الجمهوري
وزارة الت
جامعة الـ
كلية التك

h

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Fabrication mécanique et Productique

Présenté par :

Heraiz Aziz & Heraiz Achraf

Thème

Etude et réalisation de certains mécanismes pour le recyclage de plastique des bouteilles

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
Moussa Med Lamine	MCB	Président
Debih Ali	MCA	Encadreur
Belhocine Abdelghani	MCB	Examinateur
Amroune Salim	MCA	Expert

Année Universitaire : 2023 / 2024

N° d'ordre : GM/2023./2024

Remerciements

كلمة شكر وتقدير

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم (من لم يشكر الناس لم يشكر الله ومن أهدى إليكم معروفا فكافئوه فإن لم تستطيعوا فأدعو له)

وعملا بهذا الحديث واعترافا بالجميل ، نحمد الله عز وجل ونشكره على أن وفقنا لإتمام هذا البحث.

كما نشكر كامل أفراد عائلتنا كبيرهم وصغيرهم وكل أصدقائنا على سندهم ودعمهم لنا أثناء مشوارنا الدراسي .

Résumé

Les déchets plastiques se sont largement répandus ces dernières années, provoquant un impact négatif sur la nature et l'environnement dans lequel nous vivons, y compris les bouteilles en plastique. Il semble que récupérer ces bouteilles en les recyclant soit l'une des solutions, en raison de leurs avantages économiques et environnementaux rentables. .

Notre objectif dans cette étude et ce projet était d'introduire le recyclage, de mentionner ses avantages économiques et environnementaux et de proposer une méthode facile à appliquer pour recycler les bouteilles en plastique afin de les valoriser et d'en extraire les éléments utilisés dans la vie quotidienne.

ملخص

انتشرت النفايات البلاستيكية على نطاق واسع في السنوات الاخيرة ، مماتسبب في تأثير سلبي على الطبيعة و البيئة التي نعيش فيها ، بما في ذالك القارورات البلاستيكية و يبدو ان استعادة هذه القارورات بإعادة تدويرها احد الحلول وذالك بسبب فوائدها الاقتصادية المربحة و البيئية.

كان هدفنا من هذه الدراسة وهذا المشروع هو التعريف بأعادة التدوير وذكر فوائدها الاقتصادية و البيئية ، واقتراح طريقة سهلة التطبيق لإعادة تدوير القارورات البلاستيكية لاستغلالها و إستخراج منها اشياء تستعمل في الحياة اليومية.

Table des matiéres

Remerciements……..……..II

Résumé…….…….……III

Table des figures …….……..……VI

Introduction Générale.....4

Chapitre I:Etude biographique sur le déchets en plastiques.....6

I.1 Introduction.....7

I.2 Définition.....7

I.2.1 déchets plastiques.....7

I.2.2 polymeres.....7

I.2.3 gestion des déchets.....7

I.3 Sources et gestion des déchets plastiques.....8

I.4 Taux d'élimination des plastiques.....8

I.5 Consommation des plastiques en Algérie.....9

I.6 Techniques de gestion des déchets plastiques.....10

I.6.1 Gestion par élimination et mise en décharge.....10

I.6.2 Gestion par incinération.....10

I.6.3 La décharge contrôlée.....11

I.6.4 Le compostage.....11

I.6.5 Le recyclage.....11

I.7 Gestion des déchets : principe.....12

I.8 Classification Des Matières Plastiques :.....12

I.8.1 les thermoplastiques :.....12

I.8.1.1 Les Polyoléfines :.....13

I.8.1.2 Les Polyvinyliques :.....13

I.8.1.3 Les Polystyrèniques.....14

I.8.1.4 Les Polyacryliques Et Poly méthacryliques.....15

I.8.1.5 Les Polyamides.....15

I.8.1.6 Les Polycarbonates.....16

I.8.1.7 Les Cellulosiques.....16

I.8.1.8 Les Polyesters Linéaires....16
I.8.1.9 Les Polyfluorethenes....16
I.8.1.10 Les Poly acétals....17
I.8.1.11 Les Poly sulfones....17
I.8.1.12 Le Polysulfure De Phenylene....17
I.8.1.13 Le Polyoxyphenylene Modifie (PPO)....17
I.8.2 Les Thermodurcissables....17
I.8.2.1 Les Polyesters Insaturés....18
I.8.2.2 Les Phénoplastes....18
I.8.2.3 Les Aminoplastes....18
I.8.2.4 Les Poly-Epoxydes....18
I.8.2.5 Les Polyamides....18
I.8.2.6 Les Polyuréthannes....19
I.8.2.7 Les Polyoranolsiloxanes....19
I.9 Impact des déchets plastiques....19
I.9.1 Sur la santé humaine....19
I.9.2 Sur l'environnement 20
I.9.3 Sur l'économie....21
Conclusions....22
Chapitre II: mécanique de recyclage....23
II.1 Introduction....24
II.2 Définition....24
II.2.1 Matière Plastique....24
II.2.2 Recyclage....24
II.3 Technique de recyclage....24
II.3.1 Procédés du recyclage....24
II.3.2 L'intérêt de la valorisation....25
II.4 A quoi ¸ca sert de recycler ?....25
II.5 cycle de recyclage du plastique....25
II.6 La régénération de matières plastiques....26
II.7 les étapes du recycle....26
II.7.1 La première étape du recyclage plastique, c'est mon tri....26
II.7.2 2ème étape du recyclage de mes emballages plastiques : le centre de tri....27

II.7.3 3ème étape : la régénération de la matière plastique 27

II.7.4 4ème étape : les granulés donnent vie à de nouveaux objets en plastique recyclé 27

II.7.5 5ème étape : On trie les nouveaux emballages plastiques 28

II.8 les différents types de recyclage pour le plastique 28

II.8.1 Recyclage mécanique 28

II.8.2 Recyclage énergétique 28

II.8.3 Recyclage chimique 29

II.9 le but du recyclage des déchets 29

II.10 Avantages du recyclage des plastiques 29

II.10.1 Avantages du recyclage 29

II.11 Impact du recyclage du plastique 30

II.11.1 Sur la santé humaine 30

II.11.2 Sur l'environnement 31

Conclusion 32

Chapitre III: Partié Expérimentale 33

III. 1 L'objectif du recyclage des bouteilles en plastique 34

III.2 l'utilité 34

III. 3 Présentation du mécanisme 35

III.3.1 Présentation du premier mécanisme 35

III.3.2 Présentation du deuxième mécanisme 39

III.4. Réalisation 44

III.4.1 Réalisation du premier mécanisme 44

III.4.2 Réalisation du deuxième mécanisme 46

III. 5. Fonctionnement des deux mécanismes 47

Conclusion générale 48

REFERENCES

Table des figures

Figure I.1 : Courbe démontrant l'augmentation de la consommation du plastique en Algérie durant les 10 dernière années. 9

Figure I.2 : Processus d'enfouissement des déchets . **Erreur ! Signet non défini.**

Figure I.3 : Élimination des déchets par brûlage 10

Figure I.4 : Symbole de recyclage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure II .1. cycle de recyclage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III.1: Dessiner une pièce en bois (SolidWorks) 35

Figure III.2: Le dessin montre le boulon M10(SolidWorks). 36

Figure III.3: Dessin un écrou m10(SolidWorks)..... 36

Figure III.4: un dessin de la colonne autour de laquelle tourne la bouteille(SolidWorks)..... 37

Figure III.5: Dessin de rondelle(SolidWorks). 37

Figure III.6: Dessin d'une lame 38

Figure III.7: Un dessin montrant l'assemblage des pièces utilisées dans le mécanisme de formation de fil plastique(SolidWorks). 38

Figure III.8: Dessin de plaque de bois 39

Figure III.9: Dessin une plaque de bois Nous avons utilisé deux plaques dans le mécanisme. 40

Figure III.10: Dessin de rondelle 40

Figure III.12: Un dessin d'une roue utilisée dans un mécanisme à trois roues 41

Figure III.13: Dessin de l'écrou M10 Nous avons utilisé 24 écrous dans le mécanisme. 42

Figure III.14: Assemblage de pièces usagées dans le Mécanisme de torsion filament(SolidWorks)..... 42

Figure III.15: Assemblage de pièces usagées dans une partie fixe d'une Mécanisme de torsion filament. 43

Figure III.16: Forme finale de Mécanisme de torsion filament. 43

Figure III.17 : Outils utilisés dans le mécanisme d'extraction de fil. 44

Figure III.18 : Mécanisme d'extraction de fil en plastique. 44

Figure III.19 : Une explication sur la façon d'utiliser le mécanisme d'extraction des fils des bouteilles en plastique. 45

Figure III.20 : Fils extraits de bouteilles en plastique. 45

Figure III.21 : Outils utilisés pour former un mécanisme permettant de convertir des fils de plastique en cordes. 46

Figure III.22 : Mécanisme pour transformer des fils en plastique en cordes. 46

Introduction Générale

Plus récentes que le verre, les métaux ou les papiers-cartons, les matières plastiques ont su toutefois prendre en quelques années une part non négligeable dans tous les secteurs d'activités : bâtiment, emballage, électricité et électronique, transport, biens de consommation, etc.

Part importante de la consommation de matières plastiques, les emballages représentent également, au travers de la gestion de leur fin de vie, le secteur dans lequel les collectivités locales sont le plus impliquées.

A mi-chemin de l'échéance de 2002, les matières plastiques restent encore aujourd'hui lanterne rouge dans le défi du recyclage. C'est pourquoi, il semblait pertinent voire nécessaire de présenter, au travers de ce dossier, l'ensemble de la problématique actualisée des déchets d'emballages plastiques et de leur valorisation afin d'en dégager les voies de développement.

Destiné aux élus et aux techniciens, ce dossier dresse un état des lieux des déchets d'emballages plastiques à la charge des collectivités locales : de la fabrication de ces emballages aux différentes possibilités de valorisation, et plus particulièrement de recyclage, des déchets qui en sont issus.

La présentation liminaire des matières plastiques et de leurs propriétés permet une meilleure appréhension de la problématique générale des emballages plastiques et de leur fin de vie. La situation chiffrée du secteur donne ensuite l'ampleur de la présence de ces matériaux dans les emballages et, par suite, dans les déchets d'emballages ménagers. Puis, les différentes voies de valorisation sont abordées : valorisation énergétique et valorisation matière. Collectivités, régénérateurs et recycleurs, sociétés agréées et filière : les considérations et les attentes de l'ensemble des acteurs impliqués dans la récupération et le recyclage des déchets d'emballages ménagers plastiques y sont particulièrement examinées. Enfin, les évolutions et les perspectives attendues sont présentées sous différentes rubriques comme la législation ou la levée des freins à l'utilisation de matière recyclée.

Au travers de ce dossier, un éclairage est donné sur l'ensemble des réflexions relatives à la fabrication et la valorisation des emballages plastiques. Egalement état des lieux du recyclage des déchets d'emballages ménagers (DEM) plastiques, ce dossier peut être une base de travail pour envisager de nouveaux axes de développement vers une plus grande utilisation des matériaux plastiques récupérés.

Les plastiques sont omniprésents dans notre vie. Au-delà de leurs atouts, une fois consommés, ils génèrent des déchets volumineux par rapport à leur poids. Ces déchets occupent un volume important dans les points de collecte et autres installations de gestion de déchets dont les centres d’enfouissements techniques. Leur dissémination

dans la nature est durable et inesthétique car leur biodégradabilité est, dans la plupart des cas, faible. Il y a donc lieu d'encourager leur recyclage. Malheureusement, la multiplicité des types de matière plastique et de composition d'une même matière plastique, l'incompatibilité de certains polymères entre eux et la difficulté de reconnaître et de séparer les différents polymères induisent de nombreux problèmes au niveau, notamment, du tri sélectif, en particulier pour les déchets plastiques de post-consommation.

Par ailleurs, le faible coût des produits pétroliers de base ne favorise pas l'émergence d'un grand marché des matériaux plastiques recyclés.

Chapitre I:Etude biographique sur les déchets en plastiques

I.1 Introduction

La gestion des déchets plastiques constitue un domaine crucial de l'interaction entre les activités humaines et l'environnement. Dans les pays à faibles revenus, la méthode la plus courante est l'enfouissement, en dépit de sa simplicité et de son coût réduit. Cependant, pour être efficace, cette approche nécessite le respect de règles strictes, ce qui est souvent négligé.

Il est largement reconnu que l'élimination sauvage des déchets peut causer des dommages considérables à l'environnement et à la santé publique.

Outre les nuisances évidentes telles que les odeurs et les plastiques volants, il existe des impacts plus insidieux, moins visibles mais tout aussi préoccupants.

