMega2560 fournit

- ➔ Quatre UARTs pour une communication série TTL (5V).
- ➔ Un ATMega8U2 pour une connexion via USB.
- ➔ Un COM virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur (les machines sous Windows auront besoin d'un fichier **.inf**, mais **OSX** et **Linux** reconnaissent le port COM automatiquement).
- ➔ Un moniteur série qui permet aux données textuelles d'être envoyées depuis le bord.
- ➔ Les LEDs Rx et Tx clignotent sur la carte lorsque des données sont transmises via l'USB ou l'ATMega8U2 à un ordinateur (sur les broches 0 et1).

III. 2.2.1.6. Les broches d'entrées/sorties :

Chacune des 54 broches numériques sur la carte Arduino ATMega 2560 peut être utilisé comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions : `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, et `digitalRead ()`. Ces broches fonctionnent à 5 volts et chacune peut fournir ou recevoir un courant maximal de 40 mA et dispose d'une résistance interne de 20-50 kOhms. En outre, certaines broches ont des fonctions spécialisées.

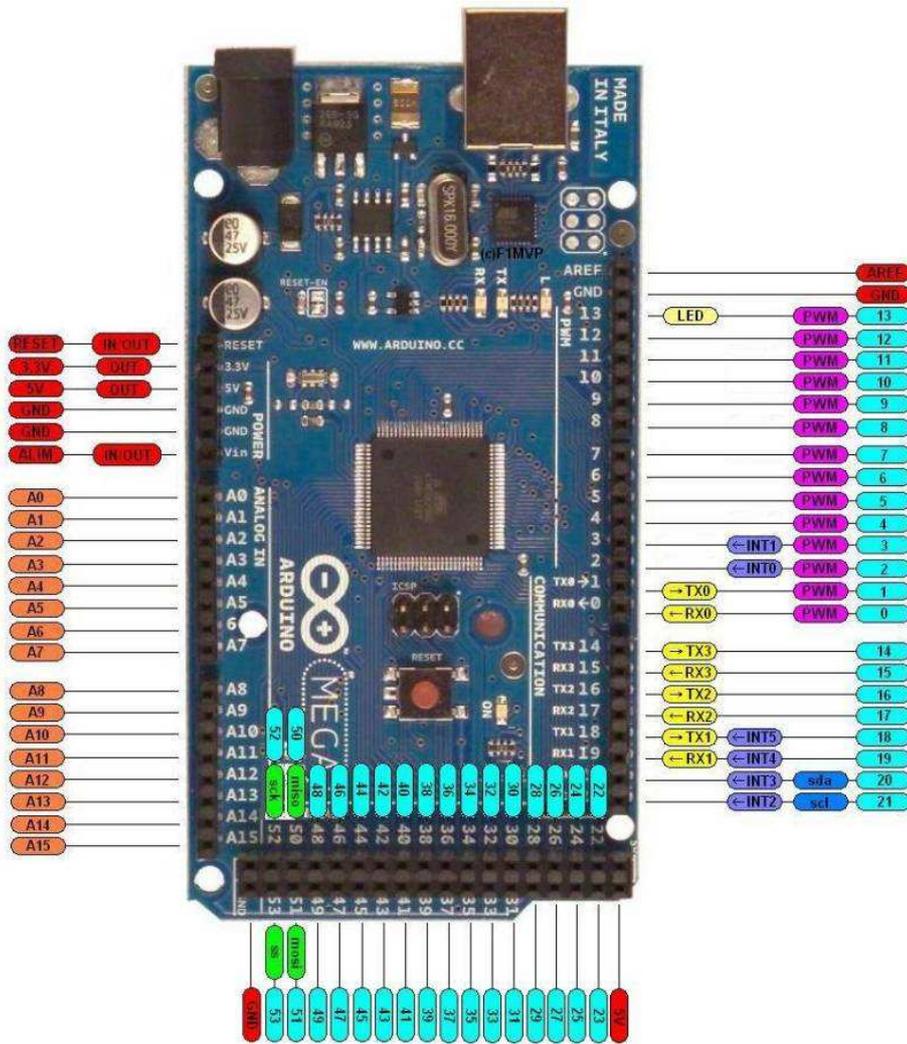


Figure III.12. Les entrées/sorties de l'Arduino

- LEDs RX/TX

Elles permettent de savoir que votre PC communique bien avec votre Arduino. Ces LEDs clignent aussi pendant la programmation de la carte. Elles sont connectées à une broche du microcontrôleur et vont servir pour tester le matériel.

- LED Pin13

L'Arduino est pré-chargé avec un programme qui s'appelle "bootloader" qui fait clignoter cette LED toutes les secondes.

III. 2.2.1.7. Les caractéristiques techniques de l'arduino ATmega2560

Les caractéristiques techniques de l'Arduino ATmega2560 se résument en :

- Microcontrôleur : ATmega2560.
- Voltage opérationnel : 5V.
- Voltage d'entrée (recommander) : 7-12V.
- Voltage d'entrée (limite) : 6-20V.
- Pins digital I/O : 54 (dont 14 pouvant être utilisées comme sorties PWM).
- Input Pins d'entrée analogique : 16.
- DC pour les pins I/O : 40 mA
- DC pour la pin 3.3V : 50 mA
- Memoire flash: 256 KB (ATmega2560).
- SRAM: 8 KB (ATmega2560).
- EEPROM: 4 KB (ATmega2560).
- Horologe: 16 MHz

III. 2.2.1.8. Les bonnes raisons de choisir Arduino

Il existe pourtant dans le commerce, une multitude de plateformes qui permettent de faire la même chose. Notamment les microcontrôleurs « PIC » du fabricant Microchip. Nous allons voir pourquoi choisir l'Arduino.

- En vue des performances qu'elles offrent, les cartes Arduino sont relativement à faible coût, ce qui est un bon rapport qualité/ prix. '
- Elle constitue en elle-même deux choses :
 - Le logiciel.
 - Le matériel.
- Le logiciel, tout comme la carte, est compatible sous les plateformes les plus courantes (Windows, Linux et Mac), contrairement aux autres outils de programmation du commerce qui ne sont, en général, compatibles qu'avec Windows.

Finalement, nous avons opté le choix de cette carte par rapport à toutes ses qualités.

La carte arduino pilote les moteurs par l'intermédiaire d'un circuit de puissance spécialement conçu, car le courant qui est demandé par les moteurs est bien trop grand par rapport à ce que délivre une sortie numérique d'une carte arduino (environ 40mA). De plus, les moteurs à courant continu sont des véritables sources de parasites qui pourraient endommager la carte Arduino, quand ils tournent, génèrent des surtensions très grandes par rapport à leur tension d'alimentation. Ce sont deux bonnes raisons de ne pas brancher les moteurs directement à la carte arduino. Donc, Il nous faut une interface de puissance qui fait tourner les moteurs à la bonne vitesse et dans les deux sens (horaire et anti horaire) sans endommager la carte. Pour cela il existe un composant très fréquent dans le monde de la robotique, C'est le pont H.

III. 2.2.2. Principe et structure du pont en H :

Un pont en H est un circuit de puissance destiné au pilotage de sens de rotation d'un moteur, qui met en œuvre quatre transistors montés de telle façon que le courant puisse passer soit dans un sens, soit dans l'autre. En inversant le sens du courant dans le moteur, ce dernier changera de sens de rotation.

La figure (III.12) illustre la structure du pont en H, composé de 4 transistors (deux de type PNP et deux de type NPN), montés de telle façon que le courant puisse alimenter le moteur dans les deux sens. Chaque transistor bipolaire est protégé par une diode anti-retour qui renvoie à la masse toutes les surtensions induites par les autres transistors. Le pont en H permet de réaliser deux fonctions pour le pilotage du sens de rotation du moteur DC, en inversant la tension et la variation de la vitesse du système en modulant la tension aux bornes du moteur [29].

Le pont en H a deux rôles principaux :

- Fournir le courant nécessaire au fonctionnement du moteur.
- Donner la possibilité d'inverser le sens du courant (donc le sens de rotation du moteur). On peut même contrôler la vitesse du moteur (c'est ce qu'on appelle une modulation en PWM).

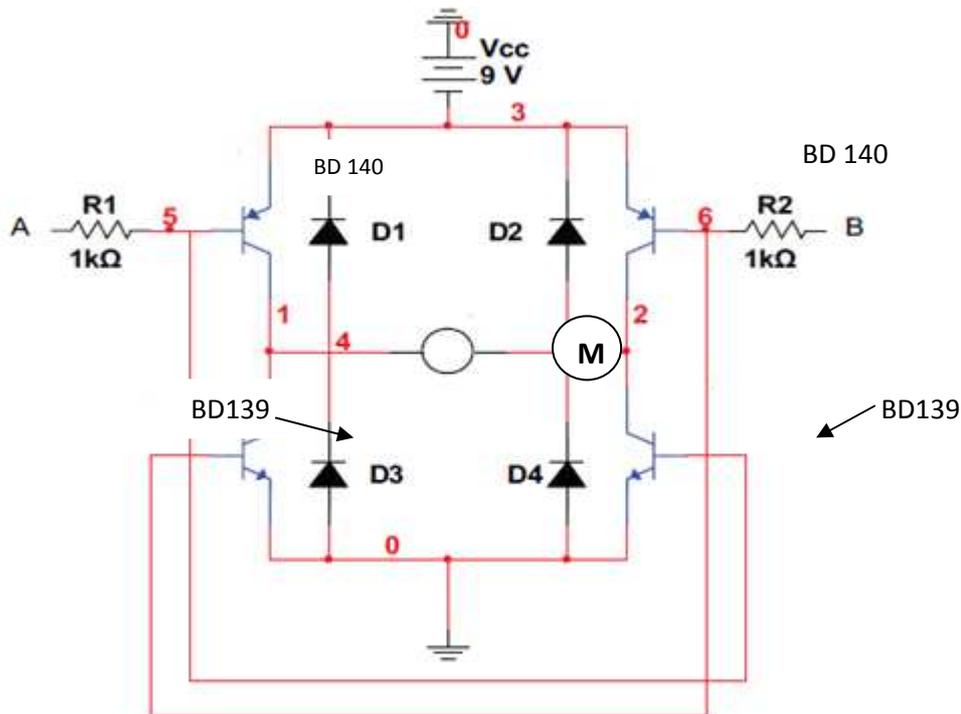


Figure III.13. Structure du pont en H

Les transistors utilisés NPN et PNP sont des transistors de puissance, capables de supporter des courants collecteurs de l'ordre de 1.5 A lors du démarrage du moteur DC, en raison du grand couple électromagnétique des engrenages. Le tableau (3.12) résume les caractéristiques électriques des transistors utilisés [30].

