

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955-سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955-SKIKDA



Faculté des Sciences

Département d'informatique

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Informatique

Spécialité : Réseaux et systèmes distribués

Thème

Robot suiveur de ligne contrôlé par l'internet des objets(IoT)

Présenté par :

- BoulakoudMancef

Devant le jury composé de :

- Boulehouach soufiane
- Boutine rachid
- Layadi said

Président

Encadrant

Examineur

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Je remercie, du plus profond de mon cœur, Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

A mes chers parents, pour leur confiance, leurs encouragements et pour leurs sacrifices durant toute la vie, je souhaite que ce travail soit le fruit de leurs efforts...

Au Professeur Boutinerachid, enseignant au département d'informatique, pour avoir accepté de diriger ce travail, en me faisant bénéficiaire de son expérience, ses conseils et son aide.

J'ai eu la chance et le plaisir d'effectuer ce travail de recherche. Je tiens à vous exprimer mon profond respect et ma gratitude.

Aux membres du jury, pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant de juger ce travail, je souhaite que cette dissertation soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect

Je remercie aussi toutes les personnes qui ont contribué pour me transmettre le savoir scientifique durant toute la durée de nos études universitaires.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la finalisation de ce travail et tous ceux qui ont souhaité me voir arriver à ce stade.

Dédicace

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes :

Mes parents : pour les sacrifices déployés à mes égards ;

A ma famille ;

A mes amis ;

A mon encadrant : Mr Boutinerachid pour m'avoir aidé dans mon travail ;

A tous mes chers collègues

Liste de figures

Figure 1 robot type unicycle

Figure 2 robot type tricycle

Figure 3 robot type voiture

Figure 4 robot type omnidirectionnel

Figure 5 robot militaire

Figure 6 robot agricole

Figure 7 classification des capteurs

Figure 8 les composantes des robots

Figure 9 opérateur de sélection

Figure 10 opérateur de croisement (simple enjambement)

Figure 11 opérateur de croisement (double enjambement)

Figure 12 opérateur de mutation

Figure 13 : L'utilisation de l'algorithme génétique d'un robot suiveur de ligne

Figure 14 concept d'apprentissage par renforcement

Figure 15 principe de fonctionnement de l'apprentissage par renforcement

Figure 16 L'utilisation de l'apprentissage par renforcement d'un robot suiveur de ligne simulations

Figure 17 L'utilisation de l'apprentissage par renforcement d'un robot suiveur de ligne réel

Figure 18 MQTT architectures

Figure 19 HTTP architectures

Figure 20 fonction de protocole COAP

Figure 21 communication in XMPP

Figure 22 conception DDS

Figure 23 Architecture IoT Pour une Agriculture Intelligente

Figure 24 les tâches d'administration des modèles service

Figure 25 Organigramme partie Software du robot

Figure 26 carte esp32

Figure 27 brachage des modules esp32

Figure 28 capteur infrarouges

Figure 29 module GPS NEO-6M

Figure 30 Figure montrant le driver L298N

Figure 31 Figure montrant un moteur à courant continu

Figure 32 Figure montrant un roue plastique

Figure 33 piles de types lithium rechargeable

Figure 34 arduino ide

Figure 35 l'utilisation de firebase avec esp32

Figure 36 Figures montrant notre plateforme

Figure 37 Figure montrant l'interface IoT

Liste des tableaux

Tableau N°01 comparaison entre les types de robot

Tableau N°02 les domaines de robotiques

Tableau N°03 explication de partie logiciel

Introduction Générale1

Chapitre I

1	Introduction :	3
1.1	Définition d'un robot mobile :	3
1.2	Caractéristique d'un robot :	3
1.3	Type de robots mobile :	4
1.3.1	Robot mobile à roues :	4
1.3.1.1	Robot type uni-cycle :	4
1.3.1.2	Robot type trycicle :	4
1.3.1.3	Robot type voiture :	5
1.3.1.4	Robot type omnidirectionnel :	6
1.3.2	Robot mobile à pattes :	7
1.3.3	Robot mobile volants :	7
1.4	Les domaines de robotique :	7
1.4.1	Domaine militaire :	7
1.4.2	Domaine agriculture :	8
1.5	Les composants de robot :	9
1.5.1	Les capteurs :	9
1.5.1.1	Classification des capteurs :	9
1.5.2	Les actionneurs :	10
1.5.2.1	Classification des actionneurs :	11
1.5.3	Système de contrôle :	12
1.5.4	Interface de programmation :	12
1.6	Les avantages des robots :	12
1.7	Les inconvénients des robots :	12
1.8	Comment le robot suivre de ligne :	13
1.9	Les techniques permettant le robot de suivre la ligne :	13

1.9.1	Les algorithmes génétiques :.....	13
1.9.1.1	Définition:.....	13
1.9.1.2	Principe de fonctionnement des algorithmes génétiques :	13
1.9.1.3	Paradigmes :.....	14
1.9.1.4	Codage :.....	14
1.9.1.5	Opérateur d'évolution :.....	15
1.9.1.6	Fitness function :.....	16
1.9.1.7	L'utilisation de l'algorithme génétique pour le robot suivre de ligne :.....	16
1.9.1.8	Exemple d'un robot suivre de ligne avec algorithme génétique :.....	16
1.9.2	L'apprentissage par renforcement :.....	17
1.9.2.1	Principe de fonctionnement :.....	18
1.9.2.2	L'agent :.....	18
1.9.2.3	L'environnement :.....	18
1.9.2.4	Politique π :.....	19
1.9.2.5	Fonction de valeur :.....	19
1.9.2.6	L'utilisation de l'apprentissage par renforcement pour le robot suiveur de ligne :	19
1.9.2.7	Exemple d'un robot suivre de ligne avec l'apprentissage de renforcement :	19
1.10	Conclusion :.....	20

Chapitre II

2	Introduction	22
2.1	Les caractéristiques de L'IoT :.....	22
2.1.1	Connectivité :.....	22
2.1.2	L'identité des objets et des appareils :.....	22
2.1.3	Dynamique and self adaptations :.....	22
2.1.4	L'évolutivité :.....	22
2.1.5	Architecture :	22

2.1.6	Sécurité	23
2.1.7	auto-configuration	23
2.1.8	Interopérabilité :	23
2.2	Les protocoles de L'iot :	23
2.2.1	MQTT :	23
2.2.2	HTTP :	24
2.2.3	COAP :	25
2.2.4	XMPP :	25
2.2.5	DDS :	26
2.3	Domaine d'application de l'internet des objets :	27
2.3.1	Smart home :	27
2.3.2	Soins de santé :	27
2.3.3	Smart beehive.....	27
2.3.4	Agriculture intelligente :	27
2.4	Motivation sur le cloud dans l' IoT :	28
2.4.1	Cloud computing :	28
2.4.2	Caractéristique de cloud computing :	29
2.4.2.1	Auto-service à la demande:	29
2.4.2.2	Large accès au réseau :	29
2.4.2.3	Le regroupement des ressources	29
2.4.2.4	Elasticite rapide :	29
2.4.2.5	Livraison mesurée :	29
2.4.3	Modeles de servise :	29
2.4.3.1	SaaS :	29
2.4.3.2	PaaS :	30
2.4.3.3	LaaS :	30
2.4.4	: Modèles de Déploiement :	30

2.4.4.1	Cloud privé:	31
2.4.4.1	Cloud public:.....	31
2.4.4.3	Cloud hybride :	31
2.4.5	les Inconvénients des cloud computing :.....	32
2.5	Conclusion :	32
Chapitre III		
3	Introduction :	34
3.1	Partie logiciel :	34
3.2	Algorithme de gps	36
3.3	Schéma matériel de la plateforme :	37
3.4	Conclusion :	38
Chapitre IV		
4	Introduction :	40
4.1	Présentations des composants :.....	40
4.1.1	Esp32 :.....	40
4.1.1.1	Les types de ESP32 :.....	41
4.1.1.2	Les caractéristiques de la carte ESP 32 :.....	42
4.1.2	Capteur infrarouge :.....	43
4.1.2.1	Caractéristique :	43
4.1.2.2	Description de l'interface du module :.....	43
4.1.3	NEO-6M GPS Module GPS :.....	44
4.1.4	Driver L298N :.....	44
	Figure 30 : Figure montrant le driver L298N.....	45
4.1.5	Moteur à courant continu :.....	45
4.1.6	Roue :.....	46
4.1.7	Piles 4.2V :.....	46
4.2	Le langage utilisé :	47
4.3	L'ide utiliser :.....	47

4.4	Firebase :.....	48
4.5	conclusion :.....	52
	Conclusion Générale.....	53

Les robots font partie intégrante de l'étude des objets et des systèmes automatisés. On peut le qualifier de science cognitive et de mouvement, ainsi que de leur intégration dans une machine physique, mécanique et informatique. De cette façon, le robot est un système matériel qui possède des capacités cognitives, de travail, de décision et de communication. Parfois, il est en mesure d'améliorer ses performances grâce à l'apprentissage automatique (intelligence artificielle) ou à la supervision humaine, dans le but de : Réaliser des tâches dans un cadre ouvert ou fermé, dynamique et fragmentaire, voire inconnu. Activités d'observation, d'exploration, de modélisation, de manipulation et/ou d'intervention autonome ou en interaction avec un individu. L'environnement peut interagir avec d'autres machines ou êtres humains, que ce soit de manière physique ou virtuelle.

En ce qui concerne les robots autonomes mobile au domaine professionnel en particulier pour le transport que ce soit pour les gens ou les marchandises, il est divisé en deux parties :

Dans la première section, nous abordons le concept de véhicule autonome (voiture autonome) ainsi que les voitures Uber et Google, qui reposent sur des détecteurs et des systèmes sophistiqués, nous avons spécialement développé la connectivité de réseau, comme le satellite.

Dans la deuxième partie Ce suiveur de ligne n'a pas besoin d'un pilote et offre de nombreux avantages supplémentaires aux grandes villes, tels que Teor bus. Cette dernière section est principalement liée à notre projet. Voici une description succincte et une définition du robot ci-dessous (ligne Suiveur).

Un robot qui vise à suivre sa ligne. Certains étudiants utilisent ces robots non seulement dans des tournois compétitifs ou des robots, mais aussi dans l'industrie ou les transports publics (bus autonomes). Notre robot est censé pouvoir suivre une barre noire avec une largeur précise, de manière complètement indépendante et aussi rapidement que possible, tout en gérant sa vitesse et sa direction. Nous travaillons sur ce projet pour finaliser la thèse du projet. L'objectif de ce projet est de réaliser toutes nos réalisations. L'objectif principal est donc de développer, mettre en œuvre, adapter et préparer différents éléments sur le robot, puis de le connecter à l'Internet des objets qui est l'une des meilleures nouvelles technologies qui permet de connecter et de contrôler les choses et de lire leurs données à tout moment et n'importe où.

Chapitre I :
Généralité sur les robots

1 Introduction :

Au fur et à mesure que la vie progresse et évolue et que les besoins humains augmentent, les robots ont émergé, une solution alternative à utiliser dans certaines situations, telles que l'accès à des endroits inaccessibles et la réalisation de tâches humaines qui sous-tendent la mobilité.

Les robots (formes, structures et fonctions) doivent s'adapter à l'environnement avec lequel ils interagissent, ils sont adaptés à plusieurs domaines tels que Industriel, commercial, scientifique, nettoyage, agriculture, etc.

Ils sont classés en deux familles principales : les robots à base fixe (manipulation des bras) et les robots mobiles.

1.1 Définition d'un robot mobile :

Le robot mobile est un robot électronique mécanique et informatisé qui travaille sur l'environnement pour atteindre ses objectifs personnalisés et dispose de plusieurs fonctions capables de s'adapter à toutes les conditions pendant son fonctionnement même si de nouveaux cas sont inattendus[1].

1.2 Caractéristique d'un robot :

- A. Le choix d'un robot dépend de l'application envisagée et plusieurs paramètres sont à prendre en compte.
- B. La charge maximale qu'il peut transporter, qui peut aller de quelques kilos à plusieurs tonnes.
- C. Le volume de travail, c'est-à-dire l'ensemble des positions accessibles par l'organe terminal du robot. Certains mouvements peuvent être impossibles dans certaines positions.
- D. Le positionnement absolu correspond à l'erreur entre le point souhaité et le point atteint, due aux caractéristiques mécaniques du système.
- E. La vitesse de déplacement est un autre facteur à considérer. D'autres caractéristiques, telles que la masse et le coût du robot, sont également à prendre en compte[27].

1.3 Type de robots mobile :

Il y a plusieurs type de robot mobile selon leur fonction et type d'environnement et généralement classés par type de mouvement utilisés dans cette partie on va ci et détailler quelques type.

1.3.1 Robot mobile à roues :

C'est le type le plus réactif, et il fonctionne parfois dans des endroits internes ou externes. C'est ce qu'on appelle le type de voiture s'il a deux coups de volant et deux volants [16]. Les robots mobiles à roues peuvent être classés en autre types : uni-cycle, différentielle, tricycle, omnidirectionnelle et à traction synchrone.(1)

1.3.1.1 Robot type uni-cycle :

Monocycle est un robot autonome à deux roues qui a probablement un certain nombre de roues folles à stabiliser et il n'interfère pas avec la cinétique, autant qu'il est judicieusement placé[24]

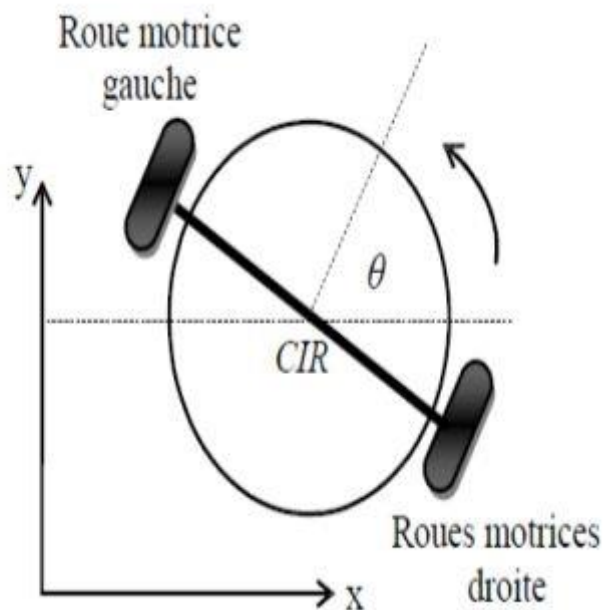


Figure 1: robot type unicycle[1].

1.3.1.2 Robot type tricycle

Robots de type tricycle mobiles Prenons d'abord en compte le cas du tricycle, Ce robot est composé de deux roues fixes placées sur le même axe et d'une roue centrée orientable située sur l'axe longitudinal. Les deux actions qui permettent au robot de se déplacer sont la vitesse longitudinale et l'orientation de la roue orientable. À cet égard, il est donc très proche d'un voiture. L'utilité pratique de ce genre de robot (peu stable) demeure restreinte[24].

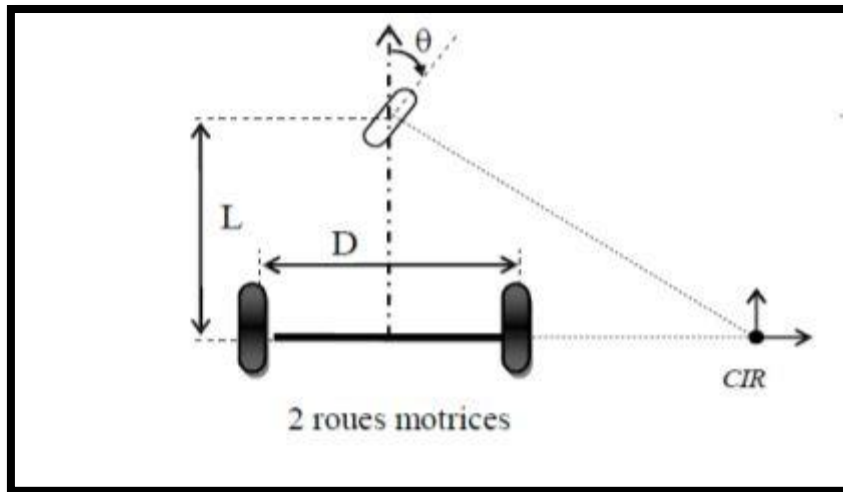


Figure 2: robot type tricycle[1]

1.3.1.3 Robot type voiture :

Les deux roues fixes placées sur le même essieu et les deux roues centrales orientables placées sur le même essieu sont le type de véhicule robot. Toutefois, le robot de type voiture présente une stabilité accrue car il possède un point d'appui supplémentaire. La voiture automatisée présente toutes les mêmes caractéristiques que le tricycle automatisé. Cependant, il est possible de réduire le second au premier en remplaçant les deux roues avant par une roue située au centre de l'essieu, ce qui permet de maintenir le centre de rotation inchangé. Les deux roues fixes placées sur le même essieu et les deux roues centrales orientables placées sur le même essieu sont le type de véhicule robot[24].