Dans ce contexte, ce chapitre aborde la gestion durable des déchets, en mettant en lumière les différents types de solutions nécessaires.

I.2 Définition

I.2.1 déchets plastiques

Les déchets plastiques sont des matériaux polymères synthétiques ou semi-synthétiques qui sont devenus inutiles ou indésirables. Ils sont couramment produits à partir de ressources pétrochimiques et se présentent sous différentes formes telles que des emballages, des bouteilles, des sacs et des jouets. Les déchets plastiques posent un grave problème environnemental en raison de leur durée de décomposition prolongée, de leur persistance dans les écosystèmes et de leur impact sur la faune marine et terrestre. La gestion efficace des déchets plastiques implique la réduction à la source, le recyclage, la réutilisation et l'adoption de pratiques de consommation durables pour minimiser leur production et leur impact néfaste sur l'environnement.

I.2.2 polymeres

Les polymères sont des macromolécules composées de répétitions de petites unités appelées monomères. Ils sont souvent constitués de chaînes linéaires ou ramifiées et peuvent également former des réseaux tridimensionnels. Les polymères se trouvent dans de nombreux matériaux courants tels que le plastique, le caoutchouc et les fibres synthétiques. Ils jouent un rôle essentiel dans de nombreux domaines, notamment l'industrie, la médecine, l'électronique et l'automobile. [1]

I.2.3 gestion des déchets

La gestion des déchets consiste à collecter, transporter, traiter (le traitement des rebuts), réutiliser ou éliminer les déchets, généralement ceux produits par l'activité

humaine, dans le but de réduire leurs conséquences sur la santé humaine, l'environnement, l'esthétique ou l'environnement local. La gestion des déchets englobe toutes sortes de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, chacun ayant sa propre famille spécifique.

I.3 Sources et gestion des déchets plastiques

Toutes les sociétés humaines face à un problème de gestion des déchets plastiques. Les décfonthets ne sont pas générés par la nature : l'état normal des écosystèmes ne peut pas prendre en compte les déchets humains qui sont de plus en plus devenus des composés plastiques. Souvent, les écosystèmes naturels rencontrent des difficultés ou ne parviennent pas à se composer. La gestion des déchets plastiques implique à la fois la création des déchets et leur élimination.

La production implique la sélection des produits, leur utilisation et leur mise en valeur. Le traitement implique le tri des déchets, leur collecte, leur transport, leur stockage et/ou leur traitement.

Ces matériaux plastiques ont généralement des origines variées :

• déchets de la production et de la transformation,

• emballages usagés de l’industrie, des centres de grande distribution, des commerces, de l’agriculture,

• déchets de démolition ou de réfection,

• déchets d´équipements électriques et électroniques,

• contenus d’automobiles hors usage,

• les déchets ménagers plastiques issus de collecte sélective mise en place par les collectivités locales (flacons, bouteilles, emballages. . .) et ils sont généralement repartis en trois grandes class´es :

• Thermoplastiques

• Thermodurcissables

• Elastomères qui caractérisent les plastiques qui se déforment (caoutchouc).[2]

I.4 Taux d'élimination des plastiques

Au niveau mondial, les plastiques conventionnels représentent environ 9 % de la production de pétrole et de gaz, 5 % comme matière première et environ 4 % pour l’énergie exploitée dans la production. Les déchets plastiques de post-consommation en Europe sont actuellement à 74 % soit incinérés, ou bien mis en décharge. La plupart des produits de consommation en plastique sont produits pour être jetés après

une utilisation unique ; ou ont une courte durée de vie, sauf que certains plastiques ont une longue durée de vie comme les conduites d'eau, les gains des câbles électriques, un grand nombre de produits ménagers et les boîtiers électroniques.

La production de déchets plastiques post-consommation en Europe est d'environ 25 Mt par an, dont 6,6 Mt sont récupérés principalement par recyclage mécanique, 8,9 Mt sont destinés pour des objectifs de conversion énergétique et 9,6 Mt sont éliminés dans des décharges. Au Canada, environ 2,8 millions de tonnes de déchets plastiques sont mises en décharge chaque année. [3]

I.5 Consommation des plastiques en Algérie

Selon les chiffres du Centre National de l'Informatique et des Statistiques 4 (CNIS), L'Algérie a importé près de 2,03 milliards de dollars d'intrants pour l'industrie de plastique en 2017, contre 1,9 milliards de dollars en 2016 et 1,7 milliards en 2015.

En termes de consommation de cette matière, une augmentation de 11 % par an a été enregistrée durant ces dix dernières années, passant d'un usage de 10 kg par habitant en 2007 à 23 kg en 2017, avec une estimation de 25,8 kg en 2020, 60 % de cette consommation est consacrée aux emballages, 20% au secteur du bâtiment et de la construction et le reste à d'autres industries. [4]

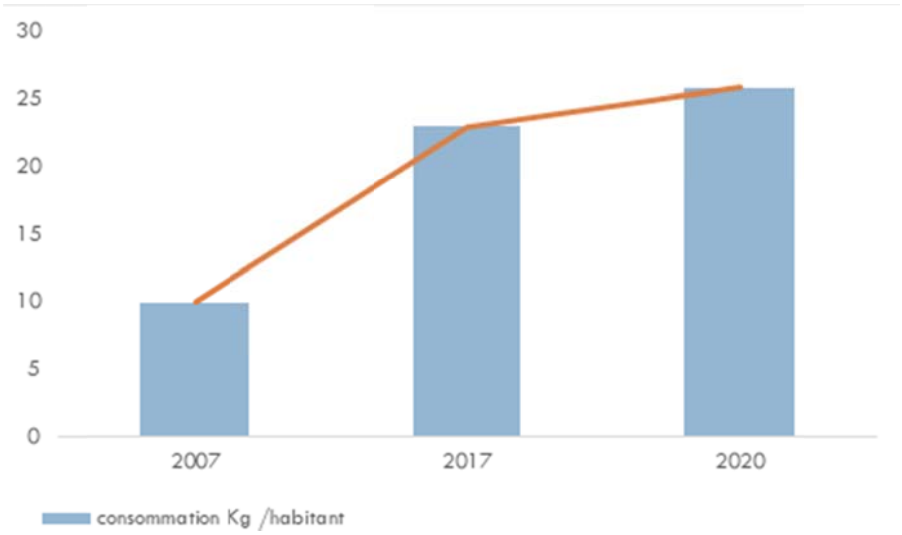

Figure I.1 : Courbe démontrant l'augmentation de la consommation du plastique en Algérie durant les 10 dernière années. [4]

I.6 Techniques de gestion des déchets plastiques

Traditionnellement, la gestion des déchets urbains, industriels et commerciaux consistait à les récupérer puis `a les stocker. Une fois collectés, divers traitements peuvent être appliqués à ces déchets. Le but de ces traitements est de - réduire en partie la dangerosité des déchets, de revaloriser les matériaux par le recyclage – de produire de l´énergie à partir des déchets. Les méthodes de récupération des déchets plastiques varient beaucoup dans les différents pays avancés ou en développement et régions industrialisées ou moins avancées.

I.6.1 Gestion par élimination et mise en décharge

Les déchets plastiques collectés par les responsables communaux sont élimés par la mise en décharge et y sont stock´es. Ces déchets pourront subir des transformations les plus traditionnelles. [5]

Figure I.2 : Processus d'enfouissement des déchets [2]

I.6.2 Gestion par incinération

La masse croissante en volume de déchets plastiques inquiète les gouvernements et les industries pour leur traitement et ces derniers préfèrent les enfouir ou les brûler. L'incinération `a l'air libre ou industrielle est devenue une méthode de gestion des déchets obsolète. L'opposition mondiale `a l'incinération ne cesse de croître, de nouvelles théories et pratiques permettant une gestion durable des rebuts sont actuellement nombreuses dans le monde pour leur traitement.

L'incinération reste une technique prouvée et répandue en Europe comme dans les pays en voie de développement, même si elle est soumise à controverse pour plusieurs raisons : problèmes environnementaux et sanitaires lies aux incinérateurs. [5]

Figure I.3 : Élimination des déchets par brûlage [2]

I.6.3 La décharge contrôlée

La décharge contrôlée est un dépotoir public qui est préalablement équipé pour évacuer les déchets domestiques. Son avantage réside dans sa capacité à fournir des éléments pour l'alimentation des jardins ou des plantations d'arbres. Il n'est pas recommandé d'utiliser cette méthode pour traiter les déchets hospitaliers. [6]

I.6.4 Le compostage

Le compostage est une méthode qui consiste à décomposer les matières organiques usées afin de les récupérer sous une autre forme qui peut être utilisée ensuite comme engrais. La préparation consiste à recevoir les ordures, les trier, préparer les compostes, les décomposer et présenter le produit final. [6]

I.6.5 Le recyclage

Etant donné que tout ce qui est brulé est irrémédiablement perdu en tant que matière première, c'est ainsi que le recyclage, qui a pour avantage de réduire la consommation en matière première pour la fabrication de nouveau bien, permet de minimiser l'impact en environnemental des déchets. Afin que les déchets recyclables puissent être effectivement recyclés, il est nécessaire qu'un pré-tri soit effectué en amont. Cette opération a pour objectif principal d'éviter un souillage des déchets recyclables par des déchets non recyclables. En effet, ceci pourrait les rendre impropres au recyclage. D'autre part, il permet d'orienter les différents déchets vers la bonne destination.

Figure I.4 : Symbole de recyclage [7]

I.7 Gestion des déchets : principe

Différents principes de gestion des déchets existent, dont l'application diffère selon les pays ou les régions. Les stratégies hiérarchiques (règle des trois R) :

- Réduire
- Réutiliser
- Recycle

Au cours des dernières années, la hiérarchie des stratégies a à plusieurs reprises évolue Cependant, le concept fondamental reste la base de la plupart des stratégies de gestion des déchets : l'objectif est de maximiser la récupération des matériaux et de réduire au minimum les rebuts.[8]

I.8 Classification Des Matières Plastiques

La catégorie des "matières plastiques" englobe une vaste gamme de polymères, subdivisée en plusieurs groupes et sous-groupes. Avant d'explorer les processus de mise en œuvre et de recyclage des plastiques, il est essentiel d'établir une classification générale de ces matériaux, qu'ils soient thermoplastiques ou thermodurcissables, incluant également les élastomères. Cette classification met en lumière leurs propriétés, compositions, apparences et utilisations finales, tout en identifiant ceux qui sont recyclables.

I.8.1 Les Thermoplastiques

En guise de rappel, précisons que les thermoplastiques sont des composés dont la structure et la viscosité peuvent être modifiés par chauffage et refroidissement successifs, de façon réversible. Dans cette vaste famille de matières, privilégiées par

les industriels et souvent aptes à intégrer le cycle du recyclage des déchets plastiques en France, on trouve les polymères suivants :

I.8.1.1 Les Polyoléfines

Sont désignées par ce terme les matières comme le polyéthylène (ou PE, l'une des résines thermoplastiques les plus répandues dans le monde), et les copolymères éthylène/acétate de vinyle (EVA), mais aussi le polypropylène (PP), par ailleurs traité dans les usines de recyclage de plastique de Paprec, comme le PE. Obtenu par polymérisation de l'éthylène, le polyéthylène est un solide vaguement cireux, totalement incolore et inodore. Il est soluble à partir de 60-80° dans certains solvants organiques, et n'est généralement pas plastifié

Il faut distinguer deux types de polyéthylène : le polyéthylènes basse densité (PEbd) et haute densité (PEhd).

On l'utilise notamment pour fabriquer des sacs, des films (futurs déchets plastiques recyclables), des flacons, des casiers à bouteilles, des jouets, des seaux, des cuvettes, des tuyaux souples ou des citernes. Il entre dans la composition, par exemple, des barquettes Tupperware. Le recyclage des déchets en PEbd et le recyclage des déchets plastiques en Pehd permettra notamment de refaire des sacs à usage industriel, à ordures ménagères, ou des flacons pour produits de nettoyage. Les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA) sont utilisés purs ou en mélange avec d'autres matières thermoplastiques, pour contribuer à la production – entres autres- de colles industrielles.

