

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Projet de Fin d'Études

présenté par

**MENASRI WAHIBA**

&

**DEGUANI BOUTHAINA**

pour l'obtention du diplôme Du Master 2 en Électronique option Système de Vision et  
Robotique

---

Thème

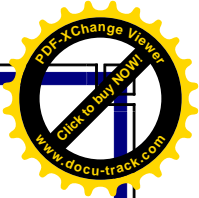
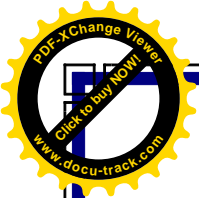
---

**Localisation et navigation d'un robot  
mobile par récepteur GPS embarqué.**

---

Proposé par : **Mr. KAZED BOUALEM**

Année Universitaire 2012-2013

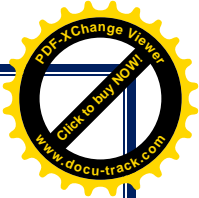
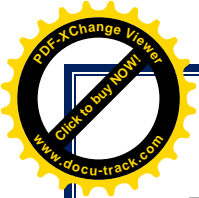


## DEDICACES

*Je dédie ce travail à :*

- ✓ *Ma mère, ma mère, ma mère et mon père qui se sont sacrifiés pour que je puisse continuer mes études, et réussir dans ma vie professionnelle.*
- ✓ *Mes frères Toufik, Djamel, Mohamed, Aziz et mes sœurs Hassina, Lamia, Sihem, Nadia et la petite Zouzou.*
- ✓ *Mes baux frères Farouk et Nourine.*
- ✓ *Mes belles sœurs Karima et Sara.*
- ✓ *Aux petits Abderahmane, Douaa, Wissem, Manou, Mimi, et ahlamo.*
- ✓ *A bakbouk qui me donne toujours l'importance et m'encourage pour continuer mes études.*
- ✓ *A mon grand frère Elhachemi et monsieur eddoud.*
- ✓ *A Moulet, Samira, Omar, et tous mes amis, plus particulièrement Rabah qui ma aider dans mon travail et sa famille.*
- ✓ *A la promotion de Master 2 SVR de l'USDB année 2012/2013.*
- ✓ *A monsieur KAZED qui a fait de leur mieux afin de m'offrir de bonnes études.*
- ✓ *Enfin, à toutes personnes qui connaissent Wahiba.*

**MENASRI Wahiba**



**Dédicace :**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents qui mon poussé et motivé dans mes études*

*Mes frangines Yousre et Fatima Zohra , et mon frangin Hicham*

*Mes tantes Houria ,Zoubida et saïda et aussi mes oncles Abdelmadjid  
,khalifa*

*Mes cousines Roufaïda , Youmna ,Loubna ,Nousayba et Maramé*

*Mes cousins Mohamed ,Salah ,Amin ,Aymen, Abdenour, Abdesalem,  
Abderaouf*

*Touts mes collèges d'Algérie télécom d'ACTEL Zeralda*

*Touts les étudiants de Master SVR promotion 2013*

*Mon amie d'enfance Oumayma*

*Ma binôme Wahiba*

*Mes chers amis Amina, Hiba,Samia,Azazen, Walid et a Hilalo*

*Mon promoteur Ms Kazed Bouelem qui ma aidé infiniment*

**DAGUIANI Bouthaina**



## RESUME :

*Le sujet traité dans la thèse présente une solution au problème de localisation et de suivi d'un robot mobile à partir des données issues du capteur dans un environnement structuré.*

*Dans ce cadre, le système de perception utilisé est un système de localisation basé sur un des capteurs extéroceptifs le GPS (Global Positioning System). Ce dernier, en outre, est capable de déterminer la position précise du robot, et à travers les données issues de capteur on peut orienter le robot vers la position désirée.*

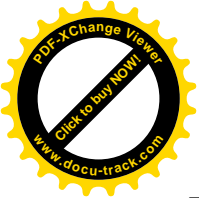
## ABSTRACT:

*The subject treats in the thesis presents a solution of the localization problems and follow-up of a mobile robot starting from the sensors exits data in a structured environment. Within this framework, the perception system used is a localization system based on one of the exteroceptive sensors the GPS (Global Positioning System). This last, moreover, is able to determine the precise position of the robot, and through the data resulting from sensor we can direct the robot towards the desired position.*

## ملخص

الموضوع المدروس في المذكرة يبرز حل لمشكل تحديد المكان و تتبع جهاز آلي متحرك , عن طريق معطيات يستقبلها من جهاز التقاط في محيط خارجي في هذا الإطار منظومة الإدراك المستعمل هي عبارة عن منظومة تحديد مكان معتمد على واحد من أجهزة الالتقاط التي تستجيب و تتأثر بالعوامل الخارجية .

من جهة أخرى باستطاعة جهاز الالتقاط أن يحدد مكان الجهاز الآلي بدقة , و عن طريق المعطيات المستقبلية من جهاز الالتقاط يمكننا توجيه هذا الجهاز الآلي الى مكان معين



## Liste des figures :

### **Chapitre 1 :**

- ✓ Figure.1.1 Estimation en temps réel de la position (x, y) et du cap  $\theta$ .
- ✓ figure.1.2 fonctionnement d'un radar doppler.
- ✓ figure.1.3 fonctionnement d'un radar doppler.
- ✓ Figure.1.4 Gyroscope mécanique de Foucault
- ✓ Figure.1.5 compas magnétique.
- ✓ Figure.1.6 principe de fonctionnement d'un capteur a ultrasons a gauche et a droite des modèles des capteurs ultrasons.
- ✓ Figure.1.7 capteur laser
- ✓ Figure.1.8 capteur CCD
- ✓ Figure .1.9 Repérage d'un robot mobile.

### **Chapitre 2 :**

- ✓ Figure.2.1 Les pseudo-distances.
- ✓ Figure.2.2 Les composants de système de localisation GPS.
- ✓ Figure.2.3 Les stations de contrôle de système de localisation GPS.
- ✓ Figure.2.4 Positionnement simple.
- ✓ Figure.2.5 Positionnement en altitude.
- ✓ Figure.2.6 Positionnement tridimensionnel à partir de trois satellites.
- ✓ Figure.2.7 Réception du signal GPS.
- ✓ Figure.2.8 DGPS.
- ✓ Figure.2.9 Les couches atmosphériques.

### **Chapitre 3 :**

- ✓ Figure.3.1 Faces avant et arrière du récepteur LS20031.
- ✓ Figure.3.2 Module GPS LS20031.
- ✓ Figure.3.3 L'Arduino Mega 2560.
- ✓ Figure.3.4 schéma simplifié d'un microcontrôleur.
- ✓ Figure.3.5 présentation des éléments de l'ARDUINO software.
- ✓ Figure.3.6 Terminal série.
- ✓ Figure.3.7 fenêtre graphique de l'EDI.

### **Chapitre 4 :**

- ✓ Figure 4.1 la roue en PVC.
- ✓ Figure 4.2 Un des moteurs utilisés dans notre travail.
- ✓ Figure 4.3 L298N.
- ✓ Figure 4.4 schéma interne de L289N.
- ✓ Figure 4.5 la carte de puissance.
- ✓ Figure 4.6 schémas interne de la carte de puissance.
- ✓ Figure 4.7 plateforme mécanique.



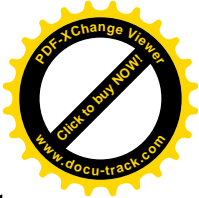
- ✓ Figure 4.8 liaison entre la carte de puissance et ARDUINO.
- ✓ Figure 4.9. Connexion du Module GPS .
- ✓ Figure 4.10 Le raccordement entre le module LS20031 et l'Arduino Mega 2560.

### **Chapitre 5 :**

- ✓ Figure.5.1 les étapes de travail.
- ✓ Figure.5.2 le raccordement électrique.
- ✓ Figure.5.3 l'antenne en céramique de GPS.
- ✓ Figure.5.4 le programme de test chargé dans l'Arduino.
- ✓ Figure.5.5 les messages issus du module LS2003.
- ✓ Figure.5.6 les coordonnées après l'extraction.
- ✓ Figure.5.7 l'orientation du robot vers la zone désirée.
- ✓ Figure.5.8 Schéma d'orientation du robot.

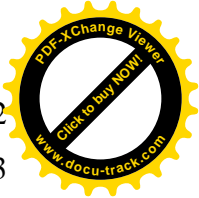
### **List des Tableaux:**

- ✓ Tableau 3.1: Spécifiques de Récepteur GPS LS20031.
- ✓ Tableau 3.2: NMEA messages.
- ✓ Tableau 3.3: la Donnée fixe de système de localisation globale GGA.
- ✓ Tableau 3.4: Les pines de module GPS LS20031.



# Sommaire :

Introduction générale.....	1
Introduction générale.....	2
<b>Chapitre 1 : Généralité.</b>	
1.1 Introduction .....	4
1.2 la navigation .....	4
1.3 Les systèmes de perception .....	5
1.3.1 Les capteurs proprioceptifs.....	5
1.3.1.1 Les capteurs de déplacement .....	5
1.3.1.2 Les capteurs d'attitude.....	7
1.3.2 Les capteurs extéroceptifs. ....	8
1.3.2.1 Les capteurs télémétriques.....	8
1.3.2.2 Les systèmes de vision.....	9
1.4 Les méthodes de localisation .....	9
1.4.1 Localisation a l'estime .....	10
1.4.2 Localisation absolue .....	11
1.4.2.1 Repères artificiels .....	12
1.4.2.2 Repères naturels .....	13
1.4.3 Méthodes hybrides .....	13
1.4.3.1 Le recalage dynamique.....	13
1.4.3.2 La coopération multi-capteur .....	14
1.5 Conclusion .....	14
<b>Chapitre 2: (GPS) Global Positioning System.</b>	
2.1 Historique du GPS .....	16
2.2 Le géo-positionnement .....	16
2.2.1 Généralités .....	16
2.2.2 Le système de localisation GPS .....	17
2.2.3 Principe de la mesure .....	17
2.2.4 Les composants de système de localisation GPS.....	18
2.2.5 Principe de localisation GPS .....	19
2.2.5.1 Positionnement simple sur le globe.....	19
2.2.5.2 Positionnement en altitude .....	20
2.2.6 Les coordonnées géographiques .....	20
2.2.7 Transmission et réception du signal GPS .....	21



2.2.7.1	Transmission des messages de navigation .....	22
2.2.7.2	Réception des messages .....	23
2.2.8	Extraction et exploitation des données .....	23
2.2.9	Le DGPS .....	23
2.2.10	Les erreurs de GPS .....	23
2.2.11	Les applications du système de localisation GPS .....	24
2.3	Conclusion .....	25

### **Chapitre 3: La description de la carte de commande Arduino et le module GPS.**

3.1	Les récepteurs GPS LS20030~3 .....	27
3.1.1	Définition.....	27
3.1.2	Caractéristiques de la série LS20030~3.....	27
3.1.3	Spécifiques de Récepteur GPS LS20031.....	28
3.1.4	Les applications de LS20031.....	29
3.1.5	Les paquets MTK NMEA.....	29
3.1.6	Indicateur de LED.....	30
3.1.7	Les pines de module GPS LS20031.....	30
3.2	La carte de commande Arduino .....	31
3.2.1	L'Arduino Mega 2560.....	31
3.2.2	Caractéristiques de l'Arduino Mega 2560.....	32
3.2.3	Le microcontrôleur ATmega2560.....	32
3.2.4	L'alimentation .....	33
3.2.5	Mémoire.....	33
3.2.6	Les entrées sorties de L'ATmega2560.....	33
3.2.7	Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino...	34
3.2.8	Description de la structure d'un programme .....	36
3.3	Conclusion.....	37

### **Chapitre 4: La conception mécanique et électronique.**

4.1	Robot mobile et domaine d'application.....	39
4.2	Architecture des robots mobiles.....	40
4.3	La structure mécanique et la motricité.....	40
4.3.1	Les mobiles à roués.....	40
4.3.2	Moteur a courant continu DC.....	41
4.3.3	Le contrôle des moteurs a courant continu via L298.....	41

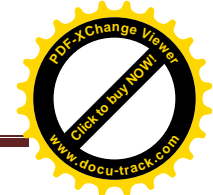




4.3.3.1	le L298N.....	41
4.3.3.2	Carte de puissance.....	42
4.3.3.3	La plateforme mécanique.....	44
4.4	Commande du robot.....	44
4.5	Système de localisation.....	45
4.6	Conclusion .....	46

## Chapitre 5: Tests et resultats.

5.1	Introduction.....	48
5.2	La communication de module GPS par PC portable et la gestion des données .....	49
5.2.1	La liaison électrique entre le PC, la carte Arduino et le récepteur GPS LS20031.....	49
5.2.2	La communication a travers l'espace de développement IDE	
5.2.3	.....	49
5.3	La réception des messages de navigation.....	50
5.4	Extraction des données et l'orientation du robot .....	51
5.4.1	Extraction des données nécessaire.....	51
5.4.2	La comparaison des coordonnées (latitude, longitude) de plusieurs trajectoires.....	52
5.4.3	L'orientation du robot vers la zone désirée .....	54
5.5	Les problèmes rencontrés et les solutions proposées.....	55
5.6	Conclusion .....	56
	Conclusion générale .....	57
	Références bibliographiques	
	ANNEXE1.	
	ANNEXE2.	



### **Introduction générale :**

Le problème de localisation d'un robot mobile est un problème essentiel pour tout asservissement en position. En effet, pour pouvoir maintenir ou aller à une position déterminée, il est nécessaire de connaître la position de ce mobile, au moins à un instant ; car si à aucun moment la position est disponible, il sera impossible de déterminer les actions à effectuer pour arriver au point de consigne.

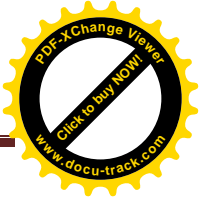
Ainsi, la formulation du problème de localisation d'un robot mobile est simple, car à partir des données issues des capteurs du robot, on détermine sa position.

Toutefois, ce problème est loin d'être simple et de nombreuses solutions peuvent être envisagées. En effet chaque méthode présente des avantages (rapidité de mesure, précision,...) et des inconvénients (lenteur de mesure, temps de calcul,...) qui font que l'utilisation d'une seule méthode n'est pas souhaitable.

Etant donné qu'il existe plusieurs méthodes de localisation par exemple la localisation relative qui est basée sur l'utilisation des capteurs proprioceptifs et la localisation absolue qui est basée sur les capteurs extéroceptifs.

Quel que soit le capteur utilisé, la localisation basée sur un modèle passe par quatre étapes principales qui sont : l'acquisition de données capteur brutes, l'extraction d'informations pertinentes, la mise en correspondance des données observées avec celles du modèle et l'estimation de la position et de l'orientation. La localisation absolue se base sur des points fixes dans l'univers ou bien des repères artificiels (satellites).

Dans notre projet nous utilisons un récepteur GPS modulaire adapté aux applications d'un système embarqué mobile. Afin de localiser notre robot ce récepteur fournira un ensemble de messages contenant un grand nombre d'informations y compris les coordonnées GPS (latitude et longitude) à un module de type arduino, lequel se chargera de décoder les messages pour extraire les valeurs exprimant la latitude et la longitude du robot à chaque instant. Connaissant les coordonnées il s'agira ensuite de le programmer pour aller à telle ou telle position désirée.



### **Organisation du mémoire :**

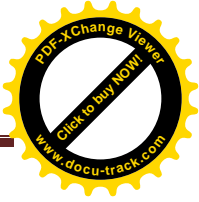
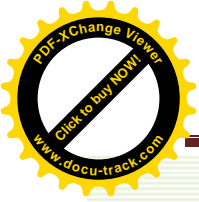
Le premier Chapitre est une introduction à la problématique de la localisation en robotique mobile, les systèmes de perception et les méthodes de localisation utilisées en robotique.

Le deuxième chapitre est consacré à la localisation par le système GPS (Global Positionning System), ces différents composants, son principe de mesure, ces applications et ces erreurs.

Pour mettre en marche notre travail on utilise le récepteur GPS LS20031 et la carte de commande arduino, alors on a fait une description détaillée sur ces deux cartes dans le troisième chapitre.

Le chapitre quatre englobe les détails de la partie mécanique et la partie électronique.

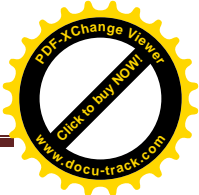
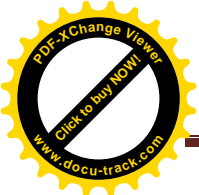
Le dernier chapitre présente les résultats des tests effectués avec les difficultés rencontrées et les solutions proposées.



# CHAPITRE 1

# Généralités

Dans ce chapitre, on décrit les systèmes de perception et les méthodes de localisation d'un robot mobile.



### 1.1 Introduction :

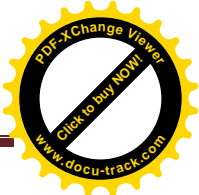
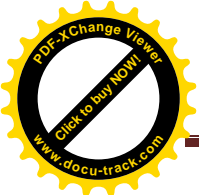
La complexité des tâches réalisable par véhicule (robot mobile) dépende des performances de son système de localisation (précision, fiabilité, robustesse, temps de réponse ..... ) et de la mobilité que lui donne son système de déplacement. Un robot mobile est donc généralement conçu pour effectuer un certain nombre de tâches que l'on peut classer en fonction du type d'environnement dans le quel évolue le véhicule (milieu structuré ou semi structuré, environnement naturel ...), et du degré de connaissance de cet environnement, de son caractère évolutif (obstacles fixes ou mobiles) ou encore du domaine d'application pour lequel le véhicule a été conçu.

Alors nous commencerons donc par détailler les principaux systèmes de perception utilisés en robotique mobile. Ensuite, nous présenterons les principales méthodes localisation.

### 1.2 la navigation :

Lorsque le véhicule navigue dans un milieu parfaitement connu et non évolutif, sa trajectoire peut être prédéterminée hors ligne. Dans le cas où la navigation s'effectue dans un environnement connu mais dans lequel peuvent apparaître des obstacles imprévus, des capteurs spécifiques doivent être utilisés pour contrôler en temps réel l'espace navigable et fournir les mesures nécessaires pour modifier en ligne la trajectoire du véhicule. Dans un milieu mal connu, la trajectoire doit être planifiée en ligne grâce à un système de perception extéroceptif capable de construire simultanément un modèle de l'espace navigable. Ce dernier type de tâche implique pour le véhicule des capacités décisionnelles qui peuvent être éventuellement complétées par l'intervention d'un opérateur humain.

La complexité de la méthode de navigation mise en œuvre sur un robot mobile dépend donc de l'environnement dans lequel il doit évoluer (milieu intérieur ou environnement naturel, sol plan ou irrégulier, milieu terrestre, sous-marin ou spatial...). Elle dépend également de la connaissance de cet environnement qui peut être figé ou évolutif et du mode de définition de la trajectoire (apprentissage préalable, planification en ligne...). Les performances du système de navigation sont étroitement liées à la précision, à la fiabilité et au temps de réponse des capteurs et des méthodes mis en œuvre pour localiser le véhicule.