Symbole	Paramètre	Max.	Unité
V_{CBO}	tension collecteur-base	100	V
V_{CEO}	Tension collecteur-émetteur	80	V
I_C	courant du collecteur	1.5	A
P_{tot}	dissipation de puissance totale	8	W
h_{FE}	gain de courant	250 ($I_C = 150 \text{ mA}$; $V_{CE} = 2 \text{ V}$)	V

Tableau III.1. Caractéristiques électriques des transistors DB139 et DB140

Le moteur MDC fonctionne dans un sens si Q3 et Q2 sont commuté ET dans l'autre sens si Q1 et Q4 sont commutés [45]. Bien évidemment, Q3 et Q1 ne peuvent jamais être commutés en même temps (tout comme Q4 et Q2) car cela provoque un court-circuit. Cela est illustré dans les figures (III.14) et (III.15) :

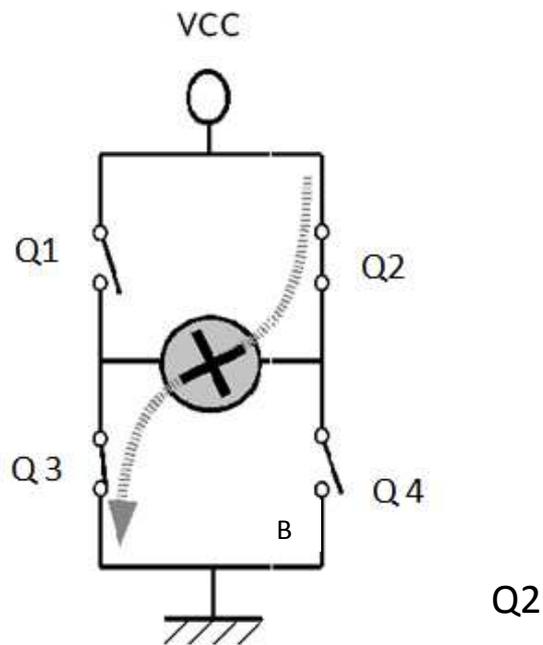
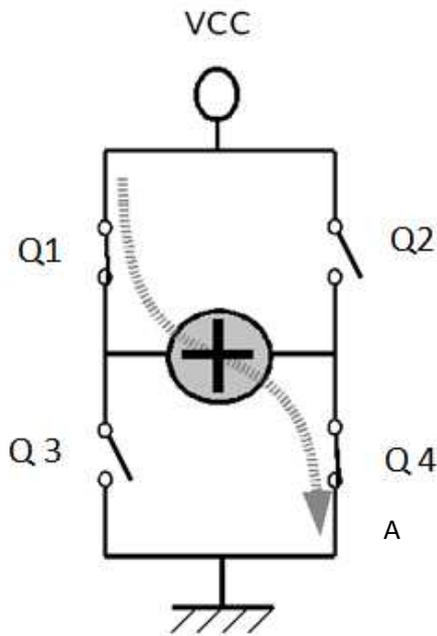


Figure III.14. Rotation du moteur dans le sens **Figure III.15.** Rotation du moteur dans le sens

Pour éviter les branchements des transistors et leur logique de contrôle, des composants ont été développés et produits à base de pont H. Nous allons maintenant voir deux d'entre eux : le L293(D) et le L298.

III. 2.2.2.1. L293(D):

L293(D), Le L293 est un pont de puissance composé de plusieurs transistors, c'est un double pont-H, ce qui signifie qu'il est possible de l'utiliser pour commander 4 moteurs distincts grâce à ses 4 canaux.

Il est également possible de constituer deux ponts-H afin de piloter deux moteurs distincts, dans les deux sens et indépendamment l'un de l'autre. Ce composant est fait pour fonctionner avec des transistors de 4,5V à 36V et il est capable de délivrer 600mA par canaux (ce qui fait 1,2 A par moteur) [31].

Enfin, ce composant existe en deux versions, le L293 et le L293D. La seule différence entre les deux est que le L293D intègre déjà les diodes en parallèle des transistors pour protéger ces derniers. Cela implique donc des concessions sur les caractéristiques, le courant max passe à 1A par canaux pour L293D et 2A pour la version sans les diodes. Ce composant a 16 broches et fonctionne selon un système de symétrie assez simple.

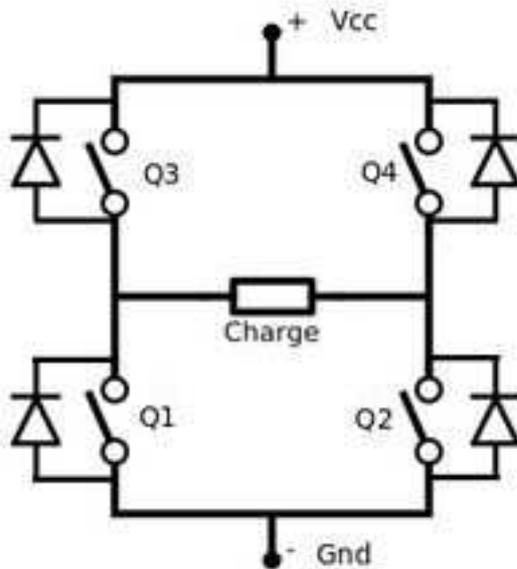


Figure III.16. L293D et Diodes anti-retour

III. 2.2.2.2. L298D

En effet, son fonctionnement est très similaire à celui du L293, mais il est capable de débiter des courants jusqu'à 2A nominal par pont et jusqu'à 3A pendant un bref instant. Il propose aussi une fonction pouvant être intéressante qui est la mesure du courant passant au travers du pont. On retrouve deux broches d'alimentation, une pour la logique et l'autre pour la puissance. Celle pour la logique peut aller de 4.5 à 7V (là on pourra utiliser celle de l'Arduino). L'entré puissance, en revanche, admet une tension comprise entre 5 et 46V [32].

Ce que nous a apparu utile pour sont utilisation dans notre projet c'est le L293D, c'est la plus populaire, elle a la particularité de déjà contenir les diodes (pour ne pas mettre les diodes de protection sur le schéma) et sa puissance moyenne (600mA), pouvant être utilisé à partir d'un Arduino.

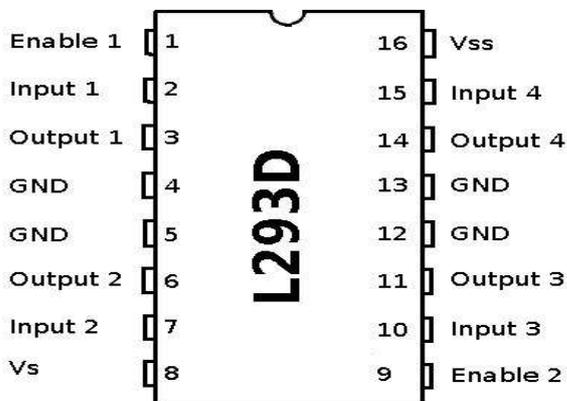


Figure III.17. Broches du L293D avec deux moteurs sous Arduino.

III. 2.2.2.3. Caractéristiques techniques du composant L293(D):

- Nombre de pont-H : 2.
- Courant Max Régime continu: 600mA (x2).
- Courant de pointe Max < 2ms: 1200Ma.
- VS Max Alimentation moteur: 36v.
- VSS Max Alimentation logique: 7v • Nombre de Broches: 16 DIP.
- Perte de tension: 1.3v.

III. 2.2.2.4. Fonctionnement du L293(D):

De chaque côté les broches du milieu (4, 5, 12 et 13) servent à relier la masse mais aussi à dissiper la chaleur. On trouve les entrées d'activation des ponts (enable) sur les broches 1 et 9. Un état HAUT(1) sur ces broches et les ponts seront activés, les transistors pourront s'ouvrir ou se fermer, alors qu'un état BAS(O) désactive les ponts, les transistors restent ouverts. Ensuite, on trouve les broches pour piloter les transistors.

Input servent à indiquer le sens de passage du courant (donc le sens de rotation du moteur). ENABLE 1 offre l'avantage de pouvoir moduler la vitesse du moteur en y appliquant un train d'onde PWM.

Il est ainsi possible de commander assez finement la vitesse d'un moteur DC avec 3 broches Arduino (sortie PWM). La broche Enable 1 activera/désactivera le pont-H à la vitesse du signal PWM... et donc commandera le moteur par un train d'impulsion.

La broche ENABLE1 est raccordée à VSS si l'on ne désire pas réguler la vitesse du moteur.

Le tableau suivant montre les cas possible et leurs actions [33] :

Enable 1	Input 1	Input 2	Fonction
High	Low	High	Tourne dans le sens d'horloge
High	High	Low	Tourne dans le sens anti horloge
High	Low	Low	Stop
High	High	High	Stop
Low	Non applicable	Non applicable	Stop

Tableau III.2. Commandes de L293D.

Ainsi, en utilisant une PWM sur la broche d'activation des ponts on sera en mesure de faire varier la vitesse, après avoir branché les moteurs sur les sorties respectives (3 et 6, 11 et 14) pour le voir tourner.

Le composant possède deux sources d'alimentation. Une pour la partie "logique" (contrôle correct des transistors), la broche 16 ; et l'autre pour la partie puissance (utile pour alimenter les moteurs à la bonne tension), la broche 8. Bien que ces deux entrées respectent les mêmes tensions (4.5V à 36V), nous ne sommes pas obligés de mettre des tensions identiques. Par exemple, la tension pour la logique pourrait venir du +5V de la carte Arduino, tandis que la partie puissance pourrait être fournie par une pile ou une batterie de 9V par exemple.

Pour assurer à notre robot mobile la perception de l'environnement extérieur on doit le doter de capteurs.