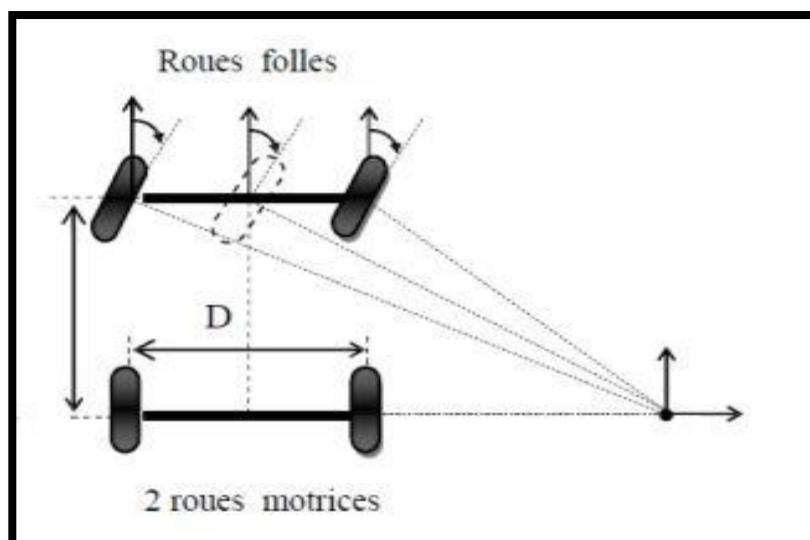


Figure 3 : robot type voiture[1].

1.3.1.4 Robot type omnidirectionnel

Un robot omnidirectionnel est généralement composé de trois roues placées dans un triangle équilatéral à nervure égale qui peut se déplacer librement dans toutes les directions[24].

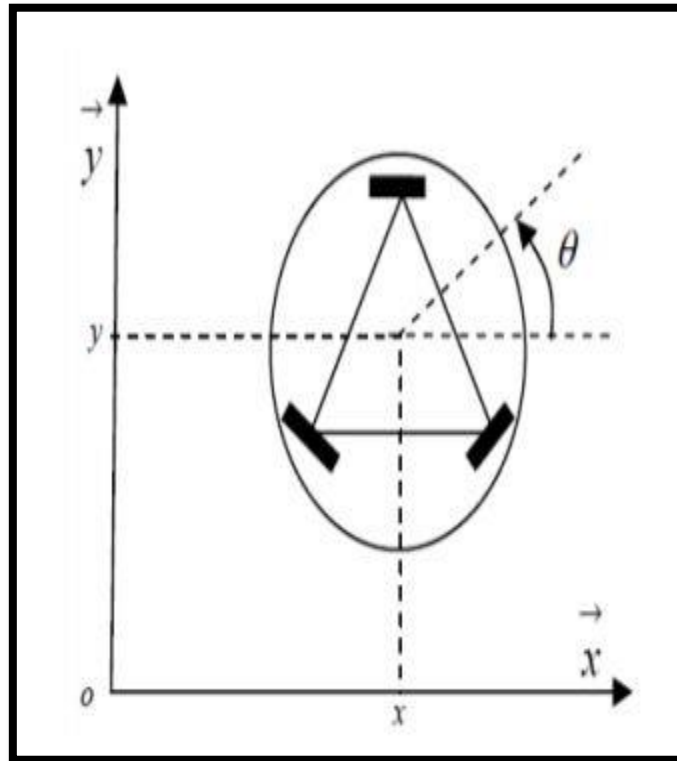


Figure 4 : robot type omnidirectionnel[1].

Comparaison des différents types :

Type de robot	Avantage	Inconvénient
Tricycle	Complexité mécanique modérée	non-holonyme pas de rotation sur soi-même peu stable
Voiture	Stable Complexité mécanique modérée	non-holonyme pas de rotation sur soi-même

omnidirectionnel	Holonome Stable rotation sur soi-même	Complexité mécanique importante
Unicycle	Stable rotation sur soi-même complexité mécanique faible	Non-holonom

Tableau N°01 : comparaison entre les types de robot[24].

1.3.2 Robot mobile à pattes :

Lorsque le terrain est mystérieux et accidenté et qu'il y a une différence d'altitude significative qui est un problème dans le mouvement des robots, et donc les robots émetteurs sont utilisés avec des jambes. C'est la solution à ce problème d'autre part, sa conception est compliquée en particulier la machine de jambe ainsi que le nombre de déclencheurs utilisés[15].

1.3.3 Robot mobile volants :

Un robot volant est un drone ou en d'autres termes un pilote télécommandé, un type de robot qui peut être utilisé dans plusieurs domaines tels que la protection militaire, agricole et incendie en analysant les informations de divers capteurs[16].

1.4 Les domaines de robotique :

1.4.1 Domaine militaire :

Le robot est utilisé dans le domaine militaire pour protéger les individus et les dispositifs de surveillance contre l'agression et pour sécuriser et surveiller les frontières terrestres. Les robots qui imitent les couleurs et les arbres de l'environnement sont faits pour être trompés, permettant à cette technologie de tromper les ennemis.



Figure 5 : robot militaire

1.4.2 Domaine agriculture :

Robot agricole est un robot conçu pour effectuer certaines tâches dans l'agriculture, l'horticulture et le désherbage des cultures à proximité des plantes ainsi que le transport de matériel agricole[18]



Figure 6:Domaine agriculture :Robot agricole

Il ya plusieurs domaine on va résume dans ce tableau

Médecin	<ul style="list-style-type: none">- Aider les handicapés et aveugles- Assistance d'urgence
Industrie nucléaire	<ul style="list-style-type: none">- Démontage central- Surveillance de site- Manipulation de l'équipement sans fil de travail
Espace	<ul style="list-style-type: none">- Exploration
Industriel	<ul style="list-style-type: none">- Transport- Surveillance
Sous-marine	<ul style="list-style-type: none">- poser des câble- Recherche de navires submergés et de personnes disparues
Sécurité civile	<ul style="list-style-type: none">- Placer des explosifs- Déminage- La surveillance de munitions

Tableau N°02 : les domaine de robotiques[22].

1.5 Les composants de robot

1.5.1 Les capteurs :

Le capteur est un outil capable de détecter un objet ou un phénomène. L'appareil est soumis à des appareils de mesure non électriques et fournit un signal électrique lorsqu'il est produit. Il assurera une mesure permanente de la quantité réelle[2].

1.5.1.1 Classification des capteurs

Les capteurs sont classés selon les phénomènes mesurés. La figure suivante montre deux types de capteurs présents dans les robots mobiles : Capteurs internes et des capteurs externes.

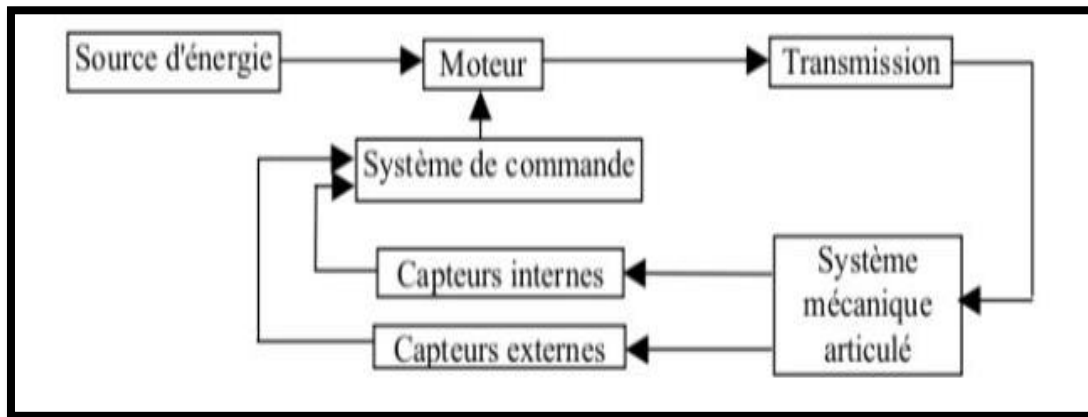


Figure 7 :Classification des capteurs[2]

1.5.1.1.1 Les capteurs interne

Ces capteurs sont utilisés dans les procédures mécaniques pour fournir des informations fondamentales sur les paramètres cinématiques du robot, ce qui permet de contrôler en permanence la bonne exécution du mouvement. En général, les données sensorielles traitées dans cette situation comprennent des vitesses, des accélérations, des angles de rotation ou des angles d'attitude. Ces capteurs internes peuvent être classés en deux catégories : Les capteurs de mouvement tels que les odomètres, les accéléromètres, les radars Doppler et les mesureurs optiques sont généralement utilisés. Cette catégorie est utilisée pour évaluer des mouvements basiques, des fluctuations de vitesse ou d'accélération sur des trajectoires rectilignes ou corrélatives. Les capteurs d'attitude enregistrent deux catégories de données : les angles de front et les angles de rotation et de tangente. Ceux-ci sont principalement composés de gyroscopes, les gyromètres, les capteurs inertiels composites...

1.5.1.1.2 :Les capteurs externes

En robotique mobile, les capteurs extéroceptifs sont utilisés afin de recueillir des données sur l'environnement d'évolution du système mobile. Ils sont indispensables pour compléter les capteurs proprioceptifs mentionnés précédemment. On utilise alors des techniques de fusion de données afin de conditionner et de traiter les informations sensorielles de diverses natures. La robotique mobile utilise principalement des capteurs télémétriques tels que les ultrasons, les lasers et les infrarouges, ainsi que le GPS et les caméras[2]

1.5.2 Les actionneurs :

Celui qui convertit l'énergie qui lui est fournie (qu'il reçoit) en

Phénomène physique (chaleur, champ magnétique, lumière, mouvement, positionnement, pression,).

Exemples :

- Lumière de courant électrique (diode électroluminescente, lampe...).
- Le son d'un courant électrique (cloche,...).
- Champ magnétique du courant électrique (aimant électrique).
- Courant de puissance infrarouge (double infrarouge).
- Chaleur du courant électrique (résistant au chauffage).
- Mouvement à partir d'un courant électrique (moteur électrique).
- Mouvement du liquide comprimé (vérin pneumatique ou hydraulique)[24]

1.5.2.1 Classification des actionneurs :

Les composants qui entraînent la machine sont appelés actionneurs. Il s'agit essentiellement de moteurs et de cylindres. Ils produisent de l'énergie Mécanique de puissance électrique, hydraulique ou pneumatique, presque toujours contrôlée par des signaux de commande électriques.

Il y a deux types:

1.5.2.1.1 Les actionneurs électriques :

Les moteurs électriques transforment l'énergie électrique en courant continu ou alternatif. Ainsi, il est envisageable d'obtenir : Le mouvement est réalisé par un moteur électrique, la chaleur est générée par une résistance chauffante, la lumière est générée par une lampe, le champ magnétique est généré par un électroaimant, et le son est produit par une enceinte acoustique. L'acteur Principe de l'actionLes moteurs électriques transforment l'énergie électrique en courant continu ou alternatif. Ainsi, il est envisageable d'obtenir : Le mouvement est réalisé par un moteur électrique, la chaleur est générée par une résistance chauffante, la lumière est générée par une lampe, le champ magnétique est généré par un électroaimant, et le son est produit par une enceinte acoustique.

1.5.2.1.2 Les actionneurs pneumatiques (les vérins) :

Les vérins sont des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques. Un vérin est composé d'un cylindre (tube) dans lequel un piston équipé d'une tige se déplace. Par conséquent, un vérin rempli d'un fluide sous pression produit un mouvement linéaire, alternatif, d'amplitude restreinte et déterminé par sa dimension. Deux technologies de vérin sont disponibles : – Les vérins pneumatiques, où l'air comprimé est utilisé entre 2 et 10 bars. Grâce à leur simplicité

d'utilisation, ils sont très répandus dans les systèmes automatisés. – Les vérins hydrauliques, où l'huile est utilisée sous une pression comprise entre 160 et 350 bars. Plus onéreux, ils nécessitent des efforts bien plus considérables. La précision des vitesses de tige est améliorée. Les vérins sont des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques. Un vérin se compose d'un tube (cylindre) dans lequel il se déplace.[24]

1.5.3 Système de contrôle :

Collecte des informations des capteurs pour contrôler les procédures

1.5.4 Interface de programmation :

Système de communication opérateur-opérateur Machine ou entre machines (interface graphique, interfaces de commande à distance, structure linguistique, etc...)

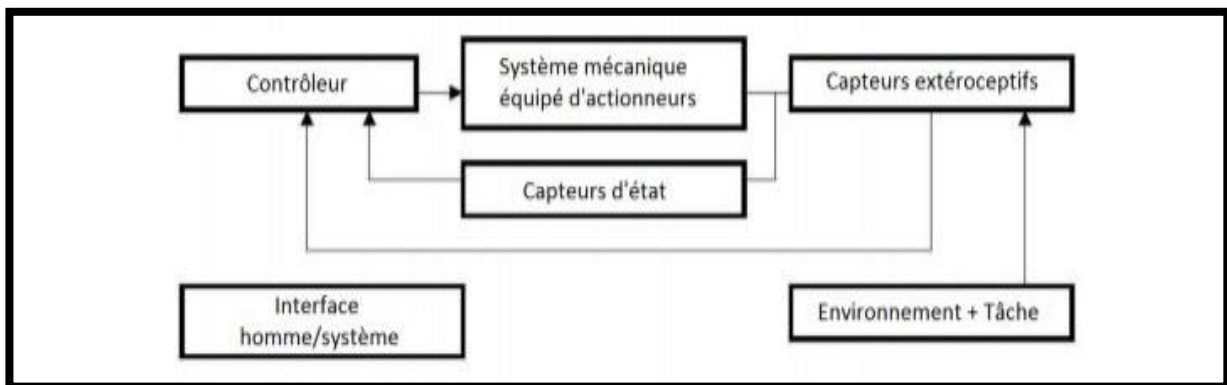


Figure 8 :les composants des robots

1.6 Les avantages des robots :

- éviter les risques et les accidents
- Augmentation du taux de production
- Réduire les coûts de production
- Travailler 24 heures sur 24
- Évolutivité et capacité de programmation
- Les robots n'ont pas besoin d'éclairage, pas de conditionnement
- Il peut avoir plus de précision que les humains[19]

1.7 Les inconvénients des robots :

- Hausse du chômage
- Ses coûts sont élevés et coûteux
- Nécessite un entretien préventif pour maintenir
- Conception mécanique associée à la mobilité

- Elle ne peut faire que ce qu'on lui demande
- Consommation de l'énergie[19].

1.8 Comment le robot suivre de ligne :

La ligne est une ligne ou même une courbe, ce qui est probablement plus précis car cette définition signifie que la ligne est une série de points. Bien sûr, mais en fait, nous remarquons une ligne quand elle est assez épaisse et assez grande pour voir avec nos yeux. En outre, il est nécessaire d'avoir une couleur très différente de celle du fond sur lequel il est peint. Sélectionnez une ligne noire qui sera dessinée, imprimée ou suivie sur un fond blanc. L'épaisseur de la ligne doit être suffisante pour que les "yeux" du robot la détectent mais modérément pour qu'il ne soit pas considéré comme une personne solide Les capteurs infrarouges sont généralement utilisés afin de permettre au robot d'être programmé pour suivre la ligne.

1.9 Les techniques permettant le robot de suivre la ligne :

Il existe différentes techniques permettant de robot suivre la ligne on peut en citer :

1.9.1 Les algorithmes génétiques :

1.9.1.1 Définition:

L'algorithme génétique est un algorithme d'optimisation intelligent important qui opère sur une population spécifique en simulant le processus d'évolution naturelle et en utilisant l'évolution artificielle pour optimiser continuellement la population afin de rechercher la solution optimale.[21] .