Certains adjuvants, comme des charges de calcium, des pigments organiques ou minéraux, des antioxydants, des modificateurs de surface (pour lisser la résine et faciliter sa conductibilité électrique) ou des agents porogènes (pour obtenir des matériaux alvéolaires) sont ajoutés aux polyéthylènes avant leur mise en œuvre. De son côté le polypropylène (PP) est un solide obtenu par polymérisation du propylène, qui offre une belle résistance à la chaleur et fond vers 160 ou 170°. Livré sous forme de poudres, de fibres ou de granulés, il sert notamment à produire des filtres, des pompes, des pare-chocs, des réservoirs d'automobiles ou des films pour divers emballages. D'ailleurs, après avoir intégré le cycle de recyclage des emballages plastiques, certains de ces produits permettront notamment de recréer des enveloppes pour liquides techniques. Les adjuvants employés durant sa fabrication sont les mêmes que ceux du polyéthylène. Le PP « injection » produira des déchets plastiques aisément recyclables, mais pas le PP « film ». Notons également que des élastomères thermoplastiques peuvent être obtenus en greffant du caoutchouc EPDM (éthylène-propylène-diène monomère) à du polypropylène.

I.8.1.2 Les Polyvinyliques

La famille des polyvinyliques comprend un très grand nombre de matières thermoplastiques, parmi lesquelles on trouve :

Du polychlorure de vinyle (PVC), livré sous forme de poudre, de granulés, de pâte, d'émulsion ou de dissolution. Souple, le PVC permet de fabriquer des tissus enduits pour l'habillement et la maroquinerie, des gaines d'isolation, des rubans adhésifs ou des bâches (certains de ces produits seront de futurs déchets plastiques recyclables). Rigide, on l'utiliser pour créer des tuyaux d'installations sanitaires, des fenêtres, des volets, des gouttières, des câbles électriques des revêtements de sol et des emballages alimentaires ou chimiques (futurs déchets plastiques recyclables également). Des stabilisants, des lubrifiants, des plastifiants, des charges et des pigments peuvent lui être ajoutés pendant la fabrication du plastique. Et bien que certains produits en PVC figurent parmi les plastiques non recyclables (comme les tuyaux de plomberie), un grand nombre d'objets fabriqués à partir de ce matériau (souvent des déchets de construction) intègrent le cycle de recyclage des déchets plastiques.

Du polyalcool vinylique (PVAL), dont la résine blanche est soluble dans l'eau froide et qui sert notamment de liant de couchage pour papiers-cartons, pour colles industrielles ou d'apprêt pour tissus.

Du poly-acétate de vinyle (PVAC) dont le polymère est une résine transparente, livrée à des fins commerciales sous forme de granulés, de berlingots, de perles ou de solutions diverses. Il sert notamment à produire des peintures, ou des vernis à séchage rapide.

Du polychlorure de vinylidène (PVDC), poudre caractérisée par une bonne résistance chimique et une haute-imperméabilité à la vapeur d'eau, à certains gaz et à certaines huiles, dont les industriels se servent pour fabriquer des matières complexes à base de papier (comme le papier-aluminium) ou divers films plastiques.

Du polybutyral, ou polyformal, vinylique (PVB), livré sous forme de poudres, d'émulsions ou de feuilles, que l'on emploie pour fabriquer différents vernis pour câbles en cuivre ou en aluminium, grâce à ses fortes capacités d'adhérence au métal.

I.8.1.3 Les Polystyrèniques

Il n'existe que deux types de polystyrèniques majeurs, le polystyrène (PS) et les copolymères styrèniques (SAN, ABS, MBS, SBS ou SIS). Il faut toutefois distinguer différentes catégories de PS : le polystyrène standard, ou cristal, à cause de sa transparence (il est particulièrement rigide et fragile), le polystyrène choc, plus souple, le polystyrène chaleur, qui résiste mieux aux très hautes températures et le polystyrène expansé (bulles de gaz).

Le PS, solide jusqu'à 140° degrés, cap au-delà duquel il se fluidifie, peut être livré commercialement sous la forme de poudres, de granulés, de billes, de pâtes, de solutions ou de demi-produits (plaques, tubes, feuilles etc.). Egalement fabriqué à l'aide d'adjuvants chimiques, comme divers plastifiants ou solvants, quelque charges et un certain nombre de pigments, il entre dans la composition des pots de yaourts, des barquettes, des armoires de toilette, et des contre-portes de réfrigérateurs ou de congélateurs.

Les copolymères styrèniques, quant à eux, sont des améliorations physiques et

chimiques du polystyrène. Ils servent à fabriquer un très grand nombre de produits, comme des boitiers d'ordinateurs, des filtres à café, des bocaux, des emballages cosmétiques, des capots d'aspirateurs et même des brosses à dents. Certains déchets plastiques en PS et en ABS font partie des plastiques recyclables et recyclés par Paprec. La gestion des déchets en PS permet notamment de recréer des films, des emballages, ou des matériaux d'isolation.**[**9]

I.8.1.4 Les Polyacryliques Et Poly méthacryliques

Cette famille se scinde en deux catégories de matières seulement, le poly méthacrylate de méthyle (PMMA) et le poly acrylonitrile (PAN). Le premier (PMMA), obtenu après polymérisation du méthacrylate de méthyle, est reconnaissable à sa transparence, ses facilités de mise en œuvre et sa résistance au vieillissement. Livré sous forme de plaques, de coulées, de joncs, de disques, de bâtons, de poudres à mouler, de granulés, ou de sirops, il permet de produire des fibres synthétiques, des verres de lunettes, des vitrages, des équerres, des règles, des lentilles et divers articles de coiffure. Il figure parmi les plastiques recyclables dans les usines de recyclage plastique.

Le second (le PAN donc) est notamment utilisé comme fibre synthétique par l'industrie textile, puisque sa solubilité dans certains solvants donnés lui permet d'être filé. Mais on l'utilise également pour créer des films alimentaires ou divers flaconnages.

Si l'on ajoute peu d'adjuvants au poly acrylonitrile, le traitement du plastique PMMA intègre des catalyseurs de polymérisation, des colorants ou des pigments, des plastifiants, des charges de silice ou des solvants.**[**9]

I.8.1.5 Les Polyamides

Seuls au sein de leurs groupes, les polyamides (PA) se distinguent toutefois par le nombre de carbones compris dans leurs monomères, que désigne le chiffre qui suit leurs différentes abréviations (PA 6, PA 11, PA 12, etc.). Obtenus à partir d'aminoacides ou de lactames, ces matières très spéciales ne voient pas leur structure se ramollir progressivement sous l'effet de la chaleur, comme les autres thermoplastiques, mais passent très rapidement de l'état solide à l'état liquide. Si les polyamides servent principalement à fabriquer des fibres textiles, ils sont également utilisés pour produire des interrupteurs, des prises électriques, des engrenages, des vis, des appareils électroménagers, des seringues ou des pièces d'équipement automobile, et peuvent intégrer les cycles de recyclage des matières plastiques. **[**9]

I.8.1.6 Les Polycarbonates

Composés obtenus à partir de diphénylolpropane ou de bisphénol A, les polycarbonates (PC) sont des matériaux à usage technique, très rigides et peu combustibles. Livrés sous la forme de granulés, de plaques, de feuilles ou de films, ils entrent dans la composition des disques compacts, des casques de moto ou des vitrages de sécurité et peuvent intégrer une ligne de recyclage plastique. **[**9]

I.8.1.7 Les Cellulosiques

Avec l'acétate de cellulose (CA) les industriels bénéficient d'une matière transparente, souple et stable, qui leur permet de fabriquer notamment des fibres, des vernis ou des films photographiques. Avec le nitrate de cellulose (CN), que l'on utilisait autrefois pour faire du celluloïd (considéré comme trop instable aujourd'hui), ils produisent diverses laques, peintures, encres, colles ou certains revêtements artificiels.**[**9]

I.8.1.8 Les Polyesters Linéaires

Le polyéthylène téréphtalate (PETP ou PET), le poly butylène téréphtalate (PBTB) et le polytétraméthylène (PTMT) sont trois polyesters linéaires principaux, c'est-à-dire des produits synthétisés à partir d'éthylène-glycol ou de butylène-glycol. Contenant peu d'adjuvants, ils furent d'abord utilisés pour fabriquer des fibres textiles ou des films (comme le terphane), avant que leur résistance à l'abrasion, aux huiles, aux solutions salines et aux chocs ne conduise l'industrie plastique à inclure le PET dans la composition de rubans, de composants électroniques et de bouteilles (PET recyclable), et le PBTB dans celle de pièces mécaniques ou isolantes, soumises à des températures élevées. Le recyclage du PET (ou plus particulièrement le recyclage des bouteilles en plastique) figure parmi les nombreuses activités de Paprec dans le domaine du traitement des déchets plastiques. Recycler des bouteilles en plastique, c'est aussi permettre la fabrication de sacs de couchage, de textiles automobiles, et bien évidemment de nouvelles bouteilles.**[**9]

I.8.1.9 Les Polyfluorethenes

Il existe trois types de polyfluoréthènes : le polytétrafluoréthène (PTFE), le polychlorotrifluoréthylène (PCTFE) et le poly fluorure de vinylidène (PVDF). Le PTFE se présente sous la forme d'une poudre blanche granulaire. Sa résistance à la chaleur est très bonne même s'il n'est pas un véritable thermoplastique (au-delà d'une certaine température, il se transforme en gel irréversible), et il s'illustre notamment par une absorption d'eau quasi nulle, des propriétés antiadhésives, une flexibilité élevée et une bonne résistance à la lumière ainsi qu'aux intempéries. On l'utilise pour

fabriquer des revêtements antiadhésifs, des tuyaux, des paliers, des coussinets, des joints et des fibres textiles techniques. [9]

Le PCTFE de son côté, est commercialisé sous deux formes distinctes : des hauts-polymères plastiques (sous forme de granulés ou de poudre) et des bas polymères liquides. LE PVDF est quant à lui une matière très récente, encore en développement. Plus stables thermiquement et chimiquement que le PTFE, tous deux servent également à fabriquer certains types de revêtements artificiels.

I.8.1.10 Les Poly acétals

Le polyoxyméthylène (POM) et ses copolymères associés sont seuls au sein de la famille des polyacétals. Rigide, extrêmement résistant, notamment aux solvants organiques et aux fortes charges, et bon conducteur électrique, le POM est livré commercialement sous forme de poudres à mouler, de granulés et de semi-produits (barres, bâtons, tubes etc.). Il sert à fabriquer des engrenages, des vis, des biellettes, des pièces de frottement, des éléments de robinetterie ou des pièces d'outillage portatif.[9]

I.8.1.11 Les Poly sulfones

Macromolécules contenant du dioxyde de soufre, Les polysulfones, comme le Sulfover ou le Surfil (noms commerciaux), permettent la fabrication de peintures ou de vernis. Ils offrent une bonne résistance aux bases chimiques, aux acides, aux huiles et aux graisses.

I.8.1.12 Le Polysulfure De Phenylene

Matière plastique particulièrement sombre et rigide, ce polysulfure résiste bien à la chaleur ou aux produits chimiques. Il est employé pour fabriquer des pièces anticorrosion, des ustensiles culinaires ou des revêtements anti-adhérents.

I.8.1.13 Le Polyoxyphenylene Modifie (PPO)

Le PPO modifié est une matière plastique délicate à transformer. Il doit donc être altéré, et mélangé avec du polystyrène avant d'être utilisé par les industriels, d'où son nom.

I.8.2 Les Thermodurcissables

Les plastiques thermodurcissables sont des composés qui, au moment de la polycondensation (et/ou de la mise en œuvre), sous l'action du catalyseur ou de la hausse de température, voit leurs résines se transformer en objets finis infusibles et

insolubles. Il ne sera pas possible de modifier de nouveau leurs structures, leurs formes ou leur rigidité après la fabrication du plastique, et ces matières n'intègrent que très rarement le cycle de recyclage du plastique. [10]

Dans cette famille-ci, on trouve les composés suivants :

I.8.2.1 Les Polyesters Insaturés

Les polyesters insaturés sont des polymères réticulés fabriqués à partir de diacides insaturés (corps capables de donner des protons possédant deux fonctions acides). Leurs résines sont utilisés dans la fabrication de laques, de vernis, d'objets moulés, de colles et de liants divers. [10]

I.8.2.2 Les Phénoplastes

Issus de la polycondensation de phénols et d'aldéhydes, les résines phénoplastes les plus courantes sont appelées phénol-formol (PF). Sous forme de poudres, de sirops, de granulés, et de résines liquides ou solides, ils entrent dans la composition, moyennant quelques adjuvants, de certaines encres d'imprimerie, de mousses, d'abrasifs, de garnitures de freins et d'embrayage ou de peintures diverses.