L'acquisition d'un état de l'environnement s'effectue selon deux types de principes : soit l'environnement émet une énergie propre détectable par un système physique (cas d'utilisation d'un capteur passif), soit il renvoie une énergie émise par une source artificielle (cas d'utilisation d'un capteur actif). L'information utile est alors contenue dans la forme de l'énergie réfléchiée [47]. Les capteurs constituent les éléments fondamentaux du système de localisation. On peut les classer en fonction du type de localisation associé [34].

III. 2.2.3. Les capteurs :

Les capteurs ont une place prépondérante dans le système de traitement d'un robot. Ils peuvent à la fois informer le robot sur le milieu extérieur et l'informer sur ses propres actions en vérifiant l'état de ses actionneurs [53]. Ils sont donc des éléments indispensables à un robot autonome pour savoir ce qu'il fait, ce qui se passe et prendre les bonnes décisions en conséquence. Tout robot doit être muni de capteurs permettant la localisation du robot et la détection des obstacles.

III. 2.2.3.1. Les capteurs passifs :

Les capteurs passifs constituent les systèmes de perception du premier type défini plus haut. L'énergie perçue est dans la majorité des cas la lumière mais elle peut aussi être constituée par la chaleur, le son, voire par une autre forme d'énergie.

Les technologies des caméras sont suffisamment évaluées pour permettre d'interpréter une scène avec une très bonne résolution. De même, le volume des caméras assurent un encombrement minimal, ce qui permet d'embarquer sous tous types de machines de dimension moyenne [35].

III. 2.2.3.2. Les capteurs actifs :

À l'opposé des précédents, les capteurs actifs émettent une énergie. L'information sur l'environnement est portée par l'énergie réfléchiée par des obstacles. Ce type de capteurs englobe essentiellement les télémètres dont l'objectif consiste à déterminer la distance de l'environnement au robot, soit de manière ponctuelle, soit de manière matricielle.

Les capteurs diffèrent par le type d'énergie employée et par la forme structurée ou non de l'émission [36].

Les capteurs optiques émettent de la lumière structurée, c'est-à-dire une image connue ou de la lumière selon un faisceau. Dans le premier cas, une caméra recueille la forme de l'image sur l'environnement. La déformation porte les informations sur le relief de l'objet perçu. L'image projetée est en général une grille ou un plan de lumière.

De manière plus fréquente, la détermination de la distance à un obstacle est réalisée par la projection d'un faisceau d'énergie (lumière, ultrason, ondes électromagnétiques) qui, réfléchiée par l'obstacle, revient vers un récepteur avec un décalage temporel. La mesure de décalage permet de déterminer la distance de l'émetteur au récepteur via le point de réflexion.

III. 2.2.3.3. Les capteurs proprioceptifs :

Il s'agit des capteurs qui délivrent les informations sur l'état (interne) du robot [37]. Pour un robot mobile, il peut s'agir également des capteurs de vitesse, d'accélération..., Exemple de capteurs proprioceptifs [T. Bräunl]: (Gyrocompas, Accéléromètres, Inclinomètre, Odomètre...) [38].



Figure III.18. Capteurs proprioceptifs (odomètres).

III. 2.2.3.3.1. Odométrie:

Les robots mesurent leur déplacement (odométrie) en tenant compte de la distance parcourue par les roues. La précision de mesure dépend du glissement, plus important dans les virages. La mesure du déplacement angulaire de la roue, selon le nombre de tours du moteur ou d'un axe d'entraînement, est proportionnelle à la distance [41].

III. 2.2.3.3.2. accéléromètre:

Un accéléromètre est un capteur qui se fixe sur un mobile ou tout autre objet, permet de mesurer l'accélération linéaire de ce dernier. On parle encore d'accéléromètre même s'il s'agit en fait de trois accéléromètres qui calculent les trois accélérations linéaires selon trois axes orthogonaux [42].



Figure III.19. Accéléromètre.

III. 2.2.3.3.3. Gyromètre:

Le gyromètre est un capteur de mouvement. Il fournit une information de vitesse angulaire. Il est utilisé principalement dans les avions, les bateaux, les sous-marins pour déterminer leurs vitesses et leurs positions et dans les applications de robotique mobile.

III. 2.2.3.3.4. Gyroscope:

Un gyroscope est un appareil permettant d'effectuer une mesure de la rotation absolue de son boîtier. Les phénomènes physiques utilisés pour réaliser ces capteurs sont essentiellement : les propriétés inertielles de la matière pour les gyroscopes mécaniques et les propriétés de la lumière cohérente pour les gyroscopes à laser.

A noter qu'un même appareil peut fonctionner en gyroscope ou gyromètre.



Figure III.20. Gyroscope.

III. 2.2.3.4. Les capteurs extéroceptifs:

Les capteurs extéroceptifs sont employés en robotique mobile pour collecter des informations sur l'environnement d'évolution du système mobile. Ils sont le complément indispensable aux capteurs proprioceptifs présentés précédemment.

Des méthodes de fusion de données sont alors utilisées pour conditionner et traiter les informations sensorielles de natures différentes. Ils sont notamment utilisés dans les domaines d'application tels que l'évitement d'obstacle, la localisation, la navigation et la modélisation d'environnements. Les principaux capteurs utilisés en robotique mobile sont : les capteurs télémétriques (les ultrasons, les lasers et les infrarouges), le GPS et les caméras.



Figure III.21. Capteurs extéroceptifs (ultrason et infrarouge)

III. 2.2.3.4.1. Les télémètres :

On appelle télémétrie toute technique de mesure de distance par des procédés acoustiques, optiques ou radioélectriques. L'appareil permettant de mesurer les distances est appelé télémètre. Il existe différentes technologies pour réaliser un télémètre (télémètre ultrason, infrarouge, laser).

Il existe trois zones de détection couvertes par les capteurs infrarouge de Sharp, mais seul le GP2D120 permet une détection dès 4 cm [18].

Acroname a réalisé un tableau très clair pour aider à choisir son capteur en fonction de la zone de détection, du mode de communication et de l'information renvoyée (présence ou distance).

III. 2.2.3.4.2. Les télémètres laser :

Les télémètres laser sont à ce jour le moyen le plus répandu en robotique mobile pour obtenir des mesures précises de distance. Leur principe de fonctionnement est le suivant :
A un instant donné, une impulsion lumineuse très courte est envoyée par un diode laser de faible puissance. La réflexion de cette onde donne un écho qui est détecté au bout d'un temps proportionnel à la distance capteur obstacle. La direction des impulsions est modifiée par rotation d'un miroir. Par l'angle de balayage couvrant généralement entre 100 et 180 degrés sur des produits commerciaux.

III. 2.2.3.4.3. Capteurs infrarouges :

Les capteurs infrarouges sont constitués d'un ensemble émetteur/récepteur fonctionnant avec des radiations non visibles, dont la longueur d'onde est juste inférieure à celle du rouge visible, il délivre alors une tension en fonction de la distance de l'obstacle détecté. La simplicité de mise en œuvre, de compréhension ainsi que de câblage font de ces capteurs un composant incontournable à coût raisonnable. Néanmoins ces capteurs sont après test, très sensibles aux bruits, c'est pourquoi il faut filtrer (Passe-bas) leurs données renvoyées

afin de ne pas détecter un obstacle inexistant ce qui pourrait induire le robot en grave erreur de trajectoire. On les rencontrera le plus souvent comme détecteurs de proximité.

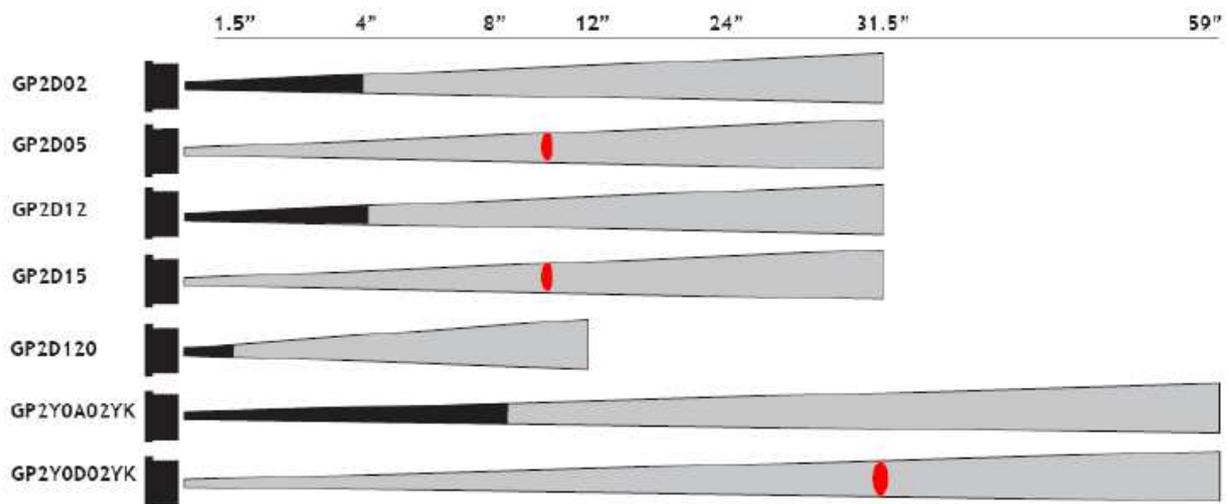


Figure III.22. Les zones de détection des capteurs infrarouge

III. 2.2.3.4.4. GPS:

Le GPS (Global Positioning System) fonctionne grâce au calcul de la distance qui sépare un récepteur GPS de plusieurs satellites. Les informations nécessaires au calcul de la position des satellites étant transmises régulièrement au récepteur, celui-ci peut, grâce à la connaissance de la distance qui le sépare des satellites, connaître ses coordonnées [40].



Figure III.23. Capteur GPS.

III. 2.2.3.4.5. Télémètres à ultrason:

Les télémètres à ultrason sont historiquement les premiers à avoir été utilisés. Ils utilisent la mesure du temps de retour d'une onde sonore réfléchiée par les obstacles pour estimer la distance.

Le capteur de distance par rapport à un obstacle est constitué par un émetteur et un récepteur à ultrasons [41]. L'émetteur envoie une onde ultrason qui est renvoyée par un obstacle rencontré sur son chemin. Le récepteur à ultrasons recevra cette onde.