1.9.1.2 Principe de fonctionnement des algorithmes génétiques :

- 1- L'algorithme commence par créer une population initiale aléatoire.
- 2- L'algorithme crée ensuite une séquence de nouvelles populations. À chaque étape, l'algorithme utilise les individus de la génération actuelle pour créer la population suivante. Pour créer la nouvelle population, l'algorithme effectue les étapes suivantes :

2.1 : Marque chaque membre de la population actuelle en calculant sa valeur de conditionnement physique. Ces valeurs sont appelées les scores de conditionnement physique bruts.

2.2 : Échelle les scores de conditionnement physique bruts pour les convertir dans une gamme de valeurs plus utilisable. Ces valeurs échelonnées sont appelées valeurs d'attente.

2.3 : Sélectionne les membres, appelés parents, en fonction de leurs attentes.

2.4 : Certains des individus de la population actuelle qui ont une condition physique plus faible sont choisis comme élite. Ces individus d'élite sont passés à la population suivante.

2.5 Produit des enfants à partir des parents. Les enfants sont produits soit en faisant des changements aléatoires à un seul parent-mutation-ou en combinant les entrées vectorielles d'une paire de parents (crossover).

3- Remplacer la population actuelle par les enfants pour former la prochaine génération.

4- L'algorithme s'arrête lorsque l'un des critères d'arrêt est satisfait.

5- L'algorithme prend des étapes modifiées pour les contraintes linéaires et entières.

6- L'algorithme est modifié pour les contraintes non linéaires.

1.9.1.3 Paradigmes :

Ce paradigme, associé avec la terminologie de la génétique, nous permet d'exploiter les algorithmes génétiques : Nous retrouvons les notions de Population, d'Individu, de Chromosome et de Gène.

La population: c'est l'ensemble des solutions envisageables. (C'est un ensemble d'individus.

L'individu : représente une solution. (C'est une proposition au problème défini).

Le chromosome : est une composante de la solution.

Le gène : est une caractéristique.

Espace de recherche: Définit l'ensemble des configurations possibles des paramètres de la fonction à optimiser

1.9.1.4 Codage :

Le codage des algorithmes génétiques est la manière dont les solutions potentielles d'un problème sont représentées sous forme de données compréhensibles par l'algorithme. Il existe plusieurs structures de données adaptées au problème, telles que des chaînes de bits, des nombres réels ou des vecteurs. Le choix du codage est crucial car il détermine comment les opérations génétiques, comme le croisement et la mutation, sont appliquées aux solutions pour générer de nouvelles solutions. Un bon codage permet une exploration efficace de l'espace de recherche et facilite la recherche de solutions optimales.

1.9.1.5 Opérateur d'évolution :

Il y'a 3 opérateur d'évolution dans les algorithmes génétiques :

1. **La sélection :** La sélection consiste à choisir les individus les mieux adaptés afin d'avoir une population de solution la plus proche de converger vers l'optimum global.[13]

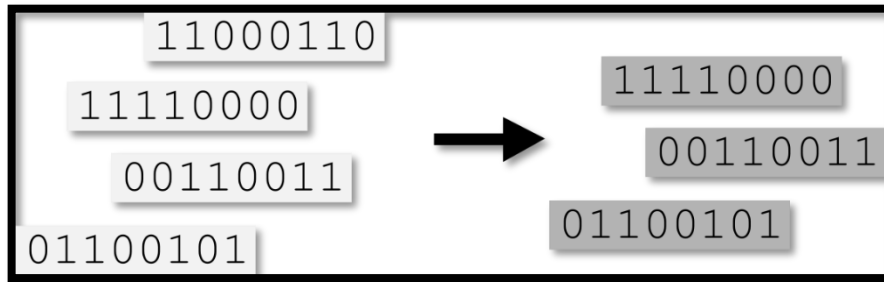


Figure 9 :Opérateur de sélection[13]

2. **Le croisement :** lecroisement permettent de simuler des reproduction d'individus dans le but d'en créer des nouveaux..il est tout à fait possible de faire des croisements aléatoire. Toutefois, une solution largement utilisée est d'effectuer des croisements multipoints[25].

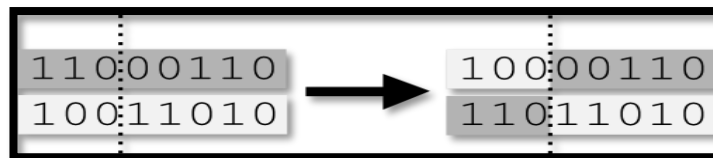


Figure 10 :Opérateur de croisement

(Simple enjambement)[13]

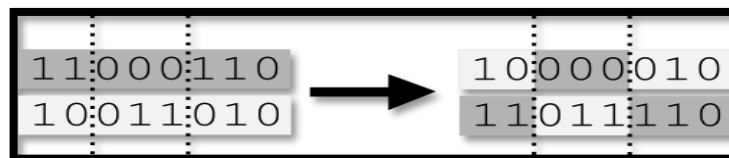


Figure 11 :Opérateur de croisement (double enjambement)

3. **La mutation :** Cette opération consiste à modifier aléatoirement les caractéristiques +d'un individu. Elle permet d'introduire de la diversité dans la population et d'explorer de nouvelles solutions potentielles[13]

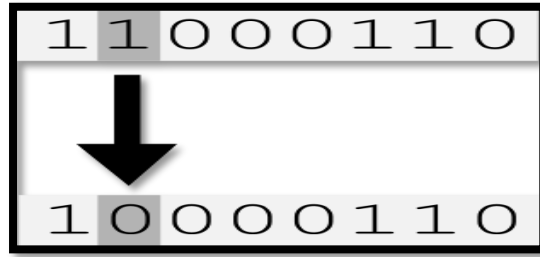


Figure 12 : opérateur de mutation[13]

1.9.1.6 Fitness function :

La fitness function, ou bien, la fonction d'évaluation en français, est une fonction mathématique qui va calculer le score d'un individu. Cette fonction nous permet donc d'évaluer la qualité d'une solution candidate, Elle attribue une note à chaque individu de la population en fonction de sa capacité à résoudre le problème posé.

1.9.1.7 L'utilisation de l'algorithme génétique pour le robot suivre de ligne :

1. On définit une représentation des gènes pour représenter les paramètres du robot, telles que la vitesse des roues, et les chromosomes sont des combinaisons de gènes.
2. On crée une première population des robots en utilisant des paramètres aléatoires
3. On définit la fonction d'évaluation (la fitnessfunction) pour évaluer à quel point chaque individu suit la ligne
4. On sélectionne ensuite, les meilleurs chromosomes ceux qui donnent les meilleurs résultats.
5. On applique les opérateurs d'évolution : la mutation et le croisement pour créer une nouvelle génération de chromosomes.
6. Répéter les étapes d'évaluation, de sélection, de croisement et de mutation pour un certain nombre de génération ou jusqu'à ce qu'une solution satisfaisante soit trouvée.

1.9.1.8 Exemple d'un robot suivre de ligne avec algorithme génétique :

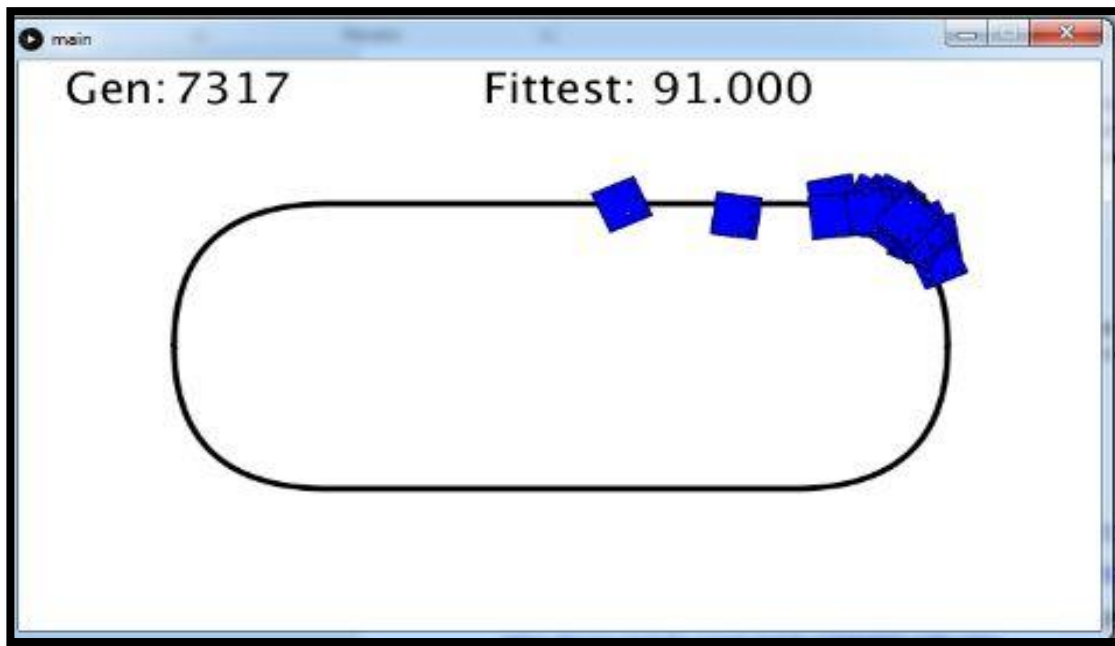


Figure 13 :L'utilisation de l'algorithme génétique d'une robot suiveur de ligne[7].

1.9.2 L'apprentissage par renforcement :

L'apprentissage par renforcement est un moyen d'apprentissage automatique. Il se compose de six composantes principales : travailleur, environnement, situation, emploi, récompense et politique. Il est utilisé pour décrire et résoudre les problèmes dans lesquels un travailleur apprend des stratégies pour maximiser les récompenses ou atteindre des objectifs spécifiques lors de l'interaction avec l'environnement. L'apprentissage par renforcement peut être considérée comme un processus d'essais et d'erreurs [15].

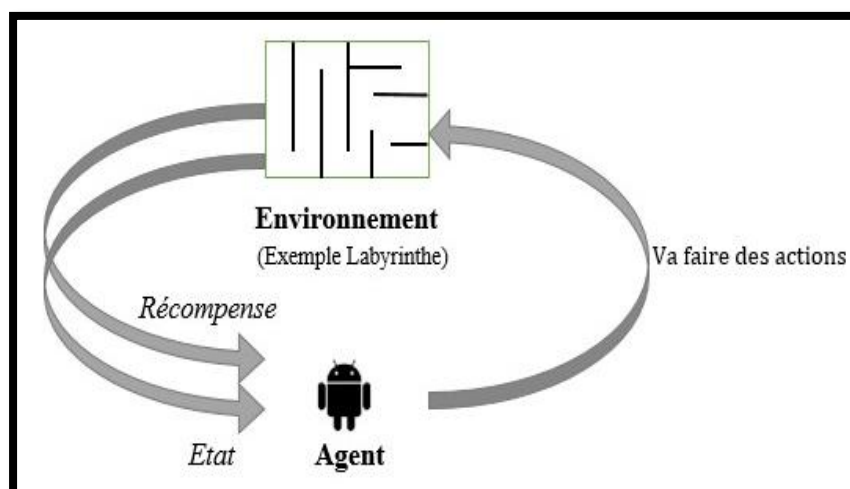


Figure 14 :concept d'apprentissage par renforcement

1.9.2.1 Principe de fonctionnement :

Depuis l'état s (s comme state) de l'environnement, l'agent utilise une politique π pour choisir une action a . L'apprentissage par renforcement vise à optimiser la politique d'action π de l'agent grâce à un jeu de récompenses positives et négatives.

Un agent évolue dans un environnement donné.

Il peut effectuer certaines actions dépendant de l'état courant :

- l'état de l'environnement
- et son propre état

ce qui amène dans un nouvel état.

Certaines actions sont liées à des récompenses / coûts immédiats[30]

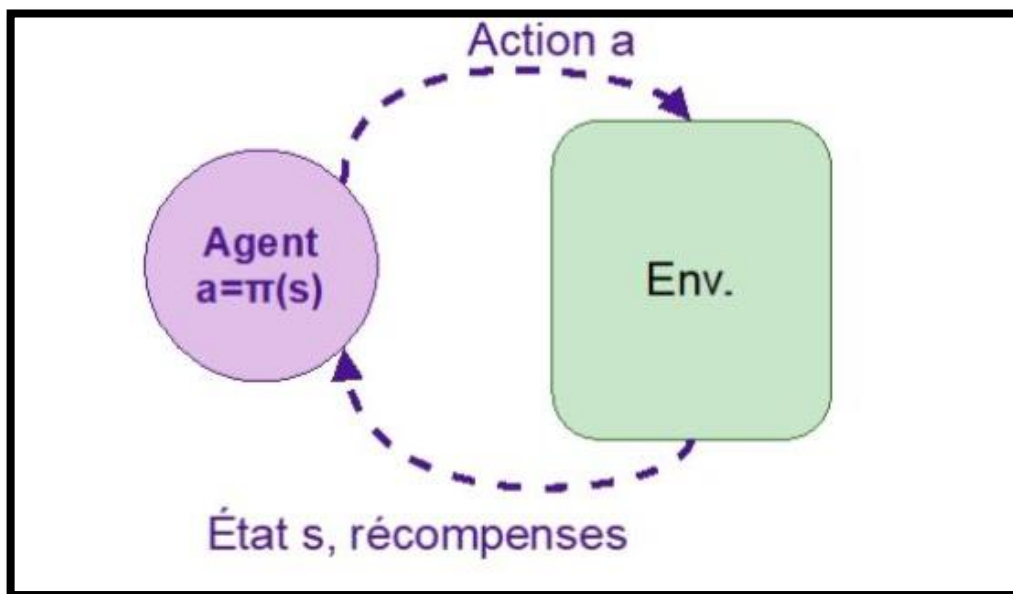


Figure 15 :Principe de fonctionnement de l'apprentissage par renforcement

1.9.2.2 L'agent :

L'ontologie de l'apprentissage par renforcement, on pourrait la considérer comme le cerveau humain. L'objectif de l'agent est d'obtenir la récompense cumulative maximale en interagissant avec l'environnement en suivant une politique donnée[28].

1.9.2.3 L'environnement :

C'est le cadre dans lequel l'agent travaille. Il peut s'agir d'un monde réel physique ou d'un simulateur virtuel. Il établit les règles et les limites auxquelles l'agent est confronté[29].

1.9.2.4 Politique π :

Représentée par π . La politique est le cœur de l'algorithme et elle est suffisante en elle-même pour déterminer les comportements de l'agent[14].

1.9.2.5 Fonction de valeur :

Elle représente la quantité de récompense que l'agent s'attend à gagner, en moyenne, en étant dans cet état et en suivant une politique donnée. Cette estimation aide l'agent à comprendre quelles positions ou états dans l'environnement sont les plus bénéfiques sur le long terme

1.9.2.6 L'utilisation de l'apprentissage par renforcement pour le robot suiveur de ligne :

Pour permettre à un robot de suivre une ligne en utilisant l'apprentissage par renforcement, on définit les environnements avec lesquels le robot interagit et les actions entreprises, telles que se déplacer en ligne droite ou tourner à droite ou à gauche. Ensuite, nous ajustons la fonction de récompense pour encourager le robot à suivre la ligne. Une récompense positive est donnée lorsque le robot suit correctement la ligne, une récompense négative (pénalité) est appliquée lorsqu'il s'écarte de la ligne, et une pénalité très négative est infligée lorsqu'il s'écarte complètement de la ligne.

1.9.2.7 Exemple d'un robot suivre de ligne avec l'apprentissage de renforcement :

Ce projet comporte deux phases. Le premier est le programme Matlab pour la simulation du robot suiveur de ligne, qui est contrôlé par la méthode d'apprentissage par renforcement. À ce stade, il est examiné, quels paramètres influencent le plus la performance de l'agent.

La deuxième partie du projet est une implémentation de l'algorithme pour le robot suiveur de ligne réel.

