

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes
DeMASTER professionnel
Domaine : Science et technologie
Filière : Electronique
Spécialité : Electronique industrielle

Présenté par :
ISSIAKHEM Lilia
BOUACEM Melissa

Thème

**Conception et réalisation d'un prototype de poubelle
Intelligente avec compostage**

*Mémoire Soutenu Publiquement le 30/06/2024 Devant le
jury compose de :*

Promoteur Mr BENAMANE

Président Mr HAMICHE

Examineur Mr TAHANOUT

Promotion 2023/2024

Remerciements

Nous remercions tout d'abord « LE BON DIEU » tout puissant qui nous a donné le courage, la patience et la volonté.

Nous remercions notre promoteur Mr K, BENNAMANE, pour ses précieuses orientations, son aide et ses conseils tout au long de ce projet.

Nous remercions également le président de jurys ainsi que les membres de jurys d'avoir accepté d'évaluer et juger notre travail.

Nos remerciements les plus chaleureux vont à nos chères FAMILLES pour leurs encouragements, leur patience et leur grand soutien durant toutes ces années d'études.

Enfin, un remerciement tout particulier à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



DEDICACE

*Je commence par remercier Dieu le tout puissant de m'avoir
donné la foi et de m'avoir permis d'en arriver là.*

*Avec une immense joie je dédie ce travail particulièrement à : celui
qui par son amour son encouragement m'a permis de poursuivre ma route sur
le bon chemin «A MON Cher PAPA »*

*A celle qui m'a donnée la vie et qui na cessée jusqu'à ce jour de me combler avec
tendresse «A ma chère MAMAN »*

*Leur amour et leur confiance ont été une source d'inspiration inestimable pour
moi*

*A MA grand-mère bien aimée ton souvenir me guide et m'inspire chaque jour merci
d'avoir été un pilier inébranlable dans ma vie tu seras à jamais dans mon
cœur*

A mes chère tantes «Saliha» et «Nacera» pour leur soutien et leurs amours

*A mes chères sœurs« Tinhinane et son marie Rachid», «Lidia», et «malak», et à ma
petite princesse ma nièce «Léa ».*

*A l'homme du ma vie qui m'a encouragée et ma soutenue à chaque étape merci pour
ton amour et ton soutien inconditionnel*

*A mes très chers amis : «ouardia», «Meriem», «Katia», «Lamia», on a
passé des moments inoubliables ensemble*

*A ma cher binôme «Melissa» qui a partagé avec moi le moment de joie et les
difficultés de ce travail merci pour ta collaboration*

*A toute ma famille qui m'encourager et a tous ceux qui ont cru en moi et pour
devenir ce que je suis aujourd'hui, merci du fond du cœur*

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au succès de ce travail.

«Lilia»

DEDICACE

Après un remerciement sincère à "Dieu" le tout puissant, je dédie ce travail particulièrement :

"À Mon fils DJAOUAD, qui a été mon source d'inspiration et de motivation tout au long de ce voyage académique.

À mes chers parents, qui m'ont toujours encouragée à poursuivre mes rêves et à ne jamais abandonner, je vous aime plus que tout.

À mon Mari «Nabil», qui m'a soutenue et encouragée à chaque étape, merci pour ton amour et ton soutien inconditionnel

À mes chères charmantes Sœurs« Lydia, Chainez et IseRaa», qui m'ont toujours été là pour moi, merci pour votre amour et votre soutien.

À ma famille et à ma belle-famille, qui m'ont accueillie avec amour et qui m'ont soutenue tout au long de ce parcours, je vous remercie de tout mon cœur.

À mes chères copines Celia, Latifa, Siham

Et enfin, à ma binôme «Lilia» qui a partagé avec moi les joies et les difficultés de ce projet, merci pour ta collaboration et ton amitié.

Ce travail est dédié à vous tous, qui avez fait de moi la personne que je suis aujourd'hui."

« Melissa »

Résumé :

Notre projet de conception et de développement d'une poubelle intelligente avec compostage représente une avancée significative dans la gestion des déchets. En intégrant des technologies telles que l'internet des objets (IoT), des capteurs avancés et des actionneurs, nous avons créé un système intelligent capable de transformer les déchets organiques en compost de haute qualité de manière automatisée. Les fonctionnalités clés de notre poubelle intelligente incluent la détection du niveau de remplissage, la mesure du poids des déchets, l'identification des utilisateurs, et le contrôle du processus de compostage. Ce projet vise à améliorer la propreté, l'efficacité et la durabilité de la gestion des déchets, tout en favorisant une approche écologique et responsable. Nous sommes convaincus que notre poubelle intelligente avec compostage contribuera à sensibiliser à l'importance de la gestion des déchets et à promouvoir des pratiques durables pour préserver l'environnement."

ملخص:

يمثل مشروع تصميم وتطوير سلة مهملات ذكية مع التسميد تقدمًا كبيرًا في إدارة النفايات. من خلال دمج تقنيات مثل إنترنت الأشياء (IoT) والمستشعرات المتقدمة والمشغلات، قمنا بإنشاء نظام ذكي قادر على تحويل المخلفات العضوية إلى سماد عالي الجودة بشكل آلي. تشمل الميزات الرئيسية لسلة المهملات الذكية الخاصة بنا اكتشاف مستوى الملء، وقياس وزن النفايات، وتحديد هوية المستخدمين، والتحكم في عملية التسميد. يهدف هذا المشروع إلى تحسين نظافة وكفاءة واستدامة إدارة النفايات، مع تعزيز نهج بيئي ومسؤول. نحن على يقين من أن سلة المهملات الذكية الخاصة بنا مع التسميد ستساهم في زيادة الوعي بأهمية إدارة النفايات وتعزيز الممارسات المستدامة للحفاظ على البيئة."

Abstract

"Our project of designing and developing an intelligent garbage bin with composting represents a significant advancement in waste management. By integrating technologies such as the Internet of Things (IoT), advanced sensors, and actuators, we have created an intelligent system capable of transforming organic waste into high-quality compost in an automated manner. The key features of our intelligent garbage bin include fill level detection, waste weight measurement, user identification, and control of the composting process. This project aims to improve the cleanliness, efficiency, and sustainability of waste management, while promoting an ecological and responsible approach. We are confident that our intelligent garbage bin with composting will contribute to raising awareness about the importance of waste management and promoting sustainable practices to preserve the environment."

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Introduction générale 1

CHAPITRE I Etat de l’art sur le compostage de la gestion des déchets et de L’Internet des objets

I.1 Introduction	3
I.2 Généralités sur le compostage	3
I.2.1 Les déchets à composter	3
I.2.2 Les déchets à éviter	3
I.2.3 Fonctionnement et utilisation d'un composteur	4
I.3 Gestion des déchets	4
I.3.1 Définition des déchets	5
I.4 Internet des Object (internet of things)	5
I.4.1 Définition de l’IOT	5
I.4.2 Les composants impliqués dans l’IOT	6
I.4.3 Les caractéristiques d’un système d’IOT	7
I.5 Exemple d’objet connecte	7
I.5.1 La montre connectée	7
I.5.2 Les prises électriques connectées	8
I.5.3 Maison connectée	9
I.5.4 Connecteur a dechets connectes	9
I.5.5 Balance connectée	10
I.6 Internet des objets dans le domaine industriel	10
I.7 L’internet des objets IOT est une révolution pour l’industrie	11
I.8 Les domaines d’application des IOT	13
I.8.1 Dans le domaine de l’énergie (smart grid)	13

I.8.2 Dans le domaine de la mode (Wearable technologies)	13
I.8.3 Le domaine logistique	13
I.9 Les avantages et les inconvénients de l'IOT	14
I.9.1 Avantage	14
I.9.2 Les inconvénients	15
I.10 Conclusion	17

Chapitre II Description des composantes du prototype réalisé

II.1. Introduction	18
II.2. Généralités sur la carte Arduino	18
II.2.1 Définition de l'Arduino	19
II.2.2. Les différents modules de la carte Arduino avec leurs caractéristiques	20
II.2.3. Brochage de la carte Arduino	22
II.3. Fonctionnement et application de la carte Arduino	23
II.3. 1.Fonctionnement de la carte Arduino	23
II.3.2. Applications de la carte Arduino	23
II.3.3. L'utilité et l'avantage d'Arduino	24
II.4.1 Utilité de l'Arduino	24
II.4.2. Avantages de l'Arduino	24
II.5. Modules et carte Arduino populaire	24
II.5.1. Arduino Uno	25
II.5.2 Arduino Méga	25
II.5.3. Arduino Due	25
II.6. ARDUINO UNO	25
II.6.1. Spécifications techniques	26
II.6 .2.1. Les ports numériques	27
II.6 .2.2. Les ports analogiques	27
II.6.2.3. Le logiciel Arduino IDE	29
II.6.2.4 Logiciel IDE (Environnement de Développement Intégré) multi O	30
II.7. Capteur ultrasons HC-SR04	31

II.7.1. La description :	31
II.7.2 Les Moteur	33
II.7.2.1 Moteur DC	33
II.7.2.2 Servomoteur	34
II.7.3 Définition de servomoteur.....	34
II.7.3.1 Principe de fonctionnement	34
II.7.3.2 Les différents types de servomoteurs	35
II.7.3 .3 Définition d'un relais	37
II.7.3.4 Les parties principales d'un relais	37
II.7.3.5 Mode de fonctionnement	38
II.8 Module Afficheur LCD	39
II.9 Capteur de poids HX711	40
II.9.1 Fonctionnement du capteur de poids et HX711	41
II.9.2 Caractéristiques module HX711	41
II.9.3 Mini module de feu tricolore	41
II.9.3.1 Définition d'un mini module de feu tricolore	41
II.9.3.2 Les caractéristiques	42
II.10. Les RFID	42
II.10.1 Histoire de la RFID	42
II.10.2 Définition de RFID	43
II.10.3 Les différents composants d'un système RFID	43
II.10.3.1 Le tag (étiquette)	43
II.10.3.2 Le lecteur	44
II.11 Module lecteur RFID RC522	46
II.11.1 Description	46
II.11.2 Caractéristiques	47
II.11.3 L'avantages et inconvénients d'un système RFID	47
II.11.3.1 Les avantages	47
II.11.3.2 Les Inconvénients	48
II.12 Conclusion	49

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

III.1 Introduction	50
III.2 Description de notre projet et le Principe de fonctionnement	50
III.3 Matérielle et Composantes utilisée	52
III.4 Montage de chaque composante avec l Arduino	53
III.5 Schéma de câblage global du système	56
III.6 Organigramme de fonctionnement	56
III.7 Résultat et test	57
III.8 Coût du projet	57
III.9 Conclusion	58
Conclusion générale	59

Reference bibliographique

CHAPITRE I

Figure I.1 : les étapes de compostage	4
Figure I.2 : internet des Object.	6
Figure I.3 : montre connecté	8
Figure I.4 : montre connectée avec GSM	8
Figure I.5 : les prises electriques connectée	8
Figure I.6 : Maison connectée	9
Figure I.7 : poubelle connectée	9
Figure I.8 : balance connectée	10
Figure I.9 : IOT au sein de l'industrie	12
Figure I.10 : L IOT dans le domaine de l'énergie	13
Figure I.11 : L IOT dans le domaine de la mode	13
Figure I.12 : L IOT dans le domaine de logistique	14

CHAPITRE II

Figure II.1 : Historie de l Arduino.	19
Figure II.2 : Exemple de carte électronique : Arduino Severino.	20
Figure II.3 : Carte Arduino UNO.	20
Figure II.4 : Arduino Méga	21
Figure II. 5 : Arduino Nano	21
Figure II .6 : Arduino Due	21
Figure II.7 : Brochage de la carte Arduino.	23
Figure II.8 : ARDUINO UNO.	25
Figure II.9 : Microcontrôleur ATmega328P d'Arduino UNO	26
Figure II.10 : Les ports numériques	27
Figure II.11 : Les ports analogiques.	28
Figure II.12 : Broches d'alimentation.	28
Figure II.13 : la présentation de logiciel Arduino	29
Figure II.14 : logicielle Arduino IDE	29

Figure II.15 : barre d'outils	30
Figure II.16 : chois de type de carte Arduino	31
Figure II. 17 : photo réelle du Capteur ultrasons HC-SR04.	31
Figure II.18 : fonctionnement d'un Capteur ultrasons HC-SR04	33
Figure II.19 : Photo réelle d'un moteur DC	33
Figure II.20 : photo réelle d'un servomoteur	34
Figure II. 21 : Fonctionnement d'un servomoteur	35
Figure II.22 : photo réelle d'un relais 5V DC	37
Figure II. 23 : les parties essentielles d'un relais	38
Figure II.24 : mode de fonctionnement d'un relais	39
Figure II.25 : Module Afficheur LCD 20x04-I2C	40
Figure II.26 : capteur de poids	40
Figure II.27 : une photo qui montre le fonctionnement	41
Figure II.28 : mini module de feu tricolore	42
Figure II. 29 : photo de RFID	43
Figure II. 30 : photo réelle d'un lecteur RFID RC522.	47

CHAPITRE III

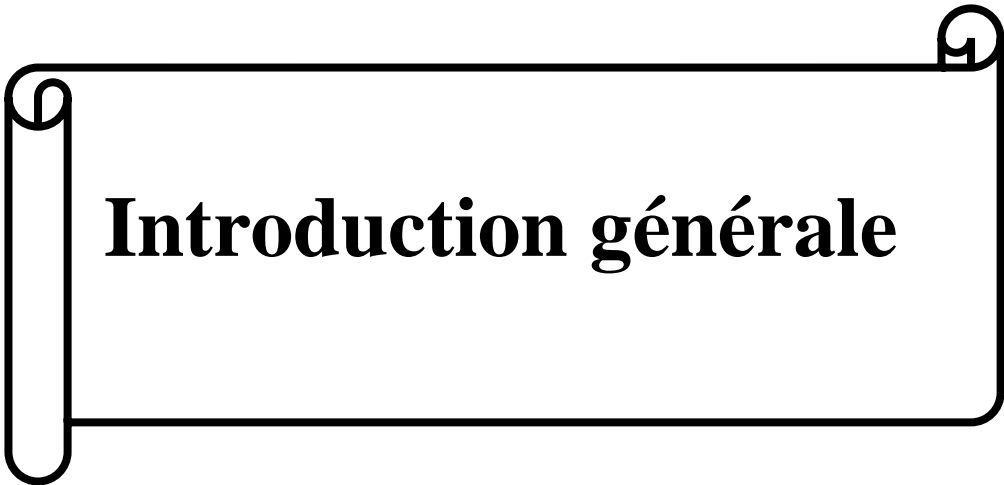
Figure III.1 : Débordement de poubelle dans la wilaya de Tizi-Ouzou	50
Figure III.2 : branchement de l'ultrason du HC –SR04 avec Arduino	53
Figure III.3 : Branchement de servomoteur a l Arduino	53
Figure III.4 : Branchement du capteur de poids a l Arduino	54
Figure III.5 : Branchement de LCD a l Arduino	54
Figure III.6 : Branchement de RFID RC 522 a l Arduino	54
Figure III.7 : Branchement de mini module feu tricolore a l Arduino	55
Figure III.8 : Branchement de relais 5V DC à l Arduino	55
Figure III.9 : branchement complet des composants	56
Figure III.10 : Organigramme de fonctionnement de la poubelle	57

Tableau II.1 : Une simple comparaison des quatre cartes Arduino	22
Tableau II.2 : Spécifications technique de la carte ARDUINO UNO.	26
Tableau II.3 : spécifications d'un Capteur ultrasons HC-SR04.	32
Tableau II.4 : les caractéristiques d'un capteur de poids	41
Tableau II.5 : les caractéristiques d'un lecteur RFID RC522	47
Tableau III.1 : Le prix de chaque composant.	

LISTE DES ABREVIATIONS :

IOT	Internet of thing
B2B	business to business

LoRaWAN	long Range Wide area network
WIFI	wireless fidelity
M2M	<i>Machine to machine</i>
GPS	global positioning system
RFID	radio frequency Identification
IOS	Initialement iPhone OS
I2C	Inter-Integrated Circuit
LCD	Liquid Crystal display
PWM	Pulse Width Modulation
<i>l'IA</i>	<i>l'Intelligence Artificielle</i>
LED	<i>Light Emetting Diode</i>

A decorative border shaped like a scroll, with a vertical strip on the left side and a horizontal strip at the top and bottom. The scroll is open at the top right and bottom left corners.

Introduction générale

Dans un contexte mondial où la production de déchets solides municipaux et industriels ne cesse d'augmenter, tant en termes absolus que par habitant, la conception et la réalisation de systèmes de gestion des déchets efficaces, notamment en valorisant le compostage, sont devenues un enjeu majeur. La richesse d'un pays est souvent corrélée à la quantité de déchets qu'il produit, exposant ainsi les pays les plus prospères à des risques élevés de pollution des sols, des eaux et de l'air, menaçant la salubrité publique.

En Algérie, la collecte traditionnelle des déchets, effectuée de une à trois fois par semaine par les autorités locales, conduit fréquemment au problème du débordement des poubelles, devenu une préoccupation importante. Cependant, les récentes avancées dans les domaines d'Internet et des technologies de l'information, notamment l'Internet des Objets, offrent de nouvelles perspectives pour une gestion plus efficace des déchets, en valorisant notamment le compostage des déchets organiques.

