

Introduction générale :

La robotique a évolué d'une manière progressive afin de protéger et faciliter la vie quotidienne de l'humanité, elle diverge dans plusieurs champs d'utilisations parmi lesquels la vidéo surveillance. C'est le thème de notre projet, vue la situation actuelle de notre pays (terrorisme, contrebande,...) On a eu l'idée de réaliser un robot de surveillance commandé à distance et alimenté par un panneau photovoltaïque (autonome), assurant ainsi sa propre alimentation, qui peut être utilisé par le militaire ou par la douane pour surveiller les frontières des différents facteurs malveillants et les empêcher d'accéder à notre territoire Tunisien. Il nous a fallu passer par plusieurs étapes pour enfin réaliser notre robot, des étapes qu'on détaillera dans les chapitres qui suivent. Dans le premier chapitre nous allons faire une présentation générale de notre projet et définir notre cahier de charge, ensuite dans le second chapitre nous allons faire une étude du système photovoltaïque, dans le troisième chapitre nous allons décrire les étapes de conception de notre robot et finalement dans le quatrième chapitre nous allons décrire la réalisation du projet.

Chapitre 1 : Etude générale du projet :

Introduction

Dans ce chapitre, on va définir les robots, plus particulièrement ceux de surveillance et on présentera son nécessité dans le domaine de sécurité. On citera aussi les critères de notre robot imposés par le cahier des charges.

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'origine du mot robot est issue du mot tchèque « robota » qui signifie travail forcé. Les robots prennent actuellement une place importante dans notre vie, on les trouve dans toutes les entreprises pour accélérer la production ou pour agir là où l'homme ne peut pas travailler à cause du danger, à la maison pour aider à la cuisine et aux tâches ménagères, à la guerre et dans les services publics.

2) Définition du robot de surveillance :

Le mot « Surveillance et gardiennage » concerne la robotique pour des applications de surveillance de zones ou périmètres délimités, aussi bien pour le marché des professionnels avec la surveillance d'entrepôts ou zones industrielles, pour le marché de la robotique domestique avec la surveillance du domicile, ou encore pour la sécurité des États et du public à travers la surveillance de sites sensibles ou le contrôle des frontières.

3) Analyse du cahier des charges

3.1) Description de projet

Le but final de notre projet est de réaliser un robot de surveillance. Notre étude consiste à concevoir et réaliser un robot commandé à distance alimenté par l'énergie solaire à travers un panneau photovoltaïque. La figure1 illustre les caractéristiques du robot.

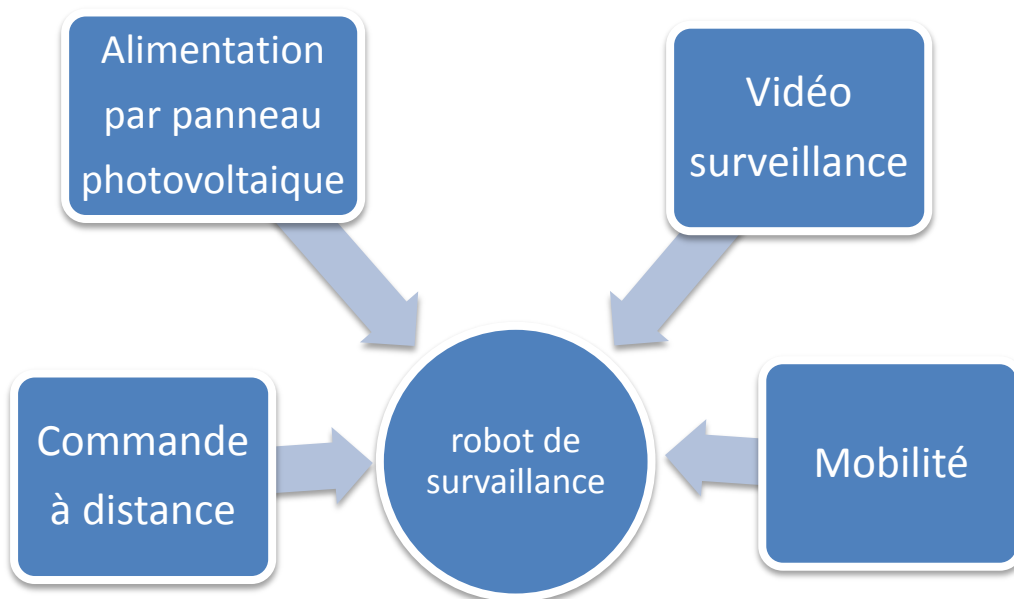


Figure1 : Les Caractéristiques du robot

3.1.1) La vidéo surveillance

La vidéo surveillance est un système de caméras et de transmission d'images, disposé dans un espace public ou privé pour le surveiller. Les images obtenues avec ce système, peuvent être traitées automatiquement et/ou visionnées puis archivées ou détruites. La surveillance a pour but de contrôler les conditions de respect de la sécurité, de la sûreté ou de l'exécution d'une procédure particulière, la surveillance des frontières dans notre cas. On a utilisé la caméra d'un Smartphone fixé sur un support tournant.

3.1.2) La commande à distance

La commande à distance est utilisée chaque fois que l'on ne peut pas manœuvrer directement un appareil. On y fait appel principalement si celui-ci est loin, inaccessible ou mobile. On a utilisé la technique de transmission par ondes, Wifi dans notre cas, qui fera l'affaire de liaison entre l'interface de commande (Tablette distante) et le robot à commander.

3.2) Objectifs du projet

Les objectifs de notre projet sont :

- ❖ Le robot assure sa propre alimentation à travers le panneau photovoltaïque et peut stocker l'énergie dans une batterie.
- ❖ Le robot est capable d'assurer la vidéo surveillance à travers la caméra et peut détecter les mouvements derrière lui avec le capteur ultra-son.
- ❖ Le robot est commandé à distance.

Conclusion :

En conclusion dans ce chapitre, on peut dire que la surveillance à distance est devenue quelque chose d'important de nos jours. On veut alors réaliser un robot équipé d'un panneau photovoltaïque, commandé à distance et qui peut rouler librement tout en permettant le visionnage du territoire à surveiller.

Chapitre2 : Etude d'un système photovoltaïque :

Introduction

Dans ce chapitre nous allons faire une étude de la cellule photovoltaïque ensuite une modélisation des panneau photovoltaïques et on va réaliser finalement une simulation du module PV afin de voir les caractéristiques courant-tension et tension-puissance .

1) La cellule photovoltaïque :

1.1) Définition :

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), produit de l'électricité grâce à l'effet photovoltaïque qui est à l'origine du phénomène. Le courant obtenu est proportionnel à la puissance lumineuse incidente. La cellule photovoltaïque délivre une tension continue. Les cellules photovoltaïques les plus répandues sont constituées de semi-conducteurs, principalement à base de silicium (Si) et plus rarement d'autres semi-conducteurs : séléniure de cuivre et séléniure d'indium ($\text{CuIn}(\text{Se})_2$ ou $\text{CuInGa}(\text{Se})_2$), tellurure de cadmium (CdTe), etc. Elles se présentent généralement sous la forme de fines plaques d'une dizaine de centimètres de côté. Les cellules sont souvent réunies dans des modules solaires photovoltaïques ou panneaux solaires, en fonction de la puissance recherchée[1]. La figure 2.1 présente une image réelle de la cellule photovoltaïque.

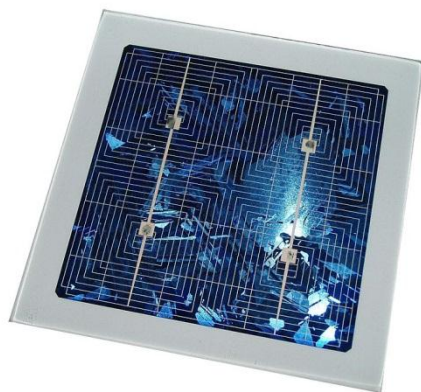


Figure2.1 : cellule photovoltaïque

1.2) principe de fonctionnement :

Dans un semi-conducteur exposé à la lumière, un photon d'énergie suffisante arrache un électron, créant au passage un « trou ». Normalement, l'électron trouve rapidement un trou pour se replacer, et l'énergie apportée par le photon est ainsi dissipée. Le principe d'une cellule photovoltaïque est de forcer les électrons et les trous à se diriger chacun vers une face opposée du matériau au lieu de se recombiner simplement en son sein : ainsi, il apparaîtra une différence de potentiel et donc une tension entre les deux faces, comme dans une pile.