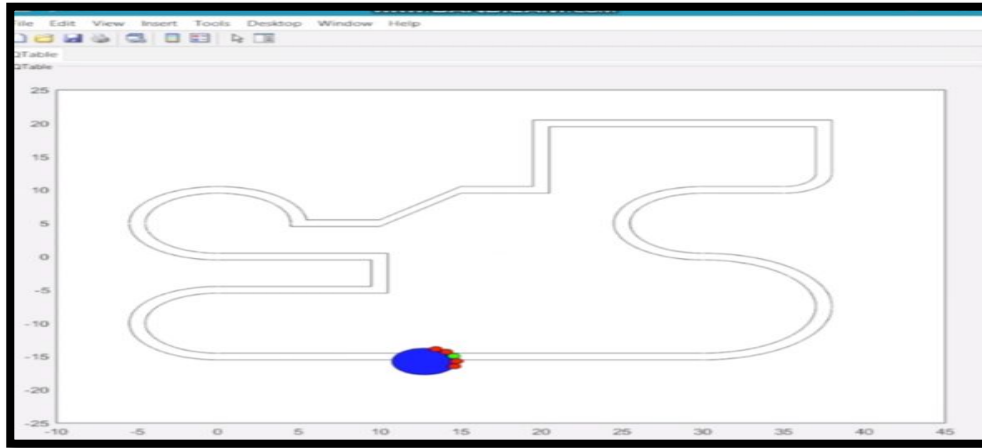


Figure 16 :L'utilisation de l'apprentissage par renforcement d'un robot suiveur de ligne simulation[6]

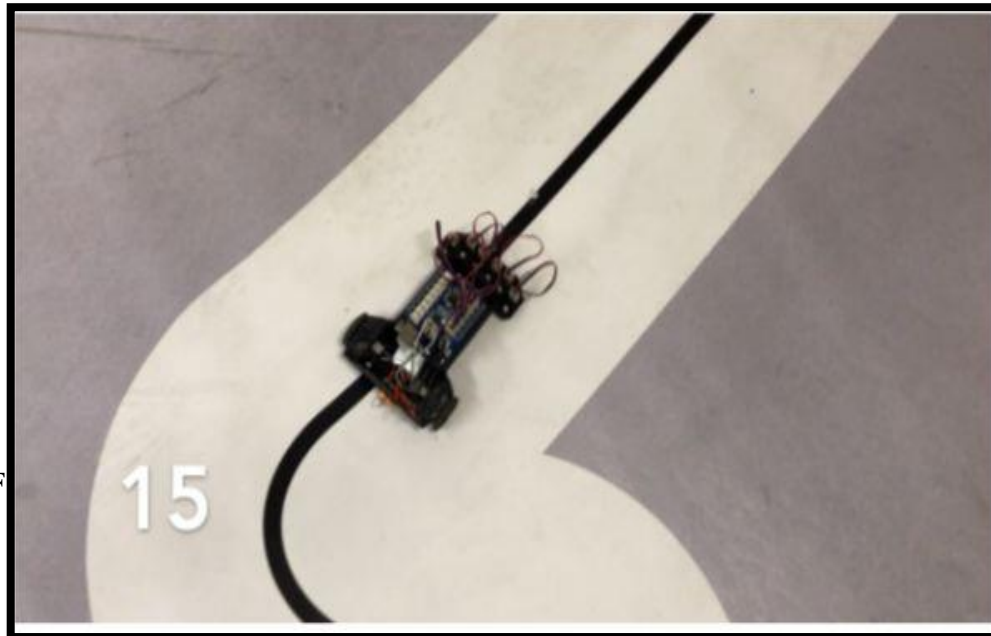


Figure17 : L'utilisation de l'apprentissage par renforcement d'un robot suiveur de ligne réel[6]

1.10 Conclusion :

En conclusion, les robots se retrouvent partout :dans les usines, les maisons et les hôpitaux,ils sont très utile dans la vie, l'objectif de ce chapitre est présentation des robots et mentionne leurs caractéristiques, leur classification et leur domaines d'applications, ses avantages et ses inconvénients, nous avons expliqué comment le robot suivre la ligne et nous avons mentionnée différentes approches, telles que les algorithmes génétiques et l'apprentissage par renforcement.

Chapitre II :
Généralité sur l'internet des
objets

2 Introduction

Dans ce chapitre, nous commencerons par présenter l'IoT, puis les composantes de l'IoT et ces domaines d'application et le cloud computing.

L'Internet des objets (IoT) est apparu pour la première fois en 1999 par l'ingénieur ASCHTON Kevin, il a été désigné comme des objets connectés identifiables de manière unique en utilisant la technologie d'identification par radiofréquence (RFID).

(IoT) est un réseau d'objets intégré d'appareils électroniques, d'applications et des capteurs qui permet aux objets d'échanger toutes les données et de les contrôler à distance via Internet. Pour que l'IoT évolue, il doit s'agir de nombreux moyens tels que l'infrastructure et les protocoles et les communications. [23].

2.1 Les caractéristiques de L'IoT :

2.1.1 Connectivité :

Il est généralement connu sous la couche de réseau [10]. L'infrastructure Internet est une exigence importante pour se connecter afin que n'importe qui dans le monde et à tout moment puisse se connecter avec un téléphone mobile ou tout autre outil pouvant se connecter à Internet [4].

2.1.2 L'identité des objets et des appareils :

Il est très important d'extraire les connaissances des données générées. Par exemple, un détecteur qui génère de telles données ne sera utile que s'il est correctement interprété. Ces connaissances sont utiles pour le suivi et la vérification de l'équipement [4].

2.1.3 Dynamique and self adaptations :

Les appareils de L'IoT sont capables de s'adapter dynamiquement à leurs propres scénarios. Nous supposons qu'une caméra de surveillance dédiée doit être adaptable à différentes conditions, changements et heures (matin, après-midi et nuit)

2.1.4 L'évolutivité :

L'IoT est associé à de nombreux éléments et augmente de jour en jour, il est capable de traiter les données à grande échelle et de les traiter de manière appropriée

2.1.5 Architecture :

L'IoT n'est ni détenu ni affilié à aucune personne, groupe ou branche d'ingénierie.

L'Internet des objets est un fait lorsque plusieurs domaines se réunissent.

2.1.6 Sécurité

La sécurité des données est le principal défi de l'IdO car il y a un risque pour les utilisateurs qui les exposent à la pénétration et aussi d'énormes équipements professionnels et l'IdO peut également être à risque, de sorte que la sécurité des équipements est nécessaire et importante[4].

2.1.7 auto-configuration

Les appareils IoT peuvent mettre à niveau leur logiciel en fonction des exigences d'engagement des utilisateurs et peuvent créer un réseau pour permettre l'ajout de nouveaux appareils et c'est l'une des fonctionnalités IoT les plus importantes[4].

2.1.8 Interopérabilité :

Les appareils IoT peuvent échanger des données et se connecter entre eux et cela s'appelle l'interopérabilité[4].

2.2 Les protocoles de L'iot :

Les protocoles IoT sont d'une grande importance. Les serveurs, portails, capteurs et applications utilisateur ne peuvent pas être connectés sans protocoles IoT[5].

Il existe plusieurs protocoles IoT qui sont largement utilisés dans l'IoT avec des fonctionnalités différentes : protocole d'application, protocole d'infrastructure.....

Nous voulons décrire les protocoles les plus importants dans L'IoT.

2.2.1 MQTT :

IBM a introduit MQTT en 1999 et OASIS l'a consolidé en 2013 . Son objectif est de permettre des liens intégrés entre les applications et programmes intermédiaires d'une part, et les réseaux et communications d'autre part. Il adopte une structure de publication/abonnement, avec trois composantes principales : éditeurs, participants et médiateurs. Lorsqu'il s'agit de l'Internet des objets, les éditeurs sont souvent des capteurs légers qui se connectent au support afin d'envoyer leurs données et de se rendormir à chaque occasion. Les abonnés sont des applications intéressées par un sujet particulier ou des données sensorielles, ce qui les amène à contacter des courtiers afin de leur communiquer toutes les nouvelles données reçues.[9].

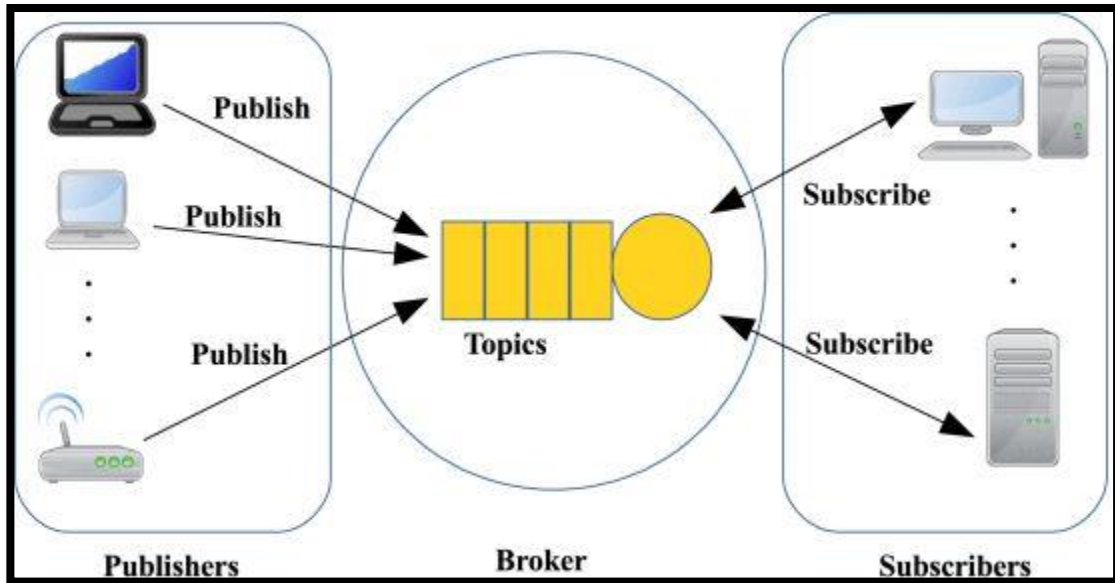


Figure 18 :MQTT architecture [8].

2.2.2 HTTP :

HTTP (HyperText Transfer Protocol) a été inventé comme un composant du World Wide Web pour transférer des documents. Il nous est familier comme l'une des technologies habilitantes qui permet aux navigateurs Web de fonctionner. Les serveurs contiennent des ressources qui sont identifiées par les URL qui ont la base familière, Il fonctionne sur le modèle demande/réponse Dans un environnement IoT une utilisation courante de HTTP est de permettre aux appareils de POSTER sur une ressource qui représente l'état de l'appareil sur le service IOT

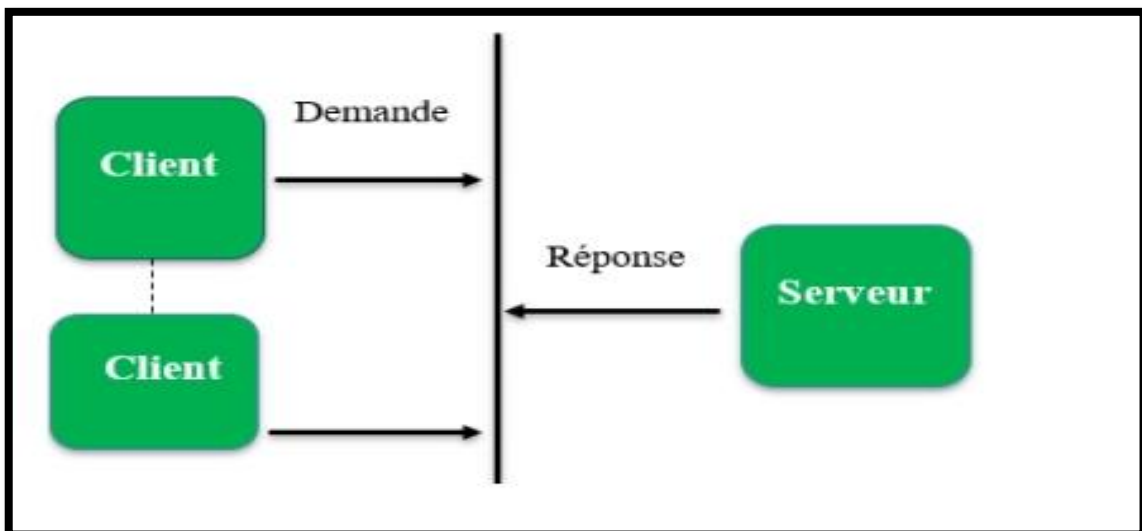


Figure 19 :HTTP architecture[16].

2.2.3 COAP :

Le groupe de travail restreint RESTful (Core) de l'IETF a développé CoAP, un autre protocole pour la couche session, afin de fournir une interface RESTful légère (HTTP). Les serveurs HTTP utilisent RepresentativeStatus Transfer (REST) comme interface standard. Cependant, dans le cas d'applications légères telles que l'IoT, REST peut générer des frais généraux et une consommation d'énergie importante. Les capteurs basse consommation peuvent utiliser les services RESTful tout en respectant leurs contraintes énergétiques grâce à CoAP. Basé sur UDP contrairement à http qui utilise tcp, il dispose d'un mécanisme léger pour assurer sa fiabilité. Les deux annexes principales de la structure du plan d'action sont les messages et les demandes/réponses. La correspondance est responsable de l'administration[9].

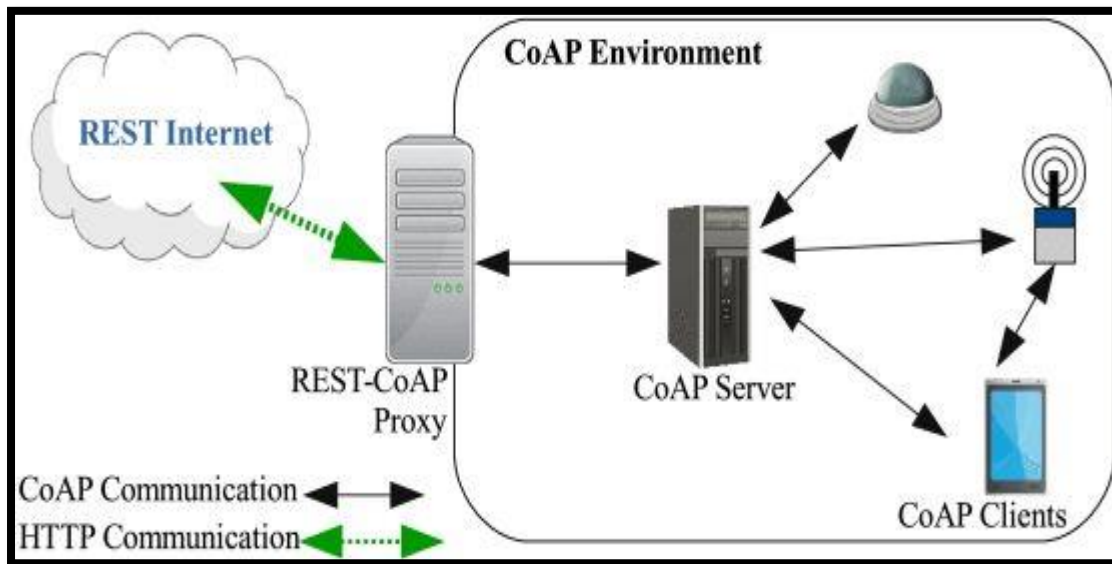


Figure 20 : Fonctionnement du protocole CoAP[8].

2.2.4 XMPP :

XMPP est un protocole utilisé pour le chat multilatéral, les appels vocaux et vidéo où les utilisateurs peuvent communiquer entre eux quel que soit le système d'exploitation qu'ils utilisent. Il permet également aux applications de messagerie instantanée de chiffrer, de se conformer à d'autres protocoles, de contrôler l'accès et de mesurer la confidentialité [8].

Supports XMPP l'architecture de publication / abonnement et demande /réponse et il appartient au développeur de l'application de choisir l'architecture à utiliser [5].

