
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Construction Mécanique

Présenté par :

BEN HAMIDAT FARES, CHARIF ABDELGHANI, CHENENE ABDELKRIM

Thème

ETUDE ET REALISATION D'UN COLLECTEUR ECOLOGIQUE INTELLIGENT DE DECHETS

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Elhadi A	MCA	Président
Arslane M	Dr	Encadrant
Moussaoui N	MCB	Examinatrice

Année Universitaire : 2022 / 2023

N° d'ordre : GM/...../2023

إهداء

أهدي ثمرة هذا الجهد ومفتاح نجاحي إن شاء الله إلى ينبوع الحنان ذات القلب الصافي إلى التي صبرت وتعبت وساندتني طيلة مشواري الدراسي إلى صاحبة هذا الفضل بعد الله عز وجل

إلى أمي الحبيبة روميلة ..

إلى أعز إنسان على قلبي إلى رفيق دربي الذي تجرع مرارة الشقاء من أجلي إلى الذي تعب من أجل راحتي إلى الذي علمني كيف أشق طريق الحياة إلى الذي رعاني ورباني وغرس في نفسي كل الأخلاق الحميدة

إلى أبي العزيز السعيد

كما أهدي هذا العمل المتواضع إلى جميع عائلتي إلى إخوتي الأعزاء :
الأستاذ عبد الرؤوف, الدكتور نبيل، أسامة, صدام, فارس ، نصر الدين.
وإلى أخي وقdotي الدكتور عبد الحفيظ وإلى أختي الغالية زينب كما أهدي
هذا العمل لبراعم العائلة الصغار أنس, منيب، سراج، أبرار، تميم

ooo

هناك أحبة لنا فارقونا ولم يفارقوا ذاكرتنا أخي جاب الله رحمه الله وجعل قبره روضة من رياض الجنان.

عبد الكريم

Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

صدق الله العظيم

يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات

في هذه المرحلة الحاسمة من حياتي، أود أن أعبر عن امتناني العميق للأساتذة والمشرفين عامة ولكل من الدكتور
ارسلان مصطفى والدكتور عادل عيسي خاصة الذين ساهموا في توجيهي ودعمي طوال هذه الفترة
كما لا يمكنني إلا أن أعبر عن امتناني العميق لوالدي واخوتي الذين كانوا إلى جانبي طوال هذه الرحلة. بفضل دعمكم
المستمر وتشجيعكم الدائم ها انا اليوم ذا
كما لا ننسى ان هذا العمل لم يكن ليكتمل لولا مساعدة زملائي واصدقائي عامة وكل من الاساتذة كمال لمين و دحاح
سليمان و دمان عبد الغاني والاستاذ نوري نوردين خاصة لكم مني جزيل الشكر وفائق الاحترام
كل من الاخ والزميل شريف عبد الغاني واسرته لدعمنا طوال هذه السنين
أنا ممتن لكل فرصة تعلمت منها، لكل تحدي تغلبت عليه، ولكل فرصة للنمو الشخصي والمهني التي وفرتها لي هذه
الجامعة الرائعة
في النهاية ، أود أن أعبر عن امتناني العميق للجميع الذين ساهموا في رحلتي التعليمية، من الأساتذة والموظفين إلى
الأصدقاء والعائلة. لقد غيرتم حياتي ومساعدتكم لن تنسى أبداً

Ben hamidat fares

Dédicace

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات

الحمد لله الذي وفقنا في مسيرتنا العلمية ومنحنا فرصة ذهبية ثانية لمواصلة مسارنا الجامعي الأكاديمي

كانت ثمار جهدنا وتعبننا وجدنا واجتهادنا هذا **النجاح** فهو مهدى إلى :

الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهم نورا لدرينا

لكل العائلة الكريمة التي ساندتني من إخوة وأخوات

للزوجة الكريمة التي كانت ولا تزال سندا قويا في هذا النجاح

للسديق الجامعي المميز الطالب **بن حميدات فارس** حفظه الله ورعاه وأدام عليه المزيد من النجاحات

في شهادات عليا إن شاء الله

لسديق الدراسة وزميل العمل الأستاذ الفاضل **نوارى نورالدين** شفاه الله وعفاه وأدام عليه صحته وعافيته

للأستاذ المشرف الدكتور المحترم **أرسلان مصطفى** حفظه الله ورعاه

لكل **أساتذة قسم الهندسة الميكانيكية** كل بإسمه وصفته ومقامه

لكل الأصدقاء والزملاء الأساتذة الأفاضل **دمان عبدالغاني** و **دحاح سليمان** و **لمين كمال** و **حاجيج ياسين**

و **مرنيز عبدالكريم** و **المهندس وناني أحمد**

الى كل **طلبة الهندسة الميكانيكية** بالجامعة دفعة 2023

إلى كل من **علمنا ودعمنا وساهم معنا** من قريب أو بعيد

سائلين المولى عز وجل أن يجعل عملنا هذا **نافعا للبلاد والعباد** إن شاء الله

شريف عبد الغاني

تشكرات

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين الذي اعاننا ومنحنا القوة على اتمام هذا البحث ووفقتنا فيه بالخروج فيه بصورة ممتازة فاللهم لك الحمد والشكر

وايماننا بمبدأ لا يشكر الله من لا يشكر الناس فإننا نتوجه بالشكر الجزيل للأستاذ القدير المشرف الدكتور عرسلان مصطفى الذي ساعدنا كثيرا في انجاز هذا البحث وكتابته حيث كان له دور عظيم من خلال تعليماته ونقده البناء ودعمه الأكاديمي

كما نوجه الشكر والتقدير للجنة المناقشة والملاحظة والمصححة لمذكرتنا الاساتذة الكرام الدكتور الهادي عبدالملك والدكتورة موساوي نفيسة على ملاحظاتهم القيمة من اجل التصحيح والتصويب

ولا تفوتنا كل عبارات الشكر والتقدير والعرفان لوالدينا وكل الاسرة فردًا فردًا الذين منحونا الدعم

في جميع الاصعدة

دون ان ننسى شكرنا وعرفاننا لكل الاصدقاء والاحباب الذين قدموا لنا الدعم المعنوي أو المادي.

هي ايضا كلمات شكر لكل اساتذة قسم الهندسة الميكانيكية وكل طلبة الميكانيك بكل اختصاصاته

وفي الاخير نتوجه بشكر خاص للأستاذ الفاضل الدكتور عيسي عادل على دعمه الأكاديمي لنا خلال مسارنا الدراسي ومرافقته لنا في عدة مجالات من البحث العلمي

سائلين المولى عز وجل ان يجعل هذا العمل خالصا لوجه الله ويبقى هذا البحث مرجعا نافعا للجميع

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre : 01 Généralités sur Les déchets	3
I.1 Les déchets	3
I.1.1 Définition	3
I.1.2 Classification.....	3
I.1.2.1 Selon la réglementation algérienne des déchets	3
I.1.2.2 Selon la nature :	4
I.1.3 Typologies de déchets.....	6
I.1.5 La composition des déchets ménagers.....	6
I.2 Recyclage	8
I.2.1 Définition	8
I.2.2 Historique.....	9
I.2.2.1 Les formes de recyclage	9
I.2.2.2 Les conséquences de recyclage	9
I.3 : Les collecteurs	9
I.3.1 Introduction :	9
I.3.2 Les Poubelles publiques.....	9
I.3.2.1 Définition.....	9
I.3.2.2 Types des poubelles.....	10
I.3.2.3 Objectif d'une poubelle	12
I.3.3 Les collecteurs écologiques	12
I.3.3.1 Principe de la collecte écologique	12
I.3.3.2 Types de collecteurs écologiques	12
Conclusion :	15
Chapitre II : Etude technico-économique	1
II.1 Introduction	16
II.2 Statistiques de la gestion des déchets en Algérie	16
II.3 Les Coûts de la gestion des DMA (Déchets ménagers et assimilés)	18
II.3.1 Les coûts de la collecte et du transport.....	19
II.3.2 Les coûts de traitement	19
II.4 Besoin du marché algérien pour un projet de conteneur à déchets	20
II.5 Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes	20
II.5.1 Les poubelles les plus demandées sur le marché :	21
II.5.2 Fonctionnement et description des collecteurs	24
II.5.2.1 Fonctionnement et description du collecteur R3D3	24
II.5.2.2 Fonctionnement et description de la poubelle Eugène	24
II.5.2.3 Fonctionnement et description de collecteur Townes T1	24

II.5.2.4	Fonctionnement et description de collecteur Majestic cuisine	25
II.5.2.5	Fonctionnement et description de collecteur AINIYF	25
II.5.2.6	Fonctionnement et description de collecteur Lemon tri	25
Conclusion :	25
III.1	Introduction.....	26
III.2	Description du collecteur.....	26
III.3	caractéristiques.....	28
III.4	Avantages.....	28
III.5	Eléments de collecteur	29
III.5.1	Partie commande.....	29
III.5.1.1	Arduino :	29
III.5.1.2	Le module SIM800L GSM / GPRS	37
III.5.2	Générateur Photovoltaïque	40
III.5.2.1	Principe de la conversion photovoltaïque	40
III.5.2.2	Panneau solaire 20 watts 12 volts.....	40
III.5.2.3	Caractéristiques de la structure et techniques.....	41
III.5.2.4	Garanties et Certifications	42
III.5.3	Capteur de force.....	42
III.5.3.1	Capteur de poids de 50 kg.....	42
III.5.3.2	Principe de fonctionnement.....	42
III.5.3.3	Caractéristiques du module HX711	43
III.5.4	Capteur ultrasons HC-SR04	43
III.5.4.1	Caractéristiques	43
III.5.5	Partie mécanique.....	43
III.5.5.1	Moteur à courant continu (DC).....	43
III.5.5.1.1	Caractéristiques d'un moteur à courant continu (DC).....	44
III.5.5.1.2	Driver (L293D)	44
III.5.5.2	Systèmes de compression des déchets	45
III.5.5.3	Types d'assemblage.....	48
Chapitre IV :	Réalisation d'un prototype du collecteur écologique.....	0
IV.1	Introduction	51
IV.2	Principe et mode de fonctionnement	51
IV.3	Réalisation pratique du projet.....	51
IV.4	Alimentation de Notre projet	52
IV.5	Préparation de la partie commande	52
IV.5.1	Système de réception et d'envoi de données	52
IV.6	Montage de l'ensemble	56
IV.6.1	Préparation des éléments de l'assemblage	56
IV.6.2	Peinture (Codes couleurs pour le tri des déchets)	62

IV.6.3 Fonctions complémentaires.....	62
Conclusion générale :	65
Références	66
ملخص	68
Résumé	68
Abstract	68

Liste des figures

Figure 1 déchets ménager et assimilés	3
Figure 2 : Déchets dangereux	4
Figure 12 Collecteurs compostables	13
Figure 13 Collecteurs compactants	14
Figure 14 Collecteurs connectés	15
Figure 15 Répartition des déterminants du coût de gestion des DMA selon l'activité	18
Figure 16 Répartition des coûts de gestion des DMA selon la taille de la population.	19
Figure 17 Collecteur intelligent	27
Figure 18 Collecteur intelligent 3d	27
Figure 19 La carte Arduino Lenardo.....	30
Figure 26 La plaque signalétique.....	34
Figure 27 Le logiciel Arduino IDE.....	36
Figure 28 Le logiciel Arduino IDE.....	36
Figure 29 Le module SIM800L GSM / GPRS.	37
Figure 34 Capteur ultrasons HC-SR04	43
Figure 35 moteur à courant continu (DC)	44
Figure 38 système de compression mécanique motorisé	47
Figure 43 Comment connecter ultrason HC-SR04 à l'Arduino Mega 2560	54
Figure 45 Montage globale	55
Figure 46 moteur à courant continu	56
Figure 47 type Fer carré 25	57
Figure 48 soudage à l'arc en électrode enrobée cadre support.....	57
Figure 49 Cadre de support	57
Figure 56 Assemblage systèmes de compression des déchets avec le capteur de force par vis	61
Figure 57 Principe et fonction du travail de la capteur de force	61
Figure 58 l'écran LCD	62
Figure 59 Le voyant est vert.....	

Liste des tables

Table 1 Statistiques de la gestion des déchets en Algérie	17
Table 2 poubelles (R3D3 – Eugène).....	21
Table 3 Collecteurs (Insignia innovation - Klarstein Trash Gordon.....	22
Table 4 poubelles (Townes T1- Majestic cuisine).....	23
Table 5 Caractéristiques d'un Collecteur intelligent.....	28
Table 6 Caractéristiques de La carte Arduino Mega.....	35
Table 7 Alimentation de Notre projet	52
Table 8 de Connexion des ports du SIM800L GSM / GPRS avec Arduino Mega 2560	52
Table 9 Connexion du module Capteur ultrasons 01 HC-SR04 avec Arduino	53
Table 10 Connexion du module Capteur de force avec Arduino.....	54

Introduction générale

L'évolution rapide de notre société, marquée par une urbanisation croissante, une consommation accrue et des modes de vie de plus en plus dynamiques, a engendré une augmentation significative de la production de déchets. Cette tendance pose des défis majeurs en matière de gestion environnementale, nécessitant des solutions novatrices et durables pour faire face à cette problématique complexe.

Face à cette réalité, la nécessité de repenser nos méthodes de collecte et de traitement des déchets est devenue primordiale. Les systèmes traditionnels de gestion des déchets sont souvent inefficaces, peu durables sur le long terme et entraînent des conséquences néfastes pour l'environnement et la santé publique. Il est donc impératif de mettre en place des solutions écologiques et intelligentes, capables d'optimiser l'ensemble du processus de gestion des déchets, de leur collecte à leur élimination ou leur recyclage.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre recherche. À travers ce mémoire de master, nous nous concentrons sur l'étude et la réalisation d'un collecteur écologique intelligent de déchets, afin de proposer une alternative innovante et durable pour la collecte et le traitement des déchets. En exploitant les avancées technologiques et en intégrant des concepts tels que les systèmes intelligents, l'Internet des objets et les capteurs environnementaux, nous cherchons à développer un système efficace et adapté aux besoins actuels.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence les avantages d'un tel collecteur écologique intelligent. Nous cherchons à démontrer qu'il peut permettre une optimisation de la collecte des déchets en identifiant les points de collecte les plus pertinents, en planifiant des itinéraires efficaces et en réduisant les temps d'intervention. De plus, il offre la possibilité de collecter des données précieuses sur la composition des déchets, ce qui facilite leur tri et leur recyclage ultérieur. En adoptant une approche durable et intelligente, nous visons à résoudre les défis environnementaux, sanitaires et économiques liés à la gestion des déchets, tout en préservant notre environnement pour les générations futures.

Ce mémoire est composé de quatre chapitres qui aborderont différentes facettes de notre recherche. Le premier chapitre offre une vue d'ensemble sur la problématique des déchets, en examinant les défis auxquels nous sommes confrontés en termes de production, de composition et de gestion de ces déchets. Nous explorerons les aspects environnementaux, sanitaires et économiques liés à la gestion des déchets, mettant en évidence l'importance d'une approche durable et intelligente pour leur collecte.

Le deuxième chapitre se concentrera sur l'étude technico-économique des solutions existantes et des approches innovantes dans le domaine de la collecte des déchets. Nous analyserons les différentes technologies et méthodes utilisées pour la collecte et le tri des déchets, en évaluant leurs avantages et leurs limitations. L'aspect économique sera également pris en compte pour évaluer la viabilité des différentes approches.

Le troisième chapitre se penchera spécifiquement sur l'étude d'un collecteur écologique, en mettant l'accent sur les critères de conception et les fonctionnalités nécessaires pour garantir son efficacité et sa durabilité. Nous explorerons les technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IdO) et les capteurs environnementaux, qui

peuvent être intégrées dans un collecteur écologique intelligent. De plus, nous aborderons les aspects liés à la connectivité, à la gestion des données et à la prise de décision dans le contexte de la collecte des déchets.

Enfin, dans le quatrième chapitre, nous présenterons la réalisation d'un prototype du collecteur écologique intelligent. Nous détaillerons les étapes de conception, de fabrication et de test du prototype, en mettant en évidence les résultats obtenus et les enseignements tirés de cette expérience concrète.

L'objectif global de ce mémoire de master est d'explorer les opportunités offertes par les avancées technologiques pour développer des solutions innovantes et durables en matière de collecte des déchets. Nous espérons que cette étude contribuera à une meilleure compréhension des enjeux liés à la gestion des déchets et fournira des pistes concrètes pour la mise en place de systèmes de collecte écologiques et intelligents, favorisant ainsi la préservation de notre environnement pour les générations futures.

Chapitre : 01 Généralités sur Les déchets

- **Les déchets inertes** : sont des déchets provenant de travaux de construction, de démolition ou d'exploitation de carrières et de mines, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge. Ces déchets ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou d'autres éléments susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement. [3]

1.1.2.2 Selon la nature :

- **Déchets dangereux** : qui sont des déchets provenant de l'activité industrielle (fig. 2) contenant des éléments toxiques ou dangereux en quantité variable, qui peuvent causer des risques pour la santé humaine et l'environnement. Pour cette raison, ils nécessitent un traitement particulier et adapté à leur niveau de dangerosité. Les caractéristiques d'un déchet dangereux peuvent inclure des propriétés explosives, comburantes, inflammables, irritantes, nocives, toxiques, cancérogènes, infectieuses, corrosives ou mutagènes [4]



Figure 2 : Déchets dangereux

Les déchets dangereux sont généralement répartis en deux grandes familles :

1. **Déchets industriels spéciaux** : Ils correspondent aux déchets générés par les entreprises industrielles et aux déchets spéciaux générés par les hôpitaux, les laboratoires et les agriculteurs. Ils contiennent des éléments toxiques et représentent une réelle menace pour la santé et l'environnement. On peut les diviser en trois catégories :
 - Les déchets organiques ;
 - Les déchets minéraux liquides et semi liquides ;
 - Les déchets minéraux solides.
 2. **Les déchets toxiques en quantités dispersées** : Les déchets toxiques dispersés en petites quantités sont générés par les ménages, les commerçants, ainsi que les petites, moyennes et grandes entreprises. Ces déchets doivent être éliminés ou valorisés dans des installations spéciales afin de préserver l'environnement
- **Déchets non dangereux** : Les déchets non dangereux sont des déchets qui ne sont pas toxiques et qui ne présentent pas de risques pour la santé et l'environnement, car ils ne possèdent aucune des caractéristiques liées à leur niveau de dangerosité. Ces déchets sont

Chapitre I: Généralités sur Les déchets

principalement produits par les entreprises et l'industrie, ainsi que par les collectivités et les ménages. [4]

Le traitement de ces déchets permet de les transformer en matières réutilisables ou en matières premières secondaires et de limiter ainsi l'épuisement des matières premières.