I.8.2.3 Les Aminoplastes

Les aminoplastes, comme l'urée-formol (UF) ou la mélamine-formol (MF) sont issus d'une polycondensation d'urée et de formaldéhyde, ou de formaldéhyde et de mélamine. Le premier est principalement utilisé en tant qu'adhésif par l'industrie du bois, quand le second est plus connu sous le nom commercial de Formica.[10]

I.8.2.4 Les Poly-Epoxydes

Après polycondensation de l'épichlorhydrine avec un polyalcool ou un phénol (comme le bisphénol-A) , les poly-époxydes, ou résines époxydiques, sont utilisées sous des formes diverses (résines à couler, poudres, colles etc.) pour fabriquer des revêtements, des adhésifs et diverses peintures, qui bénéficient de la bonne qualité de leur adhérence au métal.[10]

I.8.2.5 Les Polyamides

Formés de di anhydrides aromatiques et de diamines, ils figurent parmi les matières plastiques les plus récemment synthétisées, offrent une très bonne résistance aux hautes-températures, aux radiations et aux produits chimiques, et servent notamment, sous la forme de films, à fabriquer des circuits imprimés souples ou des câbles employés par l'aviation.[10]

I.8.2.6 Les Polyuréthannes

Composés complexes, faits de polyols, de catalyseurs chimiques, de polyisocyanates ou d'agents d'expansion, les polyuréthannes (PUR) entre au cœur de la fabrication d'un grand nombre de produits (mousses, peintures, préservatifs, vernis, colles et autres solutions diverses). Sous une forme thermoplastique élastomère, ils permettent aussi à l'industrie textile de créer du Lycra.[10]

I.8.2.7 Les Polyoranolsiloxanes

Obtenus par polycondensation de silanols et d'un certain nombre d'adjuvants chimiques, ils sont également appelés silicones, sont particulièrement thermostables (résistance à la chaleur) et permettent également la production d'une vaste famille de produits (Huiles, graisses, cosmétiques, produits coiffants, tuyaux, pièces moulées etc.).

Le cycle du recyclage des plastiques est un processus par étape. Découvrez celui de :

- L'extraction des matières premières
- La fabrication des polymères et matières plastiques
- La mise en œuvre des matières plastiques
- La collecte des plastiques

Le tri des plastiques

I.9 Impact des déchets plastiques

I.9.1 Sur la santé humaine

❖ **Exposition aux produits chimiques toxiques** :

Certains plastiques contiennent des produits chimiques nocifs tels que les ph talâtes, les bisphénols, les retardateurs de flamme et les substances perfluoroalkylées (PFAS). Lorsque les plastiques se dégradent dans l'environnement ou entrent en contact avec des aliments ou des boissons, ces produits chimiques peuvent migrer et être ingérés par les humains. Ils ont été associés à divers problèmes de santé, notamment des troubles hormonaux, des problèmes de reproduction, des troubles du développement, des cancers et des maladies métaboliques.[10]

❖ **Micro plastiques dans l'alimentation** :

Les déchets plastiques se décomposent en de plus petits fragments appelés micro plastiques, qui peuvent contaminer les sols, les cours d'eau et les océans. Ces micro-plastiques peuvent ensuite être ingérés par les organismes marins et terrestres, entrant ainsi dans la chaîne alimentaire humaine par le biais de produits de la mer, de l'eau potable et d'autres sources alimentaires. Les effets à long terme sur la santé humaine de l'ingestion de micro plastiques ne sont pas encore complètement compris, mais des

études suggèrent qu'ils pourraient potentiellement causer des dommages gastro-intestinaux, des perturbations immunitaires et d'autres effets néfastes.

- **Pollution de l'air et de l'eau :**

L'incinération des déchets plastiques libère des substances toxiques dans l'air, telles que des dioxines et des furanes, qui peuvent avoir des effets nocifs sur la santé respiratoire et cardiovasculaire des populations environnantes. De plus, la contamination des sources d'eau par les déchets plastiques peut affecter la qualité de l'eau potable et accroître le risque de maladies liées à l'eau, telles que la diarrhée et d'autres infections.[10]

- **Risques professionnels** :

Les travailleurs impliqués dans la collecte, le tri, le recyclage et l'élimination des déchets plastiques peuvent être exposés à des dangers pour leur santé, notamment des blessures, des infections, des maladies respiratoires et cutanées, ainsi que des risques d'exposition à des produits chimiques toxiques présents dans les déchets.

I.9.2 Sur l'environnement

- **Pollution marine** :

Les déchets plastiques représentent une part importante de la pollution marine. Ils peuvent se déplacer sur de longues distances via les courants océaniques et s'accumuler dans des zones comme les gyres océaniques, formant ce que l'on appelle souvent des "continents de plastique". Cette pollution marine menace la biodiversité marine en causant des dommages aux habitats, en blessant ou tuant la faune marine et en contribuant à la contamination des chaînes alimentaires marines.

- **Dégradation des écosystèmes terrestres :**

Les déchets plastiques abandonnés peuvent également contaminer les écosystèmes terrestres. Lorsqu'ils sont jetés dans les décharges ou simplement laissés dans la nature, les plastiques peuvent libérer des produits chimiques toxiques lors de leur dégradation, contaminant ainsi les sols et les eaux souterraines. Cela peut affecter la croissance des plantes, perturber la vie des organismes vivants dans le sol et altérer la santé des écosystèmes terrestres.[10]

- **Impact sur la faune :**

Les déchets plastiques peuvent être ingérés par les animaux, ce qui peut entraîner des blessures, des blocages digestifs, des infections et même la mort. Les animaux marins et terrestres peuvent confondre les déchets plastiques avec de la nourriture, ce qui peut perturber leur alimentation normale et entraîner des carences nutritionnelles.

De plus, les plastiques peuvent s'enchevêtrer autour des membres des animaux, les blessant gravement.[10]

- **Contamination de l'eau** :

Les plastiques peuvent contaminer les sources d'eau douce, telles que les rivières et les lacs, ainsi que les eaux souterraines, en libérant des produits chimiques toxiques lors de leur dégradation. Cela peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine, en rendant l'eau impropre à la consommation ou en augmentant le risque de maladies.

- **Émission de gaz à effet de serre** :

La production, la distribution et l'élimination des plastiques contribuent aux émissions de gaz à effet de serre, qui sont une cause majeure du changement climatique. Les processus de fabrication de plastique nécessitent souvent l'utilisation de combustibles fossiles, tandis que la décomposition des plastiques dans les décharges produit des gaz à effet de serre tels que le méthane.

I.9.3 Sur l'économie

- **Coûts de nettoyage et de gestion des déchets :**

La collecte, le tri, le recyclage et l'élimination des déchets plastiques représentent des coûts importants pour les gouvernements, les municipalités et les entreprises. Ces coûts incluent les frais de ramassage des déchets, les investissements dans les infrastructures de recyclage, les opérations de tri et de traitement, ainsi que les coûts liés à la gestion des décharges.

- **Impacts sur le tourisme** :

La pollution par les déchets plastiques peut avoir un impact négatif sur l'industrie du tourisme. Les plages, les sites naturels et les zones côtières pollués par les déchets plastiques peuvent dissuader les touristes de visiter une région, entraînant ainsi une perte de revenus pour les entreprises locales et les collectivités dépendantes du tourisme.

- **Perte de productivité agricole et industrielle :**

Les déchets plastiques peuvent contaminer les sols agricoles et les cours d'eau, réduisant ainsi la productivité agricole et industrielle. La pollution plastique peut obstruer les systèmes d'irrigation, contaminer les cultures et le bétail, et perturber les processus de production industrielle, entraînant ainsi des pertes économiques pour les agriculteurs et les entreprises.

- **Coûts de santé publique :**

Les impacts sur la santé humaine associés à la pollution plastique, tels que l'exposition aux produits chimiques toxiques et la contamination de l'eau potable, peuvent entraîner des coûts supplémentaires pour les systèmes de santé publique, y compris les dépenses liées aux soins médicaux, aux traitements des maladies et aux programmes de prévention.

- **Opportunités économiques dans le recyclage et les technologies alternatives :**

Cependant, la gestion des déchets plastiques peut également créer des opportunités économiques, notamment dans le domaine du recyclage et du développement de technologies alternatives. Les industries du recyclage et de la valorisation des déchets plastiques peuvent créer des emplois, stimuler l'innovation et contribuer à la croissance économique tout en réduisant l'impact environnemental des déchets plastiques.

Conclusions

La gestion des déchets plastiques est un impératif environnemental crucial qui requiert une approche multidimensionnelle et globale. Il est impératif de mettre en place des politiques efficaces de réduction à la source, de renforcer les infrastructures de collecte et de recyclage, et d'encourager l'innovation dans le domaine des matériaux alternatifs et des technologies de recyclage. Les producteurs de plastiques doivent être tenus responsables de la gestion du cycle de vie complet de leurs produits, tandis que l'éducation et la sensibilisation du public jouent un rôle essentiel dans la promotion de comportements de consommation durables. En adoptant une approche collective et proactive, il est possible de réduire l'impact des déchets plastiques sur l'environnement et de créer un avenir plus propre et plus durable pour les générations futures.

Chapitre II: mécanique de recyclage

II.1 Introduction

Chaque matin, en fouillant mes poubelles, il est rare de ne pas découvrir un objet en plastique - qu'il s'agisse d'une bouteille, d'une boîte ou d'un autre article courant.

La présence constante de cette matière dans ma vie quotidienne, et probablement dans la vôtre également, est quelque peu décourageante.

Comme vous le savez, à force d'être utilisé au quotidien, le plastique devient un véritable fléau, responsable de nombreux problèmes tant pour la santé humaine que pour l'environnement. Heureusement, une solution efficace est déjà adoptée pour contrer les ravages causés par le plastique : les 3R - Réduire, Réutiliser et Recycler. Ce dernier aspect m'interpelle tout particulièrement.

En effet, le recyclage du plastique représente une méthode efficace pour limiter les nuisances générées par son utilisation. Comment se déroule concrètement le processus de recyclage du plastique et quelles sont les étapes à connaître ? C'est ce que nous allons explorer ensemble.

II.2 Définition

II.2.1 Matière Plastique

Les plastiques sont des mélanges de polymères et d'adjuvants synthétiques de nature organique. Une substance est dite plastique lorsqu'elle peut se déformer sous l'action d'une force extérieure, puis elle conserve la forme ainsi acquise, lorsque la force aura cessée d'agir.

II.2.2 Recyclage

Le recyclage du plastique est un processus qui implique la conversion des déchets plastiques en matériaux utiles. Le processus comprend la collecte des plastiques recyclables, leur tri selon leurs polymères respectifs, puis leur fusion en granulés qui peuvent être utilisés pour fabriquer des articles tels que des gobelets en plastique, des chaises, des tables et des sacs en polyéthylène. Le recyclage des plastiques a ´et´e fait depuis les 1970. La pratique est encouragée pour protéger l'environnement. Vous trouverez ci-dessous les plastiques recyclables.[12]

II.3 Technique de recyclage

II.3.1 Procédés du recyclage

Il existe trois grandes familles de techniques de recyclage : chimique, mécanique et organique :

- ❖ chimique : utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour séparer certains composants.
- ❖ mécanique : est la transformation des déchets `a l'aide d'une machine, par exemple pour broyer.
- ❖ organique : consiste, après compostage ou fermentation, `a produire des engrais et du carburant tel que le biogaz. Dans les années a venir, les processus de recyclage sont amen´es a ´évoluer grâce au développement de nouvelles technologies.13

On espère que 50 des déchets seront recyclés en 2025, 55 en 2030.

II.3.2 L'intérêt de la valorisation

La valorisation croissante des déchets et des sous-produits industriels découle de plusieurs facteurs cruciaux : la crise énergétique, la diminution des ressources mondiales en matières premières, et les régulations environnementales de plus en plus strictes.

Ces éléments motivent une attention accrue envers :

- L'augmentation de la production.

- Les coûts élevés de stockage et de traitement.

- La pression croissante des régulations environnementales.

- Une meilleure gestion des ressources par le biais de la recherche.

Ces aspects soulignent l'urgence et la nécessité de promouvoir la valorisation des déchets et des sous-produits industriels.**[**14**]**

II.4 A quoi ¸ca sert de recycler ?

Chaque année, la production mondiale de déchets atteint environ 2 milliards de tonnes, un chiffre en constante augmentation. Face à cette situation préoccupante, une action immédiate s'impose. Le recyclage émerge comme l'une des solutions les plus essentielles. Son principe repose sur la réutilisation des objets jetés afin de contribuer à la fabrication de nouveaux produits. Cette pratique permet de préserver une partie des ressources de notre planète tout en réduisant la pollution générée par les déchets traités. De plus, elle contribue à limiter les quantités de déchets déversés dans la nature, participant ainsi à la préservation de l'environnement.

II.5 cycle de recyclage du plastique

Achat : Le consommateur achète des produits de consommation tels que des aliments, des boissons, des produits cosmétiques, des produits d'hygiène, etc.