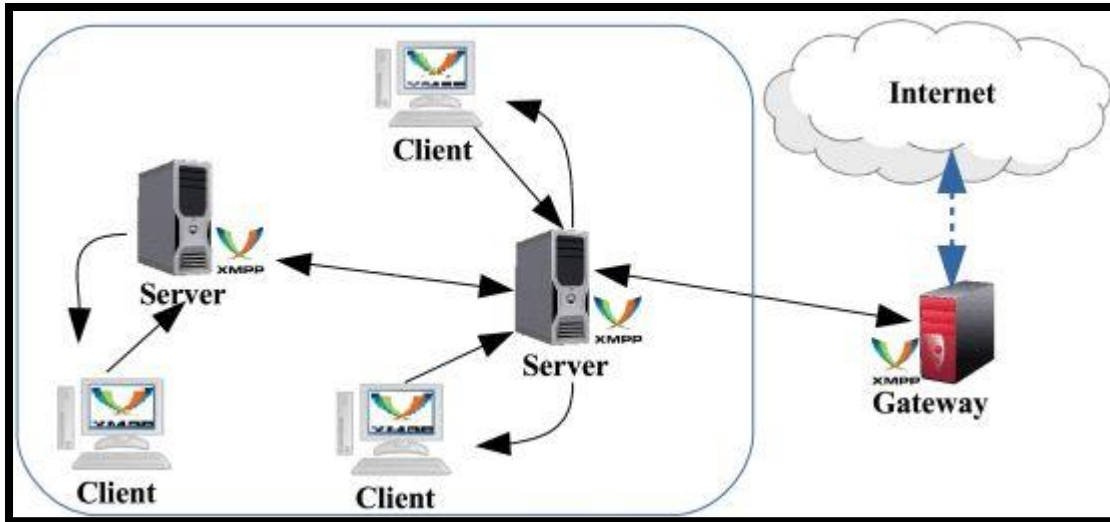
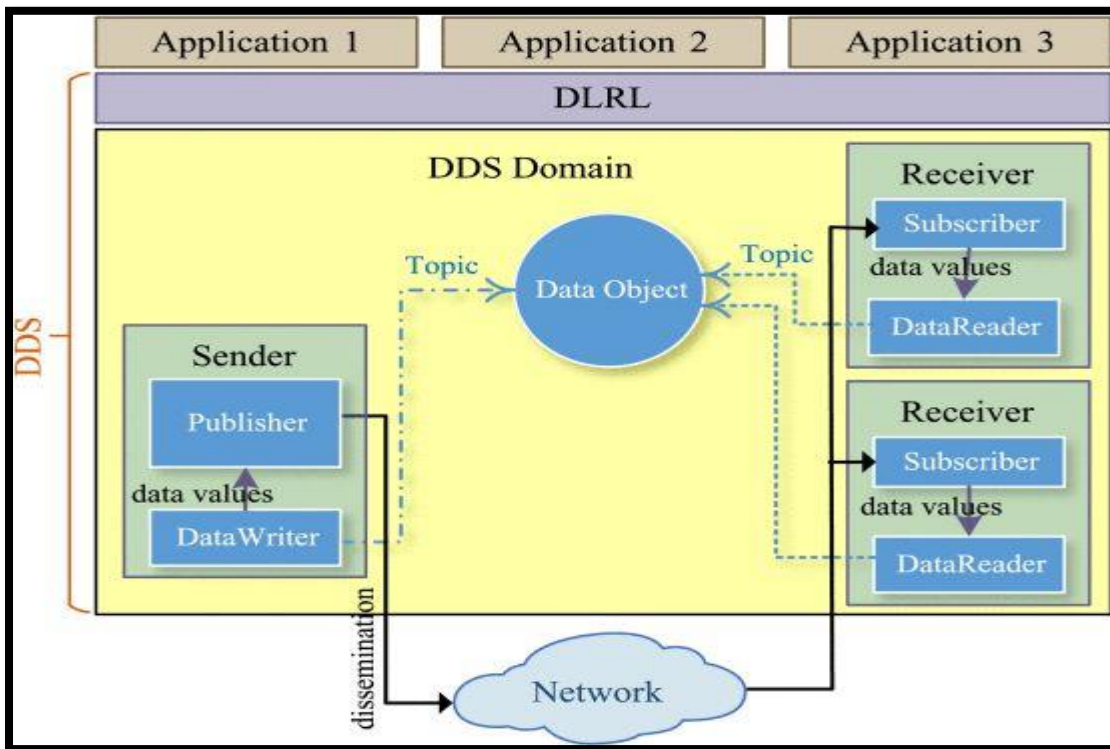


Figure 21 : Communications in XMPP[8]

2.2.5 DDS :

DDS est un protocole conçu par OMG. Ce protocole a une excellente qualité et garantit service et fiabilité car il ne s'appuie pas sur un intermédiaire en communication. 23 niveaux de qualité de service sont proposés, ce qui lui permet de satisfaire divers critères de qualité, tels que la sécurité, l'urgence, la priorité, la durabilité, la fiabilité, etc.[9]



Figure

22 :

Conception

DDS

2.3 Domaine d'application de l'internet des objets :

2.3.1 Smart home :

L'une des applications IoT les plus connues est la Smart Home qui utilise des capteurs pour contrôler l'éclairage, les systèmes de sécurité et la gestion des ressources. Marc utilise un système de maison intelligente dans sa maison. Son système de sécurité utilise la reconnaissance faciale et l'alerte familiale. Il a des clés Internet pour alimenter les appareils connectés [12].

2.3.2 Soins de santé :

Les appareils IoT dans le domaine de la santé fournissent une assistance et des avantages aux patients, aux médecins et aux infirmières permettant au médecin de surveiller les patients à distance. Les appareils peuvent recueillir automatiquement des facteurs vitaux pour la santé, comme la pression artérielle... [12].

2.3.3 Smart beehive

Les ruches innovantes nous permettent d'observer et d'analyser des données importantes sur la santé, la productivité et les conditions environnementales. équipé d'une gamme de capteurs, y compris la température, l'humidité, le poids et mêmeLocalisant le GPS, ces ruches intelligentes recueillent des informations précieuses sur le bien-être et l'activité des abeilles. En exploitant ces données via une plate-forme intelligente, il a permis de maintenir le bien-être des abeilles et d'exploiter leurs avantages Des produits inestimables [11].

2.3.4 Agricultureintelligente :

Les appareils IoT sont utilisés dans l'agriculture en déployant des capteurs et des appareils IoT pour collecter des données qui permettent aux agriculteurs et aux agricultrices de contrôler à distance et de prendre des décisions éclairées pour améliorer leur travail et gérer avec précision la consommation (engrais, eau et médicaments contre les insectes)[10].

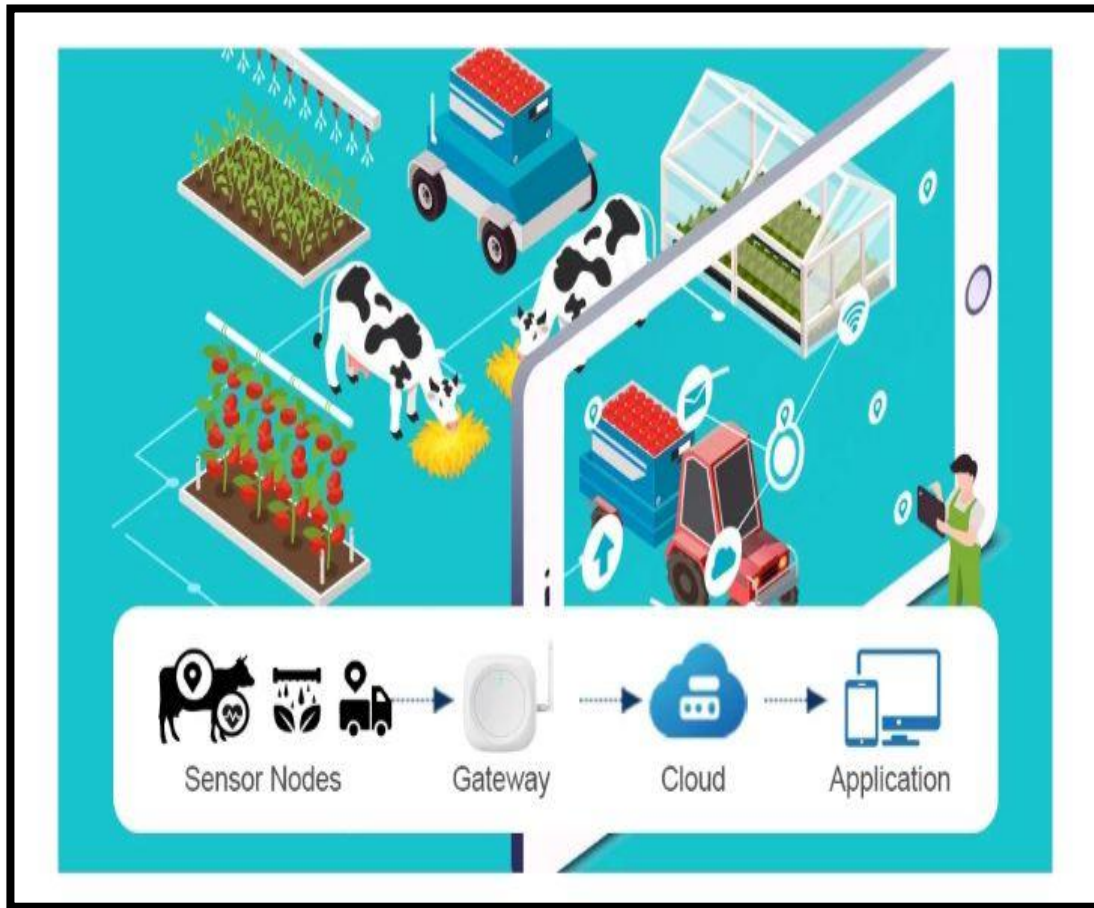


Figure 23 :Architecture IoT Pour une Agriculture Intelligente[10]

2.4 Motivation sur le cloud dans' IoT :

Le cloud est une ressource essentielle dans le projet IoT pour la collecte, le stockage et le traitement des données.

2.4.1 Cloud computing :

Selon Amazon [11], le Cloud Computing est la fourniture à la demande de ressources informatiques sur Internet avec tarification à l'utilisation. Au lieu d'acquérir, et d'entretenir des infrastructures gigantesques tel que les centres de données physiques et les serveurs, vous pouvez accéder à des services technologiques, tels que la puissance de calcul, le stockage et les bases de données, selon vos besoins auprès d'un fournisseur de Cloud comme Amazon Web Services (AWS)[18].

2.4.2 Caractéristique de cloud computing :

2.4.2.1 Auto-service à la demande:

Un consommateur peut fournir unilatéralement des capacités informatiques telles que le temps du serveur et le stockage réseau, selon les besoins, automatiquement sans nécessiter une interaction humaine avec chaque fournisseur de services[10].

2.4.2.2 Large accès au réseau :

es capacités de calcul sont distribuées sur le réseau (p. ex. Internet) et utilisées par différentes applications client utilisant des plates-formes hétérogènes (telles que les téléphones mobiles, téléphones portables et PDA) situées sur un site de consommation.[10]

2.4.2.3 Le regroupement des ressources

les ressources informatiques d'un fournisseur de services cloud sont « regroupées » pour servir plusieurs consommateurs en utilisant le modèle de multi-ténance ou de virtualisation, « avec plusieurs ressources physiques et virtuelles dynamiquement allouées et réallouées en fonction de la demande du consommateur ».[10]

2.4.2.4 Elasticite rapide :

La capacité peut être prévue et libérée élastiquement, dans certains avec libération automatique, pour se déplacer rapidement vers l'extérieur et l'intérieur comme la demande le dicte.

2.4.2.5 Livraison mesurée :

les systèmes cloud vérifient et optimisent automatiquement l'allocation des ressources en tirant parti d'une capacité de mesure à un certain niveau d'abstraction qui convient au type de service (e.g, storage, processing, bandwidth and active user accounts).

L'utilisation des ressources peut être surveillée, contrôlée et signalée, assurant la transparence tant pour le fournisseur que pour le consommateur du service utilisé[10].

2.4.3 Modeles de servise :

2.4.3.1 SaaS :

Pour accéder au service loué par SaaS sur le cloud, vous devez vous connecter à Internet et l'utilisateur n'est pas invité à stocker, installer et entretenir l'application. Voici quelques exemples de leurs services : Salesforce.com, Google Mail, Google

Documents.[18].

2.4.3.2 PaaS :

Les consommateurs peuvent contrôler les applications publiées et éventuellement les paramètres des environnements d'hébergement d'applications, mais ne peuvent pas contrôler l'infrastructure cloud de base, y compris le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation ou les serveurs[18]

2.4.3.3 LaaS :

Capacité du consommateur à fournir le traitement, le stockage, les réseaux et d'autres ressources informatiques qu'il est en mesure de mettre en œuvre et d'exploiter des programmes arbitraires, y compris des systèmes d'exploitation et d'application[18]

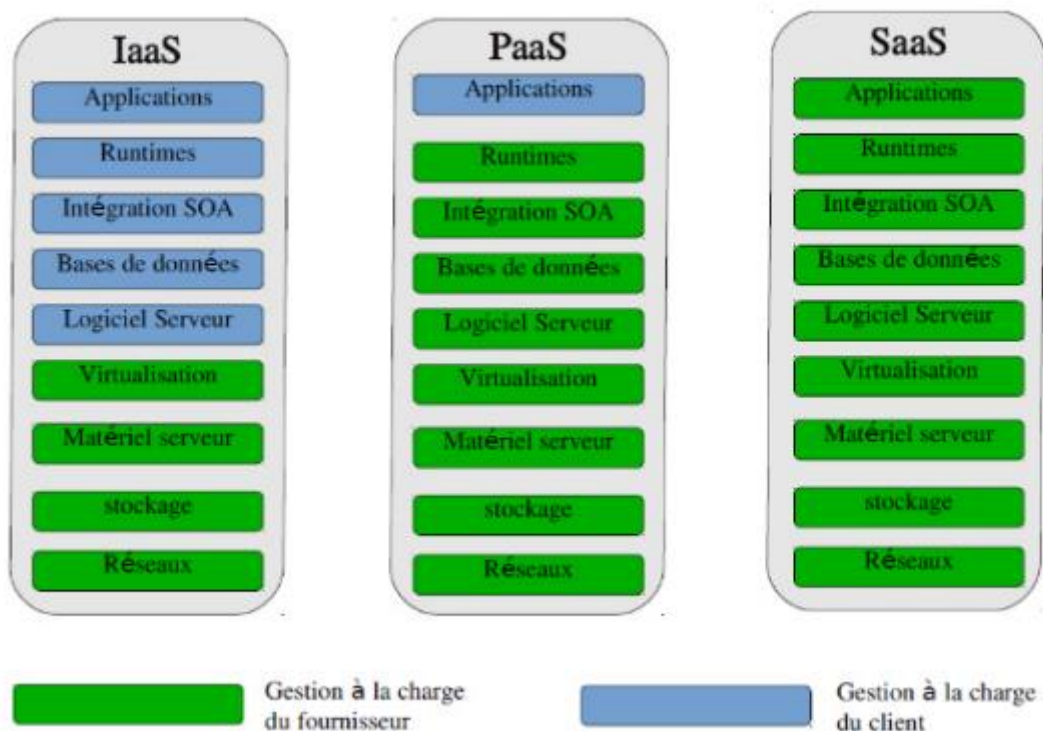


Figure 24 : les tâches d'administration des modèles de service[17].