- **Déchets ultimes** : Déchets qui ne sont plus valorisables, ni par recyclage, ni par valorisation énergétique. A ce titre, ils sont réglementairement les seuls à pouvoir être stockés (enfouis) dans un Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU). Selon l'article L 541-1 du Code de l'Environnement, le déchet ultime est défini comme un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.
- **Les Déchets des Activités Économiques (DAE)** : sont des déchets générés par les entreprises et qui, par leur nature et leur composition, sont similaires aux déchets ménagers. Par conséquent, ces déchets sont considérés comme "assimilables aux déchets ménagers" par la loi et peuvent être collectés et éliminés de la même manière
- **Les déchets industriels** : sont des déchets qui proviennent de diverses activités telles que l'industrie, l'agro-industrie, l'artisanat ou d'autres activités similaires
- **Déchets médicaux et pharmaceutiques** : comme étant des déchets générés par les activités liées au diagnostic (fig. 3), au traitement préventif, palliatif ou curatif dans le domaine de la médecine humaine ou vétérinaire, ainsi que les déchets issus des établissements de santé et de recherche scientifique. [5]



Figure 3: Déchets médicaux et pharmaceutiques.

- Les déchets organiques : comprennent les déchets biodégradables, compostables, fermentescibles et tout déchet pouvant subir une décomposition biologique naturelle. Ils sont composés de résidus verts, de boues d'épuration des eaux, de déchets organiques de la cuisine, de journaux, de fleurs coupées, etc. Ces déchets peuvent être dégradés par les micro-organismes ou par des réactions chimiques. S'ils ne sont pas contaminés, ils peuvent être transformés en compost ou en énergie. (fig. 4)



Figure 4 Les déchets organiques

I.1. 3 Typologies de déchets

Les différentes typologies de déchets sont les suivantes [6] :

1. Déchets Industriels Banals (D.I.B)
2. Ordures ménagères résiduelles (O.M.R.)
3. Encombrants
4. Emballages valorisables en mélange ou pré-triés
5. Bois A et Bois B
6. Déchets verts
7. Papiers, cartons
8. Verre
9. Déchets minéraux (sable, laitiers...)
10. Déchets volumineux (laine de verre, polystyrène...)
11. PVC (menuiserie)

I.1.5 La composition des déchets ménagers

Les déchets ménagers (fig. 5) sont constitués de plusieurs types de déchets en fonction de la nature de la consommation, par exemple les produits alimentaires emballés doivent être jetés avec les déchets [7]

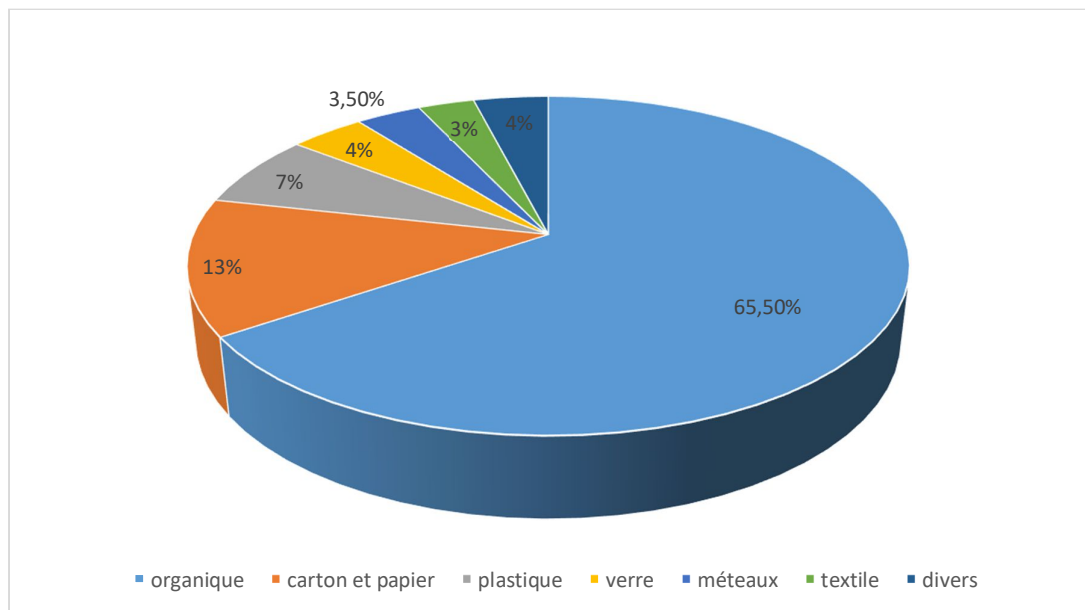


Figure 5 composition des déchets ménagers

Le graphique ci-dessus (fig. 05), montre la composition des déchets en termes de poids, sur la base d'un échantillon de 1 kg. Les déchets organiques, tels que les restes de fruits et légumes, représentent la plus grande proportion de ces déchets, soit 65,5 %. Ensuite, les produits à base de papier et de carton représentent 13 % des déchets, suivis du plastique à 7 %, qui prend beaucoup plus de temps pour se décomposer dans la nature. Les métaux et le verre représentent 4 % chacun, tandis que les textiles et autres déchets divers représentent respectivement 3 % et 3,5 % de l'échantillon.

Tableau.1 : Durée de vie de chaque type de déchet

Type de déchet	Durée de vie
Chewing-gum	5 ans
Papier	5 ans
Canette en acier	100 ans
Briquet en plastique	100 ans
Canette en aluminium	100 ans
Sac en plastique	450 ans
Bouteille en plastique	500 ans
Polystyrène expansé	1 000 ans
Carte téléphonique	1 000 ans
Le verre	5 000 ans
Pneu	non biodégradable

Le tableau ci-dessus (TAB.01), présente la durée de vie de chaque type de déchet. On remarque que le plastique est le matériau le plus dangereux pour l'environnement. Afin de

résoudre ce problème, il est essentiel de mettre en place des stratégies pour recycler cette matière [7].

❖ Le plastique

La matière plastique est une matière synthétique, constituée de macromolécules obtenues par polymérisation ou polycondensation, qui peut être moulée ou modelée. [8]

En termes simples, un plastique est une substance synthétique composée de molécules géantes formées par polymérisation ou polycondensation, qui peut être moulée ou modelée. Le terme plastique est lié à la notion de mise en forme, qui permet de donner une forme à la matière. Il vient du latin *plasticus*, qui signifie modelage, et du grec *plastikos*, qui signifie malléable et qui sert à modeler. [9]

I.2 Recyclage

I.2.1 Définition

Le recyclage consiste à traiter les déchets pour les transformer en nouveaux matériaux ou produits utiles, afin d'éviter de puiser dans les ressources naturelles. Cela inclut également la valorisation des déchets organiques. Toutefois, les méthodes de traitement visant à produire de l'énergie ou à transformer les déchets en combustibles ne sont pas considérées comme du recyclage.

Le recyclage a plusieurs avantages importants pour l'environnement et la société. Tout d'abord, il contribue à préserver les ressources naturelles en économisant la matière première. Ensuite, il permet de réduire le volume et le poids des déchets, limitant ainsi les risques de pollution de l'air et des sols. Enfin, le recyclage évite la mise en décharge et l'incinération des déchets à ciel ouvert. [10]



Figure 6 : logo de recyclage

Le logo du recyclage (fig. 06), largement reconnu à travers le monde, est un symbole graphique universellement associé à la pratique du recyclage. Il se compose de trois flèches disposées en forme de boucle, formant ainsi un triangle. Chaque flèche représente un aspect essentiel du processus de recyclage : la collecte, la transformation et la réutilisation des matériaux. Ce logo vise à sensibiliser et à encourager les individus à adopter des comportements respectueux de l'environnement en favorisant le recyclage. Il symbolise l'idée de donner une seconde vie aux déchets et de préserver les ressources naturelles en évitant leur

élimination dans les décharges. Le logo du recyclage est devenu un symbole puissant de l'engagement envers la durabilité et la protection de notre planète.

I.2.2 Historique

Le concept du recyclage n'est pas récent et remonte à plusieurs siècles, bien avant l'invention des poubelles. Les premiers artisans de l'histoire réutilisaient déjà les matériaux. Les proto-décharges de la Grèce antique, datant de 400 av. J.-C., contenaient moins de déchets usagés ou cassés pendant les périodes de récession, ce qui suggère une pratique systématique du réemploi des matériaux. Les activités de recyclage ont connu une nouvelle impulsion au XIXe siècle avec la révolution industrielle et l'émergence des premiers centres de recyclage professionnels. Les collecteurs triaient les matières recyclables et se spécialisaient dans la récupération de matériaux tels que la ferraille, les poteries ou les boîtes de conserve. Au fil des années, la collecte des déchets s'est modernisée et intensifiée avec une prise de conscience collective croissante des problèmes environnementaux dans les années 70. Le recyclage est devenu une activité industrielle à part entière [11].

I.2.2.1 Les formes de recyclage

Le traitement des déchets peut être réalisé selon trois méthodes différentes : chimique, mécanique et organique.

1. La méthode chimique utilise des réactions chimiques pour séparer certains composants des déchets.
2. La méthode mécanique utilise des machines pour transformer les déchets, comme le broyage.
3. Enfin, la méthode organique consiste à utiliser des processus naturels tels que le compostage ou la fermentation pour produire des engrais ou du carburant, comme le biogaz.

I.2.2.2 Les conséquences de recyclage

La collecte écologique des déchets présente des avantages à la fois écologiques et économiques.

Elle permet de réduire la quantité de déchets et de préserver les ressources naturelles grâce à l'utilisation de matériaux recyclés.

De plus, elle génère des revenus et crée des emplois, ce qui en fait une pratique bénéfique à la fois pour l'environnement et pour l'économie.

I.3 : Les collecteurs

I.3.1 Introduction :

Les conteneurs à déchets sont une partie importante de tout programme de gestion des déchets. Ils aident à maintenir les rues et les quartiers propres et exempts de déchets. Ils contribuent également à protéger l'environnement en fournissant un moyen efficace de collecte et de stockage des déchets. [12]

I.3.2 Les Poubelles publiques

I.3.2.1 Définition

Les poubelles sont fabriquées en matières plastiques et parfois de feuilles de métal (fig. 07), Qui sont distribués dans le domaine public pour encourager les utilisateurs des espaces

Chapitre I: Généralités sur Les déchets

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 7 : différentes Poubelles publiques

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 :

I.3.2.2 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.

- Poubelle en plastique : Capacité de 50 à 120 Litres, en polyéthylène haute densité, résistant aux chocs. Ces poubelles sont conçues pour être inclinés par la plupart des systèmes de levage de poubelle actuels, et sont généralement recyclables (fig. 08).



Figure 8 : Poubelle en plastique

- 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 (fig. 09).



Figure 9 : Poubelle en métal

Poubelle en céramique : est une poubelle d'intérieur ayant une capacité de 50 à 80 litres. Elle est constituée d'un intérieur en acier galvanisé ou en polyéthylène basse densité moulé en porcelaine, ce qui lui donne un aspect classique adapté pour les endroits distinctifs des villes et des sites historiques (fig. 10).



Figure 10 : Poubelle en céramique

I.3.2.3 Objectif d'une poubelle

Les poubelles sont utilisées pour stocker les déchets jusqu'à leur élimination appropriée. Les poubelles sont très importantes pour la gestion des déchets car elles permettent de maintenir les espaces publics tels que les rues, les parcs et les centres commerciaux propres et hygiéniques. Les poubelles sont souvent placées dans des endroits publics, mais peuvent également être utilisées dans les maisons, les entreprises et les établissements publics. En utilisant des poubelles, nous pouvons contribuer à réduire la quantité de déchets qui finissent dans les rues et les océans, ce qui réduit les risques pour la santé publique et l'environnement.

I.3.3 Les collecteurs écologiques

I.3.3.1 Principe de la collecte écologique

La collecte écologique consiste à valoriser les déchets en les réutilisant ou en les recyclant. Elle implique la mise en place d'un système de collecte sélective dès leur production pour les trier et les envoyer vers les filières de valorisation adaptées. Cette approche est encouragée par la loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 qui préconise la collecte sélective des déchets en vue de leur recyclage et réutilisation. [13]

I.2.3.2 Types de collecteurs écologiques

❖ Collecteurs de tri sélectif

Les collecteurs de tri sélectif (fig. 11) sont colorés dans le but d'aider à une identification aisée des différents types de déchets à recycler tels que le papier, le plastique, le verre, etc., ainsi que des déchets non recyclables tels que les ordures ménagères. Cette méthode de collecte facilite grandement le traitement et le recyclage ultérieur des déchets. En associant une couleur spécifique à chaque catégorie de déchets, il devient plus simple pour les individus de faire la distinction et de déposer leurs déchets dans le conteneur approprié, contribuant ainsi à une meilleure gestion des déchets et à la préservation de l'environnement [14].



Figure 11 : Collecteurs de tri sélectif

❖ Collecteurs compostables

Les bacs biodégradables sont fabriqués à partir de matériaux tels que le papier ou le carton, et ils sont spécialement conçus pour la collecte des déchets organiques (fig. 12). Ces déchets peuvent ensuite être compostés afin de produire un engrais naturel. Cette méthode de collecte respecte l'environnement et favorise le développement d'une économie circulaire. En utilisant des poubelles biodégradables, on encourage la valorisation des déchets organiques en leur donnant une seconde vie utile plutôt que de les envoyer dans les décharges. Cela contribue à réduire la quantité de déchets envoyés en décharge et à promouvoir un système durable de gestion des déchets, en alignement avec les principes de préservation de l'environnement. [15]



Figure 3 : Collecteurs compostables

❖ Collecteurs compactants

Les collecteurs équipés d'un système de compactage (fig. 13) offrent la possibilité de réduire considérablement le volume des déchets collectés. Ces collecteurs sont souvent utilisés dans les zones où l'espace de stockage est limité, permettant ainsi d'optimiser l'utilisation de l'espace disponible. Grâce à leur capacité de compactage, ces conteneurs peuvent contenir une plus grande quantité de déchets dans un espace restreint. Cette efficacité permet de réduire la fréquence nécessaire de collecte des déchets, ce qui se traduit par des économies de temps, de carburant et de ressources. De plus, en réduisant le volume des déchets, on limite également l'impact environnemental lié à leur transport et à leur élimination ultérieure. L'utilisation de collecteurs équipés d'un système de compactage contribue ainsi à une gestion plus efficace et durable des déchets. [16]



Figure 4 : Collecteurs compactants

❖ Collecteurs connectés :

Les collecteurs intelligents (fig. 14) sont dotés de capteurs qui surveillent en permanence leur niveau de remplissage et leur état. Les données collectées sont précieuses pour optimiser la collecte et la maintenance des déchets. Ces poubelles peuvent également être équipées de systèmes de communication sans fil qui permettent de signaler automatiquement aux services de collecte lorsqu'elles nécessitent d'être vidées.

Grâce à ces fonctionnalités avancées, les poubelles connectées offrent plusieurs avantages. Tout d'abord, elles permettent une gestion plus efficace des déchets en évitant le débordement des poubelles et en assurant une collecte régulière et adaptée aux besoins réels. De plus, en optimisant les itinéraires de collecte en fonction du niveau de remplissage des poubelles, on réduit les déplacements inutiles, ce qui se traduit par des économies de temps et de ressources.

Par ailleurs, les poubelles connectées facilitent également la maintenance préventive. Les capteurs détectent les éventuels problèmes de fonctionnement ou de dégradation, ce qui permet d'intervenir rapidement pour effectuer les réparations nécessaires. Cela contribue à maintenir les poubelles en bon état de fonctionnement et à prolonger leur durée de vie utile.

Les poubelles connectées sont un exemple concret de l'application des technologies de l'Internet des objets (IoT) dans le domaine de la gestion des déchets. Elles permettent une collecte plus efficace, une optimisation des ressources et une meilleure qualité de service, contribuant ainsi à une gestion plus durable et intelligente des déchets.



Figure 5 : Collecteurs connectés

Conclusion :

En conclusion, la problématique des déchets représente un défi majeur pour notre société. La production excessive et la mauvaise gestion des déchets ont des répercussions néfastes sur notre environnement, notre santé et notre économie. Il est donc impératif que nous prenions tous des mesures pour réduire notre empreinte de déchets, afin de préserver notre environnement pour les générations futures.

En adoptant des pratiques de réduction, de réutilisation et de recyclage, nous pouvons contribuer à atténuer l'impact des déchets sur notre planète. De plus, il est crucial de promouvoir l'éducation et la sensibilisation pour encourager une gestion responsable des déchets à tous les niveaux de la société.

En travaillant ensemble, gouvernements, entreprises, communautés et individus, nous pouvons créer un avenir où les déchets ne sont plus considérés comme un fardeau, mais comme une ressource précieuse qui peut être valorisée de manière responsable et durable. Cela implique de repenser notre manière de consommer, de produire et de gérer nos déchets, en favorisant l'innovation, la collaboration et l'adoption de politiques et de pratiques durables.

Il est temps de prendre conscience de l'urgence de la situation et d'agir de manière proactive pour faire face à cette problématique des déchets. En prenant des mesures concrètes dès maintenant, nous pouvons bâtir un avenir plus propre, plus sain et plus durable pour tous.

Chapitre II : Etude technico- économique

II.1 Introduction

Le présent chapitre se concentre sur l'étude technico-commercial du sujet "Étude et réalisation d'un collecteur écologique intelligent de déchets". Cette étude vise à examiner en détail les aspects techniques et commerciaux liés à la conception et à la mise en œuvre d'un collecteur de déchets intelligent, dans le but de contribuer à la création de villes plus durables et efficaces sur le plan environnemental.

L'importance croissante de la technologie de l'Internet des objets (IoT) dans la gestion des déchets a ouvert de nouvelles perspectives pour l'amélioration de la qualité de vie urbaine. En utilisant des capteurs intelligents et des systèmes de collecte de données, il est désormais possible de surveiller, trier et collecter les déchets de manière plus efficace. Cela permet non seulement de préserver la santé des citoyens, mais aussi de réduire l'impact environnemental des déchets.

Cependant, la mise en place d'un collecteur écologique intelligent de déchets soulève plusieurs défis tant sur le plan technique que commercial. Du côté technique, il est nécessaire de concevoir un système robuste et évolutif, capable de gérer un grand volume de données en temps réel, tout en garantissant la sécurité et la fiabilité des opérations. Sur le plan commercial, il convient d'évaluer les besoins du marché, d'analyser la concurrence et d'identifier les opportunités de développement et de rentabilité.

Ce chapitre abordera donc ces aspects technico-commerciaux de manière approfondie. Nous explorerons les différentes technologies de l'IoT utilisées dans les collecteurs de déchets intelligents, en mettant l'accent sur leurs fonctionnalités, leurs avantages et leurs limites. Nous examinerons également les considérations économiques et commerciales, telles que les modèles d'affaires possibles, les stratégies de vente et de marketing, ainsi que les défis potentiels liés à la mise en œuvre et à l'adoption de ces technologies.