### 1.3 Les systèmes de perception :

La fonction perception consiste globalement à saisir un certain nombre d'informations sensorielles dans le but d'acquérir une connaissance et une compréhension du milieu d'évolution.

Les capteurs constituent les éléments fondamentaux du système de localisation. On peut les classer en fonction du type de localisation associé :

- ✓ Les capteurs proprioceptifs qui fournissent des informations propres au comportement interne du robot, c'est-à-dire sur son état à un instant donné,
- ✓ Les capteurs extéroceptifs qui fournissent des informations sur le monde extérieur au robot.

#### 1.3.1 Les capteurs proprioceptifs :

Les capteurs proprioceptifs fournissent, par intégration, des informations élémentaires sur les paramètres cinématiques du robot. Les informations sensorielles gérées dans ce cadre sont généralement des vitesses, des accélérations, des angles de giration, des angles d'attitude.

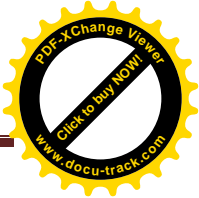
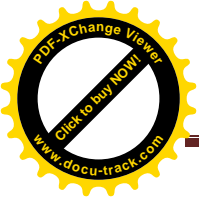
On peut regrouper les capteurs proprioceptifs en deux familles:

- ✓ Les capteurs de déplacement qui comprennent les odomètres, les accéléromètres, les radars Doppler, les mesureurs optiques. Cette catégorie permet de mesurer des déplacements élémentaires, des variations de vitesse ou d'accélération sur des trajectoires.
- ✓ Les capteurs d'attitude, qui mesurent deux types de données : les angles de cap et les angles de roulis et de tangage. Ils sont principalement constitués par les gyroscopes et les gyromètres, les capteurs inertiels composites, les inclinomètres, les magnétomètres. Ces capteurs sont en majorité de type inertiel.

##### 1.3.1.1 Les capteurs de déplacement:

###### Les odomètres :

Les odomètres permettent de fournir une quantification des déplacements curvilignes du robot en mesurant la rotation de ses roues. Le calcul de la position



relative du robot est réalisé par intégration des rotations élémentaires des roues voir la figure.1.1.

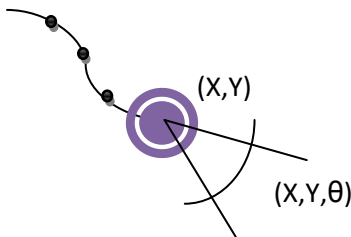


Figure.1.1 Estimation en temps réel de la position (x, y) et du cap  $\theta$ .

**Les accéléromètres:**

L'accéléromètre est un capteur qui mesure l'accélération linéaire en un point donné. En pratique, la mesure de la force et la déduction de l'accélération à l'aide d'une masse d'épreuve  $M$ , de masse  $m$ , reliée à un boîtier du capteur voir la figure.1.2.

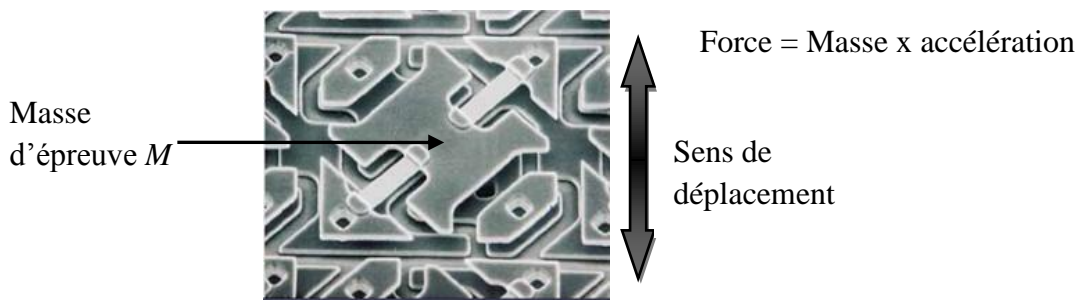


Figure.1.2 fonctionnement d'un radar doppler.

**Le radar Doppler :**

Le radar Doppler fournit une estimation instantanée de la vitesse linéaire d'une plate-forme mobile par rapport à un objet de la scène. Le principe est de diriger un faisceau électromagnétique de fréquence  $F$  vers le sol voir la figure.1.3.

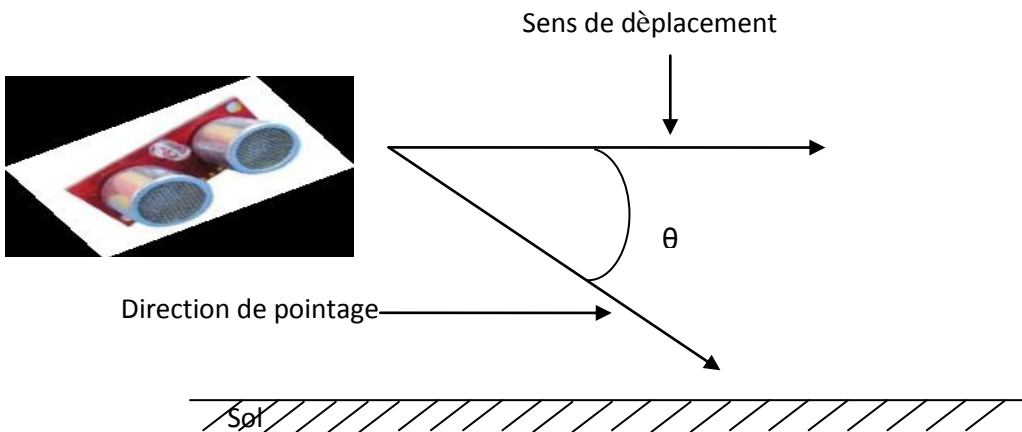


Figure.1.3 fonctionnement d'un radar doppler.

### 1.3.1.2 Les capteurs d'attitude:

#### Le gyroscope, gyromètre et gyrocompas :

Les gyroscopes permettent de mesurer une variation angulaire. Ils sont intéressants en robotique mobile parce qu'ils peuvent compenser les défauts des odomètres voir la figure.1.4.

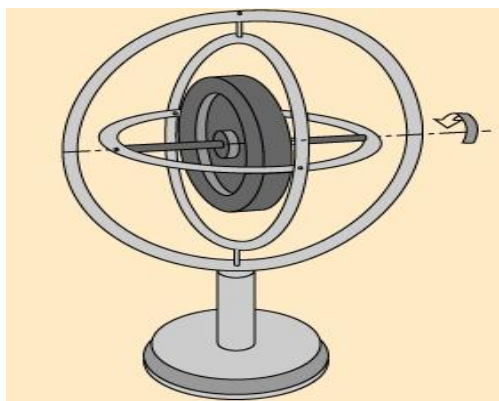


Figure.1.4 Gyroscope mécanique de Foucault.

#### Le magnétomètre ou compas magnétique :

Le magnétomètre qui est aussi appelé compas magnétique mesure la direction du champ magnétique terrestre pour déduire l'orientation du robot. Elle a l'avantage de consommer peu d'énergie, de n'avoir aucune pièce mobile, d'être résistante aux chocs et aux vibrations et d'être peu coûteuse et de taille petite voir la figure.1.5.



Figure.1.5 compas magnétique



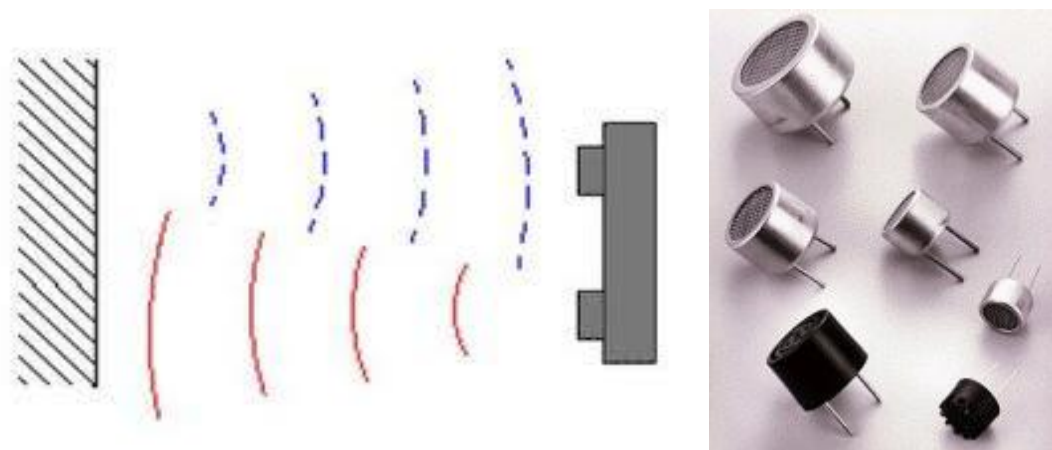
### 1.3.2 Les capteurs extéroceptifs :

Les capteurs extéroceptifs permettent de percevoir le milieu d'évolution du robot. Ils sont généralement le complément indispensable aux capteurs présentés précédemment. Des méthodes de fusion de données seront alors utilisées pour conditionner et traiter les informations sensorielles de natures différentes. Deux familles de capteurs extéroceptifs embarqués peuvent être identifiées : les capteurs télémétriques et les systèmes de vision.

#### 1.3.2.1 Les capteurs télémétriques:

##### Les capteurs à ultrasons:

Les capteurs à ultrasons utilisent l'air comme milieu de propagation voir la figure 1.6. La méthode de mesure consiste à exciter une céramique piézo-électrique à l'aide de quelques impulsions de fréquence égale à la fréquence de la pastille. Connaissant la vitesse de propagation de l'onde acoustique dans un milieu donné, la mesure du temps de vol de l'onde permet d'obtenir la distance d'un objet par rapport au capteur.

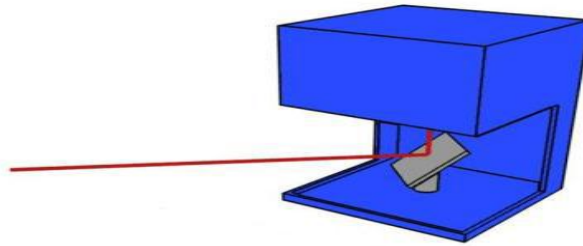


**Figure.1.6 principe de fonctionnement d'un capteur a ultrasons a gauche et a droite des modèles des capteurs ultrasons.**

##### Les capteurs laser:

Le capteur laser est basé sur l'émission d'une onde électromagnétique structurée voir la figure.1.7. Ce capteur permet donc d'obtenir un faisceau d'ondes très concentré, contrairement aux capteurs ultrasonores. Les systèmes laser possèdent de

nombreux avantages qui en font des capteurs souvent utilisés dans les applications de robotique mobile.



**Figure.1.7** capteur laser.

### 1.3.2.2 Les systèmes de vision:

Les systèmes de vision en robotique sont basés sur l'utilisation d'une caméra CCD voir la figure.1.8. Les systèmes de vision sont très performants en termes de portée, précision et quantité d'informations exploitables. Ils sont de plus les seuls capables de restituer une image sensorielle de l'environnement la plus proche de celle perçue par l'être humain.



**Figure.1.8** capteur CCD.

## 1.4 Les méthodes de localisation:

Nous avons précédemment positionné le problème de localisation, et par analogie avec la classification des capteurs, nous pourrions distinguer deux types de méthodes de localisation :

- ✓ Les méthodes de localisation relatives, basées sur l'utilisation des capteurs proprioceptifs,
- ✓ Les méthodes de localisation absolues, basées sur l'utilisation de capteurs extéroceptifs,

- ✓ Les méthodes dites « hybrides » qui sont basées sur l'utilisation conjointe des deux types de capteur.

### 1.4.1 Localisation a l'estime :

La navigation à l'estime, ou navigation relative, consiste à évaluer la position, l'orientation, et éventuellement la vitesse du robot mobile par intégration des informations fournies par des capteurs dits proprioceptifs. L'intégration se fait par rapport au point de départ du robot. Ces données peuvent être des informations de déplacement (odomètre), de vitesse (vélocimétrie) ou d'accélération (accéléromètre). Ces systèmes permettent d'obtenir un flux relativement important au niveau de l'obtention des estimations de position. Cette caractéristique intéressante a favorisé l'utilisation de ces systèmes de localisation en robotique mobile, ainsi que dans des secteurs de pointe tels que les domaines spatial et militaire : fusées, missiles, avions, sous-marins... Il n'y a que peu de méthodes basées sur l'utilisation unique de capteurs proprioceptifs. Ainsi dans la suite du paragraphe, nous ne fournissons qu'une explication succincte de ces techniques.

L'odométrie permet de déterminer la position et le cap  $(x,y,\theta)$  d'un véhicule par intégration de ses déplacements élémentaires, et ce, par rapport à un repère lié à sa configuration initiale voir la Figure.1.8.

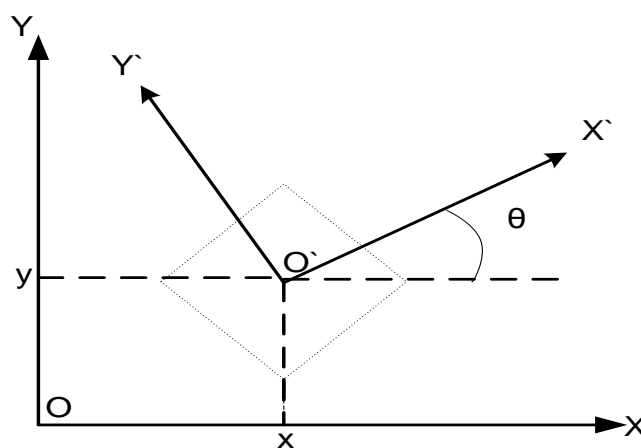
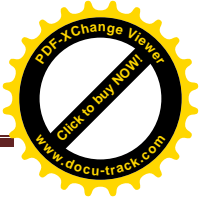
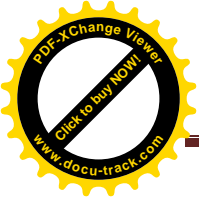


Figure .1.9 Repérage d'un robot mobile

L'algorithme de localisation est basé sur le comptage des impulsions générées par des codeurs durant une période d'échantillonnage connue. Connaissant le rayon



des roues et la distance entre chaque roue, il est possible d'exprimer de manière récursive la position et le cap du robot.

Les avantages de l'odométrie résident dans sa simplicité de mise en œuvre et dans son faible coût : ces caractéristiques en font un système de localisation couramment utilisé en robotique mobile. En outre, l'odométrie permet d'obtenir une estimation de la position et du cap à une cadence relativement élevée. L'inconvénient est une précision très médiocre sur des distances importantes, ce à cause des erreurs cumulatives.

La vélocimétrie est une méthode qui consiste à mesurer directement la vitesse du véhicule et à l'intégrer pour obtenir le déplacement. La vitesse de rotation instantanée, dans la majorité des cas, est obtenue avec des gyromètres. La vitesse linéaire est quant à elle généralement obtenue par l'utilisation d'un radar Doppler dirigé vers le sol.

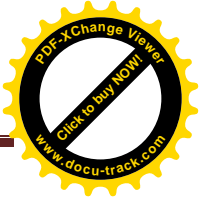
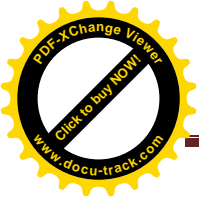
Ce type de navigation utilise les accéléromètres, les gyroscopes et les compas magnétiques. La localisation relative d'un robot est déterminée à partir d'informations acquises au cours de son mouvement. Les méthodes de localisation inertielles utilisent les informations d'accélération suivant des axes prédéterminés ou alors l'effet gyroscopique par rapport à des axes de rotations prédéfinis. Le calcul de la position est effectué par double intégration de ces informations.

### 1.4.2 Localisation absolue :

La localisation absolue est une technique qui permet à un robot de se repérer directement dans son milieu d'évolution, que ce soit en environnement extérieur (mer, espace, terre), ou en environnement intérieur (ateliers, immeubles, centrales nucléaires...). Ces méthodes de localisation sont basées sur l'utilisation de capteurs extéroceptifs.

Pour répondre à la problématique qu'est la localisation d'un robot dans son environnement, deux types de stratégies sont utilisables :

- La première consiste à utiliser des points de repère artificiels,
- La deuxième à utiliser des points de repère naturels.



### 1.4.2.1 Repères artificiels :

Les repères artificiels sont des balises caractéristiques qui sont ajoutées au milieu d'évolution du robot et dont les positions sont connues. L'inconvénient de ce type de techniques réside essentiellement dans son manque de souplesse et dans sa lourdeur d'utilisation. En effet un domaine d'évolution vaste nécessitera un investissement lourd en équipement. En outre tout changement de configuration de l'environnement impliquera une remise en cause du réseau de balises. En revanche cette technique a le gros avantage d'être précise, robuste et surtout de satisfaire la contrainte temps réelle.

Les balises artificielles peuvent être de deux types :

- Actives : elles émettent des signaux,
- Passives : elles ne peuvent pas émettre.

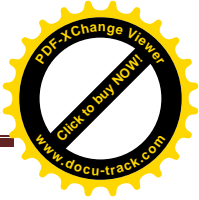
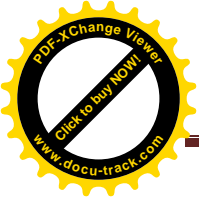
#### **Balises actives et GPS :**

Les balises actives sont généralement interactives avec le système de perception de l'engin mobile puisque ce sont elles qui émettent l'onde captée par l'équipement de mesure. Les deux principaux types d'organes de transmission utilisés sont les émetteurs de sources lumineuses (infrarouge par exemple) et les antennes émettrices hyperfréquences. Ces ondes peuvent être émises en continu ou être déclenchées par ordre provenant de l'équipement embarqué sur le mobile. Les systèmes à balises actives sont le moyen de navigation le plus communément utilisé pour les bateaux et les avions.

Le système GPS est finalement un système de localisation en environnement extérieur basé sur le repérage de balises actives que sont les satellites. Ce système, développé par le Département de la Défense des Etats-Unis, est composé de vingt-quatre satellites. Le récepteur terrestre peut calculer une position en mesurant le temps de vol des ondes renvoyées par les satellites. En théorie, trois satellites peuvent permettre de calculer la latitude, la longitude et l'altitude du récepteur.

#### **Balises passives :**

On appelle balises passives des repères artificiels n'échangeant pas de signaux avec le système de perception. Comme précédemment ce type de méthode est basé sur le repérage de balises artificielles placées à des positions connues dans le milieu



d'évolution du robot. La différence se situe au niveau de l'identification de la balise qui doit être faite par le système de perception. Ainsi le problème de la mise en correspondance est généralement facilité par un codage au niveau du marquage de la balise. Ces systèmes ont l'avantage d'être moins lourds à installer que les systèmes précédents.