L'une des solutions, couramment utilisée, pour extraire sélectivement les électrons et les trous utilise un champ électrique au moyen d'une jonction PN, entre deux couches dopées respectivement P et N

- La couche supérieure de la cellule est composée d'un semi-conducteur dopé N2.
- La couche inférieure de la cellule est composée d'un semi-conducteur dopé P3.

D'un point de vue électrique, une cellule photovoltaïque est l'équivalent d'un générateur de courant auquel on a adjoint une diode. Il faut ajouter des contacts électriques (qui laissent passer la lumière en face éclairée : en pratique, on utilise un contact par une grille), une couche antireflet pour assurer une bonne absorption des photons.[1]

Pour que la cellule fonctionne, et produise le maximum de courant, on ajuste le gap du semi-conducteur au niveau d'énergie des photons. On peut éventuellement empiler les jonctions, de façon à exploiter au mieux le spectre d'énergie des photons, ce qui donne les cellules multi-jonctions. Le schéma dans la figure2.2 explique le fonctionnement de la cellule photovoltaïque.

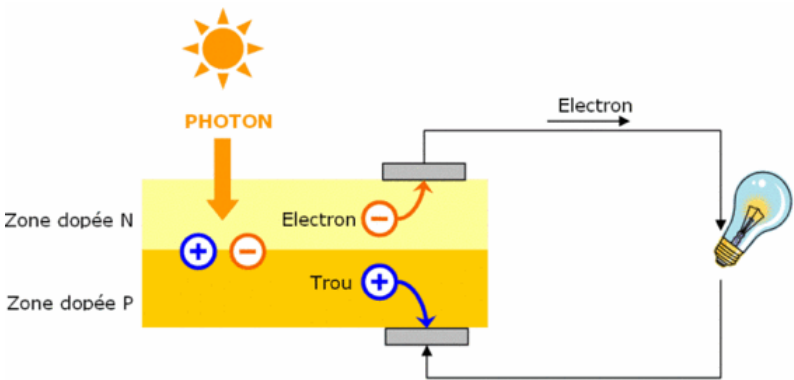


Figure 2.2: schéma expliquant le principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque

2) Modélisation du panneau photovoltaïque :
2.1) Association des modules PV

Les modules peuvent être connectés en série et en parallèle pour augmenter la tension et l'intensité d'utilisation afin d'être adaptés à la charge utilisée.[2] La figure 2.3 illustre l'association en série et la figure 2.4 illustre l'association en parallèle.

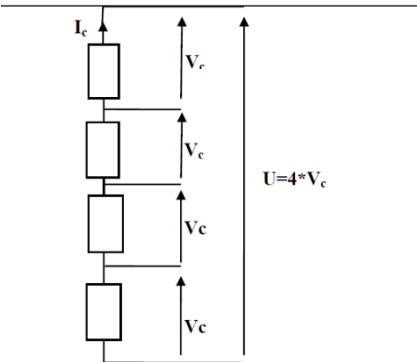


Figure2.3 : association en série

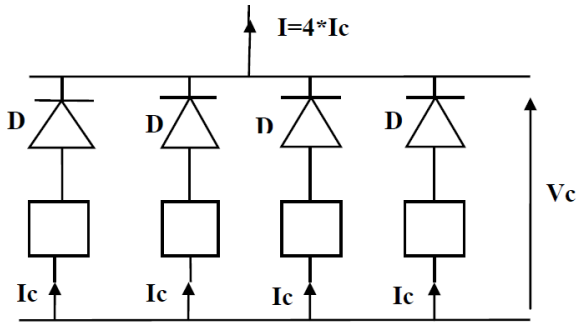


Figure2.4 : association en parallèle

Les caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque varient selon plusieurs facteurs. On distingue principalement la température, l'éclairement.

Il peut être schématisé par la figure suivante :

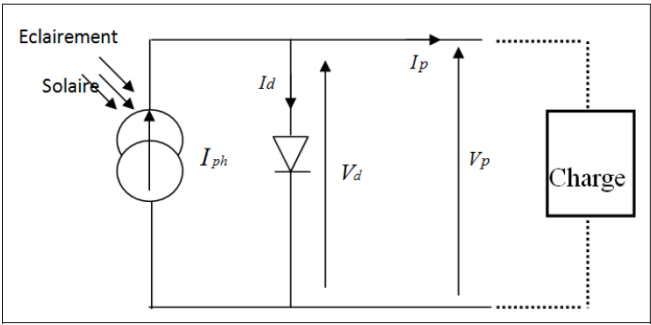


Figure2.5 : schématisation d’Um module photovoltaïque

2.2) Modèle de simulation

Afin de pouvoir réaliser des mesures sur le panneau PV et d’évaluer son rendement énergétique on a utilisé l’environnement Psim pour modéliser et simuler le système PV. Les mesures réalisées sont :

- La tension.
 - Le courant.
 - La puissance.
- La figure 2.6 présente le schéma de la simulation.

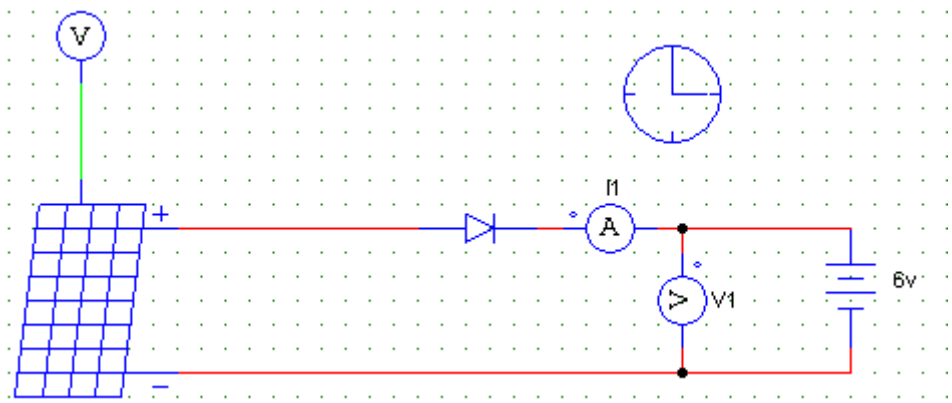


Figure2.6 : schéma de la simulation de panneau photovoltaïque sur PSIM

2.2.1) Caractéristique Courant-Tension et Puissance-Tension :

Le panneau utilisé pour la simulation dans ce cas possède une puissance de 4W. La figure 2.7 illustre la caractéristique non linéaire courant-tension notée I(V) d’un panneau PV en silicium avec un éclairement de 1000 et de température 25°. La figure 2.8 illustre la caractéristique puissance-tension.

