



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

Université Larbi Tébessi - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie



كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة و الحياة
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES
ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département : Mathématiques et Informatique

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de MASTER 2

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Option : Réseaux et sécurité informatique

Thème

**Conception et Réalisation d'une poubelle
public intelligente basée tri des déchets :
enjeux et défis**

Présenté Par :

Yassine Akrouf

Devant le jury :

Mr Menassel rafik,	MCA Université Larbi Tébessi	Président
Mr Souli yassine	MAA Université Larbi Tébessi	Examineur
Mme Salima bourouga	MCB Université Larbi Tébessi	Encadreur

Date de soutenance : 14/09/2020



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

Université Larbi Tébessi - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie



كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والبيئة
FSES NV
F=MC
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES
ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département : Mathématiques et Informatique

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de MASTER 2

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Option : Réseaux et sécurité informatique

Thème

**Conception et Réalisation d'une poubelle
public intelligente basée tri des déchets :
enjeux et défis**

Présenté Par :

Yassine Akrouf

Devant le jury :

Mr Menassel rafik, MCA Université Larbi Tébessi Président

Mr Souli yassine MAA Université Larbi Tébessi Examineur

Mme Salima bourougaa MCB Université Larbi Tébessi Encadreur

Date de soutenance : 14/09/2020

Remerciements

Je tiens à la fin de ce travail à remercier Allah le tout puissant de m'avoir donné la foi et de m'avoir permis d'en arriver là.

*Mes vifs remerciements accompagnés de toute ma gratitude vont également à mon encadreur Mme **Bourougaa Salima**. Je lui suis particulièrement reconnaissante pour son soutien, sa disponibilité ses précieux conseils avisés, ses orientations et ses encouragements.*

Mes remerciements vont également à mon père, ma mère, ma femme, mes enfants (aya, ghoufrane, anfel, "abdelmoumen") de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour me permettre de suivre mes études dans les meilleures conditions possibles et n'avoir jamais cessé de m'encourager tout au long de mes années d'étude.

Je remercie les membres de jury : de m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à mon jury.

Je remercie ceux qui m'ont aidé à l'aboutissement de ce travail, mon formidable promotion 2020 du département de mathématique et d'informatique de l'université larbi tebessi tébessa.

Résumé

La poubelle intelligente représente aujourd'hui une alternative intéressante pour nous aider au quotidien. Parce que les déchets sont des objets que l'on met à la poubelle comme, par exemple, des bouteilles, des boîtes de conserve, des sacs en plastique, des papiers, des épluchures de légumes... Parfois on retrouve des sacs en plastique ou d'autres déchets dans l'eau. Ça salit l'eau et après on ne peut plus la boire. C'est la pollution.

Nous trions les déchets au niveau des poubelles en raison de ses nombreux avantages de sorte que certains déchets peuvent être utilisés pour fabriquer d'autres choses grâce au recyclage, par exemple, nous lavons les canettes puis les remplissons de nourriture.

La gestion des déchets et le recyclage sont deux éléments centraux dans la lutte contre le changement climatique. Mais, avoir plusieurs poubelles et gérer bien ses déchets peut parfois se révéler compliqué par manque de temps, d'argent ou de connaissances. Mais, ils existent plusieurs poubelles intelligentes, mais malgré leurs avantages, elles souffrent de différents inconvénients.

Pour cela nous avons choisir de profiter des techniques de l'Internet des Objets (IOT) – à cause de ses avantages - pour ce projet, qui consiste à élaborer un système de Tri des déchets en proposant une poubelle public intelligente qui utilise des poubelles domestiques intelligentes et à un matériel puissant (capteurs , carte arduino,....etc) , dont l'objectif de contribuer au confort des citoyens et rendre notre environnement Smart avec un produit local et moins couteux.

Mots clés : Internet des Objets, ville intelligente, capteur, Tri des déchets, poubelle public intelligente.

Abstract

Today, the smart trash can represents an interesting alternative to help us on a daily basis. Because waste is objects that we put in the trash such as, for example, bottles, cans, plastic bags, paper, vegetable peelings ... Sometimes we find plastic bags or other waste in the water. It makes the water dirty and then you can't drink it anymore. It's pollution.

We sort the waste at the bin level because of its many advantages so that some waste can be used to make other things through recycling, for example we wash the cans and then fill them with food.

Waste management and recycling are two central elements in the fight against climate change. However, having several bins and managing your waste well can sometimes be complicated due to lack of time, money or knowledge. But, there are several smart bins , and despite their advantages, they suffer from different drawbacks.

For this we have chosen to take advantage of the techniques of the Internet of Things (IOT) - because of its advantages - for this project, which consists of developing a waste sorting system by offering an intelligent public bin that uses domestic bins intelligent and powerful equipment (sensors, arduino card,... .etc), the objective of which is to contribute to the comfort of citizens and make our environment Smart with a local and less expensive product.

Keywords: Internet of things, smart city, sensor, waste sorting, Smart public Bins.

ملخص

اليوم، يمكن أن تمثل القمامة الذكية بديلاً مثيراً للاهتمام لمساعدتنا في حياتنا اليومية. لأن النفايات عبارة عن أشياء نضعها في سلة المهملات، على سبيل المثال، الزجاج، علب التخزين، الأكياس البلاستيكية الورق وقشور الخضروات... أحياناً نجد أكياساً بلاستيكية أو نفايات أخرى في الماء، مما يجعل الماء متسخاً ولا يمكنك شربه. إنه التلوث.

نقوم بفرز النفايات على مستوى السلة لما لها من مزايا عديدة بحيث يمكن إستخدام بعض النفايات لعمل أشياء أخرى من خلال إعادة التدوير، على سبيل المثال، نقوم بغسل العلب ثم ملئها بالطعام. تعتبر إدارة النفايات وإعادة التدوير عنصرين أساسيين في مكافحة تغير المناخ. ومع ذلك فإن إمتلاك العديد من صناديق القمامة وإدارة النفايات قد يكون أمراً معقداً في بعض الأحيان وذلك بسبب ضيق الوقت أو المال أو المعرفة. لكن هناك العديد من الصناديق الذكية لفرز النفايات، وبالرغم من مزاياها إلا أنها تعاني من عيوب مختلفة.

لهذا إعتدنا على إنترنت الأشياء ومزاياها في هذا المشروع، من أجل المزيد من الإهتمام بالحياة اليومية للمواطن. وكذا إستخدام تحديات الأجهزة والبرامج لإدارة نظام يقوم بفرز النفايات من خلال سلة مهملات عامة ذكية يمكن ربطها بمستشعر الفرز وإنتاج كائن متصل في البيئة.

الكلمات الرئيسية: إنترنت الأشياء ، المدينة الذكية ، المستشعر ، أردوينو ، إعادة التدوير ، النفايات منصة انترنت الاشياء.

Table des matières

Résumé.....	I
Abstract.....	II
ملخص.....	III
Introduction générale.....	15
1 Contexte de travail.....	16
2. Problématique	17
3. Objectifs.....	17
4. Structuration de mémoire.....	18
Partie 01 : État de L’Art.....	19
Chapitre 01 : Internet des Objets Et Smart Cities:.....	20
1. Introduction	22
2. Internet des objets (Internet Of Things)	22
2.1. Définition de l’IoT.....	22
2.2. Les Composants impliqués dans l’Internet des objets	23
2.3. Les Caractéristiques d’un système d’IoT	23
2.4. Exemples d’objets connectés	24
2.5. Etude détaillée des composants d’un objet connecté	26
2.5.1. Cartes Arduino	26
2.5.1.1. Définition	26
2.5.1.2. Microcontrôleur	26
2.5.1.2.1. Les quatre parties principale qui composé le microcontrôleur	27
2.5.1.3. Les différents modèles de la carte Arduino avec leurs caractéristiques	28
2.5.2. Module de connectivité.....	31
2.5.2.1. Connectivités sans fil	31
2.5.2.2. Connectivités filaires	31
2.5.3. Les plaquettes d’essais sans soudures (BreadBoard)	31
2.5.3.1. Définition	31
2.5.3.2. Les deux formats de BreadBoard les plus utilisés avec leurs caractéristiques	32
2.5.4. Les capteurs	33
2.5.4.1. Définition	33

2.5.4.2. Quelque types des capteurs avec leurs caractéristiques	34
A. Un type de capteur que proposé pour utilise dans ce projet avec leur définition et Principe.....	37
1. La définition de capteur qui proposé pour utilise dans ce projet.....	37
2. Le Principe générale.....	38
B. Un autre type de capteur qui détecte les matériaux.....	38
1. Définition	38
2.5.4.3. Les fonctions de quelque type des capteurs	39
1. Capteurs de gravité basée sur des capteurs pendulaire (inclinomètre)	39
2. Capteurs de gravité en fonction des contacts au mercure	40
3. Capteurs de pression, de force et le déplacement sur la base de jauges/ de contrainte	40
4. Les capteurs de force	40
5. Les Capteurs de proximité	40
6. Les détecteurs à ultrasons	41
7. Les capteurs optiques	41
8. Capteurs d'humidité.....	42
2.5.5. Les Câbles	42
2.5.6. LED'S	42
2.5.7. Les résistances	43
2.5.8. Les Poubelles.....	44
2.5.8.1. Définition	44
2.5.8.2. Types des poubelles	44
2.5.8.2.1. Poubelle en plastique	45
2.5.8.2.2. Poubelle en métal	45
2.5.8.2.3. Poubelle en céramique	46
3. Les Villes intelligentes (Smart Cities).....	47
3.1. Introduction	48
3.2. Les villes intelligentes.....	48
3.2.1. Définition de la ville intelligente	48
3.2.2. Objectifs des villes intelligentes.....	50

3.2.3. Exemples de villes intelligentes	50
4. Conclusion.....	52
Chapitre 02 : Les Travaux Connexes sur les Poubelles intelligentes.....	53
1. Introduction	54
2. Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes.....	55
2.1. Les poubelle les plus demandées sur le marché.....	55
2.2. Les travaux de gestion des déchets : collecte, tri et recyclage. Avec ses fonctions et Outils.....	59
3. Discussion et étude comparatif sur les travaux connexes	67
4. Conclusion	71
Partie 02 : Contributions.....	72
Chapitre 01 : Conception d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets.....	73
I- Analyse des besoins d'un système de poubelle public intelligente Basée Tri des déchets.....	74
1. Introduction	74
2. Problématique.....	74
3. Objectifs	75
4. Analyse des besoins du système.....	75
4.1. Besoin Matériels	75
4.2. Besoin Software	75
5. Identification des acteurs / cas d'utilisations.....	76
5.1. Identification des acteurs	76
5.2. Identification des cas d'utilisation	77
5.2.1. Cas d'utilisation générale du système	78
5.2.2. Cas d'utilisation de chaque cas	79
5.2.2.1. Diagramme de cas d'utilisation d'Acquisition des données	79
5.2.2.2. Diagramme de cas d'utilisation de Consultation des données	80
5.2.2.3. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le profile	82
5.2.2.4. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs.....	83
5.2.2.5. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets	85
5.2.2.6. Diagramme de cas d'utilisation d'Administration le système	87
5.2.2.7. Diagramme de cas d'utilisation de Stockage des données	88
5.2.2.8. Diagramme de cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté	90

II- Conception d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets	91
1. Introduction	91
2. Architecture matérielle	91
3. Architecture logicielle	92
4. Diagramme de classe	92
5. Fonctionnalités du système	93
6. Motivation des choix	94
6.1. La carte Arduino.....	94
6.2. La Poubelle	95
6.3. Les capteurs	96
Chapitre 02 : Réalisation d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets.....	99
1. Introduction	100
2. Les langages de programmation, plateformes	100
2.1. Java.....	100
2.2. Arduino IDE.....	101
2.3. C++	101
2.4. NetBeans.....	101
2.5. MySQL.....	102
3. Réalisation de l'objet connecté	102
3.1. L'installation de la carte Arduino à l'ordinateur (Serveur)	102
3.2. L'installation de la batterie, LED, sur la carte Arduino.....	103
3.3. L'installation de différents capteurs sur la carte Arduino au niveau de la Carte d'essai	104
3.4. L'installation des différents dispositifs au niveau de la poubelle public.....	107
3.5. Images réelle d'une poubelle public intelligente basée Tri des déchets.....	108
3.6. L'emplacement des dispositifs à la poubelle publique intelligente basée tri des déchets.....	109
Conclusion générale.....	110
Bibliographie.....	112

Liste des figures

Figure 1 : Smart power strip de heyvalue.....	24
Figure 2 : Capteur de blanchisserie sans fil smartDry.....	25
Figure 3 : Soliom S90 pro security camera.....	25
Figure 4 : Health patch health monitor.....	25
Figure 5 : Smart lock.....	26
Figure 6 : Microcontrôleur.....	27
Figure 7 : Carte arduino UNO.....	28
Figure 8 : Carte arduino YUN.....	28
Figure 9 : Carte Seeeduino.....	29
Figure 10 : Arduino NANO.....	29
Figure 11 : Arduino LEONARDO.....	30
Figure 12 : Carte arduino MEGA.....	30
Figure 13 : Le Raspberry Pi 4.....	31
Figure 14 : Une plaquette d'essai sans soudure.....	32
Figure 15 : Breadboard SD24N.....	32
Figure 16 : Breadboard SD35N.....	33
Figure 17 : Principe de fonctionnement d'un capteur.....	33
Figure 18 : Capteur de mouvements PIR.....	34
Figure 19 : Capteur de mouvement PIR GROVE.....	34
Figure 20 : Capteur de distance ultrason HC-SR04.....	34
Figure 21 : Capteur ultrason adafruit VL53L0X	35
Figure 22 : Capteur TMP36.....	35
Figure 23 : Capteur CTN 10K.....	35
Figure 24 : Capteur DHT 11	36
Figure 25 : Capteur pro-grove	36
Figure 26 : Capteur GPS Shield	36
Figure 27 : Le capteur à ultrasons CleanFLEX.....	37
Figure 28 : Gamme des capteurs à ultrasons	37
Figure 29 : Le principe des capteurs ultrasons	38
Figure 30 : Le Capteur Clean CAP	39
Figure 31 : Le Capteur Clean CAP.....	39
Figure 32 : Câble USB	42
Figure 33 : Les LED.....	43
Figure 34 : Les résistances	43
Figure 35 : différentes poubelles	44
Figure 36 : Poubelle en plastique	45
Figure 37 : Poubelle en métal.....	45
Figure 38 : Poubelle en céramique.....	46
Figure 39 : Ville intelligente	49
Figure 40 : La ville intelligente Guangzhou (Chine).....	50
Figure 41 : La ville intelligente Barcelone (Espagne)	51

Figure 42 : La ville intelligente Montréal (Canada).....	51
Figure 43 : La ville intelligente montpellier (France).....	51
Figure 44: Diagramme de cas d'utilisation général.....	78
Figure 45 : Diagramme de cas d'utilisation d'Acquisition des données.....	79
Figure 46 : Diagramme de cas d'utilisation de Consultation des données.....	80
Figure 47: Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le profile.....	82
Figure 48 : Diagramme de cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs.....	83
Figure 49: Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets.....	85
Figure 50 : Diagramme de cas d'utilisation d'Administration le système.....	87
Figure 51 : Diagramme de cas d'utilisation de Stockage des données.....	88
Figure 52: Diagramme de cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté.....	90
Figure 53 : L'architecture matérielle du système.....	91
Figure 54 : L'architecture logicielle du système.....	92
Figure 55 : Diagramme de classe du système.....	92
Figure 56 : kit Arduino UNO R3	95
Figure 57 : Poubelle à 3 compartiments.....	95
Figure 58 : WMS Capteur à ultrasons (WMS-35/RT).....	96
Figure 59 : Zone de détection de cet capteur.....	96
Figure 60 : Capteur d'humidité DHT 11.....	97
Figure 61 : Capteur distance DHT 11.....	97
Figure 62 : Capteur Luminosité.....	98
Figure 63 : logo java.....	100
Figure 64 : logo Arduino IDE	101
Figure 65 : logo C++.....	101
Figure 66 : logo NetBeans.....	101
Figure 67 : logo MySQL.....	102
Figure 68 : L'installation de la carte Arduino à l'ordinateur (Serveur).....	102
Figure 69 : Le port USB installé	103
Figure 70 : La batterie, LED, installez sur la carte Arduino	103
Figure 71 : L'installation des différents dispositifs avec les capteurs sur la carte Arduino au niveau de la Carte.....	104
Figure 72 : L'installation des différents dispositifs au niveau de la poubelle public.....	107
Figure 73 : Images réelle d'une poubelle public intelligente basée Tri des déchets.....	108
Figure 74 : L'emplacement des dispositifs à la poubelle publique intelligente basée tri des déchets.....	109

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Poubelles (R3D3 - Eugène).....	56
Tableau 2 : Poubelles (Insignia innovation - Klarstein Trash Gordon).....	57
Tableau 3 : Poubelles (Townes T1- Majestic cuisine).....	58
Tableau 4 : Poubelles (AINIYF - Lemon tri).....	59
Tableau 5 : Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Acquisition des données.....	79
Tableau 6 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Consultation des données.....	81
Tableau 7 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le profile.....	82
Tableau 8 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs.....	84
Tableau 9 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets.....	86
Tableau 10 : Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Administration le système.....	87
Tableau 11 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Stockage des données.....	89
Tableau 12 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté.....	90
Tableau 13 : Description et caractéristiques de capteur à ultrasons (WMS-35/RT).....	96
Tableau 14 : Description et caractéristiques de capteur humidité DHT11.....	97
Tableau 15 : Description et caractéristiques de capteur distance ultrason HC-SR04.....	97
Tableau 16 : Description et caractéristiques de capteur Luminosité 10A 220V.....	98

Introduction générale

Introduction générale

1. Contexte de travail

Le développement technologique rapide a facilité les moyens et méthodes de communication entre les personnes, l'accès à l'information, l'acquisition et le développement, et a fait du monde un petit village, ces moyens et méthodes se sont diversifiées à travers la grande révolution scientifique et de la connaissance qui a facilité la vie humaine à travers diverses inventions scientifiques et dans tous les domaines. Tels que les équipements et matériels développés dans des usines qui ont contribué à fournir des biens et services de bonne qualité en tenant compte du facteur temps et main d'œuvre, en plus du secteur agricole, dont la technologie a contribué à augmenter la production alimentaire, ainsi que les différentes applications développées au niveau du secteur de la santé qui fournissent divers services dans le domaine des soins de santé etc..

L'une des différentes technologies qui facilitent la vie d'une personne et répond à la plupart de ses besoins est la technologie de l'Internet des Objets (IOT), un terme qui a récemment émergé et désigne la nouvelle génération d'Internet, qui permet de connecter entre les appareils qui sont interconnectés les uns aux autres, et se compose de nombreux outils, appareils et capteurs ainsi que de divers outils d'intelligence artificielle, comme cette technologie permet à la personne de contrôler et de gérer divers outils et appareils à différents endroits.

Le développement des technologies de l'Internet des objets a permis une expansion majeure de l'utilisation des technologies d'équipements intelligents équipés de divers capteurs (filaire et sans fil, à distance et de près) et d'algorithmes logiciels simples ainsi que des appareils basés sur GPS, en plus de développer diverses applications et de les connecter au réseau pour le contrôle dans ces organismes et leur gestion, la chose qui a intéressé divers individus et institutions intéressés par les services de ces technologies qui améliorent les services pour l'élément humain.

Pour cela, nous pouvons dire que l'Internet des Objets a fait des récits fictifs échangés pour une période de temps la possibilité de leur réalisation ou est sur le point d'être réalisé, par la communication d'objets entre eux via l'ordinateur, ainsi que par la gestion et l'analyse des données et leur connexion à divers services Web et la mise en œuvre automatique des commandes.

Le plus grand défi de notre époque est la gestion efficace des déchets. Où l'opportunité offerte par les technologies numériques est utilisée pour faciliter l'innovation, l'invention et l'intégration

Introduction générale

technologique dans tous les domaines, tels que les poubelles de déchets intelligents. Qui utilisent des capteurs, des technologies de traitement de données et de communication, en fonction de l'intelligence artificielle pour séparer automatiquement les déchets en différents groupes et les compresser, et envoyer des messages à l'utilisateur liés à l'état du conteneur (rempli, ouvert, l'eau à l'intérieur ...), qui s'inscrit dans le cadre de l'amélioration du tri et de la réduction des coûts Préserver l'environnement. Ainsi, l'intelligence artificielle atteindra un niveau sans précédent dans le monde du tri et du recyclage des déchets.

2. Problématique :

Parmi les problèmes que nous mentionnons dans le domaine du tri et du recyclage des déchets, le mélange des déchets dans les poubelles public, par conséquent nous citons:

- travail aléatoire et désorganisée.
- L'Élévateur à déchets traditionnel nécessite de grands efforts au quotidien.
- Manque de temps (Trop de déchets et de contraintes de temps, et les méthodes actuelles ne permettant pas de nettoyage tout les poubelles public au niveau de la commune).
- Manque d'argent (côté budget de la commune).
- Le mélange des déchets au niveau des poubelles public augmentez les coûts.
- Coûts élevés dans le tri des déchets dans les usines de tri et de recyclage.

3. Objectifs :

- Élimine les odeurs désagréables, les insectes et les germes pathogènes au niveau de la poubelle.
- Traitement et développement d'un système de gestion et de tri des déchets.
- Développer une poubelle public intelligente basée sur le tri des déchets.
- Économisez des efforts et du temps en triant au niveau des poubelles et en transférant les déchets directement vers le recyclage.
- Adopter la technologie de l'Internet des objets pour créer et intégrer les différents programmes, appareils connectés, et utiliser des plateformes pour stocker et connecter les données entre les différents dispositifs, afin de développer une poubelle public intelligente.

4. Structuration de mémoire : Notre mémoire est organisé comme suit :

- **Partie 01 :** État de l'art.

- **Chapitre 01 :** Internet des Objets Et Smart Cities.

- **Chapitre 02 :** Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes.

- **Partie 02 :** Contribution.

- **Chapitre 01 :** Conception d'une poubelle public intelligente basée Tri des déchets.

- **Chapitre 02 :** Réalisation d'une poubelle public intelligente basée Tri des déchets.

Partie 01 : État de L'Art

Chapitre 01 :

Internet des Objets

Et

Smart Cities

Internet des Objets

1. Introduction :

Internet est l'une des technologies les plus utilisées actuellement, et c'est un système de communication et un réseau mondial pour transférer diverses données via plusieurs supports et différents domaines, via des technologies filaires ou sans fil, en plus de fournir divers services tels que les services visuels, audio, shopping en ligne, le chat, réseaux sociaux, services financiers...ect.

Alors que le développement important et accéléré dans ce technologie (Internet) a entraîné l'émergence de l'Internet des objets, ces technologies ont été considérablement élargi grâce à des équipements et des appareils intelligents avec divers capteurs et algorithmes de modèle interconnectés les uns avec les autres, ce qui offrait divers services aux institutions et à la vie quotidien du citoyen.

Nous discuterons dans ce chapitre, une vue générale et étudierons les systèmes de l'Internet des objets, en sachant quelles sont ces techniques et leur caractéristiques?, Et comment les objets communiquent entre eux?.

2. Internet des objets (Internet Of Things) :

Selon de nombreuses sources, le terme d'Internet des Objets ne possède pas encore une définition officielle et unifiée qui s'explique par le fait que l'expression est encore jeune et que le concept est encore en train de se construire. Mais il existe plusieurs définitions du concept d'Internet des objets. Comme suit :

2.1. Définition de l'IoT¹:

L'Internet des objets se connecte les objets et les connecte automatiquement à Internet sans intervention humaine, via un protocole qui assure l'échange d'informations et la communication des appareils entre eux.

L'Internet des objets est une technologie moderne qui connecte divers périphériques (filaires et sans fil), capteurs et les connecte à Internet, à travers des systèmes, des applications et des algorithmes simples qui ont la capacité de récupérer, transférer, stocker et de traiter des données et de connecter les mondes physique et virtuel.

La plupart des individus et des institutions travaillent confortablement et raccourcir le temps et les efforts, et cela est dû au déploiement généralisé d'Internet, puis à la diffusion de la technologie Internet des objets, ce qui a fait des objets intelligentes de toutes sortes et la qualité de leurs services visant à soutenir l'élément humain avec les exigences de vie des individus et des institutions.

2.2. Les Composants impliqués dans l'Internet des objets² :

Pour transférer des informations, un appareil de l'Internet des objets doit être lié à un autre, en utilisant le protocole de transport Internet, les plates-formes Internet des objets comme un pont entre les réseaux de données et les capteurs. Bien que la technologie de l'Internet des objets comprend trois éléments principaux :

- **Les objets elle mêmes** : est connectées à Internet via une puce de données à l'intérieur.
- **Un réseau** : est un réseau qui connecte à l'Internet des objets et les mêmes objets.
- **Le système informatique** : qui gère les données transmises entre les deux parties.

2.3. Les Caractéristiques d'un système d'IoT :

Les caractéristiques de base de l'Internet des objets sont les suivantes³:

- **Connectivité** : La connectivité aide les objets à communiquer entre elles avec connexion fiable, et échanger des données via la plate-forme Internet des objets (serveur, Cloud), et la protection, la sécurité des données.
- **Services liés aux objets connectés** : Les services fournis par l'Internet des objets sont liés aux objets qui incluent les appareils, outils, capteurs et divers outils d'intelligence artificielle connectés les uns aux autres, afin de fournir des services liés aux choses.
- **Hétérogénéité** : Les Dispositifs de l'Internet des objets sont hétérogènes car l'Internet des objets a la capacité de connecter intelligemment divers objets et de communiquer entre eux ou avec le Cloud, et les différentes plates-formes, des réseaux et des applications (simples, très complexes). En plus (statique ou mobile, alimenté en continu ou par une batterie, durée de vie, tâches réalisables, etc.).

- **Changements dynamiques** : Le changement de nombre, contexte et l'état des diapositives et de manière dynamique (connectés/ déconnectés).
- **Énorme échelle** : Le nombre d'appareils qui doivent être gérés et qui communiquent entre eux seront au moins un ordre de grandeur plus grand que les appareils connectés au Internet actuel. La gestion des données sera encore plus critique générés et leur interprétation à des fins d'application. Cela concerne la sémantique des données, ainsi que des données efficaces manipulation.
- **Sécurité** : pour profité des avantages de l'IoT, sans oublier la sécurité, il faut que la conception sécurise les données personnelles, les réseaux, et la circulation de données.
- **Inter-connectivité** : peut interconnecté tout les dispositifs avec l'infrastructure globale d'information et de communication.