En somme, cette étude technico-commercial vise à fournir une analyse approfondie du présent sujet, en mettant en évidence les enjeux, les opportunités et les défis auxquels font face les acteurs du secteur. En comprenant ces aspects cruciaux, nous pourrions mieux appréhender les implications pratiques et les perspectives de déploiement de cette technologie prometteuse dans le contexte des villes intelligentes.

II.2 Statistiques de la gestion des déchets en Algérie

Le ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables en Algérie a récemment publié des données alarmantes sur la production croissante de déchets solides urbains. En 2018, cette production a augmenté de 3,8%, atteignant ainsi un total de 10 millions de tonnes. Cependant, il est préoccupant de constater que seulement 47,5% de ces déchets solides urbains sont effectivement collectés dans le pays, la majorité étant encore éliminée de manière non durable.

L'un des principaux défis auxquels l'Algérie est confrontée dans ce domaine est le manque

Chapitre II : Etude technico-économique

d'infrastructures adéquates pour la gestion des déchets. En effet, en 2018, seuls 262 sites de décharge contrôlés et 17 centres de traitement des déchets étaient en place, couvrant à peine 12% des wilayas du pays. Face à cette réalité, il devient urgent de développer des solutions novatrices et durables pour la gestion des déchets, notamment en s'appuyant sur des technologies telles que les poubelles intelligentes.

En combinant l'utilisation de capteurs et de systèmes IoT, les poubelles intelligentes offrent un potentiel considérable pour améliorer l'efficacité de la collecte des déchets. Elles permettent une gestion plus précise et en temps réel, contribuant ainsi à réduire les impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique. Dans le contexte de l'Algérie, l'adoption de telles solutions pourrait représenter une étape cruciale pour résoudre les problèmes actuels et promouvoir une gestion des déchets plus responsable et durable à l'échelle nationale [17].

Table 1 Statistiques de la gestion des déchets en Algérie

Statistiques de la gestion des déchets en Algérie				
Année	Production totale de déchets solides urbains (en tonnes)	Taux de collecte des déchets solides urbains	Nombre de décharges contrôlées	Nombre de centres de traitement des déchets
2018	Environ 10 millions	47,5 %	262	17

Le ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables en Algérie a récemment publié des données alarmantes sur la production croissante de déchets solides urbains. En 2018 voir table 1, cette production a augmenté de 3,8%, atteignant ainsi un total de 10 millions de tonnes. Cependant, il est préoccupant de constater que seulement 47,5% de ces déchets solides urbains sont effectivement collectés dans le pays, la majorité étant encore éliminée de manière non durable.

L'un des principaux défis auxquels l'Algérie est confrontée dans ce domaine est le manque d'infrastructures adéquates pour la gestion des déchets. En effet, en 2018, seuls 262 sites de décharge contrôlés et 17 centres de traitement des déchets étaient en place, couvrant à peine 12% des wilayas du pays. Face à cette réalité, il devient urgent de développer des solutions novatrices et durables pour la gestion des déchets, notamment en s'appuyant sur des technologies telles que les poubelles intelligentes.

En combinant l'utilisation de capteurs et de systèmes IoT, les poubelles intelligentes offrent un potentiel considérable pour améliorer l'efficacité de la collecte des déchets. Elles permettent une gestion plus précise et en temps réel, contribuant ainsi à réduire les impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique. Dans le contexte de l'Algérie, l'adoption de telles solutions pourrait représenter une étape cruciale pour résoudre les problèmes actuels et promouvoir une gestion des déchets plus responsable et durable à l'échelle nationale.

II.3 Les Coûts de la gestion des DMA (Déchets ménagers et assimilés)

La gestion des déchets ménagers constitue une responsabilité cruciale pour les municipalités, mais il arrive souvent que les coûts associés à ce service soient sous-estimés ou mal compris. Il est essentiel de prendre en compte à la fois les coûts directs et indirects liés à la collecte, au transport et au traitement des déchets afin de gérer efficacement les ressources financières. Ainsi, il est primordial pour les responsables locaux de comprendre les facteurs déterminants de ces coûts. Une évaluation minutieuse de ces coûts est nécessaire pour mettre en place un modèle de calcul précis [17].



Figure 6 : Répartition des déterminants du coût de gestion des DMA selon l'activité

La gestion des déchets ménagers engendre des coûts qui sont souvent sous-estimés par les communes, ce qui peut compromettre une gestion financière adéquate. Afin de garantir une approche plus précise, il est essentiel d'examiner de manière approfondie les facteurs déterminants (fig.15) de ces coûts. Ces facteurs incluent les coûts directs et indirects associés à la collecte, au transport et au traitement des déchets. Des études ont démontré que les coûts de gestion varient en fonction du mode d'organisation adopté, principalement en corrélation avec la taille de la population de la commune.

En moyenne, le coût annuel estimé s'élève à 3 493 DA (Dinars algériens) par tonne de déchets traités. Cependant, il convient de souligner que la détermination précise des coûts actuels est entravée par l'absence d'une comptabilité analytique dans de nombreuses communes. En effet, la disponibilité de données détaillées sur les dépenses liées à la gestion des déchets est essentielle pour une évaluation approfondie et précise des coûts associés. Une comptabilité analytique adéquate permettrait aux responsables locaux de mieux comprendre les coûts spécifiques à leur commune, ce qui faciliterait une gestion plus efficiente des ressources financières.

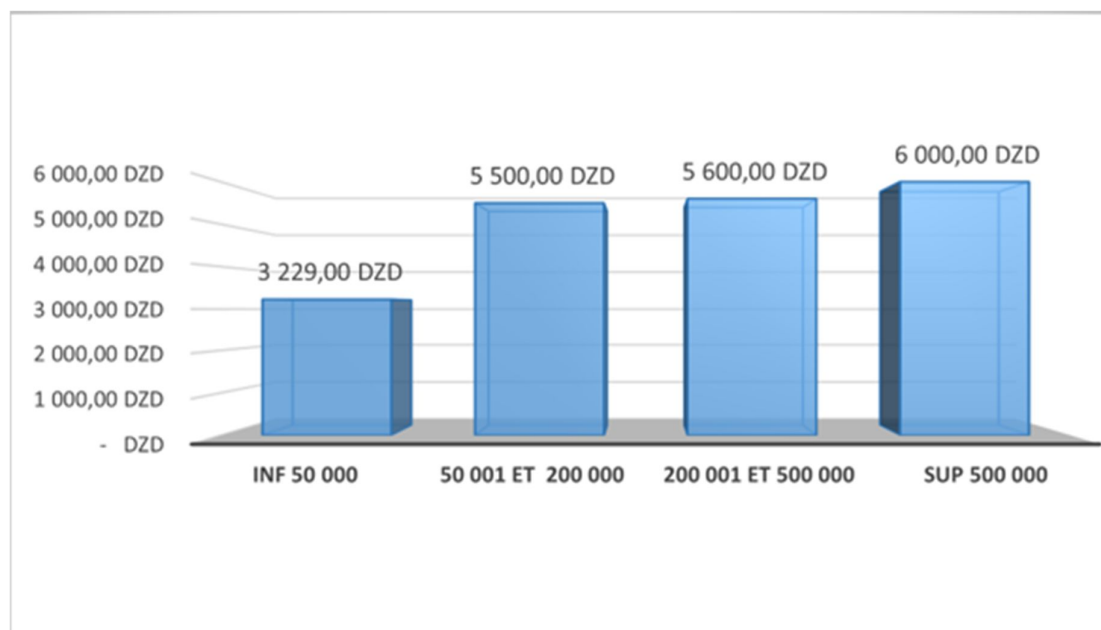


Figure 7 : Répartition des coûts de gestion des DMA selon la taille de la population.

II.3.1 Les coûts de la collecte et du transport

En Algérie, les coûts liés à la collecte et au transport des déchets ménagers et assimilés sont considérés comme des charges directes essentielles. Ces coûts sont directement associés aux opérations d'enlèvement et de transport des déchets dans les communes. La figure 16 présente les dépenses communales spécifiquement liées à ces opérations.

Il est important de noter que les coûts moyens de collecte et de transport des déchets varient dans une fourchette allant de 2 293 à 2 693 DA (Dinars algériens) par tonne de déchets. Ces variations peuvent être influencées par différents facteurs tels que la distance à parcourir, les infrastructures de collecte disponibles, la densité de population et d'autres considérations logistiques spécifiques à chaque commune.

Il convient également de souligner que ces coûts représentent une part importante du budget consacré à la gestion des déchets dans les municipalités. Par conséquent, une évaluation précise et détaillée de ces coûts est essentielle pour assurer une utilisation efficace des ressources financières et une gestion optimale des opérations de collecte et de transport des déchets [17].

II.3.2 Les coûts de traitement

Le coût de traitement des déchets ménagers et assimilés en Algérie est principalement déterminé par les Établissements Publics à Caractère Industriel et Commercial (EPIC) chargés de la gestion des centres d'enfouissement technique (CET) à travers le pays. Il est important de souligner que ce coût peut varier d'une wilaya (province) à une autre en raison de facteurs tels que la localisation géographique, les infrastructures disponibles et les politiques de gestion spécifiques à chaque région.

Le coût de mise en place d'un CET est généralement forfaitaire et se situe entre 800 et 1 200

Chapitre II : Etude technico-économique

DA (Dinars algériens) par tonne de déchets. Cependant, il convient de noter que le coût réel du traitement des déchets ménagers et assimilés n'est pas encore pleinement estimé, en tenant compte notamment des amortissements des investissements réalisés dans les CET.

L'estimation précise de ces coûts, y compris les amortissements, est essentielle pour une évaluation complète de la gestion financière liée au traitement des déchets. Elle permettrait une meilleure compréhension des coûts totaux associés à l'exploitation des CET, ainsi qu'une planification plus précise des ressources financières nécessaires pour assurer un traitement efficace et durable des déchets ménagers [17].

II.4 Besoin du marché algérien pour un projet de conteneur à déchets

En Algérie, la gestion des déchets représente un défi majeur en raison de l'augmentation de la production de déchets et du manque d'infrastructures appropriées pour leur collecte et leur traitement. Actuellement, plus de la moitié des déchets solides urbains ne sont pas collectés, ce qui entraîne d'importants problèmes environnementaux et sanitaires.

Face à cette situation critique, il existe une forte demande sur le marché algérien pour des solutions innovantes et durables en matière de gestion des déchets. Les poubelles intelligentes, par exemple, suscitent un grand intérêt. Ces solutions technologiques offrent la possibilité de collecter les déchets de manière plus efficace, de surveiller les niveaux de remplissage, et même d'intégrer des systèmes de tri sélectif.

En Algérie, on observe une prise de conscience croissante de l'importance de la gestion des déchets et de la protection de l'environnement. Cette sensibilisation se reflète dans les politiques gouvernementales qui encouragent les initiatives de gestion des déchets durables, ainsi que dans les actions menées par les citoyens et les organisations associatives. Il existe donc un véritable engouement pour l'adoption de nouvelles technologies et solutions visant à améliorer la gestion des déchets dans le pays.

Dans ce contexte, le marché algérien présente de nombreuses opportunités pour les entreprises proposant des solutions novatrices et durables en matière de conteneurs à déchets. La demande croissante et l'engagement en faveur d'une gestion des déchets plus efficace offrent un terrain propice pour le développement et la mise en œuvre de projets visant à résoudre les défis actuels en matière de gestion des déchets en Algérie [18].

II.5 Les travaux connexes sur les poubelles intelligentes

Dans cette section, nous allons examiner l'état actuel de l'art dans le domaine de la gestion des déchets, en mettant notamment l'accent sur la collecte, le tri et le recyclage. La littérature existante distingue deux types de travaux, parmi lesquels se trouvent les poubelles intelligentes. Nous allons procéder à une étude critique de plusieurs poubelles intelligentes disponibles sur le marché, en prenant en compte différents critères pertinents. Pour cela, les tableaux 2, 3 et 4 présenteront une analyse comparative détaillée des caractéristiques et des performances de ces poubelles intelligentes. Cette évaluation nous permettra d'identifier les forces et les faiblesses de chaque solution, ainsi que les opportunités et les défis associés à

Chapitre II : Etude technico-économique

leur mise en œuvre. En fin de compte, cette revue de la littérature nous fournira une base solide pour comprendre les développements récents dans le domaine des poubelles intelligentes et pour orienter les futurs travaux de recherche et d'innovation dans ce domaine prometteur de la gestion des déchets.



II.5.1 Les poubelles les plus demandées sur le marché :

Table 2 poubelles (R3D3 – Eugène)

Travaux		R3D3	Eugène
Critères			
Créateur		Green créative	Clément, Paul, guillaume
Prix		4000 Euros	300 Euros
Déchet	Solide	Canettes, gobelets, bouteilles en plastiques.	Cuisine
	Liquide	//	//
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, SPI). - Connectée à l'internet. 	<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. - Multi-distributeurs. - Plateforme de crowdfunding. - L'utilisateur peut préciser dans quelle Région il vit via une application sur smartphone.
Outils utilisés pour le recyclage		<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.



Table 3 : Collecteurs (Townes T1- Majestic cuisine

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

Chapitre II : Etude technico-économique

Table 4 : poubelles (AINIYF - Lemon tri)

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		//	<ul style="list-style-type: none"> - Capteur transmis des informations en temps réel. - Câble alimentation connecté à l'internet. - Scanner des 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 met un signal quand elle est pleine).



II.5.2 Fonctionnement et description des collecteurs

II.5.2.1 Fonctionnement et description du collecteur R3D3

Une poubelle connectée qui peut reconnaître, trier et compacter automatiquement les canettes, les gobelets et les bouteilles en plastique. Cette poubelle intelligente est destinée aux entreprises et aux espaces publics où les boissons sont souvent consommées. Elle facilite le tri et la collecte des déchets en séparant les différents types de matériaux dans des boxes distincts, ce qui améliore la gestion des déchets. L'utilisation de cet objet est simple et évite les erreurs de tri, ce qui favorise le recyclage. Cependant, le coût élevé du produit (plus de 4000 euros) pourrait être un frein pour les entreprises et les gouvernements souhaitant l'acheter. Le prix élevé inclut également les services après-vente et la maintenance qui sont à la charge du fabricant. [19]

II.5.2.2 Fonctionnement et description de la poubelle Eugène

Une poubelle connectée de la start-up Uzer, appelée "Eugène". Cette poubelle intelligente est équipée d'un scanner de codes-barres qui permet de reconnaître les produits jetés et d'indiquer à l'utilisateur s'il doit les trier ou non. Elle est également équipée d'une application qui permet de récupérer sa liste de courses. Le design de cette poubelle est élégant et elle est dotée de deux poubelles de 25 litres chacune pour trier les déchets. Elle facilite le tri et le recyclage des déchets, mais son coût (plus de 300 euros) peut être un frein pour les gouvernements qui souhaitent l'acheter, notamment en raison des coûts de maintenance qui sont à la charge du fabricant. Cependant, son utilisation peut aider à faire des économies et à gagner du temps en scannant les emballages avant de les jeter pour voir les instructions de tri. [20]

II.5.2.3 Fonctionnement et description de collecteur Townes T1

Ce collecteur connecté, de fabrication chinoise est équipé d'un matériel de qualité et possède des indicateurs LED intelligents qui la rendent facile à utiliser. Il peut contenir tous les types de déchets et possède une batterie rechargeable durable de grande capacité qui peut durer jusqu'à 35 jours en veille. Avec sa capacité de 15,5 litres et son capteur de mouvement appelé Townes T1, cette poubelle est très pratique. Cependant, il faut noter que son prix dépasse 145 euros, ce qui la rend un peu chère pour les acheteurs gouvernementaux, notamment en termes

Chapitre II : Etude technico-économique

de services après-vente et de maintenance qui sont pris en charge par le fabricant [21].

II.5.2.4 Fonctionnement et description de collecteur Majestic cuisine

Ce collecteur intelligent et connecté est idéal pour la cuisine grâce à sa grande capacité de 68 litres et sa fermeture silencieuse automatique. Il accepte tous les types de déchets et fonctionne avec un système infra-rouge. Cependant, son prix de 52 Euros, soit environ 8 000 dinars algériens, peut être considéré comme élevé étant donné qu'il ne trie ni ne recycle les déchets. De plus, la maintenance revient au fabricant, ce qui augmente le coût. [22]

II.5.2.5 Fonctionnement et description de collecteur AINIYF

Ce collecteur de 100 litres est léger, portable et facile à nettoyer, et peut contenir tous les types de déchets. Il fonctionne avec une pédale et ne trie ni ne recycle les déchets. Bien que le prix soit élevé (149 Euros ou 22 000 dinars algériens), cela peut être un peu cher pour l'État, en particulier en ce qui concerne les services après-vente et la maintenance qui reviennent au fabricant. [25]

II.5.2.6 Fonctionnement et description de collecteur Lemon tri

Ce collecteur offre une solution innovante pour la collecte des déchets en facilitant le recyclage sélectif de certains types d'emballages tels que les bouteilles en plastique, les canettes et les gobelets grâce à une nouvelle technologie. Le modèle Ultra possède un écran tactile et peut traiter jusqu'à 40 emballages par minute. Le collecteur Lemon tri évite les erreurs de tri en améliorant la collecte des déchets et accepte tous les types de déchets. [23]

Conclusion :

Les collecteurs écologiques intelligents sur le marché sont souvent considérés comme des options coûteuses, nécessitant des investissements élevés pour leur acquisition ainsi que des frais de service après-vente. De plus, les poubelles publiques sont souvent sujettes à des dommages ou des vols, ce qui peut avoir un impact négatif sur les investisseurs. Afin de surmonter ces difficultés, de nombreux investisseurs se tournent vers des solutions open source. Ces solutions offrent des avantages tels que des coûts réduits et une personnalisation plus flexible pour répondre aux besoins spécifiques de chaque situation.

Dans le contexte de la mauvaise gestion des déchets en Algérie, il est impératif de mettre en place un mécanisme efficace de tri et de recyclage des déchets, tout en minimisant les coûts.

La mise en place d'un mécanisme de tri et de recyclage des déchets efficace et abordable en Algérie présente de nombreux avantages. Elle permettrait de réduire la quantité de déchets envoyés aux décharges, de préserver les ressources naturelles en recyclant les matériaux récupérables, de créer de nouvelles opportunités économiques dans le domaine du recyclage et de réduire l'impact environnemental global.

Chapitre III :
Etude d'un collecteur écologique

III.1 Introduction

Le présent chapitre a pour objectif de présenter l'étude d'un collecteur écologique intelligent, qui intègre des fonctionnalités innovantes telles qu'un capteur de niveau de remplissage et un système de communication sans fil. Ce collecteur est conçu pour être alimenté par une source d'énergie solaire, offrant ainsi une solution durable et respectueuse de l'environnement.