Ce projet s'appuie sur l'intégration de technologies émergentes telles que l'Internet des objets (IoT), les capteurs et les actionneurs, pour créer un système de gestion des déchets plus efficace, plus durable et plus responsable. Cette poubelle intelligente avec compostage a pour objectif d'améliorer la propreté et l'hygiène dans les espaces publics et privés, tout en contribuant à la réduction des déchets et à la promotion du compostage.

Le présent projet a pour objectif de concevoir et de réaliser un prototype de poubelle intelligent avec compostage à l'aide d'une carte Arduino Uno intégrant des fonctionnalités de compostage avancée ainsi à résoudre le problème du débordement tout en valorisant les déchets organique par le compostage

Notre mémoire sera structuré en trois parties principales. Le premier chapitre dressera un état de l'art des pratiques de compostage, de la gestion des déchets et des technologies IoT pertinentes. Le deuxième chapitre détaillera l'utilisation de la carte Arduino et ces différentes modules et aussi les différentes composantes pour la réalisation du projet. Enfin, le troisième chapitre présentera la conception et la mise en œuvre de la poubelle intelligente avec compostage.



Chapitre I
Etat de l'art sur le compostage de la
gestion des déchets et de l'Internet des
Objets

I.1 Introduction

La gestion des déchets et l'Internet des Objets (IoT) sont des éléments clés qui transforment les villes actuelles en villes durables et connectées. Avec la croissance démographique mondiale, la quantité de déchets augmente, ce qui souligne l'importance de solutions innovantes. Les défis de la gestion des déchets vont au-delà de la simple collecte et incluent la planification des itinéraires, le tri, le contrôle des conteneurs, et la sensibilisation des citoyens. Les technologies IoT et l'intelligence artificielle (IA) offrent des solutions en surveillant en temps réel les conteneurs, en optimisant les itinéraires de collecte, et en permettant une gestion plus efficace des déchets [1][2][3].

Les avantages de la gestion intelligente des déchets incluent une réduction de la production de déchets, une meilleure récupération des ressources, et une diminution de l'impact environnemental. Les technologies IoT permettent aux organisations de mieux gérer leurs déchets en offrant une visibilité en temps réel, en optimisant les itinéraires de collecte, et en répondant aux besoins changeants avec moins de perturbations. En utilisant des capteurs avancés, des données basées sur le Cloud et des applications intelligentes, les entreprises peuvent créer un réseau d'appareils connectés pour une gestion efficace des déchets [4][5].

I.2 Généralités sur le compostage

Le compostage est un processus biologique de dégradation et de transformation de la matière organique végétale et animale en conditions aérobies, il aboutit à l'élaboration d'une matière humifiée et stabilisée le compost

Il fait intervenir successivement des populations microbiennes en présence d'oxygène

Il permet l'obtention d'une matière fertilisante stabilisée et riche en humus : le **compost**. Il est très utilisé pour le jardinage et l'agriculture pour l'amendement des sols. [6].

I.2.1 Les déchets à composter

- **Les déchets de cuisine** : fruits et de légumes abimés épluchures marc de café feuilles de the coquilles d'œufs laitage etc.
- **Les déchets de jardin** : feuilles mortes tonte de gazon fleurs fanées etc.

I.2.2 Les déchets à éviter

- Le bois verni ou peint
- Les produits chimiques
- Les produits synthétiques non biodégradables : verre, plastique, métaux, tissus synthétiques, etc. Ces derniers ont leurs propres poubelles de recyclage.

I.2.3 Fonctionnement et utilisation d'un composteur

Pour composter, il n'est pas indispensable de vivre à la campagne. Il est tout à fait possible de pratiquer le compostage en ville sur un balcon, dans la cuisine ou le local à poubelles.

- **Le lombricompostage pour les balcons ou appartements** : cette technique consiste à composter les déchets dans des bacs grâce à des lombrics. Les vers de terre se nourrissent des déchets organiques et, après une phase de digestion, rejettent une substance appelée lombricompost.
- **Le compostage en tas pour les grands jardins** : il s'agit de regrouper les déchets organiques à même le sol dans un endroit à l'abri du vent et à l'ombre. Cette technique est pratique si vous avez de l'espace et du temps à y consacrer car, n'étant pas protégé des aléas naturels ni des animaux, son processus peut être très irrégulier.
- **Le bac à compost pour les plus petits espaces** : cette pratique nécessite l'utilisation d'un composteur, appelé aussi bac à compost ou à silo. L'avantage est que le bac protège des aléas climatiques et des animaux et qu'il n'encombre pas trop. Cependant, si son volume est trop petit (car limité à 1 000 litres) par rapport à la quantité de déchets à composter, il est possible d'utiliser plusieurs composteurs.

Il existe des composteurs pour tous types de logement : les **composteurs de jardin**, les **composteurs de balcon** ou encore les **composteurs d'appartement**. Les composteurs vendus en magasins sont souvent en plastique ou en bois [7].



Figure I.1 : les étapes de compostage

I.3 Gestion des déchets

La gestion des déchets est un sujet important en matière d'environnement appliquée, Elle regroupe plusieurs étapes, dont la collecte, le négoce et courtage, le transport, le traitement et la valorisation des déchets. La hiérarchie des modes de traitement des déchets est un principe important, qui préconise de privilégier les méthodes les plus écoresponsables et les moins polluantes, telles que le recyclage et la réutilisation. [8] [9] [10]

La gestion des déchets passe également par l'adoption de solutions locales pour diminuer et mieux gérer les déchets, ainsi que par la maîtrise des coûts et des méthodes écoresponsables de collecte et de traitement. Les six étapes du traitement des déchets sont : la collecte, le tri et la séparation, le recyclage et la réutilisation, la valorisation, le traitement thermique, la méthanisation et l'incinération. [11]

I.3.1 Définition des déchets

Un déchet est un produit résiduel généré par les activités humaines, principalement industrielles, qui n'a plus d'utilité pour son créateur. Les déchets peuvent être solides, liquides ou gazeux, et peuvent provenir de diverses sources, notamment les résidus alimentaires, les déchets ménagers, les déchets industriels et les déchets hospitaliers [12]. Selon la loi, un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon [13]. Les déchets sont classés en différentes catégories en fonction de leur composition et de leur potentiel de recyclage, tels que les déchets organiques, les déchets recyclables et les déchets non recyclables [14].

I.4 Internet des Object (internet of thing)

I.4.1 Définition de l'IOT

L'Internet des objets **connecte des milliards d'objets et des milliards d'êtres humains**. Il peut maintenant être considéré comme l'un des outils les plus puissants pour créer, modifier et partager un nombre incalculable d'informations. En effet, l'IoT a pour ambition de **faire dialoguer les objets entre eux et avec les individus**. Il promet d'être le moteur de grandes transformations dans la vie des individus en démocratisant de nouveaux usages et services dans le secteur de la mobilité. Et pourtant, les experts de l'IoT estiment que seul 1% de son potentiel est exploité aujourd'hui. C'est d'ailleurs pour cela qu'il est comparé à l'internet du futur.



Figure I.2 : internet des Object.

D'ici 2024 Pour l'heure, dans le domaine du Grand Public, l'IoT relève encore beaucoup de la gadgétisation mais apporte de plus en plus de valeur à ses utilisateurs. Dans le secteur du B2B les champs d'application se multiplient et promettent un essor fulgurant, notamment dans la **gestion de l'énergie** dans les bâtiments, dans les domaines de l'industrie, de l'agriculture, de la sécurité, du transport ou encore de la santé.

Et même si, il est impossible aujourd'hui d'imaginer ce que l'Internet des Objets nous réserve, sa démocratisation [15]

I.4.2 Les composants impliqués dans l'IOT

Les composants impliqués dans l'Internet des Objets (IoT) comprennent plusieurs éléments essentiels :

- **Les objets connectés :** Ce sont les principaux composants physiques qui sont connectés au système IoT. Ils peuvent être équipés de capteurs intelligents pour collecter des données de l'environnement [16]
- **Les capteurs :** Les capteurs sont des composants clés de la couche de connectivité des périphériques IoT. Ils collectent en permanence des données de l'environnement et les transmettent pour traitement.
- **Le réseau de communication :** C'est un élément crucial qui permet la transmission des données entre les objets connectés et les plateformes de services IoT. Des technologies comme SIGFOX et LoRaWAN sont utilisées pour assurer la connectivité.

- **Les plateformes de services IoT** : Après la collecte et la transmission des données, ces plateformes analysent, stockent et restituent les informations aux utilisateurs. Elles peuvent être verticales (spécifiques à un cas d'usage) ou horizontales (développant des applications sur mesure). [17]

I.4.3 Les caractéristiques d'un système d'IOT

Un système IoT se caractérise par sa connectivité, sa capacité à partager des données, son intelligence intégrée, l'utilisation de technologies avancées et le développement d'applications intelligentes pour exploiter pleinement les avantages de l'Internet des Objets :

- **Connectivité** : L'essence de l'IoT réside dans la connectivité des appareils, permettant la communication et le partage d'informations entre eux.
- **Capacité à partager des données** : Les dispositifs IoT sont interconnectés et peuvent échanger des données pour améliorer leurs performances et offrir de nouvelles expériences aux utilisateurs.
- **Intelligence** : Les appareils IoT intègrent des capteurs et des dispositifs intelligents qui collectent et analysent une grande quantité de données, souvent avec l'aide de logiciels, d'algorithmes et de protocoles complexes. [18]
- **Utilisation de technologies avancées** : L'IoT repose sur des technologies telles que le Cloud, le Big Data, l'analytique et le machine Learning pour traiter les données collectées par les objets connectés.
- **Applications intelligentes** : Les applications IoT utilisent des algorithmes de machine Learning pour analyser les données générées par les objets connectés, offrant ainsi une visibilité sur les performances clés et la possibilité d'identifier les anomalies. [19]

Ces caractéristiques définissent l'écosystème complexe de l'Internet des Objets, qui offre de nombreuses possibilités tout en posant des défis en termes de sécurité et de gestion des données.

I.5 Exemple d'objet connecté :

I.5.1 La montre connectée

Il Ya en fait, plusieurs types de montres connectées selon l'utilisation que vous souhaitez en faire :

La montre connectée à proprement parler est une extension de votre smartphone que vous portez sur votre poignet et elle peut ressembler à s'y méprendre à une montre classique.

Le tracker d'activité ou bracelet qui vous permet de suivre votre activité : nombre de pas, Calories brûlées, cycles de sommeil. Plus petit et confortable que la montre, on peut le porter Pour dormir.

La montre de sport qui est conçue pour suivre votre entraînement. Elle intègre des fonctionnalités comme un GPS ou un altimètre et elle est plus volumineuse que les deux autres ;

Une montre connectée porte à votre poignet toutes les informations de votre smartphone : appels, messages, notifications, musique.... Leurs fonctionnalités autour de la santé sont de plus en plus perfectionnées : la montre connectée mesure l'activité physique, relève le rythme cardiaque, mesure la tension artérielle et détecte même parfois les chutes [20]



Figure I.3 : montre connecté



Figure I.4 : montre connectée avec GSM

I.5.2 Les prises électriques connectées

La prise connectée est un dispositif que vous installez sur une prise électrique et qui permet de commander à distance depuis votre smartphone ou votre assistant vocal l'appareil électrique que vous y branchez. Certaines prises intelligentes vous permettent aussi de paramétrer des alarmes ou suivre votre consommation.



Figure I.5 : les prises électriques connectées

I.5.3 Maison connectée

La « maison connectée » désigne un habitat où plusieurs éléments sont contrôlés à distance, éventuellement de manière automatisée : le chauffage, la lumière, les alarmes, arrosage automatique, porte de garage etc. Les objets connectés pour la maison permettent de surveiller et sécuriser l'habitat mais également d'apporter des solutions pour rendre la maison intelligente. Ils améliorent le confort quotidien et contribuent à faire des économies d'énergie : la cafetière se met en route à votre réveil, le chauffage s'éteint quand vous partez de chez vous et se rallume avant votre arrivée, etc. Lorsque plusieurs appareils sont connectés entre eux via une commande centrale, on parle d'installation domotique. La maison connectée, dite aussi « Maison intelligente », repose sur un concept simple : les appareils sont capables de communiquer, que ce soit entre eux, avec vous, ou avec un système de commande central automatisé. [21]



Figure I.6 : Maison connectée

I.5.4 Connecteur a dechets connectes



Figure I.7 : poubelle connectée

Un capteur à ultrasons permet la télé relève du niveau de remplissage, et suivant un seuil prédéfini (par exemple 80%) on déclenche la collecte des déchets suivant un chemin optimisé. [22]

I.5.5 Balance connectée

La balance connectée est une nouvelle génération de pèse-personne qui, en plus d'indiquer notre poids, fournit également des informations complémentaires qu'un pèse-personne traditionnel ne pourrait fournir. En d'autres termes, une balance connectée analyse notre masse corporelle pour nous informer sur notre IMC (indice de masse corporelle), notre pourcentage de masse grasse, masse musculaire, masse osseuse, ou encore notre pourcentage de masse hydraulique. Connectée via Wi-Fi, la balance connectée peut être utilisée seule ou en association avec d'autres objets connectés comme notre smartphone (IOS, Android et Windows) ou notre montre connectée. L'objectif principal de ces pèse-personnes « nouvelle génération » est de nous aider à surveiller d'une manière efficace et régulière notre poids et donc prendre soin de notre santé. [23]



Figure I.8 : balance connectée

I.6 Internet des objets dans le domaine industriel :

Applications d'IoT dans les industries précitées, cet ensemble de technologies peut participer à l'amélioration :

De la sécurité des employés (vêtements connectés et capteurs sensoriels).

Des conditions de travail du fait, par exemple, d'ajout de fonctionnalités à distance sur le tableau de bord .De la préservation de notre milieu naturel grâce à un accroissement de l'efficacité énergétique. Ces questions sont importantes et les nouveaux outils issus de l'IoT améliorent, à terme, la valeur de votre entreprise, notamment avec une amélioration de son image et de sa notoriété.

Pour aller plus loin, découvrez comment la 5G nourrit l'IoT pour transformer le secteur de l'industrie et ces applications :

- Les smart-cities
- Le smart building
- La logistique.

I.7 L'internet des objets IOT est une révolution pour l'industrie

Pour commencer, il faut savoir que l'IOT se présente comme étant une sous-catégorie de la technologie IoT. Cela désigne principalement les technologies utilisées pour les activités industrielles.

L'une des principales caractéristiques de l'industrie du futur est l'avènement des technologies relevant de l'internet des objets connectés. L'IoT introduit des systèmes de production hautement innovants. Ces derniers interagissent avec leur environnement. Ils agissent, aussi, de manière plus autonome au sein des usines industrielles. La productivité et la sécurité figurent parmi les principaux aspects à profiter des bienfaits de l'Internet industriel des objets (nouveau technologies).

Il faut dire que la différence entre un objet connecté et n'importe quel autre objet, c'est la connectivité. L'alliance de plusieurs appareils interconnectés collectant et échangeant des informations crée un véritable écosystème dans une usine digitale. L'environnement industriel modifié en profondeur

L'Internet des objets appliqué à l'industrie, ou Internet industriel des objets abrégé en IIoT, apporte d'importantes modifications dans la manière de produire, de gérer et de communiquer dans l'entreprise intelligente (start-up ou autres).

Les objets physiques, principalement les machines, sont désormais organisés en réseaux et embarquent des technologies de détection (capteurs) et de communication de plus en plus sophistiqués. Dans une usine du futur, les moyens de production deviennent à la fois connectés et intelligents (smart). De tels systèmes génèrent des quantités considérables de données (Big Data) dont la qualité d'analyse et d'exploitation détermine en grande partie la capacité d'une organisation à améliorer son fonctionnement, à rester concurrentielle et performante. Dans le cadre de la transformation intelligente (ou transformation connectée), l'IIoT élargit les horizons en termes d'efficacité opérationnelle et de productivité.

Parmi les composants phares caractérisant cette évolution, ceux relevant de la robotique. Ces derniers sont présents dans les usines depuis plusieurs années déjà. Ils permettent de gagner en précision et en vitesse d'exécution en interagissant avec leur environnement. Autonomes et capables d'assurer différentes tâches, Ces objets intelligents savent prendre des « décisions » en fonction de ce que leur indiquent, d'une part les capteurs, et d'autre

I.8 Les domaines d'application des IOT

I.8.1 Dans le domaine de l'énergie (smart grid)

- Optimiser la production.
- Optimiser l'acheminement.
- Contrôler le réseau.



Figure I.10 : L IOT dans le domaine de l'énergie

I.8.2 Dans le domaine de la mode (Wearable technologies)

- Combinaison ultra connectée (WIFI, Bluetooth, GPS).
- Charger son portable en marchant (Smart shoes) .



Figure I.11 : L IOT dans le domaine de la mode

I.8.3 Le domaine logistique

- Utilisation des puces RFID.
- Entrepôts entières entièrement Automatisé. [25]



Figure I.12 : L'IOT dans le domaine de logistique

I.9 Les avantages et les inconvénients de l'IOT

Avant de comprendre l'impact que l'IoT peut avoir sur notre mode de vie, il est important de passer en revue ses avantages et ses inconvénients :

I.9.1 Avantage

Voici quelques avantages de l'IoT :

- **Communication**

L'IoT encourage la communication entre les appareils, également connue sous le nom de communication Machine-to-Machine (M2M). De ce fait, les appareils physiques peuvent rester connectés et, par conséquent, la transparence totale est disponible avec moins d'inefficacités et une meilleure qualité.