2.4. Exemples d'objets connectés :

Il existe de nombreuses applications dans le domaine de l'internet des objets. En voici quelques-unes:

- **Smart power strip de heyvalue :**

Multiprise: Doté de 4 prises secteur et de 4 ports USB, il vous offre la flexibilité pour prendre le contrôle de vos périphériques électroménagers Selon vos besoins, efficacité, programmer la mise hors/sous tension des périphériques électroménagers à une heure précise. Mieux encore la barrette d'alimentation de Heyvalue, offre aussi une protection fiable contre de multiples menaces telles que les surtensions et les surcharges⁴.



Figure 1 : Smart power strip de heyvalue

- **Capteur de blanchisserie sans fil SmartDry :**

Linge sans fil : (SmartDry) capteur super pratique et très utile, en plus suivre l'état du sèche-linge du bout des doigts, et vous tenir au courant si vos vêtements sont secs ou non économies d'énergie au cas où vous oublieriez souvent d'éteindre le sèche-linge, fonctionne avec n'importe quel sèche-linge à gaz ou électrique, Et avec les alertes sur votre smartphone, et assure de rester à jour et de savoir quel est le bon moment pour retirer les vêtements⁵.



Figure 2 : Capteur de blanchisserie sans fil smartDry

- **Soliom S90 Pro Security Camera :**

Soliom: (caméra de sécurité S90 Pro) garder une trace et suivez la maison ou entreprise si vous soyez dans le monde, Parmi les caractéristiques les plus importantes, la batterie 10000 mAh intégrée avec 3 panneaux solaires, est la qualité vidéo Full HD 1080 p de jour, Doté de 5 couches de verres et de lumières LED pratiques, fonctionne sous la pluie⁶.



Figure 3 : Soliom S90 pro security camera

- **Health patch health monitor :**

Il peut être utilisé par les médecins, leur permettant d'obtenir à distance la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, la température de la peau, la position du corps, la détection des chutes et les lectures d'activité. Cela peut alerter les médecins sur les problèmes de santé potentiels avant qu'ils ne surviennent même lorsque leurs patients sont absents du bureau⁷.



Figure 4 : Health patch health monitor

- **Smart lock :**

Serrure intelligente: vous n'aurez jamais besoin de clés avec cette serrure, il se déverrouille automatiquement lorsque vous arrivez à la maison et se verrouille derrière vous lorsque vous fermez la porte. Un clavier optionnel signifie que vous pouvez définir un code pour ouvrir votre porte au cas où vous ne possédez pas de votre téléphone avec vous⁸.



Figure 5 : Smart lock

2.5. Etude détaillée des composants d'un objet connecté :

2.5.1. Cartes Arduino :

2.5.1.1. Définition :

La conception de la carte Arduino été en 2004 par des professeurs et étudiants italiens, C'est une plateforme open source. La carte Arduino a été développée pour les prototypes qui basée sur logiciel, et une simple carte microcontrôleur (élément important de cette carte) qui communique entre eux⁹.

2.5.1.2. Microcontrôleur :

Un microcontrôleur est un ordinateur sur puce ou il peut être considéré comme un ordinateur mono puce. Micro signifie un petit appareil et le contrôleur l'identifie comme un appareil pour contrôler des objets, des processus ou des événements. Un autre terme utilisé pour cela est contrôleur intégré, car le microcontrôleur et ses circuits de support sont souvent intégrés ou intégrés dans les appareils qu'ils contrôlent. Les microcontrôleurs sont généralement utilisés dans des appareils de tous les aspects de la vie. Tout appareil qui mesure, stocke, contrôle, calcule ou affiche des informations est un candidat pour mettre un microcontrôleur à l'intérieur. Les microcontrôleurs sont les plus utilisés dans les automobiles, à peu près toutes les voitures fabriquées aujourd'hui comprennent au moins un microcontrôleur pour le contrôle du moteur, et souvent plus pour contrôler des systèmes supplémentaires dans la voiture. Dans les ordinateurs de bureau, vous pouvez trouver des microcontrôleurs à l'intérieur des claviers, modems, imprimantes et autres périphériques. De même, les produits grand public qui utilisent des

microcontrôleurs comprennent des caméras, des enregistreurs vidéo, des lecteurs de disques compacts, des fours, etc...¹⁰.

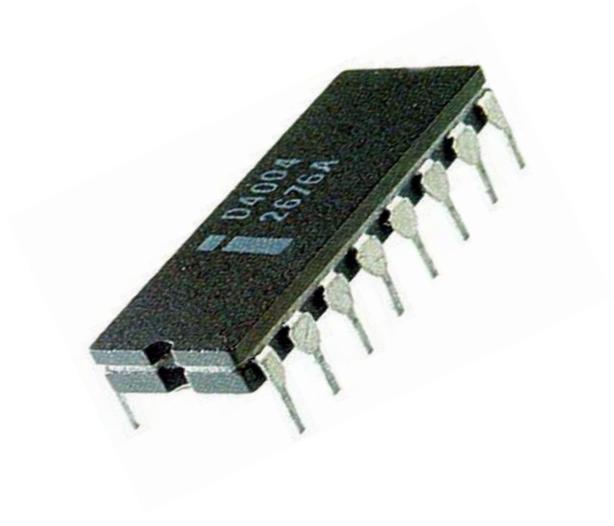
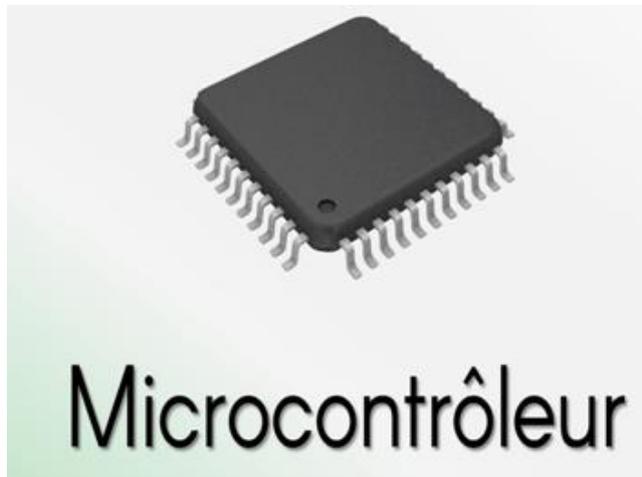


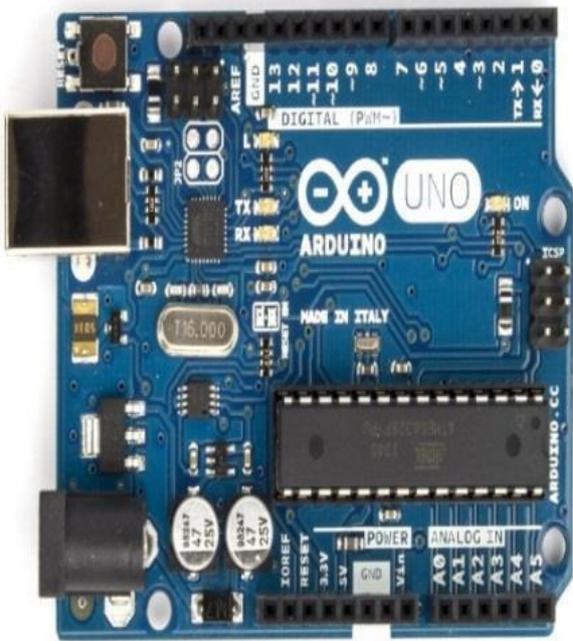
Figure 6 : Microcontrôleur

2.5.1.2.1. Les quatre parties principale qui composé le microcontrôleur¹¹ :

- **Un microprocesseur** : Cette partie responsable de l'exécution des programmes reçus par le microcontrôleur, à travers une unité logique et arithmétique (UAL), Alors que traiter les informations et transmis les données à travers un bus des données.
- **Une mémoire de données** : (RAM) Pendant la réception de la mémoire des données, ces données sont stockées temporairement afin d'effectuer les calculs.
- **Une mémoire programmable** : (ROM) Il existe plusieurs types de mémoires programmables, C'est une mémoire qui contiens des programmes qui gèrent une application, et pour exécuter les instructions du microcontrôleur.
- **"La dernière partie** : généralement correspond aux ressources suivantes :
 - Ports d'entrées / sorties parallèle et série.
 - Des Timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande précision temporelle.
 - Des convertisseurs A/N pour traiter les signaux analogiques".

2.5.1.3. Les différents modèles de la carte Arduino avec leurs caractéristiques :

➤ Carte Arduino UNO :



- Alimentation : via port USB ou 7 à 12 V sur Connecteur
- Microprocesseur : ATmega328
- Mémoire flash : 32 kB
- 14 broches d'E/S dont 6 PWM
- 6 entrées analogiques 10 bits
- Intensité par E/S : 40 mA
- Cadencement : 16 MHz
- Bus série, I2C et SPI gestion des interruptions
- fiche USB B
- dimensions : 74 x 53 x 15 mm¹².

Figure 7 : Carte arduino UNO

➤ Arduino YUN :

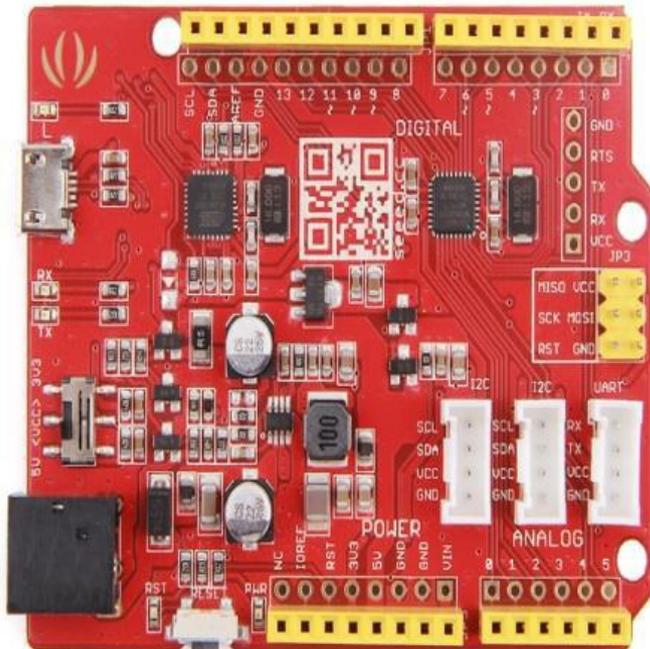


- mémoire RAM : 64 Mb DDR2
- mémoire flash : 32 kB
- 20 broches d'E/S dont 6 PWM
- 6 entrées analogiques 10 bits
- intensité par E/S : 40 mA
- cadencement : 16 MHz
- bus série, I2C et SPI
- gestion des interruptions
- fiche micro USB
- 1 port Ethernet, 1 port USB et 1 port micro
- Dimensions : 72 x 53 x 17 mm¹³.

Figure 8 : Carte arduino YUN

➤ Arduino Seeeduino :

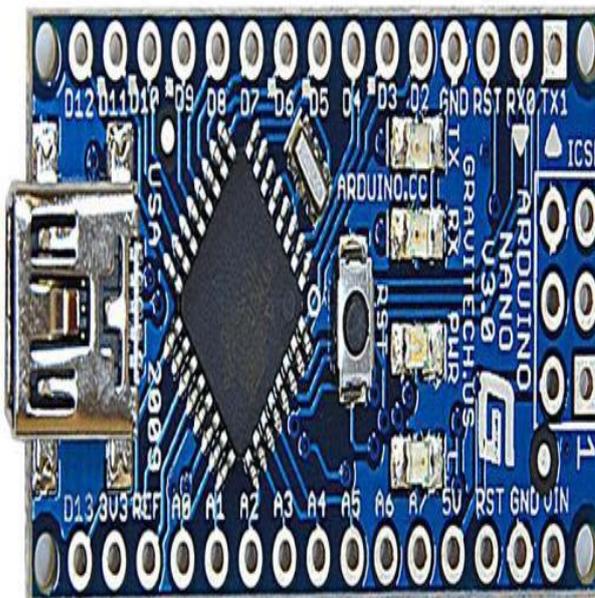
Cette carte présente l'avantage de s'utiliser directement avec les capteurs, ce qui permet de réaliser vos prototypes sans soudure.



- alimentation : port USB
- microprocesseur : ATmega328P
- mémoire flash : 32 kB
- 14 broches d'E/S dont 6 PWM
- 6 entrées analogiques 10 bits
- cadencement : 16 MHz
- bus série, I2C et SPI
- fiche micro-USB
- dimensions : 70 x 54 x 13 mm¹⁴.

Figure 9 : Carte Seeeduino

➤ Arduino NANO :



- alimentation : via port USB 6 à 20 V non régulée sur broche 30
- microprocesseur : ATmega328
- mémoire flash : 32 kB
- 14 broches d'E/S dont 6 PWM
- 8 entrées analogiques 10 bits
- intensité par E/S : 40 mA
- cadencement : 16 MHz
- gestion des interruptions
- fiche USB : mini-USB B
- dimensions : 45 x 18 x 18 mm¹⁵.

Figure 10 : Arduino NANO

➤ Arduino LEONARDO:



Figure 11 : Arduino LEONARDO

- Microcontrôleur : ATmega32u4.
- Operating Voltage : 5V.
- Input Voltage (Recommended) : 7-12V.
- Input Voltage (limites) : 6-20V.
- Digital I/O Pins : 20.
- Canal PWM : 7.
- Canaux d'entrée analogiques: 12.
- Courant CC par broche d'E/S: 40 mA.
- Courant CC pour broche 3.3 V: 50 mA.
- Flash Memory: 32 KB (ATmega32u4) of which 4 KB used by boot loader.
- SRAM : 2.5 KB (ATmega32u4).
- EEPROM : 1 KB (ATmega32u4).
- Cadencement : 16 MHz.
- Length : 68.6 mm.
- Width : 53.3 mm.
- Weight : 20 g¹⁶.

➤ Carte arduino MEGA :



Figure 12 : Carte arduino MEGA

- alimentation : via port USB ou 7 à 12 V
- connecteur alim
- microprocesseur : ATMega2560
- mémoire flash : 256 kB
- 54 broches d'E/S dont 14 PWM
- 16 entrées analogiques 10 bits
- intensité par E/S : 40 mA
- cadencement : 16 MHz
- gestion des interruptions
- fiche USB B
- dimensions : 107 x 53 x 15 mm¹⁷.

➤ Le Raspberry Pi 4 :



- Processeur 1.5GHz quad-core 64-bit ARM Cortex-A72
- 1GB, 2GB, ou 4GB de mémoire SDRAM LPDDR4.
- Ethernet Gigabit.
- Wifi Dual-band 802.11ac.
- Bluetooth 5.0.
- Deux ports USB 3.0 et deux ports USB 2.0.
- Support double écran
- GPU VideoCore VI¹⁸.

Figure 13 : Le Raspberry Pi 4

2.5.2. Module de connectivité:

Il existe deux modes de connectivité¹⁹ :

2.5.2.1. Connectivités sans fil :

Un réseau sans fil permet à moins deux terminaux de communiquer entre eux sans aucune liaison filaire, mais uniquement grâce aux signaux radioélectriques. Par exemple: GSM, Bluetooth, Wifi, et généralement moins de sécurité.

2.5.2.2. Connectivités filaires :

Le réseau filaire réseau que l'on utilise grâce à une connexion avec fil. Ce réseau utilise des câbles Ethernet pour relier des ordinateurs et des différents périphériques grâce à un routeur ou à un commutateur. Par exemples: L'Ethernet.

2.5.3. Les plaquettes d'essais sans soudures (BreadBoard) :

2.5.3.1. Définition :

Une "Plaque à essai" ou "Breadboard" ou "plaquette de prototypage rapide pour l'électronique". Il n'y a pas besoin de souder les composants sur la Breadboard, Parce

qu'elle est utilisée pour tester rapidement des circuits électroniques. Ainsi, la plaquette est composée d'une multitude de trous dont certains sont reliés électriquement entre eux.

Il existe différentes tailles et différents formats de Breadboard²⁰.

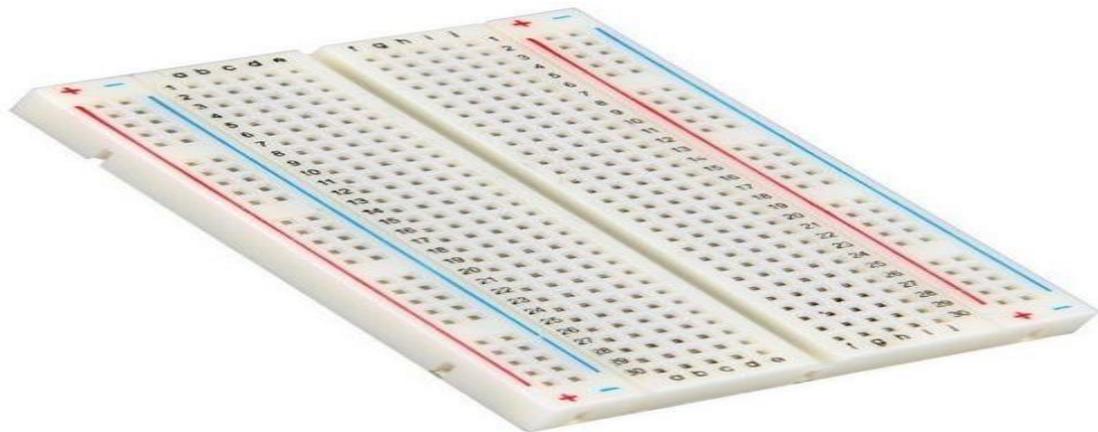


Figure 14 : Une plaquette d'essai sans soudure

2.5.3.2. Les deux formats de BreadBoard les plus utilisés avec leurs caractéristiques :

Il existe différents formats et tailles de BreadBoard, Mais nous allons concentrer sur les deux ci-dessous, parce que les plus utilisés²¹ :

Description technique de la BreadBoard SD24N

Caractéristiques :

- module de base (voir fig.): les deux barres de 5 x 64 connecteurs sont séparées par un canal de 7.62mm.
- barres bus (voir fig.): 4 barres de 25 connecteurs sont réparties sur 4 lignes.

Spécifications :

- matériau :
 - revêtement extérieur en ABS
 - connexions: alliage d'argent et de nickel
 - module de base: 2
 - barres bus: 4
 - trous: 1680
 - nombre de CI de 14 pattes: 18
 - bornes de connexion: 3
 - dimensions: 220 x 127 x 18.5 mm
 - Poids : 292 g

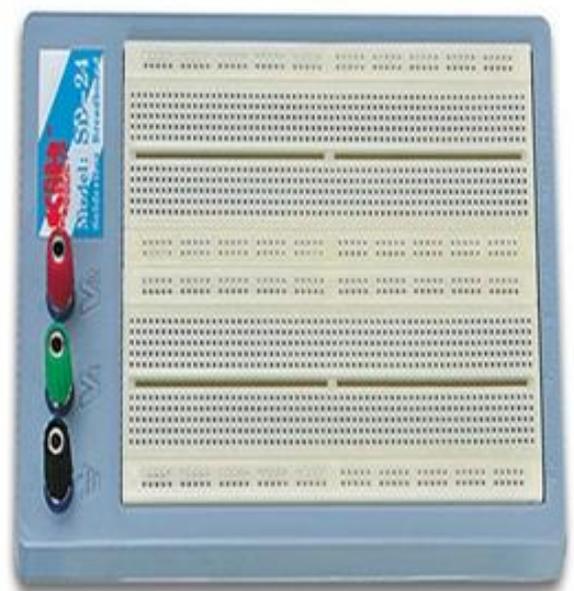


Figure 15 : Breadboard SD24N

Description technique de la BreadBoard SD35N

Caractéristiques :

- module de base : les deux barres de 5 x 64 connecteurs sont séparées par un canal de 7.62mm.
- barres bus : 4 barres de 25 connecteurs sont réparties sur 4 lignes.

Spécifications :

- matériau :
 - revêtement extérieur en ABS
 - connexions: alliage d'argent et de nickel
 - module de base: 3
 - barres bus: 5
 - trous: 2420
 - nombre de CI de 14 pattes: 27
 - bornes de connexion: 4
 - dimensions: 237 x 175 x 18.5 mm
 - poids : 458 g

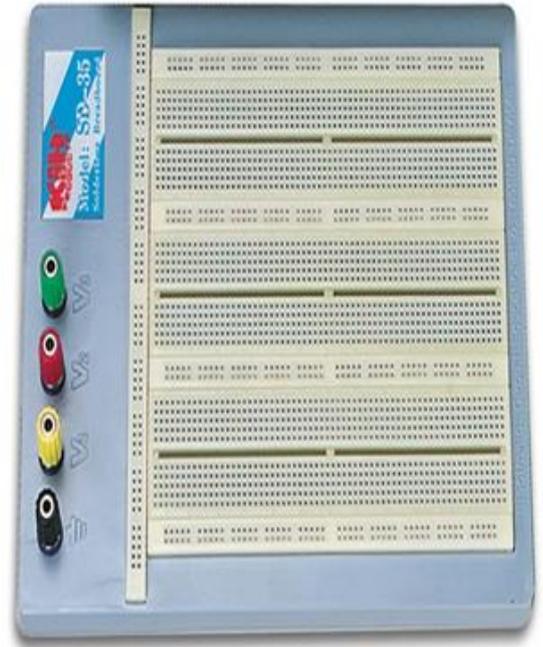


Figure 16 : Breadboard SD35N

2.5.4. Les capteurs :

2.5.4.1. Définition :

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique délivre en une quantité utilisable (température, luminosité, humidité, ect...). Aussi le capteur prélève une information généralement un signal électrique (nombre binaire, tension, valeur moyenne ect...) est transformé en une information exploitable. Le capteur peut traiter une information abstraite portée par un support physique²².

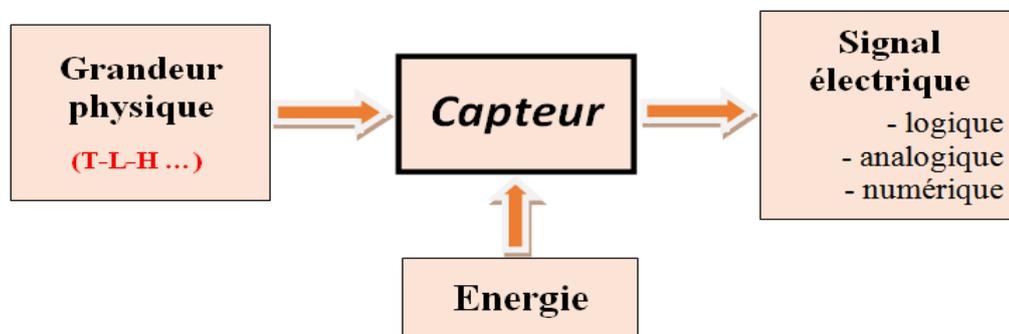


Figure 17 : Principe de fonctionnement d'un capteur

2.5.4.2. Quelques types de capteur avec leurs caractéristiques :

Il existe plusieurs modèles et type de capteurs sur le marché, Mais on va présenter par la suite les plus utilisés et les disponibles localement :

- **Capteur de mouvements PIR²³** : Ce module est un détecteur de mouvement basé sur un capteur à infrarouges passifs.



Figure 18 : Capteur de mouvements PIR

- Alimentation : 5 à 9 Vcc
- Consommation : < 55uA
- Angle de détection : < 100°
- Distance de détection : 7 mètres
- Température -30°C à 80°C
- Dimensions : 28 x 13 x 13 mm
- Prix : 4.3€.

- **Capteur de mouvement PIR - Grove²⁴** :



Figure 19 : Capteur de mouvement PIR GROVE

- Compatible de l'interface Grove
- Alimentation : 3V - 5V
- Angle de détection : 120°
- Distance de détection max : 6m
- Temps de réponse : de 0.3s à 25s
- Dimension : 20 mm x 40mm
- Précision : 1,5°C.

- **Capteur de distance ULTRASON HC-SR04²⁵** :



Figure 20 : Capteur de distance ultrason HC-SR04

- Plage de détection : 2cm à 4m
- Angle de détection idéal : 15°
- Alimentation : 5V
- Consommation : 15mA

• Capteur de distance adafruit VL53L0X DE 30-1000 MM²⁶ :

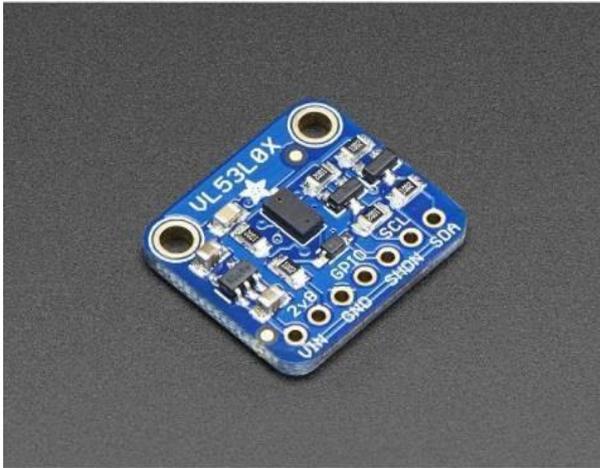


Figure 21 : Capteur ultrason adafruit VL53L0X

- Dans le mode par défaut le capteur peut mesurer une distance de 30mm à 1,2m
- Dans le mode "long range" le capteur peut mesurer une distance de 1,5m à 2m avec une bonne surface réfléchissante.
- Dimensions : 21.0mm x 18.0mm x 2.8mm / 0.8" x 0.7" x 0.1"
- Poids: 1.3g / 0.0oz.

• Capteur de Température d'eau²⁷ :



Figure 22 : Capteur TMP36

- Alimentation : 2,7 à 5,5 Vcc
- Plage de mesure : -40°C à +125°C
- Précision : $\pm 1^\circ\text{C}$
- Conversion : 10 mV/°C
- Tension à 25°C : 750 mV
- Prix : 1,75 €.

• Capteur de Thermistance - CTN 10K²⁸ :



Figure 23 : Capteur CTN 10K

- Coefficient thermique = -4,6%/°C
- Précision : $\pm 3\%$
- Résistance à 25°C : 10k?
- Température max : +150°C
- Température mini : -55°C.

• Capteur d'Humidité DHT11²⁹ :

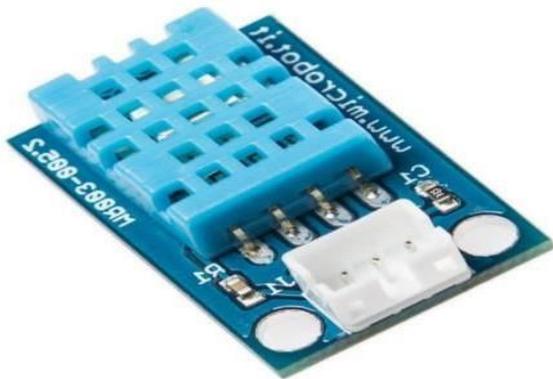


Figure 24 : Capteur DHT 11

- Alimentation : 5V
- Consommation : 0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum
- Etendue de mesure température : 0°C à 50°C ± 2°C
- Etendue de mesure humidité : 20-90%RH ±5%RH

• Capteur de Température et humidité Pro - Grove³⁰ :

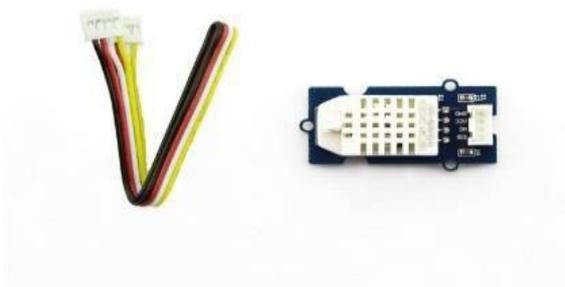


Figure 25 : Capteur pro-grove

- Compatible de l'interface Grove
- Plage de Température : 0°C à 50°C ± 0.3°C
- Plage de d'humidité : 20% à 90% RH ± 2% RH.