Le module de pilotage gère l'émetteur et le récepteur du module à ultrasons en envoyant un ordre d'émission d'un train d'ondes ultrasons et vérifie si son écho est reçu par le récepteur. Il calcule le temps que met l'écho pour revenir et détermine ainsi la distance par rapport à un obstacle situé dans le rayon d'action du module à ultrasons.

Il existe plusieurs types de télémètres à ultrason, parmi les on a le capteur HC-SR04.

III. 2.2.3.4.5.1. Fonctionnement du module HC-SR04:

Il faut envoyer une impulsion niveau haut (à + 5v) pendant au moins 10 μ s sur la broche 'Trig Input'; cela déclenche la mesure. En retour la sortie 'Output' ou 'Echo', va fournir une impulsion + 5v dont la durée est proportionnelle à la distance si le module détecte un objet. Le signal reçu par le récepteur est l'écho du signal émis. Le temps de vol mesuré est celui de l'aller-retour du train d'onde.



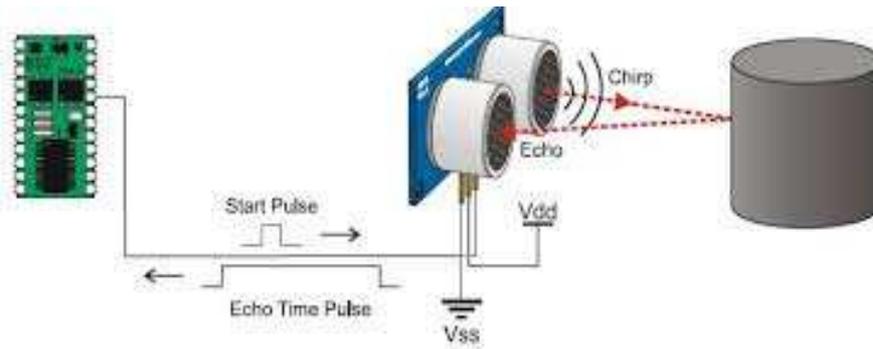


Figure III.24. Module HC-SR04.

III. 2.2.3.4.5.2. Caractéristiques du module HC-SR04:

- Consommation en utilisation: 15Ma
- Alimentation : 5v.
- Gamme de distance : 2 cm à 5 m.
- Résolution : 0.3 cm.
- Angle de mesure : $< 15^\circ$.

III. 2.2.3.4.5.3. Alimentation :

Les différents circuits et actionneurs nécessitent des tensions et des courants différents, pour cela nous avons choisi de prendre une batterie de 12V avec une résistance et un potentiomètre pour alimenter les différentes parties de robot.

Nous avons choisi d'utiliser Le capteur ultrason de type HC-SR04, car c'est très facile de l'interfacer à un microcontrôleur, il permet d'apporter des informations très utiles et précise sur la présence des obstacles pour le robot dans son environnement, il traite simplement des données et aussi pour son coût qu'est abordable. Notre robot aura deux capteurs de ce type.

On a aussi opté de télécommander notre robot a distance via Bluetooth on insérant le module hc-05 dans la configuration matériels de notre robot mobile.

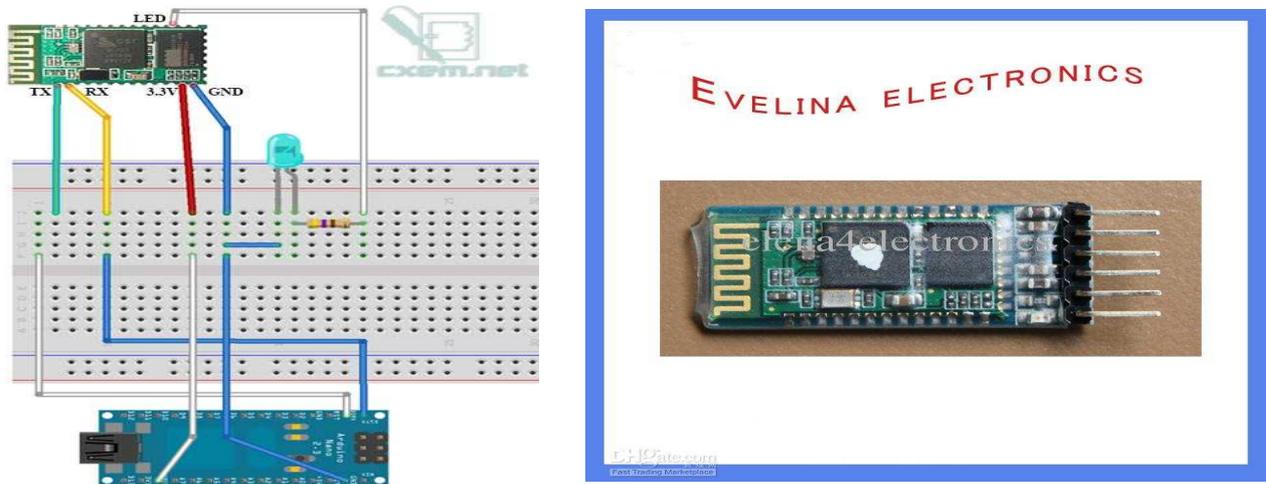


Figure III.25. Bluetooth module hc-05 arduino

III. 2.3. Aspect Informatique:

III 2.3.1. Logiciel arduino

Le logiciel va nous permettre de programmer la carte Arduino en langage C. Il nous offre une multitude de fonctionnalités.

C'est un logiciel de programmation par code, qui contient une cinquantaine de commandes différentes. A l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel ressemble à ceci :

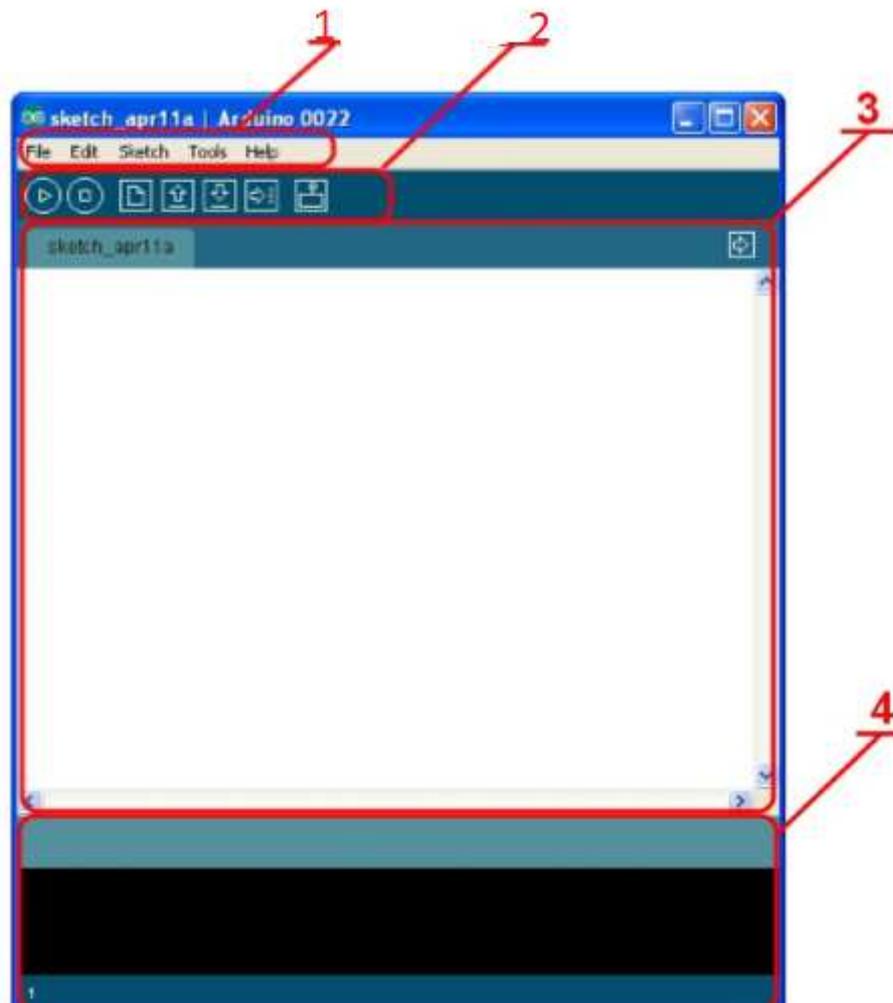


Figure III.26. Présentation des parties principales du logiciel

Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel.

Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes.

Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer.

Le cadre numéro 4 : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme. C'est le débogueur.

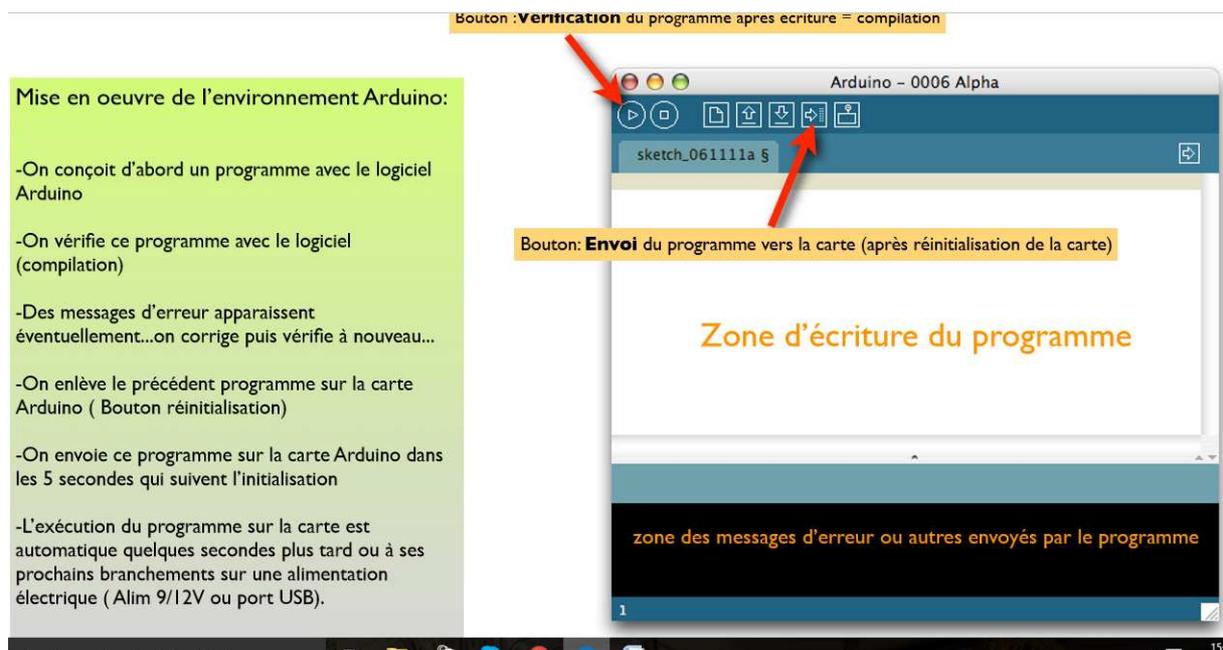


Figure III.27. Présentation de l'interface

Mise en œuvre de logiciel Arduino

- > On conçoit d'abord un programme avec le logiciel Arduino ;
- > On vérifie ce programme avec le l'icône (compilation)
- > Des messages d'erreur apparaissent éventuellement...on corrige puis on vérifie à nouveau...
- > On enlève le précédent programme sur la carte Arduino (Bouton réinitialisation) ;
- > On envoie ce programme sur la carte Arduino dans les 5 secondes qui suivent l'initialisation
- > L'exécution du programme sur la carte est automatique quelques secondes plus tard ou à ses prochains branchements sur une alimentation électrique (7/12V ou port USB).