L'ensemble du système repose sur l'utilisation de composants électroniques tels que l'Arduino Mega, des capteurs de mesure et un panneau photovoltaïque. Le capteur de niveau de remplissage permet de surveiller en temps réel le niveau de déchets accumulés dans le collecteur, tandis que le microcontrôleur Arduino traite les données et les transmet via une unité GSM/GPRS SIM800L à une personne en charge de la vidange lorsque la poubelle atteint sa capacité maximale.

Ce chapitre fournira une description détaillée des outils et des logiciels utilisés pour la mise en œuvre de ce projet. Nous examinerons en particulier l'Arduino Mega, qui constitue la plateforme de développement centrale, ainsi que les différents capteurs utilisés pour mesurer le niveau de remplissage. De plus, nous aborderons le panneau photovoltaïque utilisé pour alimenter le système en énergie solaire, assurant ainsi son autonomie et sa durabilité.

Grâce à cette étude approfondie du collecteur écologique intelligent, nous espérons contribuer à l'avancement des solutions de gestion des déchets respectueuses de l'environnement, en offrant une alternative durable et efficace pour la collecte et le suivi des déchets.

III.2 Description du collecteur

Le collecteur intelligent est fabriqué selon des normes de qualité très élevées. Il est alimenté par l'énergie solaire et équipé de dispositifs électroniques ainsi que des capteurs de haute précision. Ces capteurs permettent de surveiller et de mesurer le niveau de déchets présents dans les conteneurs. Lorsque le conteneur atteint sa capacité maximale, il envoie immédiatement un signal au Centre de contrôle afin de déclencher le processus de collecte dans les plus brefs délais.

Le collecteur (fig. 17 & 18), contient des bacs de tri sélectif qui permettent la collecte de différents types de déchets pour favoriser leur recyclage ou leur élimination appropriée. Les types courants de déchets classés sont :

1. Déchets recyclables tels que le papier, le carton, le plastique, le verre, le métal (canettes, canettes, etc.).
2. Déchets organiques ou compostables, tels que restes de nourriture, déchets de jardin, épluchage, etc.
3. Déchets non recyclables ou résiduels qui ne peuvent être recyclés ou compostés.

Il est essentiel de respecter les règles de tri sélectif et de déposer les déchets dans les poubelles appropriées afin de maximiser les chances de recyclage et de réduction des déchets.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

Cela contribue à préserver les ressources naturelles, à réduire la pollution et à promouvoir le développement durable.

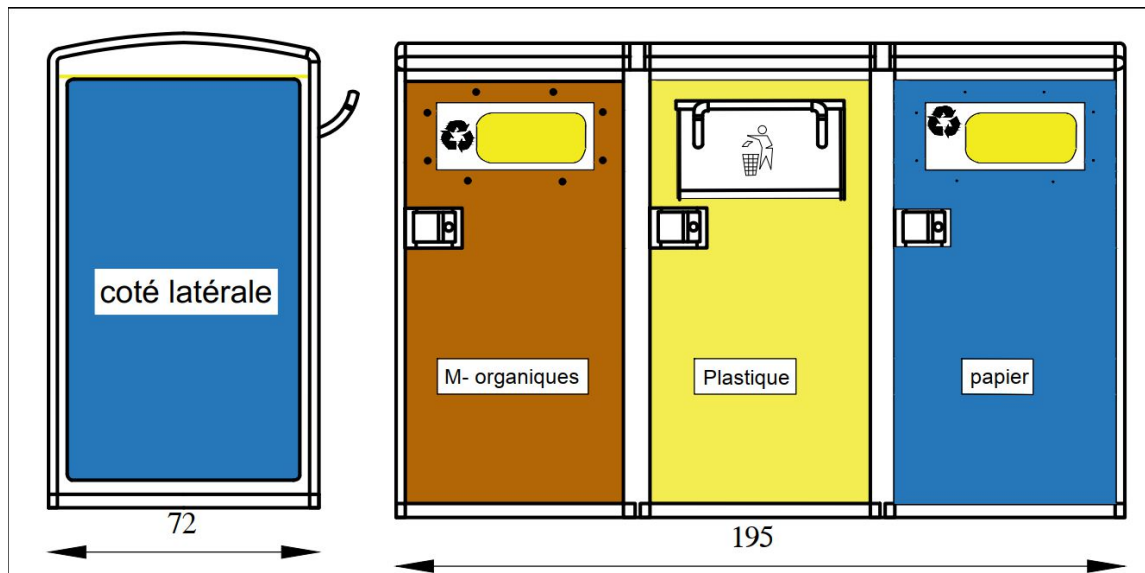


Figure 8 Collecteur intelligent

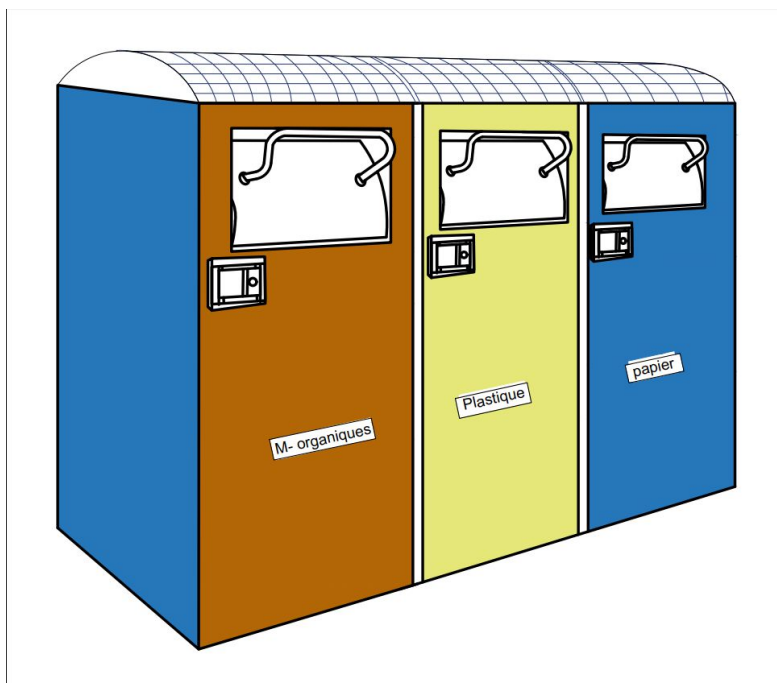


Figure 9 Collecteur intelligent 3d

III.3 caractéristiques

Les différentes caractéristiques du collecteur intelligent sont les suivantes voir table 5.

Table 5 : Caractéristiques d'un Collecteur intelligent

Hauteur	125 cm
Largeur	65 cm
Longueur	220 cm
Coloris	Gris
Tri sélectif	oui
Usage	Institutions publiques
Matériau	Métal
Type	Collecteur Intérieur
Environnement	Intérieur
Poubelle capacité (Plage)	Grande (+ 90 L)
Poids	60 kg
Ouverture	À fente

III.4 Avantages

- Réduction des déchets : Le tri sélectif permet de réduire la quantité de déchets envoyés en décharge ou incinérés. En recyclant les matériaux recyclables et en compostant les déchets organiques, on évite qu'ils ne finissent dans les sites d'enfouissement, ce qui réduit la pression sur les installations d'élimination des déchets et prolonge leur durée de vie utile.
- Conservation des ressources naturelles : En recyclant les matériaux tels que le papier, le plastique, le verre et les métaux, on réduit la demande de matières premières vierges. Le recyclage permet de préserver les ressources naturelles telles que les arbres, le pétrole et les minéraux, ce qui contribue à la durabilité et à la préservation de l'environnement.
- Économie d'énergie : Le recyclage des matériaux demande souvent moins d'énergie que la production à partir de matières premières vierges. Par exemple, la fabrication de papier recyclé nécessite moins d'eau et d'énergie que la fabrication de papier à partir de fibres vierges. Ainsi, le tri sélectif permet d'économiser de l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à la production de nouveaux matériaux.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

- Réduction de la pollution : En évitant l'enfouissement ou l'incinération des déchets, le tri sélectif contribue à réduire la pollution de l'air, de l'eau et des sols associée à ces méthodes d'élimination. De plus, le recyclage des matériaux permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et la pollution liée à l'extraction de matières premières.
- Sensibilisation à l'environnement : Les poubelles de tri sélectif jouent également un rôle important dans la sensibilisation à l'environnement. En encourageant les individus à trier leurs déchets et en fournissant des informations sur les matériaux recyclables, les poubelles de tri sélectif contribuent à éduquer et à sensibiliser la population aux enjeux environnementaux, favorisant ainsi des comportements plus durables.
- Il utilise l'énergie solaire et est équipé d'appareils électroniques et de capteurs de haute précision. Ces capteurs surveillent et mesurent le niveau de déchets dans les conteneurs. Lorsque le conteneur atteint sa capacité maximale, il envoie immédiatement un signal au centre de contrôle pour commencer le processus de collecte rapidement. De plus, il possède une fonction de compression automatique, ce qui lui permet de contenir plusieurs fois plus de déchets que les conteneurs classiques.

III.5 Eléments de collecteur

III.5.1 Partie commande

III.5.1.1 Arduino :

Arduino est une plateforme très populaire pour la création d'objets interactifs. Elle se compose d'une carte électronique et d'un environnement de programmation convivial, ce qui permet aux utilisateurs de réaliser des projets sans avoir une connaissance approfondie en électronique. Arduino est un projet en source ouverte et bénéficie d'une communauté dynamique qui fournit des réponses aux questions des utilisateurs. Contrairement aux Raspberry Pi et aux Beaglebone, Arduino ne possède pas de système d'exploitation basé sur Linux, mais il reste l'un des choix les plus abordables et les plus répandus. Une platine de développement est généralement un circuit imprimé équipé d'un microprocesseur ou d'un microcontrôleur. Il existe de nombreux modèles officiels d'Arduino, ainsi que des clones et des platines compatibles offrant des fonctionnalités spécifiques [24].

III.5.1.1.1 Les différents types d'Arduino

Les différents types d'Arduino offrent une multitude d'options pour les amateurs de l'électronique et de la programmation. Chaque modèle d'Arduino a ses propres caractéristiques et fonctionnalités spécifiques, ce qui permet aux utilisateurs de choisir celui qui convient le mieux à leurs besoins et à leurs projets. Que vous recherchiez une carte simple et abordable pour vos premières expériences ou une version plus avancée offrant des capacités supplémentaires, il existe un Arduino adapté à chaque situation [25].

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

A. La carte Arduino Leonardo

La carte Arduino Leonardo (fig. 19), est l'un des modèles populaires de la famille Arduino. Elle se distingue par sa capacité à émuler un périphérique USB, ce qui la rend idéale pour les projets nécessitant une interface USB directe avec un ordinateur ou d'autres appareils.

La carte Leonardo est équipée d'un microcontrôleur ATmega32U4, qui intègre un contrôleur USB à part entière. Cela signifie que la carte peut être reconnue par un ordinateur comme un périphérique HID (Human Interface Device) tel qu'un clavier ou une souris, ce qui permet de créer des projets interactifs avec une facilité accrue.

La carte Leonardo offre également un ensemble complet de broches d'entrée/sortie numériques et analogiques, ce qui permet de connecter une large gamme de capteurs, actionneurs et autres composants électroniques. Elle est compatible avec l'environnement de développement Arduino, ce qui facilite la programmation et la création de projets.

La carte Arduino Leonardo est souvent utilisée pour des projets tels que les contrôleurs de jeux, les claviers personnalisés, les dispositifs d'interface utilisateur et les projets interactifs nécessitant une connexion USB directe. Sa flexibilité et ses fonctionnalités en font un choix populaire parmi les passionnés d'électronique et les fabricants.



Figure 10 : La carte Arduino Leonardo

B. La carte Arduino UNO

La carte Arduino UNO (fig.20), est un modèle très populaire et largement utilisé de la famille Arduino. Elle est appréciée pour sa simplicité d'utilisation, sa polyvalence et sa compatibilité avec l'environnement de développement Arduino. La carte est équipée d'un microcontrôleur ATmega328P et offre une variété de broches d'entrée/sortie pour connecter différents composants électroniques. Elle dispose également d'un port USB pour la programmation et la communication avec un ordinateur. La carte Arduino UNO est largement utilisée dans les projets éducatifs, les projets amateurs, le prototypage rapide et le développement de produits.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

Elle est une option idéale pour les débutants ainsi que pour les projets plus avancés nécessitant une plateforme fiable et polyvalente.

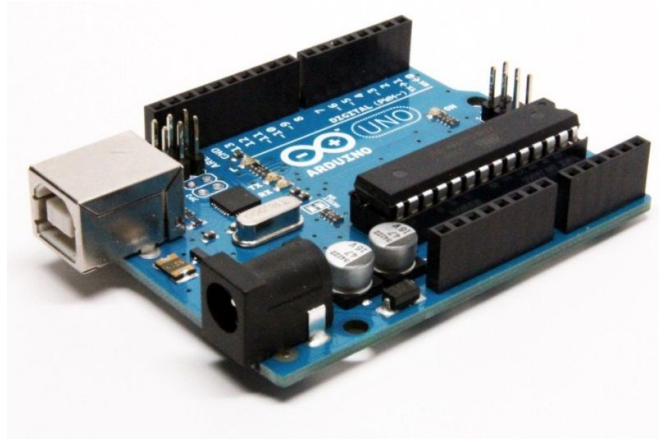


Figure 20 : La carte Arduino UNO

C. La carte Arduino Due

La carte Arduino Due (fig. 21), est un modèle avancé de la famille Arduino, offrant des performances supérieures grâce à son microcontrôleur ARM Cortex-M3 32 bits. Elle dispose d'un plus grand nombre de broches d'entrée/sortie, une connectivité native USB et une plus grande mémoire, ce qui en fait un choix idéal pour les projets nécessitant une puissance de calcul élevée, des communications rapides et des fonctionnalités avancées. La carte Arduino Due convient particulièrement aux utilisateurs expérimentés et aux projets complexes qui nécessitent des capacités supérieures. La carte électronique "Arduino Due" est une version améliorée de la carte Arduino Mega offrant des performances 3 fois supérieures. Elle est idéale pour manipuler rapidement des algorithmes lourds, notamment dans le domaine de la robotique.

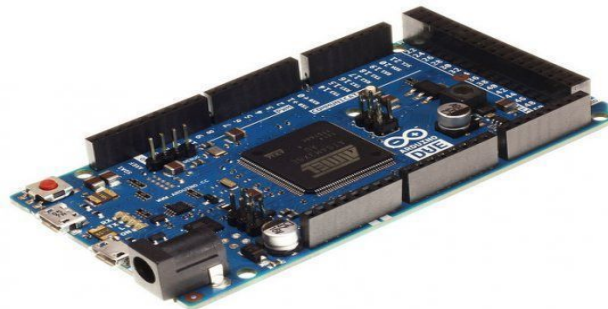


Figure 21 : La carte Arduino Due

D. La carte Arduino Nano

La carte électronique "Arduino Nano" (fig. 22) est une version miniature de la carte Arduino Uno. Grâce à sa taille et son poids réduits, elle est particulièrement adaptée à une utilisation dans des espaces restreints, comme dans le domaine de la robotique ou du modélisme, où le poids et la taille sont des facteurs déterminants (pour les hélicoptères, drones, etc.).

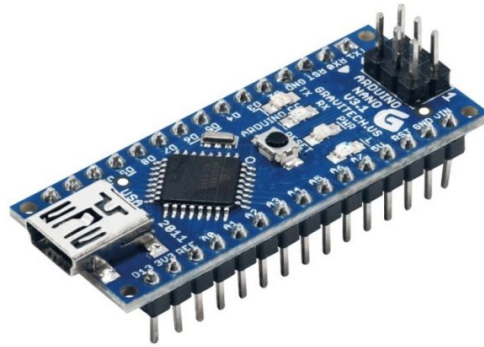


Figure 22 : La carte Arduino Nano

E. La carte Arduino Mini Pro

La carte électronique "Arduino Mini Pro" (fig. 23) est une version simplifiée de la carte Arduino Uno, adaptée pour piloter de petits projets ou des éléments d'un projet. Cependant, il faut faire attention car cette carte ne dispose pas de port USB, ce qui rend sa connectivité délicate.

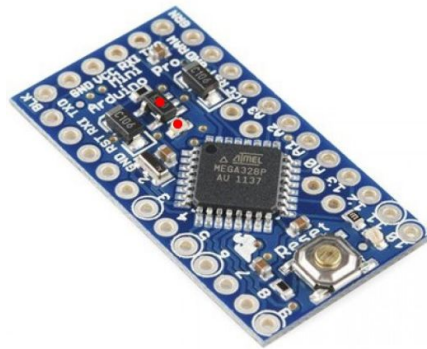


Figure 23 : La carte Arduino Mini Pro

F. La carte Arduino Yun

La carte Arduino Yun (fig. 24), est une carte hybride unique qui combine les fonctionnalités d'un microcontrôleur Arduino avec un mini-ordinateur Linux. Elle offre une connectivité Wi-Fi intégrée et la possibilité d'exécuter à la fois des tâches Arduino et des applications Linux. Cela en fait un choix idéal pour les projets qui nécessitent à la fois une intégration électronique et informatique, tels que l'Internet des objets, la domotique et le contrôle à distance. La carte Arduino Yun offre une grande flexibilité et ouvre un large éventail de possibilités pour les développeurs et les fabricants qui souhaitent créer des projets interactifs et connectés. La carte "Arduino Yun" a été conçue pour rivaliser avec la carte Raspberry en combinant la puissance de Linux avec la facilité d'utilisation d'une carte Arduino.

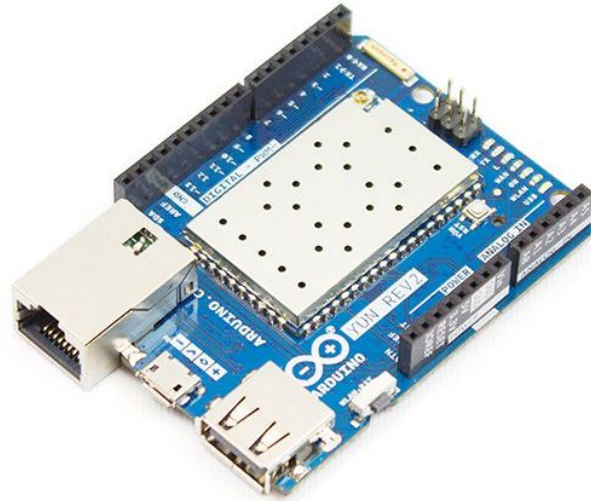


Figure 24 : La carte Arduino Yun

G. La carte électronique nommée "Arduino Mega 2560"

La carte Arduino Mega 2560 (fig. 25), est un modèle puissant et polyvalent de la famille Arduino. Elle est conçue pour les projets qui nécessitent une grande quantité de broches d'entrée/sortie et une mémoire étendue.