• Capteur de position GPS Adafruit Ultimate GPS Shield³¹ :

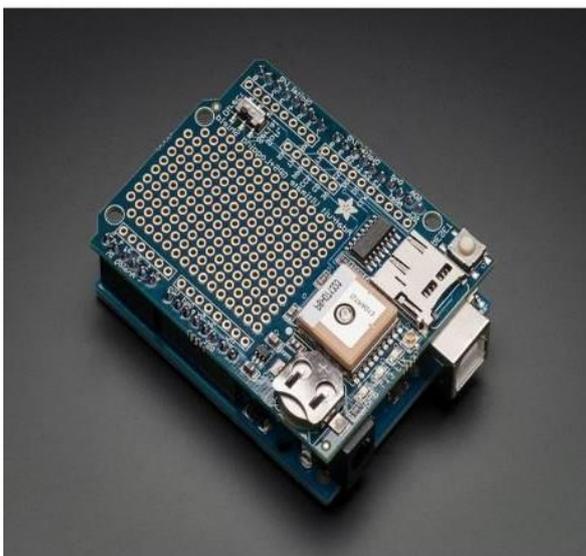


Figure 26 : Capteur GPS Shield

- Sensibilité de -165 DBm, mises à jour à 10 Hz, 66 canaux
- Faible puissance, consommation à 20 mA
- Compatible Arduino UNO, Leonard, Durmilanove
- Slot µSD pour stockage de données
- Module RTC pour datation avec batterie incluse (jusqu'à 7 ans de durée)
- LED pour signaler le stockage de données
- Sortie PPS
- Antenne interne et connecteur u.FL pour antenne externe
- Zone de prototypage.

A. Un type de capteur que proposé pour utilise dans ce projet avec leur définition et Principe³²:

Le type de capteur qu'on va utiliser dans notre projet, c'est le types de capteurs à ultrasons.

1. La définition de capteur qui proposé pour utilise dans ce projet :

Le capteur que nous proposé pour ce projet, est le capteur à ultrasons **CleanFLEX** [Selon l'entreprise Ecube Labs / 2020] "ce capteur permet de détecter à la fois les matériaux **solides** tels que (déchets généraux, papier, verre, déchets électroniques, textiles etc...) et **liquides** (huiles boues, produits agricoles etc...). Sa portée peut couvrir une distance allant de 30 cm - à 400 cm".

En plus [Selon l'entreprise Ecube Labs / 2020] "La fonction de ce capteur réduit les coûts, et la fréquence de collecte des déchets d'une manière considérable, la main-d'œuvre et les coûts d'entretien des parcs, et réduire le coût d'exploitation jusqu'à 80%".

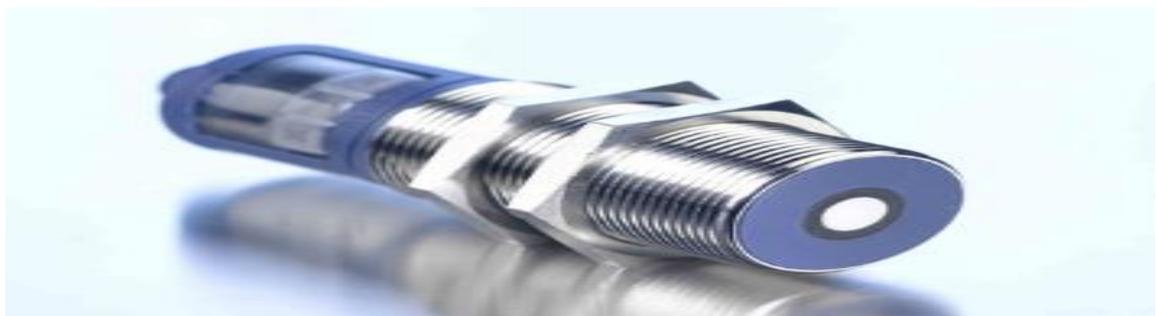


Figure 27 : Le capteur à ultrasons CleanFLEX

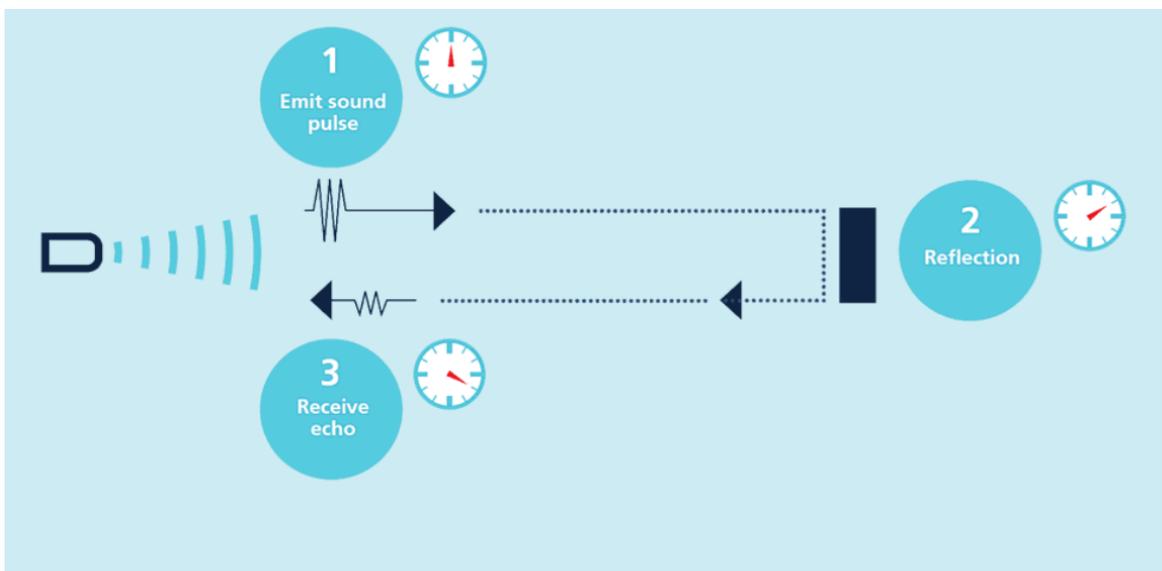


Figure 28 : Gamme des capteurs à ultrasons

2. Le Principe générale :

[Selon l'entreprise Ecube Labs / 2020] "Le principe de ce type de capteurs à ultrasons est émet des impulsions ultrasonores qui sont inaudibles pour l'oreille humaine. Les impulsions se déplacent à la vitesse du son et atteindre un objet, puis les ondes sont réfléchies et capturé à nouveau par le récepteur à ultrasons. Un contrôleur est conçu pour offrir une salve d'impulsions puis commencer à compter le temps qu'il faut pour obtenir l'écho. Ce temps est proportionnel à la distance à l'objet. Ces dispositifs sont capables de détecter des objets transparents comme le verre et les plastiques. Toutefois, dans des environnements d'air très turbulents, avec un bruit élevé".

[Selon l'entreprise Ecube Labs / 2020] "Pratiquement tous les matériaux qui reflètent le son peuvent être détectés et ce, quelle que soit leur couleur. Même les matériaux transparents ou les feuilles minces ne représentent aucun problème pour un capteur à ultrasons. Les capteurs à ultrasons peuvent voir à travers l'air chargé en poussières et les brouillards d'encre. Même les dépôts minces sur la membrane du capteur ne nuisent pas à son fonctionnement".



Le principe des ultrasons

Figure 29 : Le principe des capteurs ultrasons

B. Un autre type de capteur qui détecte les matériaux :

1. Définition : Il existe un autre type de capteur qui détecte les matériaux **solides** et **liquides**, Sous le nom **Clean CAP** [Selon l'entreprise Ecube Labs / 2020] "il détecte

les matériaux solides, liquides (le même principe pour le capteur à ultrasons CleanFLEX)³³.

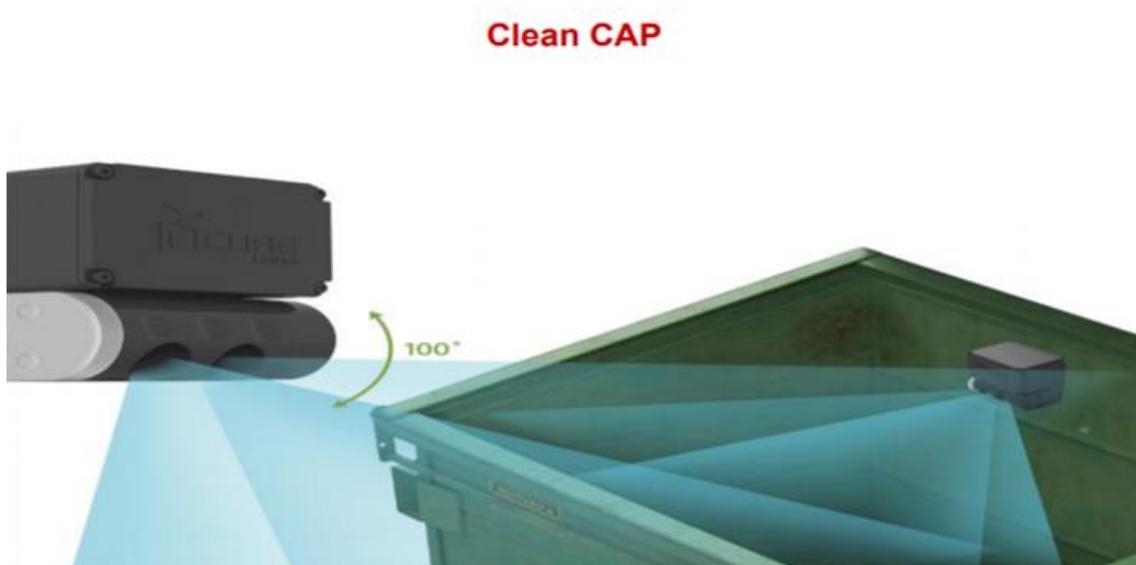
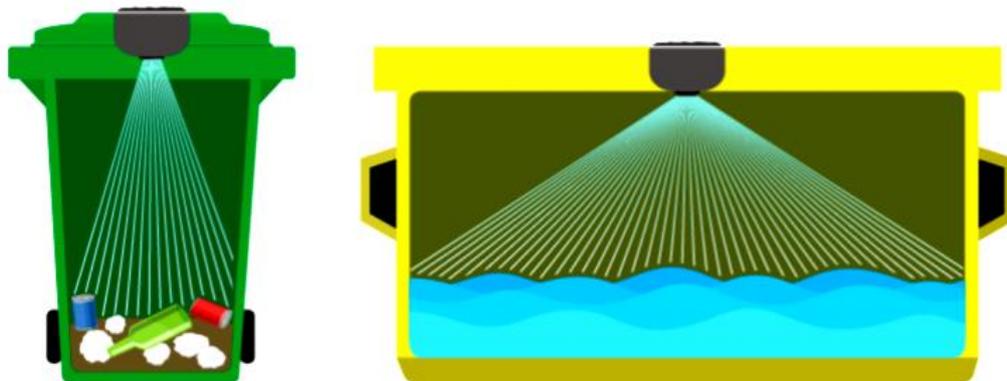


Figure 30 : Le Capteur Clean CAP

Détecte les matériaux solides et liquides



Le capteur à ultrasons Clean CAP permet de détecter à la fois les matériaux solides tels que (déchets généraux, papier, verre, déchets électroniques, textiles etc...) et liquides (huiles, boues, produits agricoles etc...). Sa portée peut couvrir une distance allant de 30 cm - à 400 cm (4 m/13 ft).

Figure 31 : Le Capteur Clean CAP

2.5.4.3. Les fonctions de quelque type des capteurs³⁴ :

1. Capteurs de gravité basée sur des capteurs pendulaire (inclinomètre) :

A l'aide du capteur ADXL202 (fabriqué par AnalogDevices), on peut mesurer l'inclinaison, il est un accéléromètre à deux axes, et faible consommation, la sortie numérique, intégré dans une puce monolithique. Aussi est un capteur qui permet de mesurer le mouvement et les vibrations. Les avantages de ce capteur (petite, solide, la connexion facile avec le microcontrôleur).

2. Capteurs de gravité en fonction des contacts au mercure :

Utilisation de ce capteur pour mesurer l'inclinaison, mais le résultat n'est pas valeurs intermédiaires. Il indique un contact ouvert ou fermé, et peut être utilisé comme système d'alerte, par exemple : ce capteur peut être connecté à un téléphone mobile qui peut appeler un numéro programmé.

3. Capteurs de pression, de force et le déplacement sur la base de jauges/ de contrainte :

Les manomètres basés sur la différence de résistance électrique, fil conducteur calibré, ou dans résistances construits avec des pistes à semi-conducteurs. Ils sont également utilisés, combinés avec des pièces élastiques ou déformables, pour détecter les effets indirects. Dans les jauges de fil, la résistance est formée par un fil préparé en zigzag sur un support élastique, avec une direction préférable. Lorsque la jauge est déformé dans la direction préférable, un allongement du fil et une diminution de leur section, est généré et, par conséquent, elle est enregistrée une variation de la résistance. Pour mesurer les variations de résistance assez.

4. Les capteurs de force :

Ce type de capteur fonde son fonctionnement sur des jauges de contrainte. Ces dispositifs transforment une force, de traction ou de compression à des variations de résistance électrique. Il mesurer la force appliquée sur un objet.

5. Les Capteurs de proximité :

Les capteurs de proximité utilise pour déterminer la position d'un objet, sans aucun contact avec elle, Ils peuvent être linéaires (capteurs de déplacement) ou un commutateur, où la commutation entre deux états indique une position particulière. ces capteurs utilisés dans l'industrie sont la méthode inductive et les capacitifs.

Détecteurs de proximité inductifs sont basées sur le phénomène d'amortissement qui se produit dans un champ magnétique en raison de courants induits (courants de Foucault) des matériaux à proximité, mais ce matériau doit être métallique.

Les capteurs capacitifs détectent des changements dans la capacité parasite entre le détecteur et l'objet dont la distance est mesurée. Ils sont utilisés pour mesurer les distances des objets métalliques et non métalliques, tels que le bois, liquides et matières plastiques.

6. Les capteurs à ultrasons :

Le capteur émet des impulsions ultrasonores qui sont inaudibles pour l'oreille humaine. Les impulsions se déplacent à la vitesse du son et atteignent un objet, puis les ondes sont réfléchies et capturées à nouveau par le récepteur à ultrasons. Un contrôleur est conçu pour offrir une salve d'impulsions puis commencer à compter le temps qu'il faut pour obtenir l'écho. Ce temps est proportionnel à la distance à l'objet. Ces dispositifs sont capables de capturer des objets transparents comme le verre et les plastiques. Toutefois, dans des environnements d'air très turbulents, avec un bruit élevé, ne peut pas être utilisé en raison de sa dépendance sur le support.

7. Les capteurs optiques :

Ce dispositif peut contenir l'émetteur et le système de détection du faisceau lumineux, qui est réfléchi sur l'objet. Les cellules photoélectriques sont des éléments sensibles. Ils travaillent habituellement avec des fréquences dans la bande infrarouge. Les avantages de ces capteurs sont l'immunité aux interférences électromagnétiques, les grandes distances de détection, de la vitesse de réponse élevée, l'identification des couleurs et la détection de petits objets. Il s'agit d'une amélioration des capteurs optiques qui utilise la fibre optique. Le principal inconvénient est qu'il ne peut pas détecter les objets transparents.

Les facteurs doivent être pris en considération, lorsqu'il est le capteur de proximité est nécessaire. Les détections de courtes distances (<50 mm) peut être accompli avec des capteurs inductifs ou capacitifs. Pour les longues distances (> 50 mm), il est nécessaire d'utiliser des capteurs à ultrasons ou optique. Afin d'alerter les utilisateurs de la proximité d'un objet.

8. Capteurs d'humidité :

Plusieurs types de capteurs d'humidité existent. Elles sont constituées d'une feuille mince d'un polymère capable d'absorber l'eau, à laquelle deux contacts sont imprimés dans un matériau conducteur, un métal tissé ou du charbon. Lorsque la teneur en eau des changements de polymère, la résistance électrique à travers le polymère varie et ce paramètre est mesuré. Elle trouver aussi des capteurs d'humidité capacitifs, où la permittivité du diélectrique change, quand il est en contact avec d'autres valeurs de l'humidité.

2.5.5. Les Câbles :

Les câbles USB sont nécessaires pour connecter facilement en USB les cartes Arduino. Il existe plusieurs types de câble selon le matériel que nous avons utilisé, Par exemple USB « 2.0 câble type A/B » Utiliser pour connecter Arduino Uno, Arduino MEGA 2560, Arduino ADK, Arduino Duemilanove, ou toute carte avec le port USB femelle A de votre ordinateur. La longueur du câble est d'environ 178 cm³⁵.



Figure 32 : câble USB

2.5.6. LED'S :

Une LED (en français : DEL, diode électroluminescente) est un composant électronique et optique, qui en étant traversé par du courant électrique, émet une lumière d'une intensité diffuse. Les LED'S consomment peu d'électricité³⁶.

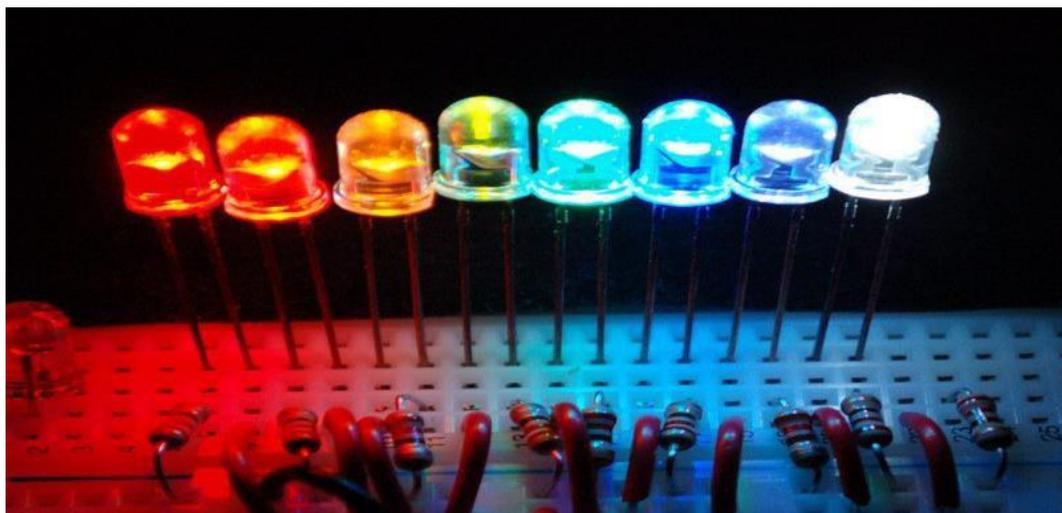


Figure 33 : Les LED

2.5.7. Les résistances :

La résistance électrique traduit la propriété d'un composant à s'opposer au passage d'un courant électrique (l'une des causes de perte en ligne d'électricité). Elle est souvent désignée par la lettre R et son unité de mesure est l'ohm. Elle est liée aux notions de résistivité et de conductivité électrique. On utilise une résistance de 560, pour la sécurité de la matérielle électronique³⁷.

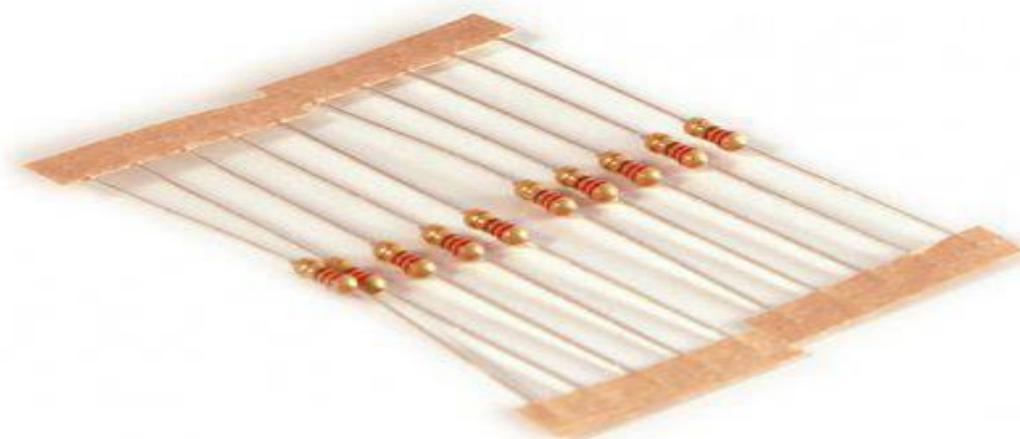


Figure 34 : Les résistances

2.5.8. Les Poubelles³⁸:

2.5.8.1. Définition : Les poubelles sont fabriquées en matières plastiques et parfois de feuilles de métal, qui sont distribués dans le domaine public pour encourager les utilisateurs des espaces publics dans les zones urbaines à maintenir la propreté et à ne pas jeter de déchets sur les trottoirs et les espaces verts, ainsi que ces poubelles sont utilisés pour recevoir les déchets ménagers avant d'être expédiés par camions de collecte.



Figure 35 : différentes poubelles

On peut également dire que les poubelles destinées aux collectes des déchets issus des activités des résidents de toutes sortes, que ce soit dans maisons, établissements, des services ou magasins. Se retrouvent avec les types suivants :

2.5.8.2. Types des poubelles : Les différents types des poubelles de déchet varient en fonction de chaque substance, leur fabrication était également en plastique, en métal et en céramique, chacun a des dimensions et des tailles différentes des autres et une façon spéciale de les vider.

2.5.8.2.1. Poubelle en plastique : Capacité de **50 à 120 Litres**, en polyéthylène haute densité, résistant aux chocs. Ces poubelles sont conçues pour être inclinées par la plupart des systèmes de levage de poubelle actuels, et sont généralement recyclables.



Figure 36 : Poubelle en plastique

2.5.8.2.2. Poubelle en métal : Capacité de **50 à 70 Litres**, en acier anticorrosion Pour les réactions externes et les agressions chimiques, facile à nettoyer et à vider.



Figure 37 : Poubelle en métal

2.5.8.2.3. Poubelle en céramique : Capacité de **50 à 80 Litres**, cette une poubelle intérieur en acier galvanisé ou l'intérieur en polyéthylène basse densité est moulé en porcelaine, a un aspect proche du caractère classique, Particulièrement adapté aux endroits distinctifs des villes et des sites historiques.



Figure 38 : Poubelle en céramique

Les Villes intelligentes (Smart Cities)

Les villes intelligentes (Smart Cities)

3. Les villes intelligentes (Smart Cities)

3.1. Introduction :

Les villes intelligentes attirent actuellement beaucoup d'attention, par ce que c'est une façon de repenser les villes dans un contexte de croissance urbain. En Europe près des trois quarts des habitants vivent dans les villes, et l'un des plus grands défis auxquels l'union européenne va faire face est la meilleure façon de concevoir et d'adapter les villes en un environnement intelligent et durable³⁹.

Le développement rapide de l'Internet des objets a eu un impact positif sur de nombreuses villes du monde. Surtout les villes les plus développées, dans lesquelles le processus d'investissement et d'utilisation intensive de cette technologie s'est fait en établissant, en gérant et en contrôlant leurs projets et infrastructures, ainsi que ces différents services avec la même fiabilité et précision. Le terme «ville intelligente» est aujourd'hui un titre associé à la généralisation des nouvelles technologies (Internet des objets)⁴⁰.

"Le terme «ville intelligente» exprime l'utilisation des technologies de l'information et des communications par la ville pour améliorer la qualité des services urbains et réduire leurs coûts. La ville intelligente est également une zone urbaine qui utilise divers capteurs à des fins de collecte électronique de données et de fourniture d'informations pour la gestion des ressources et l'efficacité des actifs. Cela comprend les données collectées auprès des citoyens et des appareils mécaniques, des actifs, de leur traitement et de leur analyse pour surveiller et gérer les systèmes de circulation et de transport, les centrales électriques et les réseaux d'approvisionnement en eau les écoles, les systèmes d'information, les hôpitaux et les bibliothèques, en plus de la gestion des déchets"⁴¹.

3.2. Les villes intelligentes⁴²:

3.2.1. Définition de la ville intelligente :

La ville intelligente est connue la ville "numérique" ou "écologique", où la ville intelligente présente de nombreux avantages qu'elle offre aux humains en fournissant un environnement

Chapitre 1 : Internet des Objets Et Smart Cities

numérique durable et convivial qui favorise un sentiment de santé et d'optimisme pour la vie, où la ville intelligente améliore l'efficacité des ressources et le niveau de vie, en fournissant des services bons et rapides dans tous les domaines, en plus de gérer les diverses entreprises à partir de n'importe quel endroit, grâce aux technologies de l'information et de la communication dans divers aspects tels que culturels, économiques, environnementaux et sociaux.

Il existe de nombreuses définitions des villes intelligentes, parmi lesquelles les définitions identifiées par Gerving, Jan Bueno et Fadela Amara :

√ [Selon Giffinger]⁴³: "les villes intelligentes peuvent être identifiées (et classées) d'après six critères principaux ou dimensions principales. Ces critères sont : une économie intelligente, une mobilité intelligente, un environnement intelligent, des habitants intelligents, un mode de vie intelligent et, enfin, une administration intelligente. Ces six critères se connectent avec les théories régionales traditionnelles de la croissance et du développement urbain. Ils sont respectivement basés sur les théories de la compétitivité régionale, l'économie des transports et des TIC, les ressources naturelles, les capitaux humains et sociaux, la qualité de vie et la participation des citoyens à la vie démocratique de la ville".

√ [Selon Jean Bouinot]⁴⁴: "La ville intelligente est celle qui sait à la fois attirer et retenir des entreprises employant de la main-d'œuvre hautement qualifiée".

√ [Selon Fadela Amara]⁴⁵: "une ville intelligente l'est à travers le numérique, en utilisant toutes les nouvelles technologies au service des citoyens. C'est également une ville capable de créer de l'emploi, de mettre au service de ses habitants des transports de haute qualité et de garantir une grande mobilité. S'ajoutent aussi un logement salubre, un accès aux soins, à l'éducation et au divertissement".