Remarque: Avant d'envoyer le programme vers la carte, il faut dire au logiciel quel est le nom de la carte et sur quel port elle est branchée.

Un programme arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres.

Structure d'un programme arduino :

Il y a trois phases consécutives

1- La définition des constantes et des variables,

2- La configuration des entrées et sorties par:

```
Void setup ()
```

```
}
```

```
}
```

Fonction setup: Cette fonction appelée une seule fois lorsque le programme commence .elle s'appelle « Fonction d'initialisation ». Où il y a la mise en place des différentes sorties et quelques d'autres réglages.

3-La programmation des interactions et comportements par:

```
Void loop
```

```
{
```

```
}
```

Fonction loop: elle s'appelle « fonction principale » où on peut écrire le contenu du programme. Une fois que la fonction est exécutée, on peut la réexécuté infiniment.

Une fois la dernière ligne exécutée, la carte revient au début de la troisième phase et recommence sa lecture et son exécution des instructions successives. Et ainsi de suite. Cette boucle se déroule des milliers de fois par seconde et anime la carte.

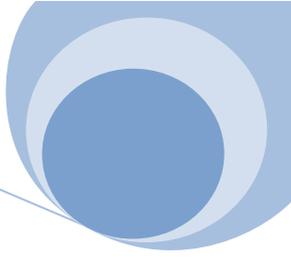
Le microcontrôleur de la carte arduino va recevoir le programme que nous avons créé et qui va le stocker dans sa mémoire puis l'exécuter. Grâce à ce programme, il va envoyer au robot les tâches à exécuter et des données qu'il reçoive par les capteurs à un ordinateur.

III.2 .4 : Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié les composants les plus connus et utilisés actuellement en robotique mobile, ce que nous a permet de choisir tout ce qui est nécessaire pour réaliser notre robot mobile qui se compose de trois parties : mécanique, électronique et informatique.

Cependant, après avoir eu la liste de matériels et logiciels dont on a besoin pour le projet et compris leurs fonctionnements, il nous reste qu'à faire le programme correspondant pour le bon fonctionnement de notre robot et faire la simulation sur le logiciel isis proteus, c'est ce qu'on nous allons voir dans le chapitre suivant.

.



Chapitre 4 :

Simulation

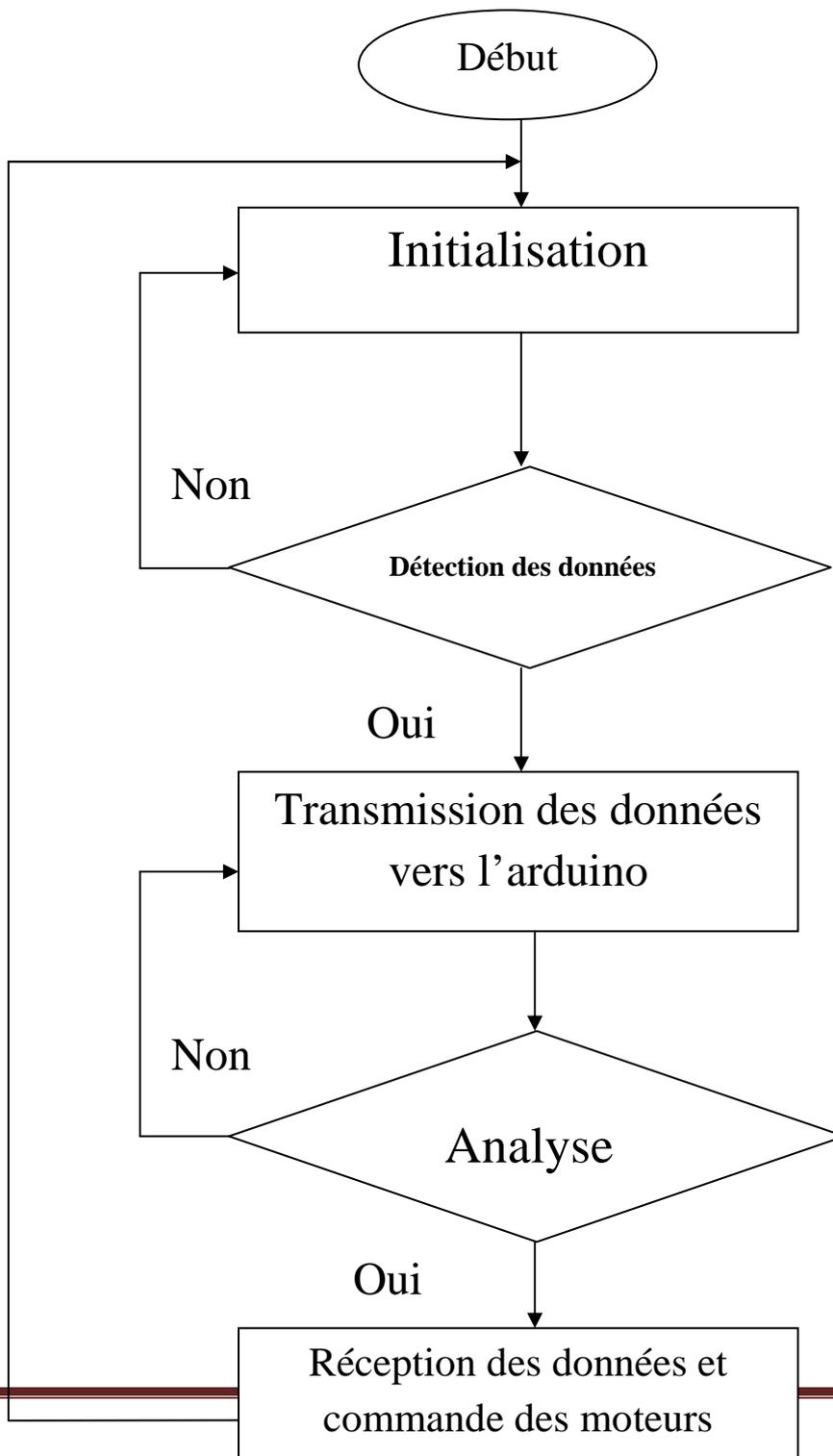
et

Test

IV. 1. Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons fait un aperçu sur l'aspect matériels et logiciels de notre robot, où nous avons choisis tous les composants nécessaires pour la conception, la transmission des données et la réalisation de notre commande.

IV. 2. **Organigramme** : l'organigramme de notre travail est présenté comme suit :



IV. 3. Outils utilisés

Nous avons utilisé des logiciels de simulation et de programmation pour la réalisation de notre programme.

IV. 3.1 logiciels utilisés

➤ A) ISIS PROTEUS

La simulation en robotique mobile consiste tout d'abord à implémenter sur un système informatique, lui même embarqué sur un système mécanique, les méthodes théoriques résolvant les différentes fonctionnalités. Il s'agit ensuite de définir une mission que le robot doit exécuter, et évaluer notre commande.

L'expérimentation démontre deux propriétés :

- ➔ La faisabilité de l'implémentation
- ➔ La capacité à résoudre des problèmes réels.

Lors de la simulation, nos préoccupations ont été d'assurer l'évolution simultanée et cohérente d'un ensemble d'agents indépendants évoluant dans un environnement continu, Offrir une grande flexibilité au niveau des possibilités d'interprétation des données pour cela on a travaillé avec le logiciel Proteus 8.0 est composé de trois modules