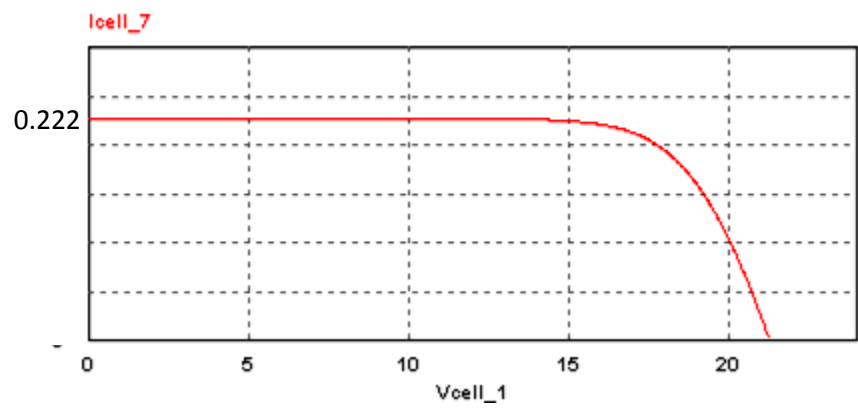


Figure 2.7 : Caractéristique courant-tension

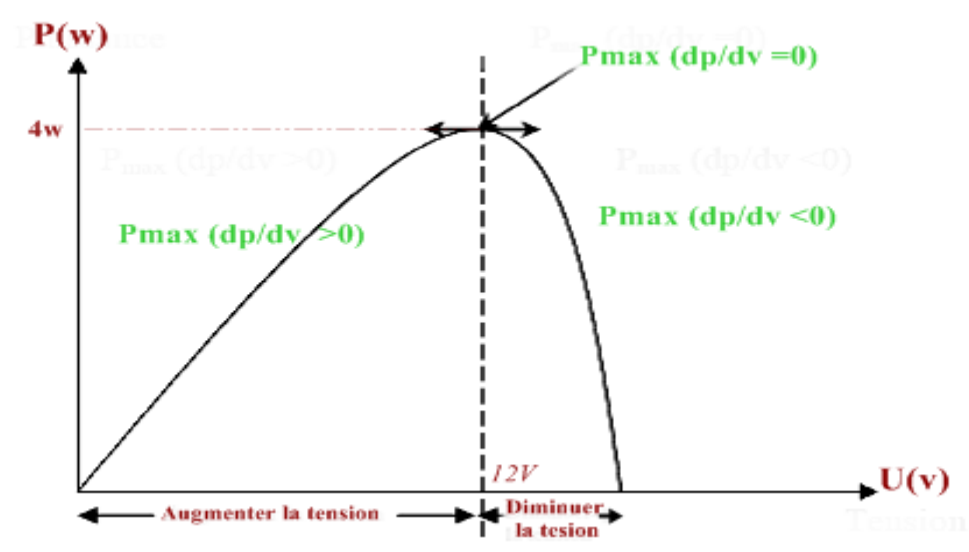


Figure 2.8 : Caractéristique Puissance-tension

Le panneau photovoltaïque donne un tension maximale de 18v et un courant maximale de 0.222A dans ces conditions le panneau nous donne un puissance maximale de l'ordre de 4 WSi on modifie la tension demandée en branchant une batterie avec le panneau dans notre cas le panneau s'adapte à la tension de la batterie, mais la puissance diminue, ce qui fait appel a l'utilisation d'un hacheur série et d'une commande MPPT qui permettent une utilisation optimale du panneau photovoltaïque.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté la notion de la photovoltaïque on a fait une étude de la cellule photovoltaïque et du panneau photovoltaïque, enfin on a fait une simulation du panneau qu'on va utiliser.

Chapitre3 : Conception du robot :

Introduction

Dans ce chapitre nous allons faire une analyse des différentes parties constituant le robot. Ils se divisent en deux grandes parties : Partie Opérative et Partie Commande que l'on va décrire par la suite.

1) Partie opérative

La partie opérative comporte cinq éléments qui gèrent le fonctionnement du robot

- ❖ Panneau photovoltaïque.
- ❖ Batterie.
- ❖ Servo-moteur.
- ❖ Capteur ultra-son
- ❖ Moteurs à courant continue

Les éléments de cette partie interagissent entre eux pour assurer le fonctionnement du robot. La batterie reçoit de l'énergie électrique convertie par le panneau photovoltaïque pour alimenter notre circuit, les moteurs à courant continue assurent le déplacement du robot, le capteur ultra-son permet de mesurer la distance entre le robot et les obstacles et en fin le module camera permet l'enregistrement vidéo en directe, ce dernier est équipé d'un servomoteur pour effectuer son rotation.

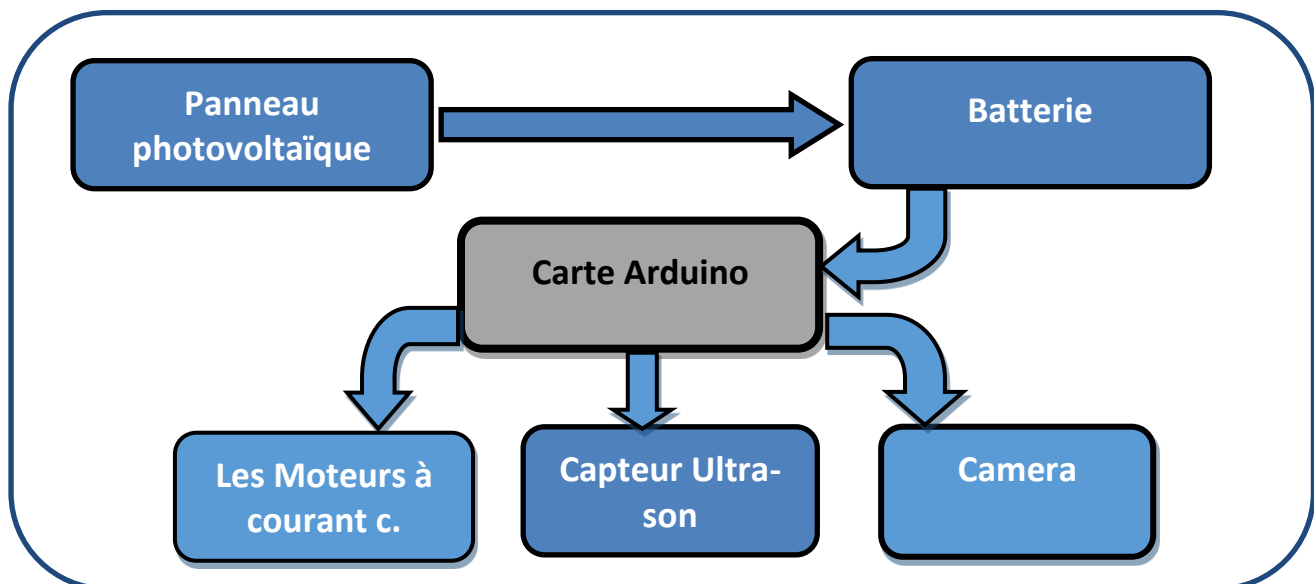


Figure3.1 : Structure des circuits électriques du robot

1.1) Panneau photovoltaïque :

Le panneau photovoltaïque permet de convertir l'énergie lumineuse en énergie électrique, et alimente la batterie permettant ainsi son rechargement. Dans notre projet on a utilisé un panneau photovoltaïque ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau3.1 : Caractéristiques du panneau

Modèle	Vs-18V-4W-LM
Puissance maximale	4W
Tension nominale	18V
Tension a puissance maximale	21.6V
Courant à puissance maximale	0.222A
Courant à circuit fermé	0.224A
Tolérance de mesure	-5% +5%
Dimensions	20*20 cm



Figure3.2 : Image réelle du panneau

1.2) Batterie :

La batterie permet l'alimentation du robot et le stockage de l'énergie électrique provenant du panneau photovoltaïque.



Figure3..3 : image réelle de la batterie

On a choisi une batterie ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau 3.2 : caractéristiques de la batterie

Modèle	UL 4.5-6
Capacité à 25°c	4.5 AH
Tension nominale	6v
Tension de charge	7.2 - 7.4 v 1.35A
Poids	0.85kg
Démentions	70*47 mm

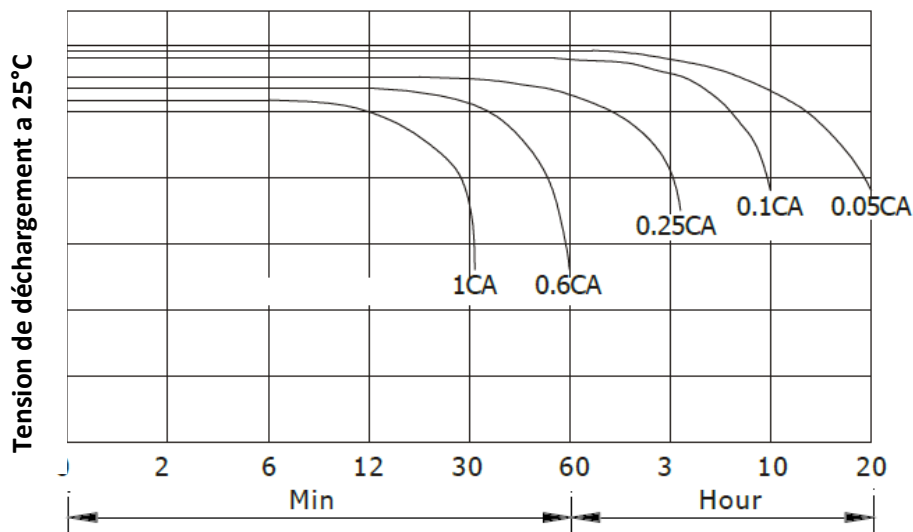


Figure3.4 : caractéristique du déchargement a 25°C

1.3) Camera :

La camera assure la vidéo surveillance. Pour cela on a utilisé un Smartphone et avec l’application « IP-webcam » qui permet de transformer le téléphone en une caméra sur internet avec de multiples options d’affichage. On peut voir notre caméra sur n’importe quelle plateforme avec un navigateur internet et diffuser la vidéo avec un réseau WIFI sans accès internet. On a monté le téléphone sur un support tournant à l’aide d’un servomoteur.