Figure 39 : Ville intelligente.

3.2.2. Objectifs des villes intelligentes⁴⁶:

Les principaux objectifs de la ville intelligente sont résumés comme suit :

L'utilisation des outils numérique, de l'innovation et de l'individu, a travers le développant des activités autour de la ville intelligente, promouvoir la solidarité sous toutes ses formes

- L'amélioration de l'aménagement urbain et de l'habitat.
- Offrir grâce à des modèles dynamiques, pourvus d'interfaces adaptées, le privilège à chaque citoyen de connaître, d'analyser et d'influer sur les données de son environnement.
- Rassembler les citoyens qui souhaitent s'engager dans une action visant à améliorer leur quotidien et faire ressortir quatre grands défis : social, culturel, économique et écologique.
- Recréer du lien social entre le citoyen et son territoire.
- Sensibiliser l'humain à l'écologie de son territoire et aux énergies propres.
- Promouvoir l'économie collaborative.

3.2.3. Exemples de villes intelligentes :

Nous examinerons quatre villes intelligentes, qui utilisent la technologie pour mieux connecter les gens à la nature⁴⁷.

- **Guangzhou (Chine): priorité aux piétons :**

La ville chinoise (Guangzhou) a adopté un urbanisme moderne, en combinant une ville numérique et des technologies de l'information dans la construction de bâtiments, en tant que district unique de Liuyun à Guangzhou, dans lequel les vélos et les piétons sont prioritaires, ce qui a permis aux résidents de la région de se déplacer librement. Réduire la circulation des voitures et assurer la sécurité des résidents du quartier.



Figure 40 : La ville intelligente Guangzhou (Chine)

- **Barcelone (Espagne) : Transports :**

Barcelone (Espagne) : est parmi les villes les plus intelligentes et les plus développées dans le monde, En ce qui concerne les transports, Alors que cette commune a décidé de repenser l'ensemble du réseau de bus, après avoir analysé les visites des résidents, pour cela les voyages sont devenus une simple correspondance, Les arrêts de bus comprennent des écrans interactifs fonctionnant à l'énergie solaire, avec un alerte de l'arrivée du prochain bus, en plus développé une application sur Smartphone aider à repérer les parkings, et système de partage de vélos, Aussi, d'une autre part, le tri des déchets dans cette ville, équipée d'un système automatisé, qui fait le collecte pneumatique par le biais de tuyaux souterrains.



Figure 41 : La ville intelligente Barcelone (Espagne)

- **Montréal (Canada): les habitants au cœur des décisions :**

Montréal est parmi les villes les plus intelligentes et les plus développées d'Amérique du Nord. La ville essayant de créer constamment du lien entre ses habitants, elle s'est dotée en 2014 d'une boîte à idées électronique afin de recueillir les propositions des habitants pour améliorer le fonctionnement de la cité, mais La ville de Montréal reste le meilleur usage des transports à la protection de l'environnement.



Figure 42 : La ville intelligente Montréal (Canada)

- **Montpellier (France): contre le gaspillage de l'eau :**

Grâce à l'utilisation de capteurs, la ville de Montpellier (France) à développé une application liée aux détecteurs de fuites d'eau, pour informer en temps réel les habitants de la ville des fuites d'eau dans leur domicile, en plus de surveiller les canalisations afin d'éviter une consommation excessive d'eau.



Figure 43 : La ville intelligente montpellier (France)

4. Conclusion :

La technologie de l'internet des objets a contribué de manière efficace au développement et a rendu la vie humaine facile et non épuisante, surtout dans les villes intelligentes qu'elle a actuellement nombreux équipements intelligentes.

On peut dire que ces objets sont connectées et présentes dans notre environnement sous plusieurs types, et elles transfèrent différentes quantités et types de données qui sont activées de manière permanente ou répétée ou sur demande.

Nous avons présenté dans ce chapitre, les points essentiels de notre projet, comme les composants, les caractéristiques, le concept des différents dispositifs qui en peut utiliser dans ce projet. Il convient de noter qu'il y a un grand nombre des objets intelligents à travers le monde.

Dans le chapitre 02, on va présenter les travaux connexes Poubelles intelligentes basées tri des déchets.

Chapitre 02 :

Les

Travaux Connexes

sur les

Poubelles

intelligentes

Chapitre 02

Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes

1. Introduction :

La technologie de l'Internet des objets a un impact énorme sur la réalité de la ville intelligente, car elle utilise les données des capteurs qui fournir des services de collecte et tri des déchets, pour assurer la santé des citoyens.

Aujourd'hui, les poubelles de déchets intelligents sont une alternative intéressante pour nous aider dans notre vie quotidienne, mais la gestion et le recyclage des déchets sont deux éléments essentiels dans la lutte contre le changement climatique, mais il peut être difficile d'obtenir de nombreuses poubelles de déchets et de gérer correctement les déchets en raison du manque de temps, d'argent ou de connaissances.

Mais il existe de nombreuses poubelles intelligentes basées sur le tri des déchets, Cependant elles ont quelques inconvénients.

D'autre part, On a beaucoup de poubelles qui font le tri, car nous trions certains déchets qui peuvent être utilisés pour d'autres choses et d'autres peuvent être réutilisés (recyclés) comme le lavage des boîtes et leur remplissage avec la nourriture.

Le tri des déchets et la collecte sélective sont des actions consistant à séparer et récupérer les déchets selon leur nature, à la source, pour éviter les contacts. Ceci permet de leur donner une « seconde vie », le plus souvent par le réemploi et le recyclage, évitant ainsi leur simple destruction par incinération ou abandon en décharge et permettant par conséquent de réduire l'empreinte écologique des déchets.

2. Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes:

Dans cette section, on va présenter un état de l'art sur les travaux sur la gestion des déchets à savoir : la collecte, le tri et le recyclage. Dans la littérature, on peut distinguer deux types de travaux :

- 1- Les poubelles intelligentes : qui vont faire l'objet des tableaux :1,2,3 et 4. Ses derniers exposent une étude critique de quelques poubelles intelligentes selon des critères, dont le but de présenter ce qui existe sur le marché.
- 2- Les travaux de gestion des déchets : on peut trouver ici, des systèmes, des plateformes, des méthodes pour gérer les déchets sur différents axes : collecte, tri et recyclage.

2.1. Les poubelles les plus demandées sur le marché :

Enfin, on va achever cette section par une synthèse et discussion des travaux étudiés.

Travaux		R3D3	Eugène
Critères			
Créateur		Green créative	Clément, Paul, guillaume
Prix		4000 Euros	300 Euros
Déchet	Solide	Canettes, gobelets, bouteilles en plastiques.	Cuisine
	Liquid	//	//
Tri		Oui	Oui
Connecté		Oui	Oui
Année de création		2015	2016
Pays		France	France
L'entreprise		Ile-de-France	UZER
Recyclage		Oui	Oui
Capacité		100 bouteilles, 300 canettes, 400 gobelets	02 bacs, chaque bac 25 litre
Outils utilisés pour le tri		<ul style="list-style-type: none"> - Capteurs infrarouges et ultrasoniques. - Caméra. - Câble alimentation. - Plate-forme matérielle (plusieurs microcontrôleurs puissants pour le multitâche). - Bus électronique spécialisé (I2C, 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipée d'un scanner de codes-barres (indique si l'utilisateur doit les trier ou non.). - Ecrans LED/LCD. - Câble d'énergie. - Connectée à l'internet. - Indique au consommateur où jeter ses déchets via une application.

Chapitre 02 : Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes

	<p>SPI).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connectée à l'internet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Multi-distributeurs. - plateforme de crowdfunding. - l'utilisateur peut préciser dans quelle région il vit via une application sur smartphone.
<p>Outils utilisés pour le recyclage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Petit Compacteur intégré. - moteur puissant. - câble alimentation. - Plate-forme matérielle (plusieurs microcontrôleurs puissants pour le multitâche). 	<ul style="list-style-type: none"> - Petit Compacteur intégré. - moteur puissant. - câble alimentation. - Contrôler le poids des déchets de l'utilisateur via une application sur smartphone.
<p>photo</p>		

Tableaux 1 : poubelles (R3D3 - Eugène)

Travaux		Insignia innovation	Klarstein Trash Gordon
Critères			
Créateur		Corse Insignia Innovation	KLARSTEIN
Prix		5000 Euros	139.99 Euros
Déchet	Solide	Different déchet	Alimentaires
	Liquid	//	//
Tri		Oui	Sélectif
Connecté		Oui	Non
Année de création		2016	2020
Pays		France	France
L'entreprise		Paul Miniconi	KLARSTEIN
Recyclage		Oui	Non
Capacité		poubelle 140 L intégré accueillant le produit du compactage	15 * 2 = 30 L

Chapitre 02 : Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes

Outils utilisés pour le tri	<ul style="list-style-type: none"> - Autonomie de l'énergie (plaque solaire). - Système d'alerte (Auto-diagnostic). - Ecran publicitaire LED. - Connectée à l'internet. 	//
Outils utilisés pour le recyclage	<ul style="list-style-type: none"> - Petit Compacteur. - moteur puissant. - Autonomie de l'énergie (plaque solaire). - Equipé d'un logiciel (le compacteur mettre un signal quand elle est pleine). 	//
photo		

Tableaux 2 : poubelles (Insignia innovation - Klarstein Trash Gordon)

Travaux		Townes T1	Majestic cuisine
Critères			
Créateur		Xiaomi Mijia	KITCHEN
Prix		145.20 Euros	52.99 Euros
Déchet	Solide	Tout type	Tout type
	Liquid	//	//
Tri		Non	Non
Connecté		Oui	Oui
Année de création		2019	2013
Pays		Chain	France
L'entreprise		XIAOMI	KITCHEN MOVE
Recyclage		Non	Non
Capacité		15.5 L	68 L

Chapitre 02 : Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes

Outils utilisés pour le tri	//	//
Outils utilisés pour le recyclage	//	//
photo		

Tableaux 3 : poubelles (Townes T1- Majestic cuisine)

Travaux		AINIYF	Lemon tri
Critères			
Créateur		//	Emmanuel Bardin et Augustin Jaclin
Prix		149.01 Euros	//
Déchet	Solide	Tout type	bouteilles plastiques, canettes et gobelets
	Liquid	//	//
Tri		Non	Sélectif
Connecté		Non	Non
Année de création		2019	2011
Pays		//	France
L'entreprise		AINIYF	Lemon tri
Recyclage		Non	Oui
Capacité		100 L	jusqu'à 40 emballages par minute.
Outils utilisés pour le tri		//	- Capteur transmis des informations en temps réel. - Câble alimentation.

		<ul style="list-style-type: none"> - Connectée à l'internet. - Scannée les objets. - afficheur. - un écran tactile. - Equipée d'un lecteur de codes-barres - Indique au consommateur où jeter ses déchets via une application. - Ecran publicitaire.
Outils utilisés pour le recyclage	//	<ul style="list-style-type: none"> - Compacteur intégré. - Câble d'énergie. - Connectée à l'internet. - moteur puissant. - Equipé d'un logiciel (le compacteur mettre un signal quand elle est pleine).
photo		

Tableaux 4 : poubelles (AINIYF - Lemon tri)

2.2. Les travaux de gestion des déchets : collecte, tri et recyclage. Avec ses fonctions et Outils:

Continuer à définir d'autres travaux connexes sur la collecte de déchets, tri et recyclage, liés aux villes intelligentes, Considérant que les villes intelligentes sont l'avenir de la population, en exploitant les services de l'Internet des objets grâce aux données émises par les capteurs existants installés sur les poubelles dans les divers quartiers et villes. Comme suivant :

√ La proposition de "Medvedev et al"⁴⁸: dans ce domaine est un système de collecte des déchets appelé "Decision Support System (DSS)", soutenu par des services Internet des objets qui permettent une planification et un routage dynamiques dans les villes intelligentes. Le système proposé comprend un système de surveillance embarqué qui rend le processus de signalement des problèmes et de collecte de preuves plus utilisable.

Ce système "Décision Support System (DSS)", collecte des déchets basé sur le Cloud pour la collecte des déchets dans les smart villes. En plus installer des caméras de surveillance dans l'avion spécialisé dans le processus de collecte des déchets, pour signaler des problèmes en conjonction avec le Cloud, et donner une augmentation significative de la rentabilité. L'administration de la ville a besoin d'un suivi continu et permanent et de la création de rapports en apprenant à mieux connaître la ville, Et contrôler le processus de collecte des déchets (tous les déchets collectés, à temps, les déchets collectés proprement, les déchets transportés dans des endroits spéciaux), des moyens rapides et légaux pour résoudre les différends problèmes. Il déploie et maintient également une infrastructure de ville intelligente en plaçant des capteurs capacitifs dans des poubelles et des réseaux sans fil pour la transmission de données.

√ **Gutierrez et al**⁴⁹: présenter un système de collecte intelligente des déchets, Un tel système est basé sur un prototype de détection Internet des objets qui connaît le niveau de déchets dans la poubelle, et envoie des données à travers l'internet vers un serveur pour le stockage et le traitement. Sur la base de ces données, les déchets sont collectés à temps et transportés régulièrement.

Cette méthode utilise un capteur à ultrasons (HC-SR04), pour déterminer la mesure du niveau de déchets et la distance entre le haut de la poubelle et les déchets. Le module ultrasons (HC-SR04) fournit des mesures de 2 cm à 400 cm avec une précision de 3 mm.

Le microcontrôleur utilisé est Arduino Uno, basé sur ATmega328. Il fonctionne à une vitesse d'horloge de 16 MHz et tourne jusqu'à 1,5 Mips par MHz. Il est livré avec la puce 2 Ko de RAM et 32 Ko de mémoire flash. La tension de fonctionnement est de 5 V et la consommation électrique de 40 à 50 mA. Le microcontrôleur est suffisant pour collecter les données des capteurs et les envoyer à Internet via une interface réseau. Le choix du microcontrôleur était basé sur le traitement requis, la mémoire, la consommation d'énergie minimale et le prix inférieur.

Les données collectées doivent être envoyées à un serveur distant via une liaison sans fil. Ce système utilise le WiFi comme technologie d'accès au réseau, En plus utilise CC3000 Shield avec une antenne embarquée. Le CC3000 offre un excellent couplage avec le microcontrôleur utilisé.

D'autre part, ce système utilise MySQL pour le Stockage des données collectées par les capteurs et les camions élévateurs à ordures. Egalement, Il utilise l'intelligence artificielle pour La prévision des niveaux de déchets et l'apprentissage de la façon de sélectionner les poubelles

quotidiennes à collecter sont basées sur des données stockées, Ainsi que l'algorithme d'optimisation, après la sélection des poubelles à collecter, calculé le meilleur itinéraire à suivre, et adapté, transmet des informations Pour réduire le temps, et le conducteur peut facilement suivre les itinéraires a travers le téléphone mobile, tablettes ou systèmes de navigation, en plus la Collecte de données supplémentaires liés aux camions par emplacements GPS.

√ **Anagnostopoulos et al⁵⁰**: présentent un modèle de système qui suppose deux types de camions pour la collecte des déchets, les camions de faible capacité et les camions de grande capacité, de proposer un algorithme de routage dynamique qui est robuste et fait face quand un camion est surchargé ou endommagé et doit être remplacé.

Cette proposition nécessite deux types de camions différent capacité (LCT - HCT), Pour réduire les coûts de collecte des déchets, Et bien sûr à travers un algorithme de routage dynamique. La navigation par camion est réalisée par une application Android, et intégrant le GPS au niveau de ces camions.

D'un côté les poubelles contiennent une étiquette RFID (utilisée pour identifier une certaine poubelle), un capteur de capacité (le volume de déchets stockés) et un actionneur (Fermez le couvercle du poubelle à ordures lorsqu'il est plein, jusqu'à ce qu'il soit vide), Par ces moyens, le système est informé et initie un itinéraire dynamique pour vider la poubelle à ordures.

√ **Anagnostopoulos et al⁵¹**: Envisagent la gestion du compromis entre la collecte immédiate et son coût. La proposition des développeurs s'articule sur de nouveaux algorithmes (4 modèles) apportant des solutions efficaces au problème de la collecte dynamique des déchets à travers la gestion du compromis entre la collecte immédiate et son coût, Avec une attention particulière portée à la possibilité d'un service immédiat WM (Waste Management Services : Société leader des services de collecte des déchets et des déchets de Melbourne), et l'objectif est de minimiser le temps nécessaire pour desservir les zones hautement prioritaires tout en maintenant les performances moyennes attendues à un niveau élevé. La solution un nombre de poubelles connectées aux capteurs (transférer des données dans le domaine hautement prioritaire) dans différentes régions, ou il existe de déchets dangereux ou les effets négatifs sur la qualité de vie humaine imposent la nécessité d'une collecte immédiate.

Les quatre modèles proposés par les développeurs comme suit :

* **le modèle de camions dédiés (DTM)** : modèle plus simple, utilisé des camions spécifiques pour les poubelles des ordures de haute priorité, En plus utilise plusieurs camions dans le cas d'un grand nombre d'alertes de poubelle prioritaires.

* **le modèle de détour (DM)** : Ce modèle, il ressemble à modèle DTM, de bonnes performances n'apparaissent pas par des poubelles lents pour donner des alertes, mais le modèle DM oblige les camions à ordures à changer de chemin et à se rendre à l'endroit où émettre l'avertissement en tant que zone de priorité élevée, mais il reste un risque de écarts spatiaux par rapport à la trajectoire d'origine qui pourraient conduire à une augmentation des distances et de la carburante consommation.

* **le modèle de distance minimale (MDM)** : Les inconvénients des modèles DM et DTM sont la possibilité de dévier de leurs trajectoire de manière répétée, donc un modèle MDM qui tente de réduire le risque de déviations affectant les tâches de base du système proposé, en définissant la distance minimale que le camion parcourra pour atteindre le bacs, et cela en localisant le camion le plus proche de l'alarme émise par le poubelle prioritaire.

* **le modèle de réaffectation (RM)** : Ce modèle tente de couvrir les défauts des modèles précédents, à travers la réaffectation des sous-régions en cas ou le système reçoit une alerte, en tenant compte de l'emplacement actuel du camion et des poubelles à haute priorité, puis un choix est fait la localisation le plus proche, qui indique que le routage sélectionnera le camion avec l'emplacement le plus proche de l'emplacement du poubelle prioritaire.

√ **La proposition de "Aazam et al"⁵²**: l'essentiel de ce travail est la gestion intelligente des nuages (Cloud SWAM), où les poubelles sont connectées au cloud et les données sont stockées en temps réel. Cette proposition utilise des poubelles séparés pour chaque catégorie de déchets (organique, plastique bouteilles et métal). Étant donne, que la gestion intelligente des déchets proposée est associée au Cloud, les statuts de toutes les poubelles de la ville ou même du pays sont accessibles depuis le Cloud. Toutes les parties prenantes, y compris les agences de recyclage, peuvent en prendre note et planifier en conséquence. La collecte des déchets est également effectuée lorsque cela est nécessaire, ce qui aide la gestionnaire des déchets à décider d'un itinéraire rentable tout en collectant les déchets dans une métropole. Les fonctionnalités assurées par cette solution sont :

* **Collecte des déchets en temps opportun** : Considérant que la propreté de la ville est une priorité, les déchets doivent être déclarés afin de bien planifier et fournir un service en temps voulu, alors que la proposition a abordé la gestion des déchets avec le Cloud, pour accès aux poubelles dans toute la ville ou même le pays via le Cloud, puis prendre la décision et mettre en place le plan approprié pour enlever les déchets.

* **Optimisation d'itinéraire** : La préparation de la collecte des déchets, obliger les collecteurs de planifier un itinéraire meilleur et économe en carburant, et prendre les conditions des poubelles dans les zones urbaines, et évitées les visites inutiles.

* **Recyclage et élimination** : À travers le Cloud et l'analyser de type et la taille des déchets, dispositions peuvent être prises et des moyens efficaces de recyclage sont adopté de manière dynamique.

* **La gestion des ressources** : À travers les données disponibles via le Cloud, plusieurs ressources peuvent être géré (des poubelles, des véhicules, ressources humaines, sites de séparation et de déversement, élimination des sites...etc).

* **Planification de l'industrie alimentaire** : Généralement les déchets générés sont organiques ou proviennent de aliments / biologiques, C'est coûteux et prend du temps pour les éliminer correctement.

* **Analyse de Big Data** : Grâce aux données collectées et analysées de la gestion des déchets, les pratiques de Big Data peuvent être utilisées pour réduire la production de déchets et améliorer sa gestion. Cela est dû au stockage dans le Cloud qui aide à créer d'autres services et analyser de manière plus approfondie.

√ **La proposition de "Castro et al"⁵³**: présente un système de surveillance intelligent de poubelles publiques. Le système consiste en un réseau de petits capteurs sans fil alimentés par des batteries qui sont modernisé aux poubelles existantes, un back-end basé sur le Cloud qui regroupe les données des capteurs et un frontal qui visualise les niveaux d'utilisation des poubelles. Trois grands exigences ont été identifiées : capteur à faible coût, simplicité, système ouvert/ transparent. Pour la conception du système, les développeurs ont développé un système de capteurs supplémentaires, simple à installer, peu coûteux et basé sur des normes ouvertes.

La proposition des développeurs contient la possibilité d'utiliser des capteurs, pour améliorer la surveillance et la collecte des déchets dans les poubelles publiques, à travers un système de

surveillance peu coûteux. Le système se compose de nœuds sans fil, qui utilisent des capteurs à ultrasons pour mesurer l'espace vide dans les poubelles, une passerelle de capteurs basée sur « Long Range » Protocole de réseau étendu (LoRaWAN) et basé sur le Cloud, arrière / avant pour la collecte, l'analyse et la visualisation des données.

Les nœuds de capteur utilisent une nouvelle technologie conçue pour les réseaux étendus longue distance (LoRaWAN), par rapport à bluetooth et WiFi, ainsi qu'une consommation d'énergie et un prix faible. À cet égard, les développeurs notent qu'ils peuvent dominer les solutions de l'Internet des objets à l'avenir via ce dernier.

Le nœud du capteur envoie des données via une application Cloud utilisant le protocole MQTT, les données sont stockées dans la base de données NoSQL, ce qui permet de tester les données qui peuvent être utiles pour l'envoi et le stockage, qui est la mise en œuvre de la solution adoptée dans tous les systèmes de gestion existants.

√ [Selon TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed]⁵⁴ "Groupe Maher Arebey et al: Ces auteurs ont développé un système de surveillance et de gestion des déchets solides utilisant l'identification par radiofréquence (RFID) associée à des systèmes intelligents. Le système comprend un système RFID, une communication mobile de type GSM et un système d'information géographique (SIG) permettant de suivre la position du véhicule. Le système proposé serait en mesure de surveiller le processus de collecte des déchets solides et de gérer le processus global de collecte. Il permettrait à terme de collecter les déchets solides, de suivre la position du véhicule grâce à la base de données SIG et de surmonter les inconvénients tels que l'utilisation d'un itinéraire minimal, un faible coût en carburant, un environnement propre et un véhicule disponible. Les technologies qui seraient utilisées dans le système proposé sont suffisamment performantes pour garantir le fonctionnement pratique et parfait pour la surveillance et la gestion du processus de collecte des déchets solides dans un environnement vert.

Le système de suivi de la gestion des déchets solides, proposé une solution Web. Les clients du secteur de la gestion des déchets solides pourront visualiser et récupérer les informations des camions et de leurs poubelles via un site Web. L'architecture est une architecture client-serveur où le navigateur Web est le client. GSM et SIG sont choisis pour la communication entre l'unité de suivi et le serveur et le suivi de la position du véhicule. Il convient également parfaitement au transfert de données via une connexion toujours en ligne entre la station de contrôle et les

camions. Les informations de localisation collectées via le GPS en temps réel et seraient stockées dans une base de données centrale dans laquelle tous les clients pourraient accéder à ces informations via un système de gestion de base Web".

√ [Selon TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed]⁵⁵ "Groupe de Hassan Basri et al: Ces auteurs ont développé un nouveau prototype de système de surveillance des déchets solides utilisant un réseau de capteurs sans fil, capable de réagir dès que quelqu'un jette un coup d'œil dans les déchets. L'architecture du système utilise les technologies de communication ZigBee et GSM / GPRS ainsi qu'un ensemble de capteurs choisis avec soin pour surveiller en temps réel l'état des poubelles solides. Le système est composé de trois niveaux, tels que les niveaux inférieur, moyen et supérieur. Le niveau inférieur contient une poubelle avec capteur installé pour mesurer et transmettre l'état de la poubelle au niveau suivant, le niveau intermédiaire contient la passerelle qui stocke et transmet les données du poubelle à la station de contrôle et la station de contrôle réside dans le niveau supérieur qui stocke et analyse les données pour une utilisation ultérieure.

Un algorithme de détection économe en énergie est également utilisé dans le premier niveau pour collecter les paramètres de la corbeille. De cette manière, le système peut aider à minimiser les coûts de fonctionnement et les émissions en transmettant les données collectées à un système d'aide à la décision pour l'optimisation du parcours.

Le principe de fonctionnement du système est tel que, normalement, il reste en mode veille et les capteurs consomment le moins d'énergie. Il répond dès que quelqu'un jette des déchets à la poubelle, Une fois que des déchets ont été jetés à l'intérieur d'une corbeille, le nœud du capteur installé à l'intérieur de celle-ci se réveille et mesure les paramètres donnant suffisamment d'informations sur l'état de la corbeille lorsque des déchets sont ajoutés à la corbeille. Après avoir collecté les valeurs de toutes les variables, la carte de Waspnote envoie les données à la passerelle via le module radio ZigBee".

√ [Selon TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed]⁵⁶ "Groupe Abdulla Al Mamunet al: Ces auteurs ont présenté la mise en œuvre et l'exécution d'un système de détection intégré et d'un algorithme pour la corbeille à déchets solides afin d'automatiser le processus de gestion des déchets solides. Plusieurs méthodes de détection ont été intégrées et ont combiné leurs verdicts qui offrent la détection de la condition de la corbeille et la mesure de ses

paramètres. Un certain nombre d'essais ont été effectués pour évaluer le fonctionnement du système prototype.

Le système automatique développé offre les données d'état de la poubelle en temps réel issues de trois systèmes de détection : détection de l'état du couvercle, détection du niveau de déchet et détection du poids. Les systèmes individuels sont décrits ci-dessous

A. Détection de l'état du couvercle : La structure fonctionnelle du système de détection de l'état du couvercle est mise en œuvre pour suivre l'initialisation du chargement et du déchargement des déchets et percevoir l'état de débordement de la corbeille, Les données du capteur d'accéléromètre sont accumulées pour fournir la dérive et sa direction pour identifier l'ouverture/la fermeture du couvercle.