2.4.4 : Modèles de Déploiement :

Les services de Cloud Computing se distinguent en trois catégories :

- Le cloud public ,
- le cloud privé

- ,le cloud hybride

2.4.4.1 Cloud privé:

Un Cloud privé est une infrastructure spécifiquement conçue pour une entreprise spécifique, pouvant être gérée en interne ou par un tiers, et hébergée en interne ou en externe. Ce modèle permet aux entreprises d'être flexibles tout en maintenant la gestion, le contrôle et la sécurité. Les bénéfices incluent la possibilité d'accéder à l'interface de contrôle en self-service, ce qui permet à l'équipe informatique d'être rapidement approvisionnée, et la possibilité d'allouer ou de livrer des ressources informatiques à la demande. Il en va de même pour la gestion des ressources, que ce soit pour le stockage ou l'analyse. De la même manière, la sécurité et la gouvernance sont adaptées aux besoins particuliers de chaque individu..[17]

2.4.4.2 Cloud public :

Les services de Cloud public sont fournis par un tiers, par l'intermédiaire d'internet. Ces services sont vendus sur demande généralement dans la minute ou l'heure qui suit la requête. Les clients payent uniquement pour les cycles des CPU, le stockage ou la bande passante qu'ils consomment. Les principaux fournisseurs de Cloud public sont Amazon Web Services, Microsoft Azure, IBM et Google ComputeEngine. Les utilisateurs de services de Cloud public n'ont pas besoin d'investir dans le matériel, les logiciels, ou les infrastructures qui sont gérées par les fournisseurs. On y retrouve de nombreuses applications SaaS professionnelles allant du CRM (Customer Resource Management) aux gestionnaires de transactions en passant par les outils analytiques de données. Les IaaS pour les services de stockage et de computing reposent également sur le Cloud public. Il en va de même pour les PaaS destinées au développement d'applications Cloud[17]

2.4.4.3 Cloud hybride :

Le Cloud Hybride représente la fusion du Cloud public et du Cloud privé. Les entreprises ont la possibilité de réaliser des tâches très importantes ou des applications sensibles sur le Cloud privé, tandis que celles qui nécessitent une flexibilité des ressources peuvent utiliser le Cloud public. Le Cloud hybride vise à établir un environnement unifié, automatisé et flexible qui exploite les infrastructures de Cloud public tout en conservant un contrôle total sur les données.**les avantages des cloud computing :**

_ grand capacité et stocker et traiter les données

- _ la puissance des serveur est trop élevée
- _ Pas besoin de maintenance des logicielles, et des équipements

2.4.5 LesInconvénients des Cloudcomputing :

- _ Si le réseau en panne il ne pourra pas accéder à sa plateforme de travail.
- _ Le cout et la durabilité du Cloud : la durée de vie de fournisseur n'est pas garantie.

2.5 Conclusion :

l'Internet des objets et le cloud computing sont des technologies complémentaires qui, ensemble, ont le pouvoir de transformer nos environnements et nos modes de vie. L'innovation continue dans ces domaines promet d'apporter des avancées technologiques significatives, tout en posant des défis que nous devons aborder avec prudence et créativité.

Chapitre III :
Conception

3 Introduction :

Pour pouvoir maintenir un robot suiveur de ligne, nous aurons besoin d'une plateforme agissant en tant qu'interface entre le matériel et le logiciel. C'est pourquoi nous utiliserons un système embarqué. Un système embarqué est composé essentiellement de deux parties qui sont : le logiciel, également appelé « Software », et le matériel, appelé « Hardware ». Dans ce chapitre, nous nous pencherons sur ces deux parties, pour cela nous allons pour chaque partie établir un organigramme qui va illustrer le schéma utilisé pour mieux comprendre leur fonctionnement

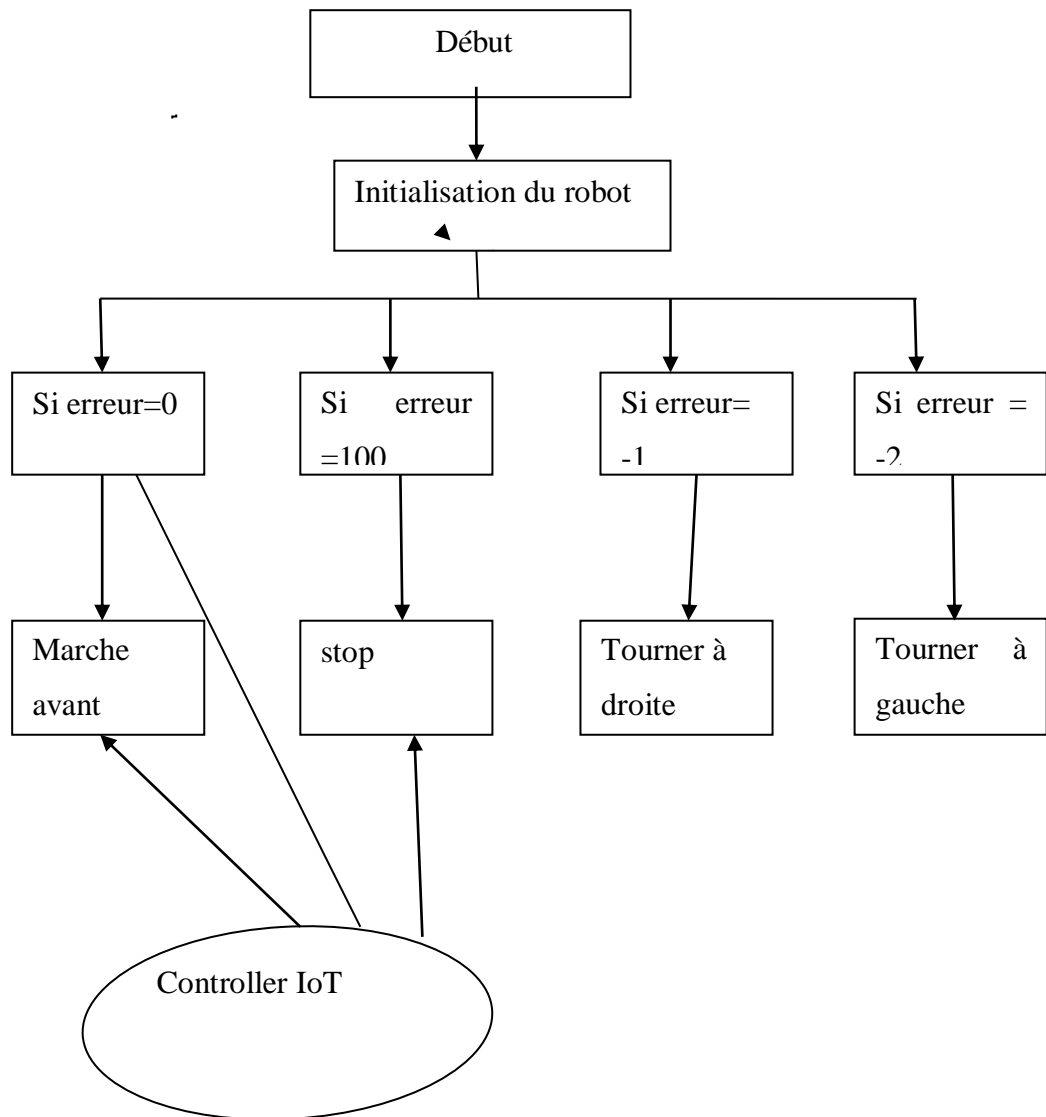
3.1 Partie logiciel :

Le robot suiveur de ligne utilise 3 capteurs infrarouges ,Le capteur au milieu est ce qui doit être sur la ligne noire et signifie que nous lisons la valeur de 1 du capteur et les autres sensibilités sont 0 et lorsque les valeurs changent le mouvement du robot, nous allons résumer cela dans le tableau suivant :

Capteur droit	Capteur milieu	Capteur gauche	Erreur
0	1	0	0
0	0	1	-1
1	0	0	-2
0	0	0	-100

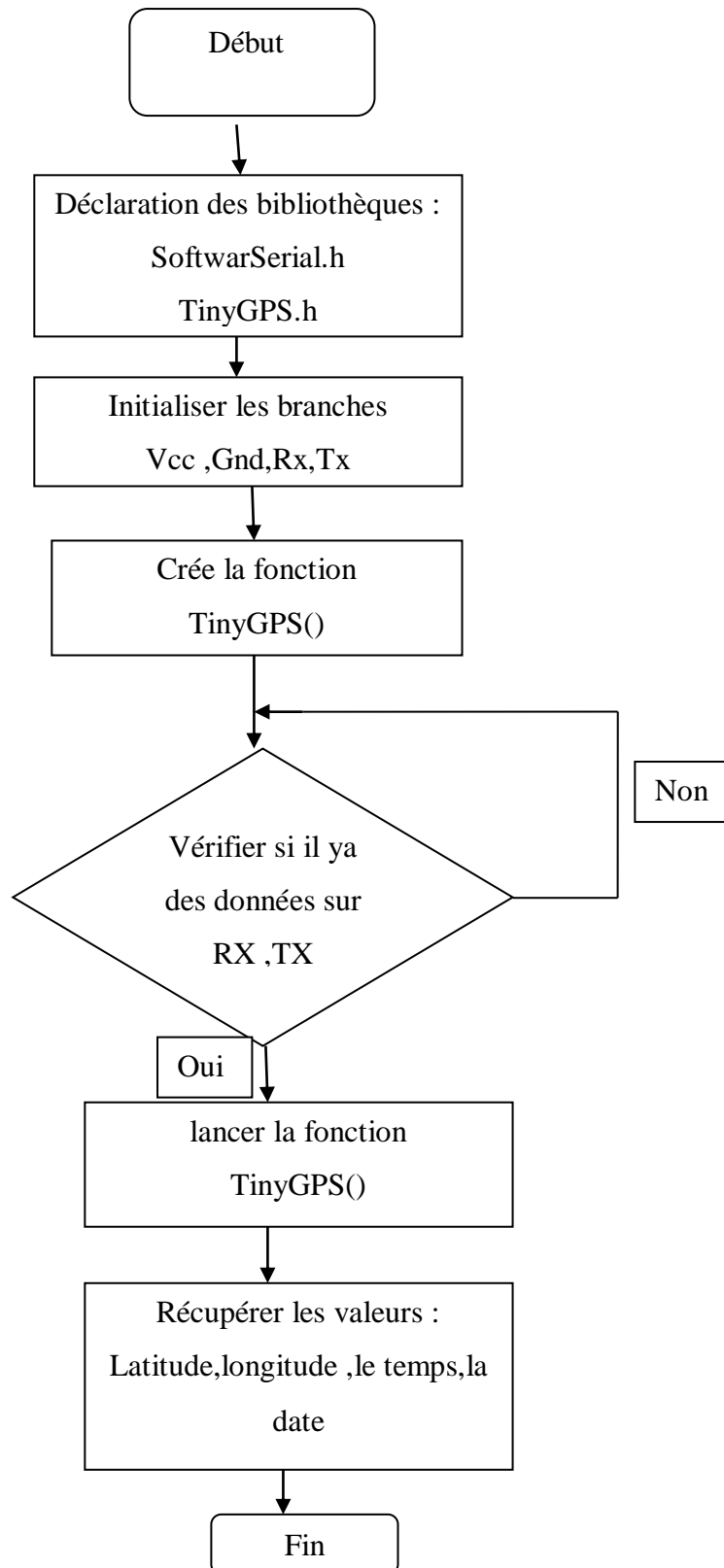
Tableau N°03:

Explication de partie de logiciel



Organigramme partie Software du robot

3.2 Algorithme de gps



3.3 Schéma matériel de la plateforme

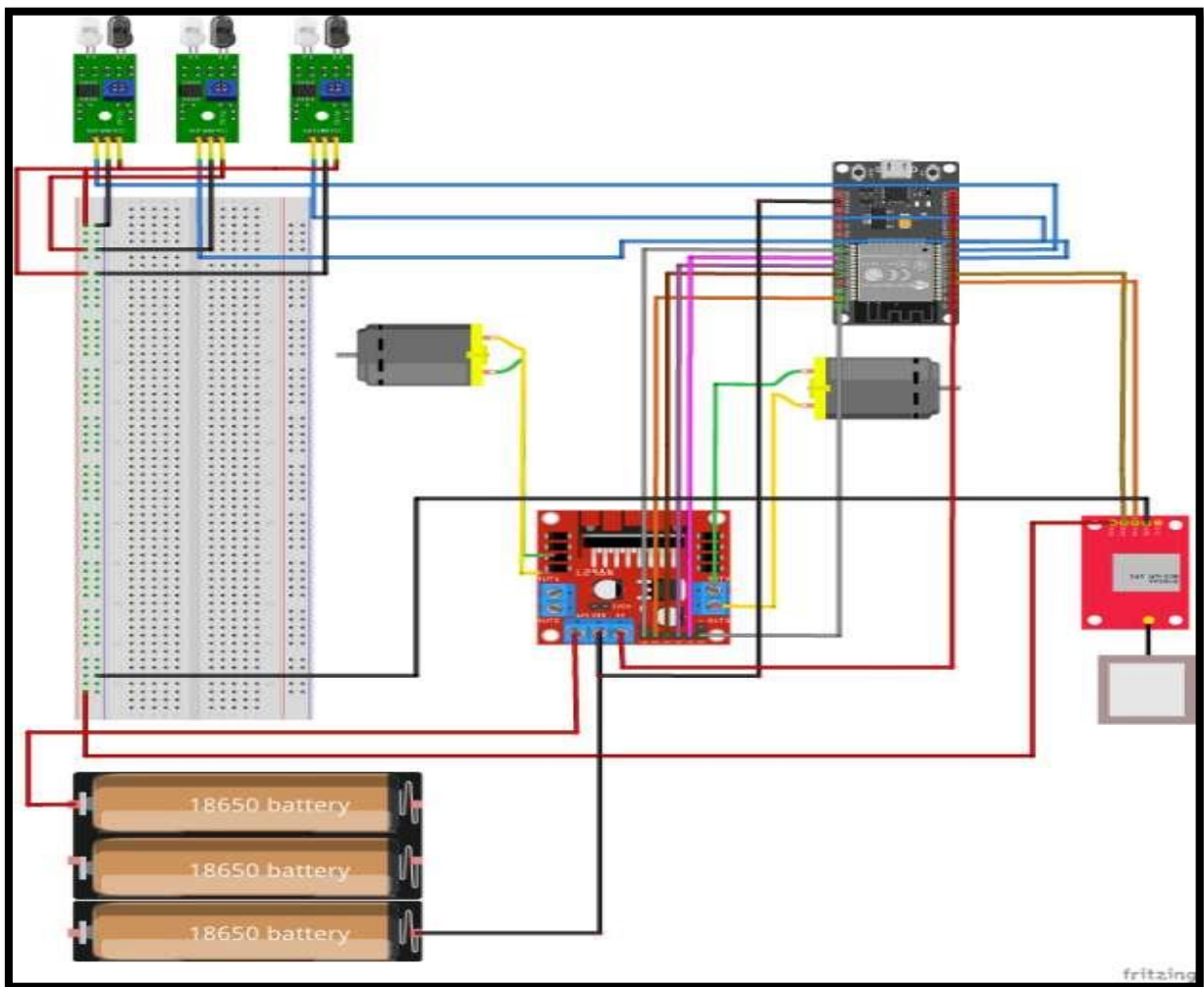


Figure 25:schéma de mon projet

Conclusion :

En conclusion, dans ce chapitre, nous avons apporté une clarté essentielle à notre projet en utilisant des organigrammes détaillés pour représenter et décrire chaque aspect. Ces organigrammes utilisés. Grâce à cette approche, nous avons pu visualiser de manière précise la structure et les interactions de notre projet, ce qui nous a aidés à prendre des décisions éclairées et à anticiper d'éventuels problèmes

Chapitre VI :
Implémentation et Résultats

4 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons détailler la partie hardware (les étapes pour réaliser le robot), on va présenter chaque composant matériel qu'on a utilisé, et de donner les résultats de notre projet

4.1 Présentations des composants :

4.1.1 Esp32 :

L'esp 32 est un microcontrôleur à faible consommation d'énergie, très simple d'utilisation il est léger et possède une capacité de mémoire de calcul supérieurs à l'Arduino, il basé avec des modules wifi et bluetooth intégrés, C'est une carte idéale pour la programmation et le développement d'objets connectés ou de serveurs où elle est souvent utilisée dans les projets IoT.