➤ L’application IP-webcam :

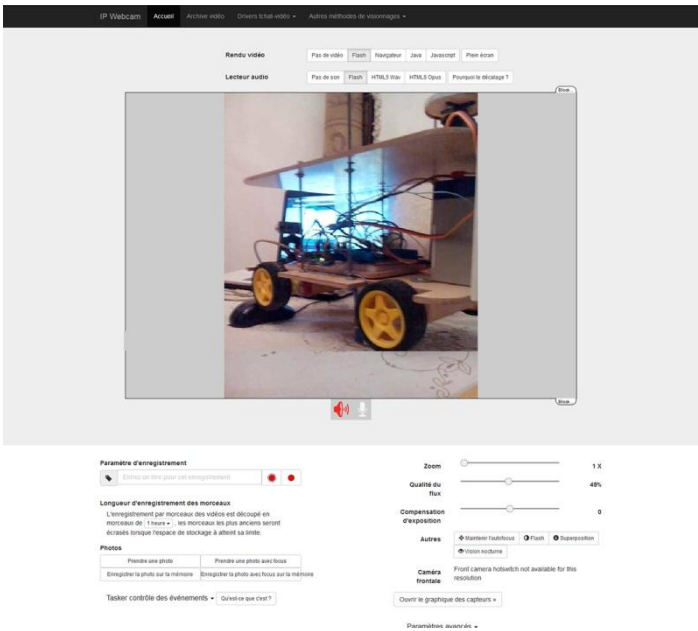


Figure3.5 : interface de l’application sur le navigateur web



Figure3.6 : interface de l’application sur le Smartphone

➤ Le servomoteur :

On a utilisé le cerveau moteur Tower pro sg-5010 ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau3.3 : caractéristiques du cerveau-moteur

Tension nominale	5v
Vitesse moyenne	0.2sec/60°
Poids	39g
Dimensions	40 x 20.0 x 38 mm

Le servomoteur assure la rotation du Smartphone pour augmenter le champ de vision de l’objectif du camera. Il permet de faire une rotation de 180° dans les deux sens, 90° à droite et 90° à gauche. L’avantage du servomoteur, c’est de connaitre sa position par degré et de faire son cycle dans quelques millisecondes. Il contient 3 broches, 2 pour l’alimentation 5v, la masse et l’autre pour recevoir la commande de l’Arduino, celle-là est expliqué par le montage Isis de la figure 3.8

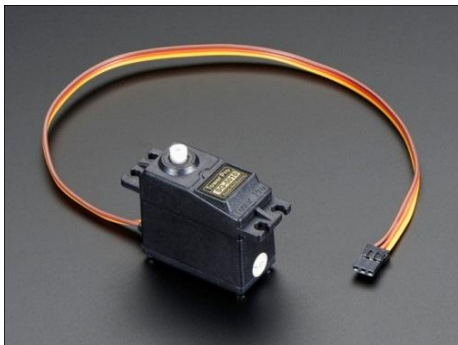


Figure3.7 : image réelles du cerveau moteur

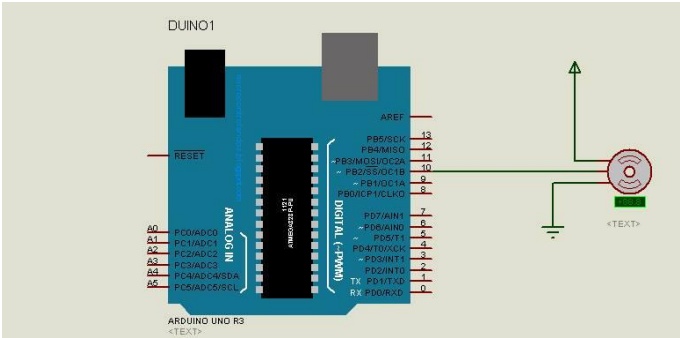


Figure3.8 : schémas explicatif du montage du cerveau moteur sur la carte arduino

1.4) Les moteurs :

Pour assurer le mouvement de notre robot on a utilisé 4 moteurs avec engrenage réducteur On a choisi des moteurs ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau 3.4 : caractéristiques des moteurs

Tension nominale	6v
courant nominal	170 mA
Couple	800g/cm = 0.078 N.m
Poids	70 g

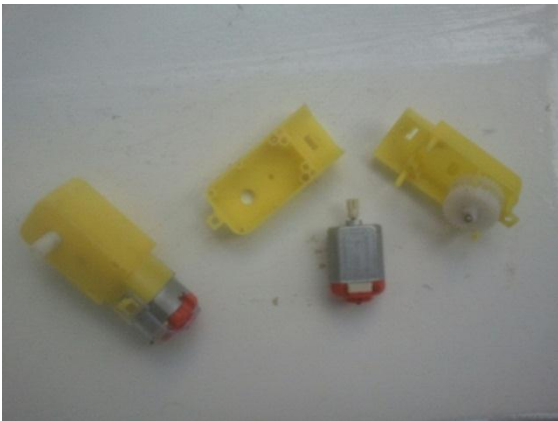


Figure3.9 : image réelle des moteurs et leurs réducteurs

1.5) Les roues :

On a choisi des roues adéquates avec la taille des roues et la taille du robot. Ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau3.5 : caractéristiques des roues

Poids	36g
Diamètre	65 mm
Largeur	28mm
Largeur pneu	4mm



Figure3.10 : image réelle des roues

1.6) Capteur ultra-son :

Pour détecter les mouvements ou les objets derrière le robot on a utilisé le capteur ultra-son HC-SR04.illustré dans la figure suivante :

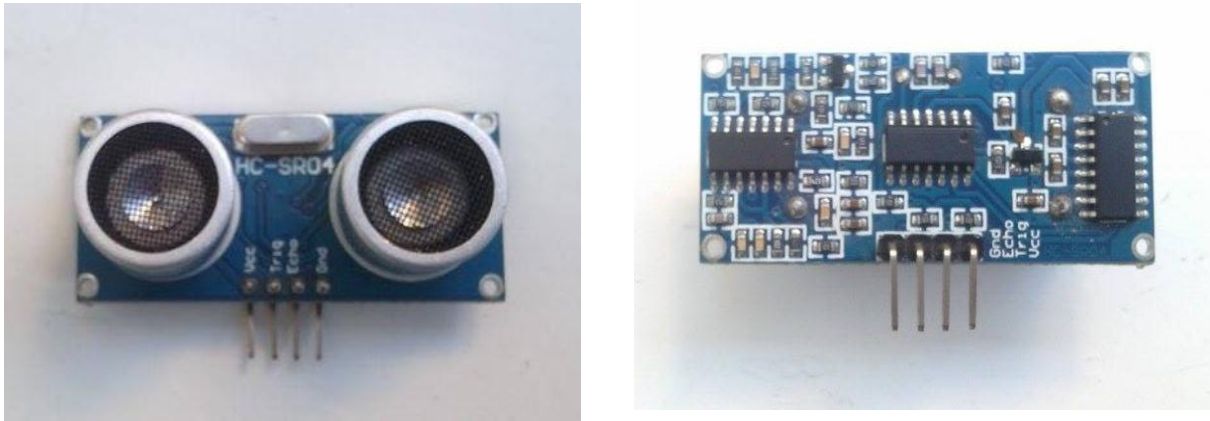


Figure3.11 : image réelle du capteur

➤ **principe de fonctionnement :**

Le principe de ce capteur est d’envoyer des salves d’ultrasons et de calculer le temps que mettent ces salves pour effectuer un aller-retour.