B. Détection du niveau de remplissage des déchets : La détection du niveau de remplissage des déchets à l'intérieur d'une corbeille est basée sur la mesure du temps d'émission et de réception du signal ultrason, c'est-à-dire le temps de parcours complet du retour, une impulsion ultrasonore permettant de transmettre et de recevoir son écho réfléchi entre le capteur et le niveau de matériau détecté.

C. Mesure du poids : L'estimation du poids des déchets à l'intérieur d'une poubelle est basée sur le principe d'un conducteur électrique dont la résistance change lorsque sa longueur change en fonction de la contrainte et qui est pratiquement proportionnelle à la contrainte appliquée. Un réseau de ponts de Wheatstone est construit en utilisant au moins quatre jauges de contrainte et quatre résistances distinctes. Les déchets à l'intérieur de la corbeille provoquent une variation de valeur d'une ou plusieurs résistances en raison de la contrainte générée par l'élément métallique contenant les jauges de contrainte. Ainsi, la tension de sortie du pont est modifiée avec cette variation de résistance proportionnelle au poids des déchets.

Cette équipe a réalisé un bon projet sur les méthodologies d'accélération, de proximité magnétique, de capteur à ultrasons et de poids, respectivement.

Le système de capteurs intégré est conçu en utilisant une prise de décision basée sur des règles pour fournir un contrôle automatique et de la situation. Le point clé est l'algorithme qui compile l'état de la boîte de traitement, la condition de couverture, le seuil de temps et l'état de chargement. Les performances du système sont évaluées à travers un certain nombre

de tests de domaine. Les algorithmes de capteurs ont conduit à une boîte intelligente dans l'automatisation de la gestion des déchets solides".

√ [Selon TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed]⁵⁷ "Groupe Dr.N.SATHISH KUMAR et al: Ces auteurs ont développé un système de surveillance électronique permettant de résoudre le problème de gestion des déchets. Le système de surveillance électronique proposé est un système intégré comprenant une technologie RFID interfacée avec une carte Arduino et une base Web entièrement informatisée. En utilisant le système proposé, les autorités municipales pourraient contrôler efficacement le statut de la collecte des déchets. Le système proposé contient deux parties :

Système embarqué : Il comprend un lecteur RFID, un microcontrôleur, un affichage à cristaux liquides (LCD) et un segment GPRS.

Interface système logiciel basée sur le Web : Il comprend un module GPRS, un serveur central, un serveur de base de données et un serveur Web".

3. Discussion et étude comparatif sur les travaux connexes :

* *Fonctionnement et description de la poubelle R3D3*⁵⁸: est une poubelle connectée, Elle reconnaît, trie et compacte automatiquement les canettes, gobelets et bouteilles en plastique. Il s'agit d'une innovation qui pourrait favoriser le tri et la collecte du plastique dans les entreprises et lieux publics. Cet objet fonctionne comme un véritable robot de tri. Il peut reconnaître, trier et compacter automatiquement les emballages de boissons. Il est destiné notamment aux entreprises et de manière plus générale aux espaces publics où beaucoup de boissons sont consommées. Ce mobilier intelligent favorise ainsi le recyclage du plastique et de l'aluminium, Les gobelets de café, les bouteilles et canettes sont séparées, compactées et rangées dans des box distincts. Cela permet de faciliter la collecte et surtout le tri. Une manière simplifiée et efficace d'aborder la gestion des déchets en entreprises.

L'utilisation de cet appareil est simple, trier et compacter automatiquement les emballages de boissons, améliore le tri et facilite le recyclage, reconnaît les déchets afin d'éviter les erreurs de tri.

Cette poubelle (**R3D3**) effectue le processus de tri et de recyclage, elle est l'un des meilleures poubelles généralement utilisées, mais nous pouvons toujours prendre en compte le prix du

produit qui dépasse 4000 euros, équivalent de 600.000 dinars algériens, ce qui est très cher dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et a maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* *Fonctionnement et description de la poubelle Eugène*⁵⁹ : est une poubelle connectée, de la start-up Uzer indique au consommateur où jeter ses déchets, équipée d'un scanner de codes-barres, la poubelle intelligente multi-distributeurs permet aussi de récupérer sa liste de course via une application, et équipée d'un scanner, celle-ci permet de reconnaître les produits jetés grâce à leurs codes-barres, et indique si l'utilisateur doit les trier ou non.

Le produit est un objet élégant, qui donne envie d'être utilisé, vous fait gagner du temps et à faire des économies, et scanner les emballages avant de les jeter pour voir les instructions de tri, et il contient deux (02) poubelles, chaque poubelle (25) litre.

Pour cette poubelle (**Eugène**), elle effectue le processus de tri et de recyclage, qui est l'un des meilleures poubelles pour la Cuisine, mais nous pouvons toujours prendre en compte le prix du produit qui dépasse 300 euros, équivalent de 45.000 dinars algériens, Il est un peu cher dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et a maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* *Fonctionnement et description de poubelle Insignia innovation*⁶⁰ : Le projet Insignia Innovation est une poubelle trieuse et compacteuse, intelligente et connectée et mue à l'énergie solaire (meilleure autonomie solaire), Un design plus urbain, plus moderne, le système d'alerte est doté d'un système d'auto-diagnostic de la machine, un écran LED permettant de diffuser de l'information ou d'être un support de communication.

La capacité de ce modèle et de 140 litres, compacte en moyenne sept fois plus de déchets qu'une poubelle ordinaire, Equipé d'un logiciel, le compacteur peut se connecter aux entreprises de collecte des déchets et émettre un signal quand elle est pleine,

Pour cette poubelle (**Insignia innovation**), il effectue le processus de tri et de compacte, qui est l'un des meilleures poubelles, mais nous pouvons toujours prendre en compte le prix du produit qui dépasse 5000 euros, équivalent de 700.000 dinars algériens, ce qui est très cher dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et a maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* **Fonctionnement et description de poubelle Klarstein Trash Gordon⁶¹**: est une poubelle qui simplifié le tri des déchets pour l'environnement, et englutit aussi tous les déchets et les sépare les uns des autres dans ses deux espaces intérieurs. Cela facilite grandement le tri des matières recyclables des déchets ménagers.

A cet effet, cette poubelle et son grand volume interne disposent de deux poubelles de tri, Ils sont en plastique robuste et amovibles individuellement, avec capacité de 15 litres chacun (30 litres pour les deux), et appui sur la pédale ouvre le couvercle de chaque poubelle, et la fermeture de couvres en silence, et le nettoyage de cette poubelle est facile.

Comme une autre description de ce produit, le tri sélectif facile, volumineuse, pratique, qualité, tri élégant des déchets (Alimentaires).

Pour cette poubelle, nous pouvons de prendre en compte le prix du produit qui dépasse 139 Euros, équivalent de 20.000 dinars algériens, Il est un peu cher dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et la maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* **Fonctionnement et description de poubelle Townes T1⁶²**: est une poubelle connectée, fabriqué en Chine Contient matériel qualifié. Ce produit est sensible à une distance de 35m, faible bruit, en plus les Indicateurs LED intelligents dans cette poubelle sont mode gradation, en mode d'éclairage constant, en mode de respiration et facile à utiliser, en plus elle accepte tout les type de déchets.

Cette poubelle et contiens une batterie durable (rechargeable de grande capacité jusqu'à 35 jours en veille), avec capacité de 15.5 litres, et haute qualité, la chose importante, c'est que le capteur de mouvement au niveau de cette poubelle est appelé **Townes T1**.

Pour cette poubelle, nous pouvons prendre en compte le prix du produit qui dépasse 145 Euros, équivalent de 21.000 dinars algériens, Il est un peu cher dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et la maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* **Fonctionnement et description de poubelle Majestic cuisine⁶³**: est une poubelle intelligente connectée fonctionne avec un système infra-rouge, qui est l'un des meilleures poubelles dans la

Cuisine avec une grande capacité de 68 litres, en plus le type qui accepte ci tout les types de déchets.

Comme une autre description de ce produit, la fermeture de couvercle silencieuse automatique, et à distance (Pratique et hygiénique) lorsque vous passez votre main ou un objet à 15 cm, le collecteur de déchets grand volume, les matériaux haut de gamme (inox).

Pour cette poubelle, nous pouvons prendre en compte le prix du produit qui dépasse 52 Euros équivalent de 8.000 dinars algériens, mais puisqu'il ne trie pas et ne recycle pas les déchets, on peut dire qu'il est un peu cher, dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et la maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* *Fonctionnement et description de poubelle AINIYF⁶⁴*: est une poubelle simple, la solution de déchets idéale pour lieu de travail, légère, portable et facile à nettoyer, anti-fouling, poubelle de type pédale, et accepte tous les types de déchets, et de capacité de 100 litres,

Pour cette poubelle, nous pouvons prendre en compte le prix du produit qui dépasse 149 Euros équivalent de 22.000 dinars algériens, mais puisqu'il ne trie pas et ne recycle pas les déchets, et non connectée, on peut dire qu'il est un peu cher, dans le cas où l'État achète ce produit, notamment dans le cas des services après-vente, et a maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût.

* *Fonctionnement et description de poubelle Lemon tri⁶⁵*: cette poubelle contient plusieurs modèles, et une nouvelle technologie qui créent un service innovant de collecte des déchets, car elle facilite le recyclage (sélectif) des bouteilles plastique, canettes et gobelets (reconnaissent les emballages).

Comme une autre description de ce produit, il y'a un modèle Ultra contient un écran tactile et la fonctionnement de cette poubelle jusqu'à 40 emballages par minute.

La poubelle (**Lemon tri**) est une machine qui empêche les erreurs de tri de la part des particuliers, en permettant d'améliorer la captation des déchets, en plus elle accepte tout les types de déchets.

4. Conclusion :

Selon les Critères, les fonctionnements, les caractéristiques, et la description des poubelles intelligentes qui existe actuellement sur le marché, que nous avons mentionnées dans les tableaux ci-dessus, en plus les autres travaux connexes avec ses fonctions et outils ci-dessus nous pouvons dire que tous les type de poubelle sont chères, et nécessitent un budget élevé pour les acquérir, ainsi que des services après-vente, Cela est important pour ceux qui se concentrent sur cet aspect (Secteur environnement), en raison de son importance pour l'argent en général.

D'autre part, les poubelles public sont souvent mis au feu ou exposé avec des feux d'artifice, et le menace de vol des poubelles ou des capteurs, La chose qui affecte négativement l'État en général et l'investisseur en particulier, et perdre de l'argent (coût élevé), dans le cas d'un contrat avec l'institution de fabrication, qui comprend des services après-vente en échange de sommes d'argent qui augmentent le coût du projet.

Dans le même contexte, l'investisseur préfère des solutions qui incluent des données et des programmes open source, afin de réduire les coûts et de surmonter les difficultés rencontrées.

Pour ce qui précède, et étant donné que les déchets sont devenus un sujet majeur dans le monde en général et en algérie en particulier, en raison d'une mauvaise gestion des déchets, en particulier dans les zones urbaines, il est devenu clair qu'il est nécessaire d'incarner sur le terrain un mécanisme de tri ,de collecte et de recyclage des déchets pour atteindre des objectifs soyez défi, grâce à un travail moins coûteux et le plus efficace.

Dans la deuxième partie du mémoire, nous discuterons le développement d'une conception simple pour une poubelle public intelligent, qui traitera séparément la séparation des déchets solides et liquides, grâce à l'utilisation de divers moyens et équipements (une poubelle public, une carte Arduino avec tous ses accessoires, un capteur de tri).

Partie 02 : Contribution

Chapitre 01 :

Conception d'une poubelle public intelligente

Basée

Tri des déchets

Chapitre 01

Conception d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets

I- Analyse des besoins d'un système de poubelle public intelligente Basée Tri des déchets :

1. Introduction :

Les villes, à travers leurs habitants, génèrent beaucoup de déchets, et dans cette évolution, nous soulignons que l'ère du déversement des villes avec les déchets est révolue, et que la gestion intelligente des déchets peut réduire le volume des déchets ainsi que les dépenses énergétiques allouées à leur collecte.

Après avoir déterminé ce qui sera abordé et développé, nous passerons à l'étape de la conception, à travers laquelle nous présenterons les différents matériels et logiciels proposés ainsi que la manière dont ils seront poursuivis. Par conséquent, nous allons créer différents schémas (L'architecture matérielle du système, Diagramme de classe, Acquisition des données) dans lesquels nous détaillons les différents traitements que ce système effectue.

2. Problématique:

Ce projet s'inscrit dans la vision esthétique de la ville en termes de maintien de la propreté des rues et des quartiers, et de ne pas jeter les ordures (déchets) au hasard et les mélanger dans des poubelles public, ce qui fait que l'État dépense des couvertures financières importantes pour la collecte et le tri des déchets.

Parmi les principaux problèmes auxquels l'État est confronté dans ce domaine sont :

- * Manque de moyens pour éliminer les ordures et coûts élevés.
- * Travail aléatoire et désorganisée.
- * Le processus traditionnel d'élimination des ordures n'a pas augmenté pour répondre aux besoins de l'autorité et du citoyen en déployant de grands efforts dans le processus d'enlèvement des ordures avec des services bas.
- * Le mélange des déchets dans une poubelle générale peut augmenter les coûts.

3. Objectifs :

À travers ce projet, nous allons essayer de traité et développé un système de gestion et de tri des déchets, Grâce à l'utilisation de la technologie l'Internet des objets, qui créer et intégrer les différents programmes, dispositifs et appareils connectés, et permet l'utilisation des plateformes pour stocker des données et relier entre les différents dispositifs, pour le développement d'une poubelle public intelligente basée tri des déchets.

4. Analyse des besoins du système⁶⁶:

4.1. Besoin Matériels :

- * Carte Arduino UNO.
- * Quatre types de capteurs :
 - Capteur d'humidité : Donnez-nous périodiquement s'il y a de l'humidité à l'intérieur de la poubelle.
 - Capteur de distance : Donnez-nous périodiquement si la poubelle est pleine.
 - Capteur de luminosité : Donnez-nous périodiquement si la porte de la poubelle est ouverte.
 - Capteur de Tri : Ce capteur sépare les déchets solides et liquides séparément.
- * Smart phone.
- * Poubelles de déchet.
- * Câbles pour alimentation ou transmission de données.
- * Micro ordinateur (serveur).
- * Réseaux wifi / point d'accès.
- * Carte d'essai (Bread-Board).
- * LED's de différentes couleurs.
- * Source d'énergie Batterie.
- * Module Bluetooth model: HC06.
- * Fils de connexion.

4.2. Besoin Software :

- * Protocole de communication : TCP/IP, MQTT, Bluetooth.

- * Base de données MYSQL.
- * Langage JAVA.
- * Platform IBM.
- * Net Beans IDE.
- * Android Studio.
- * Arduino IDE.
- * langage C++.

5. Identification des acteurs / cas d'utilisations⁶⁷:

Avant l'identification des cas d'utilisation, nous expliquons les différents acteurs de notre système, comme suite :

5.1. Identification des acteurs :

* **Administrateur** : L'administrateur c'est un acteur responsable de tous les privilèges d'accès, à travers de contrôler le système, modifier, configurer, consulté, maintenance, vérifier, et prendre des décisions qui liée au système et au travail qui autoriser les utilisateurs pour effectuer leurs tâches, ainsi que traiter et actualisé la mise a jour de la basse de données, pour fait plusieurs tâches comme la gestion des profiles, et suivi leur travail à travers les statistique...ect.

* **Utilisateur** : La tâche et le travail de cet acteur pour ce projet, ci l'intervention immédiatement dans le cas de recevoir un message contiens des informations relatif à l'état de la poubelle (Humidité sur la poubelle, la poubelle est pleine, le couvercle de la poubelle est ouvert) à travers une application Smartphone.

* **Objet connecté** : Cet acteur est considéré comme secondaire, et à travers la programmant de cet acteur afin de se connecter à une application avec un ordinateur ou un Smartphone, nous pouvons contrôler et communiquer avec lui via Internet, et identifier et traiter diverses données.

* **Plateforme d'IoT** : Cet acteur est considéré comme secondaire, est un ensemble de services permettant de collecter, stocker, corréler, analyser et exploiter les données.

* **SGBD** : Cet acteur est considéré comme secondaire, et effectue des opérations de stockage des données locales.

5.2. Identification des cas d'utilisation : La création d'un diagramme de cas d'utilisation qui est la première étape d'une conception UML pour l'analyse du système, nous aide à collecter et à organiser les besoins, et à définir les principales caractéristiques du système qui expriment le besoin des utilisateurs du système. Nous allons représenter la fonction du système à travers un diagramme de cas d'utilisation (figure 44).

5.2.1. Cas d'utilisation générale du système :

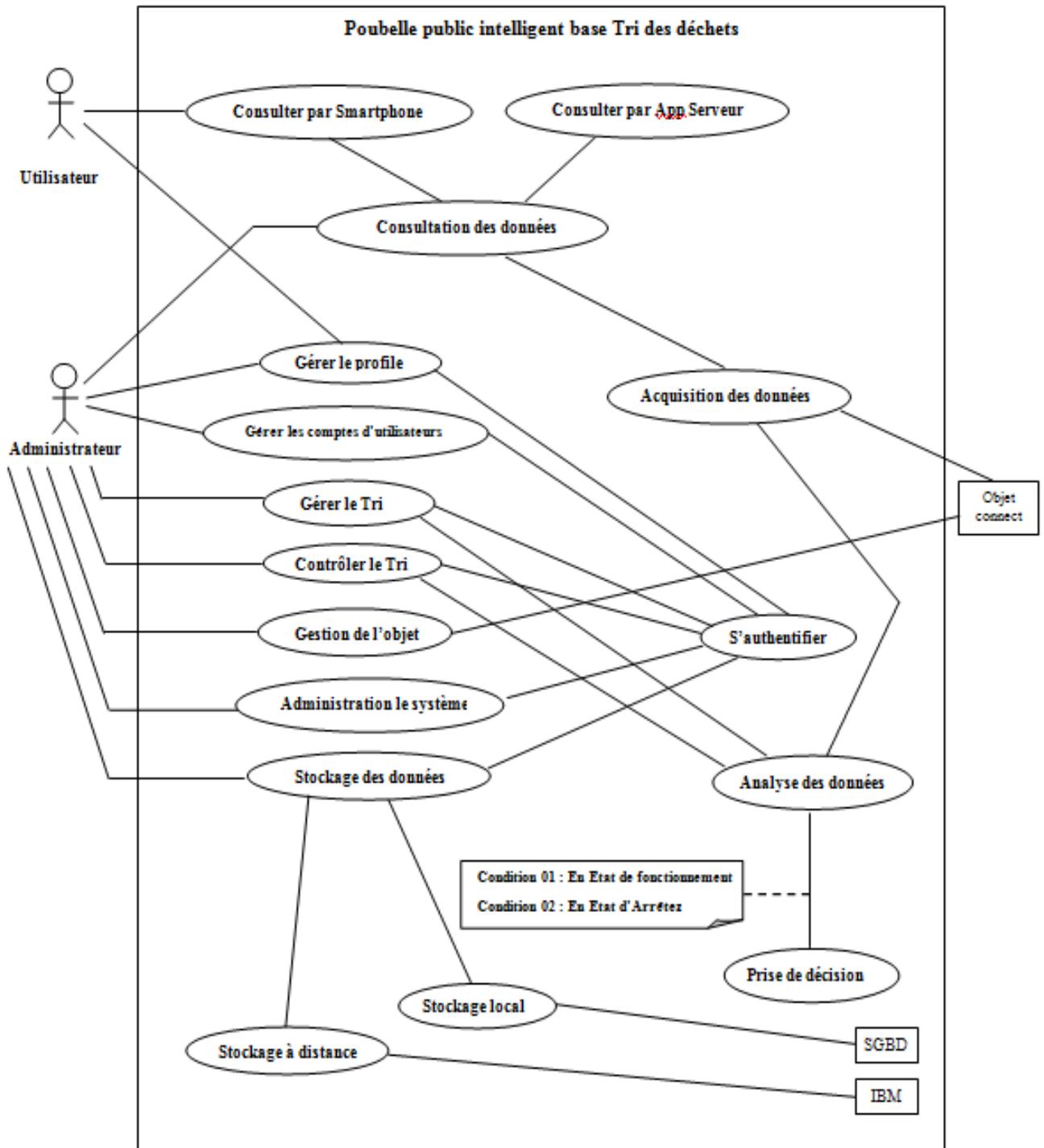


Figure 44: Diagramme de cas d'utilisation générale

5.2.2. Cas d'utilisation de chaque cas : Nous allons détailler le système, à travers les diagrammes et les tableaux contiens une fiche descriptive du cas d'utilisation.

5.2.2.1. Diagramme de cas d'utilisation d'Acquisition des données :

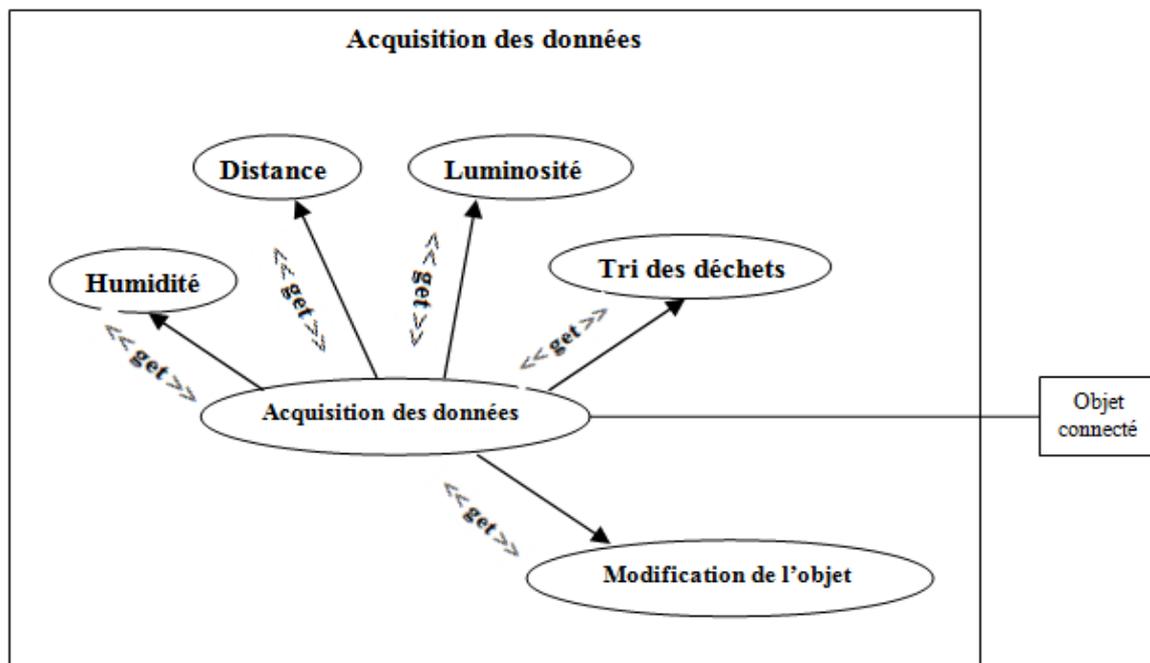


Figure 45 : Diagramme de cas d'utilisation d'Acquisition des données

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Acquisition des données :

Cas d'utilisation	Acquisition des données
Acteurs principaux	/
Acteurs secondaires	Objet connecté
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - La transmission des données à travers l'objet connecté vers le serveur est périodique ou continue. - les différents capteurs (humidité, distance, luminosité, Tri) liés à la poubelle, est détectes les évènements et transmis vers le serveur.
Prés conditions	<ul style="list-style-type: none"> - la disponibilité de l'Internet sans fil. - Bonne installation de l'objet connecté à sa place. - Assurer une connectivité réseau constante pour faciliter le trafic de données. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu

Poste conditions	/
Scénario nominale	<ul style="list-style-type: none"> - L'administrateur fait le fonctionnement de l'objet. - à travers les différents capteurs (humidité, distance, luminosité, Tri) L'objet connecté collecte tout les données chacun selon ses caractéristiques, et transmis vers le serveur d'une façon périodique ou continue. - Accès aux données du serveur pour le stockage et la référence. - Réception de données du serveur
Scénario alternative	- Les interventions techniques sont immédiatement pour réparer le défaut en cas de panne à l'objet connecté.