- **Automatisation et contrôle**

En raison des objets physiques connectés et contrôlés numériquement et de manière centralisée avec une infrastructure sans fil, il y a une grande quantité d'automatisation et de contrôle dans le fonctionnement. Sans intervention humaine,

- **Information**

Il est évident qu'avoir plus d'informations aide à prendre de meilleures décisions. Qu'il s'agisse de décisions banales comme la nécessité de savoir quoi acheter à l'épicerie ou si votre entreprise dispose de suffisamment de widgets et de fournitures, la connaissance est le pouvoir et plus de connaissances, c'est mieux.

- **Moniteur**

Le deuxième avantage le plus évident de l'IoT est la surveillance. Connaître la quantité exacte de fournitures ou la qualité de l'air dans votre maison peut en outre fournir plus d'informations qui n'auraient pas pu être collectées facilement auparavant. Par exemple, savoir que vous manquez de lait ou d'encre pour imprimante pourrait vous éviter un autre voyage au

magasin dans un proche avenir. En outre, la surveillance de la péremption des produits peut améliorer et améliorera la sécurité.

- **Le Temps**

Efficace et gain de temps

L'interaction machine à machine offre donc une meilleure efficacité ; des résultats précis peuvent être obtenus rapidement. Il en résulte un gain de temps précieux. Au lieu de répéter les mêmes tâches tous les jours, cela permet aux gens de faire d'autres travaux créatifs. Comme indiqué dans les exemples précédents, le gain de temps grâce à l'IoT pourrait être assez important. Et dans la vie moderne d'aujourd'hui, nous pourrions tous utiliser plus de temps.

- **Economise de L'Argent :**

Le plus grand avantage de l'IoT est d'économiser de l'argent. Si le prix de l'équipement de marquage et de surveillance est inférieur au montant d'argent économisé, alors l'Internet des objets sera très largement adopté. L'IoT s'avère fondamentalement très utile aux personnes dans leurs routines quotidiennes en permettant aux appareils de communiquer entre eux de manière efficace, économisant ainsi de l'énergie et des coûts. Permettre aux données d'être communiquées et partagées entre les appareils, puis de les traduire de la manière requise, rend nos systèmes efficaces.

- **Meilleure qualité de vie :**

Toutes les applications de cette technologie aboutissent à un confort accru, à une commodité et à une meilleure gestion, améliorant ainsi la qualité de vie

I.9.2 Les inconvénients :

Voici quelques inconvénients de l'IoT :

- **Compatibilité :**

Actuellement, il n'existe aucune norme internationale de compatibilité pour l'équipement de marquage et de surveillance. Je crois que cet inconvénient est le plus facile à surmonter. Les fabricants de ces équipements n'ont qu'à se mettre d'accord sur une norme, telle que Bluetooth, USB, etc. Il n'y a rien de nouveau ou d'innovant nécessaire.

Comme les appareils de différents fabricants seront interconnectés, la question de la compatibilité dans le marquage et la surveillance se pose. Bien que cet inconvénient puisse disparaître si tous les fabricants s'entendent sur une norme commune, même après cela, des problèmes techniques persisteront. Aujourd'hui, nous avons des appareils compatibles

Bluetooth et des problèmes de compatibilité existent même dans cette technologie ! Des problèmes de compatibilité peuvent amener les gens à acheter des appareils auprès d'un certain fabricant, ce qui entraîne son monopole sur le marché.

- **Complexité**

Comme pour tous les systèmes complexes, les possibilités d'échec sont plus nombreuses. Avec l'Internet des objets, les échecs pourraient monter en flèche. Par exemple, supposons que vous et votre conjoint receviez chacun un message indiquant que votre lait est périmé, et que vous vous arrêtiez tous les deux dans un magasin en rentrant chez vous et que vous achetiez tous les deux du lait. En conséquence, vous et votre conjoint avez acheté le double du montant dont vous avez tous les deux besoins. Ou peut-être qu'un bogue dans le logiciel finit par commander automatiquement une nouvelle cartouche d'encre pour votre imprimante toutes les heures pendant quelques jours, ou au moins après

L'IoT est un réseau diversifié et complexe. Toute panne ou bogue dans le logiciel ou le matériel aura de graves conséquences. Même une panne de courant peut causer beaucoup de désagréments.

- **Confidentialité/Sécurité**

Avec la transmission de toutes ces données IoT, le risque de perte de confidentialité augmente. Par exemple, dans quelle mesure les données seront-elles conservées et transmises Si un pirate informatique notoire modifie votre prescription. Ou si un magasin vous expédie automatiquement un produit équivalent auquel vous êtes allergique, ou une saveur que vous n'aimez pas, ou un produit déjà périmé. En conséquence, la sécurité est finalement entre les mains du consommateur pour vérifier toute automatisation.

Comme tous les appareils électroménagers, les machines industrielles, les services du secteur public comme l'approvisionnement en eau et le transport, et de nombreux autres appareils sont tous connectés à Internet, de nombreuses informations y sont disponibles. Ces informations sont susceptibles d'être attaquées par des pirates. Il serait très désastreux que des intrus non autorisés accèdent à des informations privées et confidentielles.

- **Emploi moindre de personnel subalterne :**

Les travailleurs non qualifiés et les aides peuvent finir par perdre leur emploi sous l'effet de l'automatisation des activités quotidiennes. Cela peut entraîner des problèmes de chômage dans la société. C'est un problème avec l'avènement de toute technologie et peut être Principalement des travailleurs et du personnel moins instruit. Cela peut créer un problème de chômage dans la société.

- **La technologie prend le contrôle de la vie**

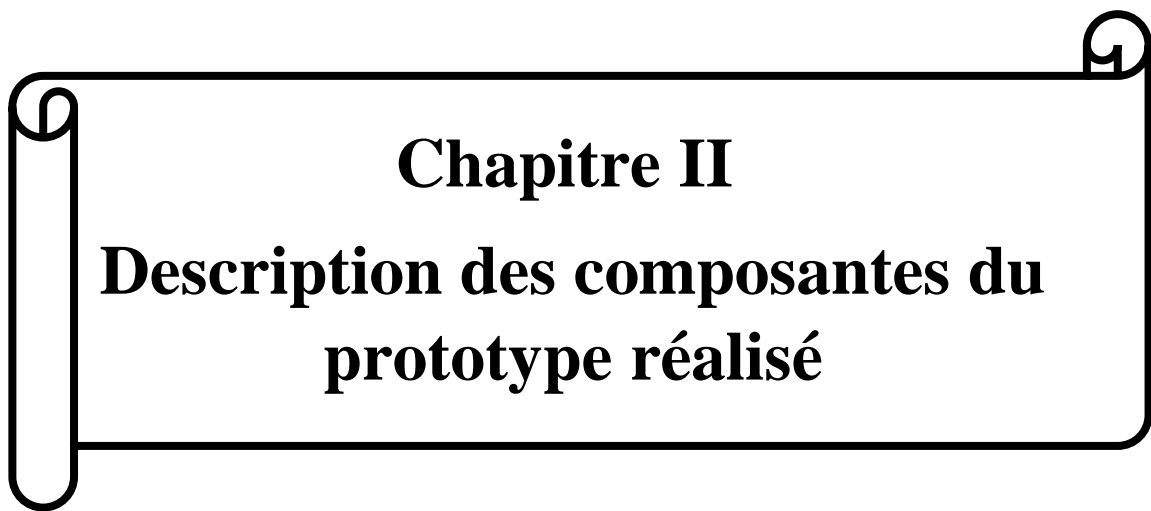
Nos vies seront de plus en plus contrôlées par la technologie et en dépendront. La jeune génération est déjà accro à la technologie pour chaque petite chose. Nous devons décider quelle partie de notre vie quotidienne sommes-nous prêts à mécaniser et à contrôler par la technologie. [26]

I.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé de l'internet des objets(IOT) d'une manière globale on a divisé ce chapitre en deux parties essentielles telle que : La première partie on a désigné et traiter la gestion des déchets et le compostage de cet dernier La 2eme partie était consacrée à l'internet des objets a leurs caractéristiques on a aussi donné quelque exemples d'utilisation de cette dernière et les domaines ou l'IOT et plus utilisable et son impact dans le domaine industrielle qui permet les développements de large usages qui répondre a les besoins d'utilisateurs

Bien que l'IoT présente de nombreux inconvénients, ses avantages d'économiser du temps et de l'argent au consommateur ne peuvent être ignorés. Le temps n'est donc pas loin où l'Internet des objets sera couramment observé dans : les ménages et les entreprises. Des efforts devront être faits pour trouver des moyens de combattre ses inconvénients. Ce ne sont là que quelques avantages de l'Internet des objets. Il est évident qu'il ouvre un large éventail de possibilités pour améliorer la qualité de vie dans tous les aspects.

Le prochain chapitre donnera un aperçu de notre projet et les composants outils à l'aide d'une carte Arduino nous vous présentons tous les composants entrant dans la réalisation de notre projet.



Chapitre II
Description des composantes du
prototype réalisé

II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous plongeons au cœur de la conception d'une poubelle intelligente révolutionnaire, intégrant des fonctionnalités de compostage, pilotée par une carte Arduino et une panoplie de composants avancés. L'objectif de ce chapitre est de présenter en détail les outils matériels et logiciels utilisés pour le développement de ce système novateur. En combinant des technologies de pointe telles que le capteur ultrason HC-SR04, un servomoteur, un capteur de poids, un capteur infrarouge, un afficheur LCD, un tag RFID et un feu rouge, nous explorons les possibilités offertes par l'Arduino pour créer une solution intelligente et respectueuse de l'environnement dans la gestion des déchets. Ce projet ambitieux vise à repousser les limites de la technologie en proposant une approche innovante du compostage et de la gestion des déchets, tout en intégrant des fonctionnalités avancées pour une automatisation efficace. En mettant l'accent sur la combinaison de capteurs et d'actionneurs divers, ce chapitre dévoile comment la carte Arduino devient le pivot central de cette poubelle intelligente, permettant un contrôle précis et une gestion optimale des déchets, tout en favorisant une approche durable et écologique.

En explorant les détails de la mise en œuvre de ces composants et en mettant en lumière leur interconnexion au sein de ce système complexe, nous plongeons dans l'univers fascinant de l'électronique embarquée et de l'automatisation, offrant ainsi une perspective unique sur la manière dont la technologie peut être exploitée pour relever les défis contemporains de manière innovante et responsable.

II.2. Généralités sur la carte Arduino

La carte Arduino est une plateforme de prototypage électronique open-source qui intègre du matériel et du logiciel facile à utiliser. Les cartes Arduino sont équipées de microcontrôleurs programmables et de plusieurs entrées/sorties pour interagir avec différents composants électroniques. Cette plateforme a été conçue pour faciliter la création d'appareils électroniques personnalisés, permettant aux utilisateurs de concrétiser leurs idées sans nécessiter une expertise approfondie en électronique. Avec Arduino, un microcontrôleur est programmé pour effectuer diverses tâches, offrant ainsi une introduction accessible à l'électronique pour les débutants. Arduino propose un environnement convivial, des exemples de code et une communauté de soutien, rendant la création électronique accessible à tous, que ce soit pour des projets de bricolage, de domotique ou pour apprendre la programmation. [2]

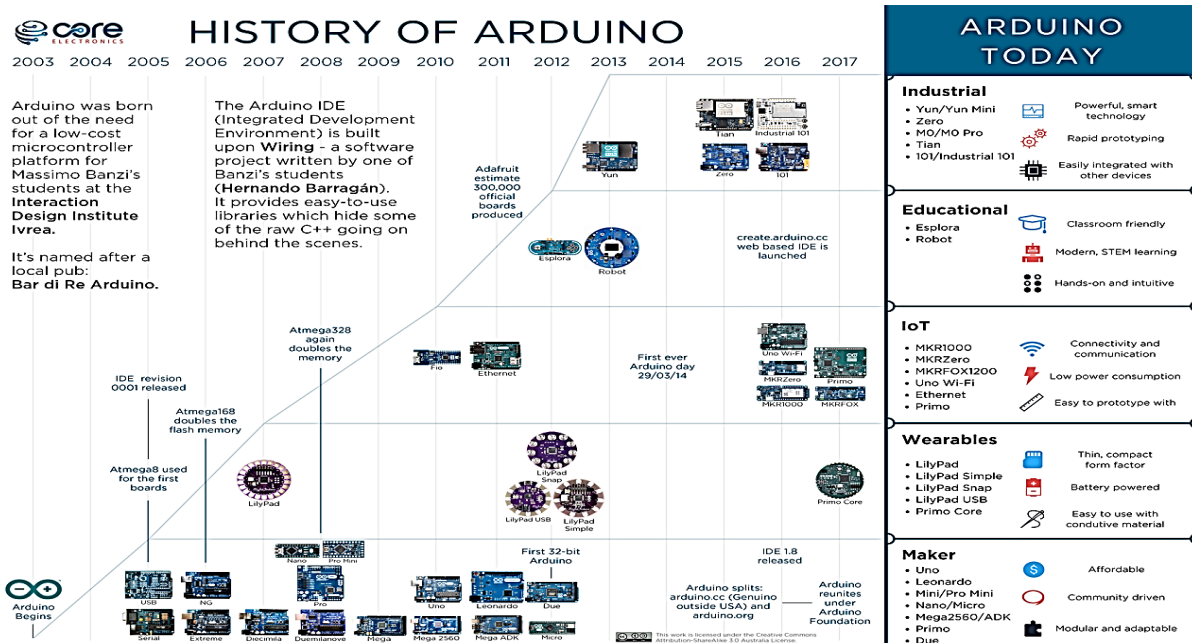


Figure II.1 : Historie de l Arduino.

II.2.1 Définition de l Arduino

Arduino est une plateforme de prototypage électronique open-source qui intègre du matériel et du logiciel facile à utiliser. Les cartes Arduino sont équipées de microcontrôleurs programmables et de plusieurs entrées/sorties pour interagir avec différents composants électroniques.

Plus spécifiquement, Arduino est un circuit imprimé sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, afin d'effectuer diverses tâches comme la charge de batteries, la domotique, le pilotage de robots, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple et sur un environnement de développement utilisant la technique du Processing / Wiring. Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels. [3]

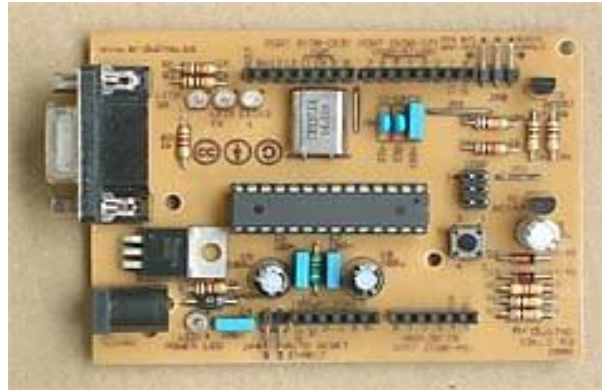


Figure II.2 : Exemple de carte électronique : Arduino Severino.

II.2.2. Les différents modules de la carte Arduino avec leurs caractéristiques

Il existe de nombreuses versions Arduino avec des tailles et des caractéristiques techniques différentes (telles que la mémoire et le nombre de ports). Toutes les cartes sont programmées de la même manière. Voici un aperçu des modules de la carte Arduino avec leurs principales caractéristiques. [4]

- **Arduino UNO :**
 - Dimensions : 74 x 53 x 15 mm
 - Poids : 25 grammes
 - Alimentation : USB ou prise jack 7-12V
 - Microcontrôleur : ATmega328 cadencé à 16 MHz
 - 6 entrées analogiques, 14 broches numériques
 - Mémoire programme de 32 Ko, EEPROM de 1 Ko, RAM de 2 Ko .



Figure II.3 : Carte Arduino UNO.

- **Arduino Méga :**
 - Plus d'entrées/sorties analogiques que l'Uno (10 de plus)

- Idéal pour les projets complexes nécessitant plus de capteurs.



Figure II.4 : Arduino Méga

- **Arduino Nano :**

- Compact, partage de nombreuses caractéristiques avec l'Uno.
- Idéal pour les projets nécessitant une taille réduite.

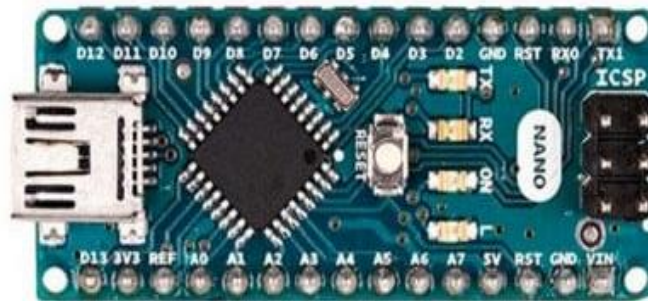


Figure II. 5 : Arduino Nano

- **Arduino Due :**

- Microcontrôleur 32 bits pour plus de puissance.
- Convient aux projets exigeant une puissance de calcul supérieure.