### 1.4.2.2 Repères naturels :

Cette technique consiste à utiliser les éléments caractéristiques de l'environnement pour estimer la position du robot. L'intérêt de ces méthodes est donc sa souplesse d'utilisation puisqu'elles ne nécessitent pas d'aménager le milieu d'évolution du robot. Pour la problématique de localisation, une connaissance de l'environnement sera nécessaire. Suivant le niveau sémantique adopté pour décrire l'environnement, plusieurs types de représentations cartographiques pourront être gérés. La fonction de localisation peut se décliner en deux étapes :

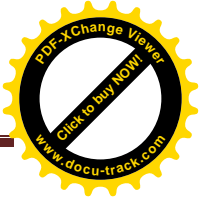
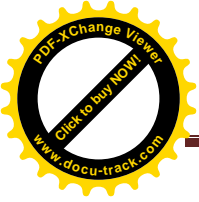
- ✓ La construction du modèle sensoriel : elle consiste à conditionner les mesures du capteur.
- ✓ La mise en correspondance de ce modèle avec la carte de l'environnement : elle consiste à apparier les observations avec des primitives cartographiques. Il s'agit là de l'étape prépondérante permettant d'estimer la configuration du robot.

### 1.4.3 Méthodes hybrides :

Les chercheurs se sont rendu compte de l'intérêt à utiliser conjointement la localisation à l'estime et la localisation absolue. On parle alors de recalage dynamique. Mais les méthodes hybrides intègrent aussi celles qui s'appuient sur la coopération de plusieurs capteurs proprioceptifs ou extéroceptifs. Dans cette optique, nous proposons une synthèse non exhaustive des méthodes basées sur le recalage et celles basées sur l'association de plusieurs capteurs. C'est dans ce cadre général que des problématiques de fusion de données sont à traiter.

#### 1.4.3.1 Le recalage dynamique:

Les méthodes de localisation à l'estime ont pour gros inconvénient de générer une erreur cumulative avec la distance parcourue. Pour pallier ce problème de dérive, on utilise un système de localisation absolue qui sera chargé de corriger régulièrement



l'estimation relative de position. Cette méthode de correction dynamique est désignée sous le terme de recalage dynamique.

### 1.4.3.2 La coopération multi-capteur:

Le recalage dynamique n'est qu'un cas particulier d'association possible de capteurs. En effet, d'autres combinaisons, telles qu'un ensemble de capteurs extéroceptifs fournissant des données complémentaires, sont intéressantes à utiliser pour la perception en robotique mobile.

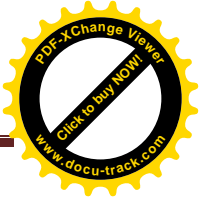
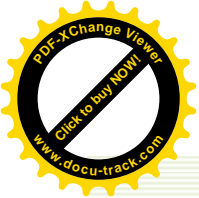
En effet, un capteur utilisé seul ne peut relever complètement toutes les caractéristiques de l'environnement. Il est généralement nécessaire de combiner des données provenant de plusieurs capteurs extéroceptifs.

## 1.5 Conclusion:

Le problème de localisation d'un robot mobile dans son environnement d'évolution nécessite de s'intéresser obligatoirement aux éléments de système de perception que sont les capteurs, et les méthodes de localisation. C'est ce que nous avons fait de façon la plus synthétique possible dans ce chapitre.

Par rapport aux systèmes de perception utilisés en robotique mobile, deux familles de capteurs peuvent être utilisées. Nous avons pu constater que celles ci sont complémentaires. C'est pour cette raison qu'un système de navigation sera généralement basé sur l'exploitation des informations sensorielles issues de ces deux catégories de capteurs.

On a choisi dans notre projet de localisation d'utiliser un des capteurs extéroceptifs qui est le récepteur GPS (GLOBAL POSITIONNING SYSTEM).

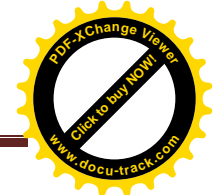


# CHAPITRE 2

## (GPS) Global Positioning System.

Dans ce chapitre, on décrit un système offrant une localisation qui est basée sur l'intégration de la technologie global positioning system (GPS).





## 2.1 Historique des télécommunications spatiales GPS :

Les recherches sur les techniques de radio navigation ont commencé dès le début des années 1920. Une première application a vu le jour à l'aube de la deuxième guerre mondiale au travers du système LORAN (Long Range Aid Navigation). Il a été le premier système à utiliser le principe d'analyse de la différence de temps entre l'envoi et la réception du signal radio.

Le premier système de radio navigation est LORAN était principalement utilisé pour la navigation maritime. C'était un système qui ne fonctionnait qu'en deux dimensions (latitude et longitude). En 1959 est lancé le premier satellite de radio navigation TRANSIT. Les différentes technologies utilisées pour ce programme ont été utiles pour le futur système GPS et ont démontrés leurs fiabilités.

De nombreux projets communs entre l'Aerospace Corp et le DoD (département de défense des USA) s'en sont suivis, dont le projet NAVSTAR, jusqu'au lancement du premier satellite GPS en avril 1980.

Des coupures budgétaires ont conduit, en 1982, le DoD à réduire la constellation GPS de 24 à 18 satellites.

Initialement prévu pour une utilisation militaire, le président des USA Ronald Reagan décide en 1983, suite au crash du vol Korean Air 007, de rendre disponible le système GPS à l'aviation civile.

En 1988, la décision est prise de passer la constellation GPS de 18 à 21 satellites plus 3 satellites de secours.

En 1990, le premier récepteur GPS grand public est commercialisé par TRIMBLE. Dans le même temps le DoD décide de mettre en place un système de dégradation du signal appelé SA (Selective Availability). Ce système n'a toutefois été activé qu'en juillet 1991 après la première guerre du Golfe. Le SA a été définitivement enlevé en mai 2000.

## 2.2 Le géo-positionnement:

### 2.2.1 Généralités :

Le géo-positionnement est la localisation d'une personne ou d'un système nomade (véhicules, robot mobile, téléphones,...) à la surface de la terre. Afin d'obtenir des informations supplémentaires sur un positionnement précis, la localisation trouvée est mise en corrélation avec des systèmes d'information.



Le géo-positionnement est un réel besoin dans le monde de mobilité où nous vivons. Il est encore plus important avec la multiplication des applications qui ont un réel besoin de positions pour fonctionner. Pour réaliser cette localisation on utilise Les systèmes de positionnement par satellites composés par le GPS.

### 2.2.2 Le système de localisation GPS :

le système **GPS (Global Positioning System)** est un système de navigation basé sur utilisation de satellites développé par le département de la défense des Etats-Unis, conçu initialement pour des applications militaires, il délivre également des signaux utilisables 24 heures sur 24 pour tout utilisateurs civil dans le monde entier et avec précision de 5 à 20 mètres.

### 2.2.3 Principe de la mesure :

Les satellites envoient des ondes électromagnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière. Connaissant la vitesse de propagation de la lumière, on peut alors calculer la distance qui sépare le satellite du récepteur en connaissant le temps que l'onde a mis pour parvenir du satellite au récepteur grâce à la formule suivante :

$$d = c * t$$

**d** : distance, **c** : vitesse de la lumière ou célérité,  
**t** : temps mis par l'onde pour arriver du satellite au récepteur.

Pour mesurer le temps mis par l'onde pour lui parvenir, le récepteur GPS compare l'heure d'émission (inclus dans le signal) et de réception de l'onde émise par le satellite (code C/A et/ou P). Cette distance est appelée pseudo distance.

Avec trois satellites on obtient trois pseudos distances qui permettent de déterminer la position.

Deux problèmes subsistent avec cette mesure :

Les horloges du récepteur et du satellite ne sont pas parfaitement synchronisées ; cela introduit un délai d'horloge qui apparaît comme une erreur sur la mesure de distance au satellite. C'est pourquoi **quatre satellites** sont nécessaires pour déterminer trois coordonnées et un délai d'horloge (**voir la figure.2.1**).

## (GPS) Global Positioning System

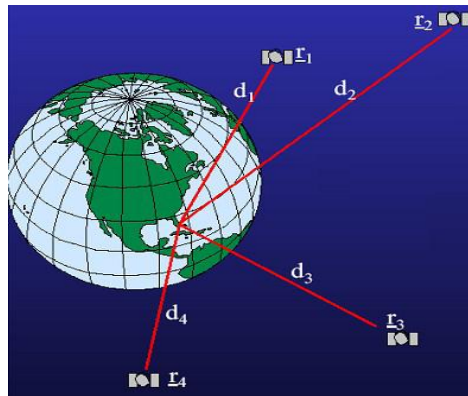


Figure.2.1 Les pseudo-distances.

### 2.2.4 Les composants de système de localisation GPS:

- **Le segment spatial (les satellites) :**

Est composé de 24 satellites NAVSTAR répartis sur 6 orbites circulaires inclinées de  $55^\circ$  par rapport au plan équatorial (21 satellites sont utilisés pour le système GPS et 3 satellites de secours qui prennent le relais en cas de panne d'un satellite). Le récepteur GPS capte entre 5 à 8 satellites. Chaque satellite circule à une altitude de 20184 km et fait une révolution complète en 12 heures.

Les récepteurs GPS captent les ondes L1 et L2 qui viennent des satellites, ces dernières contiennent les informations suivantes (l'heure d'envoi de l'onde, position satellite, l'éphéméride de l'orbite suivie, codes permettant la mesure de la distance).

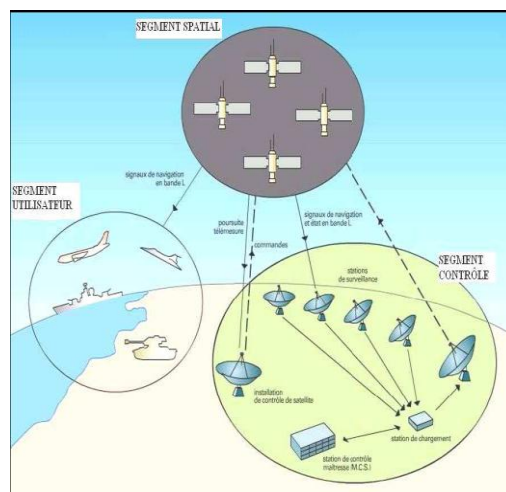


Figure.2.2 Les composants de système de localisation GPS.

- **Le segment contrôle et de commande (les stations de contrôle) :**

les stations de contrôle du GPS ont le but d'enregistrer les signaux émis par les 24 satellites et calculent leurs position orbitales (éphémérides), recalent les horloges atomiques et effectuent des corrections si nécessaires. Les stations sont (îles Hawaï (pacifique), Marshall (pacifique), Ascension (Atlantique), Diego Garcia (Océan Indien), Colorado Springs (USA)) (voir la figure.2.3).



**Figure.2.3 Les stations de contrôle de système de localisation GPS.**

- **Le secteur utilisateur:**

Il est formé par des récepteurs GPS qui reçoivent, décodent et traitent les signaux émis par les satellites GPS. Il existe une grande variété de modèles de GPS sur le marché. Certains spécialisés pour un type d'utilisation bien précise (secteur de l'automobile, randonnée en montagne, suivi d'itinéraire en mer ou dans l'air, etc...).

## 2.2.5 Principe de localisation GPS :

### 2.2.5.1 Positionnement simple sur le globe :

Pour effectuer une mesure correcte, un récepteur doit capter les signaux d'au moins trois satellites (triangulation). On définit ainsi des sphères centrées sur des satellites et dont l'intersection donne la position.

Chaque satellite envoie son propre numéro d'identification, sa position précise par rapport à la terre, ou dans le repère lié à Greenwich, l'heure exacte d'émission du signal. Le récepteur GPS, grâce à son horloge synchronisée sur celle des satellites, détermine le temps que met une onde pour parcourir la distance qui le sépare d'un satellite et la multiplie par la vitesse de la lumière pour en déduire la distance au

satellite. La latitude et la longitude du récepteur GPS sur le globe terrestre sont alors connues.

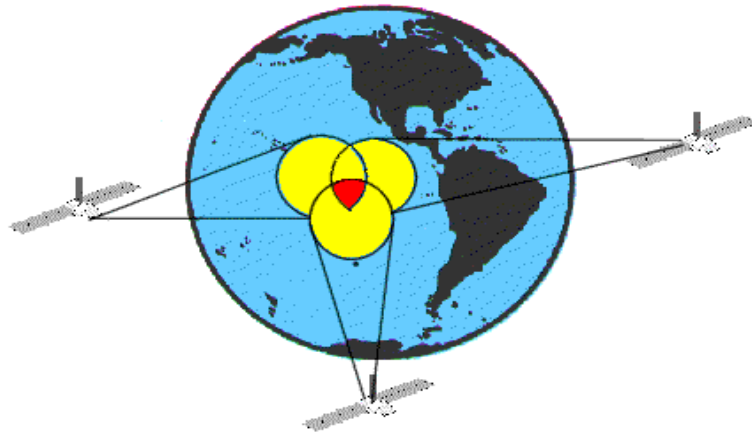


Figure.2.4 Positionnement simple.

### 2.2.5.2 Positionnement en altitude :

Pour connaître en plus de la latitude et longitude, l'altitude, un quatrième satellite est nécessaire. Plus ce dernier sera proche de la verticale de la position du récepteur GPS, plus l'altitude sera fiable. Un algorithme de calcul affine donc la position 3D en utilisant un maximum de satellites. D'ailleurs le récepteur GPS indique de lui même, le nombre de satellites en vue, c'est-à-dire utilisables.

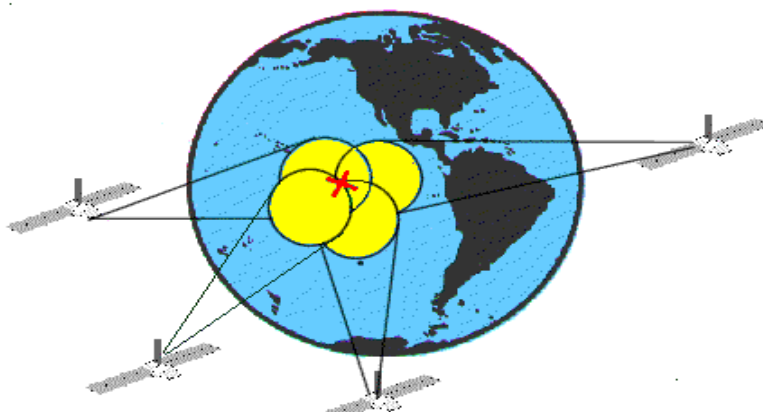


Figure.2.5 Positionnement en altitude.

### 2.2.6 Les coordonnées géographiques :

Les coordonnées géographiques d'un point M de la surface de la Terre sont :

- ✓ **La longitude:** Angle orienté entre le plan méridien origine et le plan méridien contenant le point M. Le méridien d'origine est celui de Greenwich.

- ✓ **La latitude**: angle orienté entre le plan de l'équateur et la normale à l'ellipsoïde passant par le point M.
- ✓ **La hauteur h** : distance algébrique entre le point M et l'ellipsoïde.

T1, T2 et T3 sont les dates d'émission des ondes de chaque satellite.

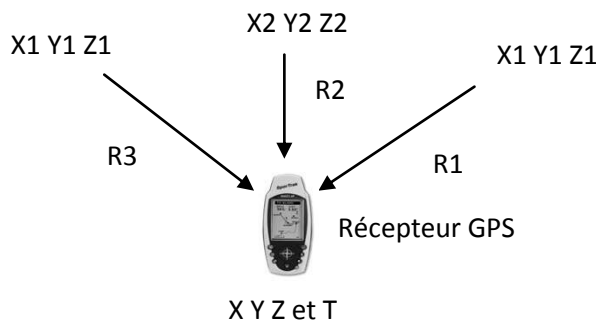
R1, R2 et R3 sont les distances respectives entre les satellites et le récepteur.

Ces distances Ri se déterminent de la manière suivante :

$$R_i = \text{Vitesse} \times (T - T_i)$$

Ou bien

$$R_i = \sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2}$$



**Figure.2.6 Positionnement tridimensionnel à partir de trois satellites.**

### 2.2.7 Transmission et réception du signal GPS :

Les satellites émettent simultanément deux ondes radio (ondes porteuses) délivrées par les horloges atomiques sur une fréquence fondamentale de 10,23 MHz. En multipliant cette fréquence par 154 ou 120, on élabore deux fréquences élevées en bande L1 : L1 = 1575,42 MHz et L2 = 1227,60 MHz. Ces fréquences ne traversent ni le béton ni un feuillage dense. Il est donc nécessaire que le récepteur soit dans une zone dégagée.

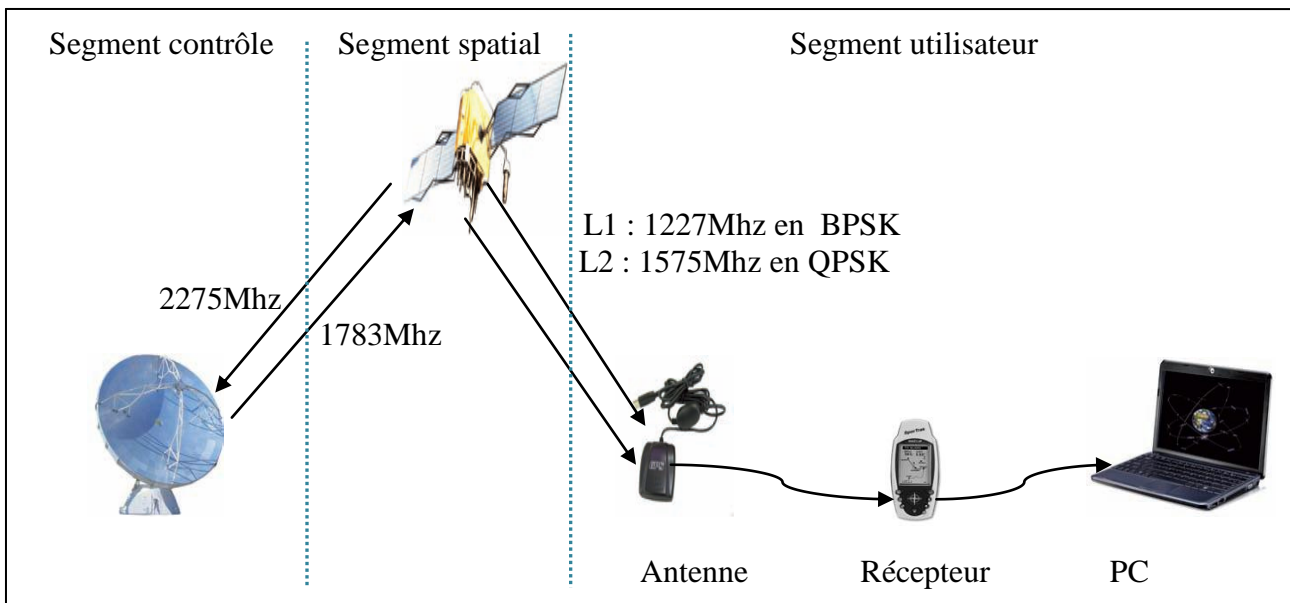


Figure.2.7 Réception du signal GPS.