Tableau 5 : Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Acquisition des données

5.2.2.2. Diagramme de cas d'utilisation de Consultation des données :

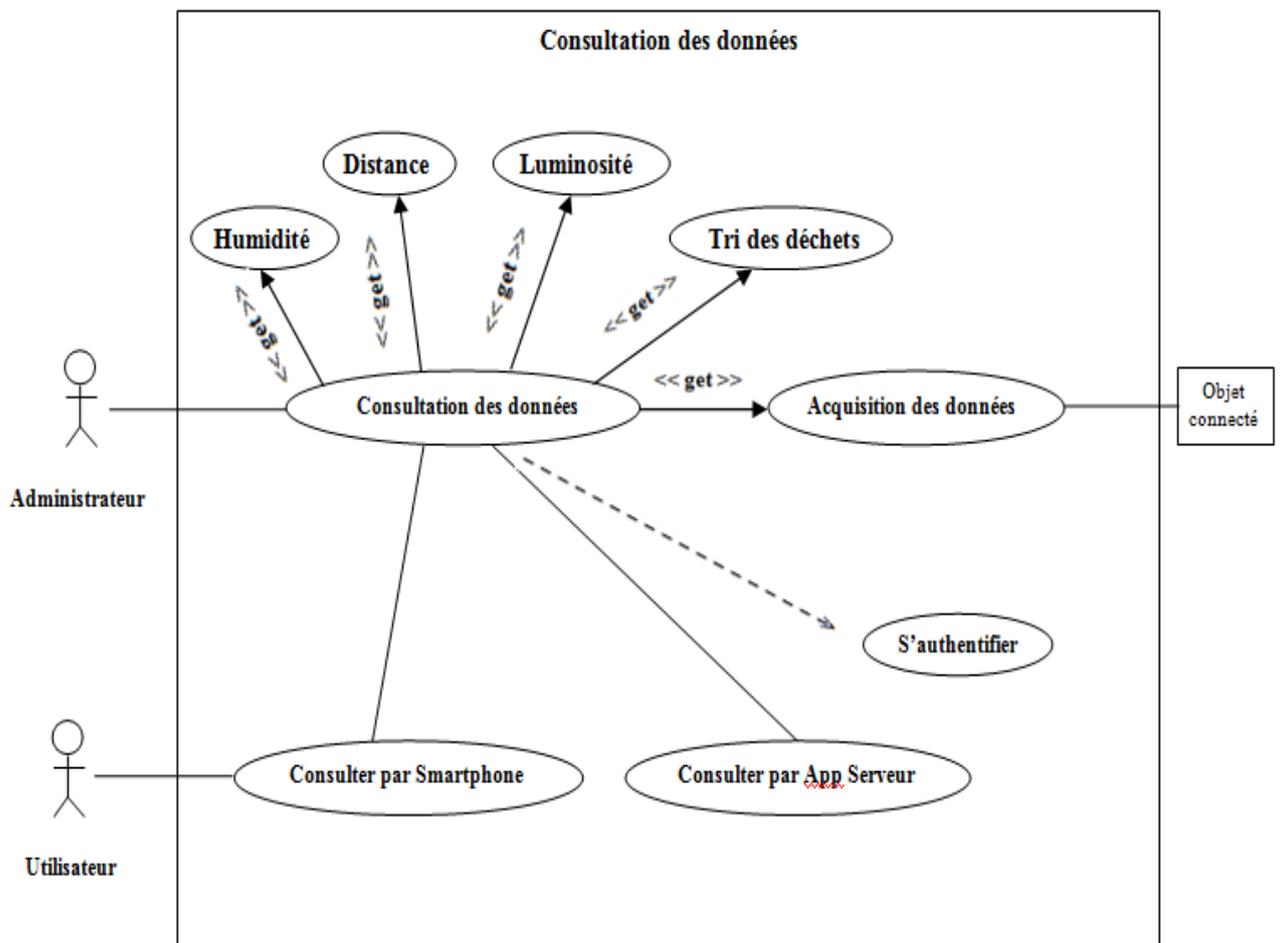


Figure 46 : Diagramme de cas d'utilisation de Consultation des données

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Consultation des données :

Cas d'utilisation	Consultation des données
Acteurs principaux	Administrateur, Utilisateur
Acteurs secondaires	/
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - L'objectif est de permettre aux l'administrateur et l'utilisateur d'utiliser l'application Smartphone pour consulter : - Humidité sur la poubelle. - Le couvercle de la poubelle est fermé / ouvert. - la poubelle est pleine. - L'utilisation de serveur de la part de l'administrateur est pour retourner et consulter les données précédentes.
Prés conditions	<ul style="list-style-type: none"> - la disponibilité de l'Internet sans fil. - Bonne installation de l'objet connecté à sa place. - Le WiFi ou le Bluetooth de smartphone doit être activé. - S'authentifier. - L'utilisateur saisit ses droits d'accès (login et mot de passe).
Poste conditions	/
Scénario nominale	<ul style="list-style-type: none"> - L'administrateur utilisé l'application serveur pour consulter les données après l'exécution de l'application. - L'utilisateur consulter les données après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - Après que l'administrateur et l'utilisateur ont entré toutes leurs données, en peut facile à consulter les données pour l'utilisateur et consulter et vérifier les données pour l'administrateur.
Scénario alternative	<ul style="list-style-type: none"> - l'application demande l'activation du wifi si le wifi n'est pas activer. - l'application indique que les données entrées sont incorrects, si les informations que vous avez saisies sont incorrectes.

Tableau 6 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Consultation des données

5.2.2.3. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le profile :

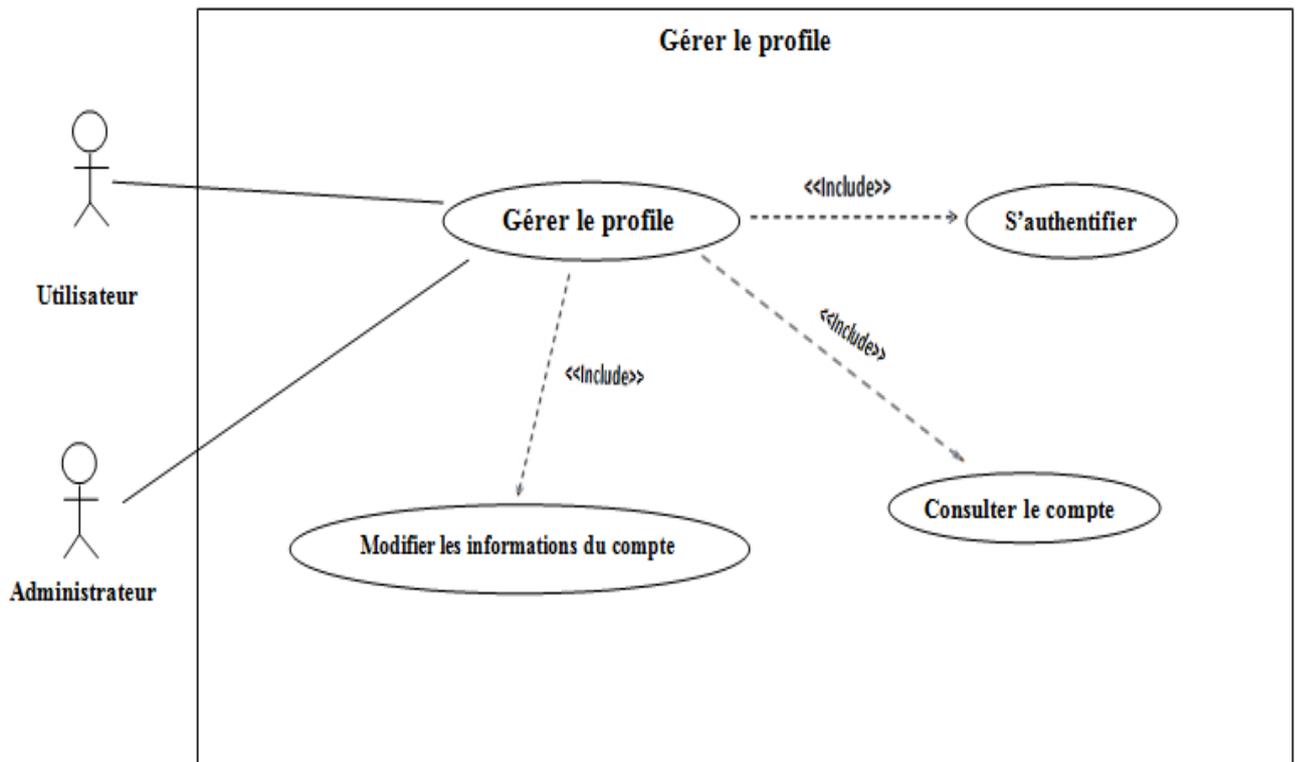


Figure 47 : Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le profile

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le profile :

Cas d'utilisation	Gérer le profile
Acteurs principaux	Administrateur, Utilisateur
Acteurs secondaires	/
Objectif	- Le profile être géré de la part de l'administrateur et consulter et modifier et mettre à jour les informations de leur compte (Nom l'utilisateur, mot de passe, Num Tel, pseudo, Email). - Le profile être géré de la part de l'utilisateur et consulter et modifier et mettre à jour les informations de leur compte (Nom l'utilisateur, mot de passe, Num Tel, pseudo, Email).
Prés conditions	- la disponibilité de l'Internet sans fil. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu
Poste conditions	/
Scénario nominale	- L'administrateur utilise l'application serveur pour consulter les

	<p>données après l'exécution de l'application.</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisateur utilise l'application serveur pour consulter les données après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - L'administrateur saisir l'authentification au système. - L'utilisateur saisir l'authentification au système. - Affichage du menu par application pour l'administrateur et l'utilisateur. - facile à consulter les données pour l'utilisateur et consulter, vérifier et modifier les données pour l'administrateur.
Scénario alternative	<ul style="list-style-type: none"> - L'application continue d'indiquer que les informations de l'identifiant sont incorrectes jusqu'à la fin de la saisie des informations correcte. - l'application valide les données modifier sur un compte et transmis un message pour confirmer la modification. - transmis un message par l'application pour informer que le wifi n'est pas activer. - transmis un message par l'application pour informer que le serveur est hors ligne.

Tableau 7 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le profile

5.2.2.4. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs

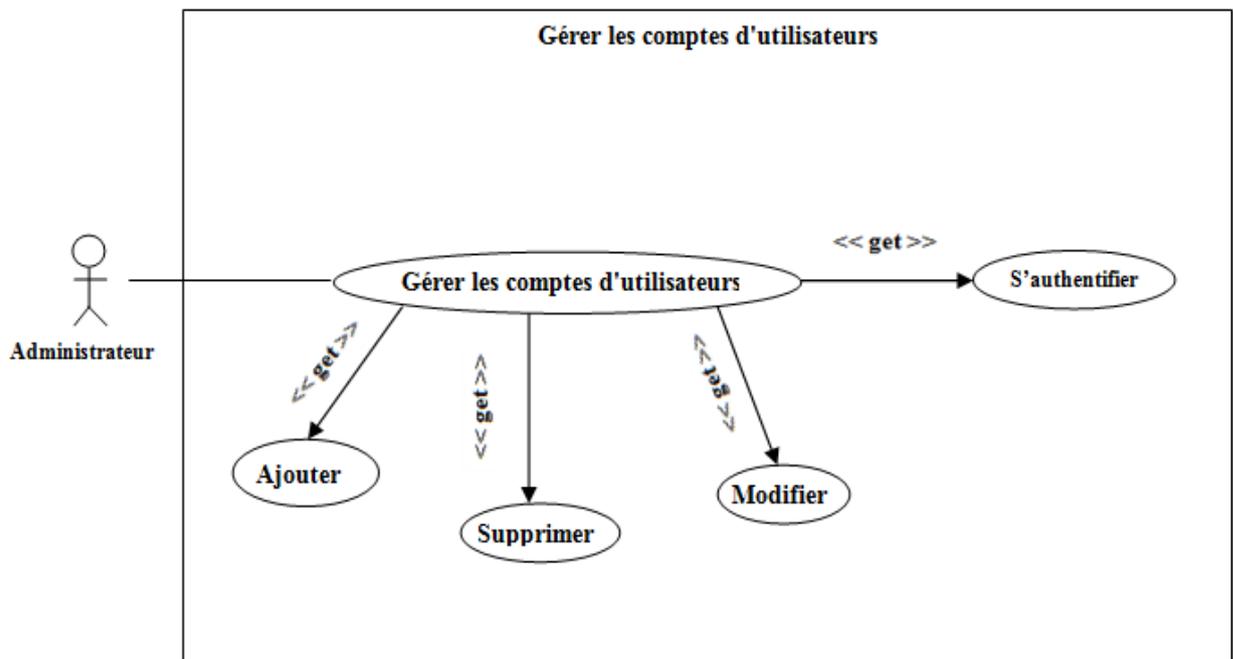


Figure 48 : Diagramme de cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs :

Cas d'utilisation	Gérer les comptes d'utilisateurs
Acteurs principaux	Administrateur
Acteurs secondaires	/
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - Ajoutez de nouveaux utilisateurs et supprimez-en d'autres. - Contactez les utilisateurs à tout moment, n'importe où connecté au réseau. - L'administrateur doit mettre à jour les informations des utilisateurs (Nom l'utilisateur, mot de passe, Num Tel, pseudo, Email), et gérer leurs comptes. - L'administrateur consulté la liste des utilisateurs, vérifier et modifier leurs données.
Prés conditions	<ul style="list-style-type: none"> - la disponibilité de l'Internet sans fil. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu
Poste conditions	/
Scénario nominale	<ul style="list-style-type: none"> - L'administrateur utilisé l'application serveur pour consulter les listes après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - L'administrateur saisir l'authentification au système. - Affichage du menu par application pour l'administrateur contient la liste des utilisateurs et icone contient la phrase « Ajouter un nouveau utilisateur », pour ajouter un nouvel utilisateur. - L'administrateur en peut Accède à tout les comptes des utilisateurs et fait les opérations sur les comptes (Supprimer, Modifier, Ajouter).
Scénario alternative	<ul style="list-style-type: none"> - L'application continue d'indiquer que les informations de l'identifiant sont incorrectes jusqu'à la fin de la saisie des informations correcte. - l'application et valide les données modifier sur un compte et transmis un message pour confirmer la modification. - transmis un message par l'application pour informer que le wifi n'est pas activer. - transmis un message par l'application pour informer que le serveur est hors ligne. - Envoyez un message pour informer que l'administrateur a effectué une opération critique sur l'application.

Tableau 8 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer les comptes d'utilisateurs

5.2.2.5. Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets :

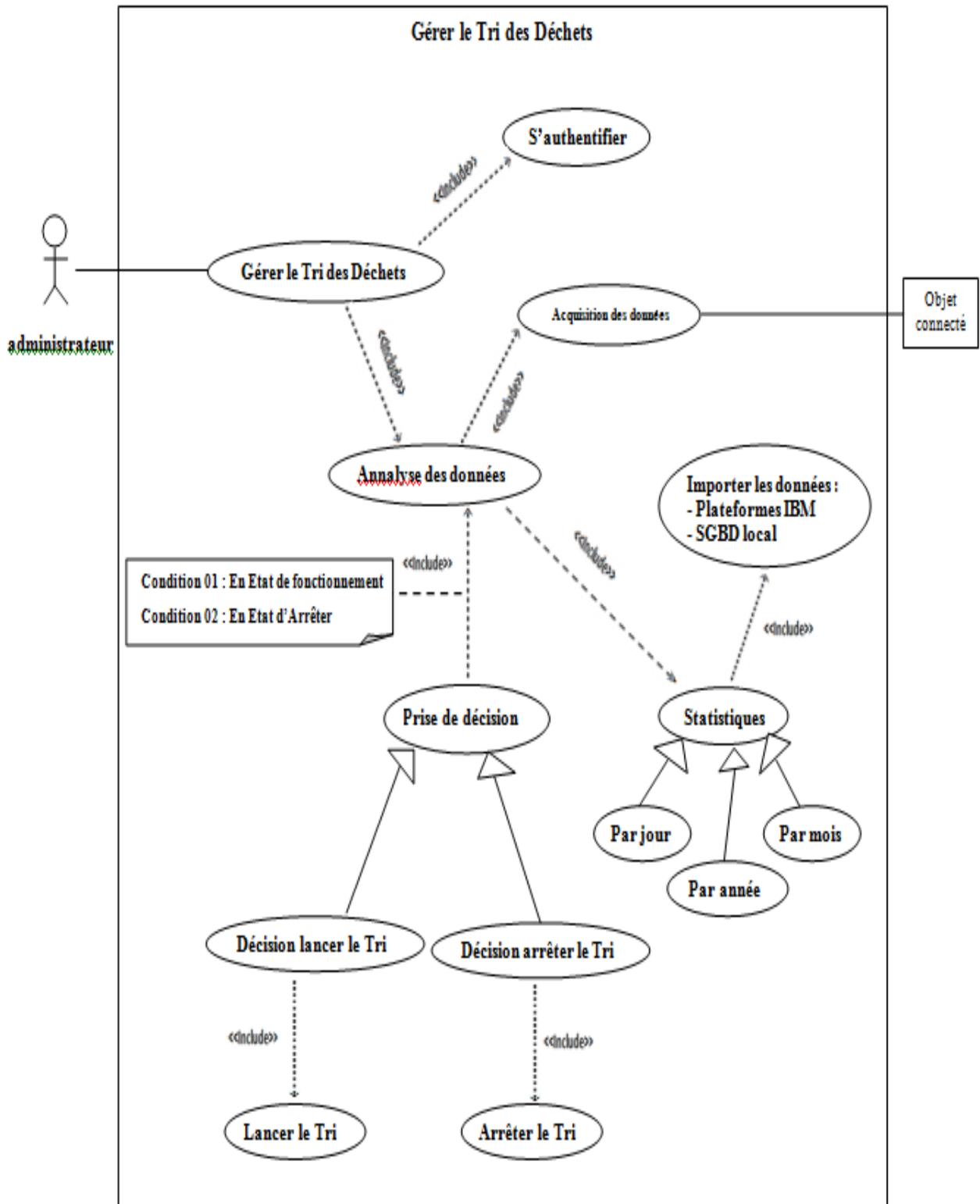


Figure 49 : Diagramme de cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets :

Cas d'utilisation	Gérer le Tri des déchets
Acteurs principaux	Administrateur
Acteurs secondaires	Objet connecté
Objectif	- Avant la communication entre les différents dispositifs à travers les données que transmis, et le bon fonctionnement de ces dispositifs, le Tri en état de fonctionnement automatiquement ou en état d'arrêter.
Prés conditions	- la disponibilité de réseau l'Internet sans fil. - L'état de l'objet connecté est bon fonctionnement. - Le Wifi ou le Bluetooth doit être activé pour assure la communication entre l'objet connecté et la passerelle. - obligatoire d'ouvrir un compte dans la plateforme IBM. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu
Poste conditions	/
Scénario nominale	- L'administrateur utilise l'application serveur pour consulter les données après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - L'administrateur saisir l'authentification au système. - Affichage du menu par application pour l'administrateur contient les différentes données. - L'administrateur utilisé l'application pour consulté l'état en temps réel de fonction/non fonction de Tri. - L'administrateur utilisé l'application pour consulté les statistiques par (jour, mois, année) pour prendre des décisions à ce sujet.
Scénario alternative	- transmis un message par l'application pour informer que le serveur est hors ligne. - transmis un message par l'application pour informer que le wifi n'est pas activer. - L'application continue d'indiquer que les informations de l'identifiant sont incorrectes jusqu'à la fin de la saisie des informations correcte.

Tableau 9 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gérer le Tri des déchets

5.2.2.6. Diagramme de cas d'utilisation d'Administration le système :

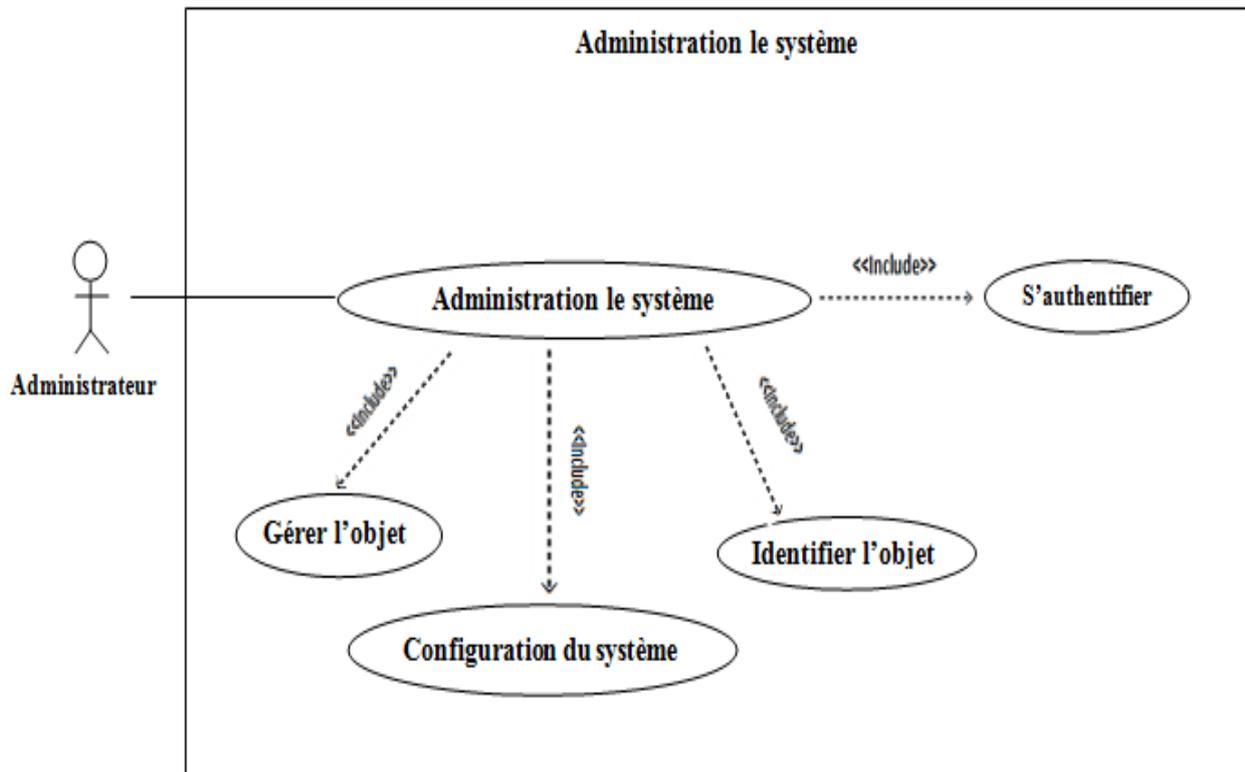


Figure 50 : Diagramme de cas d'utilisation d'Administration le système

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Administration le système :

Cas d'utilisation	Administration le système
Acteurs principaux	Administrateur
Acteurs secondaires	/
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - La gestion et l'Identification de l'objet connecté, et la configuration de système. - La mise à jour.
Prés conditions	<ul style="list-style-type: none"> - la disponibilité de réseau l'Internet sans fil. - L'état de l'objet connecté est bon fonctionnement. - Le Wifi ou le Bluetooth doit être activé pour assure la communication entre l'objet connecté et la passerelle. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu

Poste conditions	/
Scénario nominale	<ul style="list-style-type: none"> - L'administrateur utilisé l'application serveur pour consulter les données après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - L'administrateur saisir l'authentification au système. - Affichage du menu par application pour l'administrateur contient les différentes données. - L'administrateur utilisé l'application pour modifier la stratégie de Tri et de collecte les déchets. - L'administrateur utilisé l'application pour définir les données maximales qui signalées par les capteurs tell que (humidité, distance, luminosité).
Scénario alternative	/

Tableau 10 : Fiche descriptive du cas d'utilisation d'Administration le système

5.2.2.7. Diagramme de cas d'utilisation de Stockage des données :

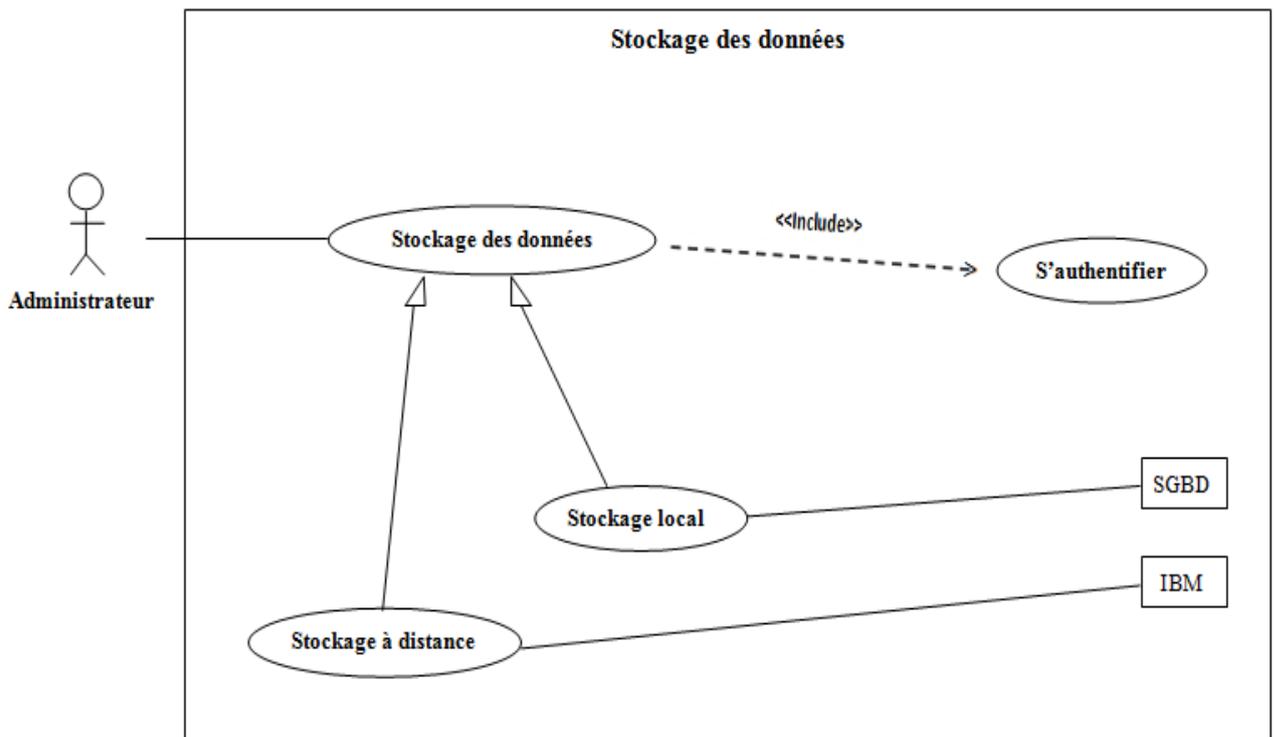


Figure 51 : Diagramme de cas d'utilisation de Stockage des données

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Stockage des données :

Cas d'utilisation	Stockage des données
Acteurs principaux	Administrateur
Acteurs secondaires	IBM, SGBD
Objectif	- L'administrateur peut changer la méthode de stockage ou passer les données d'un côté à l'autre, via le stockage locale à travers une base de données SGBD ou à distance en Cloud IBM.
Prés conditions	- la disponibilité de réseau l'Internet sans fil. - L'état de l'objet connecté est bon fonctionnement. - Le Wifi ou le Bluetooth doit être activé pour assure la communication entre l'objet connecté et la passerelle. - obligatoire d'ouvrir un compte dans la plateforme IBM. - L'état du serveur est bon et fonctionne en continu.
Poste conditions	/
Scénario nominale	- L'administrateur utilisé l'application serveur pour consulter les données après l'exécution de l'application. - L'application demande l'authentification. - L'administrateur saisir l'authentification au système. - Affichage du menu par application pour l'administrateur contient les différentes données. - L'administrateur utilisé l'application pour Choisissez la méthode de stockage de données entre le stockage locale à travers une base de données SGBD ou à distance en Cloud IBM.
Scénario alternative	- transmis un message par l'application pour informer que le serveur est hors ligne. - transmis un message par l'application pour informer que le wifi n'est pas activer. - L'application continue d'indiquer que les informations de l'identifiant sont incorrectes jusqu'à la fin de la saisie des informations correcte. - Envoyez un message depuis l'application pour informer du succès de l'opération de choisissez la méthode de stockage de données.