La carte Arduino Mega 2560 est basée sur un microcontrôleur ATmega2560, qui offre une capacité de traitement supérieure et une mémoire flash plus importante par rapport aux autres modèles Arduino. Elle dispose de 54 broches d'entrée/sortie numériques, dont 15 peuvent être utilisées comme sorties PWM, et 16 broches d'entrée analogiques.

Cette carte est idéale pour les projets complexes qui nécessitent de connecter de nombreux capteurs, actionneurs et autres composants électroniques. Elle offre également des fonctionnalités avancées telles que la communication série, l'interface USB, les temporisateurs et les interruptions matérielles.

La carte Arduino Mega 2560 est largement utilisée dans le prototypage rapide, l'automatisation, les projets robotiques et les applications nécessitant une grande capacité de calcul et de connectivité. Elle est compatible avec l'environnement de développement Arduino, ce qui facilite la programmation et la création de projets.

En résumé, la carte Arduino Mega 2560 est un modèle puissant et polyvalent de la famille Arduino, offrant un grand nombre de broches d'entrée/sortie, une mémoire étendue et des fonctionnalités avancées. Elle est idéale pour les projets complexes nécessitant une capacité de calcul élevée, une connectivité étendue et la gestion de multiples composants électroniques.

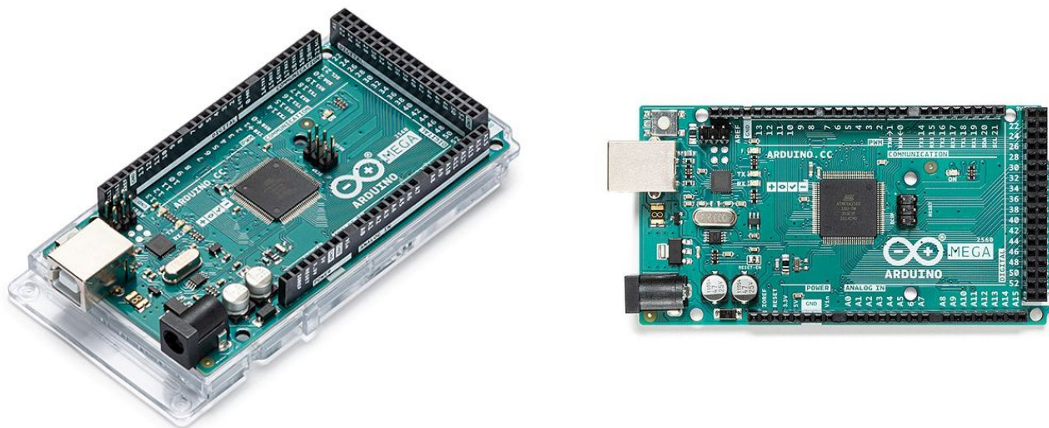


Figure 25 : La carte Arduino Mega

III.5.1.1.2 Description de la Carte Arduino Mega

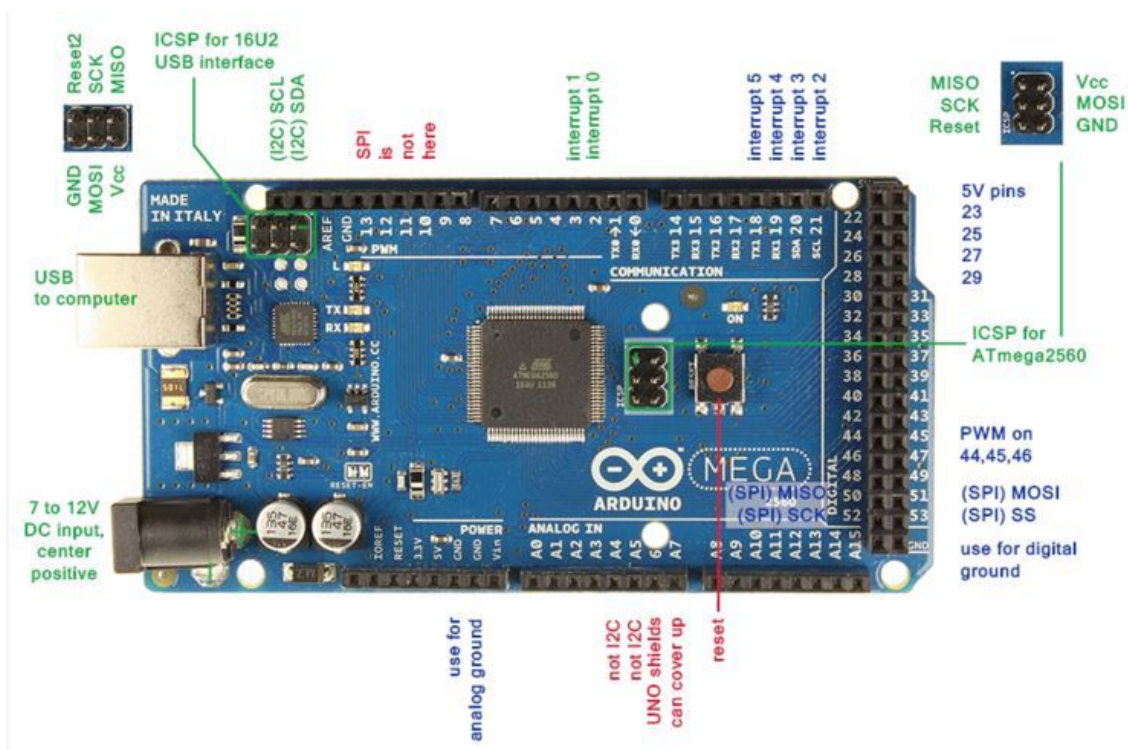


Figure 11 : La plaque signalétique

- Les avantages de l'Arduino Mega par rapport aux autres cartes

La carte Mega est plus puissante, permet une marge de manœuvre beaucoup plus importante et des montages plus poussés qu'avec d'autres cartes Arduino. En bref, cette carte représente le niveau supérieur : vous pourrez faire des choses que vous ne pouvez pas réaliser avec une carte plus classique.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

À titre d'exemple, vous pourrez par exemple contrôler simultanément 48 servomoteurs avec une Méga tandis que vous ne pourrez en contrôler que 12 à la fois avec une Uno ou une carte Arduino Nano.

- Caractéristiques de La carte Arduino Mega

Table 6 : Caractéristiques de La carte Arduino Mega

Microcontrôleur	
Nom:	Arduino MEGA
Marque:	Arduino
Caractéristiques	
CPU:	ATmega2560
Tension d'alimentation :	7-12V
Tension logic:	5V
E/S digitales:	54
Entrées analogiques:	16
Flash:	256kB
SRAM:	8 kB
EEPROM:	4 kB
Fréquence d'horloge:	16 MHz
Wifi:	No
Bluetooth:	No
SD card:	No
Touch:	No
UART/SPI/I2C/I2S:	Yes/Yes/Yes/No

III.5.1.1.3 Le logiciel Arduino IDE

Le logiciel Arduino IDE (fig. 27) est compatible avec les systèmes d'exploitation Mac, Windows et Linux. Ce logiciel est utilisé pour créer, tester et envoyer des programmes sur la carte Arduino [28].

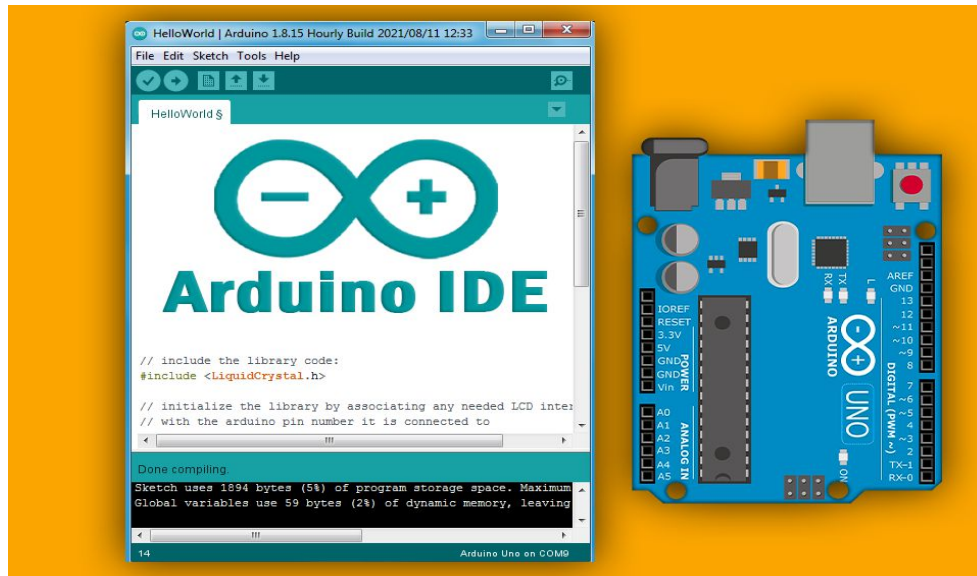


Figure 12 : Le logiciel Arduino IDE

Le logiciel Arduino IDE est un outil de programmation basé sur un langage de code contenant environ cinquante commandes différentes. Lorsque le logiciel est ouvert, l'interface graphique (fig. 28) affiche des boutons de commande en haut, une page vierge pour écrire le code et une bande noire en bas.

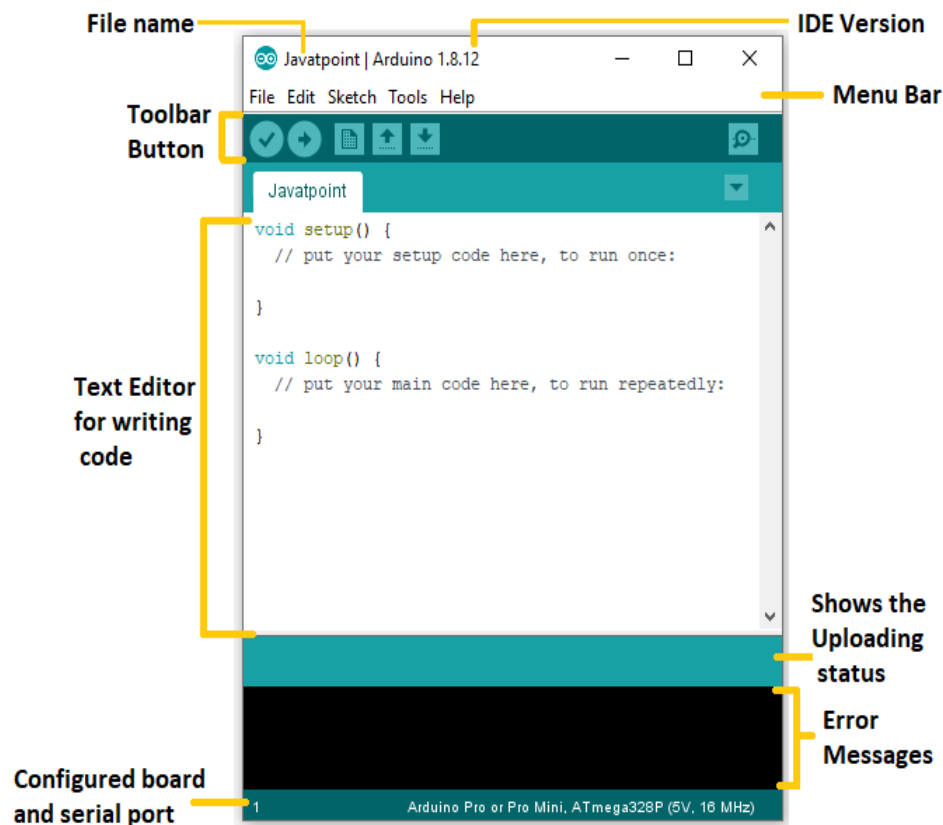


Figure 13 : Le logiciel Arduino IDE

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

Logiciel IDE (Environnement de Développement Intégré) multi OS :

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

Un programme utilisateur Arduino est une liste d'instructions simples écrites en texte, une par ligne. La carte lit et exécute ces instructions dans l'ordre indiqué par les lignes de code.

III.5.1.2 Le module SIM800L GSM / GPRS

Le module SIM800L GSM/GPRS (fig. 29), est un module de communication sans fil utilisé pour la transmission de données via les réseaux GSM et GPRS. Il est basé sur la puce SIM800L et est compatible avec les bandes de fréquences GSM couramment utilisées. Le module offre des fonctionnalités de communication bidirectionnelle, telles que l'envoi et la réception de SMS, d'appels vocaux et de données. Il peut être intégré facilement avec des microcontrôleurs et contrôlé à l'aide de commandes AT. Le module SIM800L est utilisé dans divers projets IoT et applications nécessitant une connectivité cellulaire, tels que les systèmes de surveillance à distance, les systèmes d'alerte par SMS et les traqueurs GPS. L'utilisation du module nécessite une carte SIM valide d'un fournisseur de services de téléphonie mobile. Ce module est basé sur la puce SIM800L de SIMCom Wireless Solutions et prend en charge les bandes de fréquences GSM 850/900/1800/1900 MHz, ce qui le rend compatible avec la plupart des réseaux de téléphonie mobile dans le monde. En résumé, le module SIM800L est un outil puissant pour la communication sans fil via les réseaux GSM et GPRS, offrant des possibilités étendues pour les projets de communication à distance.



Figure 14 : Le module SIM800L GSM / GPRS.

III.5.1.2.1 Présentation matérielle du module GSM / GPRS SIM800L

Le module SIM800L GSM/GPRS (fig. 30) est équipé d'une puce cellulaire GSM SIM800L de SimCom, qui peut fonctionner avec une tension de 3,4 à 4,4 V et peut être alimenté par une batterie LiPo. Cela en fait un choix idéal pour les projets avec des contraintes d'espace. Le

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

module permet de réaliser des fonctionnalités similaires à un téléphone portable, telles que l'envoi et la réception de SMS, les appels téléphoniques et la connexion à Internet via GPRS, TCP/IP, etc. De plus, le module prend en charge le réseau quadri-bande GSM/GPRS, ce qui le rend utilisable partout dans le monde

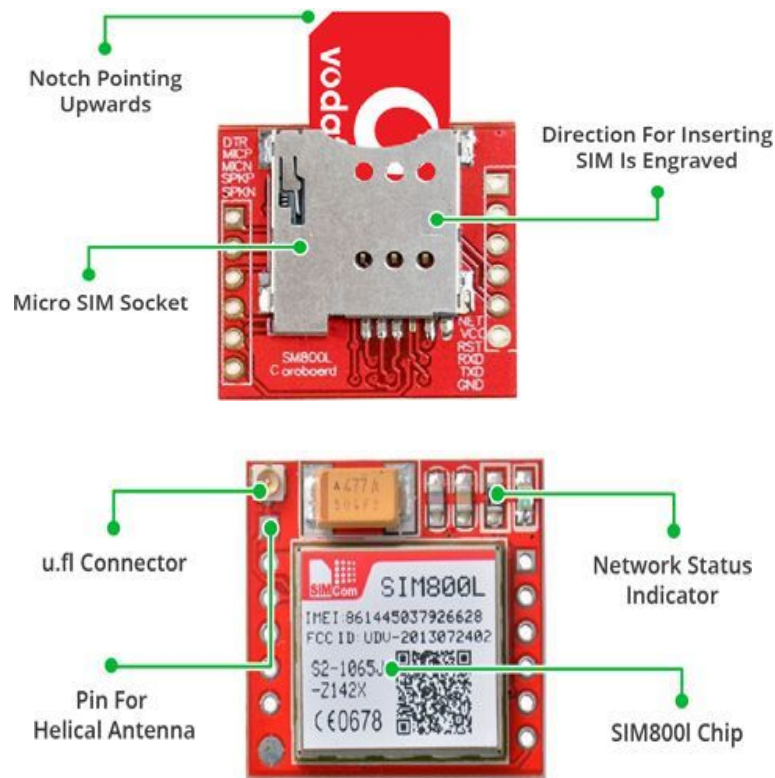


Figure 30 : Présentation du module SIM800L GSM / GPRS.

Le module SIM800L GSM / GPRS possède des broches de données réparties en en-têtes de 0,1", y compris les broches nécessaires pour la communication avec un microcontrôleur via UART. La vitesse de transmission de données peut varier de 1200 bps à 115 200 bps et est automatiquement détectée.

Le module SIM800L GSM/GPRS est compatible avec une antenne externe pour établir une connexion réseau. Il est fourni avec une antenne hélicoïdale et des soudures directes sur la broche NET du PCB. De plus, il est équipé d'un connecteur U.FL permettant de connecter une antenne à distance. Le module prend en charge des débits en bauds allant de 1200 bps à 115 200 bps avec détection automatique des bauds. Il est abordable et convivial pour les applications Android.

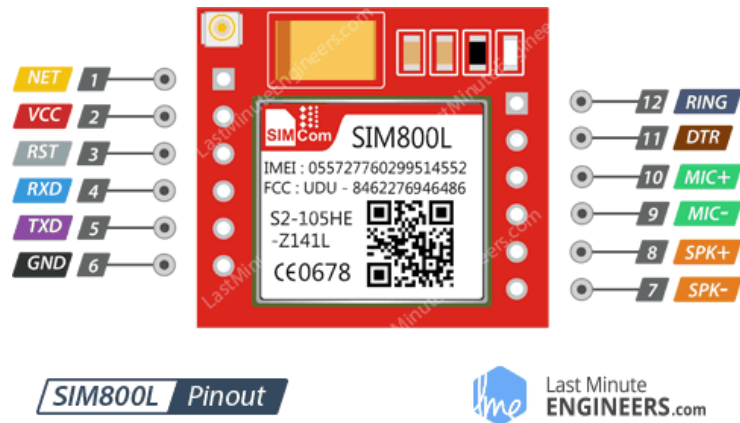


Figure 31 : Présentation matérielle du module SIM800L GSM / GPRS.

Voici les détails des différentes broches de la présentation matérielle du module SIM800L GSM/GPRS (fig. 31):

NET : utilisé pour fixer une antenne externe sur le module. Il est possible de souder l'antenne hélicoïdale fournie avec le module à cet emplacement.

VCC : utilisée pour fournir la tension positive (+) nécessaire au fonctionnement du module. Il faut une alimentation de 3,4 V à 4,4 V avec un courant minimum de 2 ampères pour assurer un bon fonctionnement du module. Il est important de ne jamais le connecter à une alimentation de 5V, car cela pourrait endommager le module. De plus, il ne fonctionnera pas avec une alimentation de 3,3V.

REST : Le code "REST" correspond à un code PIN utilisé pour effectuer une réinitialisation matérielle du module. Pour cela, il faut maintenir cette broche en position basse pendant au moins 100 ms. Cette action permettra de réaliser une réinitialisation complète du module.

RX : La broche RX est utilisée pour la communication série

TXD : La broche TX est utilisée pour la communication série

GND : est la broche de mise à la masse du module. Il est important de la connecter à la broche GND du microcontrôleur.