### 2.2.7.1 Transmission des messages de navigation :

Chaque satellite envoie à intervalle de temps régulier un message de navigation (tempsUTC, position satellite, état satellite...). Ce message s'effectue par émission de plusieurs signaux.

Trois types de signaux sont émis :

- ✓ Un message de navigation avec l'almanach du système (état de santé, éphémérides, identification, positions, temps, correcteurs d'horloge, etc.), sur la fréquence L1. Le message est constitué de 1500 bits, à 50 Hz (durée 30 s) est appelé trame de communication.
- ✓ Un code dit C/A. (Coarse/Acquisition, acquisition grossière du code message, pour les utilisateurs civils) au rythme de la milliseconde, permettant la mesure de la distance, et qui module L1. Le code de 1023 bits est émis à 1,023 Mbits/s et dure donc 1 seconde. C'est ce signal qui peut être dégradé par une erreur volontaire appelée SA
- ✓ Un code dit P (Precise Code) à intervalles longs et réservé uniquement aux utilisateurs privilégiés du GPS. Ce code est émis sur L1 et L2 à une fréquence 10 fois plus grande de 10,23 Mbits/s. Sa durée est de 7 jours. Les clients utilisent des clés de décryptage.

Note : La fréquence L2 étant réservée exclusivement à l'armée américaine.

Chaque satellite possède son propre code C/A et code P. Le code C/A est dit « modulé » par le message de navigation (modulation de phase).



### 2.2.7.2 Réception des messages :

Le récepteur GPS civil connaît tous les codes C/A des 24 satellites. Le récepteur effectue une auto corrélation entre le signal reçu et un signal généré en interne. Ce signal interne est obtenu entre l'horloge du récepteur et le choix d'un code C/A.

Enfin, un décodage et une vérification de la cohérence des informations issues du message sont réalisés en interne.

### 2.2.8 Extraction et exploitation des données :

Le récepteur GPS peut alors communiquer ses informations traitées avec son environnement (ordinateur, autre GPS, traceur de route, etc.) selon le protocole de communication NMEA-0183 (National Marine Electronic Association).

### 2.2.9 Le DGPS :

Le GPS différentiel (DGPS) a pour objectif d'améliorer la précision du positionnement GPS. Des mesures sont effectuées en un lieu de position connue ; ces mesures sont comparées aux valeurs théoriques et leur différence fournit une correction transmise vers l'utilisateur. Cette correction est intégrée dans le calcul de la position.

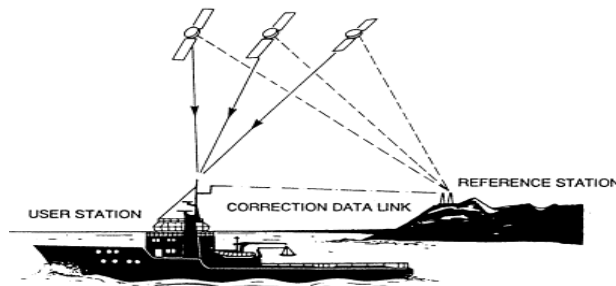


Figure.2.8 DGPS.

### 2.2.10 Les erreurs de GPS :

L'acquisition du signal est quelque peu « dégradée ». En effet, le signal reçu par le récepteur GPS diffère du signal émis, pour plusieurs raisons. Les principales sources d'erreurs sont dues:

- **Selective Availability :** Le "Selective Availability " (SA) est une dégradation volontaire du signal par les USA. Depuis le 1er mai 2000 le SA a été supprimé, mais il pourrait être réactivé et elle est de l'ordre 30m.



- **Erreur d'orbite :** Bien que les stations de contrôle réactualisent la position des satellites, il se peut que de faibles erreurs subsistent et elle est de l'ordre 2.5m.
- **Erreur d'horloge au satellite :** La précision des horloges atomiques embarquées à bord des satellites est de l'ordre de quelques nanosecondes ; cette imprécision peut générer une erreur de l'ordre de quelque mètres.
- **Erreur d'horloge au récepteur :** Dépend de la qualité de l'oscillateur.
- **Erreurs atmosphériques :**
  - ✓ **Erreurs ionosphériques :** L'onde électromagnétique se propage moins vite dans un milieu chargé que dans le vide ; hors l'ionosphère est chargée en ions et électrons de manière très variable. et elle est entre 5-30m.
  - ✓ **Erreurs troposphériques :**

L'onde électromagnétique est ralenti par l'atmosphère concentrée dans cette couche (8 km à 17 km d'au-dessus du pôle à l'équateur). Et elle est entre 5-30m.

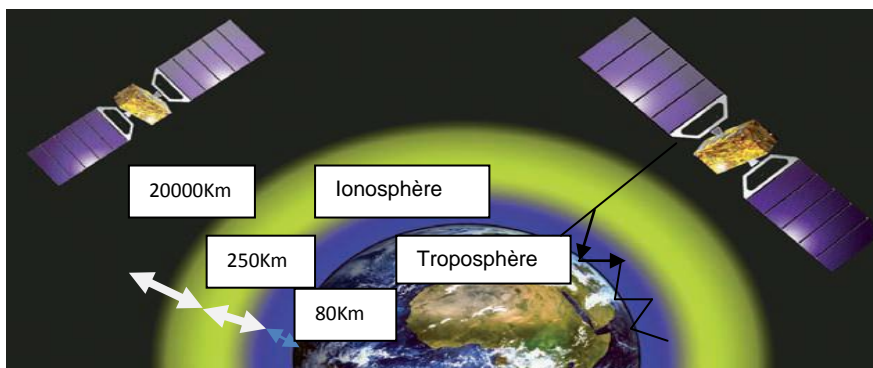


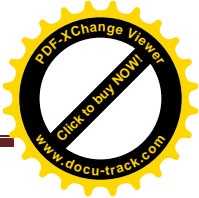
Figure.2.9 Les couches atmosphériques.

- **Trajet multiple :** Absorption, atténuation, réflexion ou réfraction des signaux sur des obstacles. et elle est entre 0-20m.

### 2.2.11 Les applications du système de localisation GPS :

Connaître sa position a toujours été une préoccupation de l'homme qui a développé, au fil du temps, les moyens nécessaires pour s'orienter et se déplacer au bon endroit. Aussi, avec l'évolution des nouvelles technologies ces dernières années, les méthodes de localisation s'appuyant sur les systèmes de télécommunications spatiales ont pris un essor important dans de nombreuses activités humaines.

Les applications de ces systèmes spatiaux en matière de localisation et de navigation sont particulièrement nombreuses et diversifiées. On les trouve essentiellement dans les

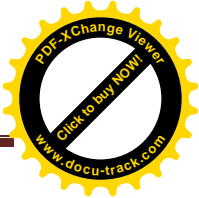
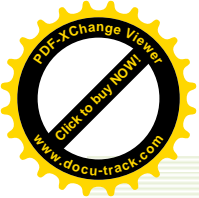


transports (aérien, routier, maritime, ferroviaire) mais aussi dans l'environnement, l'assistance aux personnes, la géodésie, les loisirs...

Les systèmes de localisation et de navigation par satellites sont aujourd'hui utilisés dans de nombreux domaines.

### **2.3 Conclusion :**

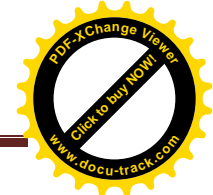
Dans cette partie on a décrit d'une manière détaillée le système de positionnement GPS et on a vu que c'est un moyen très intéressant dans plusieurs domaines et surtout dans la localisation des robots mobile d'extérieur. Dans le chapitre suivant on décrira notre module de réception le GPS LS20031 et la carte Arduino Mega2560 utiliser pour commander ce dernier.



# CHAPITRE 3

## **Description des cartes électronique (Arduino et récepteur GPS).**

Dans ce chapitre on va décrire l'architecture électronique du récepteur GPS LS20031 et la carte de commande Arduino Mega 2560.



### 3.1 Les récepteurs GPS LS20030~3 :

#### 3.1.1 Définition :

Les produits de la série LS20030~3 sont des récepteurs GPS avec des antennes intelligentes (une antenne incorporée et un circuit de réception (GPS)). Le produit est basé sur le circuit MC-1513 de SMD qui emploie la solution de MediaTek chip. L'antenne intelligente de GPS peut acquérir plus de 66 satellites à la fois et ils sont caractérisés par une faible consommation de courant. Il peut donner des résultats avec une haute sensibilité même dans les endroits urbains et l'environnement de dense feuillage.

#### 3.1.2 Caractéristiques de la série LS20030~3:

- Solution de haute sensibilité de MediaTek MT3318 (voir le schéma fonctionnel de système LS20031 sur la **Figure -2- (ANNEXE2)**)
- Supporte 32 canaux GPS.
- Très faible consommation de puissance.
- Taux de mise à jour : jusqu'à 5 hertz.
- Enregistreur de données intégré.
- Prévision hybride libre d'éphéméride pour réaliser un démarrage à froid plus rapide.
- Contient une batterie pour sauvegarder les données de l'acquisition pendant une courte période.
- LED : indiquant la réception de paquets de données.

Dans notre système on va utiliser le récepteur **LS20031** :

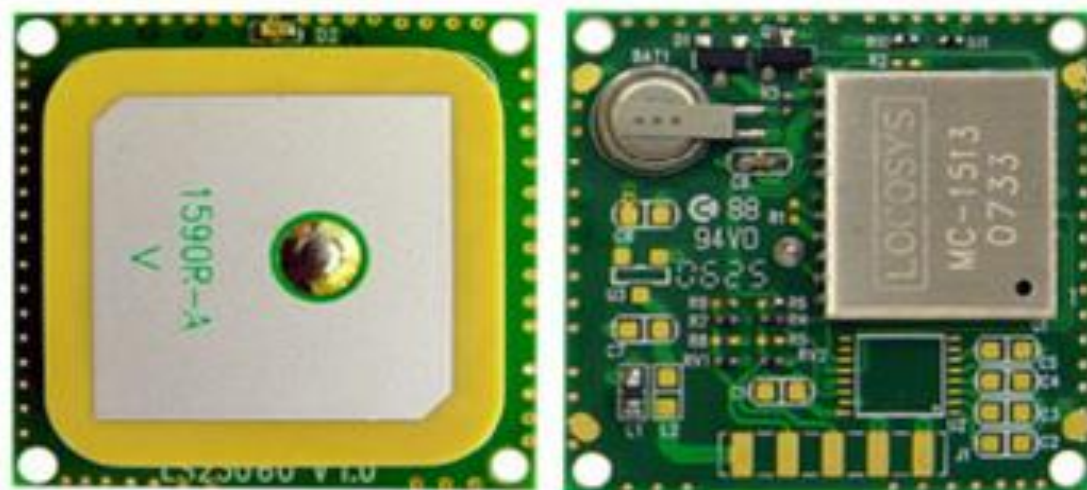
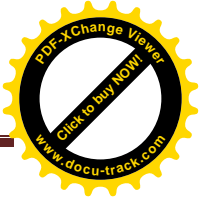


Figure.3.1 Faces avant et arrière du récepteur LS20031

### 3.1.3 Spécifiques de Récepteur GPS LS20031: tableau 3.1

<b>chip</b>	MediaTek MT3339	
<b>Fréquence</b>	L1 1575.42MHz, code de C/A	
<b>Les canaux</b>	Support 32 canaux	
<b>Mise à jour</b>	1 Hz par défaut au 5Hz	
<b>Temps d'acquisition</b>	Début chaud (Open Sky)	2s (typiques)
	Démarrage à froid (Open Sky)	36s (typiques)
<b>l'exactitude de position</b>	Autonomes	3m (2D RMS)
	SBAS	2.5m (dépend de l'exactitude des données de correction)
<b>Informations</b>	WGS-84 (défaut)	
<b>Max. Altitude</b>	< 18,000 m	
<b>Vitesse maximale</b>	515 m/s	
<b>Protocole support</b>	Ver 3.01 NMEA 0183	9600 bps (1), 8 bits de données, aucun bit parité, 1 bit stop (défaut) 1Hz : GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG



### 3.1.4 Les applications de LS20031:

- Positionnement et navigation personnels,
- Navigation des véhicules,
- Navigation marine.

### 3.1.5 Les paquets MTK NMEA :

Le LS20031 utilise le protocole PMTK NMEA pour communiquer (les commandes de configuration et les messages de localisation).

#### Format de paquet de MTK NMEA :

Preamble	TalkerID	PktType	DataField	*	CHK1	CHK2	CR	LF
----------	----------	---------	-----------	---	------	------	----	----

#### Les messages NMEA : (tableau 3.2)

NMEA record	Description
<b>GGA</b>	Global positioning system fixed data
<b>GLL</b>	Geographic position -latitude/longitude
<b>GSA</b>	GNSS DOP and active satellites
<b>GSV</b>	GNSS satellites in view
<b>RMC</b>	Recommended minimum specific GNSS data
<b>VTG</b>	Course over ground and ground speed

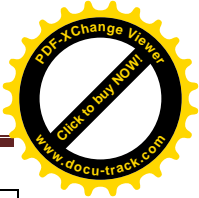
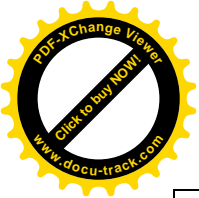
On prend aussi un exemple **RMC**: Le **tableau 3.3** contient le détail de l'exemple suivant:

#### Le tableau3.3

**RMC---Recommended Minimum Specific GNSS Data** : Le tableau3.3contient le détail de l'exemple suivant:

\$GPRMC,053740.000,A,2503.6319,N,12136.0099,E,2.69,79.65,100106,,A\*53<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	053740.000		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	2503.6319		ddmm.mmmm
N/S indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12136.0099		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
Speed over ground	2.69	knots	True
Course over ground	79.65	Degrés	



## Le Récepteur LS20031 et la carte de commande Arduino

Date	100106		Ddmmyy
Magnetic variation		Degrés	
Variation sense			E=east or W=west (Not shown)
Mode	A		A= autonome, D=DGPS, E=DR
Checksum *53			
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message

Et on peut voir les autres messages de navigations NMEA (**GLL, GSA, GSV, GGA, VTG**) détaillé dans l' **ANNEXE1**.

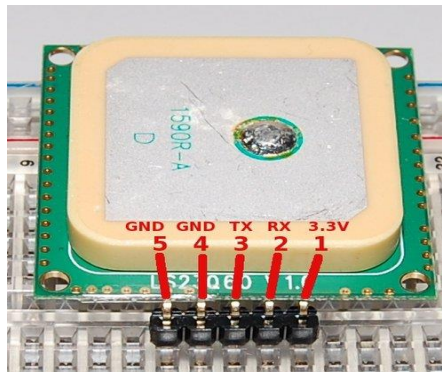
### 3.1.6 Indicateur de LED :

La LED rouge est un indicateur de GPS. En mode continu, elle clignote une fois par seconde où la position est fixe. Autrement elle est éteinte. La synchronisation est détaillée sur Figure -5- (**ANNEXE2**).

### 3.1.7 Les pins de module GPS LS20031 : tableau 3.4

On peut voir la représentation des pines sur la carte sur la **Figure.3.2**

PIN	Nom	Type	Description
1	VCC	P	Power input
2	RX	I	Data input (TTL level)
3	TX	O	Data output (TTL level)
4	GND	P	Ground
5	GND	P	Ground



**Figure.3.2 Module GPS LS20031.**

Afin d'exploiter le module GPS LS20031 nous allons utiliser une carte de commande de type Arduino Mega 2560, pour interpréter les données issues de ce module et de gérer les mouvements du robot en fonction de la mission à accomplir.



### 3.2 La carte de commande Arduino :

#### 3.2.1 L'Arduino Mega 2560 :

La carte Arduino repose sur un circuit intégré (un mini ordinateur appelé également microcontrôleur) associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes :

- ✓ Côté entrées, des **capteurs** qui collectent des informations sur leur environnement comme la variation de température via une sonde thermique, le mouvement via un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc.
- ✓ Côté sorties, des **actionneurs** qui agissent sur le monde physique telle une petite lampe qui produit de la lumière, un moteur qui actionne un bras articulé, etc.

L'**Arduino Mega 2560** est construit autour d'un microcontrôleur ATmega2560, et des composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits.

Il est doté de 54 broches d'entrée/sortie (dont 14 peuvent être utilisées comme des sorties PWM), de 16 entrées analogiques, 4 émetteurs récepteurs universels asynchrones UART (ports série matériel), un oscillateur à cristal 16 MHz, une connexion USB, une entrée d'alimentation, et un bouton de réinitialisation.

Il contient tout ce qui est nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur. Nous pouvons le brancher à un ordinateur au moyen d'un câble USB ou l'allumer avec une batterie ou un adaptateur CC/CA pour le démarrer (Figure.3.3).

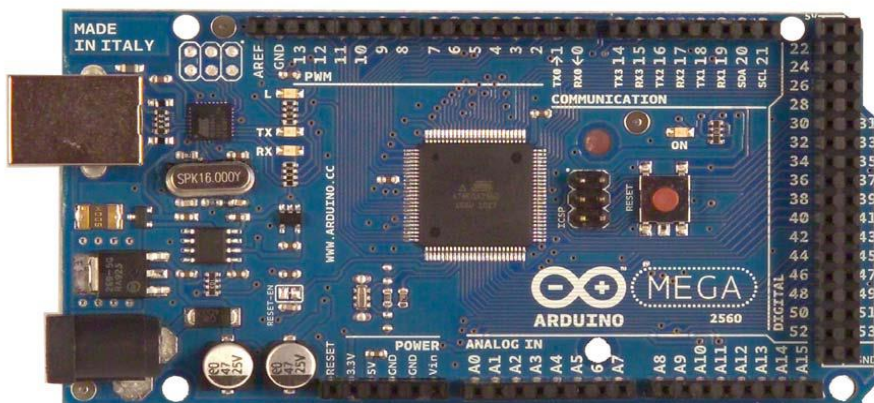


Figure.3.3 L'Arduino Mega 2560.



### 3.2.2 Caractéristiques de l'Arduino Mega 2560:

- Microcontrôleur ATmega2560.
- 5V Tension de fonctionnement.
- 54 Entrée/Sorties Numériques (dont 14 fournissent une sortie PWM).
- 16 Broches d'entrée analogiques.
- Chaque broche peut fournir 40 mA de courant continu.
- Une Broche pouvant fournir jusqu'à 50 mA sous 3.3V.
- Mémoire Flash de 256 Ko de laquelle 8 Ko utilisés par le bootloader.
- 8 Ko de SRAM.
- 4 Ko EEPROM.
- Fréquence 16 MHz.