Figure II .6 : Arduino Due

Board	Best Applications	Example Projects
Arduino Nano	Low cost, small profile, simple projects	RC planes, portable electronics, and sensor gathering
Arduino Uno	Desktop prototyping and use with Arduino shields	Simple robot controller, RC cars, simple games console, IoT sensors, and device testing
Arduino Mega	High I/O requirements with more memory space	DIY bench tools, multi-device controlling, machine controller, home automation
Arduino Due	High performance prototyping with superior analog I/O	Data processor of multiple sources, home automation, machine controller

Tableau II.1 : Une simple comparaison des quatre cartes Arduino

II.2.3. Brochage de la carte Arduino

Le brochage de la carte Arduino Uno comprend plusieurs éléments essentiels pour son fonctionnement. Voici un résumé des informations pertinentes extraites des sources fournies :

- **Alimentation** : La carte Arduino Uno peut être alimentée via une connexion USB (fournissant 5V jusqu'à 500mA) ou avec une alimentation externe de 6 à 20 volts.
- **Broches Numériques** : La carte dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques, dont 6 peuvent être utilisées en mode PWM pour contrôler des composants comme des LED ou des moteurs.
- **Broches Analogiques** : Il y a 6 entrées analogiques (A0 à A5) permettant de mesurer des tensions variables entre 0 et 5V provenant de capteurs ou d'interfaces diverses.
- **Communication Série** : Les broches 0 (RX) et 1 (TX) sont utilisées pour la communication série, pour recevoir et transmettre des données.
- **ICSP** : La carte dispose de 6 connecteurs pour le programmeur ICSP (In-Circuit Serial Programming) pour le téléchargement du programme.
- **Fonctions Spéciales** : Certaines broches ont des fonctions particulières, comme la gestion des signaux PWM, la communication I2C, les interruptions de programme, etc... [5].

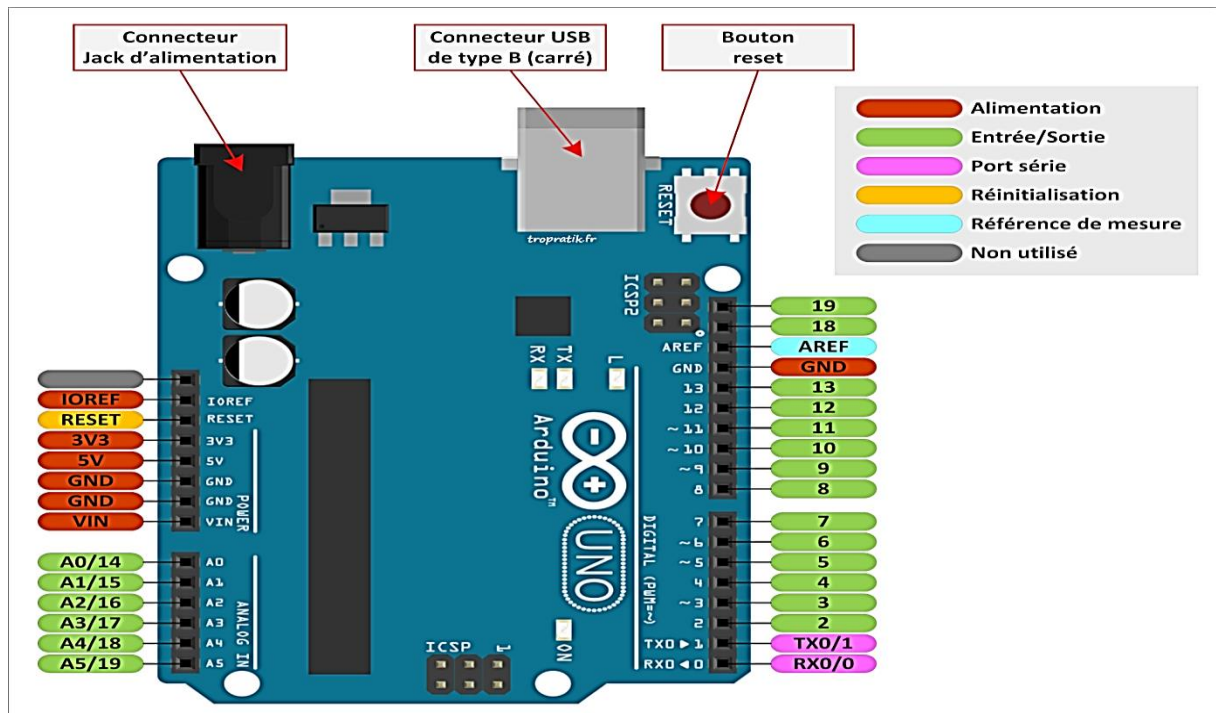


Figure II.7 : Brochage de la carte Arduino.

II.3. Fonctionnement et application de la carte Arduino :

Les cartes Arduino sont des plateformes de prototypage électronique open-source qui permettent de créer une variété de projets interactifs. Voici des informations sur le fonctionnement et les applications de la carte Arduino basées sur les sources fournies :

II.3.1. Fonctionnement de la carte Arduino

- Une carte Arduino est une petite carte électronique programmable dotée d'une puissance de calcul permettant de contrôler des composants et de récupérer des valeurs.
- Elle est destinée aux débutants et aux amateurs d'électronique souhaitant réaliser leurs propres projets.
- La carte Arduino est programmable avec le logiciel Arduino IDE, basé sur un langage de programmation proche du C et du C++.
- Elle interagit avec les composants en traitant les informations entrantes (valeurs de capteurs) et en commandant des actionneurs (sorties de la carte).

II.3.2. Applications de la carte Arduino

- Les cartes Arduino sont utilisées pour une variété de projets interactifs, tels que la domotique, les robots, les capteurs environnementaux, les systèmes de contrôle, etc.
- Elles sont largement utilisées dans l'éducation pour enseigner la programmation et l'électronique de manière pratique.

- Les cartes Arduino sont également utilisées dans les projets de bricolage, les projets artistiques interactifs, les prototypes de produits électroniques, et bien d'autres applications créatives. [6]

II.3.3. L'utilité et l'avantage d'Arduino

L'utilité et les avantages de l'Arduino résident dans sa capacité à simplifier la programmation et le prototypage électronique, offrant ainsi une plateforme accessible et polyvalente pour une variété de projets. Voici les principaux points à retenir des sources fournies :

II.4.1 Utilité de l'Arduino

- L'Arduino permet de créer des prototypes électroniques interactifs sans nécessiter une expertise approfondie en électronique ou en programmation.
- Il offre une approche conviviale pour apprendre la programmation et l'électronique, adaptée aux débutants et aux amateurs.
- L'Arduino est largement utilisé dans l'éducation pour enseigner la programmation et l'électronique de manière pratique et ludique.

II.4.2. Avantages de l'Arduino

- **Facilité d'utilisation** : L'Arduino est conçu pour être facile à utiliser, même pour les débutants en électronique. Il offre une interface conviviale et des ressources pédagogiques abondantes en ligne.
- **Accessibilité** : Disponible à un prix abordable, l'Arduino Uno est largement accessible et populaire, ce qui en fait un choix idéal pour de nombreux projets.
- **Polyvalence** : L'Arduino Uno peut être utilisé dans une variété d'applications, de la domotique à la robotique, en passant par les systèmes de contrôle et les projets artistiques interactifs.
- **Communauté active** : L'Arduino bénéficie d'une communauté dynamique et collaborative, offrant un soutien, des forums de discussion et une abondance de ressources en ligne pour les utilisateurs.
- **Simplicité de programmation** : Grâce à l'IDE Arduino et à sa simplicité de programmation, les utilisateurs peuvent rapidement concevoir et mettre en œuvre des projets électroniques sans avoir à apprendre des langages de programmation complexes.

[7]

II.5. Modules et carte Arduino populaire

Voici un résumé des principales informations sur les modules et cartes Arduino les plus populaires, d'après les résultats de recherche fournis :

II.5.1. Arduino Uno

- La carte Arduino Uno est la plus populaire et la plus courante.
- Elle est équipée d'un microcontrôleur ATmega328P et dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques et de 6 broches d'entrée/sortie analogiques.
- C'est une carte idéale pour les débutants, car elle est facile à utiliser, abordable et dispose d'une grande communauté en ligne pour obtenir de l'aide.

II.5.2 Arduino Méga

- L'Arduino Méga est une carte plus puissante que l'Uno, avec un microcontrôleur ATmega2560 et 54 broches d'entrée/sortie numériques et 16 broches analogiques.
- Elle est adaptée pour les projets nécessitant de nombreuses entrées/sorties, comme les robots, les imprimantes 3D et les contrôleurs de jeu.

II.5.3. Arduino Due

- L'Arduino Due est une carte encore plus avancée, utilisant un microcontrôleur ARM Cortex-M3.
- Elle dispose de 54 broches numériques et 12 analogiques, et est idéale pour les projets nécessitant une grande puissance de calcul, comme le traitement de signal en temps réel [8].
- D'après tout ça l'Arduino Uno reste la carte la plus populaire et recommandée pour les débutants, tandis que l'Arduino Méga et l'Arduino Due offrent plus de puissance et de fonctionnalités pour des projets plus avancés.

II.6. ARDUINO UNO

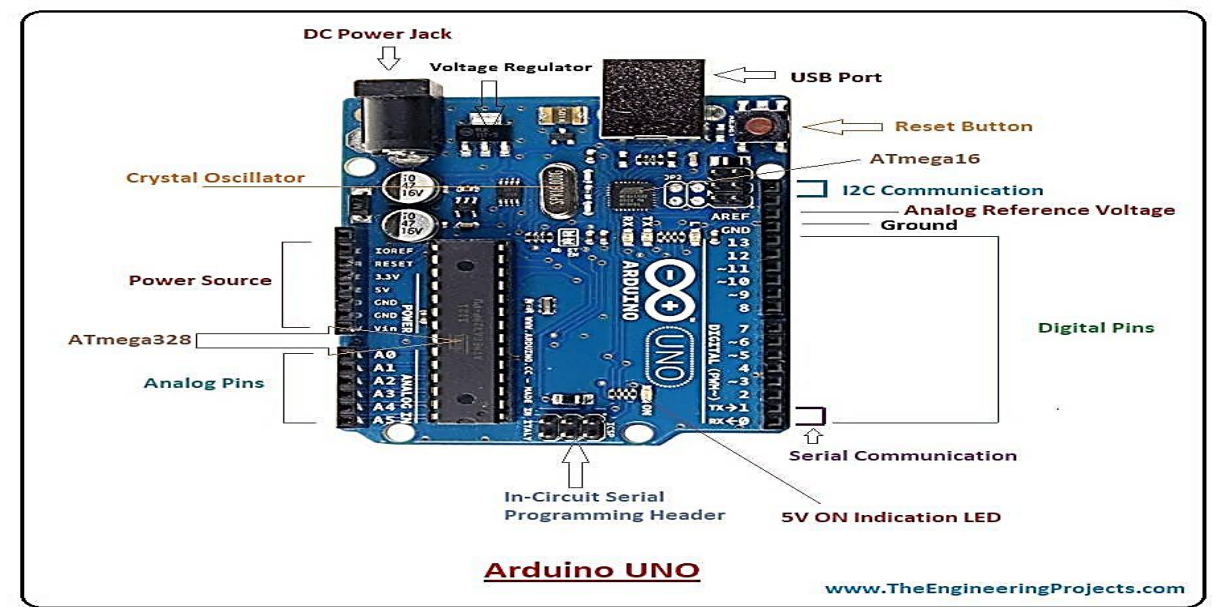


Figure II.8 : ARDUINO UNO.

II.6.1. Spécifications techniques

Voici les principales spécifications techniques de la carte Arduino Uno d'après les résultats de recherche fournis :

Microcontrôleur	ATmega328P
Tension d'alimentation	5V
Broches d'entrée/sortie numériques	14 (dont 6 pouvant être utilisées en PWM)
Broches d'entrée analogiques	6
Vitesse du processeur	16 MHz
Mémoire Flash	32 Ko
Mémoire EEPROM	1 Ko
Connectivité	USB pour la programmation
LED_BUILTIN	Pin n = 13
Dimensions	68,6 x 53,4 mm
Prix approximatif	2200DA

Tableau II.2 : Spécifications technique de la carte ARDUINO UNO.

La carte Arduino Uno est donc équipée d'un microcontrôleur 8 bits ATmega328P cadencé à 16 MHz, avec 14 broches numériques et 6 broches analogiques. Elle dispose d'une mémoire Flash de 32 Ko et d'une connectivité USB pour la programmation. C'est la carte Arduino la plus populaire et recommandée pour les débutants, grâce à son accessibilité et sa simplicité d'utilisation [9].



Figure II.9 : Microcontrôleur ATmega328P d'Arduino UNO.

II.6.2.1. Ports numériques

Les ports numériques sur la carte Arduino Uno sont numérotés de 0 à 13. Ces ports permettent au microcontrôleur d'échanger des informations binaires, que ce soit en sortie ou en entrée. Les broches D3, D5, D6, D9, D10 et D11, repérées par un symbole ~, peuvent être utilisées en sortie PWM pour moduler la luminosité d'une LED ou la vitesse d'un moteur. Les sorties PWM peuvent varier entre 0 et 255, offrant 256 valeurs possibles. Les signaux véhiculés par ces connecteurs ne peuvent prendre que deux états : HAUT (5 Volts) ou BAS (0 Volt). Chaque sortie numérique peut fournir un courant maximal de 40 mA. Les connecteurs D0 et D1 sont réservés pour la liaison USB et ne sont pas utilisés pour des entrées/sorties classiques [10].

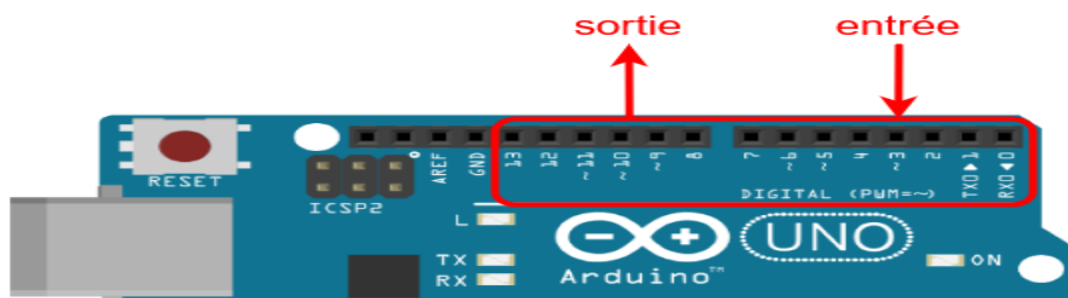


Figure II.10 : Les ports numériques

II.6 .2.2. Les ports analogiques

La carte Arduino Uno possède 6 entrées analogiques, repérées sur la carte par les broches A0 à A5. Ces entrées sont reliées à un convertisseur analogique/numérique qui renvoie un code numérique sur 10 bits, offrant ainsi une plage de valeurs de 0 à 1023. La pleine échelle de ces entrées est de 5V, ce qui signifie que la valeur numérique 0 correspond à 0V et la valeur numérique 1023 correspond à 5V. Le pas de quantification est donc d'environ 5 mV. Pour lire une entrée analogique, on utilise la fonction `analogRead (broche)`, où le paramètre "broche" correspond au numéro de la broche que l'on souhaite lire (A0 à A5). Par exemple, pour lire la valeur convertie de l'entrée A2 et l'afficher sur le moniteur série, on peut utiliser le code suivant : `int valeur ; valeur = analogRead(A2) ; Serial.println("Valeur = ") ; Serial.println(valeur);` . [11]



Figure II.11 : Les ports analogiques.

1) Broches d'alimentation

D'après les informations fournies dans les résultats de recherche, voici un résumé des broches d'alimentation de la carte Arduino Uno :

La carte Arduino Uno peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe.

- **Les broches d'alimentation sont les suivantes :**

- Broche 5V : fournit 5V régulés à partir de l'alimentation (USB ou externe)
- Broche 3.3V : fournit 3,3V régulés à partir de la puce de régulation
- Broche GND : masse (ground)
- Broche VIN : permet d'alimenter la carte avec une tension externe (6-20V)

De plus, la documentation indique que si l'alimentation externe est inférieure à 7V, la broche 5V pourrait fournir moins de 5V et rendre la carte instable. Et si l'alimentation dépasse 12V, le régulateur de tension pourrait chauffer et endommager la carte [12].

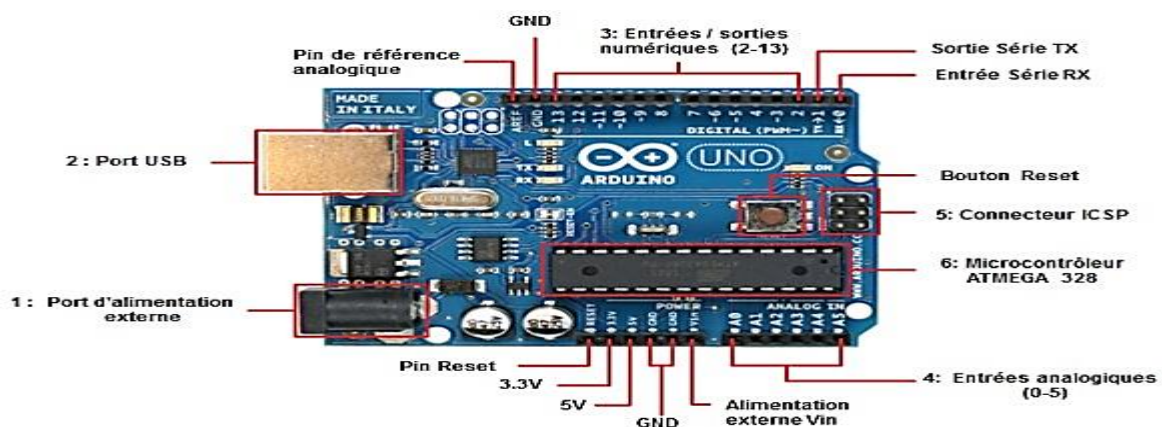


Figure II.12 : Broches d'alimentation.

II 6.2.3. Le logiciel Arduino IDE

Le logiciel Arduino IDE est un logiciel qui permet de programmer les cartes Arduino il est disponible sur Windows et Linux et grâce à ce logiciel nous allons créer, tester et envoyer les programmes sur l'Arduino.