L'ESP32 contenant un microprocesseur double cœur fonctionnant en 32 bits. Le microcontrôleur ESP32 possède 48 GPIO dont 25 sont disponibles sur les broches. Sur ces 25 broches:

- 25 peuvent être utilisées comme sorties PWM
- 9 comme capteurs capacitifs.
- Certaines sont réservées pour les protocoles de communication série (SPI, serial).
- 15 peuvent être utilisées pour des entrées analogiques

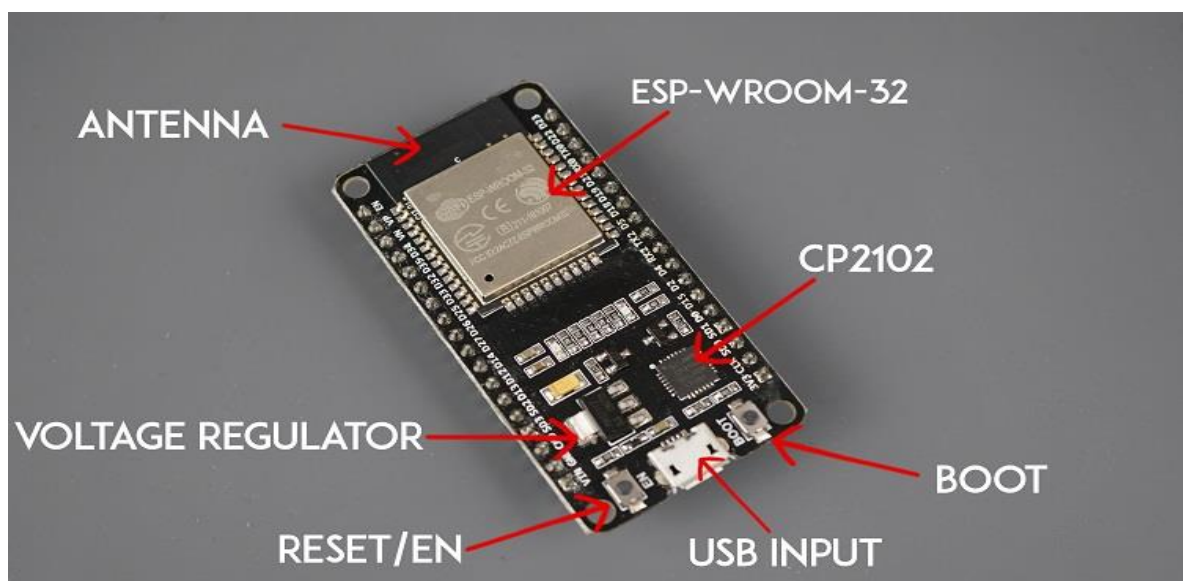


Figure 26 : carte esp32

4.1.1.1 Les types de ESP32 :

Il existe de nombreux types de cartes ESP32 disponibles sur le marché, chacune avec ses propres spécifications et fonctionnalités. Voici quelques exemples :

- ESP32-WROOM-32 : La puce système intégrée de cette carte comprend un processeur à double cœur à 32 bits, une connectivité WiFi et Bluetooth, des interfaces Ethernet, des interfaces de caméra et des capacités de traitement de signal numérique avancées. Il s'agit de la référence de l'ESP32.
- ESP32 DevKitC : Cette carte est équipée d'un connecteur micro-USB pour la programmation et le débogage, ainsi que d'un module ESP32-WROOM-32 intégré. Elle est compatible avec l'IDEMicroPython et Arduino ..
- NodeMCU-32S : Cette carte de développement dispose d'un module ESP32-WROOM-32 intégré, ainsi que d'un support pour la connectivité WiFi, Bluetooth et Ethernet. Elle est également compatible avec l'IDE Arduino et MicroPython.
- ESP32-S2-Kaluga-1 : Cette carte de développement est basée sur l'ESP32-S2, une version plus récente de l'ESP32 avec des fonctionnalités de connectivité améliorées. Elle dispose d'un écran LCD couleur intégré, d'un capteur de lumière ambiante, d'un capteur de température et d'humidité, ainsi que de diverses interfaces de connectivité telles que le WiFi, le Bluetooth et l'Ethernet.
- ESP32-PICO-KIT : Cette carte de développement compacte est équipée d'un module ESP32-PICO, une puce système intégrée similaire à l'ESP32

4.1.1.2 Les caractéristiques de la carte ESP 32 :

Les caractéristique est varié selon le module spécifique mais voici quelques-unes des caractéristiques générales communes à la plupart des cartes ESP32 :

- vitesse du processeur : jusqu'à 240 MHz.
- Mémoire : Ram de 520 ko à 4 Mo, mémoire flash de 4 Mo jusqu'à 16 Mo.
- protocole wifi : 802.11 b/g/n(2.4Ghz).
- protocole Bluetooth 4.2 BR/E DR et BLE.
- protocole de réseau : IPv4 ,IPv6,SSL,TCP,UDP,HTTP,FTP,MQTT.
- Interface périphérique : UART GPIO,SPI,L2C,L2S,PWM,etc.
- alimentation : :peutêtre alimentée via une alimentation externe ou un port USB.

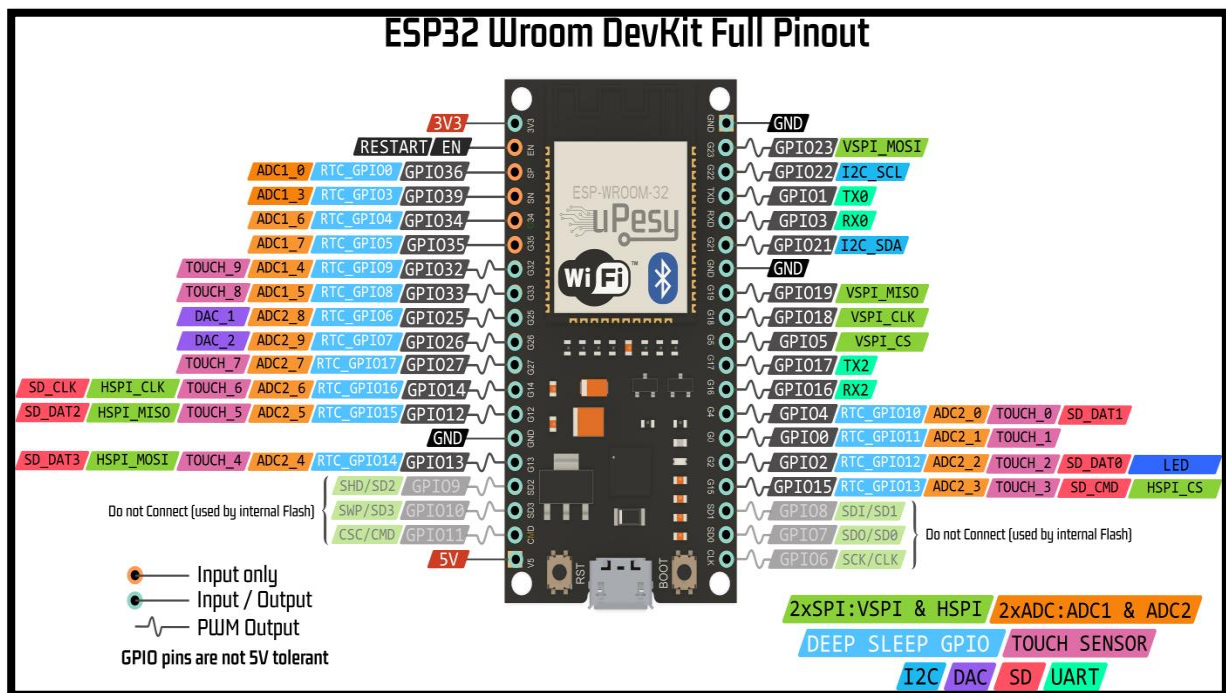


Figure 27 : brochage des modules esp32

4.1.2 Capteur infrarouge :

Le capteur infrarouge repose sur une cellule électronique capable d'interagir avec l'environnement, ce capteur permettra à les robots détecté une ligne de sol et utilisé dans les diverses alarmes etc.

(émetteur-récepteur infrarouge) Le processus est assez simple, le binaire infrarouge émet de la lumière (qui ne peut pas être vue à l'œil nu) qui réfléchit, ou ne réfléchit pas, selon le support qu'il émet. Le phototransistor (transistor qui permet au courant de passer en fonction de la lumière reçue) reçoit la lumière réfléchiée et renvoie un signal électrique.

4.1.2.1 Caractéristique :

- Taille de circuit imprimé : 32 mm*14 mm.
- Distance de détection 2~30cm.
- Angle de détection 35 °.
- Facile et pratique à utilisé.

4.1.2.2 Description de l'interface du module :

- VCC : tension externe 3.3 -5V(peut être directement connecté au esp32 5V ou 3V).
- OUT : Interface de sortie numérique petit carte (0 ou 1).
- GND : GND externe.

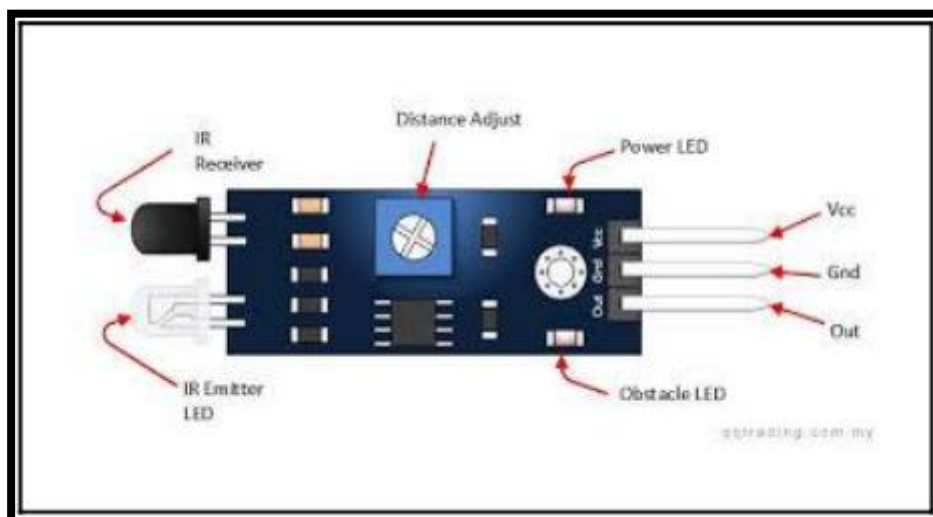


Figure 28 : capteur infrarouge

4.1.3 NEO-6M GPS Module GPS :

Le module GPS NEO-6M est un module GPS compact et utilisé pour la localisation et la navigation. Il utilise le chipset GPS NEO-6M, qui prend en charge plusieurs systèmes de positionnement tels que GPS, GLONASS et Beidou.

Ce module est généralement utilisé avec un microcontrôleur pour recevoir et traiter les données GPS. Il se connecte via une interface série (UART) et fournit des informations telles que les coordonnées géographiques (latitude et longitude), l'altitude, la vitesse et l'heure.



Figure 29 :module GPS NEO-6M

4.1.4 Driver L298N :

Le driver L298N est un dispositif intégré fréquemment employé afin de réguler les moteurs à courant continu. Il offre une possibilité de contrôle bidirectionnel des moteurs DC, ce qui lui permet de réguler à la fois leur vitesse et leur direction de rotation. Les ponts en H intégrés sont des circuits électroniques destinés à inverser la polarité de l'alimentation fournie aux moteurs dans le L298N. En ajustant la tension d'alimentation, on peut faire tourner les moteurs dans les deux sens et contrôler leur vitesse. Sa capacité de courant lui permet de gérer des moteurs de puissance moyenne à élevée.

- Les branches **OUT1, OUT2, OUT3, OUT4** ce sont les branches sortie sont utilisées pour contrôler un moteur à courant continu et fournir la tension et le courant nécessaires aux deux moteurs.

- Les branches **IN1, IN2, IN3, IN4** :ce sont les broches d'entrée pour contrôler la direction de rotation du moteur connecté aux sorties OUT1 et OUT2 (pour IN1 et IN2) et OUT3 et OUT4(pour IN3 et IN4). En fournissant des signaux logiques HIGH (1) ou LOW (0) à ces broches, il est possible d'inverser la direction de rotation.

- Les branches **ENA, ENB** : Ces broches d'entrée sont utilisées pour contrôler la vitesse du moteur. En fournissant un signal de modulation de largeur d'impulsion (PWM) à ces broches. ENA est généralement utilisée pour le contrôle du moteur connecté aux broches IN1 et IN2, tandis que ENB est utilisée pour le contrôle du moteur connecté aux broches IN3 et IN4.
- **L'entrée 12 v** : pour alimenter le driver L298 soit par transfo ou par des piles.
- **GND** : C'est pour la mise à la terre
- **L'entrée 5v (sortie)** : Sert soit à alimenter le driver (entrée), soit à alimenter une autre microcontrôleur ou carte (Sortie).

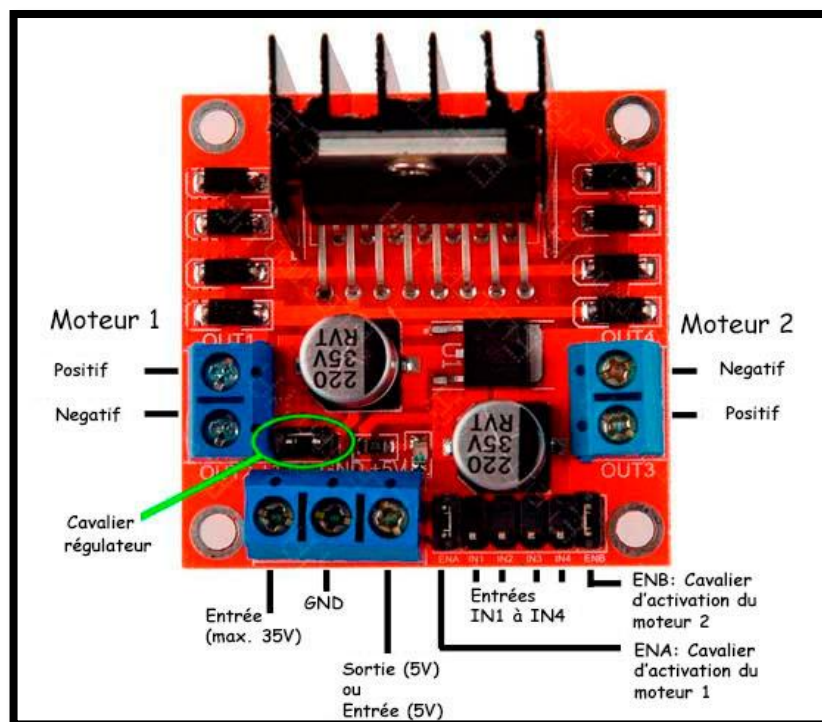


Figure 30 : Figure montrant le driver L298N

4.1.5 Moteur à courant continu :

C'est un type de moteur électrique (opérateur) qui transforme l'énergie électrique en mouvement mécanique. Il fonctionne à l'aide d'un champ magnétique créé par des aimants permanents ou des aimants électromagnétiques pour faire tourner un rotor qui fonctionne à courant continu. L'alimentation du rotor est fournie par des brosses qui entrent en contact électrique avec les dendrites du rotor. Les moteurs à courant continu sont largement utilisés dans les applications industrielles, automobiles, aéronautiques et robotiques en raison de leur

capacité à fournir un couple élevé à des vitesses de rotation variables. Faible coût et haute efficacité énergétique



Figure 31 :Figure montrant un moteur à courant continu

4.1.6 Roue :

Dans notre projet nous avons pris des roues en plastique



Figure 32 :

4.1.7 Piles 4.2V :

On a utilisé 3 piles de types lithium rechargeable 18650 4.2V pour alimenter le driver L298N et qui va lui-même alimenter l'esp32.



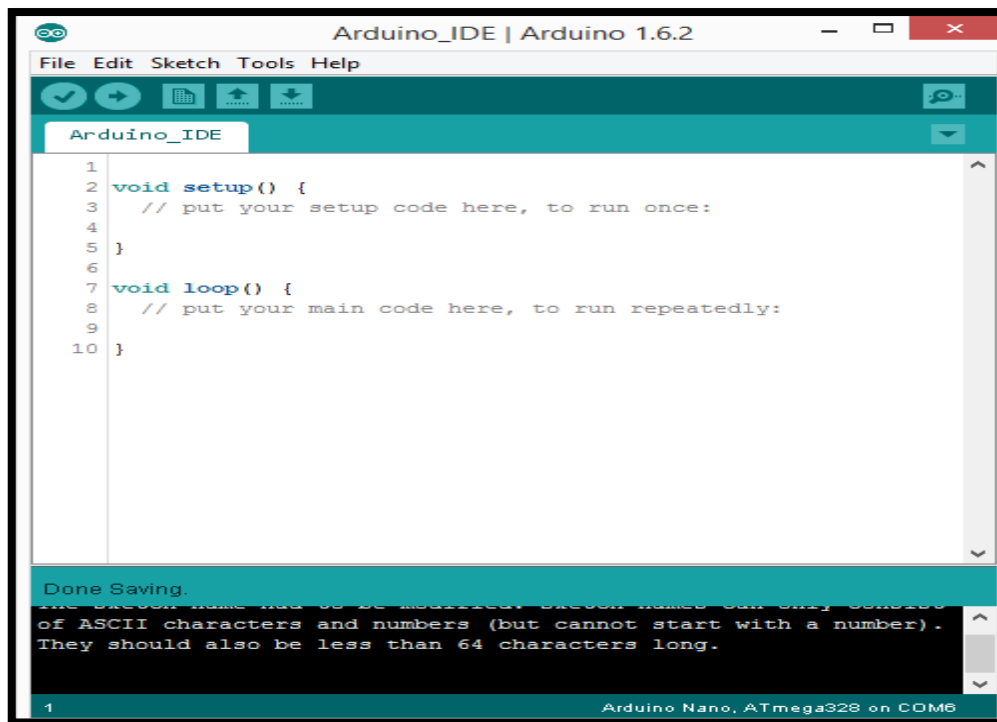
Figure 33 : piles de types lithium rechargeable

4.2 Le langage utilisé :

Le langage de programmation de l'arduino est basé sur les langages de programmation C-arduino/C++ arduino, mais dans notre cas on a utilisé le langage C-arduino. Ce langage a été spécialement conçue pour être utilisée avec les microcontrôleurs, Ce langage est une variante du langage C, la seule différence entre ces deux langages c'est que le C-arduino contient des fonctions supplémentaires qui facilitent la programmation des microcontrôleurs (esp32, arduino, etc).