Consommation : Une fois acheté, le produit est consommé, et il revient au consommateur de prendre les mesures nécessaires pour recycler ses produits. En effet, tous les déchets ne sont pas destinés au même type de recyclage, d'où l'importance de trier les déchets dans les bacs spécifiques (jaune, vert, bleu, ordinaire). Actuellement en France, environ 67 % des déchets sont triés et recyclés, bien que dans les grandes villes ce chiffre ne dépasse souvent pas les 30 %.

Centre de tri : Les déchets sont ensuite acheminés vers un centre de tri où ils sont séparés et classés en fonction de leur type de plastique et de leur destination de recyclage.

Les conditionneurs et les recycleurs : Les déchets plastiques triés sont alors traités par des conditionneurs, qui les préparent pour le recyclage, et par des recycleurs, qui les transforment en matières premières recyclées pouvant être réutilisées dans de nouveaux produits.

Réutilisation des déchets : Les matières plastiques recyclées sont ensuite réutilisées dans la fabrication de nouveaux produits, bouclant ainsi le cycle de recyclage.[15]

II.6 La régénération de matières plastiques

La régénération des matières plastiques se réalise à travers trois méthodes distinctes, chacune adaptée en fonction de la nature des plastiques à traiter. La régénération, l'une de ces méthodes, est également connue sous le nom d'extrusion ou de granulation. Elle constitue un processus essentiel dans la valorisation des plastiques, permettant aux recycleurs de générer des granulés de plastique recyclé de qualité supérieure. Bien que cette technique soit chronophage, elle offre l'avantage de traiter et de purifier les plastiques en vue de les mélanger à des granulés de plastiques vierges. La régénération est couramment utilisée dans le recyclage du polystyrène, du PVC, du PET, du polyéthylène et du polypropylène. **[**16**]**

II.7 les étapes du recycle

Zoom sur les étapes du recycle-t-on les emballages plastiques de la maison ?la première étape de ce recyclage ,c’est moi qui la réalise en faisant le bon tri chez moi. Puis ,mes déchets vont suivre le processus de recyclage du plastique jusqu’à devenir de nouveaux produits, parfois étonnants.

II.7.1 La première étape du recyclage plastique, c’est mon tri

Pour le recyclage des emballages plastiques, je suis le tout premier acteur. Je fais le tri de mes déchets plastiques à la maison et les dépose dans le bac ou conteneur de tri sélectif : toutes mes bouteilles et flacons en plastique, et peut-être aussi mes pots de yaourts, barquettes de légumes, sacs et films plastiques si ma commune participe déjà

à l'extension des consignes de tri. Mes déchets collectés partent ensuite dans un camion à destination du centre de tri.

II.7.2 2ème étape du recyclage de mes emballages plastiques : le centre de tri

Une fois arrivés dans un centre de tri, pour mes emballages plastiques, le processus de recyclage continue. A partir de ce moment-là, ils sont triés par grande famille comme par exemple: le polyéthylène téréphtalate (PET), le polyéthylène (PE), le polystyrène (PS), et le polypropylène (PP), etc. …. Une fois triés de la sorte, mes emballages plastiques usagés sont aplatis pour former d'énormes cubes que l'on appelle des balles de plastique.

Compactés de la sorte, ils sont prêts à être conduits vers une usine de régénération et de recyclage de plastique. [17]

II.7.3 3ème étape : la régénération de la matière plastique

C'est au cœur de l'usine de régénération que la magie du recyclage commence vraiment à opérer.

Les plastiques aplatis contenus dans les balles sont d'abord nettoyés, broyés et ramollis. Suivant un procédé de transformation technique très précis, les emballages plastiques deviennent alors des paillettes de couleurs différentes. Ces paillettes sont ensuite lavées puis chauffées à très forte température pour être transformées en granulés de plastique. Les granulés partent ensuite dans des usines de recyclage pour vivre une nouvelle vie. [17]

II.7.4 4ème étape : les granulés donnent vie à de nouveaux objets en plastique recyclé

Comment recycle-t-on le plastique ? Une fois transformés en granulés, mes déchets arrivent dans une usine de recyclage pour servir à la fabrication de nouvéeaux objets. Et pour chaque type de granulés, il y a des applications différentes. Le recyclage de mes emballages plastiques, comme mes bouteilles de lait ou mes flacons de lessive par exemple donneront vie à des sièges auto pour enfant, des arrosoirs ou encore à des tuyaux.

Les granulés de mes bouteilles d'eau ou de liquide vaisselle pourront servir pour le rembourrage de nounours, de couettes et sac de couchages ou bien pour concevoir de nouveaux emballages plastiques. [17]

II.7.5 5ème étape : On trie les nouveaux emballages plastiques

Comment recycler le plastique ? Dans les usines de recyclage, les granulés donneront vie à de nouveaux objets en plastique dont des emballages ménagers. Bouteilles, flacons et autres : je les retrouverai automatiquement dans ma consommation de tous les jours. Une fois usagés, je n'oublierai pas à nouveau de les trier et de les déposer dans le bac de collecte sélective pour leur offrir une nouvelle vie. [17]

II.8 les différents types de recyclage pour le plastique

Contrairement au verre, le plastique n'est pas recyclable `a l'infini. Des méthodes innovantes émergent pour le recycler mais la plupart des processus actuels ne font que retarder son incinération ultime. De ce fait, il est impératif d'avoir une consommation responsable des matières plastique.

II.8.1 Recyclage mécanique

Au niveau mondial, le recyclage mécanique est la méthode la plus utilisée pour donner aux déchets de nouvelles utilisations. Grâce `a cette méthode, les plastiques – qu'ils proviennent de déchets industriels ou de l''elimination ˆêtre utilisés pour produire de nouveaux matériaux. Aujourd'hui, les plastiques recyclés mécaniquement sont utilisés pour fabriquer de nouveaux emballages, des sacs `a ordures, des sols, des tuyaux et des pièces automobiles, entre autres. Il s'agit de la technologie la plus utilisée pour les polyoléfines (PE et PP). [18]

II.8.2 Recyclage énergétique

Le recyclage énergétique consiste `a transformer le plastique en énergie thermique et électrique en exploitant, par le biais de l'incinération, la puissance thermique dégagée par ces matériaux sous forme de combustible. Le recyclage énergétique est important en raison de sa capacité a diversifier la matrice énergétique et a optimiser l'espace disponible dans les villes fortement peuplées qui n'ont que peu de place pour les décharges. Cette solution est largement utilisée en Europe et au Japon, mais elle nécessite de lourds investissements et l'engagement des autorités publiques, car elle n'est pas financièrement viable. En revanche, le recyclage énergétique s'est imposé comme une solution respectueuse de l'environnement. Comme pour les voitures, les usines d'incinération des déchets pour le recyclage énergétique utilisent des catalyseurs pour retenir les émissions. Le recyclage de l''energie était autrefois perçu négativement en raison des émissions qu'il produisait, mais c''etait a l''epoque, dans les années 70 et 80. Aujourd'hui, des règles plus claires ont ´et´e fixées pour que les équipements d'incinération fonctionnent correctement et que les émissions soient plus respectueuses de l'environnement. [18]

II.8.3 Recyclage chimique

De ces trois procédés, le recyclage chimique est le plus complexe. Avec cette méthode, les plastiques sont retrait´es et leur structure chimique est modifiée afin qu'ils puissent être utilisés comme matière première pour différentes industries ou comme intrant de base pour la fabrication de nouveaux produits en plastique. Toutefois, le recyclage chimique est plus coûteux et nécessite de grandes quantités de plastique pour être économiquement viable. Il faut savoir qu'il est trop tôt pour parler du potentiel du recyclage chimique car il est encore en cours de développement.

Le recyclage chimique sera probablement développé pour proposer des solutions alternatives pour des déchets difficilement recyclables par des moyens énergétiques ou mécaniqdomestique ou commerciale – sont transformés mécaniquement sans changer leur structure chimique. Ainsi, ils peuvent. [18]

II.9 le but du recyclage des déchets

Le recyclage est une démarche simple qui peut réellement avoir un impact significatif.

- ✓ Préservation des ressources : En transformant les produits recyclés en nouveaux articles, le recyclage diminue notre dépendance aux ressources naturelles et contribue à réduire notre empreinte carbone.

- ✓ Protection de l'environnement : Le recyclage réduit la nécessité d'extraire, de raffiner et de traiter de nouvelles matières premières, ce qui limite la pollution de l'air et de l'eau. De plus, il aide à atténuer les émissions de gaz à effet de serre, soutenant ainsi la lutte contre le changement climatique.[19]

- ✓ Réduction des décharges : En recyclant, les matériaux recyclables sont transformés en de nouveaux produits, réduisant ainsi la quantité de déchets envoyés aux sites d'enfouissement. Cette pratique favorise les filières de valorisation au détriment des filières de destruction.

II.10 Avantages du recyclage des plastiques

On peut dire que le recyclage des plastiques à plusieurs avantages que d'inconvénients, et cela on peut le constater à travers plusieurs exemples qui sont :

II.10.1 Avantages du recyclage

- ✓ Protection de l'environnement : En triant les déchets, on devient le premier maillon de la chaîne du recyclage et contribué activement au développement durable : le processus de recyclage implique en effet l'utilisation de matières

premières secondaires issues de déchets et permet ainsi d'éviter toutes les phases d'extraction et de transformation de la matière première naturelle qui sont polluantes et couteuses en énergie.

- ✓ Préservation des ressources : Le recyclage permet de briser la chaîne immuable des ressources transformées en produits qui, en fin de vie, deviennent des déchets qu'il faut éliminer.

- ✓ Une boucle vertueuse est ainsi créée par l'utilisation de matière première issue de déchets à la place de matière première naturelle. Par exemple, une tonne de plastique permet d'économiser 800 kilos de pétrole brut (site internet). A une époque où la pénurie des ressources pétrolifères se dessine à moyen terme, une telle économie prend toute son importance.[19]

- ✓ Une question d'image : Il est avéré que les entreprises œuvrant dans le respect de l'environnement sont perçues beaucoup plus favorablement. La pratique du recyclage permet donc d'améliorer l'image de votre société auprès de vos clients comme du grand public.

- ✓ Soutenir l'économie locale : Le recyclage favorise l'économie locale et contribue par conséquent à la création d'emplois.

II.11 Impact du recyclage du plastique

II.11.1 Sur la santé humaine

- ❖ Réduction de l'exposition aux produits chimiques toxiques: Le recyclage du plastique contribue à réduire la quantité de déchets plastiques envoyés en décharge ou incinérés, ce qui limite l'exposition des populations locales à des substances toxiques émises lors de la décomposition ou de la combustion des plastiques.
- ❖ Amélioration de la qualité de l'air et de l'eau : En réduisant la quantité de déchets plastiques rejetés dans l'environnement, le recyclage contribue à préserver la qualité de l'air et de l'eau, ce qui peut avoir des effets positifs sur la santé respiratoire et la santé générale des populations locales.
- ❖ Création d'emplois dans l'industrie du recyclage : Le recyclage du plastique crée des emplois dans les domaines de la collecte, du tri, du traitement et de la transformation des déchets plastiques. Ces emplois peuvent avoir un impact positif sur les communautés locales en offrant des opportunités d'emploi et en stimulant l'économie.
- ❖ Promotion d'un mode de vie plus durable : Le recyclage du plastique sensibilise les individus à l'importance de réduire, réutiliser et recycler les matériaux afin de minimiser leur impact sur l'environnement. Cela peut

encourager l'adoption de comportements plus durables et responsables chez les individus et les communautés.

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : Le recyclage du plastique permet de réduire la demande de matières premières vierges et la consommation d'énergie associée à leur extraction et à leur transformation. Par conséquent, cela contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre, ce qui peut avoir des effets bénéfiques sur la santé publique en atténuant les impacts du changement climatique.

II.2 sur l'environnement

Le recyclage du plastique peut avoir plusieurs impacts positifs sur l'environnement :

- Réduction de la pollution plastique : Le recyclage du plastique réduit la quantité de déchets plastiques envoyés dans les décharges ou rejetés dans la nature, ce qui contribue à réduire la pollution des sols, des cours d'eau, des océans et de l'air.
- Conservation des ressources naturelles : Le recyclage du plastique permet de prolonger la durée de vie des ressources naturelles en réutilisant les matériaux plastiques existants plutôt que d'extraire de nouvelles matières premières. Cela contribue à réduire la pression exercée sur l'environnement pour l'extraction de ressources telles que le pétrole brut, utilisé dans la production de plastique.
- Économie d'énergie : La production de plastique à partir de matériaux recyclés consomme généralement moins d'énergie que la production de plastique à partir de matières premières vierges. Le recyclage du plastique permet donc de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées à la production de plastique.
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : En recyclant le plastique, on réduit la demande de nouvelles matières premières et la consommation d'énergie nécessaire à leur extraction et à leur transformation. Cela contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à la production de plastique, ce qui peut avoir des effets bénéfiques sur le climat et l'environnement.
- Promotion de l'économie circulaire : Le recyclage du plastique s'inscrit dans le cadre d'une économie circulaire où les matériaux sont réutilisés et recyclés autant que possible. Cela contribue à réduire la quantité de déchets envoyés en décharge et à préserver les ressources naturelles pour les générations futures.