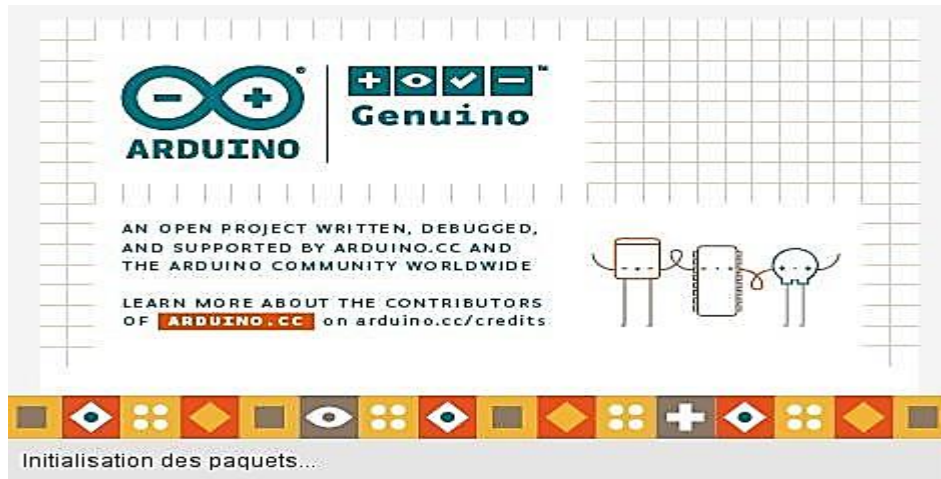


Figure II.13 : la présentation de logiciel Arduino.

C'est un logiciel de programmation par code, code qui contient une cinquantaine de commandes différentes. A l'ouverture, une interface visuelle épurée on y trouve :

- Une page blanche vierge
- Une barre noire en bas
- Une barre d'outils en haut

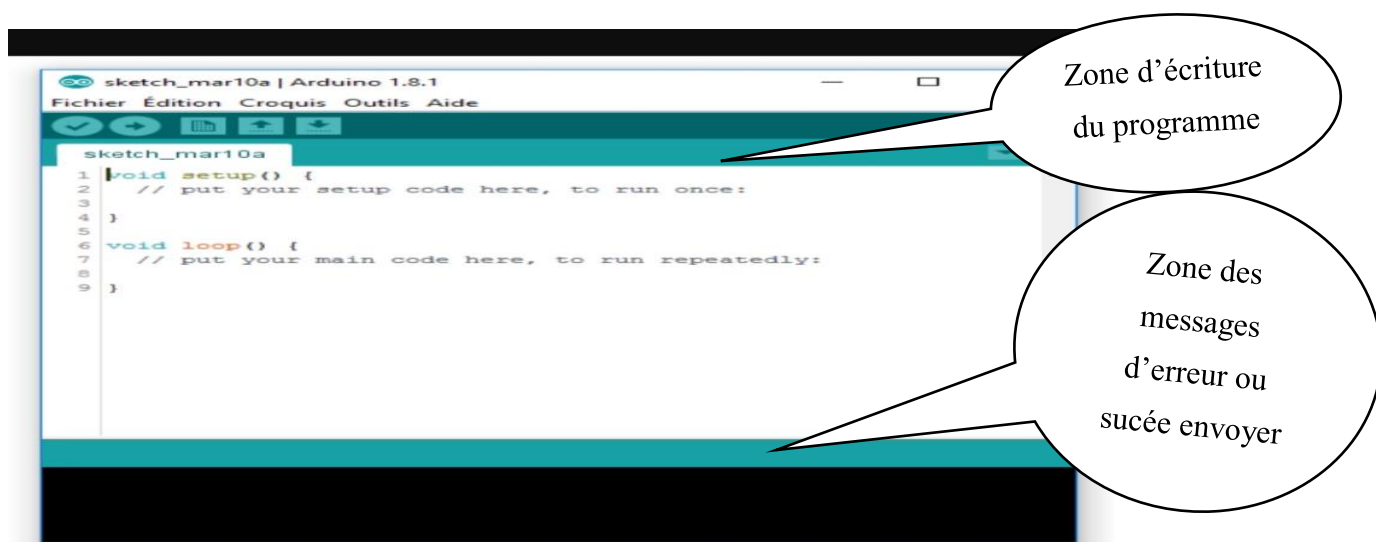
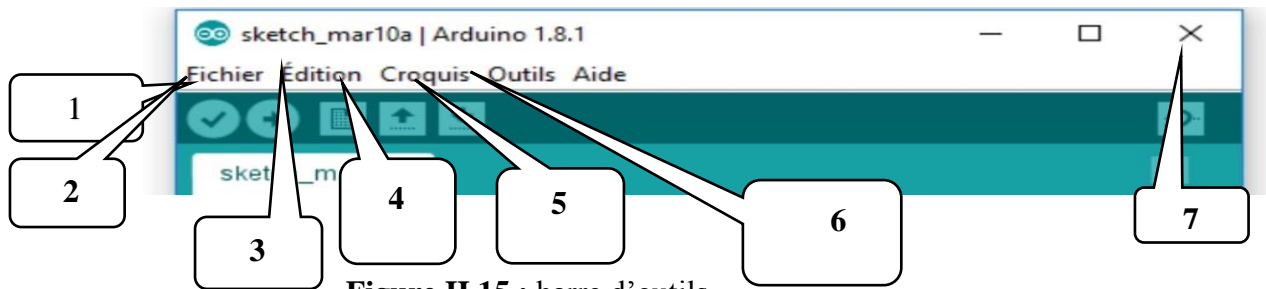


Figure II.14 : logicielle Arduino IDE

Logiciel IDE (Environnement de Développement Intégré) multi OS : (titre)**Figure II.15 : barre d'outils**

- Édition du programme
- Compilation du programme
- Transfert du programme dans la carte via le port USB
- Diverses cartes Arduino

Bouton 1 : Menu déroulant

Bouton 2 : Bouton de compilation, permet de vérifier le programme il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme

Bouton 3 : Bouton de téléversement (envoi du programme sur l'Arduino)

Bouton 4 : nouveau (crée un nouveau fichier)

Bouton 5 : ouvrir

Bouton 6 : Enregistrer

Bouton 7 : Moniteur de série

Un 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.

- Ensuite Ouvrir l'onglet Outil > Type de carte > Gestionnaire de carte
- Choisir le port (COM 3, COM 4, COM 5)

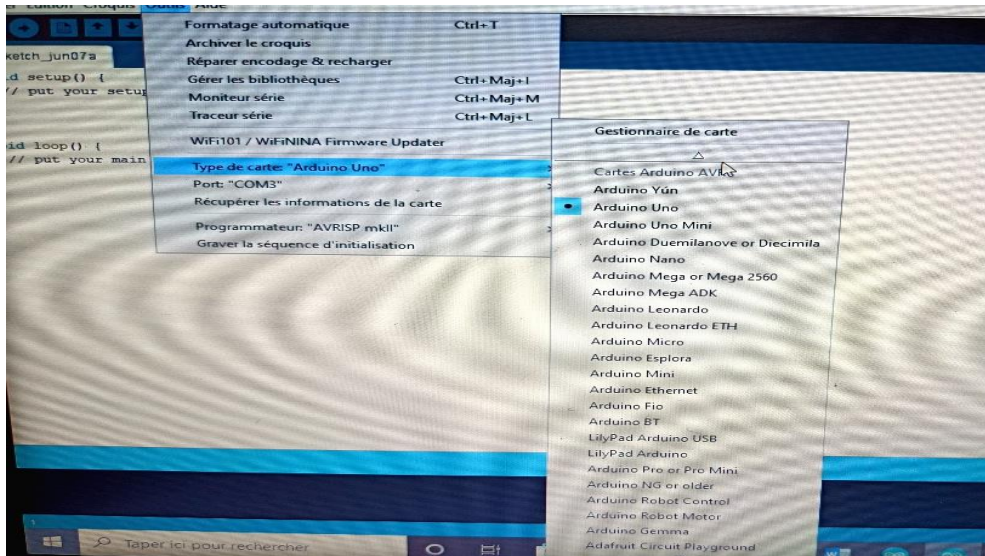


Figure II.16 : choix de type de carte Arduino

II.7. Capteur ultrasons HC-SR04

II.7.1. La description :

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.[14]

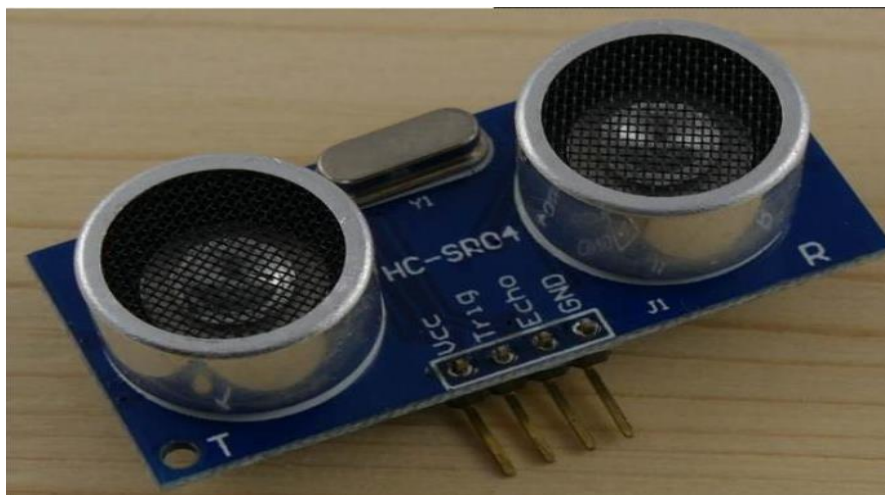
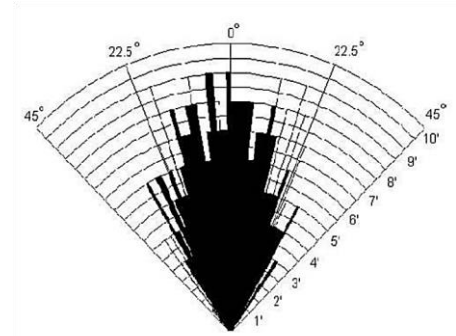


Figure II. 17 : photo réelle du Capteur ultrasons HC-SR04.

a. Caractéristiques :

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0.3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 μs (Trigger Input Pulse width)



Practical test of performance,
Best in 30 degree angle

b. Broches de connexions :

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

c. Spécifications et limites : (sous-titre)

Paramètre	Min	Type	Max	Unité
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant de repos	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	kHz

Tableau II.3 : spécifications d'un Capteur ultrasons HC-SR04.

1. Principe de fonctionnement :

Le capteur à ultrasons utilise un sonar pour déterminer la distance à un objet. Voici les étapes comment se déroule :

- 1) On envoie une impulsion HIGH de 10μs sur la broche TRIGGER du capteur.
- 2) Le capteur envoie alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40KHz (inaudible pour l'être humain, c'est quand plus agréable qu'un biiiiiiiip).
- 3) Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retourne dans l'autre sens vers le capteur.
- 4) Le capteur détecte l'écho et clôture la prise de mesure.

- 5) Le signal sur la broche ECHO du capteur reste à HIGH durant les étapes 3 et 4, ce qui permet de mesurer la durée de l'aller-retour des ultrasons et donc de déterminer la distance. [15]

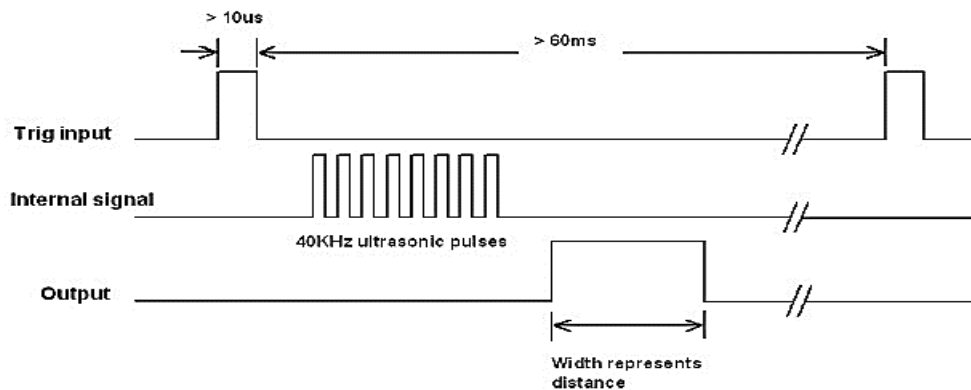


Figure II.18 : fonctionnement d'un Capteur ultrasons HC-SR04. [16]

II.7.2. Les Moteurs :

Servomoteur est de manière général un moteur asservi en position, c'est à dire qu'un système mesure la position du moteur et le contrôle de telle sorte à ce qu'il atteigne la position demandée. Un vaste choix de dimensions et de puissances existe, mais nous allons nous concentrer sur le SG90 (ou sa version plus costaud le MG90). C'est en effet le servomoteur le plus abordable et celui communément trouvé au sein de modélisme ou de projet hobbyiste. Son contrôle est d'une simplicité enfantine et c'est une solution rapide pour mettre en mouvement un mécanisme qui nécessite peu de couple et un positionnement précis dans une plage de 270°. [16]

- **Il existe trois principaux types de moteurs à courant continu :**

II.7.2.1. Moteur DC

Il est basé sur le principe de conversion direct de l'électricité en mouvement mécanique



Figure II.19 : Photo réelle d'un moteur DC

II.7.2.2. Servomoteur

Il est plus précis, facile à utiliser, ça coûte pas cher n'est pas vraiment consommable d'énergie et il est disponible en Algérie.

C'est pourquoi nous avons choisi le servomoteur.



Figure II.20 : photo réelle d'un servomoteur

II.7.3. Définition de servomoteur :

Un servomoteur est un actionneur rotatif ou linéaire qui permet une commande précise de la position angulaire. Il est constitué d'un moteur couplé à un capteur de position. Il requiert également un servo variateur pour compléter le système. Le variateur utilise le capteur d'asservissement pour commander précisément la position ou la vitesse du moteur. [17]

II.7.3.1 .Principe de fonctionnement :

Un servomoteur est constitué de 4 parties :

- Un moteur à courant continu
- Un réducteur
- Un potentiomètre
- Un circuit de contrôle

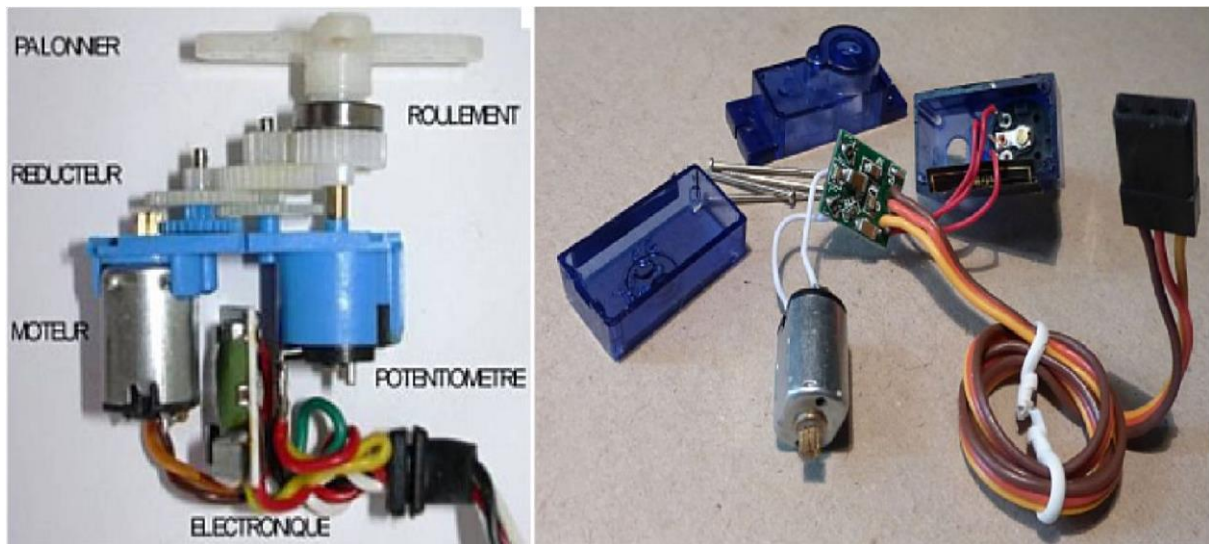


Figure II. 21 : Fonctionnement d'un servomoteur. [18]

Le moteur est connecté au réducteur, le potentiomètre est attaché à l'axe de sortie et le circuit de contrôle alimente le

Moteur et lit la valeur du potentiomètre.

Le circuit de contrôle reçoit également des informations du microcontrôleur qui lui indique la position à laquelle doit se placer l'axe.

Le moteur est alors alimenté et au travers du réducteur, l'axe tourne ainsi que le potentiomètre.

En lisant régulièrement la valeur du potentiomètre, le circuit peut moduler la tension à la borne du moteur pour placer exactement l'axe à la position souhaitée. [18]

II.7.3 .3. Définition d'un relais

Un relais est un dispositif électromagnétique qui agit comme un interrupteur actionné électriquement. Autrement dit, un relais sert à ouvrir ou fermer un circuit électrique et fonctionne à l'aide d'un électro-aimant. C'est pourquoi on les appelle aussi relais électromagnétiques.