Le déclenchement (d’où le nom de trigger en anglais) de cette salve est activé par l’envoi d’un signal TTL (signal carré de 0 à 5V) de 10µs sur la broche trigger du capteur.

Suite à cela une salve est donc envoyée et un signal TTL de durée proportionnelle au temps d’un aller-retour est généré par la broche écho.

Pour récupérer la distance en cm qui sépare le capteur de l’objet il faut effectuer la formule suivante :

Distance (cm) = durée du signal émis par la broche écho (µs) / 58

➤ **caractéristiques principales du capteur :**

Tableau3.6 : caractéristiques du capteur

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

➤ **Branchement du capteur :**

- Le capteur possède 4 broches :
- VCC à connecter au 5V délivré par l’Arduino.
 - GND à mettre à la masse
 - Echo à mettre sur un pin digital de l’arduino qui sera définit en entrée.
 - Trigger à mettre sur un pin digital de l’arduino que sera définit en sortie.

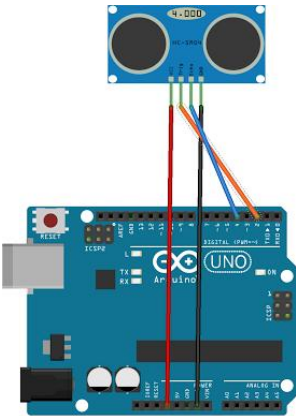


Figure3.12 : schéma explicatif du branchement du capteur sur la carte Arduino

2) Partie commande :

2.1) Carte arduino

Pour assurer la commande du robot on utilise la carte arduino uno. Le Uno Arduino est basé sur le microcontrôleur ATmega328. Il dispose de 14 entrées/sorties numériques), 6 entrées analogiques, d'un oscillateur à quartz de 16 MHz, d'une connexion USB, d'une prise d'alimentation, un connecteur ICSP, et un bouton de reset. Il contient tout le nécessaire pour piloter le microcontrôleur, il suffit simplement le connecter à un ordinateur avec un câble USB pour l'utiliser simplement. la figure 3.13 illustre les différents composants de l'arduino.

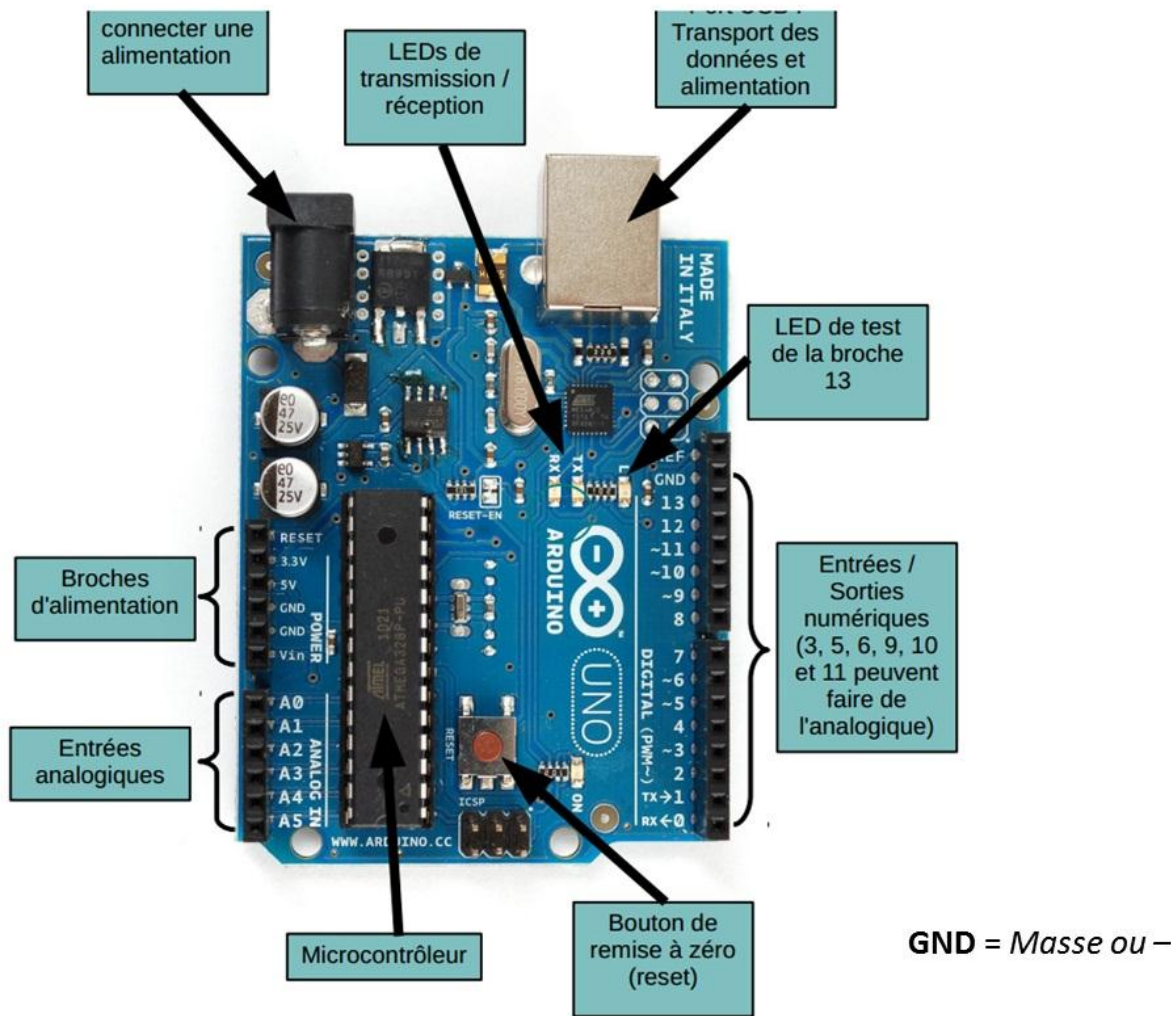


Figure 3.13 : description des différents éléments de la carte arduino

La carte se compose essentiellement de :

➤ **microcontrôleur :**

C'est un circuit intégré programmable qui traite les informations et produit des actions.

➤ **interface USB :**

L'interface USB permet de connecter la carte a l'ordinateur cela permet de programmer le microcontrôleur et d'alimenter la carte.

➤ les entrées sorties

La carte arduino comporte 20 entrées/sorties :

- *6 analogiques, numérotées d’A0 à A5 peuvent recevoir une tension variable de 0 à 5v provenant des capteurs analogiques.
- *14 numériques, numérotées de 0 à 13 peuvent envoyer et recevoir des signaux numériques (0 ou 1) se traduisant par 0 ou 5v.

2.2) Commande des moteurs :

Les moteurs sont commandées par la carte ARDUINO, par le circuit intégré L293D, et par le module Bluetooth hc-05.

2.2.1) Principe de fonctionnement :

L'utilisateur envoi les commandes a la carte ARDUINO a travers le module Bluetooth, la carte traite ses commandes et traite les données du capteur ultra-son et envoi des impulsions au circuit intégré L293D qui permet de fournir le courant nécessaire au moteurs a partir de la batterie.