### 3.2.3 Le microcontrôleur ATmega2560:

Est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires (mémoire morte pour le programme, mémoire vive pour les données), des périphériques et interfaces d'entrées-sorties. Les microcontrôleurs se caractérisent par un plus haut degré d'intégration, une plus faible consommation électrique (il consomme quelques milliwatts en fonctionnement et quelques nanowatts en veille), une vitesse de fonctionnement de quelques dizaines de mégahertz, un coût réduit par rapport aux microprocesseurs polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

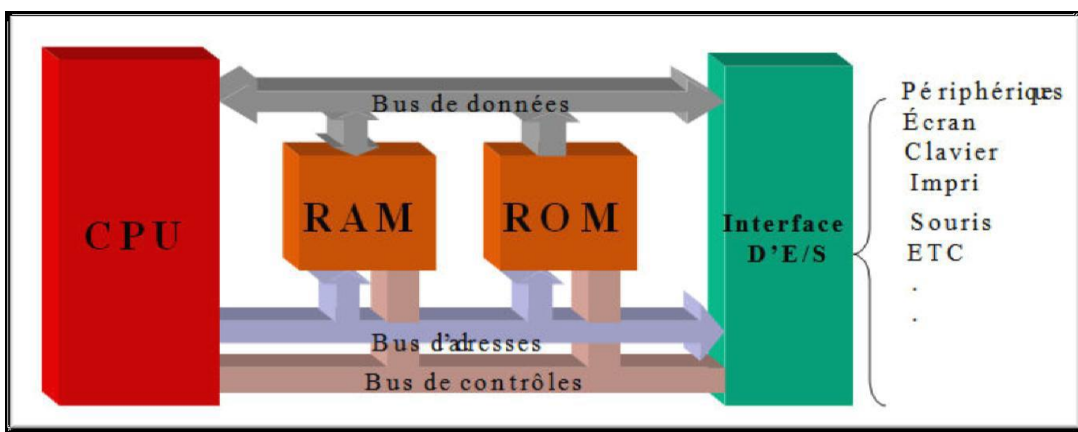
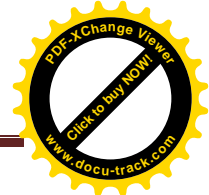


Figure.3.4 Schéma simplifié d'un microcontrôleur.



### 3.2.4 L'alimentation :

Les Arduino peuvent être alimentés via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement.

L'alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou de la batterie.

- **VIN.** La tension d'entrée à la carte Arduino quand il s'agit d'utiliser une source d'alimentation externe.
- **5V.** Cette broche produit un 5V régulé par le régulateur sur la carte. L'arduino peut être alimenté soit à partir de la prise d'alimentation CC (7 - 12 V), le connecteur USB (5V) ou la broche VIN du conseil (7-12V).
- **3V3.** Une alimentation de 3,3 volts générés par le régulateur à bord. Le courant maximal sur la broche est de 50 mA.
- **GND.** Broches de masse.
- **IOREF.** Cette entrée permet d'utiliser une source de tension externe comme tension de référence pour le convertisseur Analogique-Numérique, si elle n'est pas utilisée le convertisseur utilise 5v comme tension de référence.

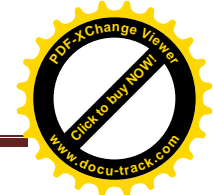
### 3.2.5 Mémoire :

Le ATmega2560 dispose de 256 Ko de mémoire flash pour stocker le code (dont 8 Ko est utilisé pour le bootloader), 8 Ko de SRAM et 4 Ko de mémoire EEPROM (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque EEPROM ).

### 3.2.6 Les entrées sorties de L'ATmega2560:

Chacune des 54 broches numériques sur le Mega peut être utilisé comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions `pinMode()`, `digitalWrite()`, et `digitalRead()`. Ils fonctionnent à 5 volts. Elles peuvent fournir un courant maximal de 40 mA sur chaque broches et ont une résistance de pull-up interne (déconnecté par défaut) de 20-50 kOhms. En outre, certaines broches ont des fonctions spécialisées:

- **P Série: 0 (RX) et 1 (TX), P série 1: 19 (RX) et 18 (TX), P série 2: 17 (RX) et 16 (TX), P série 3: 15 (RX) et 14 (TX).** Les RX permettent de recevoir, les TX pour transmettre des données en série aux niveaux TTL.
- **Interruptions externes: 2 (interruption 0), 3 (alarme 1), 18 (interruption 5), 19 (interruption 4), 20 (interruption 3) et 21 (interruption 2)** Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur un front montant ou descendant, ou un



changement d'état.

- **PWM: 2 à 13** Fournir 8 bits avec la sortie PWM analogWrite () fonction.
- **LED: 13** Il ya une LED intégrée connectée à la pine numérique **13**. Lorsque la broche est à l'état haut, la LED est allumée, lorsque la pine est à l'état bas, elle est éteinte.

Il ya un couple d'autres pines de la carte:

- **AREF**. Tension de référence pour les entrées analogiques. Utilisé avec la fonction analogReference ().
- **Réinitialiser**. Apportez cette ligne basse pour réinitialiser le microcontrôleur.

### 3.2.7 Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino :

L'environnement de programmation Arduino (IDE) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing. L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles par le microcontrôleur.

Le logiciel Arduino a des fonctions principales :

- Pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino.
- Connecter la carte Arduino avec un PC pour y transférer les programmes.
- De communiquer avec la carte Arduino à travers le port série 0.

Cet espace de développement intégré (EDI) qui est dédié à la programmation des cartes Arduino comporte :

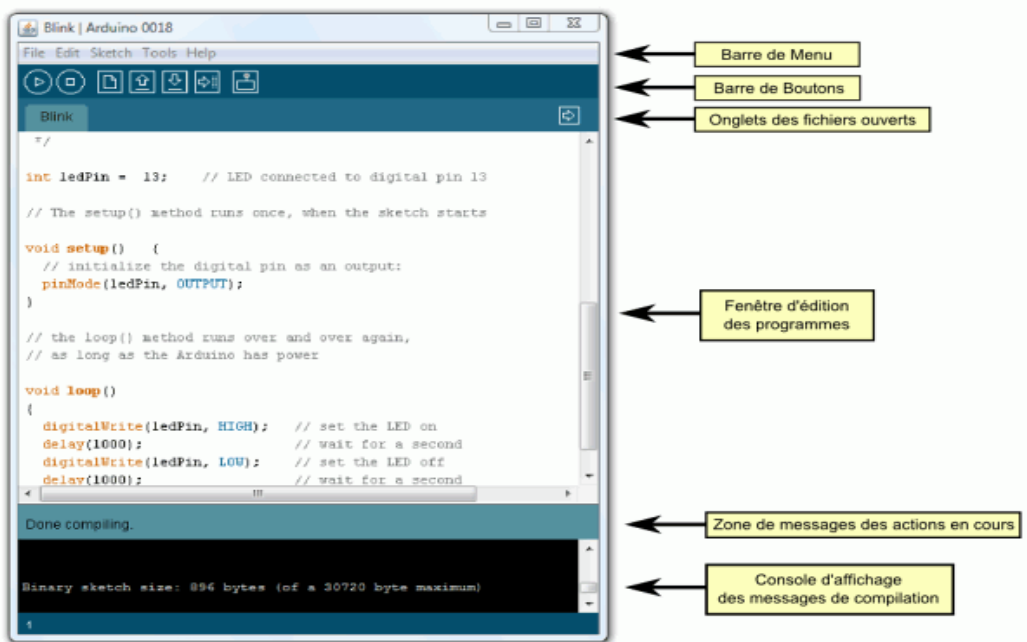


Figure.3.5 présentation des éléments de l'ARDUINO software.

- TERMINAL SERIE** (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facile des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, des résultats des calculs ou des conversions analogique-numérique : alors c'est un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.

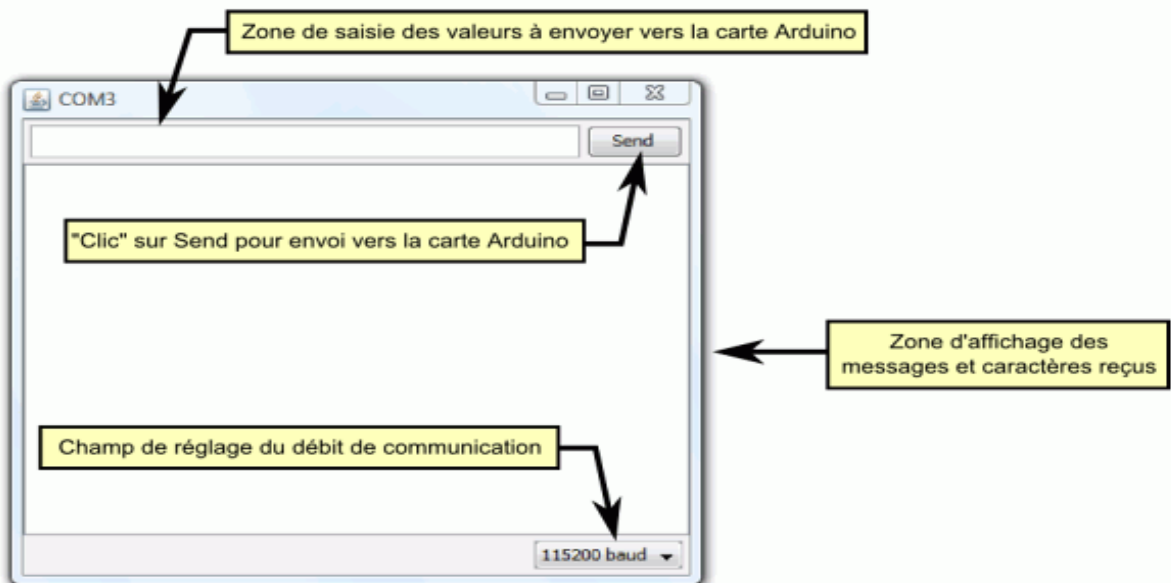


Figure.3.6 TERMINAL SERIE

## 3.2.8 Description de la structure d'un programme :

Le programme utilisateur 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, dans l'ordre défini par les lignes de code. Cette structure se décompose en trois parties:

- ✓ Description des constantes et variables du programme,
- ✓ Fonction principale : configuration des entrées/sorties et éléments à configurer (cette partie ne sera exécutée qu'une seule fois) dans le partie void setup() ,
- ✓ Fonction boucle : description du fonctionnement général du programme (gestion des interactions entre les entrées/sorties) dans la partie void loop().

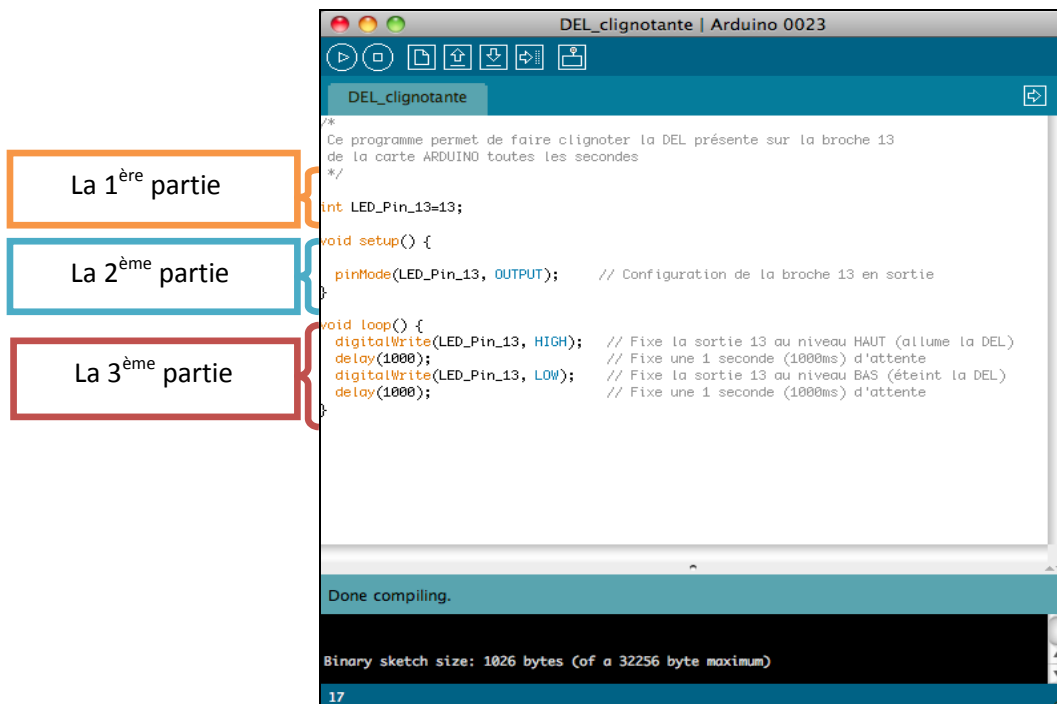
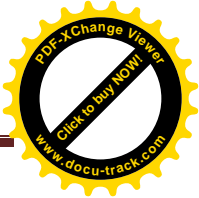


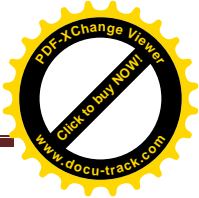
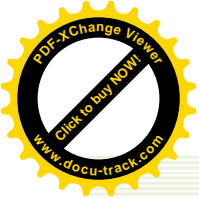
Figure.3.7 fenêtre graphique de l'EDI



### 3.3 Conclusion :

La carte de commande Arduino Mega2560 est une carte très utilisée dans le domaine de la robotique grâce a sa rapidité et facilitée d`utilisation, c`est pour cela que nous l`avons choisie pour la gestion des données issues du module de réception LS20031 et aussi pour commander notre robot.

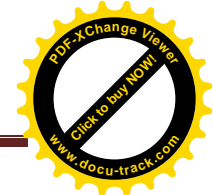
Dans le chapitre suivant on parlera de la réalisation de la partie mécanique, la carte de puissance et l`assemblage des cartes (Arduino, récepteur LS20031).



# CHAPITRE 4

## Conception Mécanique et électronique

Dans le quatrième chapitre on se focalise sur le côté mécanique et la partie puissance du robot mobile.



#### 4.1 Robot mobile et domaine d'application:

L'appellation « robot mobile » désigne généralement un véhicule capable de naviguer de manière autonome dans un environnement complexe, parfois évolutif, partiellement connu ou inconnu, et d'exécuter les tâches programmées sans intervention humaine ou avec une intervention réduite.

La complexité des tâches réalisables par le véhicule dépend des performances de son système de localisation (précision, fiabilité, robustesse, temps de réponse...) et de la mobilité que lui confère son système de locomotion. Un robot mobile est donc généralement conçu pour effectuer un certain nombre de tâches que l'on peut classer en fonction du type d'environnement dans lequel évolue le véhicule (milieu structuré ou semi-structuré, environnement naturel...), du degré de connaissance de cet environnement, de son caractère évolutif (obstacles fixes ou mobiles) ou encore du domaine d'application pour lequel le véhicule a été conçu.

Le développement des recherches en robotique mobile concerne un grand nombre d'applications, parmi lesquelles :

- ✓ **Les véhicules routiers** pour les quels sont développés des systèmes d'aide à la conduite, de pilotage automatique et/ou de télé-conduite;
- ✓ **La robotique agricole** avec l'automatisation des engins de récolte qui nécessite des systèmes de guidage sur structures végétales et les véhicules dédiés à l'acquisition automatique de données en milieu naturel ;
- ✓ **La robotique de service** pour le transport, le nettoyage ou la surveillance des locaux, en milieu agroalimentaire, industriel, hospitalier, etc. ;
- ✓ **Les applications médicales** avec le développement de véhicules pour l'aide aux handicapés ;
- ✓ **La robotique sous-marine** pour l'automatisation des opérations de maintenance sur les structures offshore, les tâches de reconnaissance, d'exploration et d'acquisition de mesures sur l'environnement;
- ✓ **Les travaux publics** avec la conception d'engins de chantiers automatisés ;
- ✓ **La robotique spatiale** qui s'intéresse aux problèmes d'exploration planétaire (modélisation d'environnements naturels) et d'intervention sur les stations (télémanipulation...);
- ✓ **La robotique en milieu hostile** qui intervient en particulier dans le domaine nucléaire pour la surveillance et la maintenance des centrales (reconnaissance et



cartographie des niveaux de radiation), l'aide au démantèlement/assainissement des sites radioactifs ;

- ✓ Les robots pour l'**exploitation minière** ;
- ✓ **Les applications militaires** (opérations de déminage...).

## 4.2 Architecture des robots mobiles:

L'architecture des robots mobiles se structure en trois éléments :

- ✓ La structure mécanique et la motricité
- ✓ Le système de traitement des informations et gestion des tâches.
- ✓ Le système de localisation.

## 4.3 La structure mécanique et la motricité :

### 4.3.1 Les mobiles à roués:

La mobilité par roues est la structure mécanique la plus communément appliquée. Cette technique assure selon l'agencement et les dimensions des roues un déplacement dans toutes les directions avec une accélération et une vitesse importante. Et dans notre projet on utilise des roues de grandes tailles de diamètre 12cm a base de PVC pour que le robot puisse rouler à l'extérieur (voir la figure.4.1).



**Figure 4.1 : la roue en PVC.**

### 4.3.2 Les Moteurs à courant continu DC:

Les déplacements des robots sont réalisés par des moteurs de type électrique, moteurs à courant continu DC. Le stator est constitué d'un aimant permanent pour les petits moteurs ou d'un électroaimant, alimentés en courant continu, pour les plus gros moteurs. Le rotor est constitué d'un électroaimant qui est alimenté en courant continu dans un sens puis dans l'autre. L'alimentation se faisant par des "balais" qui frottent sur un "Collecteur". Pour notre réalisation on a utilisé deux moteurs à 12 volts (voir la figure 4.2).

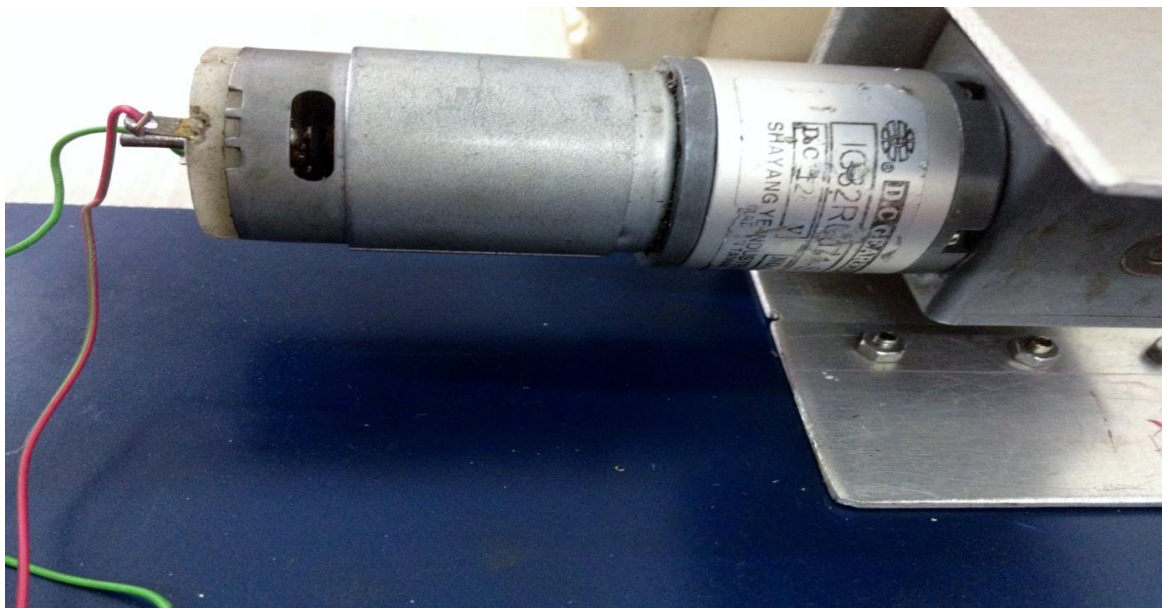


Figure 4.2 Un des moteurs utilisés dans notre travail.