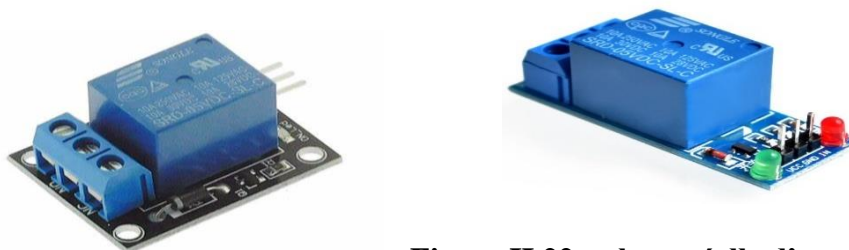


Figure II.22 : photo réelle d'un relais 5V DC

II.7.3.4. Les parties principales d'un relais

- **Base** : partie du relais sur laquelle reposent tous les autres éléments.
- **Bobine** – Partie du relais qui crée un champ magnétique lorsqu'un courant électrique le traverse.
- **Noyau** – partie du relais qui attire l'armature du relais vers elle-même lorsque le champ magnétique apparaît.
- **Armature** : partie mobile du relais qui est attirée vers le noyau en raison du champ électromagnétique créé. Lorsque cela se produit, un contact passe d'ouvert à fermé et donc un circuit électrique est activé.
- **Contacts** – Un relais peut avoir 1, 2, 3 contacts ou plus. Chacun des contacts peut être normalement ouvert (NO) ou normalement fermé (NC).

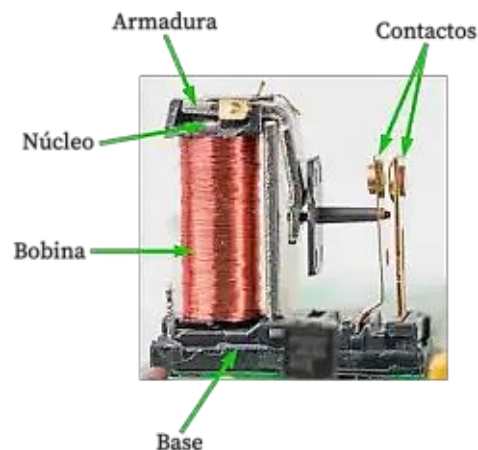


Figure II. 23 : les parties essentielles d'un relais

II.7.3.5. Mode de fonctionnement :

Le fonctionnement d'un relais consiste à créer un champ magnétique à travers une bobine pour que le noyau du relais attire l'armature et, par conséquent, s'active le contact souhaité qui active le circuit électrique.

Autrement dit, en faisant passer l'électricité à travers la bobine du relais, cela crée un champ magnétique. Apparaît alors une force magnétique qui tire la partie supérieure du relais vers le noyau.

Le mouvement de l'armature du relais provoque alors un changement d'état des contacts. Le contact normalement fermé (NC) s'ouvre, tandis que le contact normalement ouvert (NO) se ferme.

Les relais sont impliqués dans deux circuits électriques différents. Un premier circuit appelé contrôle, qui active ou désactive la bobine, et un autre circuit appelé puissance, qui est activé suite à l'activation du relais.

Ainsi, un relais peut également agir comme un amplificateur électrique, puisqu'il est capable de générer une haute tension (circuit de puissance) à travers une faible intensité de courant (circuit de commande). [20]

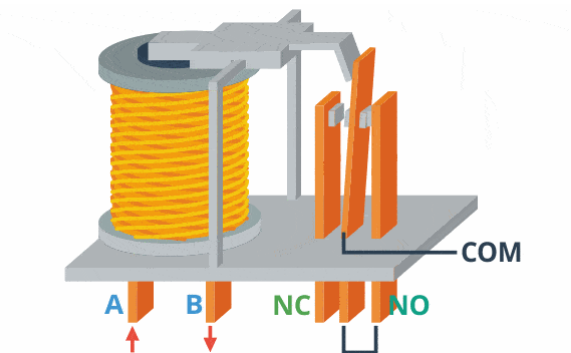


Figure II.24 : mode de fonctionnement d'un relais

II.8 Module Afficheur LCD

Les afficheurs LCD, également connus sous le nom d'afficheurs à cristaux liquides, sont devenus indispensables dans de nombreuses applications nécessitant la visualisation de paramètres. Ces modules compacts et intelligents nécessitent peu de composants externes pour fonctionner correctement. Leur faible consommation électrique (de 1 à 5 mA) en fait des composants économes et faciles à utiliser. De plus, ils sont relativement peu coûteux. Sur le marché, on trouve une variété d'afficheurs LCD qui se différencient les uns des autres non seulement par leurs dimensions, mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service. [21]

Voici les principaux modules d'afficheurs LCD :

- **Module afficheur LCD 128 x 64 Joy-It** : Afficheur graphique LCD de 128 x 64 pixels avec affichage blanc sur fond bleu, pilotable en SPI ou parallèle via une carte compatible Arduino ou Raspberry Pi. Il offre un fort contraste, une luminosité élevée et un large angle de vision. Le contraste est ajustable via un potentiomètre.
- **Afficheur LCD 2x16 Grove 104030001** : Écran LCD haute qualité avec 2 lignes de 16 caractères, compatible avec Arduino ou Seeeduino, et utilisant une connexion I2C.

- **Afficheur LCD 20 x 04 + Adaptateur I2C** : Module d'écran LCD 2004A avec rétro-éclairage bleu, contrôle par bus I2C, contraste ajustable, tension d'entrée de 5V.
- **1602 Module Afficheur LCD 2x16 avec Interface I2C** : Écran LCD 1602 avec rétro-éclairage bleu, interface I2C, affichage 2 lignes x 16 caractères, compatible Arduino et Rosebery Pi, contraste et rétro-éclairage réglables. [22]

Dans notre projet, nous avons choisi l'afficheur LCD 20x04 et offre une solution d'affichage pratique et efficace pour divers un message lisible à l'utilisateur de la poubelle.



Figure II.25: Module Afficheur LCD 20x04-I2C

II.9. Capteur de poids HX711

Un capteur de poids est un dispositif utilisé pour mesurer la force de gravité exercée sur un objet. Il est souvent utilisé pour mesurer le poids d'un objet, mais peut également être utilisé pour mesurer d'autres forces, comme la force de traction ou de compression.

Il existe de nombreux types de capteurs de poids différents, qui varient en fonction de la technologie utilisée pour mesurer la force. Certains capteurs de poids utilisent des technologies de pesage à réponse de force, telles que les capteurs à cellules de charge ou les capteurs à jauges de contrainte, qui mesurent la déformation d'un matériau soumis à une force. D'autres capteurs de poids utilisent des technologies de pesage à réponse de déplacement, telles que les capteurs à jauges de déplacement ou les capteurs à fils piézoélectriques, qui mesurent le déplacement d'un objet soumis à une force. [23]



Figure II.26 : capteur de poids

II.9.1. Fonctionnement du capteur de poids et HX711

Le module d'échelle est constitué du capteur à jauges de contrainte lui-même, qui est intégré dans une conception robuste. Le module HX711 pour Arduino Pro Micro est conçu pour amplifier le signal de la jauge de contrainte et transférer les données au microcontrôleur. Une fois le module étalonné, la jauge de contrainte peut être calculée à partir de la variation de la résistance, et la force appliquée à la structure (poids) peut être calculée. [24]

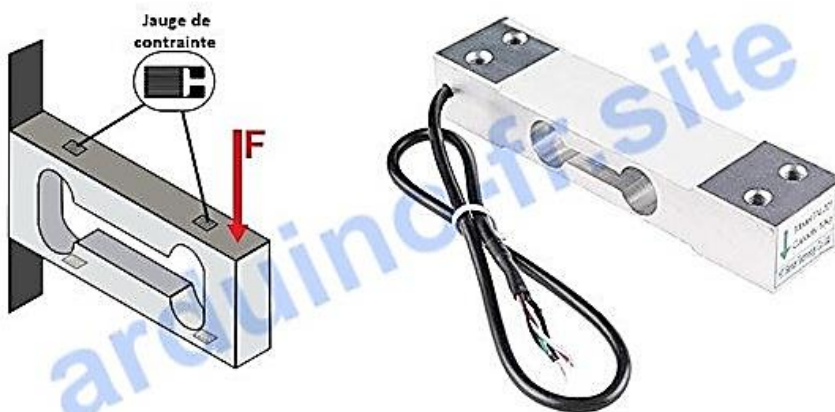


Figure27 : une photo qui montre le fonctionnement.

II.9.2. Caractéristiques module HX711

Alimentation	5v
Consommation de courant :	moins de 10mA
Tension d'entrée différentielle :	$\pm 40\text{mV}$
Résolution de conversion A/D :	24 bits (16777216 comptes)

Fréquence de lecture :	80 Hz
------------------------	-------

Tableau II.4 : les caractéristiques d'un capteur de poids

II.9.3. Mini module de feu tricolore

II.9.3.1. Définition d'un mini module de feu tricolore

Un mini module de feu tricolore est un petit dispositif électronique qui simule un feu tricolore routier généralement utilisé dans des projets de programmation et d'apprentissage ce type de module est souvent basé sur des LED (diodes électroluminescentes) de couleurs rouge, jaune et verte qui sont contrôlées par un microcontrôleur comme Arduino ou un autre système de programmation.

Ces mini modules de feu tricolore sont utilisés pour le développement des projets électroniques et conçus pour fonctionner avec une tension de 5V ou 3.3V. [25]



Figure II.28: mini module de feu tricolore

II.9.3.2. Les caractéristiques

- Alimentation en 5v
- Dimensions compactes d'environ 56 x 21 x 11mm
- Résistances intégrées pour limiter le courant des LED
- Connecteurs pour faciliter l'intégration dans des projets

Pour contrôler le module on utilise les sorties numériques d'une carte Arduino pour allumer et éteindre les LED selon la séquence souhaitée (Rouge, jaune, vert) cela permet de simuler le fonctionnement d'un feu de circulation classique, de manière ludique tout en apprenant la programmation et l'électronique ces modules sont très utilisés dans les projets

éducatifs et de bricolage impliquant l'automatisation et la simulation de trafic, ils permettent de créer des systèmes de feux de circulation réalistes de manière simple et abordable. [26]

II.10. Les RFID

II.10.1. Histoire de la RFID

L'origine de la RFID (Radio frequency identification) remonte à l'idée géniale d'environ 1945 aux États-Unis dans les années 1930 de créer une communication par onde radio entre un émetteur station de base et un récepteur. Aujourd'hui respectivement nommé le lecteur RFID et le tag. Le tag est télé-alimenté par l'émetteur.

Il est constitué d'un circuit résonnant accordable et d'un interrupteur qui permet de modifier l'onde rétrodiffusée par le tag et ainsi d'assurer une modulation du signal pour communiquer avec le lecteur. On retrouve ici le principe fondamental de la RFID qui reste aujourd'hui encore au cœur des systèmes actuels : un tag simple télé-alimenté par le lecteur présentant deux états distincts pour réaliser une communication. [27]

II.10.2 Définition de RFID

RFID est l'acronyme de RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION est une technologie utilisant les ondes radio haute fréquence pour transmettre et mémoriser des données dans le but d'identifier de manière unique les objets, les animaux ou les personnes.

L'identification par radio fréquence est très utile dans de nombreuses applications, notamment dans le domaine de l'internet des objets connectés et du Big data, la puce RFID prend la plupart du temps la forme d'un carré plat sorte de patch dans laquelle sont regroupés, une antenne, une puce électronique et un substrat. [28]



Figure II. 29 : photo de RFID**II.10.3. Les différents composants d'un système RFID :**

Un système RFID se compose toujours de deux composants : le tag et le lecteur

II.10.3.1. Le tag (étiquette)

Une des méthodes d'identification les plus utilisées est d'abriter un numéro de série ou une suite de données dans une puce (chip) et de relier cette dernière à une petite antenne. Ce couple (puce silicium + antenne) est alors encapsulé dans un support (Tag (ou Label) RFID). Ces "tag" peuvent alors être incorporés dans des objets ou être collés sur des produits. Le tout est alors imprimé sur un support pliable, souvent adhésif. Le format de la donnée inscrite sur les étiquettes est standardisé à l'initiative d'EPC Global (Electronic Product Code).

II.10.3.2. Le lecteur

Le lecteur/enregistreur est constitué d'un circuit qui émet une énergie électromagnétique à travers une antenne, et d'une électronique qui reçoit et décode les informations envoyées par le transpondeur et les envoie au dispositif de collecte des données.

Non contents de lire les étiquettes RFID, il est à même d'écrire leur contenu. Le lecteur RFID est l'élément responsable de la lecture des étiquettes radiofréquence et de la transmission des informations qu'elles contiennent (code EPC ou autre, informations d'état, clé cryptographique...) vers le niveau suivant du système (middleware).

Cette communication entre le lecteur et l'étiquette s'effectue en quatre temps :

- 1) Le lecteur transmet par radio l'énergie nécessaire à l'activation du tag ;
- 2) Il lance alors une requête interrogeant les étiquettes à proximité ;
- 3) Il écoute les réponses et élimine les doublons ou les collisions entre réponses ;
- 4) Enfin, il transmet les résultats obtenus aux applications concernées. [29]

II.10.3.3. Principe de fonctionnement

Le système RFID permet l'identification d'étiquettes codées appelées TAG ou encore TRANSPONDEUR (TRANSmitter/resPONDER).

Ces Tags "intelligents" sont constitués d'une puce électronique et d'une antenne émission/réception

Un émetteur envoie une onde radio de fréquence plus ou moins élevée, L'énergie rayonnée est suffisamment importante pour alimenter l'étiquette (passive), qui va dès lors envoyer de la même façon un code d'identification numérique

L'interaction entre les champs magnétiques émis et reçus permet au récepteur de décoder la trame émise par le Tag RFID

La distance de détection va de quelques centimètres jusque quelques mètres, en fonction de la fréquence utilisée ce qui permet des identifications éloignées, La plupart du temps les Tags sont passifs et ne peuvent qu'émettre un code unique. Leur durée de vie est pratiquement illimitée. Mais il existe des tags actifs, alimentés par pile, qui peuvent recevoir et stocker des données.

II.11. Module lecteur RFID RC522

II.11.1. Description

Le module lecteur RFID Mifare RC522 est un dispositif de communication sans contact qui permet de lire et d'écrire des cartes à puce compatibles avec la norme ISO/IEC 14443A. Il utilise une puce RC522 de NXP, qui offre une fréquence de fonctionnement de 13,56 MHz et une vitesse de transfert de données maximale de 10 Mbit/s. Le module se connecte facilement à un microcontrôleur via une interface SPI et fonctionne avec une tension de 3,3 V. Il est fourni avec une carte et un porte-clés RFID pour tester ses fonctionnalités.

Le module lecteur RFID Mifare RC522 est adapté pour le développement d'applications avancées, telles que les compteurs intelligents, les systèmes portables ou les terminaux de carte RF.

Le module est livré avec des headers (pins) non soudés. [30]



Figure II. 30: photo réelle d'un lecteur RFID RC522.

II.11.2. Caractéristiques

Courant de fonctionnement	13-26 mA/DC 3,3 V
Courant de repos	10-13 mA/DC 3,3 V
Courant de veille	<80 Ua
Courant de crête	<30 Ma
Fréquence de fonctionnement	13.56 MHz
Types de cartes pris en charge :	mifare1 S50, mifare1 S70 MIFARE Ultralight, Mifare Pro, MIFARE DESFire
Température ambiante de fonctionnement	-20-80 degrés Celsius
Température ambiante de stockage	-40-85 degrés Celsius
Humidité relative :	de 5 % à 95 %
Distance de lecture	≥50 mm/1,95' (Mifare 1)
Taille du module	40×60 mm/1.57*2.34'
Taux de transfert de données	10 Mbit/s maximum

Tableau II.6 : les caractéristiques d'un lecteur RFID RC522

II.11.3. L'avantages et inconvénients d'un système RFID

II.11.3.1. Les avantages

- **Une grande capacité**

Dans une étiquette radiofréquence une capacité de 1 000 caractères est aisément stockable sur 1mm², et peut atteindre sans difficulté particulière 10 000 caractères. Dans une étiquette logistique apposée sur une palette, les différentes unités contenues et leurs quantités respectives pourront être enregistrées et lues.

- **La vitesse de marquage**

Le code à barres dans un contexte logistique nécessite le plus souvent l'impression d'un support papier. La manipulation et la pose des étiquettes restent des opérations manuelles ou mécaniques. Les étiquettes radio fréquence peuvent être incluses dans le support de manutention ou dans les conditionnements dès l'origine. Les données concernant les objets contenues ou transportées sont écrites en une fraction de seconde au moment de la constitution de l'unité logistique ou de transport, sans manipulation supplémentaire.

- Une sécurité d'accès au contenu

Comme tout support numérique, l'étiquette radio fréquence peut être protégée par mot de passe en écriture ou en lecture. Les données peuvent être chiffrées. Dans une même étiquette, une partie de l'information peut être en accès libre, et l'autre protégée. Cette faculté fait de l'étiquette RF, un outil adapté à la lutte contre le vol et la contrefaçon.

II.11.3.2. Les Inconvénients**- Le coût**

Les prix restent nettement supérieurs à ceux des étiquettes code à barres pour des unités consommateurs. Utiliser les étiquettes radio fréquence en lieu et place du code à barres sur les produits de grande consommation, n'est donc pas aujourd'hui économiquement réaliste. Cela le devient pour lutter contre le vol ou la contrefaçon sur les produits à forte valeur ajoutée, ou pour tracer les produits dans le cadre du service après-vente, comme l'électroménager ou l'hi-fi.