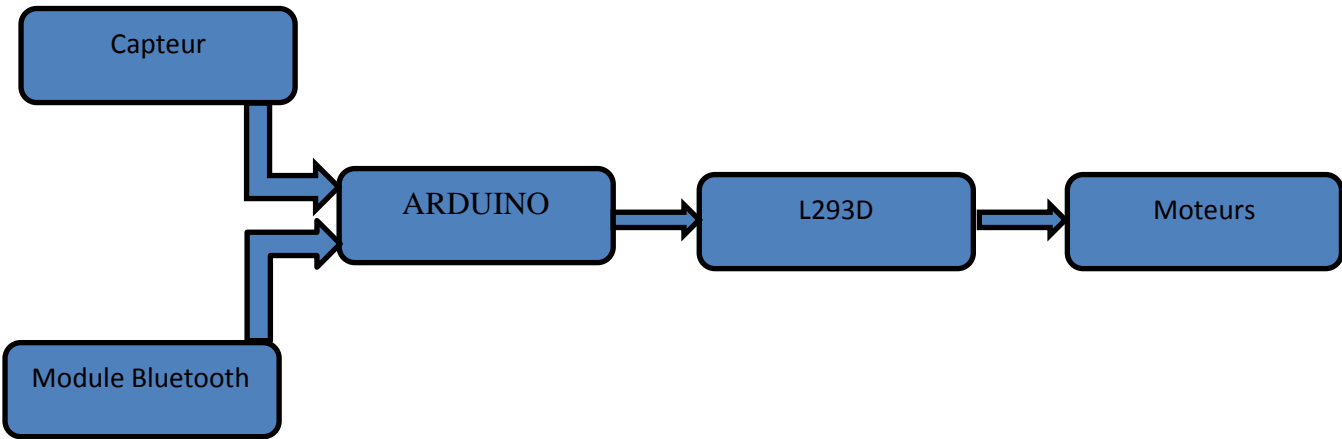


Figure3.14 : diagramme expliquant la commande des moteurs

2.2.2) Module Bluetooth :

On a utilisé le module Bluetooth hc-05 ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau3.7 : caractéristiques du module Bluetooth

Modèle	Hc-05
Configuration par défaut	9 600bauds 1kbps
Dimension	26.9mm*13mm*2.2mm
Portée	30m

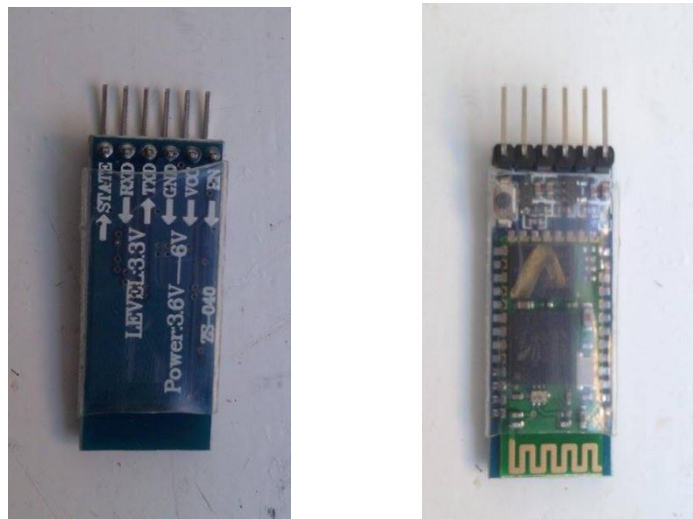


Figure 3.15 : image réelle du module Bluetooth

Il y a 6 pattes dont 4 uniquement sont utilisées couramment. Dans l'ordre :

- KEY : non utilisé (sauf configuration du HC05).
- VCC : alimentation en 5V d'Arduino.
- GND : à relier au GND d'Arduino.
- TXD : à relier au RX d'Arduino
- RXD : à relier au TX du arduino, mais par le biais d'un diviseur de tension. En effet, la tension d'entrée acceptée est de 0 ou de 3.3V, alors que le TX d'Arduino émet du 0 ou du 5V
- STATE : non utilisé.

La figure ci-dessous illustre le branchement du module Bluetooth sur la carte arduino.

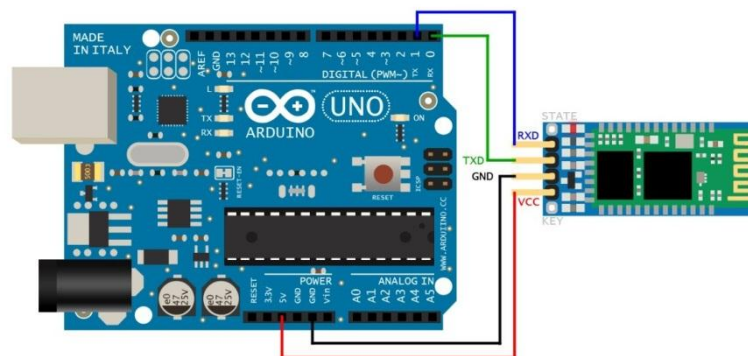


Figure3.16: schéma explicatif du branchement du module Bluetooth sur la carte arduino

2.2.3) Circuit intégré L293D :

Le L293D est le pilote de moteur le plus utilisé pour les petits robots il possède quatre demi-ponts en H, soit deux ponts complets permettant de commander 2 moteurs. Nous disposants de quatre moteurs donc nous avons branché les deux moteurs à gauche en parallèle ainsi que les deux moteurs a droite cela nous permet de faire la rotation du robot . ci-dessous la figure 3.17 illustrant le branchement du circuit avec la carte arduino et les moteurs.

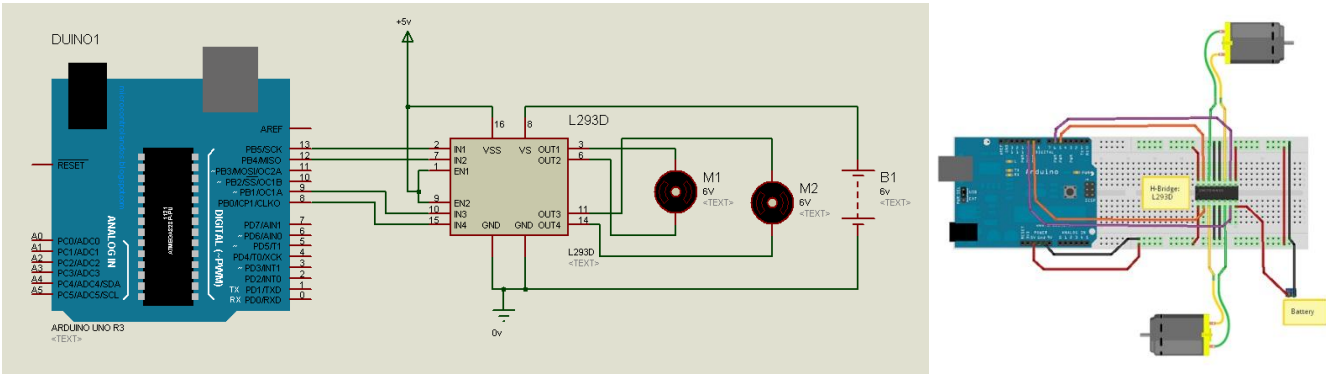


Figure3.17 : schéma explicatif du montage du circuit et des moteurs

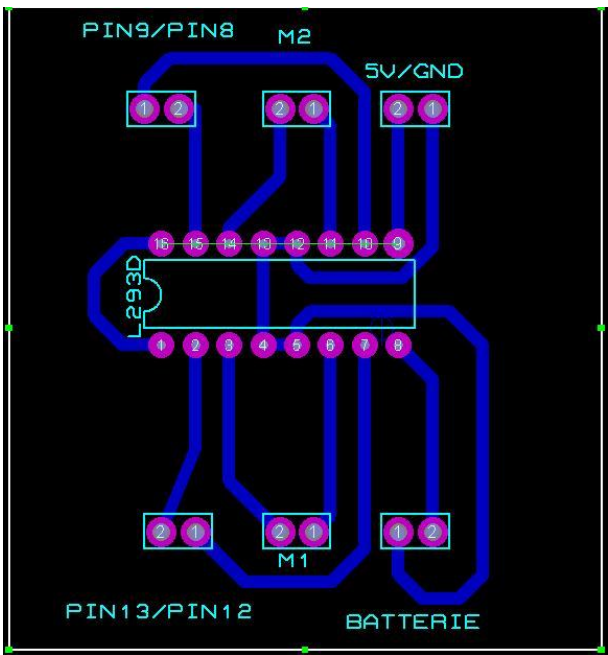


Figure3.18 : routage de la carte de commande des moteurs

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait la conception de notre projet, on a passé par beaucoup d'étapes commençant par l'alimentation (énergie renouvelable), ensuite la commande des moteurs, la programmation de la carte arduino et le choix des moteurs, des roues et des différents composants électriques

Chapitre 4 : Réalisation pratique du projet

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons faire la réalisation est la mise en œuvre des idées théoriques développée dans les chapitres précédents nous allons ainsi décrire les étapes de réalisation de notre projet.