Tableau 11 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Stockage des données

5.2.2.8. Diagramme de cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté :

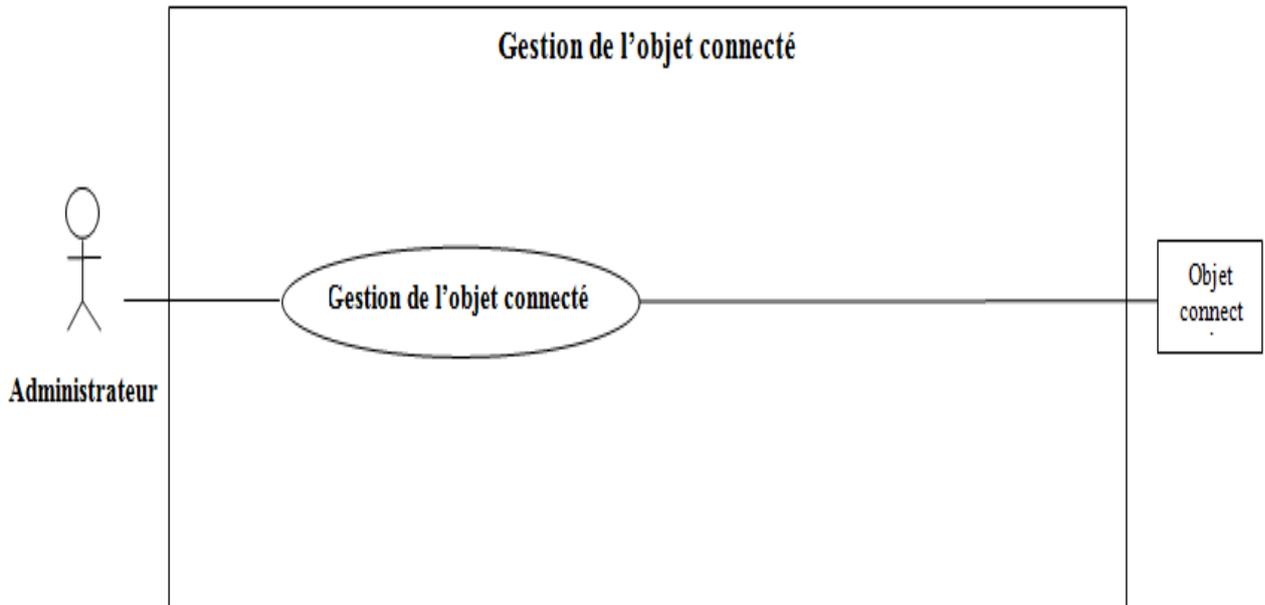


Figure 52 : Diagramme de cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté

√ Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté :

Cas d'utilisation	Gestion de l'objet connecté
Acteurs principaux	Administrateur
Acteurs secondaires	Objet connecté
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> - La mise à jour des codes aux niveaux de la carte Arduino aux différents capteurs chacun selon ses caractéristiques. - Les interventions techniques sont immédiatement pour réparer le défaut en cas de en panne à l'objet connecté.
Prés conditions	/
Poste conditions	/
Scénario nominale	- Les interventions techniques sont immédiatement pour réparer le défaut en cas de en panne à l'objet connecté.
Scénario alternative	/

Tableau 12 : Fiche descriptive du cas d'utilisation de Gestion de l'objet connecté

II- Conception d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets :

1. Introduction :

Pour cette étape, "la phase de conception du système", nous allons essayer de dessiner un schéma des dispositifs que nous avons utilisés dans ce projet, et nous discuterons des différentes fonctions du système.

2. Architecture matérielle :

La représentation des matérielles de système selon la figure ci-dessous :

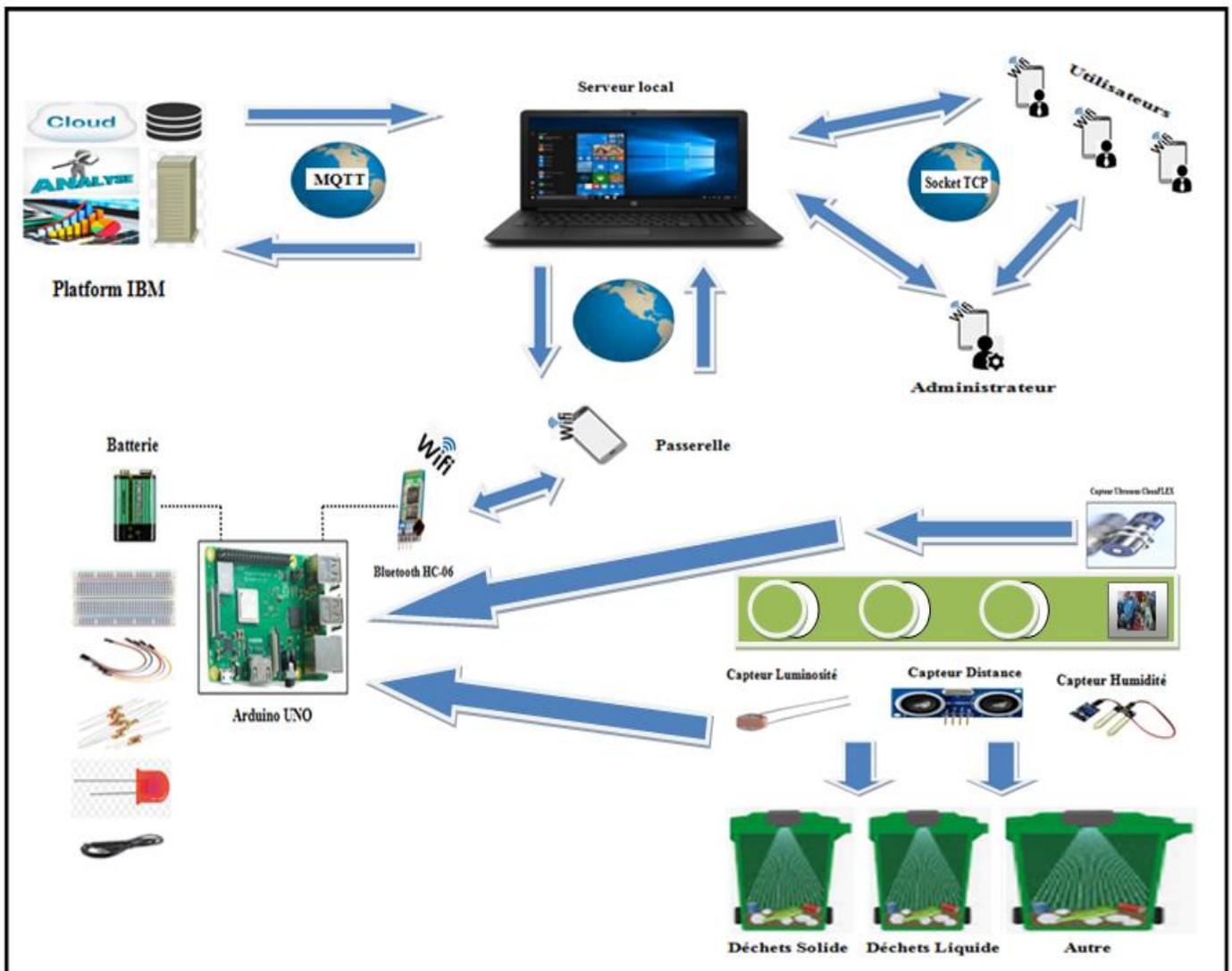


Figure 53 : L'architecture matérielle du système

3. Architecture logicielle :

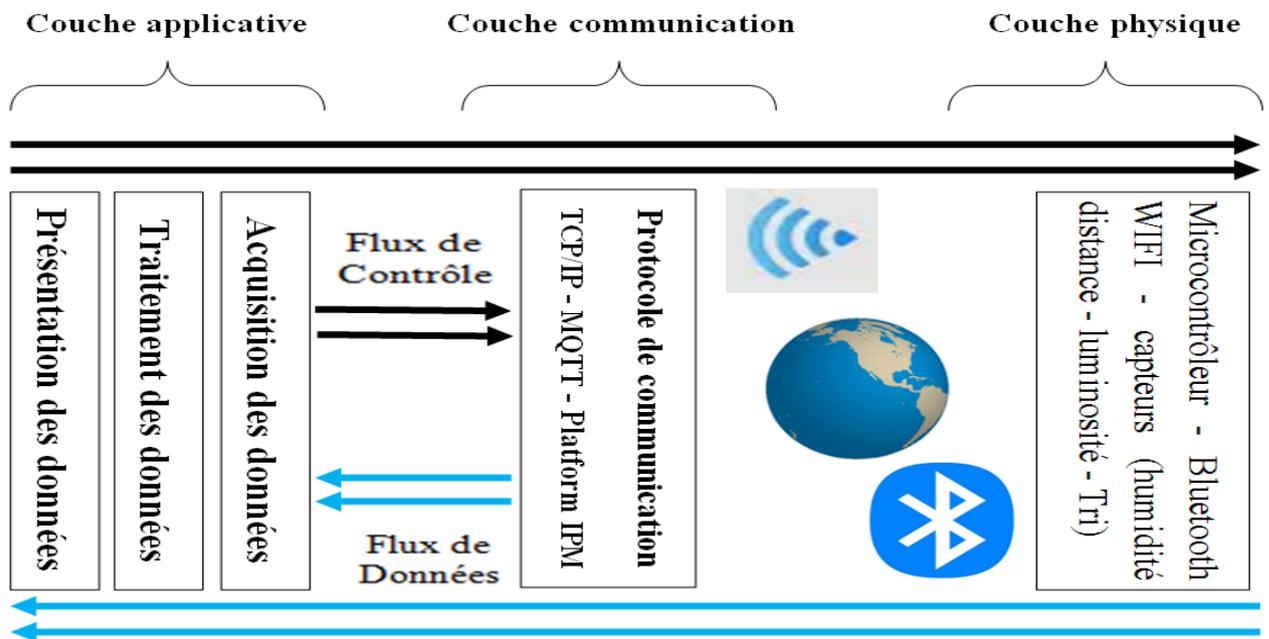


Figure 54 : L'architecture logicielle du système

4. Diagramme de classe :

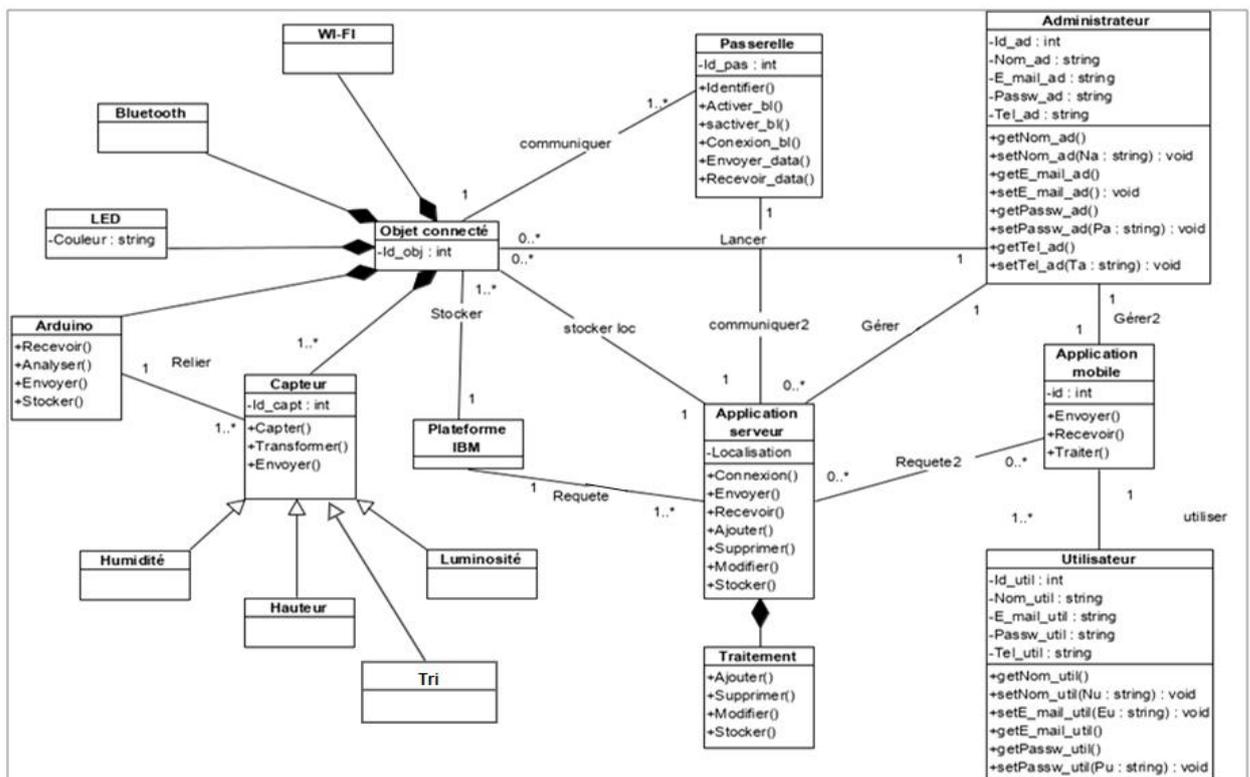


Figure 55 : Diagramme de classe du système

5. Fonctionnalités du système :

Concernant la structure des dispositifs système que nous avons représentés (figure 53) nous avons tenté de concevoir un système de tri au niveau de poubelle, avec mise en place d'un système de communication entre les différents dispositifs proche communication ou à distance, afin d'échanger des messages contenant des informations sur la base desquelles tous les dispositifs fonctionnent, afin de fournir des services de qualité aux personnes et les institutions.

La première chose, nous commençons par le rôle de serveur local, qui reçoit et transmet des données, et met en commun des fichiers à plusieurs utilisateurs, qui gère par un administrateur, à travers la connexion entre le client (administrateur/utilisateurs) et le serveur, et chaque utilisateur peut travailler en autonomie, et bénéficie des données d'autres utilisateurs stockées au serveur.

De plus, le rôle de l'administrateur est gérer le système, il peut accéder au serveur et ajouter un nouveau utilisateur ou modifier le mot de passe du compte d'utilisateur, en plus l'administrateur analyse les données prévenant de différents capteurs en temps réel, et fait les statistiques à travers ces données reçues, pour aider à prendre la décision et distribuer les poubelles dans les rues de la ville.

D'un côté, on peut stocker les données en base de données / Cloud, pour utiliser ces données dans notre projet, y compris les messages envoyés par les capteurs à travers la carte arduino, comme le remplissage de poubelle ou l'humidité dans celle-ci ou la porte de la poubelle est ouverte.

En ce qui concerne le capteur qui détecte les déchets, il existe un algorithme qui fonctionne à cet égard en identifiant les déchets, solides, liquides ou Autre, et à envoyer un message à la carte Arduino, pour ouvrir la porte de la poubelle, en plus d'envoyer des données au serveur à travers un passerelle (Internet, Wifi), pour informer l'administrateur et les utilisateurs de l'état de la poubelle, ainsi que le stockage des données au niveau de la base de données pour l'exploitation, l'analyse et la prise de décisions qui bénéficieront à l'environnement dans l'affirmative.

D'autre part les trois couches de l'architecture logicielle du système (figure 54) représente les protocoles de communication entre les différents dispositifs matériels et logiciels, en plus collecte les données à travers les différents capteurs, et en fin réception des données, traiter et représente les données.

6. Motivation des choix :

Dans la figure précédente (figure 53), nous avons clarifié en concevant la liste de dispositifs qui seront utilisés au niveau de la poubelle, Alors que le composant principal de ce schéma c'est le capteur qui sépare les déchets solides et liquides, et en plus réalisation le système IoT.

Pour les autres composants, nous avons choisi une poubelle ordinaire qui est utilisé en général, et au niveau de la plupart des quartiers, à travers son prix ainsi que sa bonne qualité, en plus de la carte arduino et de ses accessoires, et on commence d'explique comment les composants précédentes ont été choisis :

6.1. La carte Arduino⁶⁸:

Nous avons choisi la carte Arduino UNO, pour les considérations suivantes :

- * Abordable pour tout le monde (les débutants).
- * Multiplateforme (Java, Windows, Linux ...).
- * Facile à utiliser.
- * Programmation open source.
- * Disponible et le prix raisonnable.

En plus les caractéristiques, description technique de cette carte arduino qu'à qui nous avons fait référence dans la première partie (chapitre 1). D'un autre cotè, cette carte est raisonnable selon leur prix (~ 20 Euros /~ 3.000 dinars algériens), et il y a aussi un kit à un prix très raisonnable et complet (kit /~ 52 Euros /~ 7.000 dinars algériens) selon la figure ci-dessous.



Figure 56 : kit Arduino UNO R3

Dans le même contexte, les autres accessoires (nécessaire pour ce projet) et vendu avec le kit que cibler avec la carte Arduino (inclus et calculé dans le prix), Comme, la carte d'essai avec câble, les résistances, les LED, Câble USB.

6.2. La Poubelle :

Pour notre choix de poubelle, elle sera basée sur le prix et le type, afin de réduire le coût de notre projet, et pour cette raison la poubelle mentionnée ci-dessous a été choisie, parce qu'elle est parfaite pour ce projet qui tri les déchets.



Figure 57 : Poubelle à 3 compartiments

6.3. Les capteurs : Dans notre projet, nous avons utilisé les capteurs suivants :

* Capteur pour le mesurer de Tri :

WMS capteur à ultrasons (WMS-35/RT)

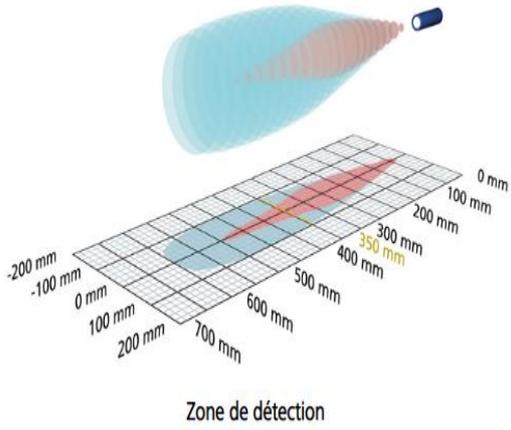
Description et caractéristiques	Image
<ul style="list-style-type: none"> √ 01 sortie écho résistant à : 10 ma √ 05 portées de détection avec une portée de mesure comprise entre : 30 mm et 8 m √ Résolution : 0.36 m √ Tension de service : 10 – 30 v √ Boîtier : cylindrique M30 √ Plage de mesure : 65 - 600 mm √ Mode de fonctionnement : capteur pour appareils de traitement √ Fréquence du transducteur : 400 kHz √ Zone morte : 65 mm √ Portée de service : 350 mm √ Portée limite : 600 mm √ Reproductibilité : $\pm 0,15 \%$ √ Précision : variation de température 0,17 %/K √ Tension de service UB : 10-30 V CC, protégée contre les inversions de polarité √ Ondulation résiduelle : $\pm 10 \%$ √ Consommation de courant à vide : $\leq 30 \text{ mA}$ √ Type de raccordement : connecteur M12 x 4 pôles √ Durée conseillée du cycle de mesure : 12 ms √ Température de service : -25° C à $+70^\circ \text{ C}$ √ Température de stockage : -40° C à $+85^\circ \text{ C}$ √ Poids : 200 g 	 <p>Figure 58 : WMS capteur à ultrasons (wms-35/RT)</p>  <p>Figure 59 : Zone de détection de cet capteur</p>

Tableau 13 : Description et caractéristiques de capteur à ultrasons (WMS-35/RT)

* Capteur pour le mesurer de détection la humidité :

Capteur d'Humidité DHT11 :

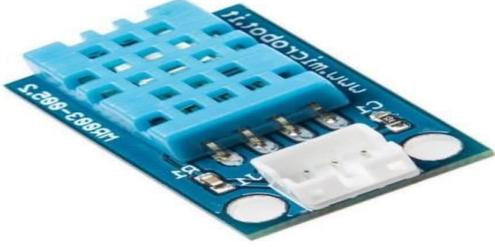
Description et caractéristiques	Image
<ul style="list-style-type: none"> √ Alimentation : 5V √ Consommation : 0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum √ Etendue de mesure température : 0°C à 50°C ± 2°C √ Etendue de mesure humidité : 20-90%RH ±5%RH 	 <p data-bbox="863 763 1374 797">Figure 60 : Capteur d'humidité DHT 11</p>

Tableau 14 : Description et caractéristiques de capteur humidité DHT11

* Capteur pour le mesurer de détection la distance:

Capteur de distance ultrason HC-SR04

Description et caractéristiques	Image
<ul style="list-style-type: none"> √ Tension de fonctionnement : 5 V continu √ Consommation (en fonctionnement) : 15mA √ Fréquence de fonctionnement : 40Hz √ Distance Minimale : 2cm √ Distance maximale : 400cm (4m) (dans de bonnes conditions) √ Angle de mesure : 15 degrés √ Signal d'entrée – trig : déclenchement de la mesure: impulsion 10µS TTL √ Signal de sortie – echo : impulsion lorsque l'écho est reçu : signal TTL (dépend de la distance mesurée) √ Dimensions : 45 x 20 x 15mm 	 <p data-bbox="879 1585 1353 1619">Figure 61 : Capteur distance DHT 11</p>

Tableau 15 : Description et caractéristiques de capteur distance ultrason HC-SR04

* Capteur pour le mesurer de détection l'état de couvercle ouverte/ferme "Luminosité" :

Capteur de Luminosité

Description et caractéristiques	Image
<ul style="list-style-type: none">√ Dimensions : 63x76mm√ Type de détecteur : Crépusculaire√ Fréquence (en Hertz) : 50Hz√ Tension: (en Volt) : ~ 220-240V AC√ Valeur de détection : (en lux) : ~5 à 100 lux√ Minuteur : ~ 10s à 7min√ Indice de Protection : IP44√ Charge électrique : 10 A	 <p data-bbox="916 853 1326 887">Figure 62 : Capteur Luminosité</p>

Tableau 16 : Description et caractéristiques de capteur Luminosité 10A 220V

Chapitre 02 :

Réalisation d'une poubelle public intelligente

Basée

Tri des déchets

Chapitre 02

Réalisation d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets

1. Introduction :

Dans la deuxième partie (chapitre 01), nous avons fait le processus de détermination de la conception, que nous allons essayer d'incarner dans ce chapitre, dans lequel nous avons utilisé divers dispositifs et logiciels pour développer ce projet, et nous aborderons dans ce chapitre les différents programmes qui accompagnera et soutiendra notre projet.

2. Les langages de programmation, plateformes :

Dans cette partie, Nous discutons les différents langages de programmation, et les plateformes utilisés dans notre projet.

Voila quelques programmes et plateformes liés à notre projet :

2.1. Java⁶⁹: Est un langage de programmation orienté objet, développé par Sun Microsystems en 1995. Il permet de créer des logiciels compatibles avec de nombreux systèmes d'exploitation (Windows Linux, ect..). Il donne aussi la possibilité de développer des programmes pour téléphones mobiles. Ce langage utilisé sur internet pour des défirent applications intégrées à la page web. La société Sun a été ensuite rachetée en 2009 par la société Oracle.



Figure 63 : logo java

2.2. Arduino IDE⁷⁰: Arduino IDE est une application multiplateforme qui est écrite dans les fonctions de C et C++. Il est utilisé pour écrire et télécharger des programmes sur des cartes compatibles Arduino, en plus contient un éditeur de texte pour écrire du code, et un terminal pour communiquer avec la carte Arduino.



Figure 64 : logo Arduino IDE

2.3. C++⁷¹: Est un langage de programmation compilé permettant la programmation sous de multiples paradigmes (comme la programmation procédurale, orientée objet ou générique). Ses bonnes performances, et sa compatibilité avec le C en font un des langages de programmation les plus utilisés dans les applications où la performance est critique. Cette langage créée par Bjarne Stroustrup et normalisé en 1998.



Figure 65 : logo C++

2.4. NetBeans⁷²: Est un environnement intégré open source (sous licence CDDL, GPLv2), utilisé par le développement, en plus NetBeans prend en charge différents langages comme C, C ++. Il offre toutes les facilités d'un IDE moderne (éditeur en couleurs, projets multi-langage, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web). NetBeans est disponible sous nombreuses systèmes d'exploitation.



Figure 66 : logo NetBeans

2.5. MySQL⁷³: Est un système de gestion de bases de données relationnelles, et très grands ensembles de données distribuées, il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, MySQL en concurrence avec Oracle, PostgreSQL et Microsoft SQL Server. MySQL AB a été acheté le 16 janvier 2008 par Sun Microsystems



Figure 67 : logo MySQL

3. Réalisation de l'objet connecté :

3.1. L'installation de la carte Arduino à la connexion (Serveur) :



Figure 68 : L'installation de la carte Arduino à l'ordinateur (Serveur)

À travers cette câble USB en peut alimenter la carte Arduino et installer les drivers USB du port, puis télécharger le logiciel Arduino et installé le programme qui communique avec les objets et le serveur.



Figure 69 : Le port USB installé

3.2. L'installation de la batterie, LED, sur la carte Arduino :

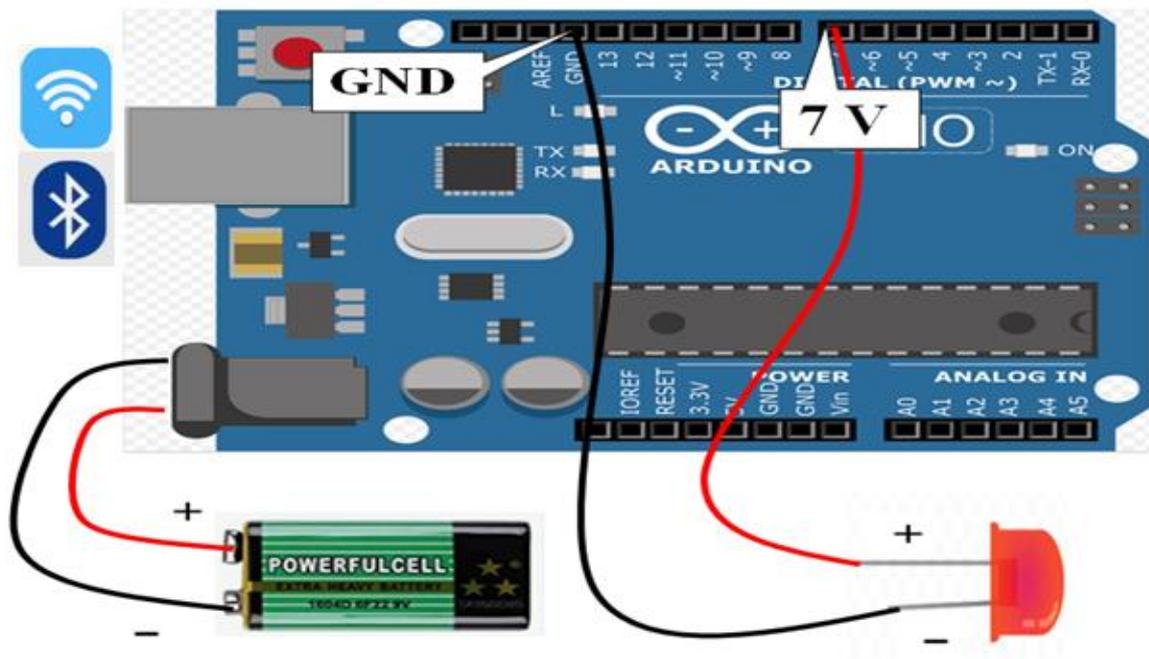


Figure 70 : La batterie, LED, installez sur la carte Arduino

* **Port GND** : Il existe de nombreux ports GND sur la carte Arduino qui peuvent être utilisés pour alimenter les composants en tant qu'électrode négative dans les circuits électriques.