La perturbation par l'environnement physique

La lecture des étiquettes radio fréquences est perturbée par la présence, par exemple, de métaux dans leur environnement immédiat. Des solutions doivent être étudiées au cas par cas pour minimiser ces perturbations, comme cela a été fait par exemple pour l'identification des bouteilles de gaz.

- Les perturbations induites par les étiquettes entre elles

Dans de nombreuses applications, plusieurs étiquettes radio fréquences peuvent se présenter en même temps dans le champ du lecteur volontairement ou involontairement. Ceci peut être voulu en magasin, au moment du passage à la caisse ou entre les portiques antivols. De leur puissance d'émission afin d'éviter qu'ils ne créent des perturbations sur les équipements de santé tels que les pacemakers, mais aussi sur l'organisme humain. [31]

II.12. Conclusion

. Dans ce chapitre nous avons montré le fonctionnement des différents outils utilisés et nous avons aussi présenté les points essentiels de notre projet comme les composantes les caractéristiques et le concept des différents dispositifs utilisés dans ce projet

Dans le chapitre suivant, nous verrons plus en détails comment connecter ces outils et une explication détaillée du travail sur ce projet, et nous fournissons également nos prototypes pour la phase de simulation et mise en œuvre du programme pour chaque fonction de notre système

et comment traduire et afficher les résultats sur un afficheur LCD et un mini module feu tricolore et comment composter les déchets organiques.



Chapitre III

Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

III.1 Introduction :

Ce chapitre sera consacré à la présentation de notre projet la conception et la réalisation d'une poubelle intelligente avec fonction de compostage l'élément centrale de notre prototype dans ce chapitre on va poser plusieurs question et la plus importante est comment ça marche ? Pour aboutir à notre objectif et faciliter la réalisation de notre projet « commande d'une poubelle intelligent par Arduino UNO » nous allons présenter en détail les différentes étapes de réalisation.

Après avoir établi les besoins et la spécification technique dans les chapitre précédents nous allons maintenant détailler le processus de développement de notre prototype fonctionnel on va présenter la phase de réalisation en détaillant les étapes de construction de l'assemblage des éléments électronique a la programmation des fonctionnalités le cœur de notre système repose sur l'Arduino UNO

Enfin nous procéderons à une évaluation de notre poubelle intelligente en analysant ses performances dans des conditions réelles d'utilisation ce chapitre vous permettra de découvrir le fruit de notre travail et de notre engagement dans la conception d'un système innovant visant à améliorer la gestion des déchets ménagers et le compostage à domicile.

III.2 Description de notre projet et le Principe de fonctionnement :

Dans les quartiers très peuples la production rapide de déchets conduit souvent à des problèmes de débordement des poubelles et de propreté des rues actuellement la collecte des ordures ménagères se fait selon des itinéraires fixe sans tenir compte des besoins réels des habitant notre projet de poubelle intelligente avec compostage vise à révolutionner cette gestion des déchets surtout le compartiment de compostage incorpore valorise les déchets organique sur place évitant ainsi leur incinération ou leur enfouissement



Figure III.1 : Débordement de poubelle dans la wilaya de *Tizi-Ouzou*

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

Le compostage de proximité est en effet essentiel pour réduire de manière significative le volume global des déchets en transformant les restes alimentaires et les déchets verts en un engrais naturel de haute qualité cette poubelle intelligente contribue activement à la préservation de l'environnement.

Le principe de fonctionnement de notre projet est de contrôler la poubelle intelligente avec Arduino UNO, la poubelle prototype est équipée d'un capteur ultrason une fois que la Personne s'approche de la poubelle intelligente, le capteur utilise le sonore pour déterminer la distance à la personne avec une précision Il envoie une demande au servomoteur, pour ouvrir le couvercle.

Si la poubelle est vide, une LED verte s'allume et un message "Poubelle vide" s'affiche sur l'écran LCD. Une fois que des déchets sont déposés à l'intérieur, un capteur de poids détecte un poids inférieur à 0,5 kg. La LED verte s'éteint alors et une LED rouge s'allume, indiquant que la poubelle est "pleine" ensuite une LED jaune s'allume indiquant le démarrage de mode de compostage et l'écran LCD affiche "Poubelle Entraîne De Composté".

Le compostage s'effectue grâce à une plaque métallique au milieu de laquelle se trouve une lame de hachoir, actionnée par un moteur DC 12V. Cette lame broie les déchets organiques pour faciliter le compostage.

Une fois le compostage terminé, les déchets biodégradés descendent vers un compartiment inférieur, le terroir. L'accès à ce compartiment est sécurisé par un système RFID et une serrure électrique. Seuls les utilisateurs autorisés, munis d'une carte RFID, peuvent ouvrir ce compartiment.

Enfin ce prototype avec compostage automatise le tri et le compostage des déchets, tout en assurant la sécurité de l'accès au terroir. Ce système innovant permet une gestion efficace et écologique des déchets, elle va nous aider à réduire les déchets et respecter de l'environnement pour une gestion durable des déchets et aussi permet d'optimiser la collecte des déchets organiques jetés tels que les épluchures de fruits et légumes au lieu de les jeter ces matières compostées peuvent être réutilisées pour enrichir les jardins.

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

Enfin ce prototype innovant elle va nous aide à réduire les déchets et respect de l'environnement pour une gestion durable des déchets et aussi permet d'optimiser la collecte des déchets organique jetés tels que les épluchures de fruits et légumes au lieu de les jeter ces matières compostées peuvent être réutilisées pour enrichir les jardins.

III.3 Matérielle et Composantes utilisée :

Pour la réalisation de notre système nous avons opté pour les composants suivants :

A. Partie électronique :

- Une carte Arduino UNO
- Capteur ultrason HC-SR04
- Servomoteur
- Capteur de poids HX711
- Afficheur LCD 16 x 04_I2C
- Lecteur RFID RC522
- Mini module feu tricolore
- Relais de 5V DC
- Fils électriques
- Une serrure électrique
- Une alimentation externe 12V

B. Partie mécanique : (pour le compostage)

- Un moteur DC
- Un relais 5V DC
- Lame hachoir

Nous avons expliqué en détail le rôle de chaque composante et leur fonctionnement dans le chapitre précédent

III.4 Montage de chaque composante avec l'Arduino :

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

- Connexion du HC –SR04 à l'Arduino :

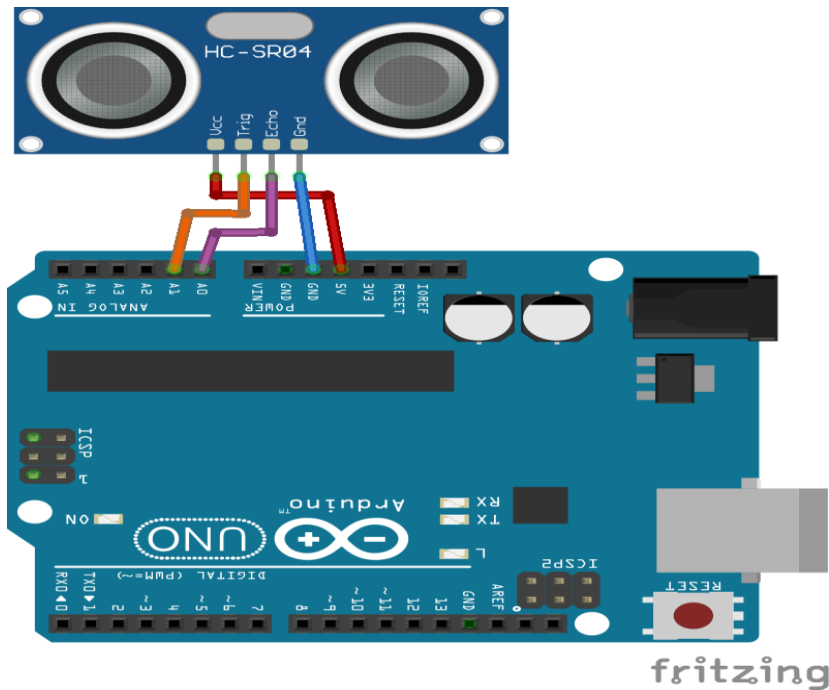


Figure III.2 : branchement de l'ultrason du HC –SR04 avec Arduino

- Connexion du servomoteur avec Arduino :

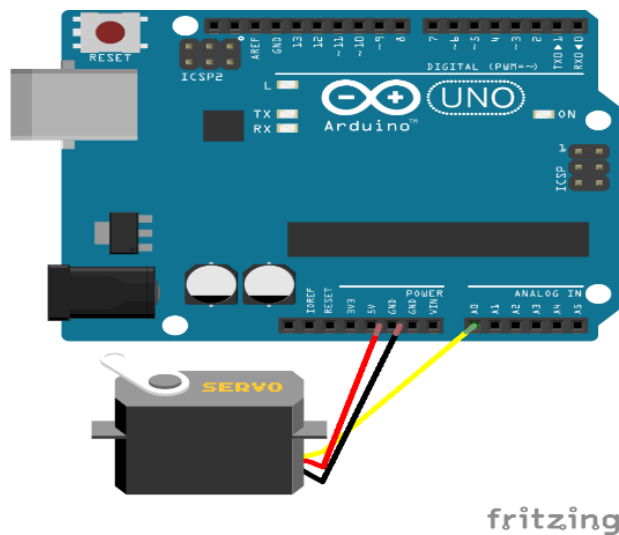


Figure III.3: Branchement de servomoteur a l'Arduino

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

- Connexion du capteur de poids avec Arduino :

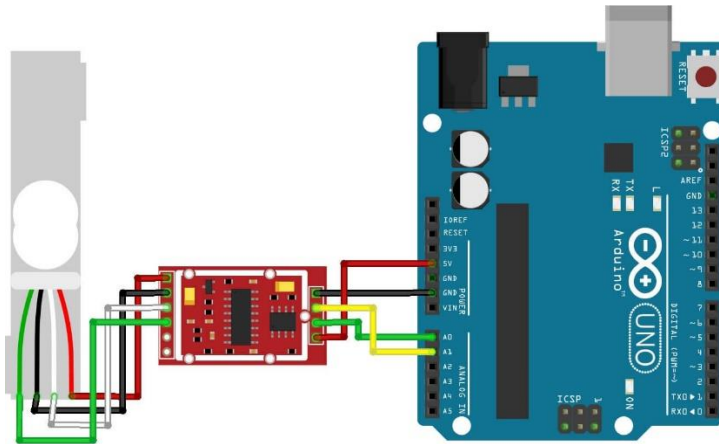


Figure III.4: Branchement du capteur de poids a l Arduino

- Connexion d'afficheur LCD 16 x 04 _I2C :

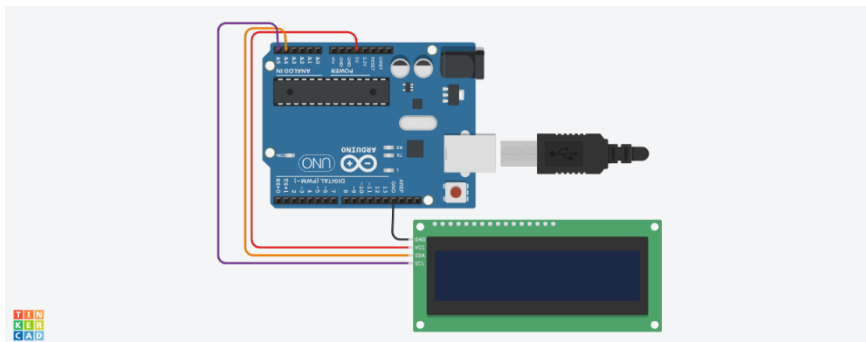


Figure III.5 : Branchement de LCD a l Arduino

- Connexion de lecteur RFID RC522 avec carte Arduino :

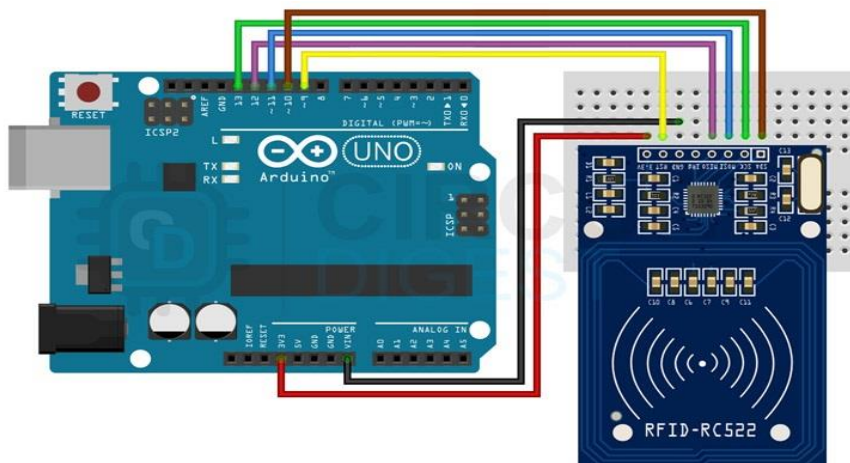


Figure III.6 : Branchement de RFID RC 522 a l Arduino

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

- Connexion du mimi module feu tricolore avec Arduino :

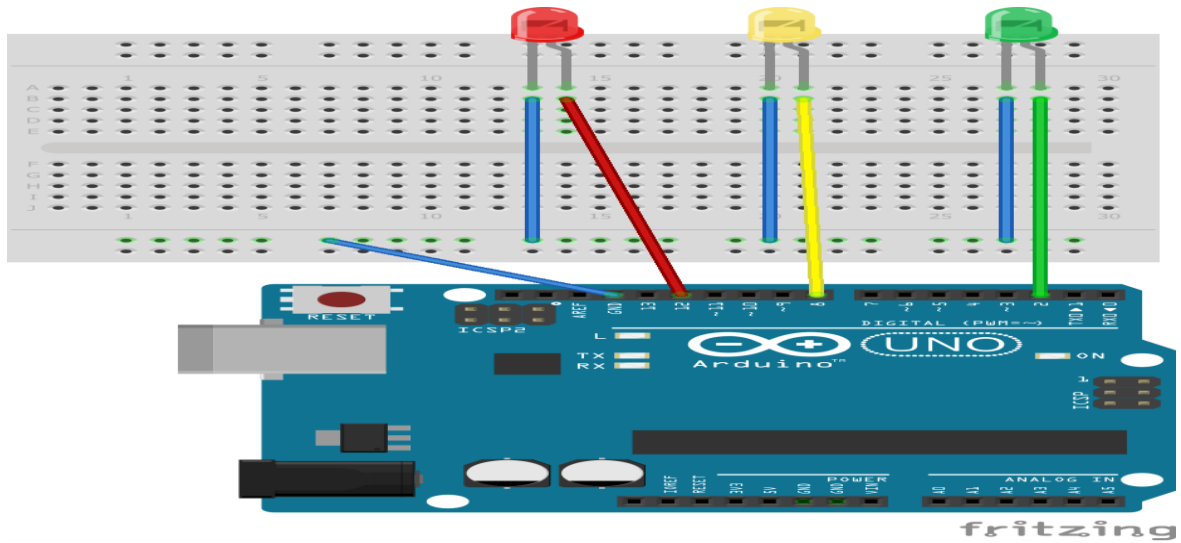


Figure III.7 : Branchement de mini module feu tricolore a l Arduino

- Connexion de relais 5V DC avec Arduino :

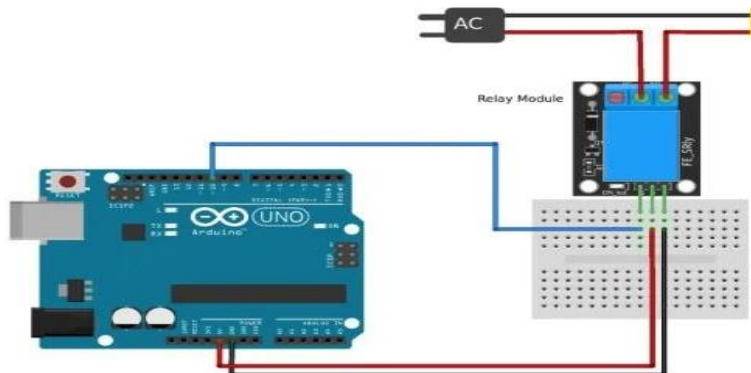


Figure III.8 : Branchement de relais 5V DC a l Arduino

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

III.5 Schéma de câblage globale du système :

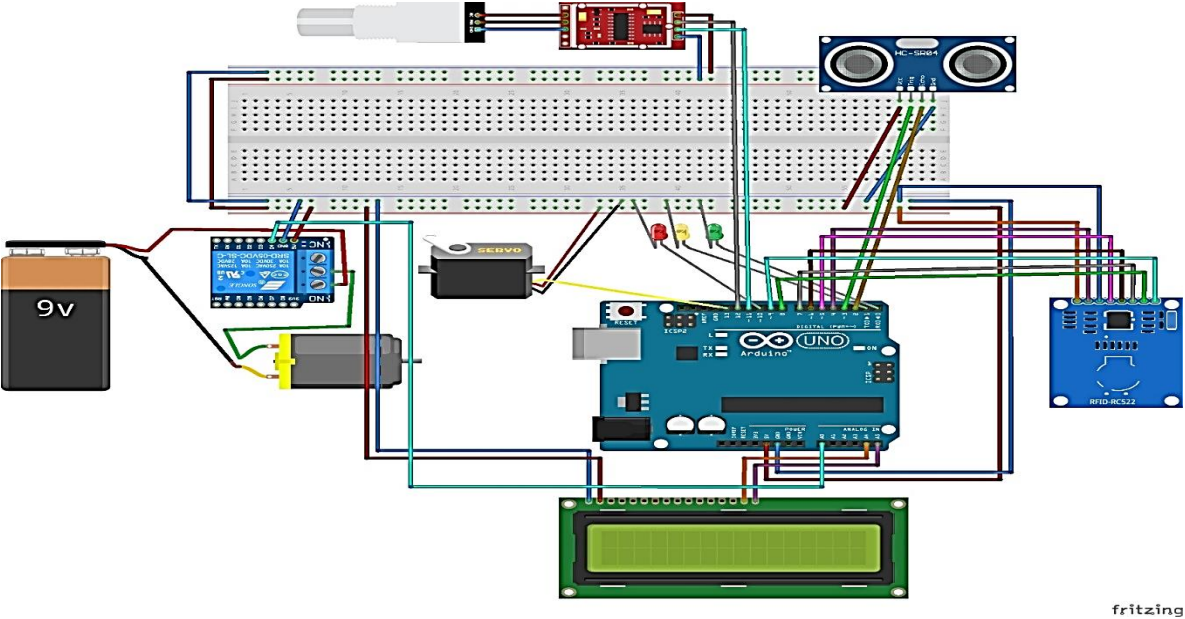


Figure III.9 : branchement complet des composants.