4.3 L'ide utiliser :

L'IDE Arduino est un logiciel open-source utilisé pour programmer les cartes ESP32. Il fournit un environnement de développement convivial pour écrire, téléverser et déboguer du code sur les cartes ESP32. L'IDE Arduino est basé sur le langage de programmation Processing et utilise une version modifiée du compilateur GCC Il est disponible pour Windows, Mac OS X et Linux. L'IDE Arduino est conçu pour être facile à utiliser pour les débutants, mais il offre également des fonctionnalités avancées pour les utilisateurs expérimentés.



Figure

34 :

arduino

ide

4.4 **Firestore :**

Firestore est un produit de Google qui aide les développeurs à créer, gérer et développer facilement leurs applications ou robot de manière plus sécurisée. Il fournit des services à Android, iOS, Web et Unity. Il fournit un stockage en nuage. Il utilise NoSQL pour la base de données pour le stockage des données.

Nous utilisons esp32 avec firestore où vous pouvez lire et stocker des données et contrôler les choses à distance.



Figure 35 : l'utilisation de firestore avec esp32

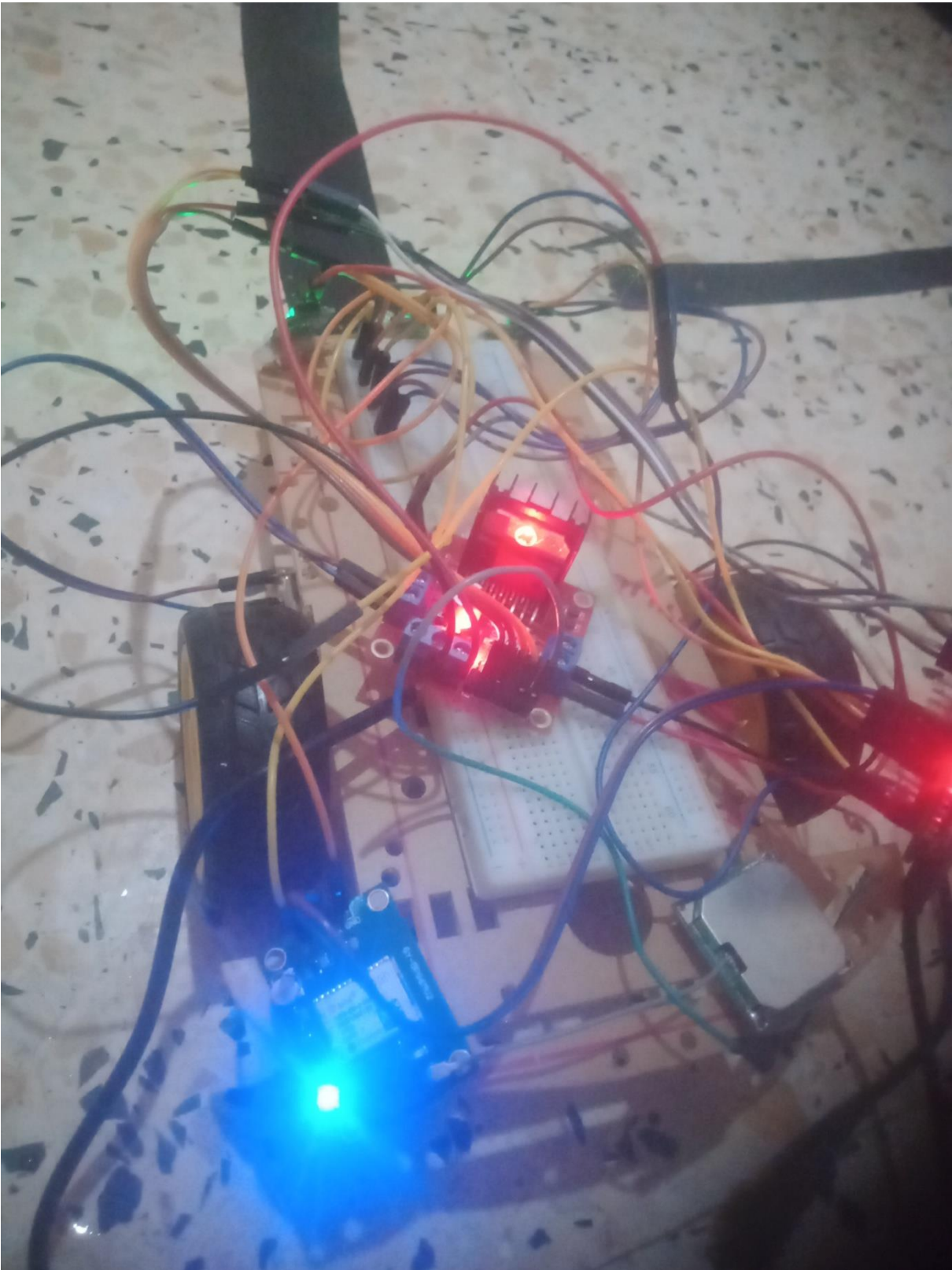




Figure 36:Figures montrant notre plateforme

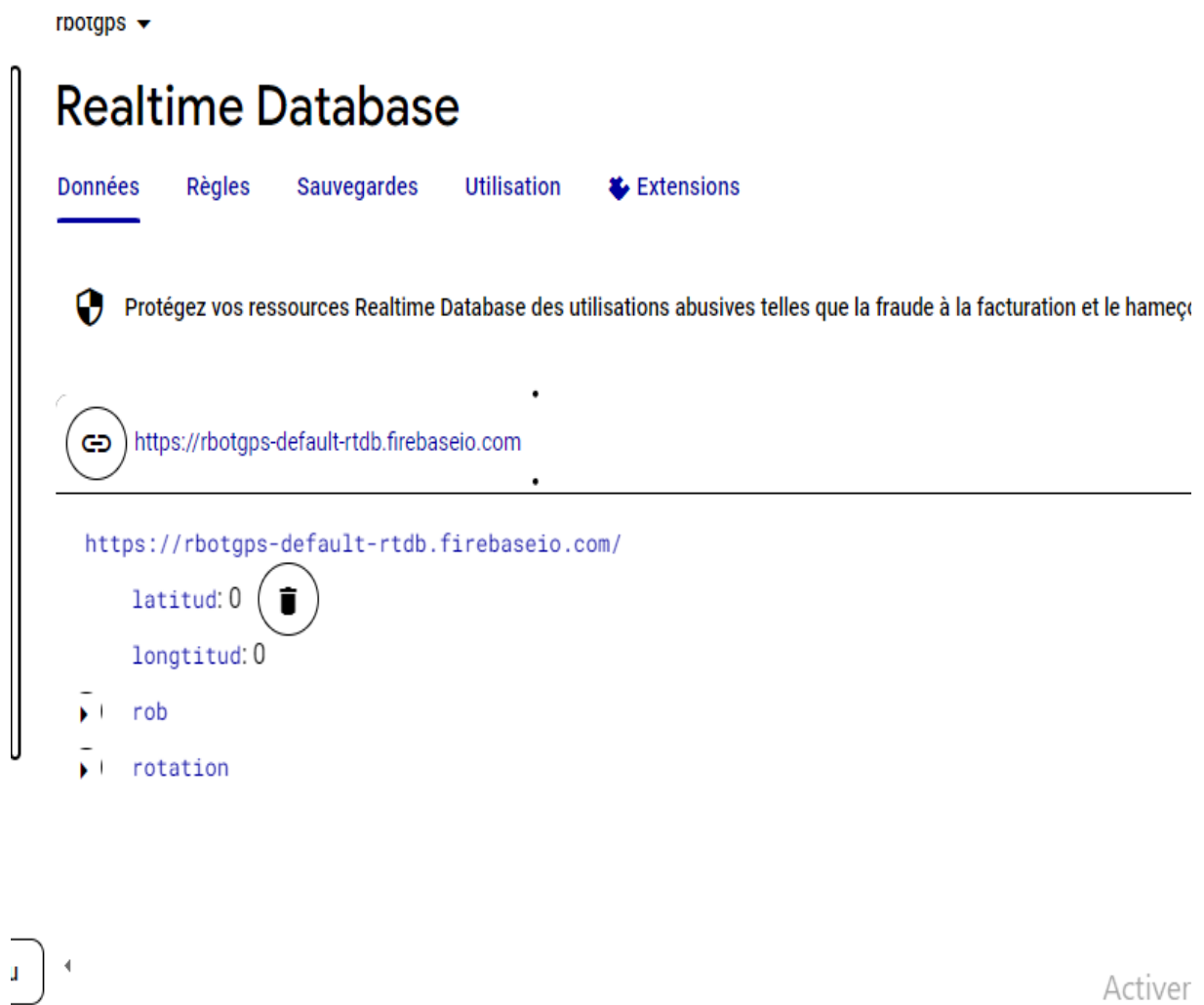


Figure 37 : Figure montrant l'interface IoT

4.5 conclusion :

Ce chapitre a passé en revue la réalisation de projets en réel, câblage du montage, finalement téléverser le programme dans Arduino.

Conclusion générale

En conclusion de notre étude, il devient évident que les technologies constituent désormais une part essentielle de notre quotidien. Elles se démocratisent rapidement et rythment nos vies dans nos sociétés modernes. Leur développement continue répond à nos besoins et attentes divers, avec pour objectif ultime de simplifier notre existence. Le progrès technique, en constante évolution, rend rapidement obsolètes nos technologies actuelles, tout en ouvrant la voie à des projets futurs encore plus ambitieux. Des initiatives telles que Life ou les robots médicaux témoignent de cette dynamique, et notre projet modeste s'inscrit dans cette tendance.

Notre projet, qui consiste en la conception et la mise en œuvre d'un robot suiveur de ligne contrôlé par l'IoT, illustre parfaitement cette intégration des technologies dans des applications pratiques. Ce robot, capable de démarrer et de s'arrêter via une commande à distance, a démontré son efficacité et son utilité. Il a suscité un vif intérêt, comme en témoignent des initiatives similaires à Rouen avec le projet de bus autonome suiveur de ligne et en Belgique où un robot similaire guide les patients dans les hôpitaux, réduisant ainsi le besoin en personnel infirmier.

Ce projet a couvert un large éventail de compétences techniques, incluant :

L'étude de la commande de moteurs et de capteurs infrarouges.

La programmation de microcontrôleurs.

La rédaction d'un dossier de projet détaillé.

Le développement de ce type de robot a exigé une maîtrise approfondie de plusieurs domaines, notamment la microélectronique et l'informatique. Ce travail nous a permis de nous familiariser avec la programmation bas niveau en utilisant Arduino. Bien que nous ayons rencontré des défis significatifs, tels que le manque d'équipement et l'acquisition difficile des composants nécessaires, ainsi qu'une certaine inexpérience initiale, nous avons réussi à mener ce projet à terme dans les délais prévus.

Biographie

Ainsi, notre projet ne se contente pas de suivre une ligne ; il trace également la voie vers l'avenir des technologies intégrées dans notre vie quotidienne, prouvant que même les projets les plus modestes peuvent avoir un impact significatif et contribuer au progrès technologique et scientifique.

Références

- [1] : Mr abdelmadjid benmachiche Approche de navigation coopérative et autonome des robots mobile mémoire en vue de l'obtention du diplôme de doctorat 3ème Cycle LMD informatique badji mokhtar annaba
- [2] : noureddine Slimane. Systeme de localisation pour robots mobiles. PhD thesis, Universite de Batna 2, 2008
- [3] : BOUCHELOUKH Abdelghani Système de vision pour la commande d'un UAV « Unmanned aerial vehicle », type quadrotor thèse doctorat automatique2022.
- [4]. https://telecoms.adaptit.tech/fr/blog/what-is-an-iot_ecosystem/.
- [5] : <https://aws.amazon.com/fr/types-of-cloud-computing/>
- [6] : <https://github.com/adasqo/Reinforcement-Learning-in-Robotics>
- [7] : <https://github.com/CFOP2357/Line-Follower-with--Genetic-Algorithm>
- [8] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari and M. Ayyash, Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications, IEEE communications surveys & tutorials, Vol.17, No.4, pp.2347-2376, 20
- [9] abdefatah lachtar intégration et interoperabilité objets connectés
- [10] <https://www.geeksforgeeks.org/characteristics-of-internet-of-things/>
- [11] Hemidi Mohamed Zakaria & Bouzahar Aya Smart Beehive using internet of things Department of Electrical Engineering MASTER THESIS université biskra 2023.
- [12] Spiceworks. “Top 10 Applications of IoT.” Accessed June 22, 2023. <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/top-applications-internet-of-things/>
- [13] (s.d.). Récupéré sur [igm.univ-mlv: http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/tleroux_genetic_algorithm/fonctionnement.html](http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/tleroux_genetic_algorithm/fonctionnement.html)
- [14] : Richard S. Sutton, Andrew G. (2018) Barto <https://www.andrew.cmu.edu/course/10-703/textbook/BartoSutton.pdf>
- [15] Ziyu Zhang (2023). Récupéré sur : https://www.researchgate.net/publication/372213808_Basic_things_about_reinforcement_learning
- [16] <https://cloud.google.com/docs>
- [17] <https://aws.amazon.com/fr/types-of-cloud-computing/>
- [18] dr.khatabi Internet of things

- [19] Djebarni Alaeddine. Etude et conception d'un bras de robot. PhD thesis, Faculté des Sciences et Technologies, 2021
- [20] : (s.d.). Récupéré sur mathworks:<https://www.mathworks.com/help/gads/how-the-genetic-algorithm-works.html>
- [21] : Ziru Lun, ZhanyuYe (2023, Juillet). Récupéré sur : https://www.researchgate.net/publication/372206619_A_Bilevel_Genetic_Algorithm_for_Global_Optimization_Problems
- [22] : (s.d.). Récupéré sur mathworks:<https://www.mathworks.com/help/gads/how-the-genetic-algorithm-works.html>
- [23] :Gokhale,p.,Bhat,s.(2018).introduction to IOT. internationalAdvancedrecherche journal in science, engineering and technologie,5(1),41-44.
- [24] :MOHAMED TAHER ROUISSI SUIVI DE TRAJECTOIRES D'UN ROBOT MOBILE OMNIDIRECTIONNEL EN UTILISANT LE RÉSEAU DE NEURONES MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE EN INGÉNIERIE UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE
- [25] <https://khayyam.developpez.com/articles/algo/genetic/>
- [26] MOHEMED FARHAT et KESSAISIA MOHAMED FARES conception d'un système de gestion intelligent(IOT) de confort thermique des bâtiment université saad dahlab de blida(2023).
- [27] Mahmoudia ghilas and amari idir command à distance d'un robot mobile à base d'une Raspberry pi, PhD thesis, université mouloud mammeri 2018 .
- [28] <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1334684/FULLTEXT01.pdf>
- [29] Ziyu Zhang (2023). Récupéré sur : https://www.researchgate.net/publication/372213808_Basic_things_about_reinforcement_learning
- [30] L, B. (2021, Juin 30). Récupéré sur lebigdata:<https://www.lebigdata.fr/reinforcement-learning-definition>