* **Exemple Code "LED"⁷⁴**:

```
int Led =7; // Définie une variable représentant le port 7 dans Arduino.
void setup() {
  pinMode(Led,OUTPUT); // fonction (Numéro de port, type)
}
void loop() // fonction (boucle) / HIGH- active le port / LOW- arrêter le port
{
  digitalWrite(Led,HIGH);
  delay(1000); // fonction (variable entier/ 1000 ms = 1s)
  digitalWrite(Led,LOW);
  delay(1000);
}
```

3.3. L'installation de différents capteurs sur la carte Arduino au niveau de la Carte d'essai :

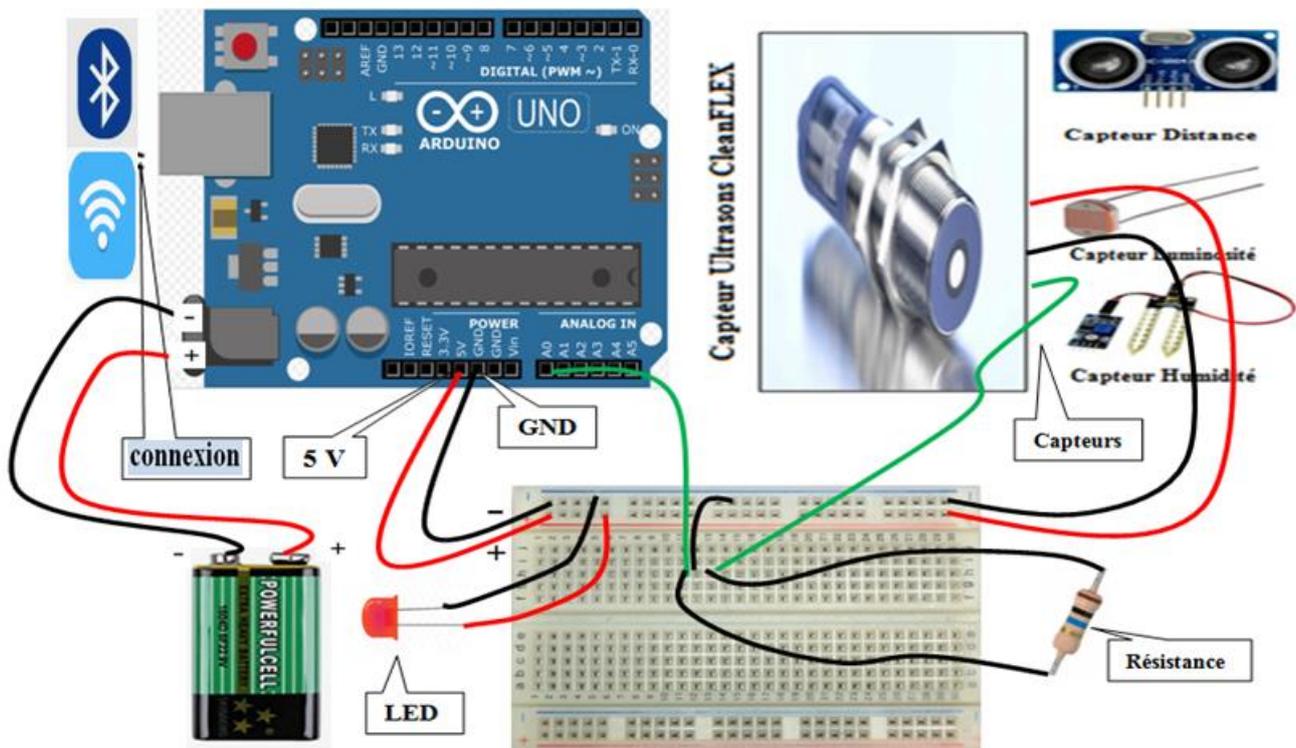


Figure 71 : L'installation des différents dispositifs avec les capteurs sur la carte Arduino au niveau de la Carte d'essai

Chapitre 02 : Réalisation d'une poubelle public intelligente Basée Tri des déchets

Ce schéma (figure 71) contient un groupe des dispositifs qui liée a notre projet, interconnectés les uns aux autres par des fils, et renforcée ce schéma par un résistance pour maintenir un courant modéré. En plus nous avons connecté les dispositifs capteurs via la carte Arduino pour contrôler cet équipement du côté de l'envoi d'informations, et par la suite des exemples de (code source) utilisés pour la carte Arduino.

* Exemple Code "Capteur HC-SR04 Ultrasonic distance"⁷⁵:

```
#define trigPin 2
#define echoPin 3
// Définir des variables
long duration;
int distance;
void setup() {
// Définissez les entrées et les sorties
pinMode (trigPin, OUTPUT);
pinMode (echoPin, INPUT);
// Commencez la communication série à une vitesse de transmission de 9600
Serial.begin (9600);
}
void loop() {
// Effacez le trigPin en définissant sur LOW
digitalWrite (trigPin, LOW);
delayMicroseconds (5);
// Déclenchez le capteur en définissant le trigPin sur 10 microsecondes
digitalWrite (trigPin, HIGH);
delayMicroseconds (10);
digitalWrite (trigPin, LOW);
// Lire l'échoPin, pulseIn () renvoie la durée (durée de l'impulsion) en microsecondes
duration = pulseIn (echoPin, HIGH);
// Calculez la distance
distance = duration * 0.034 / 2;
// Imprimez la distance sur le moniteur série (Ctrl + Maj + M)
Serial.print ("Distance = ");
Serial.print (distance);
Serial.println (" cm");
Delay (50);
}
```

* Exemple Code "Capteur de température et de Humidité"⁷⁶:

```
Void setup()
{
// Initialisation du port
Serial.befin (115200);
Serial.println (F("Demo DHT11 et DHT22"));
}
```

```
}
Void loop()
{ // Lecture de la température et de l'humidité
float temperature, humidity;
{ // Affichage de la température et du taux d'humidité
Serial.print (F("Humidité (%): "));
Serial.println (humidity, 2);
Serial.print (F("Temperature (^C): "));
Serial.println (temperature, 2);
}
break; // Pause
}
// Lit le Capteur
byte readDHT11 (byte pin, float* temperature, float* humidity);
{
byte data [5];
byte ret = readDHTxx (pin, data, 18; 1000);
// Calcul la vrai valeur de la température et de humidité
*humidity = data[0];
* temperature = data[2];
return DHT_SUCCESS.
}
```

* Exemple Code "Capteur de luminosité"⁷⁷:

```
int photocellPin = 0; // la cellule et le pulldown 10K sont connectés à A0
int photocellReading; // la lecture analogique du diviseur de résistance analogique
void setup(void)
{
Serial.begin(9600); // Envoyer des informations de correction d'erreur via série
}
void loop(void)
{
photocellReading = analogRead(photocellPin);
Serial.print ("Analog reading = ");
Serial.print (photocellReading); // la lecture analogique brute
if (photocellReading < 10) // boucle pour les défient cas
{
Serial.println (" - Noir");
} else
if (photocellReading < 200)
{
Serial.println (" - Sombre");
} else
if (photocellReading < 500)
{
```

```
Serial.println (" - Lumiere");  
} else  
if (photocellReading < 800)  
{  
Serial.println(" - Lumineux");  
} else  
{  
Serial.println(" - Tres lumineux");  
}  
delay(5000);  
}
```

3.4. L'installation des différents dispositifs au niveau de la poubelle public :

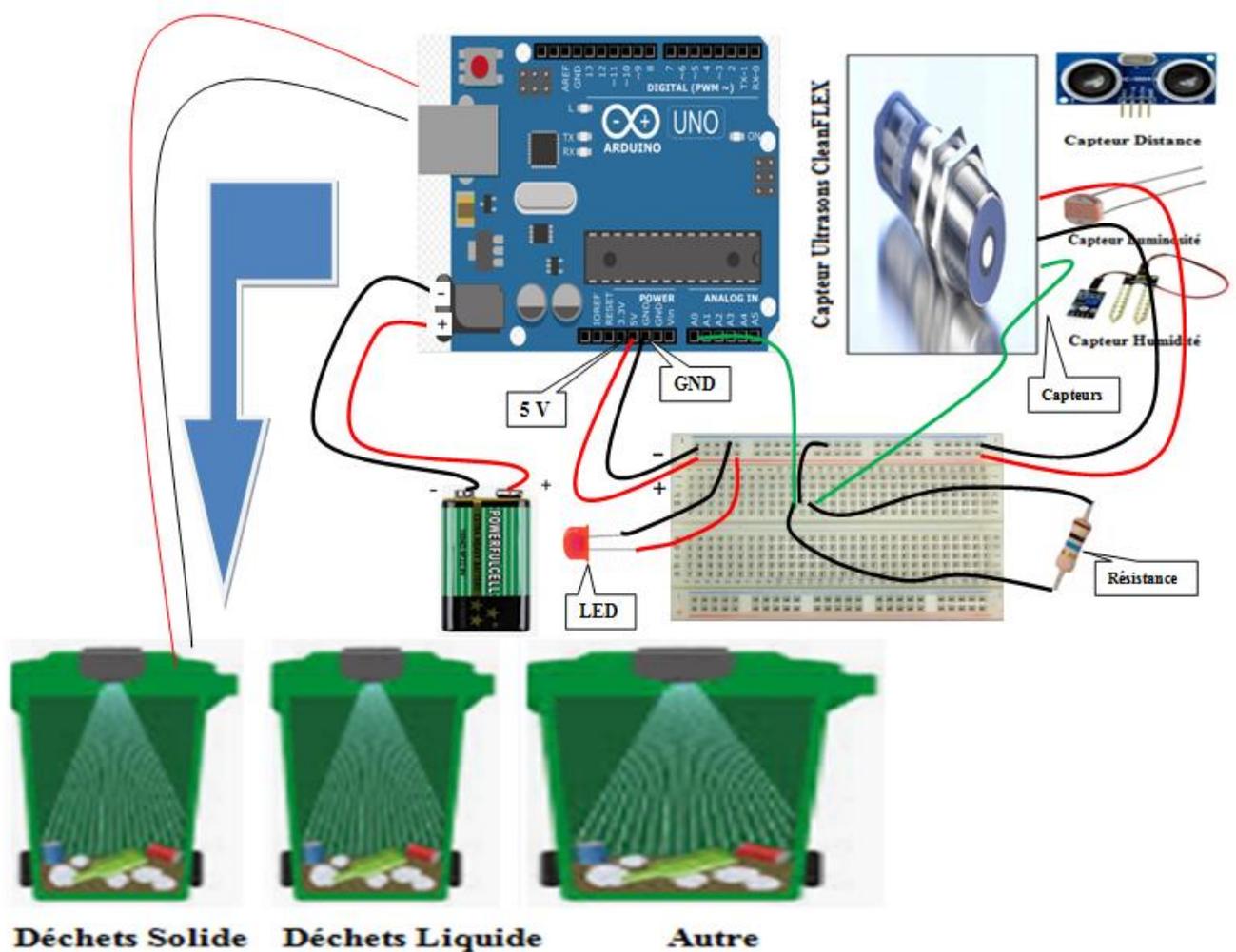


Figure 72 : L'installation des différents dispositifs au niveau de la poubelle public

3.5. Images réelle d'une poubelle public intelligente basée tri des déchets :



Figure 73 : Images réelle d'une poubelle public intelligente basée tri des déchets

3.6. L'emplacement des dispositifs à la poubelle publique intelligente basée tri des déchets :

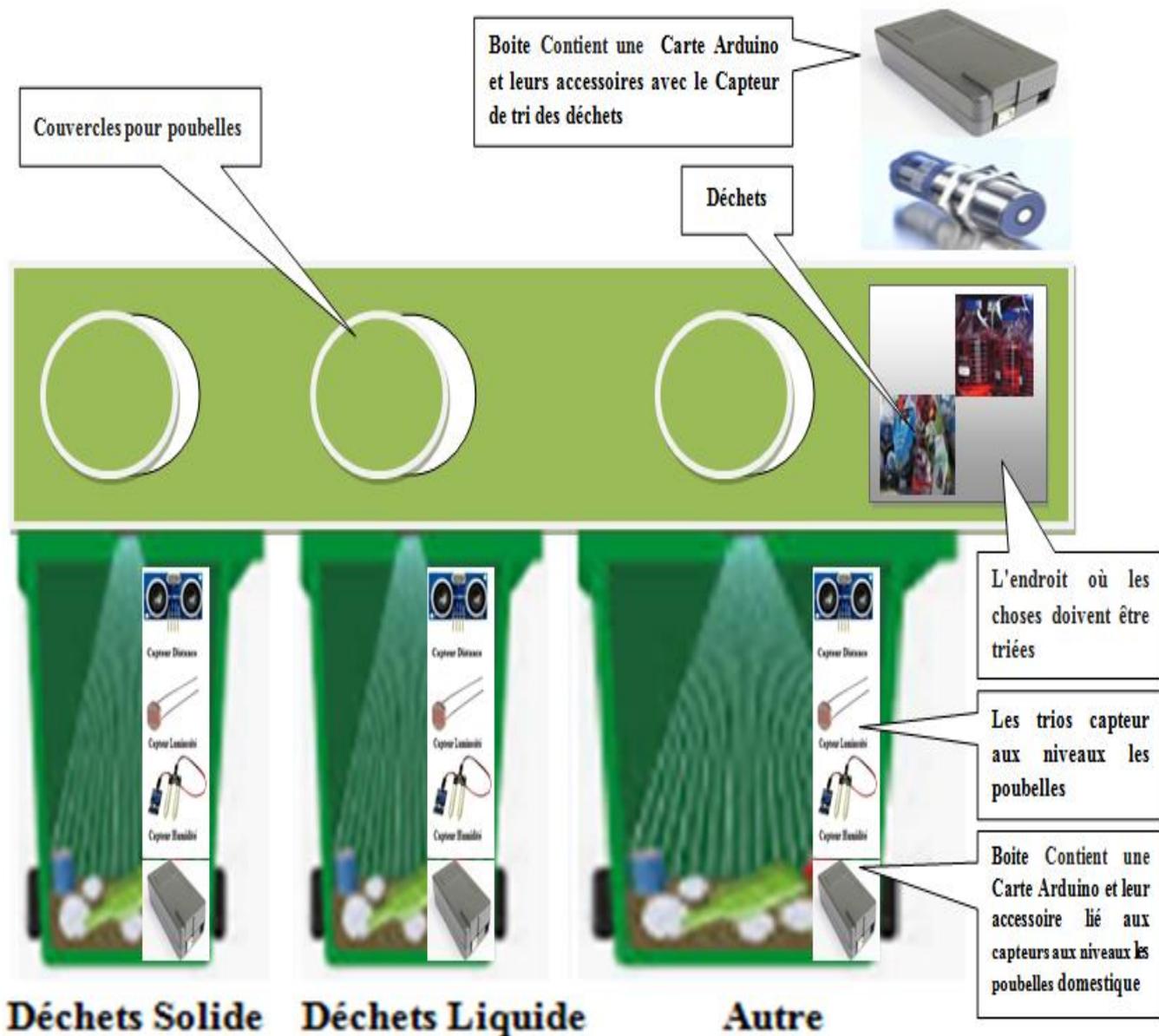


Figure 74 : L'emplacement des dispositifs à la poubelle publique intelligente basée tri des déchets

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion :

Nous avons discuté dans ce mémoire à travers deux parties les notions nécessaires pour la réalisation de nos objectifs. La première partie concerne un état de l'art dont laquelle on a présenté l'Internet des objets et ses avantages, ainsi qu'un aperçu des villes intelligentes, ainsi que des sujets liés à la collecte, le Tri et le recyclage des déchets, comme les poubelles intelligentes basé tri des déchets, qui sont devenus le sujet de plus grand intérêt dans la vie quotidienne du citoyen.

La réalisation d'un système d'internet des objets, et l'utilisation des différent matériels et logiciels, pour gérer un système qui Tri les déchets à travers une poubelle public intelligente est l'objectif principal de notre projet, et ce, en utilisant différent plates-formes, application, protocoles de communication et stockage de données.

Enfin, je peux dire que ce travail m'a permis d'acquérir une bonne expérience dans ce domaine. Surtout à la lumière de l'utilisation généralisée de la technologie de l'Internet des objets et de son expansion dans tous les domaines.

Bibliographie

Bibliographie

- [1]- Zahra Dafri/ Réalisation d'un système basé sur Internet des Objets pour le contrôle des serres intelligentes/ Juillet 2019/ page 11/12.
- [2] - Alain Coulon/ Secrétaire d'ADELI/ l'internet des objet / Hiver 2010/ page 26.
- [3]- Keyur K Patel, Sunil Patel/ Internet of Things - IOT : Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges/ IJESC 2016/ Research Article.
- [4]- Exemples d'objets connectés/ disponible sur : < <https://beebom.com/examples-of-internet-of-things-technology> > (Consulté le 19/06/2020) Buy from Amazon.
- [5]- Exemples d'objets connectés/ disponible sur : < <https://beebom.com/examples-of-internet-of-things-technology> > (Consulté le 19/06/2020) Buy from Amazon.
- [6]- Exemples d'objets connectés/ disponible sur : < <https://beebom.com/examples-of-internet-of-things-technology> > (Consulté le 19/06/2020) Buy from Amazon.
- [7]- Exemples d'objets connectés/ disponible sur : < <https://beebom.com/examples-of-internet-of-things-technology> > (Consulté le 19/06/2020) Buy from Amazon.
- [8]- Exemples d'objets connectés/ disponible sur : < <https://beebom.com/examples-of-internet-of-things-technology> > (Consulté le 19/06/2020) Buy from Amazon.
- [9]- Découverte de la carte Arduino/ Présentation Arduino/ Auteur : Guy SINNIG/ Modification du document par Arnaud Reungoat8/ page 4/5.
- [10]- Jan Axelson/ The Microcontroller Idea Book/ Circuits, Programs, & Applications featuring the 8052-BASIC Microcontroller/ (1994 - 1997)/ page 1.
- [11]- Belalia asma, bekkouche imene/ Réalisation d'un afficheur à LED (Température, date et horloge)/ 2019/ page 4.
- [12]- Disponible sur : < <https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-uno-12420.htm>> (Consulté le 20/06/2020).
- [13]- Disponible sur : <<https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-yun-2-abx0002028740.htm>> (Consulté le 20/06/2020).
- [14]- Disponible sur : <<https://www.gotronic.fr/art-carte-seeeduino-adk-18862.htm>> (Consulté le 20/06/2020).
- [15]- Disponible sur : < <https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-nano-12422.htm>> (Consulté le 20/06/2020).

Bibliographie

- [16]- Disponible sur : <<https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-leonardo-18240.htm>> (Consulté le 20/06/2020).
- [17]- Disponible sur : <<https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-mega-2560-12421.htm>> (Consulté le 20/06/2020).
- [18]- Disponible sur : <<https://www.phonandroid.com/raspberry-pi-4-prix-et-date-de-sortie-fiche-technique-tout-savoir-sur-le-mini-pc-a-tout-faire.html>> (Consulté le 20/06/2020).
- [19]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 36.
- [20]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 22.
- [21]- Disponible sur : <<https://www.velleman.eu/products/view/?id=40574>> (Consulté le 20/06/2020).
- [22]- Yacouba Sanogo/ Conception et fabrication de capteurs et de leur technique d'interrogation pour des applications dans les domaines de la santé et de l'environnement/ École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan/ 2012/ Français/ page 13/14.
- [23]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/43-mouvement>> (Consulté le 20/06/2020).
- [24]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/43-mouvement>> (Consulté le 20/06/2020).
- [25]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/182-proximité>> (Consulté le 20/06/2020).
- [26]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/182-proximité>> (Consulté le 20/06/2020).
- [27]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/37-temperature>> (Consulté le 20/06/2020).
- [28]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/250-thermistance-ctn-10k.html>> (Consulté le 20/06/2020).

Bibliographie

- [29]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/138-dht11-capteur-de-temperature-et-humidite-digital.html>> (Consulté le 20/06/2020).
- [30]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/631-capteur-de-temperature-et-humidite-pro-grove.html>> (Consulté le 20/06/2020).
- [31]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/234-adafruit-ultimate-gps-shield.html>> (Consulté le 20/06/2020).
- [32]- Disponible sur le cite officiel de fabricant : <<https://www.ecubelabs.com/fr>> (Consulté le 20/06/2020).
- [33]- Disponible sur le cite officiel de fabricant : <<https://www.ecubelabs.com/fr>> (Consulté le 20/06/2020).
- [34]- Rapport de la mission à l'Espagne/ Soumaya EL MAMOUNE/ Sujet: Etude de capteur/ universidad politecnica de valencia/ escola politécnica superior de gandia/ 2011-2012.
- [35]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/59-c%3%A2ble-usb-type-a-b.html>> (Consulté le 20/06/2020).
- [36]- Disponible sur : <<https://boutique.semageek.com/fr/184-leds-simples>> (Consulté le 20/06/2020).
- [37]- Disponible sur : <https://boutique.semageek.com/fr/23-10-x-r%3%A9sistances-025w-100-ohms.html?search_query=resistance&results=205> (Consulté le 20/06/2020).
- [38]- محسني هاجر / دور حاويات النفايات المنزلية في الصورة البصرية للمدينة (حالة حي 606 مسكن - مدينة أم البواقي) جامعة العربي بن مهيدي - أم البواقي 2017.2018.
- [39]- Jean DANIELOU/ Commissariat Général au Développement Durable/ La ville intelligente: état des lieux et perspectives en France/ Etudes et documents n°73/ Novembre 2012.
- [40]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 53.
- [41]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 52.
- [42]- Rafai Abderrahmen/ Développement d'un système d'IoT (Internet of Things) pour le Smart Lighting sous la Plateforme IBM/ Juin 2018/ page 31.

Bibliographie

- [43]- Rafai Abderrahmen/ Développement d'un système d'IoT (Internet of Things) pour le Smart Lighting sous la Plateforme IBM/ Juin 2018/ page 31.
- [44]- Rafai Abderrahmen/ Développement d'un système d'IoT (Internet of Things) pour le Smart Lighting sous la Plateforme IBM/ Juin 2018/ page 31.
- [45]- Rafai Abderrahmen/ Développement d'un système d'IoT (Internet of Things) pour le Smart Lighting sous la Plateforme IBM/ Juin 2018/ page 32.
- [46]- ASSOCIATION LA VILLE INTELLIGENTE CITOYENNE (LVIC)/ Président: TONY CANADAS.
- [47]- Disponible sur : <<http://www.leparisien.fr/international/le-top-10-des-smart-cities-21-07-2015-4922951.php>> (Consulté le 21/06/2020).
- [48] - Alexey Medvedev, Petr Fedchenkov, Arkady Zaslavsky, Theodoros Anagnostopoulos and Sergey Khoruzhnikov/ Waste management as an iot-enabled service in smart cities/ In Conference on Smart Spaces/ 2015.
- [49] -Jose M, Gutierrez, Michael Jensen, Morten Henius, and Tahir Riaz/ Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence/ Procedia Computer Science/ Conference Organized by Missouri University of Science and Technology 2015.
- [50]- Theodoros Anagnostopoulos, Arkady Zaslavsky, Alexey Medvedev, and Australia ArkadyZaslavsky/ Robust Waste Collection exploiting Cost Efficiency of IoT potentiality in Smart Cities/ In 2015 International Conference on Recent Advances in Internet of Things (RIoT)/ April 2015.
- [51]- Theodoros Anagnostopoulos, Kostas Kolomvatsos, Christos Anagnostopoulos, Arkady Zaslavsky, and Stathes Hadjiefthymiades/ Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities/ Journal of Systems and Software/ dec 2015.
- [52]- Mohammad Aazam, Marc St-Hilaire, Chung-Horng Lung, and Ioannis Lambadaris/ Cloud based smart waste management for smart cities/ In 2016 IEEE 21st International Workshop on Computer Aided Modelling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)/ oct 2016.
- [53]- André Castro Lundin, Ali Gurcan Ozkil, and Jakob Schuldt-Jensen/ Smart cities: A case study in waste monitoring and management/ In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences/ 2017.

Bibliographie

- [54]- TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed/ Conception et Réalisation d'une poubelle intelligente/ 02 juillet 2019/ page 34.
- [55]- TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed/ Conception et Réalisation d'une poubelle intelligente/ 02 juillet 2019/ page 37.
- [56]- TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed/ Conception et Réalisation d'une poubelle intelligente/ 02 juillet 2019/ page 40.
- [57]- TAMALI Abdessamed, HAMED Sidi Mohamed/ Conception et Réalisation d'une poubelle intelligente/ 02 juillet 2019/ page 44.
- [58]- Disponible sur : < <http://www.green-creative.com/r3d3> + <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [59]- Disponible sur : < <https://eugene.fr> / <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [60]- Disponible sur : < <https://www.insignia-innovation.com> / <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [61]- Disponible sur : < <https://www.klarstein.fr> / <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [62]- Disponible sur : < <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [63]- Disponible sur : < <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [64]- Disponible sur : < <https://www.amazon.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [65]- Disponible sur : < <https://www.lemontri.fr> > (Consulté le 29/06/2020).
- [66]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 83/84/85.
- [67]- Boukelloul Soufiene/ Conception et Réalisation d'un Systèmes d'IoT (Internet of Things) pour l'Economie de l'Eau, dans le Cadre d'une Cité Intelligente (Smart City) : Etude de cas : Arrosage Automatique des Espaces Verts/ Juin 2018/ page 85/86.
- [68]- Disponible sur : < <https://www.arduino-france.com/review/quel-est-le-meilleur-kit-arduino-pour-debuter> > Arduino France 27 février 2019 / (Consulté le 24/05/2020).
- [69]- Site officiel java/ Disponible sur : < <https://www.java.com/en> > (Consulté le 05/07/2020).

Bibliographie

- [70]- Site officiel Arduino. Arduino Software (IDE)/ Disponible sur : < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment> > (Consulté le 05/07/2020).
- [71]- DepanneTonPC/ Définition langage C++/ Disponible sur : < http://www.depannetonpc.net/lexique/lire_74_langage-c.html > (Consulté le 05/07/2020).
- [72]- Wikipédia l'encyclopédie libre – NetBeans/ Disponible sur : < <https://fr.wikipedia.org/wiki/NetBeans> > (Consulté le 05/07/2020).
- [73]- Site officiel MYSQL/ Disponible sur : < <https://www.mysql.com/fr> > (Consulté le 05/07/2020).
- [74]- Disponible sur : < <https://3alam.pro/odah-alaaoony/articles/waduino-arduino-series-led-project> > (Consulté le 04/07/2020).
- [75] - Disponible sur le Site : < <https://www.Makerguides.com> > (Consulté le 04/07/2020).
- [76] - Disponible sur le Site : < <https://www.Carnetdumaker.net> > (Consulté le 04/07/2020).
- [77]- Disponible sur le Site : < <https://www.Learn.adafruit.com/photocells> > (Consulté le 04/07/2020).