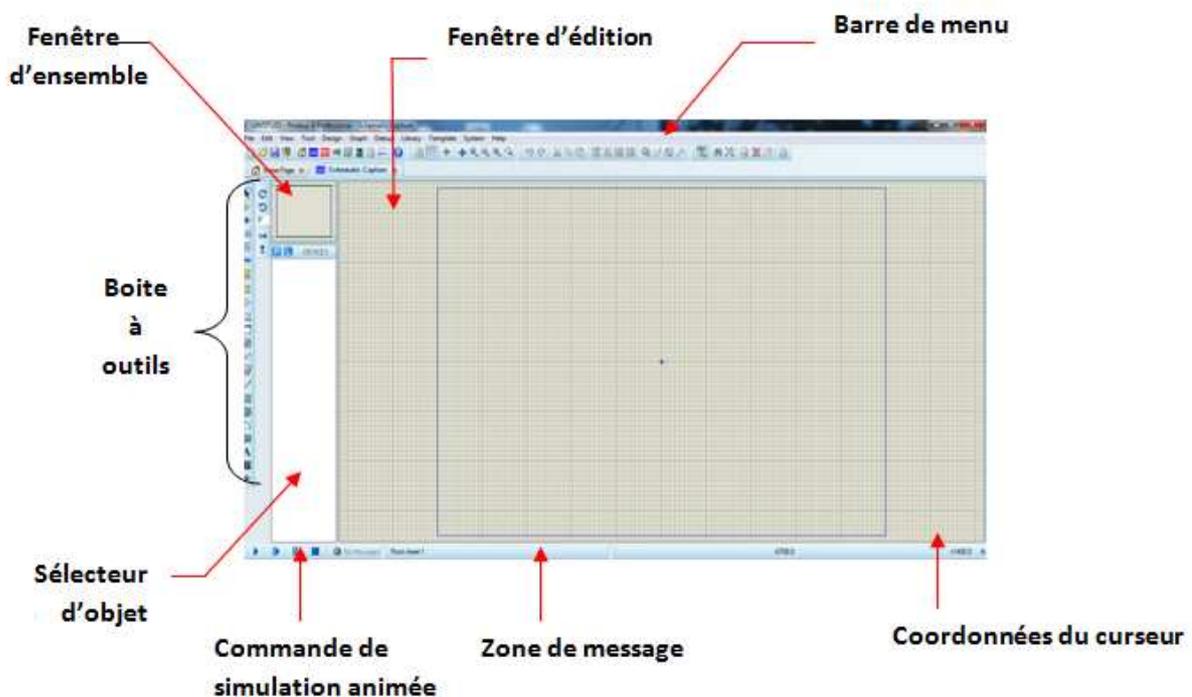


Figure IV.1. Interface d'utilisateur du logiciel

Pour faire le schéma du circuit on passe par plusieurs étapes,

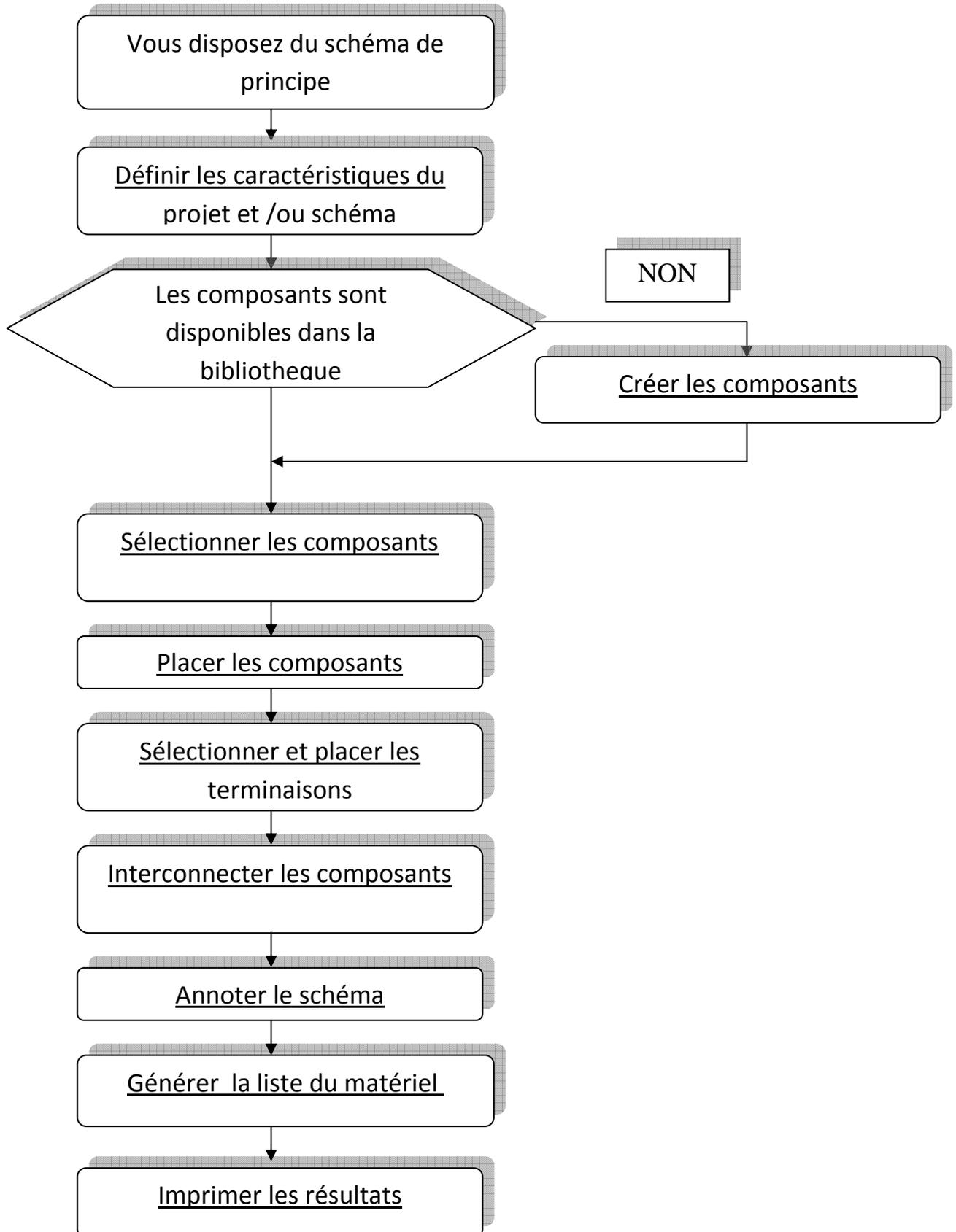


Figure IV.2. L'organigramme d'utilisation du logiciel

Pour concevoir notre schéma électronique, nous avons utilisé ce logiciel il nous a permet de faire des tests sur la commande des moteurs.

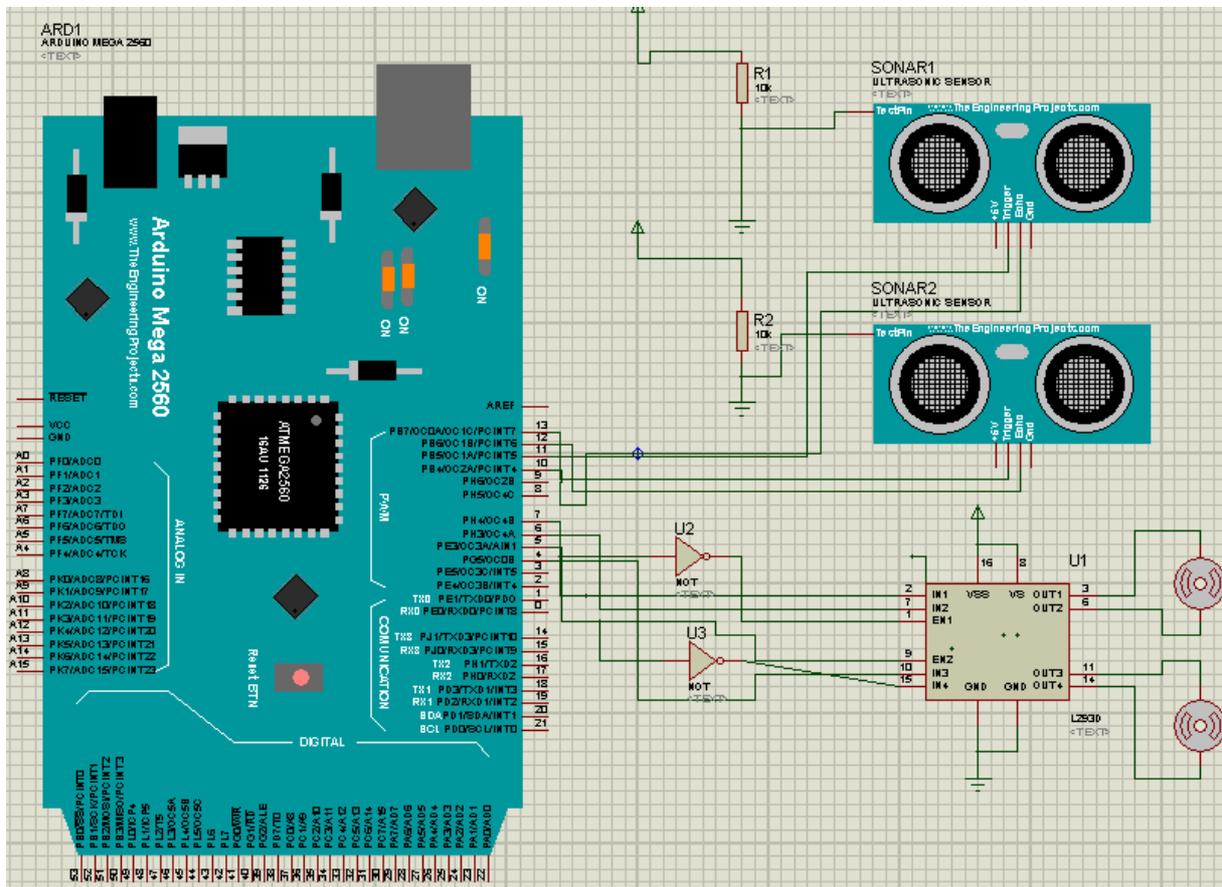
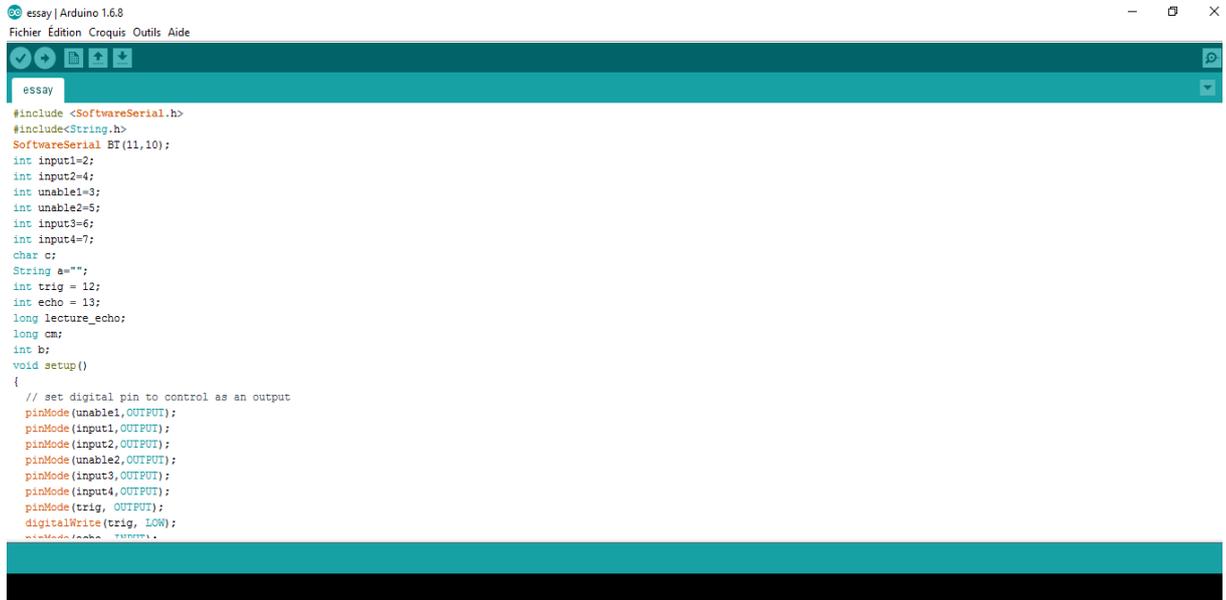