SPK + et SPK - : Les broches "SPK +" et "SPK -" constituent une interface de haut-parleur différentielle. Elles permettent de connecter les deux broches d'un haut-parleur. La broche positive du haut-parleur se connecte à la broche "SPK +" et la broche négative se connecte à la broche "SPK -"

MIC+ et MIC- : Les broches "MIC+" et "MIC-" sont des entrées microphone différentielles. Elles permettent de connecter les deux broches du microphone. La broche positive du microphone se connecte à la broche "MIC+" et la broche négative se connecte à la broche "MIC-".

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

DTR : utilisée pour activer le mode veille. En tirant cette broche vers le HAUT, le module entre en mode veille et désactive la communication série. Pour désactiver le mode veille et réveiller le module, il faut tirer la broche vers le BAS.

RING : La broche de SONNERIE joue le rôle d'un indicateur de sonnerie qui permet de détecter les appels et les SMS. Elle agit comme la broche de sortie "d'interruption" du module. Par défaut, cette broche est à un niveau élevé, mais lorsqu'un appel est reçu, elle génère une impulsion de niveau bas pendant 120 ms. De plus, elle peut être configurée pour générer une impulsion lorsqu'un SMS est reçu.

III.5.1.2.2 Caractéristiques Techniques

- Tension d'alimentation : 3.3-5 (v)
- Support réseau : gsm/gprs
- Band : 850/900/1800/1900 (mhz)
- La puissance d'émission : 1-2 (w)
- Dimensions: 30 x 17 x 10 (mm)

III.5.2 Générateur Photovoltaïque

III.5.2.1 Principe de la conversion photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque est produite en transformant une partie de l'énergie solaire avec une cellule photovoltaïque pour produire de l'électricité. Les cellules photovoltaïques sont reliées entre elles pour former un panneau solaire, qui est ensuite regroupé avec d'autres panneaux dans une centrale solaire photovoltaïque appelée champ photovoltaïque. Le terme photovoltaïque peut faire référence soit au phénomène physique - l'effet photovoltaïque - soit à la technologie associée. En utilisant une cellule solaire, nous pouvons produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire [29]

Les cellules photovoltaïques ont pour but de convertir l'énergie lumineuse du Soleil en énergie électrique en trois étapes :

1. Absorption des photons de la lumière solaire,
2. Conversion de l'énergie des photons en énergie électrique
3. Collecte de ces particules électriques dans un circuit électrique externe.
4. Pour cela, le matériau utilisé dans la cellule photovoltaïque doit avoir deux niveaux d'énergie et être suffisamment conducteur pour permettre l'écoulement du courant, ce qui explique l'utilisation de semi-conducteurs dans l'industrie photovoltaïque

III.5.2.2 Panneau solaire 20 watts 12 volts

Le panneau solaire de 20W (fig. 32) est capable de générer jusqu'à 20 watts d'énergie électrique en utilisant le rayonnement solaire. Ces panneaux sont conçus pour capter l'énergie solaire et la convertir en chaleur ou en électricité.



Figure 32 : Panneau solaire 20 watts 12 volts poly

III.5.2.3 Caractéristiques de la structure et techniques

- Sa résistance aux impacts et au poids,
- Sa performance même en cas de faible ensoleillement
- Sa résistance à la corrosion grâce à un cadre en aluminium anodisé
 - a. Caractéristiques techniques
 - Puissance nominale : 20 W.
 - Tension à puissance maximum : 18,1 V.
 - Courant à puissance maximum : 1,11 A.
 - Tension en circuit ouvert : 22,5 V.
 - Courant de court-circuit : 1,34 A.
 - Cadre en aluminium résistant aux chocs.
 - Face avant verre trempé résistant aux intempéries.
 - Boîtier de jonction au dos du panneau, cosses à souder.
 - Durée de vie supérieure à 25 ans.
 - Puissance de sortie garantie de 90% dans les 10 ans, 80% au-delà.
 - Dimensions : 410 x 345 x 25 mm.
 - Poids : 1,730 kg.
 - b. Longue durée de vie des modules
 - Cellules qui sont enveloppées dans un matériau appelé EVA,
 - Ainsi qu'une pellicule de protection qui protège contre les conditions atmosphériques.
 - La partie supérieure de ces cellules est recouverte d'un verre de sécurité résistant aux intempéries.
 - a. Cadre robuste :
 - Décrit un cadre en aluminium solide qui est fermé tout autour de son périmètre, est fixé à l'avant.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

III.5.2.4 Garanties et Certifications

- Garantie de puissance de 25 ans à 80% de sa puissance minimale,
- Ainsi que d'une garantie de produit de 2 ans.
- Il est également certifié CE, IEC 61215 et IEC 61730 TUV.
- Le produit possède une finition de haute qualité

III.5.3 Capteur de force

Un capteur de poids (fig. 33) est un dispositif utilisé pour mesurer la force appliquée sur un objet. Il repose généralement sur des jauges de contrainte qui détectent la déformation d'un matériau soumis à une force. Ces capteurs sont couramment utilisés dans les domaines de la contrainte et de la charge. De plus, les capteurs de pression permettent de mesurer la pression exercée sur un objet et peuvent être utilisés pour estimer une force si la surface d'application est connue. Les capteurs de force sont largement utilisés dans l'industrie et la médecine

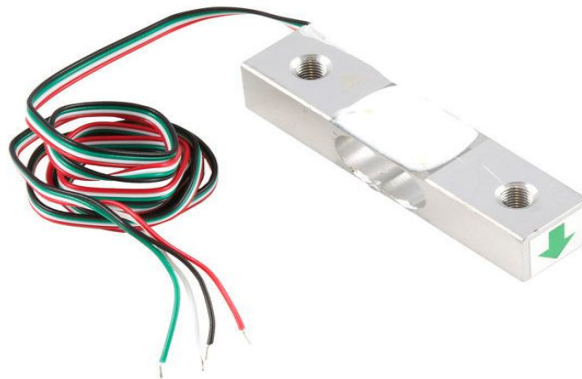


Figure 33 : Capteur de force

N.B : Dans notre projet, nous avons utilisé un capteur de poids 50kg.

III.5.3.1 Capteur de poids de 50 kg

Un capteur de poids de 50 kg est un type de capteur de force qui mesure la force gravitationnelle appliquée sur lui et qui est capable de mesurer des charges jusqu'à 50 kg. Les capteurs de poids sont couramment utilisés dans les applications de pesage telles que les balances et les systèmes de pesage industriels.

III.5.3.2 Principe de fonctionnement

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

III.5.3.3 Caractéristiques du module HX711

- Alimentation : 5V
- Consommation de courant : moins de 10mA
- Tension d'entrée différentielle : $\pm 40\text{mV}$
- Résolution de conversion A/D : 24 bits (16777216 comptes)
- Fréquence de lecture : 80 Hz

III.5.4 Capteur ultrasons HC-SR04

Le capteur de distance HC-SR04 (fig. 34) est un dispositif qui utilise des ondes sonores pour mesurer la distance entre le capteur et un objet. Il émet un signal sonore et enregistre le temps nécessaire pour que le signal soit réfléchi par l'objet et revienne au capteur. La distance est ensuite calculée en utilisant la vitesse du son dans l'air et le temps de vol du signal sonore. Si vous souhaitez apprendre comment utiliser le capteur ultrason HC-SR04 avec Arduino, vous pouvez consulter le tutoriel disponible dans le lien ci-dessous. J'espère que cela vous sera utile.



Figure 15 : Capteur ultrasons HC-SR04

III.5.4.1 Caractéristiques

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

III.5.5 Partie mécanique

III.5.5.1 Moteur à courant continu (DC)

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

Un moteur à courant continu (DC) est un type de moteur électrique (fig. 35) qui fonctionne avec un courant continu. Il utilise l'interaction entre un champ magnétique créé par des aimants permanents ou des bobines d'excitation et un courant électrique circulant dans des bobines placées dans la partie rotative du moteur, appelée rotor. Lorsqu'un courant est appliqué, un couple électromagnétique se forme, faisant tourner le rotor. Les moteurs DC offrent un contrôle précis de la vitesse et du couple, et sont utilisés dans de nombreuses applications telles que les véhicules électriques, les outils électriques, les robots et les systèmes d'automatisation industrielle.



Figure 16 : moteur à courant continu (DC)

III.5.5.1.1 Caractéristiques d'un moteur à courant continu (DC)

AC/DC	DC
type	BLDC
Voltage	24 V, 48 V, 36 V
Construction	à aimants permanents, à arbre creux
Nombre de pôles	multipolaire
Puissance	31 W, 50 W, 70 W (0,042 hp)
Intensité	Max: 1,8 A 1,7 A, 1,8 A Min: 0,2 A
Couple	0,5 Nm (0,3688 ft.lb)
Vitesse de rotation	812 rpm, 1 221 rpm, 1 653 rpm (5 101,95 rad.min ⁻¹)
Diamètre	44 mm (1,73 in)

III.5.5.1.2 Driver (L293D)

Driver (L293D) est le plus souvent utilisé pour piloter des moteurs, mais peut également être utilisé pour piloter n'importe quelle charge inductive telle qu'un solénoïde de relais ou un grand transistor de puissance à découpage. (Fig. 36)



Figure 36 : driver (L293D)

- Spécifications techniques :
 - Tension de sortie du moteur : 4,5 V – 36 V
 - Tension d'entrée logique : 5V
 - Courant de sortie par canal : 600mA
 - Courant de sortie de crête par canal : 1,2 A

III.5.5.2 Systèmes de compression des déchets

Les collecteurs intelligents sont équipés de systèmes de compression qui permettent de réduire le volume des déchets et d'optimiser l'espace à l'intérieur. Ces systèmes utilisent différents mécanismes de compression, tels que des vérins hydrauliques ou des moteurs électriques, pour comprimer les déchets. Lorsque la poubelle atteint un niveau de remplissage prédéfini, le système de compression est activé automatiquement ou manuellement. Cela réduit le volume des déchets de 50 % à 70 %, ce qui permet de stocker plus de déchets dans la poubelle sans devoir la vider aussi souvent.

L'un des principaux avantages de ces systèmes est la réduction de la fréquence de collecte des déchets, ce qui permet d'économiser des coûts et de réduire l'impact environnemental lié à la collecte et au transport des déchets. De plus, les poubelles intelligentes peuvent envoyer des notifications aux services de collecte lorsque leur niveau de remplissage est atteint, facilitant ainsi la planification des tournées de collecte.

III.5.5.2.1 Types de systèmes de compression des déchets

Il existe différents types de systèmes de compression des déchets à l'intérieur des poubelles intelligentes. Voici quelques exemples :

- Compression hydraulique : Ce type de système utilise un vérin hydraulique pour appliquer une force de compression aux déchets. Lorsque la poubelle atteint un niveau de remplissage prédéfini, le vérin hydraulique est activé, ce qui comprime les déchets et réduit leur volume.
- Compression mécanique : Ce type de système utilise un mécanisme de compression mécanique, tel qu'un bras ou un plateau mobile, pour appliquer une force sur les déchets et

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

les comprimer. Le mécanisme peut être actionné par un moteur électrique ou un système de levier.

- Compression pneumatique : Dans ce type de système, de l'air comprimé est utilisé pour comprimer les déchets. Lorsque la poubelle est pleine, de l'air comprimé est injecté dans la poubelle, ce qui permet de réduire le volume des déchets.
- Compression à vis : Ce système utilise une vis sans fin pour comprimer les déchets. La vis tourne et pousse les déchets vers le bas, ce qui les comprime progressivement.
- Compression électromécanique : Ce type de système combine à la fois des composants électriques et mécaniques pour comprimer les déchets.

Il peut utiliser un moteur électrique pour actionner un mécanisme de compression, tel qu'un plateau ou une plaque, qui pousse les déchets vers le bas et les comprime.

Ces différents systèmes peuvent être utilisés individuellement ou combinés dans un collecteur intelligent, en fonction des besoins spécifiques et des technologies disponibles. Chaque système a ses propres avantages et peut être adapté à différents types de déchets ou d'environnements.

Dans notre projet, nous avons utilisé un système de compression mécanique contrôlé par une carte Arduino méga

III.5.5.2.2 système de compression mécanique

Les systèmes de compression des déchets (fig. 37) utilisent un mécanisme de compression mécanique avec un levier et un moteur électrique pour pousser une plaque qui exerce une force sur les déchets



Figure 37 : Système de compression mécanique

III.5.5.2.3 Principe de fonctionnement

Le système de compression mécanique (fig. 39) utilisant un moteur électrique pour fournir la force nécessaire pour comprimer les déchets.

Chapitre III : Etude d'un collecteur écologique

- Structure en ciseaux : compose d'une structure en forme de ciseaux sur laquelle est fixée une plaque, généralement en acier, qui s'étire et se plie pour comprimer les déchets.
- Moteur électrique : équipée d'un moteur électrique qui fournit la puissance nécessaire au fonctionnement du système. Le moteur électrique est généralement alimenté par une batterie intégrée ou peut être connecté à une source d'alimentation externe ‘
- Transmission : le moteur électrique est couplé à un système de transmission qui convertit la rotation du moteur en mouvement linéaire de la structure en ciseaux. Cela se fait à l'aide d'une vis sans fin vissée avec un écrou fileté, qui convertit le mouvement de rotation du moteur en mouvement vertical
- Contrôle : le système mécanique est contrôlé par une méga carte Arduino qui lui permet de comprimer les déchets lorsque le niveau spécifié est atteint

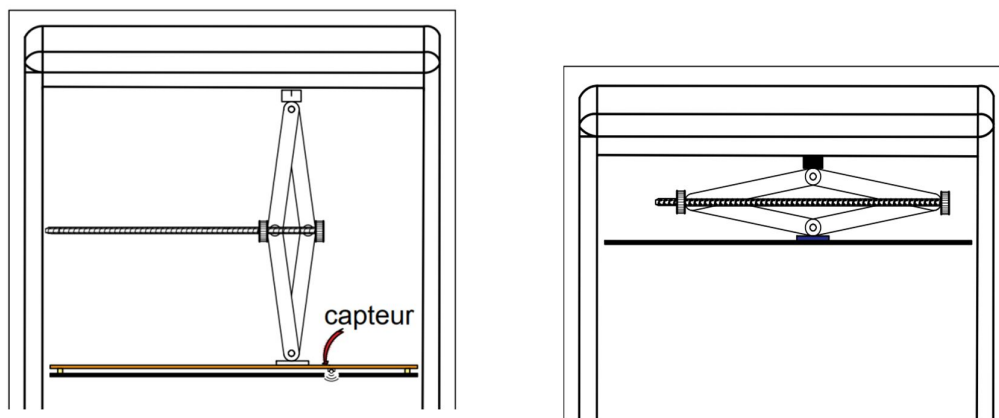


Figure 17 : système de compression mécanique motorisé

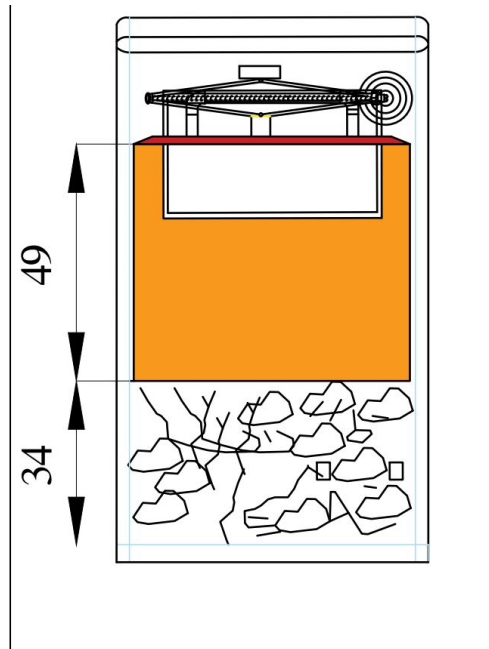


Figure 39 : système de compression mécanique motorisé

III.5.5.3 Types d'assemblage

III.5.5.3.1 Assemblage par soudage par l'arc

La soudure à l'arc permet d'assembler deux pièces métalliques par la fusion d'un métal d'apport constitué d'une électrode enrobée. La très forte chaleur nécessaire au soudage s'obtient en créant un arc électrique, d'où le nom du procédé, entre l'électrode et les pièces à souder.



Figure 40 : Poste de Soudage à l'arc électrique

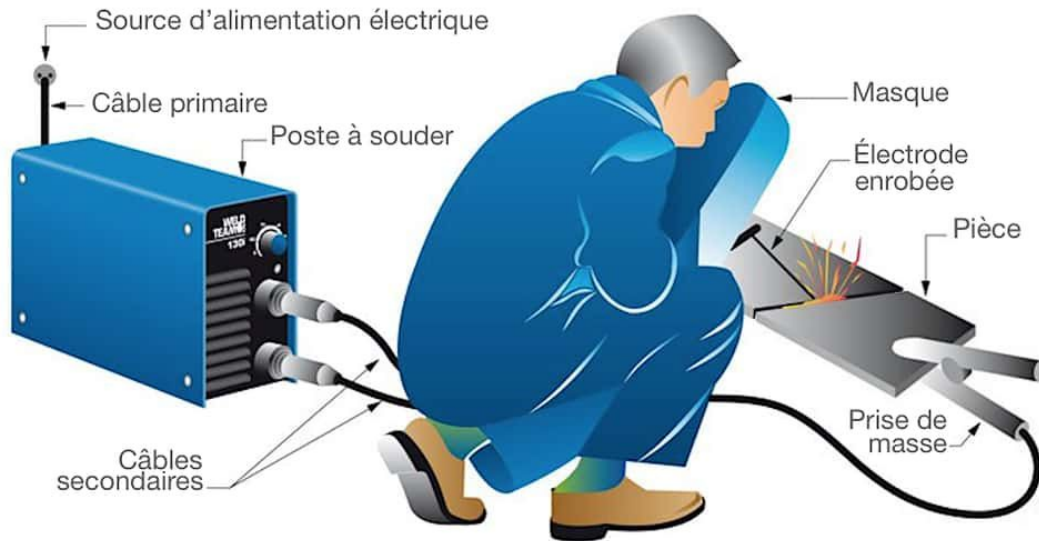


Figure 41 : Soudage à l'arc électrique

III.5.5.3.2 Assemblage par vis

L'assemblage par vis est une méthode courante d'assemblage de pièces dans l'industrie. Il consiste à utiliser des vis pour maintenir les pièces ensemble. Les vis sont soumises à différentes contraintes de traction, torsion et parfois cisaillement. La tension de la vis, lorsqu'elle a été serrée à un allongement calculé, correspond à la précontrainte.