Conclusion

Il est important de recycler le plastique car ć est une matiére qui peut être renou- velable, mais elle est également très longue `a disparaître.

En effet, le plastique met des centaines voire des milliers d'années `a disparaître.

Cette matière a également des impacts irréversibles et désastreux pour notre environnement sur le long terme. Si nous ne faisons rien, la faune et la flore seront amenées `a mourir.

Figure II .1. cycle de recyclage [20]

Chapitre III:

Partié Expérimentale

III. 1.L'objectif du recyclage des bouteilles en plastique

Notre objectif de mener à bien cette mécanisme est de savoir comment exploiter les bouteilles en plastique dont vous avez déjà vu les dommages qu'elles causent et l'impact sur les organismes vivants, car nous avons abordé cette idée pour trouver une solution pour les éliminer et en profiter pour être utiles dans la vie quotidienne pour les dommages, ainsi que réduire un grand pourcentage de bouteilles jetées sur terre et en mer, car la poursuite plus longue de ce projet élimine toute bouteille sur terre et le pourcentage de déchets plastiques est nul, ce qui nous aide à produire des matières premières adaptées à un usage quotidien, telles que la fabrication d'une corde en plastique, ainsi qu'un nettoyant pour sols, et le plus important le fait que nous puissions utiliser ces fils plastiques est destiné aux utilisateurs d'une imprimante tridimensionnelle (3D) pour fabriquer des objets de différentes formes à partir de flacons en plastique, et nous avons donc contribué à réduire le coût d'élimination du plastique, de son extraction ou de son achat pour faciliter et pouvoir le manipuler pour tous les consommateurs**.**

III.2. l'utilité

Fabriquer un mécanisme d'extraction des fils plastiques des flacons peut présenter de multiples avantages, non seulement d'un point de vue environnemental mais aussi d'un point de vue économique et social. Voici quelques-uns des principaux avantages:

- Recyclage des matériaux: l'extraction des filaments plastiques des flacons permet de réutiliser les matériaux plastiques de manière innovante, en réduisant la demande de nouvelle production de plastique et en réduisant son impact environnemental.
- Soutenir l'économie circulaire: la transformation des flacons en plastique en filaments pour l'impression tridimensionnelle ou pour d'autres utilisations promeut le principe de l'économie circulaire, dans laquelle les déchets sont réduits en convertissant les produits consommés en nouvelles ressources.
- Économiser le coût des matériaux pour l'impression tridimensionnelle: les fils extraits des flacons en plastique peuvent être utilisés comme matières premières pour l'impression tridimensionnelle, ce qui réduit le coût associé à l'achat de fils pour les imprimantes 3D.
- Innovation et créativité: ce processus offre aux individus et aux communautés l'opportunité d'innover et d'être créatifs en produisant des outils utiles et artistiques à partir de matériaux recyclés, ainsi qu'en développant de nouveaux projets et produits.
- Encourager la responsabilité environnementale: grâce à l'utilisation de mécanismes d'extraction de fils plastiques, les individus et les organisations sont encouragés à réfléchir de manière critique à la consommation de plastique et à la gestion des déchets, en soutenant une culture de responsabilité environnementale.

- ❖ Améliorer les opportunités d'emploi et le développement des compétences: ces projets de recyclage peuvent offrir de nouvelles opportunités d'emploi et contribuer au développement des compétences techniques et de gestion liées à l'innovation environnementale et à la durabilité.

III. 3.Présentation du mécanisme

III.3.1 Présentation du premier mécanisme

Le mécanisme d'extraction du fil du flacon en plastique ce mécanisme se fait à l'aide d'une table de petite taille qui est percée par la poinçonneuse en trois points, les points sont sur la ligne droite, les premiers points y sont placés et l'axe de rotation du flacon les autres points sont installés deux colonnes portant un certain nombre de pièces circulaires et avec une vis pour confiner une lame tranchante entre elles, et le diamètre du filetage peut être contrôlé en soulevant ou en abaissant la lame en fonction de la pièce circulaire, chacune représentant 1 mm d'épaisseur de filetage, et ainsi la pointe du filetage est insérée et tirée jusqu'à ce que le flacon soit terminé, et un fil plastique est extrait avec le poisson à créer.

Les documents suivants mettent en évidence les pièces utilisées dans le mécanisme

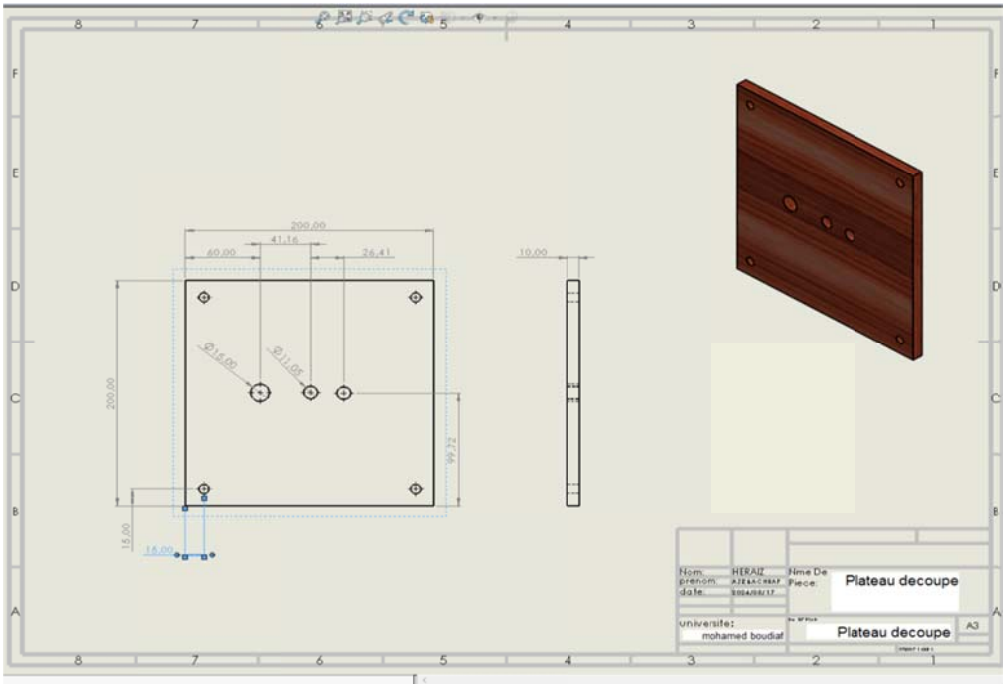

Figure III.1: Dessiner une pièce en bois (SolidWorks)

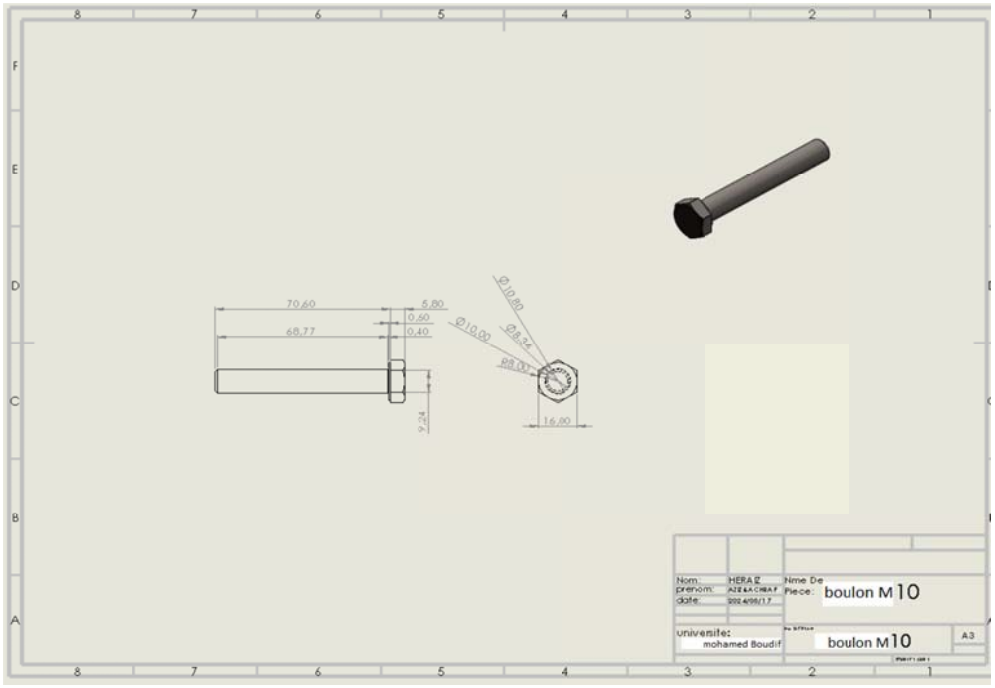

Figure III.2: Le dessin montre le boulon M10(SolidWorks).

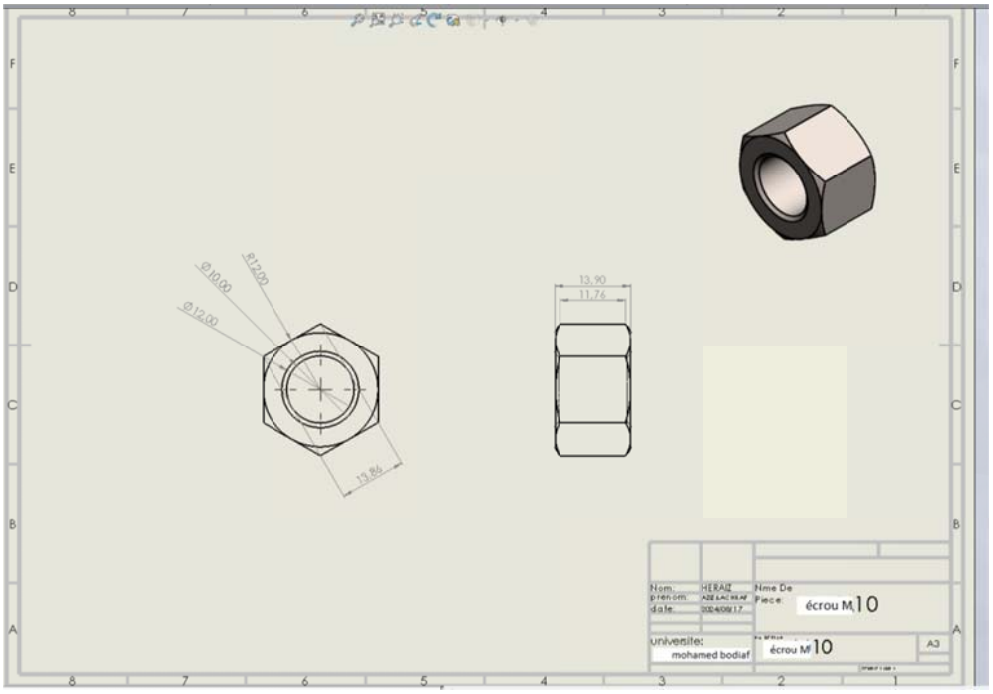

Figure III.3: Dessin un écrou m10(SolidWorks)**.**

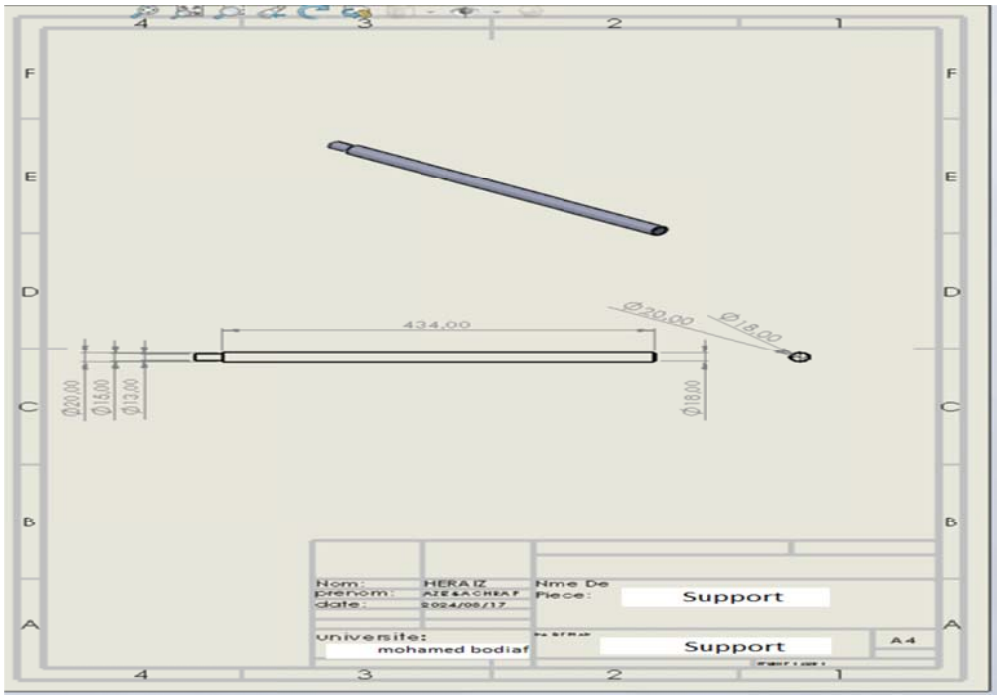

Figure III.4: un dessin de la colonne autour de laquelle tourne la bouteille(SolidWorks)**.**