### 4.3.3 Contrôle des moteurs a courant continu via le L298 :

#### 4.3.3.1 le L298N :

Parmi les modèles de pont-H intégrés, il existe le L298N (ou L298HN horizontal) qui est en général convenable pour des robots mobiles de taille semblable à celui de notre application. Le circuit L298N supporte une tension maximal jusqu'à 46 volts, un courant de 2A, il peut aussi supporter les pics de courant occasionnels pouvant aller jusqu'à 3A et des pics répétitifs de 2.5 A, il est compatible TTL (peut donc être commandé directement avec la carte de commande Arduino ATmega 2560) voir ci-dessous le circuit intégré et le schéma interne de L298N.



Figure 4.3 L298N.

BLOCK DIAGRAM

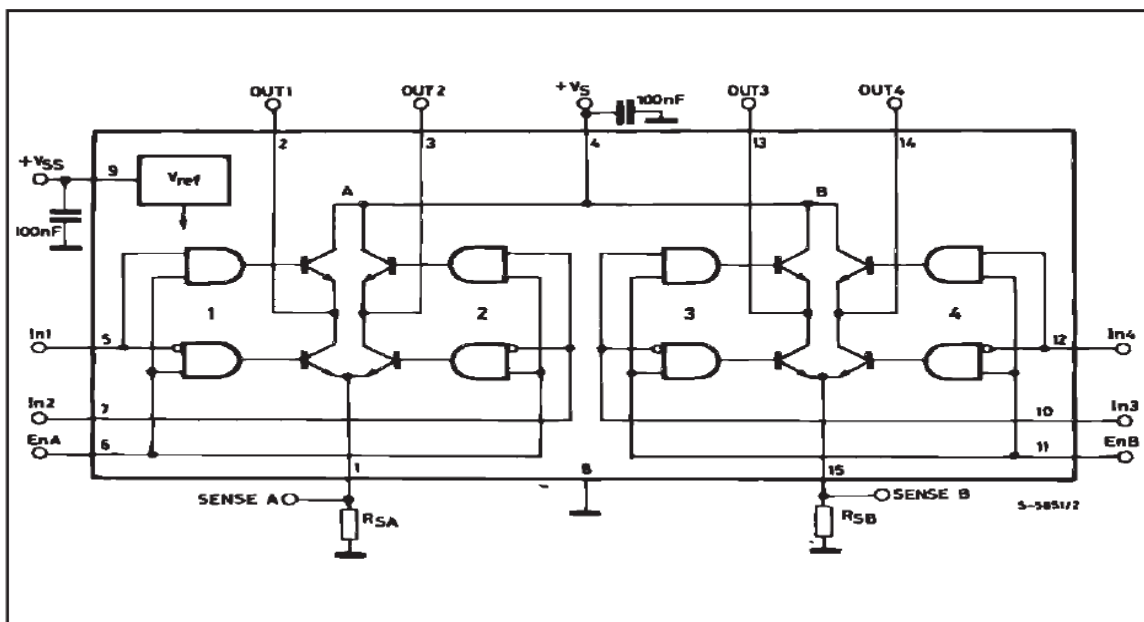


Figure 4.4 Schéma interne de L298.

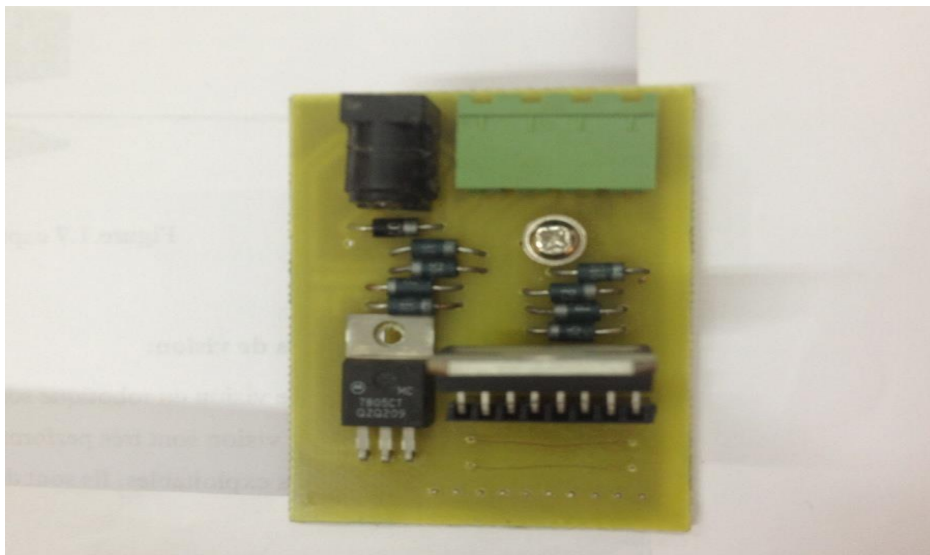
4.3.3.2 Carte de puissance:

La carte de puissance s'articule donc autour d'un pont en H à base de N-MOS, notre carte de puissance et a base de l298N. Ce qui nous permet de contrôler les moteurs en marche avant, et marche arrière.

Les caractéristiques de la carte :

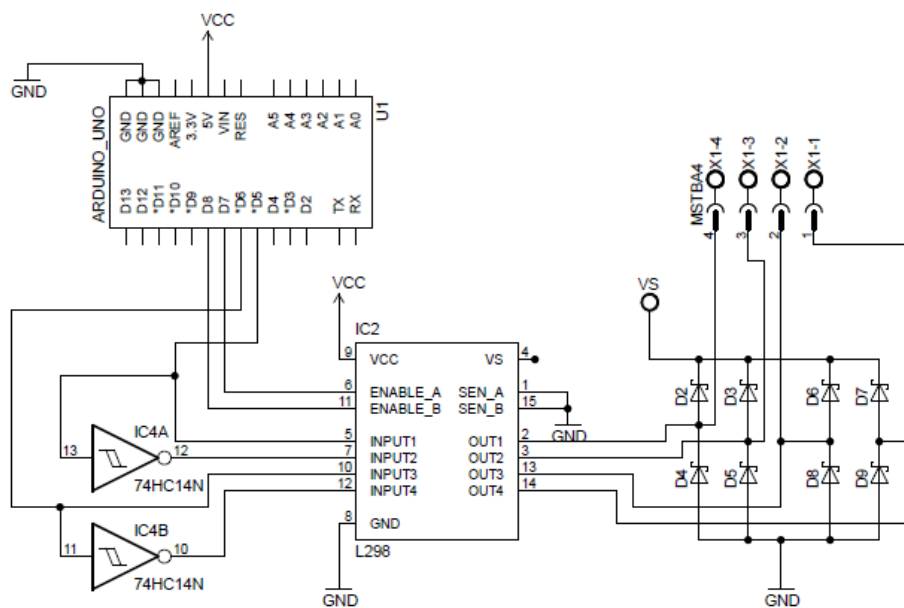
- ✓ Composant de contrôle en puissance: L298N.
- ✓ Alimentation de la charge: de +6V à +35V.
- ✓ Courant Max (en pointe): 2A.
- ✓ Dimensions: 60mm x 54mm x30mm.

- ✓ Un signal PWM 5V dont le rapport cyclique détermine la puissance à fournir au moteur.
- ✓ Un signal 0V ou 5V indiquant le sens de rotation du moteur.
- ✓ Et dans le cas de notre carte on a généré une seule PWM car nous avons utilisé un inverseur lequel va générer un autre signal PWM qui est l'inverse de celui généré par le module arduino.



**Figure 4.5:la carte de puissance.**

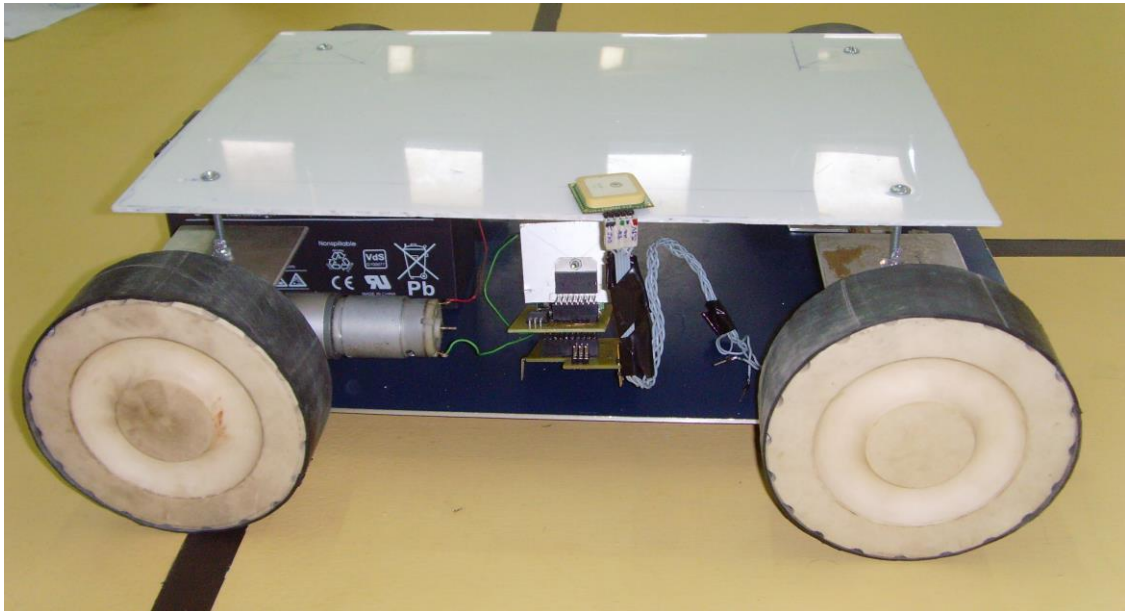
Le schéma de la notre carte et représenté dans la figuré ci dessous :



**Figure 4.6 schéma interne de la carte de puissance**

### 4.3.3.3 La plateforme mécanique :

Notre châssis mécanique est composé d'une plaque à base d'aluminium de taille (200 x350 x3) mm et de quatre support de la même matière de taille (65 x 65 x 65) (L x l x h) mm



**Figure 4.7** Plateforme mécanique

Sur les deux supports avant on a fixé les deux moteurs, et sur support arrière les deux roues pouvant tourner librement en fonction du déplacement imposé par les moteurs de traction.

### 4.4 Commande du robot :

Pour la programmation de notre robot on a utilisé la carte Arduino Mega2560 (décrit dans le chapitre 3) elle est dotée de 54 broches d'entrées et sorties, elle dispose de 16 entrées logique. Les mouvements du robot sont programmés par l'intermédiaire du programme chargé dans le module arduino lequel transmet les ordres pour actionner les deux moteurs à travers la carte de puissance.



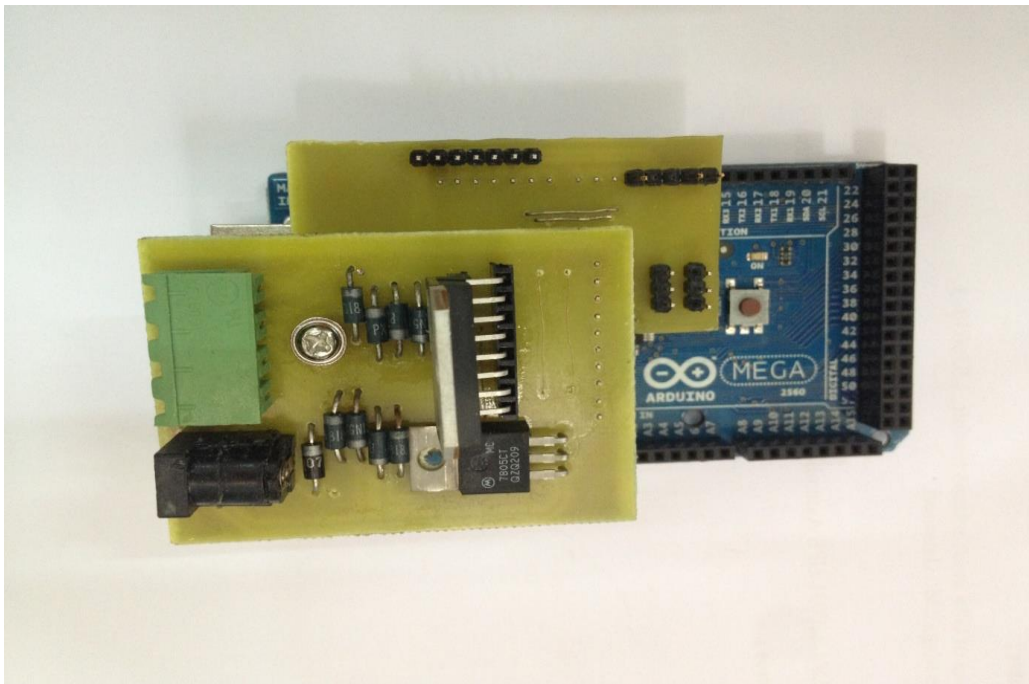


Figure 4.8 Liaison entre la carte de puissance et l'ARDUINO.

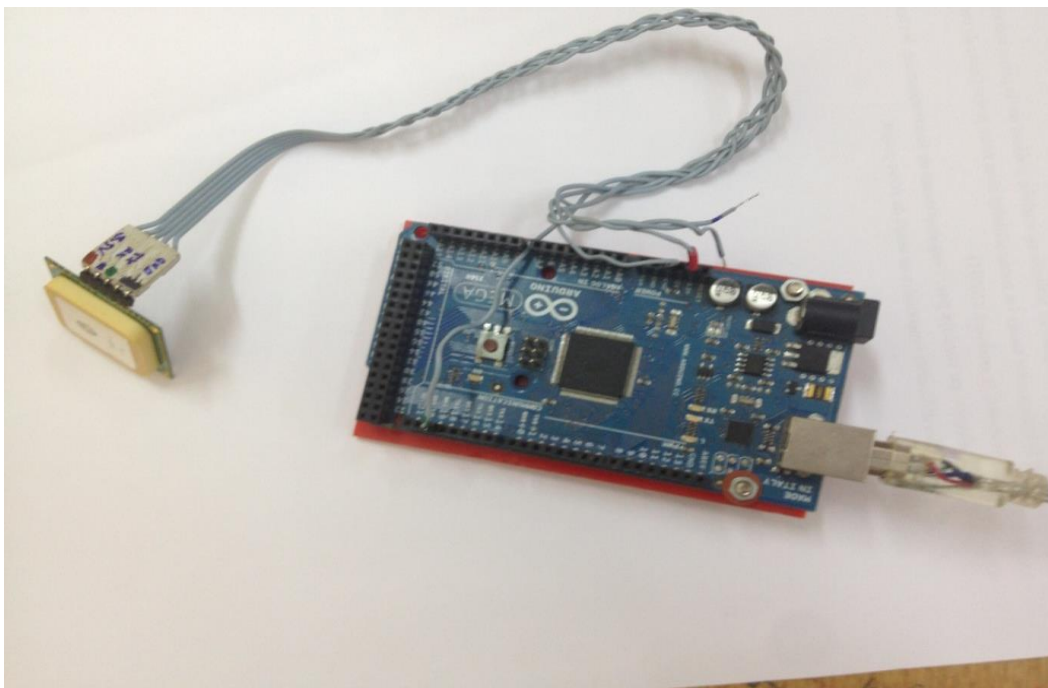
#### 4.5 Système de localisation :

Pour la localisation de notre robot on a utilisé le module GPS décrit au chapitre 3. Ce dernier est connecté au module arduino à travers le port série 1 disponible sur la carte arduino mega. Cette connexion est réalisée à travers une nappe de 5 fils (figure 4.9).



Figure 4.9. Connexion du Module GPS .

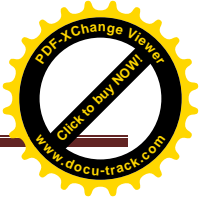
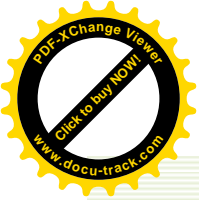
Pour alimenter le module GPS nous avons utilisé la sortie 3.3V de la carte arduino décrite précédemment.



**Figure 4.10. Raccordement entre le module LS20031 et l'Arduino Mega 2560.**

#### **4.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons décrit les éléments matériels de notre projet ; à savoir la partie mécanique comprenant le châssis du robot, les roues motrices ainsi que les moteurs de traction avec la partie commande composée du module arduino pour gérer les données issues du capteur GPS et les signaux de commander pour faire tourner les moteurs permettant au robot d'avancer, reculer etc...



# CHAPITRE 5

## Tests et résultats.

Ce dernier chapitre explique le principe de fonctionnement et les problèmes rencontrés au cours de réalisation de ce projet, on y trouve aussi les tests et les résultats effectués.



### 5.1 Introduction :

Nous sommes arrivés maintenant à la partie finale du projet, on a défini une liste des tâches prioritaires, c'est-à-dire celles qui doivent être réalisées en premier. Pour cela on les a classés dans l'ordre suivant:

- 1 La communication de module GPS par PC portable et la gestion des données.
- 2 La réception des messages de navigation.
- 3 Extraction des coordonnées et orientation du robot vers la position désirée.
- 4 Les problèmes rencontrés et les solutions proposées.

On a schématisé un organigramme qui englobe toutes les étapes de travail de notre projet (voir le schéma ci-dessous) :

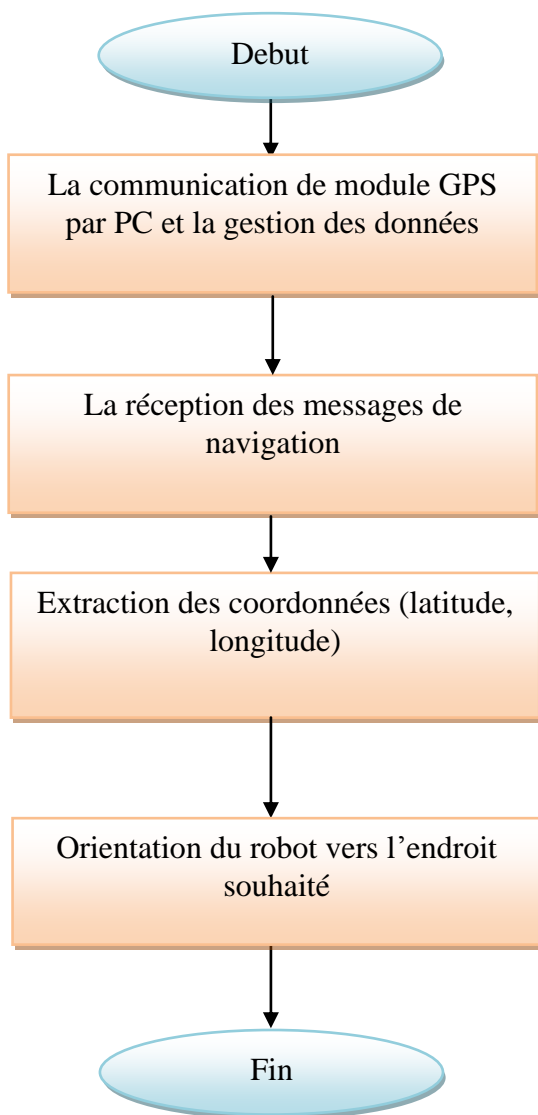


Figure.5.1 les étapes de travail.