Chapitre IV : Réalisation d'un prototype du collecteur écologique

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons plusieurs questions, Notre objectif est de faciliter la réalisation de notre projet intitulé "Etude et réalisation d'un collecteur écologique intelligent de déchets". Nous présenterons en détail les différentes étapes de sa réalisation afin de créer un produit de qualité bénéfique à la fois pour l'environnement et l'industrie. Une méthode spécifique sera présentée dans cette section, qui implique l'utilisation d'une connexion Carte SIM. Nous allons connecter les différents composants que nous avons précédemment étudiés et procéder au montage de notre prototype. Les différentes étapes de sa réalisation seront expliquées en détail.

IV.2 Principe et mode de fonctionnement

Le principe du système intelligent repose sur l'utilisation de capteurs et de techniques avancées pour améliorer la gestion des déchets. Tout d'abord, le niveau des déchets est détecté par un capteur ultrason, et lorsqu'il atteint un niveau spécifique, ils sont comprimés à plusieurs reprises par un système mécanique équipé d'un capteur de poids de 50 kg pour augmenter leur capacité de stockage.

Pour des raisons de sécurité, l'ouverture de la trappe de dépôt des déchets est complètement fermée par des actionneurs électriques pendant le fonctionnement du système de compression mécanique.

Le niveau de remplissage du conteneur est affiché sur un écran LCD. Lorsque le conteneur est plein, un message est envoyé aux autorités compétentes pour vider le conteneur via une carte GSM/GPRS, facilitant ainsi le processus de collecte et réduisant les déplacements.

IV.3 Réalisation pratique du projet

La réalisation pratique de notre projet consiste à contrôler une poubelle intelligente en utilisant la carte Arduino Mega 2560. L'utilisation d'un système de compactage dans les collecteurs intelligents présente de nombreux avantages. Tout d'abord, il permet de réduire la fréquence des vidages et les coûts associés à la collecte des déchets. De plus, cela contribue à maintenir un environnement propre et ordonné en minimisant l'encombrement des déchets à l'intérieur de la poubelle.

Pour détecter le niveau de remplissage, la poubelle intelligente est équipée de capteurs spéciaux. Ces capteurs mesurent le niveau de remplissage des déchets et lorsque ce niveau atteint un seuil prédéfini, le système de compactage est activé.

Le mécanisme de compactage réduit le volume des déchets en effectuant un mouvement spécifique. Cela permet d'optimiser l'espace de stockage à l'intérieur de la poubelle, ce qui est particulièrement utile dans les environnements où l'espace est limité.

En résumé, notre projet vise à contrôler une poubelle intelligente en utilisant la carte Arduino Mega 2560. Grâce à l'utilisation d'un système de compactage et de capteurs de niveau de remplissage, nous sommes en mesure de réduire la fréquence des vidages, de maintenir un

environnement propre et ordonné, et d'optimiser l'espace de stockage à l'intérieur de la poubelle.

IV.4 Alimentation de Notre projet

Nous allons utiliser un système photovoltaïque comprenant un panneau solaire et une batterie de stockage pour alimenter notre projet, ayant les caractéristiques suivantes voir la table 7.

Table 7 : Alimentation de Notre projet

Tension	18,1 V.
Courant	1,11 A.
Tension en circuit ouvert	22,5 V
Courant Court-circuit	1,34 A
Puissance Active	20 W.
Poids	1,730 kg.
Durée de vie	25Ans

IV.5 Préparation de la partie commande

IV.5.1 Système de réception et d'envoi de données

a. Connexion du module SIM800L GSM / GPRS avec Arduino

Nous avons établi la connexion (fig. 42) entre les ports SIM800L GSM/GPRS et les ports de l'Arduino de la manière suivante, voir la table 8 :

Table 8 : de Connexion des ports du SIM800L GSM / GPRS avec Arduino Mega 2560

SIM800L GSM / GPRS	Arduino
Vcc	5v
TX	Pin 18
RX	pin 19
GND	GND

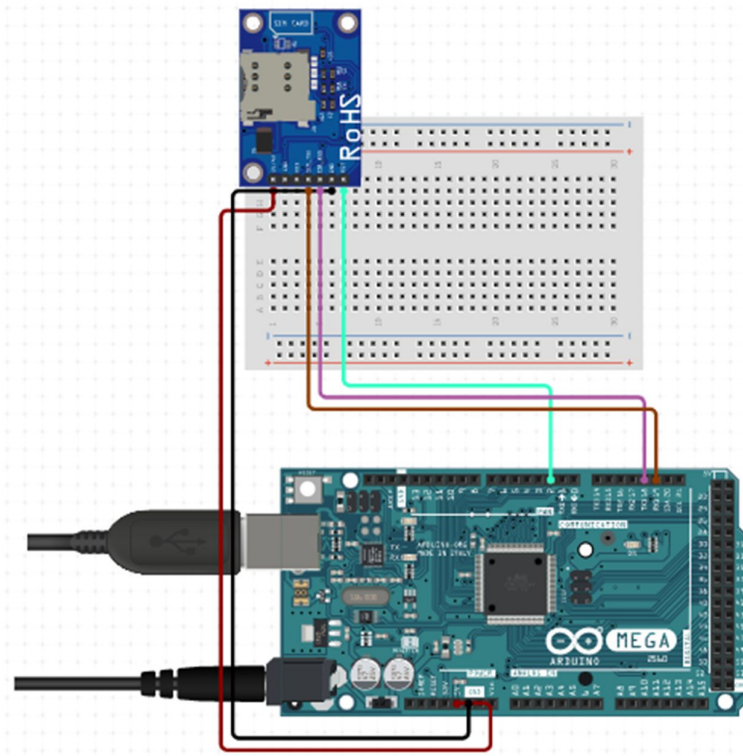


Figure 42 : Module SIM800L GSM / GPRS avec Arduino.

b. *Connexion du module Capteur ultrasons 01 HC-SR04 avec Arduino*

Nous avons établi la connexion (fig. 43) entre les ports du capteur ultrasonique HC-SR04 et les ports de l'Arduino de la manière suivante, voire la table 9 :

Table 9 : Connexion du module Capteur ultrasons 01 HC-SR04 avec Arduino

Capteur ultrason 01 HC-SR04	Arduino
Trig (INPUT)	PIN 3
Echo (OUTPUT)	PIN 2
VCC	5V
GND	GND

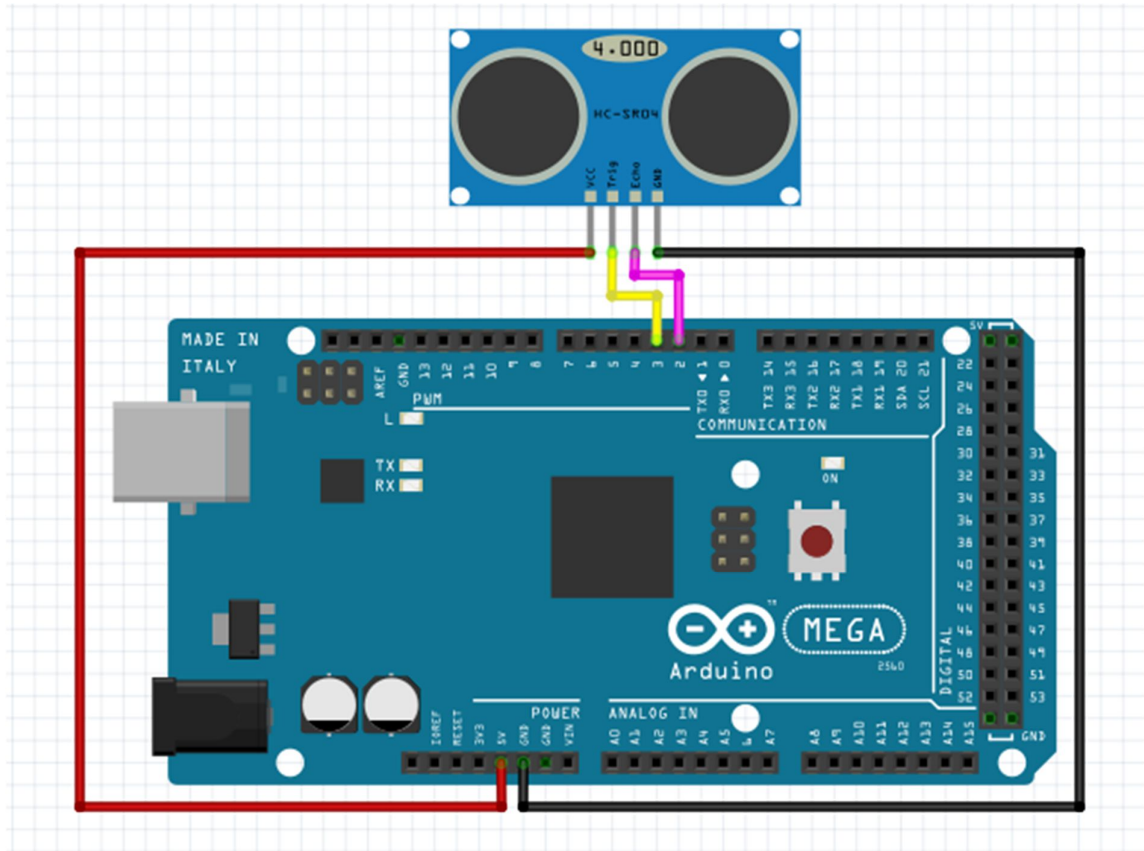


Figure 18 : Comment connecter ultrason HC-SR04 à l'Arduino Mega 2560

c. Connexion du module Capteur de force avec Arduino :

Nous avons établi la connexion (fig. 44) entre les ports du module capteur de force et les ports de l'Arduino de la manière suivante, voire la table 10 :

Table 10 : Connexion du module Capteur de force avec Arduino

Capteur de force HX711	Arduino
GND	GND
DT	PIN 3
SCK	PIN 2
VCC	5V

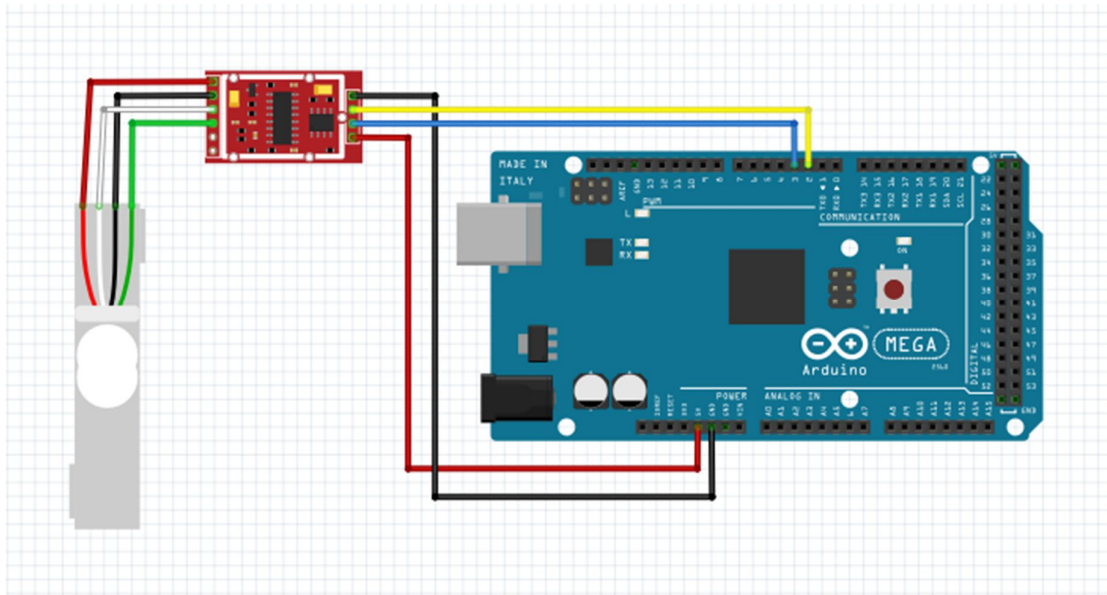


Figure 44 : Connexion du module Capteur de force

d. Montage globale

Le schéma électrique globale est représenté dans la figure suivante, (fig. 45)

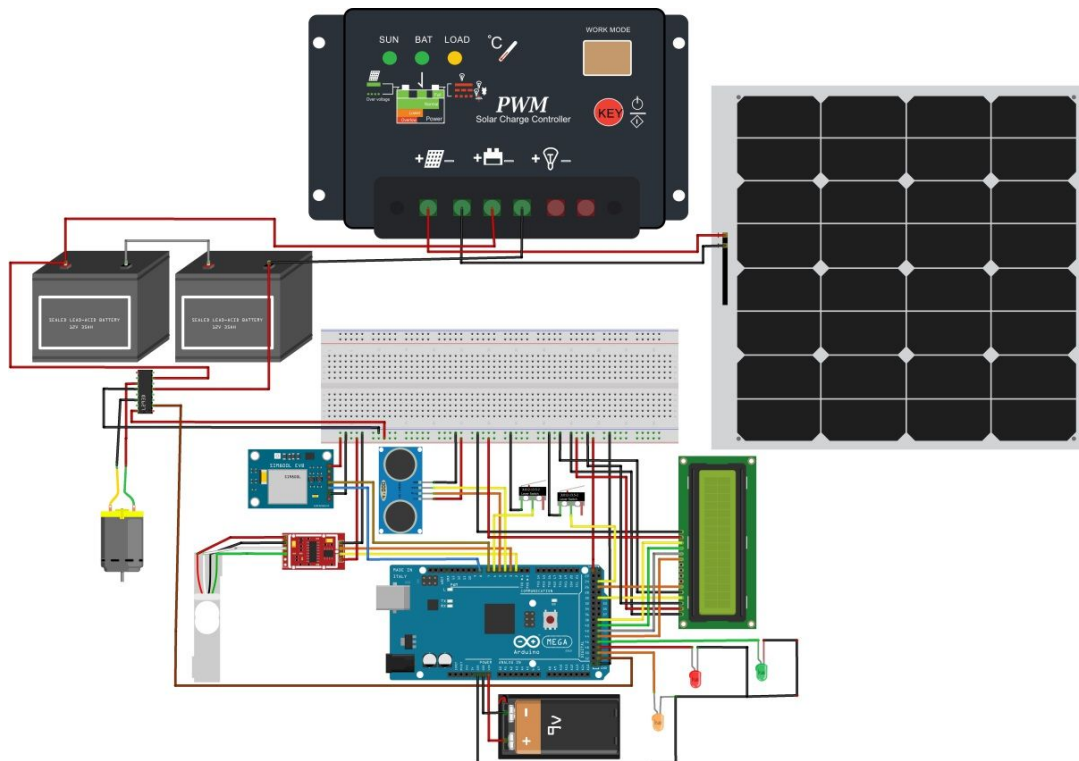


Figure 19 : Montage globale

IV.6 Montage de l'ensemble

IV.6.1 Préparation des éléments de l'assemblage

IV.6.1.1 Un moteur à courant continu

Dans notre projet, nous avons utilisé le moteur suivant, (fig. 46) :



Figure 20 : moteur à courant continu

IV.6.1.1.1 Caractéristiques d'un moteur :

- Direction de rotation : Sens de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre
- Direction de rotation : Sens de rotation antihoraire
- Côté installation : devant
- Poids (kg) : 1, 678
- Conduite à gauche/droite : pour conduite à gauche/droite
- Tension [V] : 24

IV.6.1.2 Armature métallique :

La structure principale de la poubelle intelligente constituée d'une structure métallique en profilé carré type 25 (fig. 47), qui maintient tous les composants en place. Ce cadre peut être fabriqué en assemblant des pièces métalliques par le procédé de soudage (fig. 48).



Figure 21 : type Fer carré 25

Soudage à l'arc en électrode enrobée cadre support

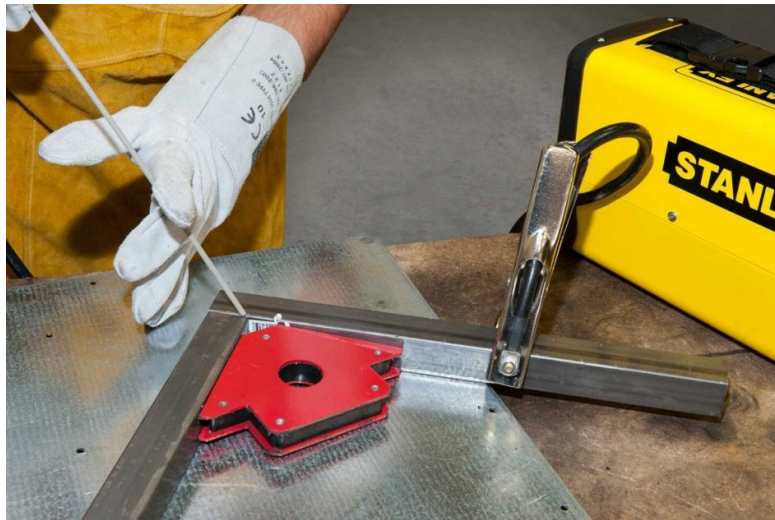


Figure 22 : soudage à l'arc en électrode enrobée cadre support



Figure 23 : Armature métallique

IV. 6.1.3 Systèmes de compactage de déchets

La figure 50 représente le système de compactage à l'état de repos (pas de compactage).

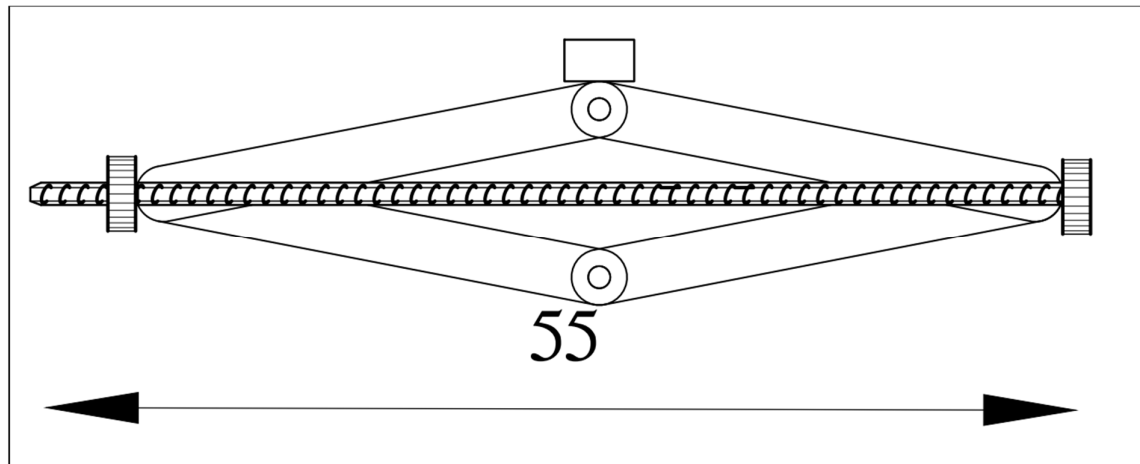


Figure 50 : Le système mécanique est au repos

La figure 51 représente le système mécanique de compactage en état de marche sur une course verticale qui peut atteindre 49 cm

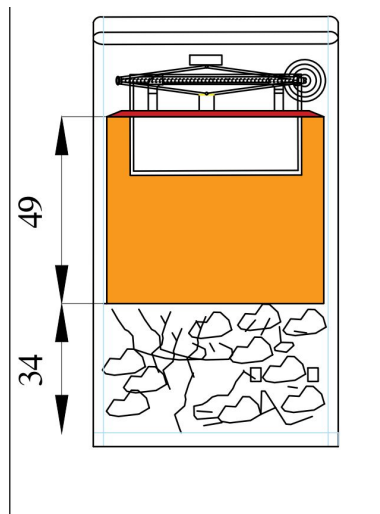


Figure 51 : Le système mécanique est en état de marche

La figure 52 représente le système de compactage des déchets avant assemblage par soudage



Figure 52 : Systèmes Avant assemblage

La figure 53 représente le système de compactage des déchets après assemblage par soudage



Figure 53 : Systèmes de compactage des déchets Après assemblage par soudage

Les figure 54 et 55 représentent l'assemblage de l'armature support avec le système de compactage des déchets par soudage.