III.6 Organigramme de fonctionnement :

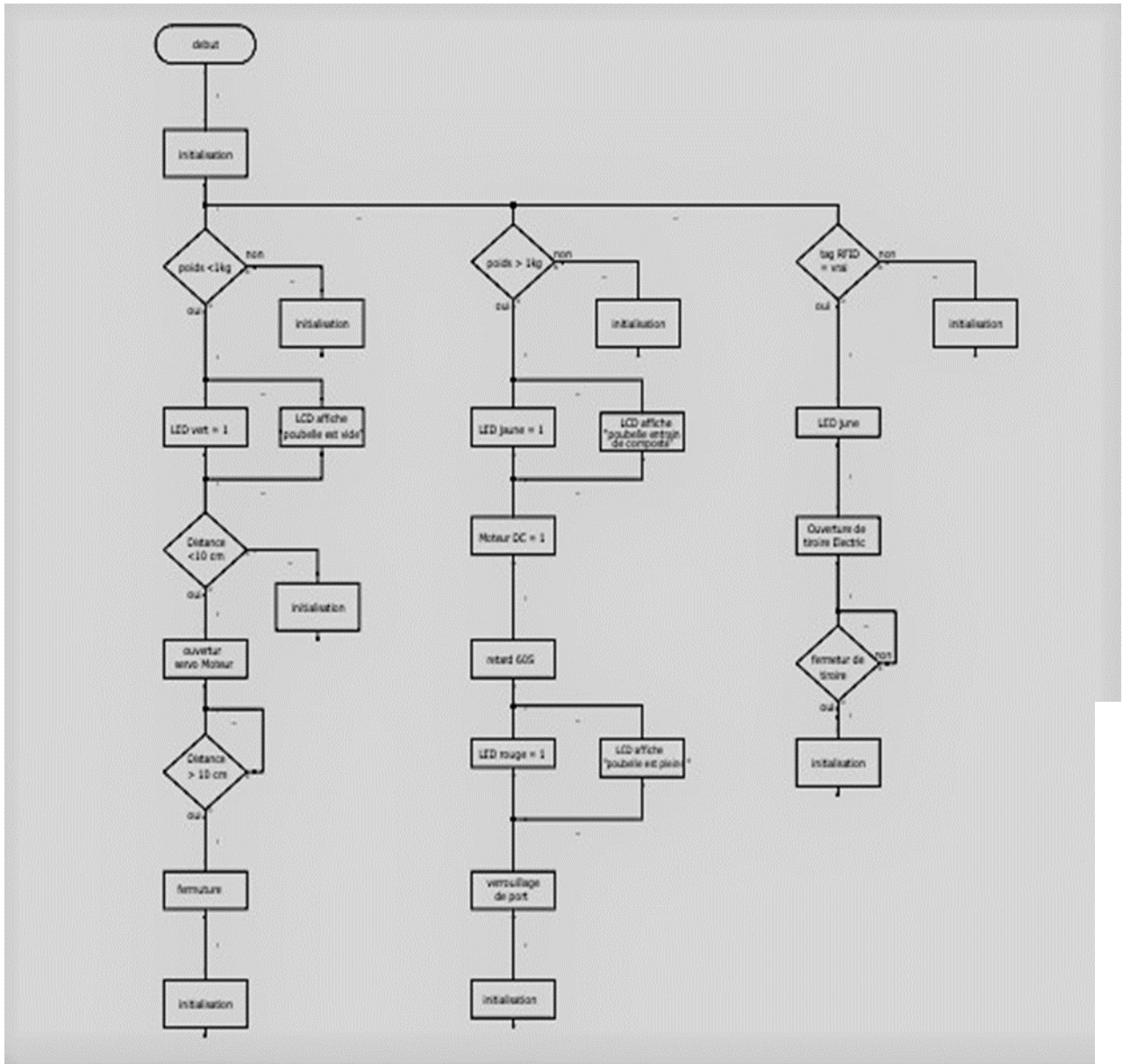


Figure III.10 : Organigramme de fonctionnement de la poubelle

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

III.7 Résultat et test :

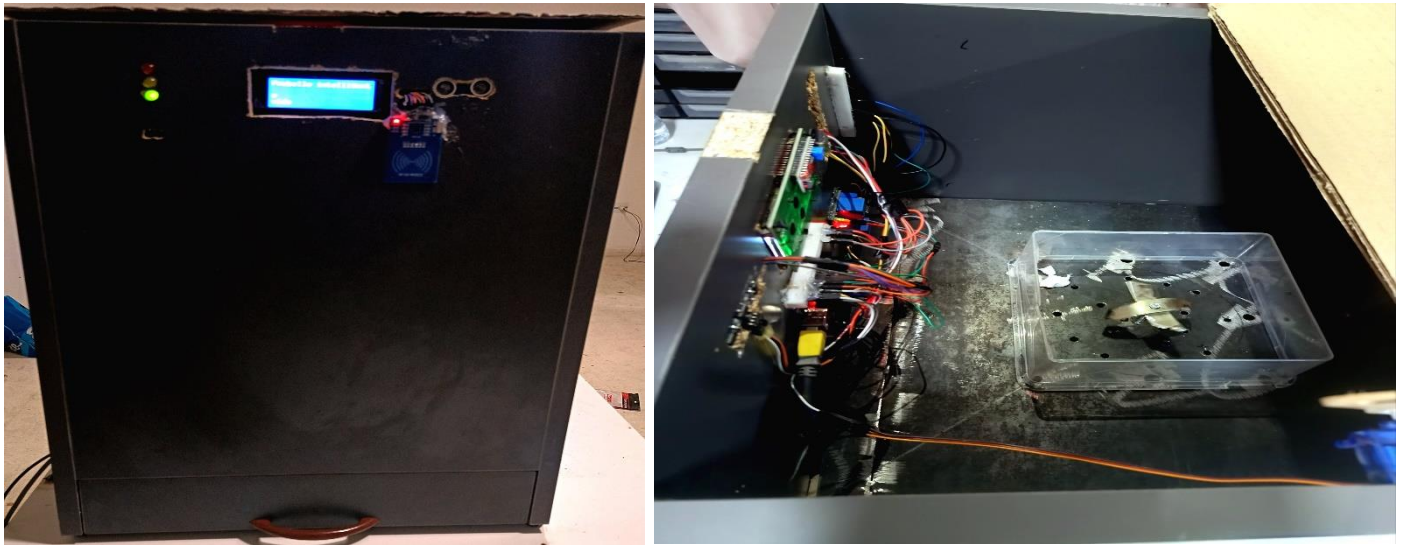


Figure III.11 : Montage final de la poubelle avec tous les composants

III.8 Coût du projet :

Le tableau suivant représente le prix des composants utilisés dans ce projet.

Composants	Prix
Carte Arduino UNO	2200DA
Capteur ultrasons HC-SR04	700DA
Servomoteur	600DA
Capteur de poids HX711	3500DA
Lap d'essai	700DA
Afficheur LCD 16 x 04_I2C	Emprunter au magasin
Lecteur RFID RC 522	760DA

Chapitre III Conception et réalisation d'un prototype de poubelle Intelligente avec compostage

Mini module feu tricolore	600DA
Deux(02) relais de 5V DC	1200DA
Une serrure électrique	2000DA
Un moteur DC	Emprunter au magasin
Une lame hachoir	1500DA
Une plaque métallique	1000DA
La poubelle	10000DA
Les fils électriques	700DA
Une alimentation externe 12V DC	500DA
TOTAL	25960DA

Tableau III.1 : Le prix de chaque composant.

III.9 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté en détail le matériel nécessaire pour la réalisation de notre poubelle intelligente avec compostage

Nous avons décrit chacun des composants utilisés tels que l'Arduino, les capteurs et les actionneurs et les différents éléments de l'interface utilisateur en veillant à leur bonne intégration et connexion avec l'unité centrale Arduino

Ensuite nous avons expliqué le montage de chaque composant individuellement ainsi que le schéma de câblage utilisé



Conclusion générale

Notre projet consiste en la conception et la réalisation d'une poubelle intelligente avec compostage représente une avancée significative dans le domaine de la gestion durable des déchets. En intégrant des technologies innovantes telles que l'internet des objets (IoT), d'abord Nous avons entamé notre projet par un aperçu sur l'internet des objets. Ensuite, on a présenté l'Arduino et sa grande variété. Puis, nous avons précédé à l'élaboration de notre prototype équipée des différents capteurs avancés et des actionneurs (servomoteur, capteur de poids, capteur à ultrasons).

Cette poubelle intelligente avec compostage que nous avons conçue offre une solution complète et intégrée pour la collecte, tri, le compostage et la gestion des déchets, tout en favorisant une approche écologique et responsable. Grâce à ses fonctionnalités avancées telles que la détection du niveau de remplissage, la mesure du poids des déchets, l'identification des utilisateurs et le contrôle du compostage, notre projet vise à améliorer la propreté, l'efficacité et la durabilité de la gestion des déchets.

Au cours de ce projet, nous avons surmonté des défis techniques, réalisé des tests approfondis et affiné notre solution pour répondre aux besoins et aux exigences du domaine de la gestion des déchets. Nous sommes convaincus que notre poubelle intelligente avec compostage peut avoir un impact positif sur l'environnement, la santé publique et la qualité de vie des individus en favorisant des pratiques durables et responsables.

Enfin, ce projet de fin d'étude nous a permis d'acquérir des compétences techniques, de renforcer notre expertise en conception électronique et en programmation, et de développer notre sens de l'innovation et de la responsabilité environnementale. Nous espérons que notre projet inspirera d'autres initiatives similaires et contribuera à sensibiliser à l'importance de la gestion des déchets dans la construction d'un avenir plus durable et plus respectueux de l'environnement.

Les résultats obtenus pourront servir de base pour le développement de systèmes de gestion des déchets plus étendus, à l'échelle municipale ou régionale. Cette approche innovante, alliant compostage et IoT, vise à contribuer à la transition écologique en offrant des outils concrets pour réduire l'impact environnemental des déchets ménagers.

Nous terminerons notre travail avec une version met d'avantage l'accent sur la conclusion du travail accompli et les perspectives d'évolution futures du projet dans un langage plus formel et professionnel.

Références bibliographiques ch1

- [1] <https://tekin.fr/la-gestion-intelligente-des-dechets-accelere-avec-iot/>
- [2] <https://www.opendatasoft.com/fr/blog/optimiser-la-gestion-des-dechets-grace-aux-donnees/>
- [3] <https://www.tomorrow.bio/fr/poste/comment-la-gestion-intelligente-des-d%C3%A9chets-change-les-villes-2023-06-4732307334-iot>
- [4] <https://www.objetconnecte.com/dossier-iot-recyclage/>
- [5] <https://tele2iot.com/fr/article/the-role-of-iot-in-smart-waste-management/>
- [6] PDF mémoire pour l'obtention du diplôme de médecine AGRICOLE présenté par le docteur TCHIDOU LUCIA octobre 2014 consulté le 13 /05/2024
- [7] <https://climate.selectra.com/fr/empreinte-carbone/recyclage/compostage#apprendre-a-bien-composter-ses-dechets>
- [8] <https://www.ecologie.gouv.fr/gestion-des-dechets-principes-generaux>
- [9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_des_d%C3%A9chets
- [10] <https://www.ecologie.gouv.fr/traitement-des-dechets>
- [11] <https://agirpourlatransition.ademe.fr/collectivites/amenager-territoire/gestion-dechets>
- [12] <https://lesjoyeuxrecycleurs.com/lexique/traitement-des-dechets/>
- [13] <https://lesjoyeuxrecycleurs.com/lexique/dechet/>
- [14] https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/gestion-dechets.php4
- [15] <https://www.synox.io/actualites-sectorielle/4-choses-a-savoir-sur-linternet-des-objets/>
- [16] <https://www.jmpcontrols.com/2019/05/16/les-elements-de-base-de-liot-2/>
- [17] <https://www.digora.com/fr/blog/quest-ce-que-liot-et-pourquoi-mener-une-strategie-diot>
- [18] <https://www.m2m.fr/iot/caracteristiques-de-liot/>
- [19] <https://www.oracle.com/fr/internet-of-things/what-is-iot/>
- [20] <https://www.orma.fr/les-objets-connectes-presentation-exemples-et-risques/>
- [21] <https://domotique.ooreka.fr/comprendre/maison-intelligente>
- [22] <https://shop.sodaq.com/blogs/sodaq-insights/can-iot-help-the-environment/>
- [23] <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/corps-humain-balance-connectee-ca-sert-11068>
- [24] <https://iotjourney.orange.com/fr-FR/explorer/les-solutions-iot/iot-dans-lindustrie>
- [25] PDF internet des objets page 38 /39/40 publiée le 02/02/2019
- [26] <https://linkedin.com/in/tommyquek>

Références bibliographiques ch2

- [1] <https://fr.scribd.com/document/606873007/TFE-Poubelle-Intelligente>

- [2] http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte_arduino.pdf
- [3] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Arduino.html>
- [4] <https://domotics.fr/index.php/2019/02/25/les-differentes-cartes-arduino/>
- [5] <https://arduino-france.site/description-arduino-uno/>
- [6] <https://binarytech-dz.com/categorie-produit/arduino-raspberry/arduino/carte-arduino/>
- [7] <https://www.technologuepro.com/microcontroleur-2/arduino/Arduino%20uno.html>
- [8] <https://idehack.com/quelle-est-la-meilleure-carte-arduino-comparatif/>
- [9] <https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/1-arduino-uno>
- [10] <https://arduino.blaisepascal.fr/les-ports-numeriques/>
- [11] <https://www.e-techno-tutos.com/2018/05/28/arduino-brochage/>
- [12] <https://www.electronicwings.com/sensors-modules/bluetooth-module-hc-05->
- [13] <https://www.gotronic.fr/pj2-hc-sr04-utilisation-avec-picaxe-1343.pdf> Le 28 novembre 2015 - Lucien Bachelard - lu.bachelard@bluewin.ch
- [14] <https://www.carnetdumaker.net/articles/mesurer-une-distance-avec-un-capteur-ultrason-hc-sr04-et-une-carte-arduino-genuino>
- [15] www.redohm.fr/2015/12/les-servomoteurs consulte le 5/5/2024
- [16] <https://www.kollmorgen.com/fr-fr/resources/technologies-expliquees/moteurs/qu-est-ce-qu-un-servomoteur>
- PDF COMMENT CONTROLER UN SERVOMOTEUR Par Kilian Sanfins consulte le 3/05/2024
- [17] <tps://www.ip-systemes.com/details-qu+est+ce+qu+un+servomoteur+et+comment+cela+fonctionne>
- [18] [PDF les servomoteurs et leur type](#) consulte le 07 /05 /2024
- [19] ▷ Relais (ou Relais) : qu'est-ce que c'est, pièces, fonctionnement, types... (physigeek.com)
- [20] <https://www.gotronic.fr/art-module-afficheur-lcd-128-x-64-34882.htm> consulte le 11/05/2024
- [21] https://www.tutoriel-arduino.com/lcd_i2c_arduino/ consulte le 11/05/2024
- [22] [Balance de pesée utilisant HX711 et Arduino pour la surveillance du poids à distance \(par Bluetooth\) \(robotique. Tech\)](#)
- [23] [\[GUIDE\] Arduino Utiliser capteur de poids HX711 + code, câblage \(arduino-france.site\)](#)
- [24] <https://arduiblog.com/2019/05/13/feu-tricolore-et-microbit/>
- [25] <https://boutique.semageek.com/fr/1521-module-feu-tricolore-de-route-a-led-5v-3006475625523.html>

Références bibliographique

- [26] from books dition/La_RFID_sans_puce ARNAUD vena Etienne perret et smail tedjini
- [27] <https://iotjourney.orange.com/fr-FR/support/faq/qu'est-ce-que-la-technologie-rfid-:-definition-et-fonctionnement>
- [28] PDF rapport DE PROJET : DUT Réseaux et Télécommunications université paris 13
consulte le 2/5/2024
- [29] <https://www.elektor.fr/products/makerfabs-rc522-rfid-reader-with-cards-kit-13-56-mhz>
- [30] Rapport RFID Télécom Sud Paris 2013 consulte le 20 mai 2024