Ces étapes se divisent en deux grandes parties :

➤ **La partie électrique :**

Dans la quelle on va décrire la réalisation des différentes cartes électriques qui sont :

- La carte de commande des moteurs

➤ **la partie mécanique :**

Dans la quelle on va décrire les différentes étapes de réalisation du bâti et les matériaux choisis.

1) Partie électrique :

1.1) La carte de commande des moteurs :

Pour commander les moteurs on a utilisé le circuit intégré L293D. Après avoir fait une étude théorique de ce circuit et un routage de la carte électrique sur laquelle on va l'implémenter, on a réalisé une carte de commande contenant le circuit intégré l293d et les connecteurs qui nous permettent de connecter les moteurs, les sorties de l'arduino et l'alimentation provenant de la batterie au différents pins du circuit intégré. On a utilisé pour cela des fils électriques. La figure 4.1 présente la carte de commande des moteurs.

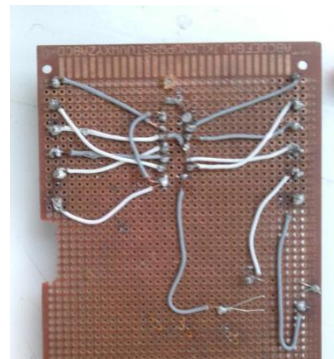
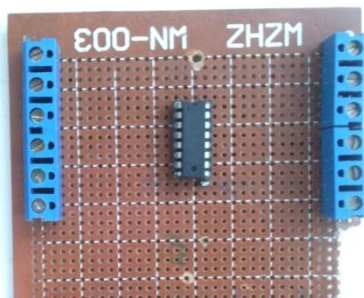


Figure4.1 : Réalisation de la carte de commande

Après avoir réalisé la carte de commande on l’a fixé sur une plaque en bois à coter de la carte arduino cela pour protéger les deux cartes et faciliter le raccordement des différents éléments. La figure 4.2 présente la carte arduino et la carte de commande des moteurs montées sur la plaque et le branchement des différents éléments.

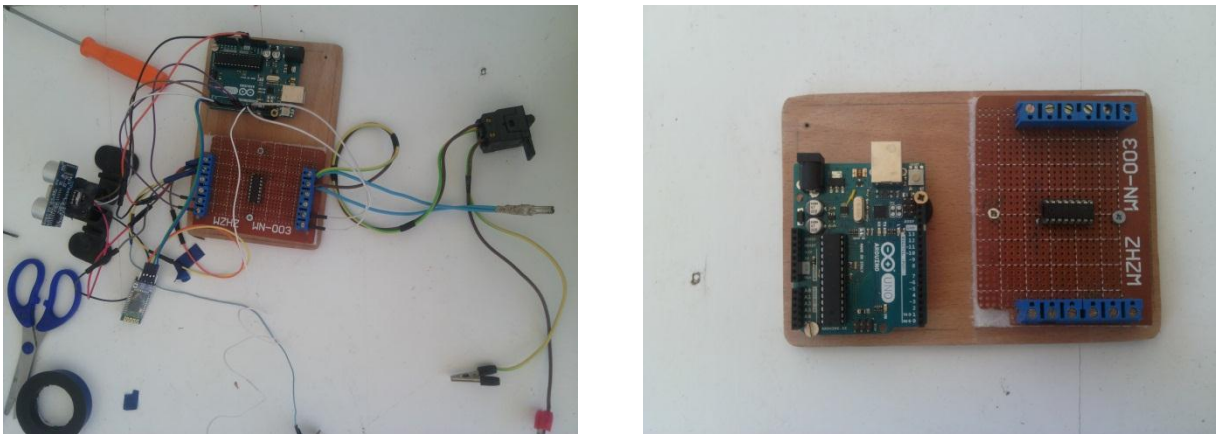


Figure4.2 : montage de la carte de commande avec la carte arduino et les autres composants

2) Partie mécanique :

2.1) Choix des matériaux

Pour réaliser notre bâti on a choisi le bois MDF d’épaisseur 5mm pour son poids faible et son endurance. En tenant compte des dimensions du panneau photovoltaïque et des équipements qui seront montés sur le robot on a essayé de réaliser un bâti relativement léger. Si dessous les dimensions des différents éléments du bâti :

Tableau 4.1 : dimensions des différents éléments du bâti

Elément	Dimensions
Les roues	65mm*28mm
Le panneau photovoltaïque	220*220mm
Le support du Smartphone	130*60mm
Le support du capteur ultra-son	50*85mm

2.2) Réalisation du bâti :

➤ Conception sur CATIA :

Pour avoir une idée théorique bien claire sur notre bâti nous avons fait une conception sur le logiciel CATIA qui est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO). Dans cette conception nous avons utilisé les dimensions réelles du robot. Nous l'avons modifié plusieurs fois pour aboutir au design final. Illustré dans la figure