## 5.2 La communication de module GPS par PC portable et la gestion des données :

### 5.2.1 La liaison électrique entre le PC, la carte Arduino et le récepteur GPS LS20031:

Le raccordement électrique se fait en reliant la carte Arduino Mega2560 avec le port USB du PC via le câble USB, et la liaison entre l'Arduino et le LS20031 se fait comme suit:

- La pin 5 de GPS (GND): Aucun raccordement.
- La pin 4 de GPS (GND): à la pin GND d'Arduino.
- La pin 3 de GPS (TX): à la pin (RX) du port Serial1 (Arduino).
- La pin 2 de GPS (RX): Aucun raccordement.
- La pin 1 de GPS (VCC) : à la pin 3.3V d'Arduino.

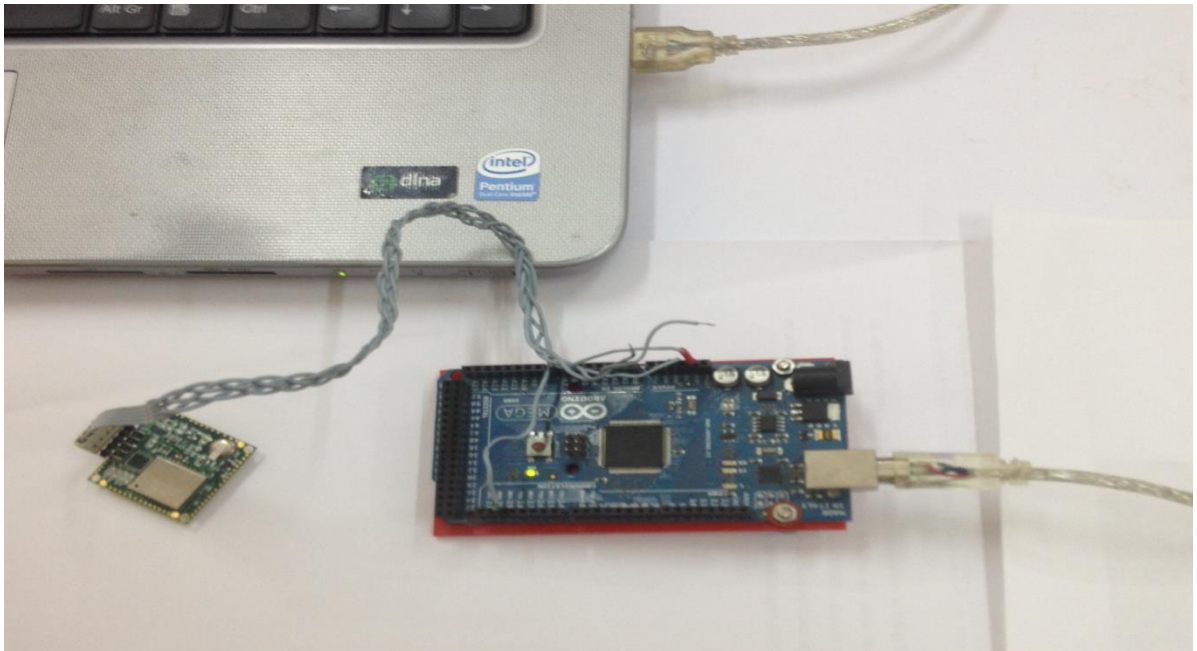
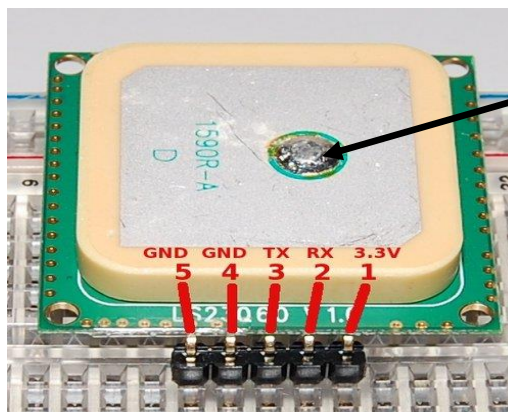


Figure.5.2 le raccordement électrique.

### 5.2.2 La communication a travers l'environnement de développement Arduino IDE 1.0.3:

A travers l'environnement de développement de l'Arduino IDE 1.0.3 (décrit dans le chapitre 3) on peut lire les données issues du récepteur LS20031 afin de récupérer toutes les informations nécessaires pour la localisation et l'orientation du robot.

Pour que la réception soit disponible, il faut être à l'extérieur et diriger l'antenne en céramique du GPS vers le ciel.



Antenne en céramique

Figure.5.3 l'antenne en céramique de GPS.

Et aussi on fixera les débits de communication des ports série (serial1) lié au GPS à 57600 bits/seconde, et le débit du port (serial) de l'Arduino utilisé pour le chargement du programme et l'observation des données en temps réel a 115200 bits/seconde (voir la figure.5.3).

```
essai | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help

essai
#include <TinyGPS.h>

TinyGPS gps;

void gpsdump(TinyGPS &gps);
bool feedgps();
void printFloat(double f, int digits = 2);

void setup()
{
  serial.begin(115200);
  Serial1.begin(57600);
  Serial.print("sizeof(gpsobject) = "); Serial.println(sizeof(TinyGPS));
  Serial.println();
}

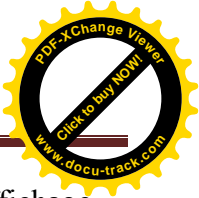
void loop()
{
  bool newdata = false;
```

Figure.5.4 le programme de test chargé dans l'Arduino.

### 5.3 La réception des messages de navigation :

Ci-dessous, nous pouvons observer à l'extérieur les messages de navigations issues du module LS20031:

Le récepteur GPS fonctionne à une fréquence pouvant aller jusqu'à 5 Hz, il envoi un paquet de donnée chaque 2 secondes dans les conditions idéal, mais comme on est dans un endroit qui n'est pas complètement dégagé on reçoit un paquet chaque 5 secondes, vous pouvez observer la



déférence temporelle entre deux paquets reçus successivement afficher sur le terminal d'affichage de soft IDE (voir la figure suivante) :

The screenshot shows a terminal window titled 'COM4' displaying three data packets. Each packet contains the following information:

- Lat/Long (10<sup>-5</sup> deg): 3650227, 287840 Fix age: 31ms.
- Lat/Long(float): 36.50227, 2.87840 Fix age: 32ms.
- Date(ddmmyy): 20613 Time(hhmmsscc): 12405820 Fix age: 39ms.
- Date: 6/2/2013 Time: 12:40:58.20 Fix age: 44ms.
- Alt(cm): 21440 Course(10<sup>-2</sup> deg): 0 Speed(10<sup>-2</sup> knots): 0
- Alt(float): 214.40 Course(float): 0.00
- Speed(knots): 0.00 (mph): 0.00 (mps): 0.00 (kmph): 0.00
- Stats: characters: 133525 sentences: 554 failed checksum: 3

The second packet shows a time difference of 5 seconds from the first:

- Date: 6/2/2013 Time: 12:41:3.20 Fix age: 15ms.
- Date: 6/2/2013 Time: 12:41:3.20 Fix age: 19ms.

The third packet shows a time difference of 10 seconds from the first:

- Date: 6/2/2013 Time: 12:41:8.20 Fix age: 55ms.
- Date: 6/2/2013 Time: 12:41:8.20 Fix age: 60ms.

Annotations in the image include:

- A box labeled 'Un paquet de donnée' pointing to the first packet.
- A box labeled 'La différence temporel entre les deux paquets= 5s' with arrows pointing to the time fields of the first and second packets.

Figure.5.5 les messages issues du module LS2003.

### 5.4 Extraction des données et l'orientation du robot:

#### 5.4.1 Extraction des données nécessaire :

Après quand arrive à faire communiquer le module LS20031 avec la carte arduino Mega2560, et la réception des messages de navigation on extraira les informations nécessaires pour notre travail c'est à dire les coordonnées de la position (latitude et longitude) du robot en temps réel.

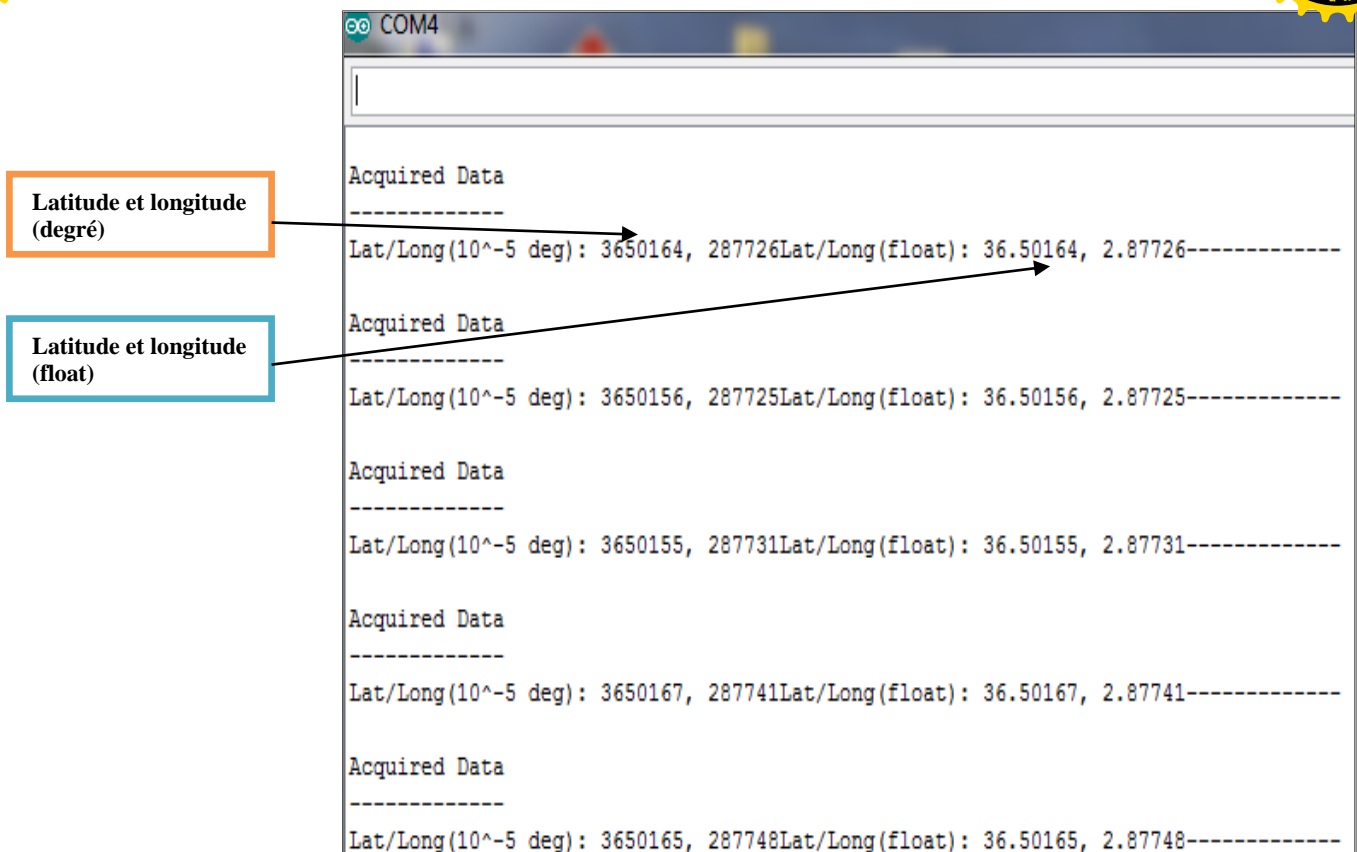
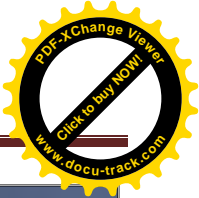
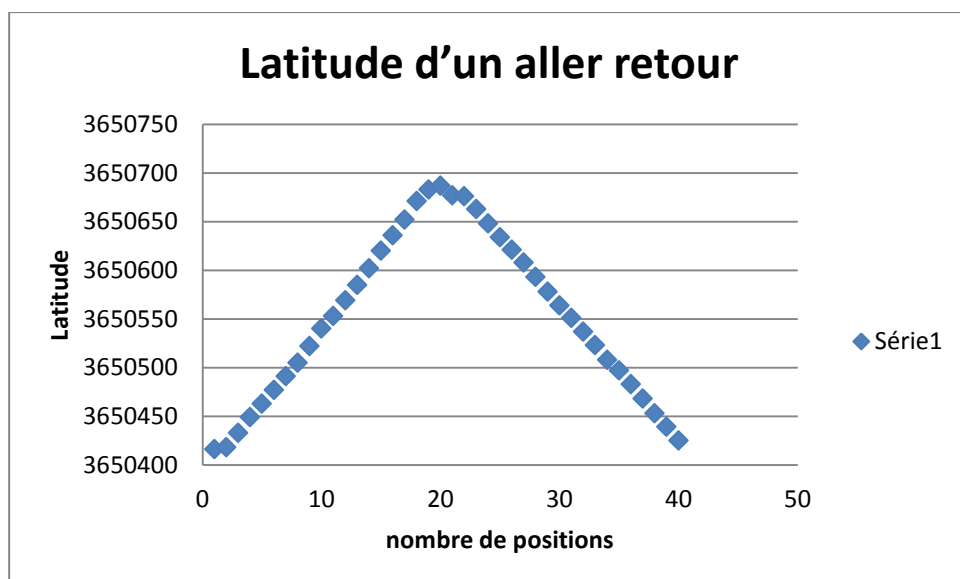


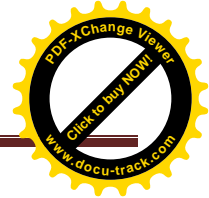
Figure.5.6 les coordonnées après l'extraction.

**5.4.2 La comparaison des coordonnées (latitude, longitude) de plusieurs trajectoires:**

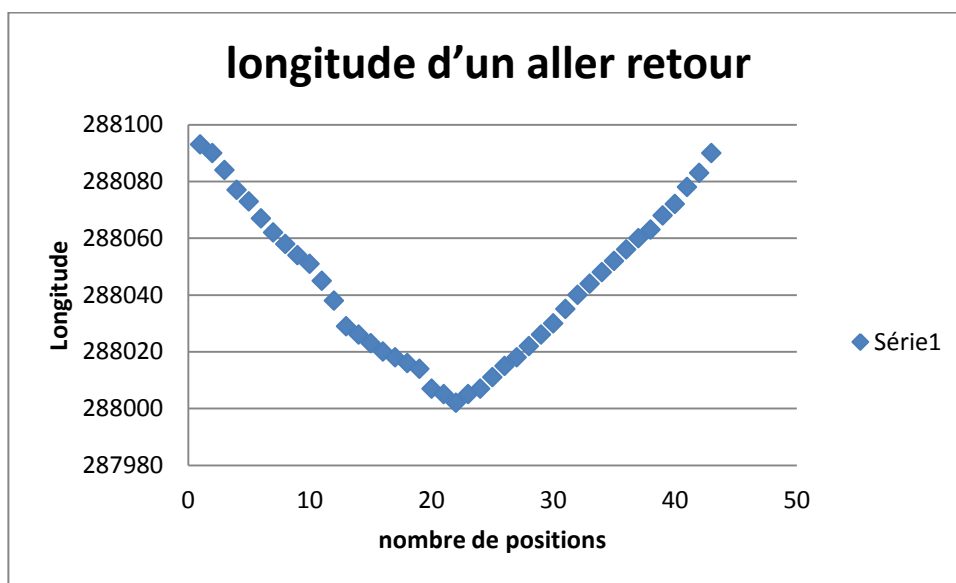
On a pris les coordonnées de différentes trajectoires à l'intérieur de l'université, on a utilisé des courbes pour faire la comparaison entre ces données reçus d'un aller/retour ou d'un deux fois aller/retour.

- ✓ **La première trajectoire (test d'un aller retour):**



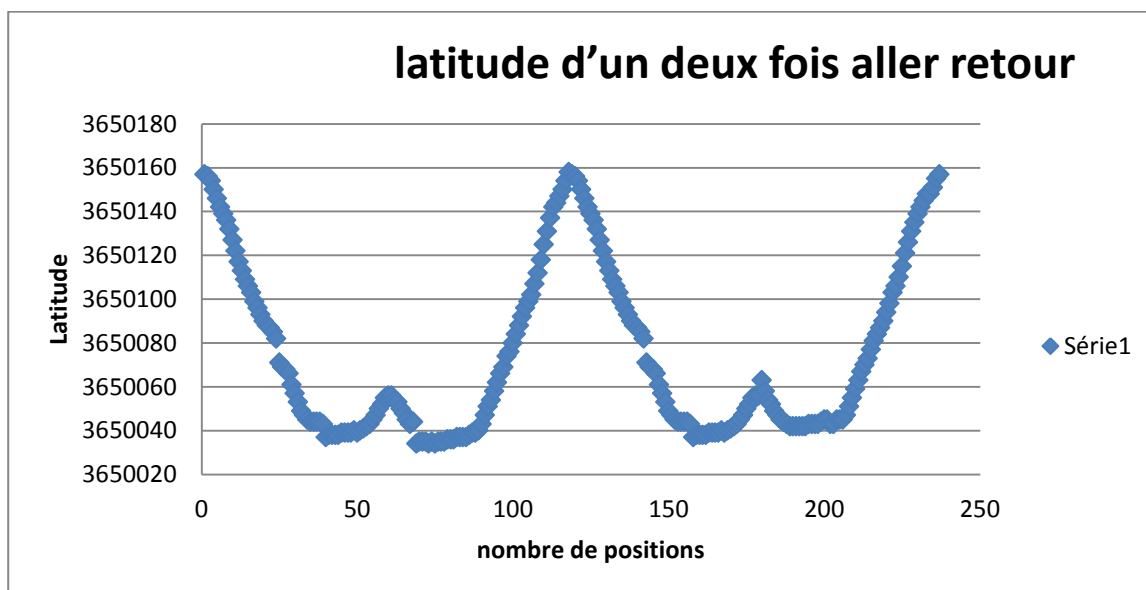


On remarque dans la courbe ci-dessus que le GPS donne pratiquement la même composante d'un aller et retour du robot.