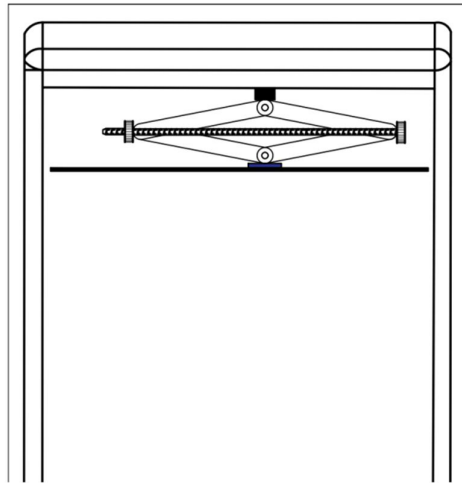


Figure 54 : Assemblage de l'armature support avec le système de compactage des déchets



Figure 55 : Assemblage de l'armature support avec le système de compactage des déchets

IV. 6.1.4 Assemblage du système de compactage des déchets avec le capteur de force par vis

Le fonctionnement du système de compactage est programmé à l'aide d'un capteur de poids connecté à une carte Arduino. Le capteur de poids mesure la charge actuelle et, lorsque la

valeur atteint 50 kg en fonction de la capacité du conteneur, le système de compactage est activé pour effectuer plusieurs cycles de compactage.

Cette programmation permet d'optimiser l'utilisation de l'espace à l'intérieur du conteneur en compactant les déchets à intervalles réguliers, assurant ainsi une utilisation efficace de la capacité de stockage disponible.

La carte Arduino joue un rôle essentiel dans le contrôle du système de compactage, en interprétant les mesures du capteur de poids et en activant le mécanisme de compactage lorsque les conditions prédéfinies sont remplies. Cela garantit que le processus de compactage est effectué de manière fiable et conforme aux paramètres souhaités (fig. 56).

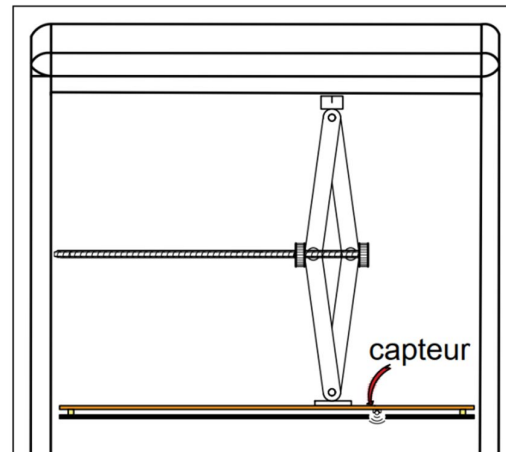


Figure 24 : Assemblage du système de compactage de déchets avec le capteur de force par vis

La figure 57 représente le principe de fonctionnement du capteur de force.

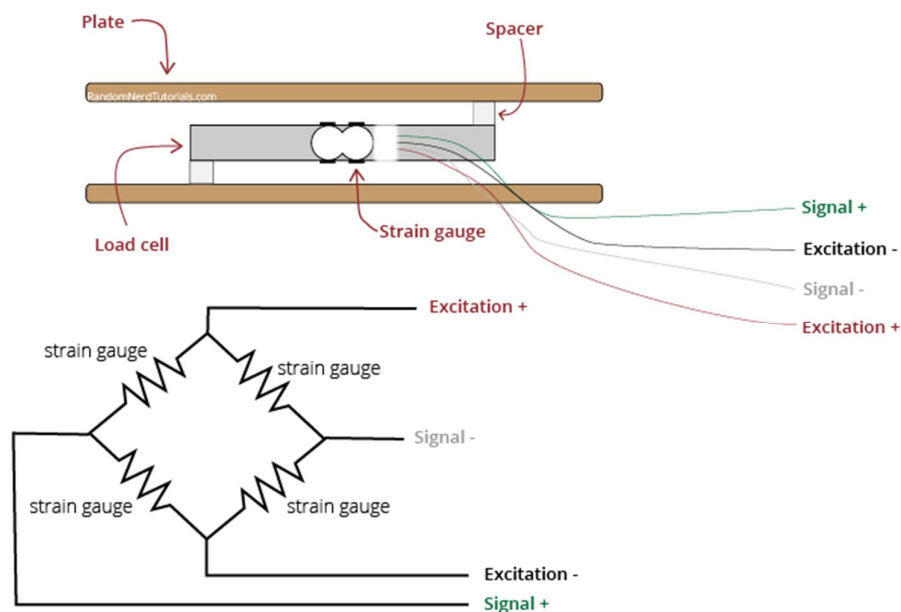


Figure 25 : Principe de fonctionnement du capteur de force

IV.6.2 Peinture (Codes couleurs pour le tri des déchets)

Pour faciliter l'identification et la séparation des différents types de déchets, il existe des codes couleurs globaux largement utilisés (fig. 17). Voici les couleurs couramment associées aux différentes catégories de déchets :

Bleu : Le code couleur bleu est utilisé pour représenter les déchets papier. Cela inclut les journaux, les magazines, les enveloppes, les cartons et les emballages en papier.

Marron : Le code couleur marron est associé aux déchets organiques ou compostables. Cela comprend les restes de nourriture, les déchets de jardinage, les feuilles, les plantes et autres matières organiques.

Jaune : Le code couleur jaune est utilisé pour le tri des emballages en plastique, des canettes en aluminium, des briques alimentaires et des emballages en carton.

Ces codes couleurs permettent de simplifier le processus de tri des déchets en utilisant des couleurs universellement reconnues pour chaque catégorie. En suivant ces codes, il devient plus facile pour les utilisateurs de distinguer et de séparer correctement les déchets, contribuant ainsi à une gestion plus efficace des déchets et à la promotion du recyclage.

IV.6.3 Fonctions complémentaires

- L'écran LCD : Affiche le pourcentage de remplissage du conteneur, ainsi que la notification du début et de fin du processus de compactage

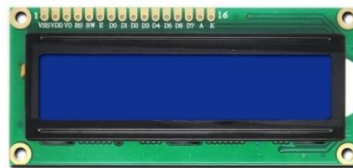


Figure 26 : l'écran LCD

- Voyants : leur but est de connaître l'état du collecteur.
 1. Le voyant vert : Le conteneur est vide (fig. 59)
 2. Le voyant rouge : Le conteneur est plein (fig. 60)
 3. Le voyant est jaune : Le système de pression des déchets est en fonctionnement (fig. 61)

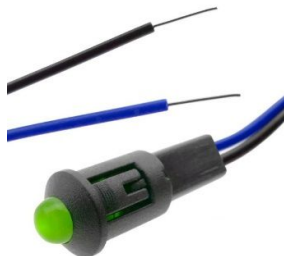


Figure 27 : Le voyant vert



Figure 60 : Le voyant rouge



Figure 61 : Le voyant est jaune

- Une bobine : Fermeture totale de la trappe à déchets lors du fonctionnement du système mécanique de compactage (fig. 62).

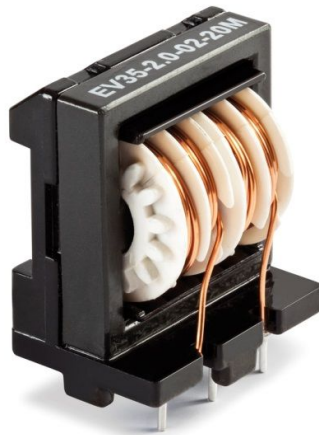


Figure 62 : Une bobine Électrique

- La figure 63 représente l'état réel du prototype du collecteur écologique intelligent pendant les tests de fonctionnement.



Figure 63 : Photos du prototype du collecteur.

Conclusion générale :

Ce mémoire de master sur l'étude et la réalisation d'un collecteur écologique intelligent de déchets a permis d'explorer différents aspects liés à la gestion durable et efficace des déchets. À travers les quatre chapitres, nous avons abordé les généralités sur les déchets, l'étude technico-économique, l'étude d'un collecteur écologique et enfin, la réalisation d'un prototype.

Dans le premier chapitre, nous avons pris conscience des défis majeurs auxquels nous sommes confrontés en matière de gestion des déchets. La croissance rapide de la population, l'urbanisation et les modes de consommation ont entraîné une augmentation significative de la production de déchets, nécessitant des approches novatrices pour les collecter, les trier et les traiter de manière écologique.

Le deuxième chapitre nous a permis d'évaluer les différentes solutions existantes et d'analyser leur viabilité technico-économique. Nous avons identifié les avantages et les limites de chaque approche, soulignant la nécessité de développer des solutions plus durables, rentables et adaptées aux spécificités locales.

Le troisième chapitre a mis l'accent sur l'étude d'un collecteur écologique intelligent. Grâce aux avancées technologiques telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets et les capteurs environnementaux, nous avons exploré les possibilités de créer un collecteur intelligent capable d'optimiser la collecte des déchets, de suivre les données en temps réel et de prendre des décisions éclairées.

Enfin, dans le quatrième chapitre, nous avons concrétisé notre recherche en réalisant un prototype du collecteur écologique intelligent. Ce prototype nous a permis de tester nos concepts et de tirer des enseignements précieux sur les aspects pratiques et les améliorations potentielles à apporter à notre solution.

En conclusion, ce mémoire de master a mis en évidence l'importance de développer des solutions écologiques et intelligentes pour relever les défis de la gestion des déchets. Les avancées technologiques offrent des opportunités prometteuses pour optimiser la collecte, le tri et le traitement des déchets, tout en réduisant leur impact sur l'environnement. Cependant, il reste encore des défis à relever, tels que l'acceptation sociale, les contraintes réglementaires et les investissements nécessaires.

Nous espérons que cette étude servira de base pour de futures recherches et développements dans le domaine de la gestion des déchets. En adoptant une approche holistique, incluant la sensibilisation, l'éducation et l'implication des parties prenantes, nous pouvons œuvrer ensemble vers une gestion plus durable des déchets, contribuant ainsi à la préservation de notre environnement et à la construction d'un avenir meilleur pour les générations futures.

Références

- [1] Djemaci, B. (2012). *La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (Doctoral dissertation, Université de Rouen).*
- [2] PÉNAL-DÉCHETS, D. R. O. I. T. (2023). *Trafic de déchets toxiques entre la France et la Roumanie-Exportation sans autorisation pour élimination de déchets générateurs de nuisances-Arti-cles L. 541-10 et L. 541-46 du Code de l'environnement- Condamnation.*
- [3] Damien, A. (2004). *Guide du traitement des déchets. Paris: Dunod.*
- [4] Dieu, F. (2010). *Déchets. Revue juridique de lenvironnement, 35(4), 673-687..*
- [5] Damien, A. (2004). *Guide du traitement des déchets. Paris: Dunod.*
- [6] Djemaci, B., & Zaïd-Chertouk, M. A. (2011). *La gestion intégrée des déchets solides en Algérie. Contraintes et limites de sa mise en oeuvre. CIRIEC, CIRIEC Working Paper, 4.*
- [7] Meriem, A. S. N. O. U. N. E. (2017). *Optimisation de la gestion des déchets ménagers dans quelques villes de l'Ouest algérien (Doctoral dissertation, Thèse unique, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Algérie).*
- [8] Dotoli, G. (2018). *Le roman-poème de la langue française-Le Dictionnaire historique de la langue française (2016) d'Alain Rey. Les Cahiers du dictionnaire, 2017(9), 305-317.*
- [9] TADJER, A. I., & SIDJILANI, C. (2020). *VALORISATION DES DECHETS PLASTIQUES DANS LA FABRICATION DES BITUMES ROUTIERS (Doctoral dissertation, FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL).*
- [10] Messal, S. (2014). *Des objets et des déchets loin d'être en reste. Géographie et cultures, (91-92), 213-228.*
- [11] Cheniti, H. (2014). *La gestion des déchets urbains solides: cas de la ville d'Annaba (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat: Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie)).*
- [12] السعيد. (2018). دور حاويات النفايات المنزلية في الصورة البصرية للمدينة & محسنى, شواي
- [13] INDUSTRIELLE, Q. *CONFORMITE LEGALE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT: QUE DOIT SATISFAIRE UNE INSTALLATION INDUSTRIELLE EN ALGERIE?----LE DETAIL---*

- [14] MEKKI, K. (2022). *Etude prospective pour le recyclage et la valorisation des huiles moteurs usagées (Doctoral dissertation, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR)*.
- [15] HOUACINE, D., & MERZOUK, L. (2020). *Etude de la diversité bactérienne dans la station d'épuration des eaux usées (Sidi Ali Lebhar, Bejaia)*.
- [16] Gueddouh, A. (2018). *Les poubelles compactantes : une solution efficace pour la gestion des déchets en milieu urbain. Journal de la recherche scientifique, 22(1), 19-26*
- [17] Djemaci, B. (2012). *La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (Doctoral dissertation, Université de Rouen)*.
- [18] Chaoui, S. (2018). *La gestion des Résidus Solides Urbains en Algérie: Quelles méthodes de traitement? Cas de la ville d'Annaba. Revue Nature et Technologie, 10(01), 43-53.*
- [19] [**la poubelle R3D3**](#)
- [20] [**Eugène**](#)
- [21] [**poubelle Townes T1**](#)
- [22] [**poubelle Majestic cuisine**](#)
- [23] [**poubelle AINIYF**](#)
- [24] [**poubelle Lemon tri**](#)
- [25] Genevey, F., & Dulex, J. P. (2018). *Arduino à l'école. Edition février.*
- [26] Bernard, R., Menguy, G., & Schwartz, M. (1983). *Le rayonnement solaire, conversion thermique et applications, technique et documentation Lavoisier.*

ملخص

ادارة النفايات في المجتمع الحضري تشكل مشكلة متزايدة نظرًا لزيادة الاستهلاك والنمو السكاني. تهدف إدارة النفايات إلى الحفاظ على الصحة العامة والبيئة، وذلك من خلال التخلص الصحيح من النفايات وتقليل التلوث. " تصميم وتطوير جامع قمامة مبتكر يعمل بالطاقة تتناول مذكرة التخرج بعنوان «دراسة وإنجاز جامع بيئي ذكي للنفايات الشمسية صديق للبيئة ويعتمد على نظام ميكانيكي لرص النفايات بهدف زيادة سعة الحاوية وتحسين كفاءة جمع النفايات. تضم الحاوية الذكية خاصية الفرز للنفايات، حيث توفر مساحات مختلفة لأنواع مختلفة من النفايات مثل البلاستيك والورق وبقايا الطعام

يعتمد جامع القمامة الذكي على كارت اردوينو في التحكم بحساسات متقدمة مثل حساس ultrason لمراقبة مستوى النفايات في الحاوية. يستخدم حساس الوزن لقياس الحمولة الحالية في الحاوية. عندما تصل الحاوية إلى سعتها القصوى، تقوم الحاوية الذكية بإرسال رسالة تنبيه للجهات المختصة مزودة بالموقع لتفريغ الحاوية وجمع النفايات بواسطة كارت GSM/GPRS.

كما تساهم في تحقيق استفادة اقتصادية من إعادة تدوير المواد القابلة لإعادة الاستخدام وتسويقها. بالإضافة إلى ذلك، تعزز الحاوية الذكية التوعية الاجتماعية والمشاركة المجتمعية في إدارة النفايات.

الكلمات المفتاحية: النفايات، إدارة النفايات، فرز النفايات، أردوينو، جامع قمامة ذكي ، حساسات.

Résumé

La gestion des déchets urbains est devenue un problème croissant en raison de l'augmentation de la consommation et de la croissance démographique. Elle vise à préserver la santé publique et l'environnement en assurant une élimination correcte des déchets et en réduisant la pollution.

Le mémoire de fin d'études intitulé "Etude et réalisation d'un collecteur écologique intelligent de déchets" aborde la conception et le développement d'un collecteur innovant alimenté par l'énergie solaire. Ce collecteur utilise un système mécanique de compactage des déchets pour augmenter la capacité du conteneur et améliorer l'efficacité de la collecte des déchets. Il comprend également une fonction de tri des déchets, avec des compartiments distincts pour différents types de déchets tels que le plastique, le papier et les déchets alimentaires.

Des capteurs avancés, tels que des capteurs ultrasoniques et un capteur de poids, sont utilisés pour surveiller le niveau et la charge du conteneur. Lorsque le conteneur atteint sa capacité maximale, le collecteur envoie un message d'alerte aux autorités compétentes, fournissant sa localisation, pour vider le conteneur et collecter les déchets à l'aide d'un véhicule équipé de la technologie GSM/GPRS.

En plus des avantages environnementaux, ce système offre également des avantages économiques grâce au recyclage des matériaux réutilisables. De plus, il favorise la sensibilisation sociale et la participation communautaire à la gestion des déchets.

Mots clés: déchets, gestion des déchets, tri des déchets, Arduino, collecteur écologique intelligent , capteurs.

Abstract

The management of waste in urban areas is becoming an increasingly pressing issue due to rising consumption and population growth. Proper waste management is essential for preserving public health and protecting the environment.

In this context, the thesis titled "Study and implementation of an intelligent ecological waste collector" focuses on designing and developing an innovative waste collector that operates on solar energy and incorporates a mechanical waste compaction system. This design aims to enhance container capacity and improve waste collection efficiency. The intelligent waste collector includes a waste sorting feature, with separate compartments for different types of waste such as plastic, paper, and food waste.

The collector is equipped with advanced sensors, including ultrasonic sensors to monitor waste levels and a weight sensor to measure the current load. When the container reaches its maximum capacity, the intelligent collector sends an alert message to the appropriate authorities, providing its location for timely emptying and waste collection by a vehicle equipped with GSM/GPRS technology.

Additionally, the intelligent waste collector promotes economic benefits through the recycling and commercialization of reusable materials, while also fostering social awareness and community participation in waste management.

Keywords: waste, waste management, , Arduino, intelligent garbage collector, sensors.