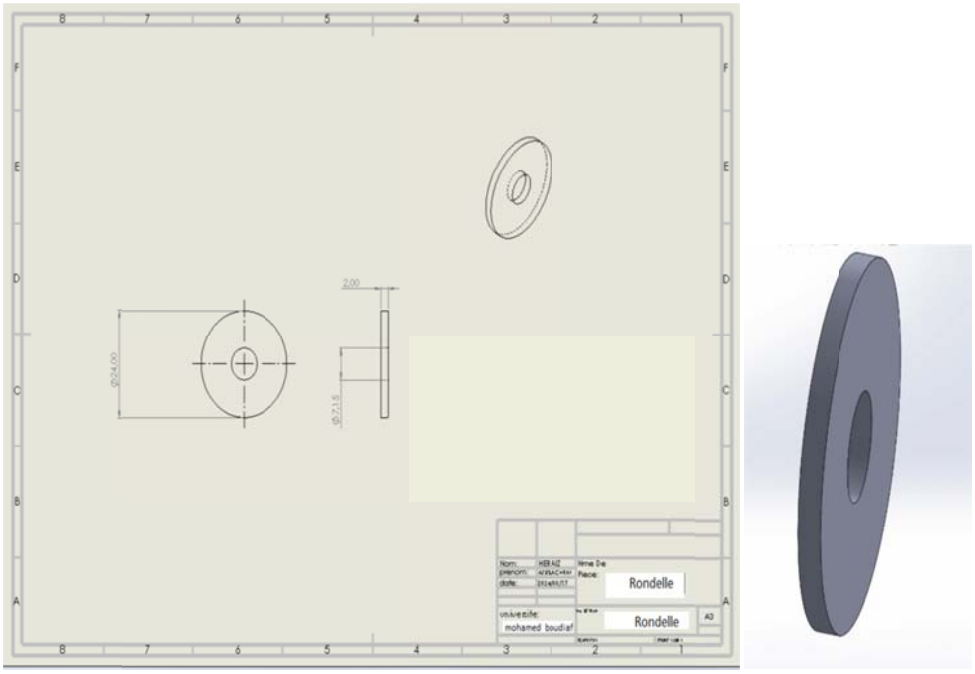

Figure III.5: Dessin de rondelle(SolidWorks).

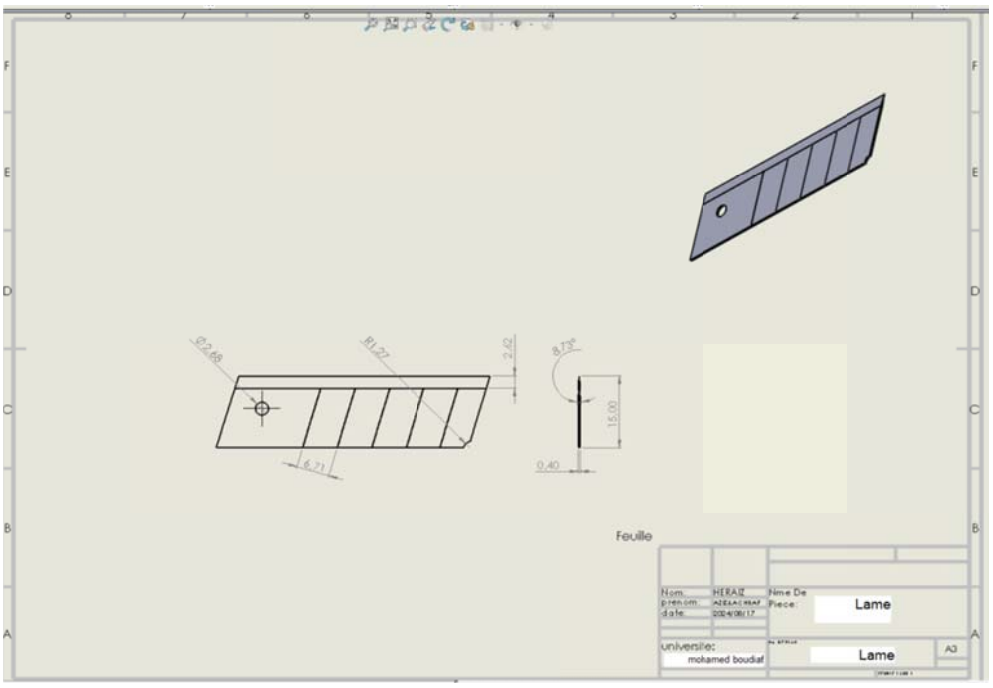

Figure III.6: Dessin d'une lame

Figure III.7: Un dessin montrant l'assemblage des pièces utilisées dans le mécanisme de formation de fil plastique(SolidWorks)**.**

III.3.2 Présentation du deuxième mécanisme

Le mécanisme de torsion du fil plastique et d'extraction d'une corde en plastique qui peut être utilisée dans la vie quotidienne, en utilisant des planches de bois perforées uniformément et fixées avec des pincettes formant un triangle équilatéral formant un anneau rotatif qui tourne en même temps par la machine rotative (visseuse) et sur le côté opposé une plaque avec des pinces installées et après rotation, nous avons une corde en plastique grossière ou en d'autres termes solide et pas facile à couper pour être exploitée par les ménagères pour étendre le linge ou attacher quoi que ce soit, et le but de ceci est qu'il a acquis une grande résistance ce qui facilite son utilisation dans divers domaines.

Les documents suivants mettent en évidence les pièces utilisées dans le mécanisme.

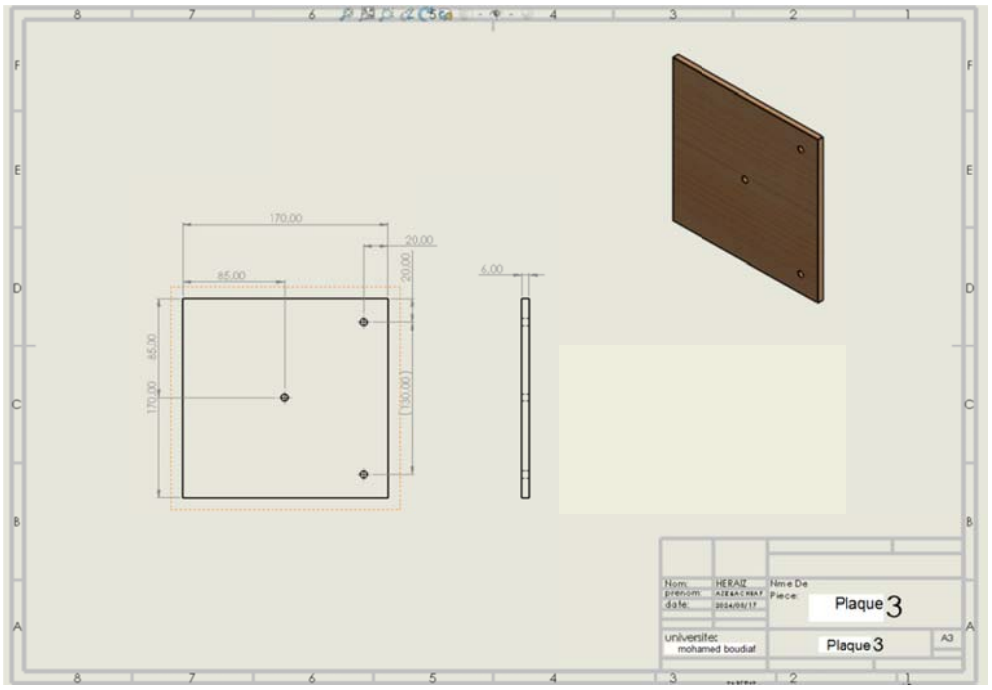

Figure III.8: Dessin de plaque de bois

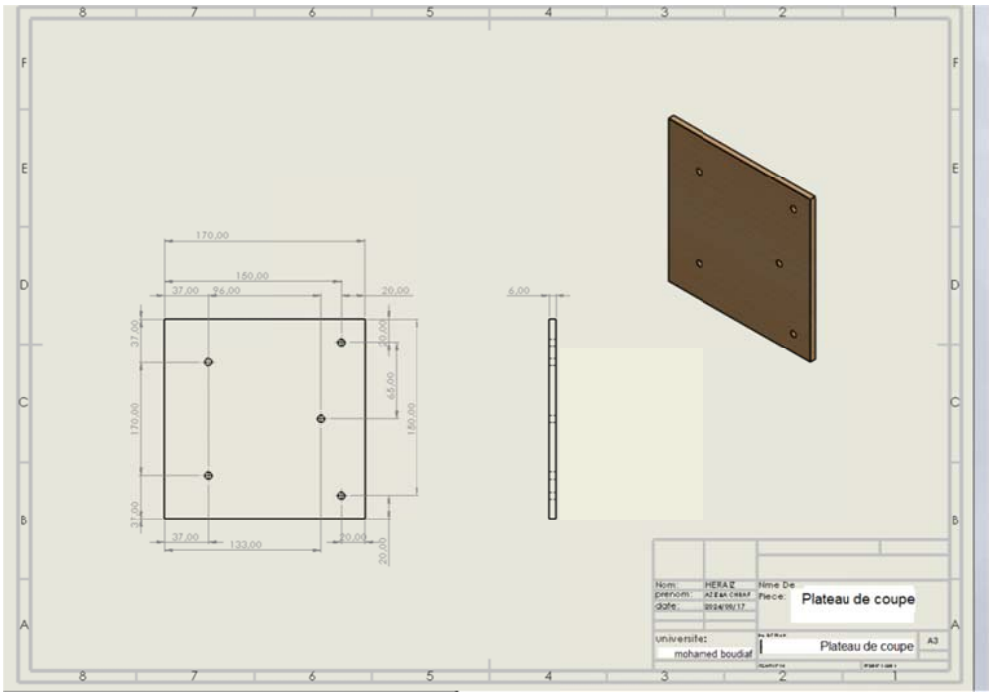

Figure III.9: Dessin une plaque de bois Nous avons utilisé deux plaques dans le mécanisme.