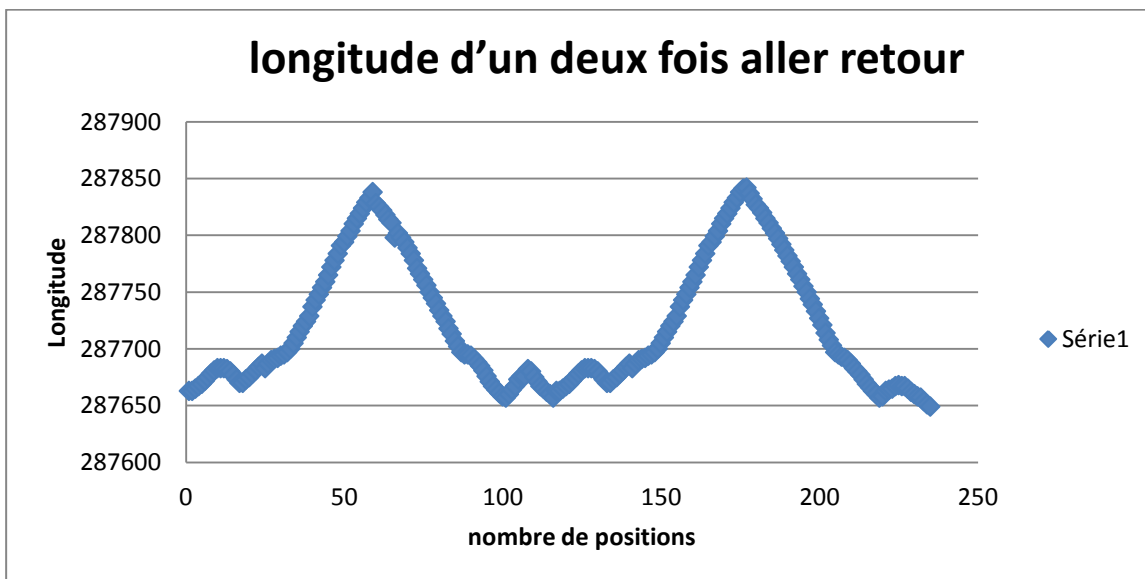


On remarque dans la courbe ci-dessus que le GPS donne la même forme de la trajectoire sauf dans l'aller on remarque un décalage entre les points dû aux conditions de l'environnement de test et l'absorption, atténuation, réflexion ou réfraction des signaux sur des obstacles.

✓ **La deuxième trajectoire (test d'un deux fois aller retour):**



On remarque dans la courbe ci-dessus que le GPS donne aussi la même composante dans les deux fois aller/retour, on peut voir clairement la symétrie de la pointe à part quelques erreurs.



On remarque dans la courbe ci-dessus que le GPS donne aussi la même composante dans les deux fois aller/retour, on peut voir clairement la symétrie de la piste et sans décalage.

### 5.4.3 L'orientation du robot vers la zone désirée :

Après la réception des messages de navigation; et l'extraction des données nécessaires on oriente le robot vers la zone désirée voir la figure.5.6.

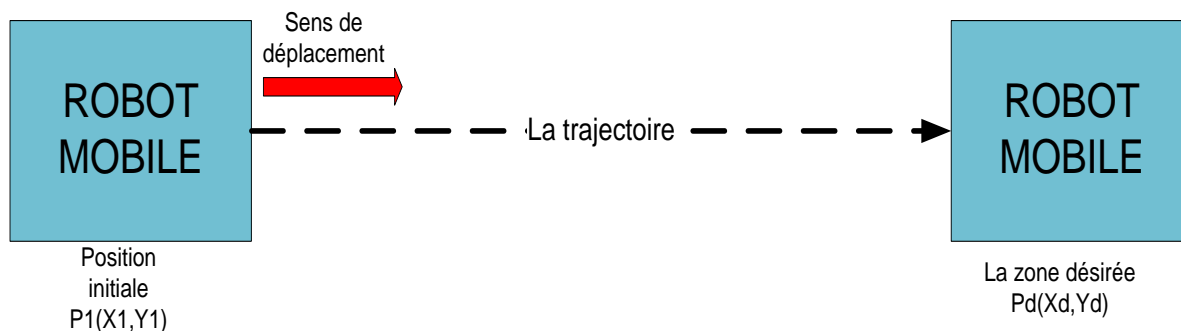


Figure.5.7 l'orientation du robot vers la zone désirée.

Et concernant l'orientation du robot on peut mettre plus de détails sur l'organigramme suivant:

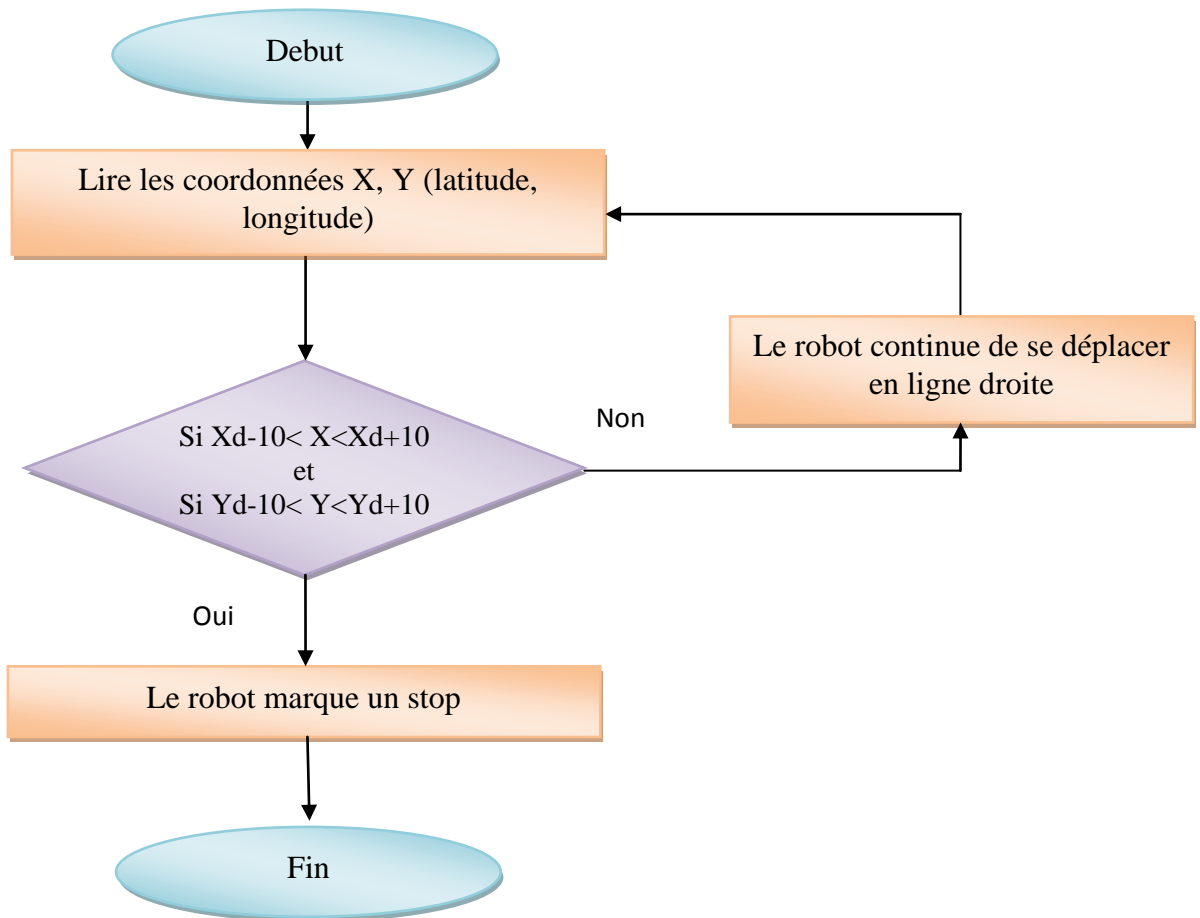


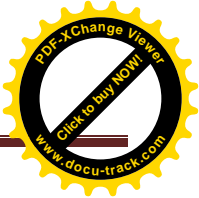
Figure.5.8 Schéma d'orientation du robot.

### 5.5 Les problèmes rencontrés et les solutions proposées:

On a trouvé plusieurs problèmes au cours de réalisation de notre projet parmi lesquels :

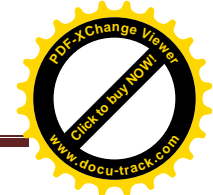
- ✓ On n'a pas arrivé à trouver à l'extérieur une trajectoire bien faite, rectiligne et qui facilite les tests et assure le déplacement du robot sans difficultés, et Comme l'erreur de GPS avec les conditions idéals allant de 5 à 20 mètres, il nous faut alors au minimum une trajectoire qui dépasse les 100 mètres pour observer le changement des coordonnées et plus de précision.
- ✓ On a trouvé aussi au cours des testes un autre problème concerne le sauvegarde de la trajectoire, et on a trouvé comme solution c'est d'une mémoire EEPROM pour garder les coordonnées de déplacement de robot.





### 5.5 Conclusion :

Notre projet à été composé de trois étapes, la première étape été consacré pour la réalisation de notre robot (partie électronique, partie mécanique), la deuxième étape été de positionner (les coordonnées latitude et longitude) le robot en temps réel, et l'étape finale était d'orienter ce dernier vers la zone désirée sur une trajectoire rectiligne.



### Conclusion générale :

Dans ce travail, on s'est intéressé à la localisation des robots mobiles à roues. On a étudié théoriquement les deux différentes méthodes de localisation qui sont généralement utilisées en robotique mobile, à savoir la localisation relative et la localisation absolue. Dans ce contexte on a commencé par étudier les modèles de perception de l'environnement de travail. En effet pour être autonome, un robot mobile doit être capable d'adapter l'exécution d'un ensemble d'actions suivant les variations dans son environnement. Il a donc besoin de percevoir l'environnement et de raisonner sur les données perceptuelles acquises.

L'objectif de notre projet était de réaliser un robot mobile et d'apporter une contribution à la localisation de ce dernier dans un environnement extérieur grâce au système de positionnement GPS (Global positioning System).

A travers des résultats obtenus et compte tenu des moyens dont nous disposons nous pouvons estimer que l'objectif qui nous a été assigné a été atteint. Ceci étant donné qu'il suffit de préciser les coordonnées de la position désirée au robot pour que ce dernier suive une trajectoire vers cette position pour s'y arrêter. En ce qui concerne les perspectives que nous proposons, l'extension de ce projet peut concerner surtout la partie mécanique, dans le sens où le robot étant destiné à évoluer à l'extérieur il faudrait prévoir des roues avec des pneumatiques de plus grande taille et des moteurs plus puissants afin de faciliter les déplacements du robot.

Au terme de notre travail nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- ✓ Le récepteur GPS est un moyen de localisation très intéressant dans le domaine de la robotique, mais son utilisation seule reste insuffisante pour atteindre des résultats précis.
- ✓ Alors il faut toujours coupler le récepteur GPS avec d'autres capteurs pour améliorer les résultats de localisation.



## ANNEXE1:

### Le tableau1.3

**GLL Global Position System Fixed Data \$GPGGA, 053740.000, 2503.6319, N, 12136.0099, E, 1.08.1.1, 63.8, M, 15.2, M, 0000\*64 <CR><LF>**

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	053740.000		hhmmss.sss
Latitude	2503.6319		ddmm.mmmm
N/S indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12136.0099		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		Voir le <b>Tableau 1.2 (ANNEXE1)</b>
Satellites Utilise	08		Gamme de 0 à 12
HDOP	1.1		Dilution horizontale de précision
MSL altitude	63.8	mètres	
Unités	M	mètres	
Géoïde Séparation	15.2	mètres	
Unités	M	mètres	
Age of Diff. Corr.		second	Champs nuls quand DGPS n'est pas employé
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum *64			
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message

### Le tableau1.4

**GLL Geographic position -latitude/longitude:** Le tableau1.3 contient le détail de l'exemple suivant: \$GPGLL,2503.6319,N,12136.0099,E,053740.000,A,A\*52<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPGLL		GSA protocol header
Latitude	2503.6319		ddmm.mmmm
N/S indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12136.0099		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
UTC Time	053740.000		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Mode	A		A=autonomes, D=DGPS, E=DR
Checksum	*52		
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message



### Le tableau1.5

**GSA---GNSS DOP and Active Satellites:** Le tableau1.4 contient le détail de l'exemple suivant: \$GPGSA,A,3,24,07,17,11,28,08,20,04,,,,,2.0,1.1,1.7\*35<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A		Voir le <b>Tableau 1.5 (ANNEXE1)</b>
Mode 2	3		Voir le <b>Tableau 1.6 (ANNEXE1)</b>
ID of satellite used	24		Sv on Channel 1
ID of satellite used	07		Sv on Channel 2
....			....
ID of satellite used			Sv on Channel 12
PDOP	2.0		Position Dilution of Precision
HDOP	1.1		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.7		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*35		
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message

### Le tableau1.6

**GSV---GNSS Satellites in View :** Le tableau1.7 contient le détail de l'exemple suivant:

\$GPGSV,3,1,12,28,81,285,42,24,67,302,46,31,54,354,,20,51,077,46\*73  
 \$GPGSV,3,2,12,17,41,328,45,07,32,315,45,04,31,250,40,11,25,046,41\*75  
 \$GPGSV,3,3,12,08,22,214,38,27,08,190,16,19,05,092,33,23,04,127,\*7B<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPGSV		GSV protocol header
Total number of messages	3		La gamme de 1 a 4
Satellites in view	12		
Satellite ID	28		Canal 1 (la gamme de 01 a 32)
Elevation	81	degrees	Canal 1 (la gamme de 00 a 90)
azimut	285	degrees	Canal 1 (la gamme de 000 a 359)
SNR (C/No)	42	dB-Hz	Canal 1 (la gamme de 00 a 99, nulle ou on n'a pas suivre a la trace)
Satellite ID	20		Canal 4 (la gamme de 01 a 32)
Elevation	51	degrees	Canal 4 (la gamme de 00 a 90)
azimut	077	degrees	Canal 4 (la gamme de 000 a 359)
SNR (C/No)	46	dB-Hz	Canal 4 (la gamme de 00 a 99, nulle ou on n'a pas suivre a la trace)
Checksum *73			
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message



### Le tableau1.7

**RMC---Recommended Minimum Specific GNSS Data** : Le tableau1.8 contient le détail de l'exemple suivant:

\$GPRMC,053740.000,A,2503.6319,N,12136.0099,E,2.69,79.65,100106,,A\*53<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	053740.000		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	2503.6319		ddmm.mmmm
N/S indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12136.0099		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
Speed over ground	2.69	knots	True
Course over ground	79.65	Degrés	
Date	100106		Ddmmyy
Magnetic variation		Degrés	
Variation sense			E=east or W=west (Not shown)
Mode	A		A= autonome, D=DGPS, E=DR
Checksum *53			
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message

**Le tableau1.8 VTG---Course Over Ground and Ground Speed** : Le tableau1.9 contient les valeurs pour l'exemple suivant:

\$GPVTG,79.65,T,,M,2.69,N,5.0,K,A\*38<CR><LF>

Nom	Exemple	Unités	Description
Message ID	\$GPVTG		VTG protocol header
Course over ground	79.65	Degrés	Titre mesuré
Reference	T		Vrai
Référence	M		Magnétique
Speed over ground	2.69	knots	True
Unitee	N		Knots
Speed over ground	5.0	km/hr	Vitesse mesurée
Units	K		Kilometre par heure
Mode	A		A= autonome, D=DGPS, E=DR
Checksum *38			
<CR> <LF>			Arrêt de fin de message



### **Tableau 1.2**

#### **Position de l'indicateur de difficulté :**

Valeur	Description
0	Difficulté non disponible ou inadmissible
1	GPS SPS mode, fixent valide
2	Différentiel GPS, Le SPS mode, fixent valide
3-5	N'est pas supporté
6	Le mode de navigation à l'estime, fixent valide

### **Tableau 1.5**

#### **Position de l'indicateur de difficulté :**

La valeur	Description
M	Manuel-obligatoire pour fonctionner dans le mode 2D ou 3D
A	Automatique-permis de commuter automatiquement 2D/3D

### **Tableau 1.6**

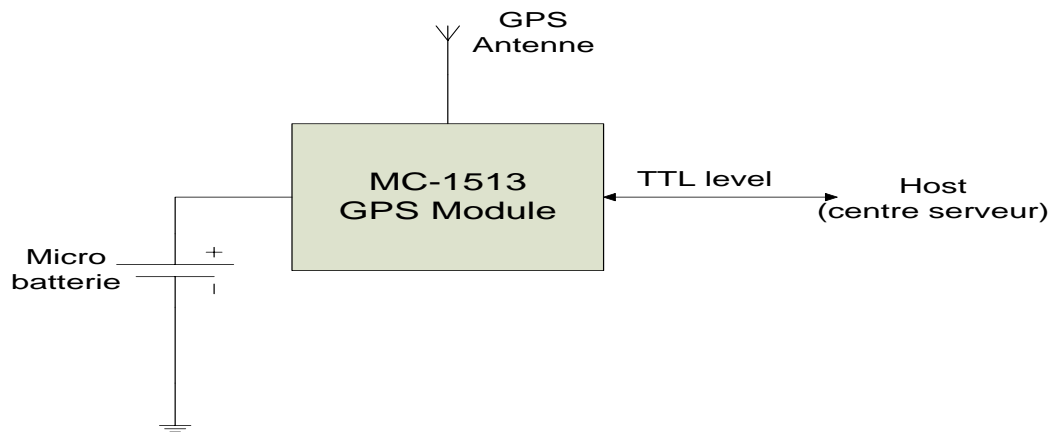
#### **Position de l'indicateur de difficulté :**

La valeur	Description
1	Fix not available
2	2D
3	3D

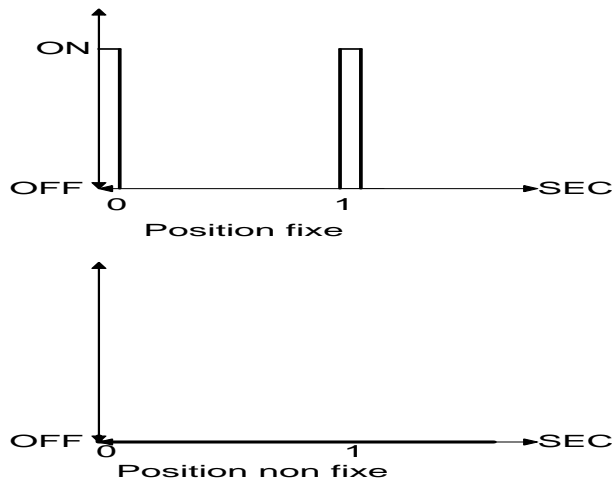


## ANNEXE2:

**Figure -2-** Schéma fonctionnel de système LS20031 :



**Figure -5-** LED indicator of GPS positioning status:



**Figure -6-** Attribution des Pins de la « LS20031» **La Tâche et la description des Pins :**