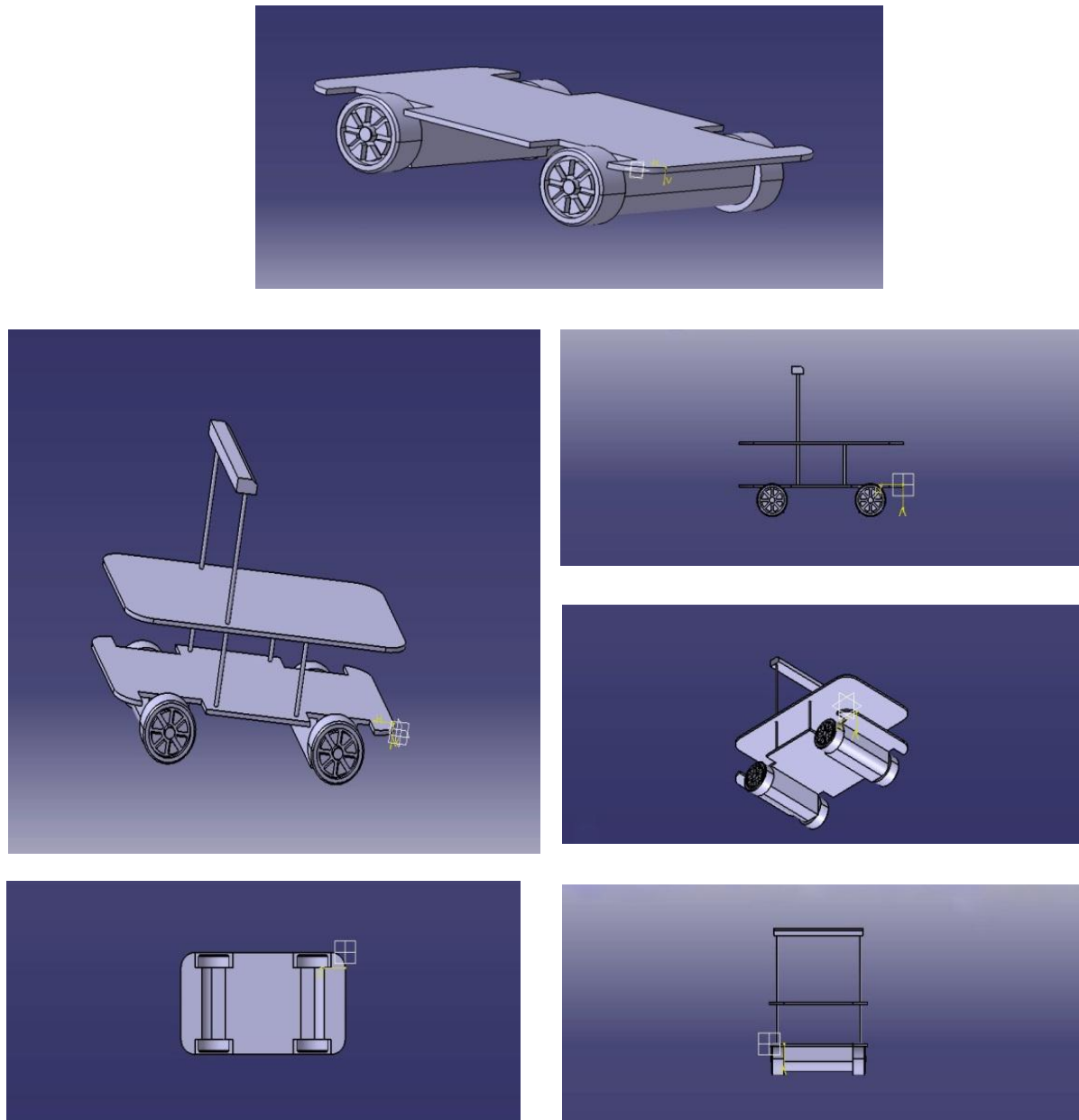


Figure4.3 : différentes vues du bâti sur CATIA

➤ Réalisation du bâti :

Après la conception nous avons passé à la réalisation de notre bâti. Au début on a réalisé les deux plaques et les supports des moteurs ensuite on a fait l'assemblage avec des tiges filetées des écrous et des rondelles ce qui nous a permis d'avoir un bâti totalement démontable. Une fois assemblée nous avons décidé de couvrir le bâti en papier autocollant et ajouter des plaques en placsiglace pour fermer les contours. nous avons abouti finalement a un bâti relativement léger et robuste qui peut fonctionner a l'extérieur. Les figures 4.4 et 4.5 illustres les différentes étapes de la réalisation.

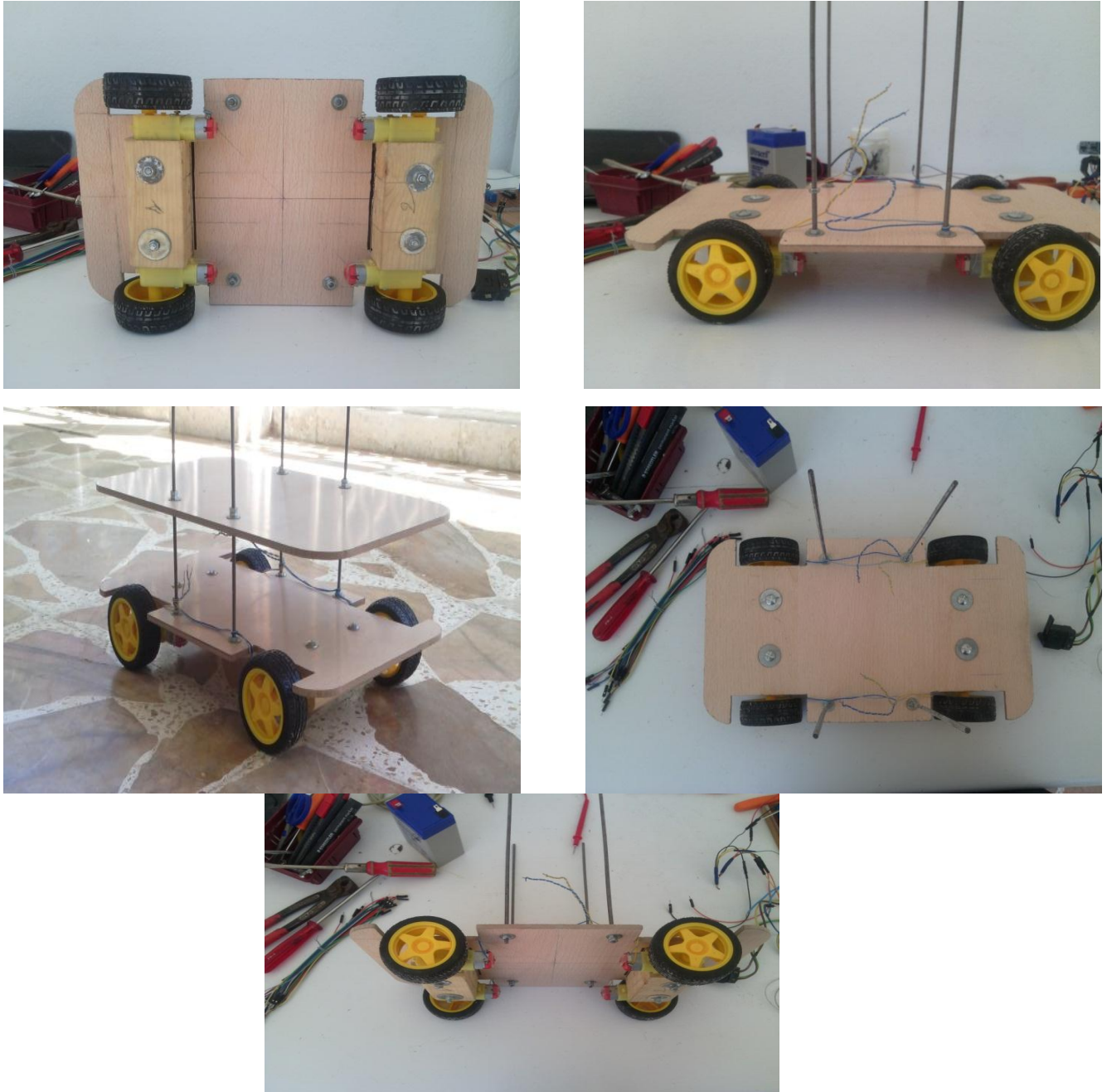


Figure4.4 : première étape d'assemblage du bâti

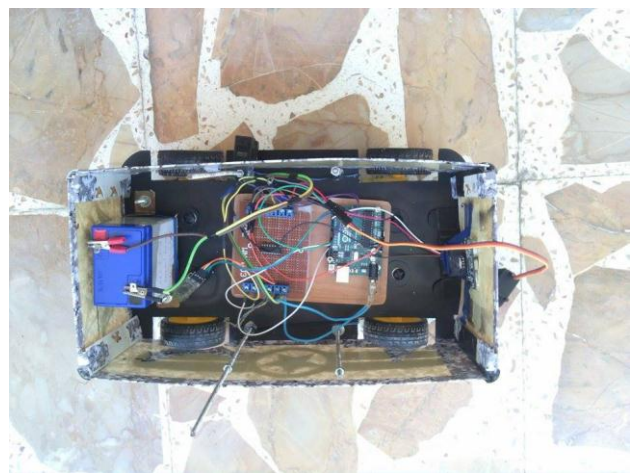


Figure4.5 : deuxième étape d'assemblage du bâti

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons réalisé notre projet. On a essayé de réaliser un robot robuste et qui peut être utilisé dans le domaine pratique. On a rencontré plusieurs difficultés (parallélisme des roues, distribution du poids, réalisation de la commande a distance ...). Après des différents essais et plusieurs modifications nous avons réussi à réaliser un robot conforme au cahier des charges.

Conclusion générale :

Les robots aujourd'hui peuvent être utilisés dans tous les domaines, tous est possible avec un robot, ce concept nous a poussé à réaliser notre projet qui a pour but de découvrir les zones dangereuses ou inaccessibles attribuant ainsi à la protection de nos soldats.

Après la réalisation pratique, et le test des différentes cartes assemblées, nous affirmons que nous avons achevé notre tâche demandée: un robot de surveillance alimenté par un panneau photovoltaïque équipé d'un capteur d'obstacles et commandé à distance. Ce projet peut être amélioré en remplaçant le module de commande Bluetooth et le module d'émission de la caméra par un module **gprs** qui permet de commander le robot à très grandes distances.

Durant la réalisation de notre projet nous avons rencontré plusieurs obstacles (parallélisme des moteurs, module de commande à distance,...) mais grâce à ce que nous avons appris durant nos études académiques et l'assistance de notre encadrant, on a pu confronter ces difficultés.