Figure IV.3. Image de simulation sur logiciel proteus

➤ B) Logiciel de programmation Arduino

Ce logiciel nous a permis de faire un programme sur la commande de nos moteurs et leur fonctionnement à l'aide des capteurs.



```
essay | Arduino 1.6.8
Fichier Edition Croquis Outils Aide

essay
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial BT (11,10);
int input1=2;
int input2=4;
int unable1=3;
int unable2=5;
int input3=6;
int input4=7;
char c;
String a="";
int trlg = 12;
int echo = 13;
long lecture_echo;
long cm;
int b;
void setup()
{
  // set digital pin to control as an output
  pinMode(unable1,OUTPUT);
  pinMode(input1,OUTPUT);
  pinMode(input2,OUTPUT);
  pinMode(unable2,OUTPUT);
  pinMode(input3,OUTPUT);
  pinMode(input4,OUTPUT);
  pinMode(trlg, OUTPUT);
  digitalWrite(trlg, LOW);
  pinMode(echo, INPUT);
}
```

Figure IV.4. Programmation sur Arduino

Après plusieurs tests et corrections nous avons réussi à réaliser la commande de notre robot mobile et à faire la simulation.

IV. 4. Télécommander notre robot mobile

Pour la communication avec le robot, il existe deux manières : soit filaire ou sans fil, mais il est judicieux de choisir la sans-fil par rapport à la distance qui s'augmente et afin d'éviter le placement et l'encombrement des fils.

La communication sans fil entre l'opérateur et le robot se fait par liaison radio fréquence, Il existe plusieurs systèmes qui fonctionnent par cette liaison, Bluetooth, wifi et xbee, sont désormais des technologies courantes. Afin de commander notre robot à distance on a besoin d'utiliser une de ces technologies.

Pour notre travail, la commande sur le terrain réel sera sans fils, nous avons choisit d'utiliser le Bluetooth, et cela, en insérons le module hc-05 arduino dans notre robot.

Une application android « Bluetooth Rc Controller » doit être installée sur notre mobile, qui sera automatiquement connecté via Bluetooth avec notre robot mobile dont on pourra télécommander.

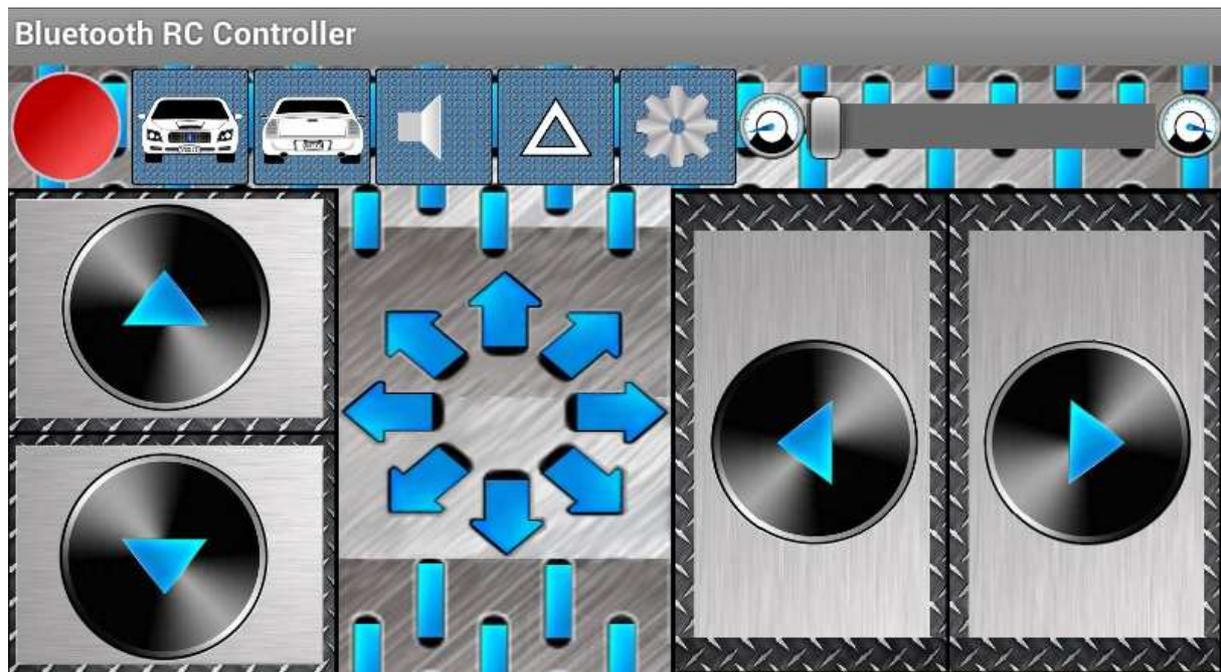
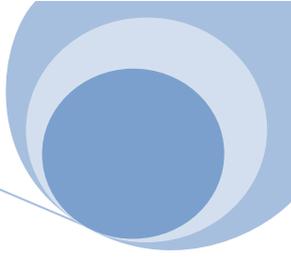


Figure IV.5. L'application android Bluetooth Rc Controller

IV. 5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons illustré les étapes suivies pendant la réalisation de notre commande et les étapes de simulation.

Enfin, nous avons pu réaliser la commande du robot mobile.



Conclusion Générale

Conclusion générale

La mise en œuvre d'un robot mobile a besoin de différentes spécialités : automatique, mécanique électronique informatique, Ce qui ma donné l'opportunité de travailler sur plusieurs domaines à la fois.

Nous avons choisis notre matériel en fonction de nos besoins puis essayé différentes solutions afin d'arriver aux à la réalisation de la commande.

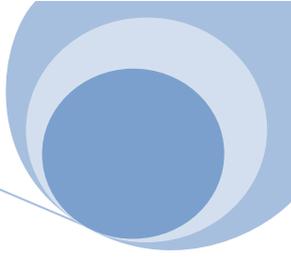
En revanche, l'utilisation du la carte Arduino programmable en langage C nous a permis de gagner en temps et en simplicité du programme.

Nous avons donc au final pu mener un vrai travail de conception de commande, ce qui s'apparente le plus à un travail d'ingénieur.

De manière générale, ce projet nous a fait découvrir le monde de la robotique et toutes ses perspectives professionnelles.

Néanmoins, notre travail pourra être bien évidemment amélioré en phase de réalisation, diversifiant ses tâches en lui incluant de nouveaux composants afin d'augmenter ses performances.

Enfin, ce projet nous a permet de nous familiariser avec la programmation des carte arduino, mettant en application nos connaissances acquises durant nos études tout le long de notre formation. Ainsi, il nous a permis d'améliorer nos connaissances en robotique et de maîtriser la nouvelle technologie.



Bibliographie

Bibliographie

- [2] Agnès Guillot, « la robotique de A à Z », le laboratoire de recherche dédié au développement, 20/01/2003.Georges.
- [4] Robotics l'International Fédération of World Robotics, Editions 2006 à 2011.
- [6] Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE). Enjeux et défis de l'industrie de la robotique en Île-de-France, 2010.
- [10] Boimond Jean-Louis, Cours-Robotique.
- [11] Tropato Jean-Charles, « La robotique industrielle et de service : La place de l'Italie dans le Monde », Rapport d'étude. Ambassade de France en Italie, 2011.
- [13] Veruggio, Gianmarco, EURON Roboethics Roadmap, 2007.
- [15] Latombe J. C. «Robot Motion Planning», Kluwer Académie Publishers, Norwell, 1991.
- [17] Frédéric Giamarchi, « petit robot mobile » paris, 2006.
- [19] J.Borenstein, « Where am I, Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning », University of Michigan, 1996.
- [20] Cuesta, «Intelligent Mobile Robot Navigation», Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.
- [26] D. Mellis, M. Banzi, D. Cuartielles, and T. Igoe. « Arduino An open electronic prototyping platform”, in Proc. CHI, vol2, 2007.
- [27] Datasheet Arduino, ATmega2560.
- [29] Vibhor Gupta, « Working and Analysis of the H – Bridge Motor Driver Circuit Designed for Wheeled Mobile Robots», Institute of Engineering and Technology, Panjab University, Chandigarh. IEEE International conference, 2010.
- [31] Wai Phyto Aung, « Analysis on Modeling and Simulink of DC Motorand its Driving System Used for Wheeled Mobile Robot», World Academy of Science, Engineering and Technology 32, 2007.
- [32] G. Frappier, « Système inertiels de navigation pour robots mobiles », Séminaire, Les robots mobiles. EC2, Paris, 1990.
- [33] T.Bilgic, I. Turksen, « Model based localization for an autonomous mobile robot».
- [34] Marie-José Aldon, « Capteurs et méthodes pour la localisation des robots mobiles », Techniques de l'Ingénieur, Traité Informatique industrielle, 1998.
- [35] J. Borenstein, B. Everett, L. Feng «Navigating mobile robots (Systems and techniques) », A. K. Peters, Ltd. Wellesley, 1996.

Bibliographie

[36] G.Frappier, « Systèmes de navigation », Séminaire, Les robots mobiles, Paris, 1991.

[37] Thomas Bräunl, « Embedded Robotics», Third Edition, Mobile Robot Design and applications with Embedded Systems, School of Electrical, Electronic and Computer Engineering, The University of Western Australia, 35 Stirling Highway, M018 Crawley, Perth, WA 6009 Australia. 2008.

[39] Keijo MJ, Haataja, « Detailed descriptions of new proof-of-concept Bluetooth security analysis tools and new security attacks», Dept of Computer Science, University of Kuopio, 2005.

[40] Sebastien Prineau, Luc Martin, « Rapport sur les systèmes Bluetooth ». Bordeaux 1, France, 2002.

[41] Christian Dupaty, « Raspbreey PI installation », configuration et interface de communication, Systèmes Numériques, Académie d'Aix-Marseille, 2013.

Anciens mémoires :

[28] Youcef Mechalikh, Ali Milouddi, « Développement d'algorithmes d'évitement d'obstacles statiques et dynamiques », Mémoire Pour l'obtention du diplôme de master en automatique. Université Kasdi Merbah–Ouargla. Faculté des Sciences de Technologies et Sciences de Matières, Algérie, 2012.

[30] Pascal Chevalier, « Conception et réalisation de transistors à effet de champ de la filière AlInAs/GaInAs sur substrat InP », Application à l'amplification faible bruit en ondes millimétriques, Thèse de Doctorat Electronique de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 13 Novembre 1998.

[38] Fatah Bedaouche, « Navigation visuelle et évitement d'obstacles utilisant la fonction du champ de potentiel de direction et la logique floue », Mémoire Pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbas-SETIF, Département d'électronique Option Contrôle, Algérie, 24/02/2010.

Sites internet :

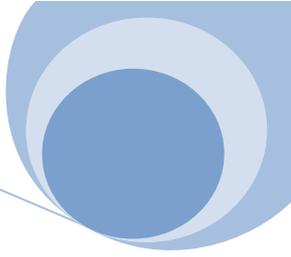
[1] www.icube-avr.unista.fr/cours_rob_intro.pdf.

[3] <http://fr.wikipedia.org/wiki/robotique>.

[5] eavr.u-strasbourg.fr/poly_3a.pdf.

Bibliographie

- [7] eavr.u-strasbg.fr.
- [8] <http://introlab.3it.usherbrooke.ca>.
- [9] [liris.cnrs.fr/cours robotique.pdf](http://liris.cnrs.fr/cours_robotique.pdf).
- [12] <http://perso.ensta-paristech.fr>.
- [14] <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00131779/>.
- [16] [www4.oc-nancy-metz.fr.auto compétences, châssis carrosserie.pdf](http://www4.oc-nancy-metz.fr/auto_compétences_châssis_carrosserie.pdf).
- [18] etab.ac-poitiers.fr/les-metaux-et-leurs-utilisation-2.pdf.
- [21] [www.energie plus.be](http://www.energie_plus.be).
- [22] [www.mdp.fr/documentation/courant continue](http://www.mdp.fr/documentation/courant_continue).
- [23] [sam.electroastro.page perdo-orange.fr](http://sam.electroastro.page_perdo-orange.fr).
- [24] [ressources.univ-lemans.fr/accès libre/pas à pas.html](http://ressources.univ-lemans.fr/accès_libre/pas_à_pas.html).
- [25] [http: // zestedesavoir.com/arduino-premiers-pas-en-informatique embarqué / 3414.présentation-arduino](http://zestedesavoir.com/arduino-premiers-pas-en-informatique_embarqué_3414.présentation-arduino).



Annexes

Capteurs h-cr04 :

Les caractéristiques techniques du module sont les suivantes :

- Alimentation : 5v.
- Consommation en utilisation : 15 mA.
- Gamme de distance : 2 cm à 5 m.
- Résolution : 0.3 cm.
- Angle de mesure : < 15°.

Le brochage du module est le suivant :



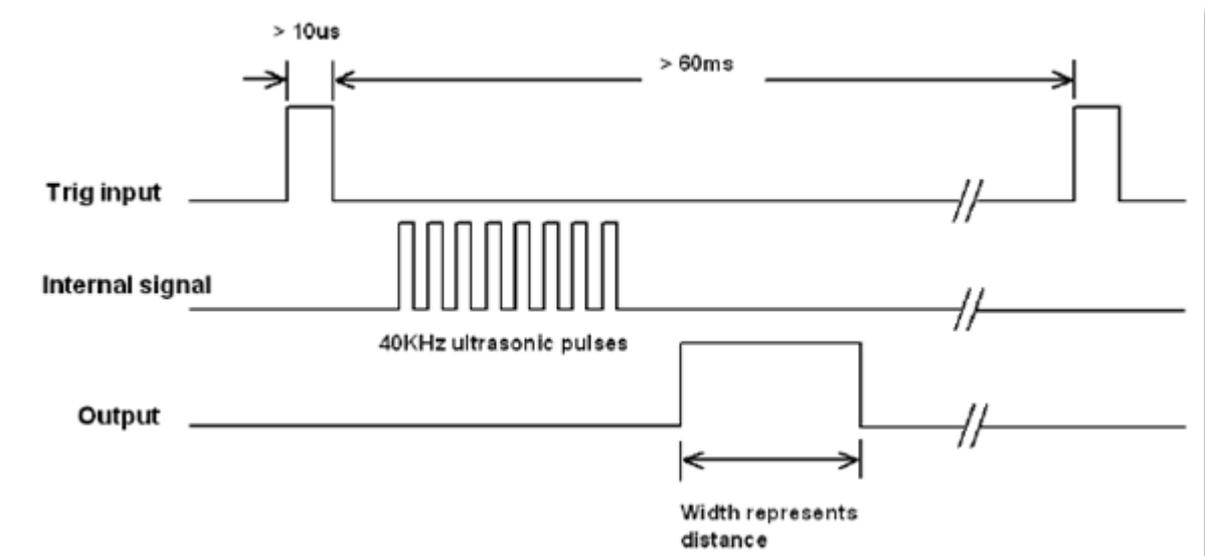
Le fonctionnement du module est le suivant :

Il faut envoyer une impulsion niveau haut (à + 5v) pendant au moins 10 μ s sur la broche '**Trig Input**'; cela déclenche la mesure. En retour la sortie '**Output**' ou '**Echo**', va fournir une impulsion + 5v dont la durée est proportionnelle à la distance si le module détecte un objet. Afin de pouvoir calculer la distance en cm, on utilisera la formule suivante :

$$\text{Distance} = (\text{durée de l'impulsion (en } \mu\text{s)}) / 58$$

Voici une représentation graphique de la séquence de fonctionnement du module :

Annexes



Après la théorie passons à la pratique; le câblage du module à l'Arduino sera le suivant :

- broche 12 de l'Arduino vers Trig.
- broche 11 de l'Arduino vers Echo.

L293D

Il est possible d'activer la rotation d'un moteur à l'aide d'un relais ou d'un transistor. L'inconvénient de l'option transistor (ou relais) est qu'il n'est possible de facilement contrôler le sens de rotation du moteur.

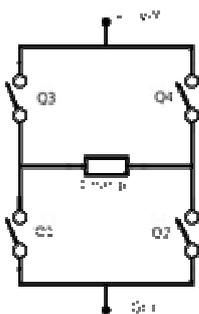
Certes, il est possible de concevoir un montage à base des relais permettant de réaliser un inverseur pour inverser la polarisation aux bornes du moteur.

Si cette option est techniquement réalisable et efficace, elle n'est ni élégante, ni économe en énergie et ne permet en aucun cas de contrôler la vitesse du moteur (à l'aide d'un signal PWM).

La solution réside dans l'utilisation d'un pont H. composant constitué de plusieurs transistors mais vendu pré-assemblé sous forme de circuit intégré.

Dans son principe de base, le pont H est un assemblage de 4 transistors (2 PNP et 2 NPN) monté de telle façon que le courant puisse passer soit dans un sens, soit dans l'autre au travers de la charge (un moteur continu par exemple).

En inversant le sens du courant dans le moteur, ce dernier changera de sens de rotation.



Diodes anti-retour

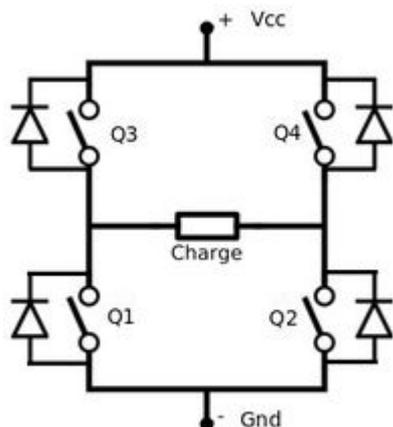
Comme déjà précisé, un pont-H est constitué de transistors (symbolisés par des interrupteurs dans nos schémas de principe).

En règle générale, lorsque l'on utilise des relais ou moteurs avec un transistor, il faut protéger le transistor à avec une diode anti-retour.

La diode à pour but de renvoyer à la masse les surtensions induites par les effets transitoires (lors du déclenchement du bobinage d'un relais... ou bobinage du moteur).

Sans cette diode anti-retour (aussi dite "en roue libre"), le transistor ne survit pas bien longtemps.

Un pont-H étant constitué de transistor et un moteur étant le siège d'effets transitoire, les différents transistors doivent être protégés à l'aide de diode. Le schéma ci-dessous indique comment ces diodes sont placées sur le pont-H.



L293D et Diodes anti-retour

Cet article se focalise sur le pont-H L293D.

Le L293D à la particularité de déjà contenir les diodes anti-retour.

Disposer des diodes à même le L293D est un avantage indéniable pour démarrer rapidement un projet.

Faite cependant attention, tous les Pont-H n'en sont pas équipés (ex: le L298).

Résumé

Notre travail, consiste en l'étude et la conception d'une commande d'un robot mobile à trajectoire programmé avec évitement d'obstacles en utilisant la carte arduino, et de donner au robot la capacité de se mouvoir dans son environnement, et pour cela nous allons doter notre système de motoréducteurs, dont le but est de réduire la vitesse des moteurs.

La commande des moteurs est faite par la carte arduino à microcontrôleur ATmega 2560 grâce au circuit de puissance L293D, et Pour permettre au robot d'éviter les obstacles, nous allons doter notre système dans la simulation par deux capteurs à ultrason H-SR04.

Mots clé :

Robotique, robot mobile, arduino, L293D, H-SR04, microcontrôleur, circuit de puissance.