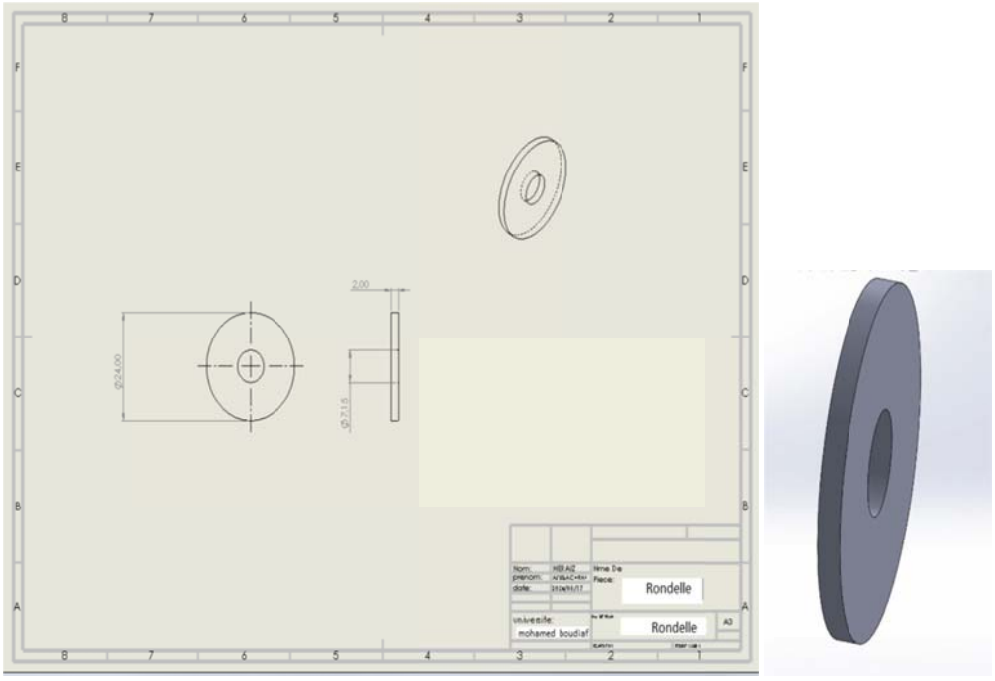

Figure III.10: Dessin de rondelle

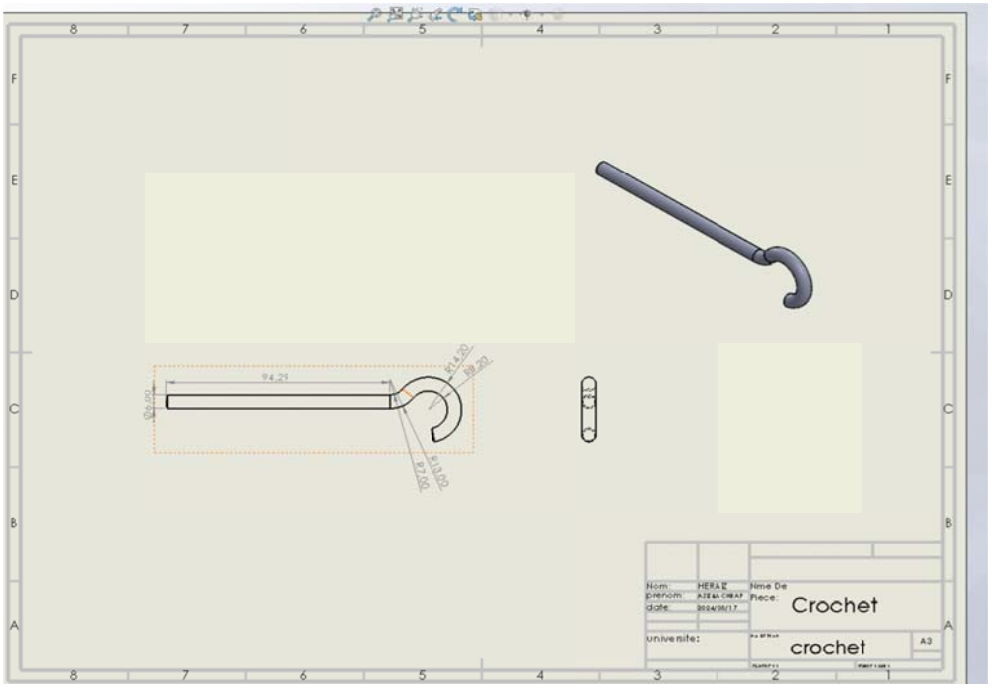

Figure III.11: Dessin de Crochet

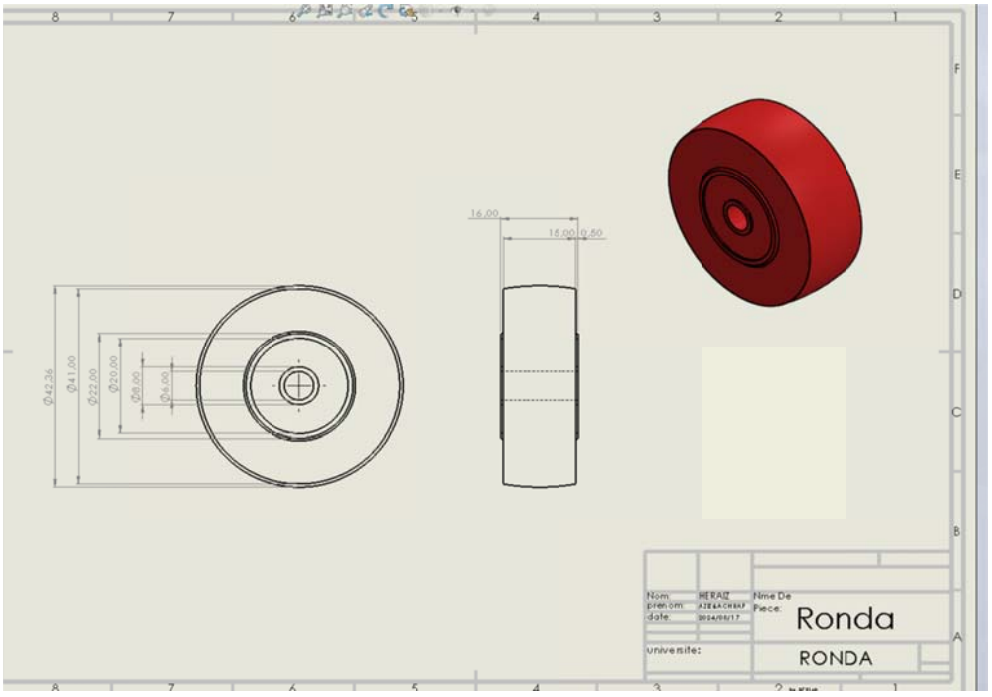

Figure III.12: Un dessin d'une roue utilisée dans un mécanisme à trois roues

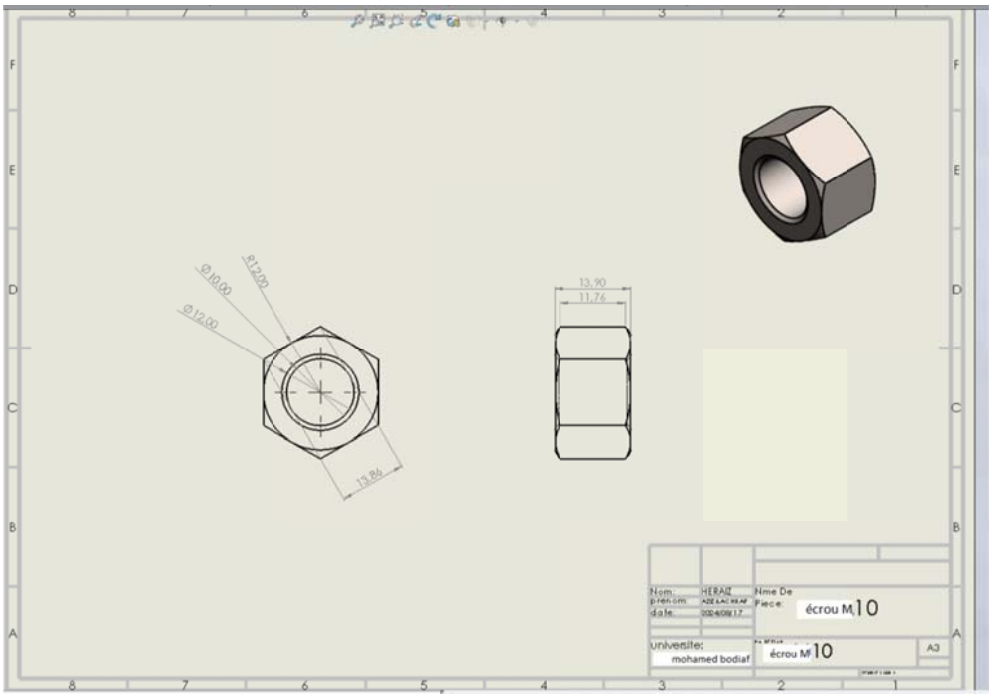

Figure III.13: Dessin de l'écrou M10 Nous avons utilisé 24 écrous dans le mécanisme**.**

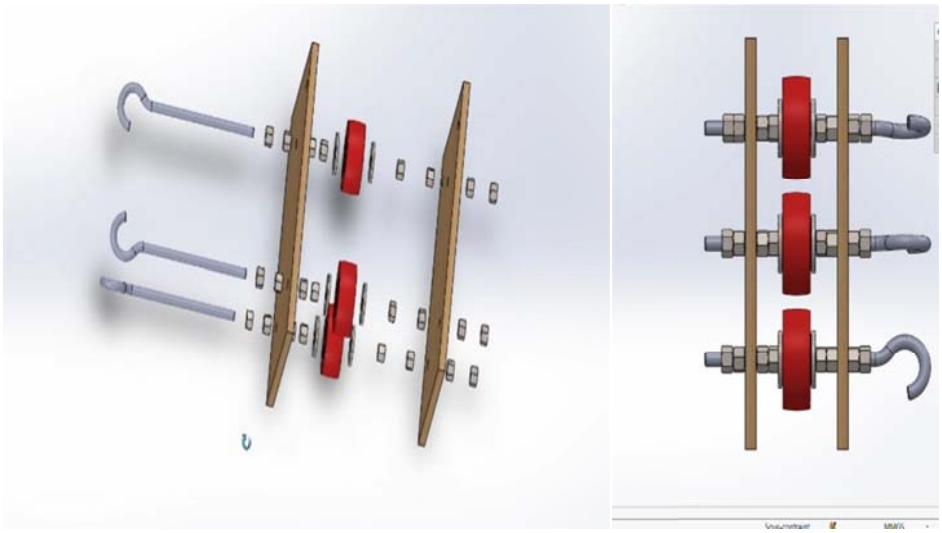

Figure III.14: Assemblage de pièces usagées dans le Mécanisme de torsion filament(SolidWorks)**.**

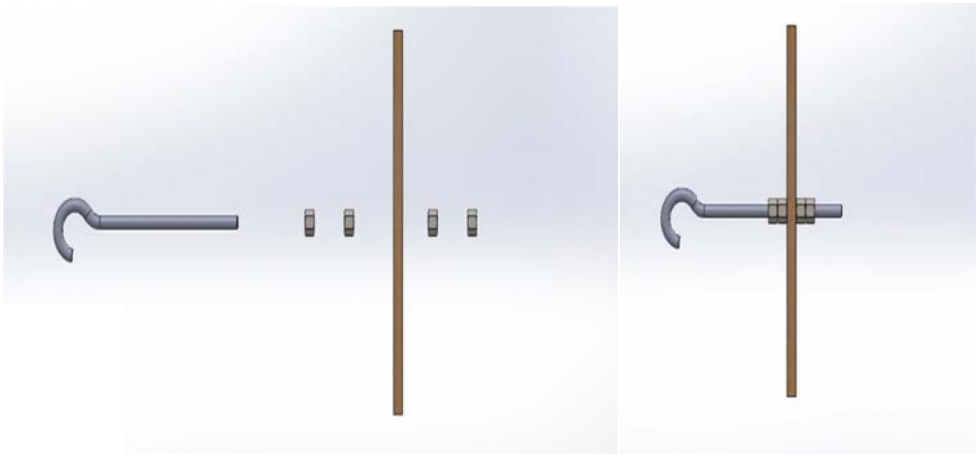

Figure III.15: Assemblage de pièces usagées dans une partie fixe d'une Mécanisme de torsion filament.

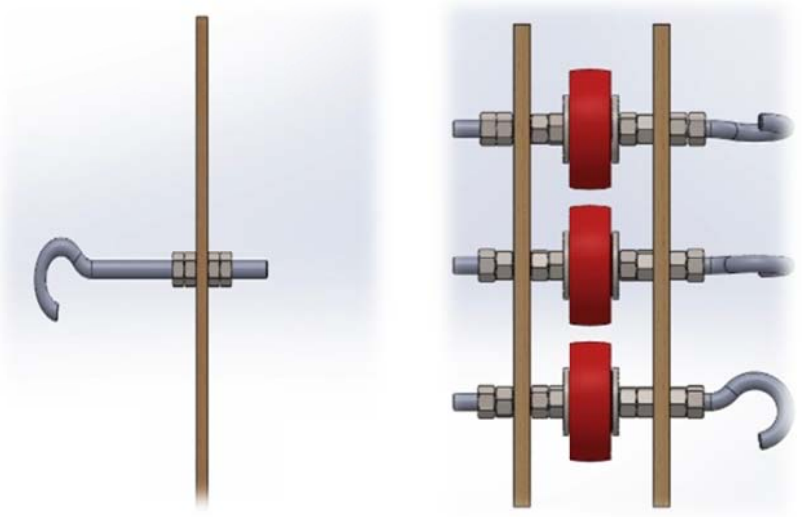

Figure III.16: Forme finale de Mécanisme de torsion filament**.**

III.4. Réalisation

III.4.1 Réalisation du premier mécanisme

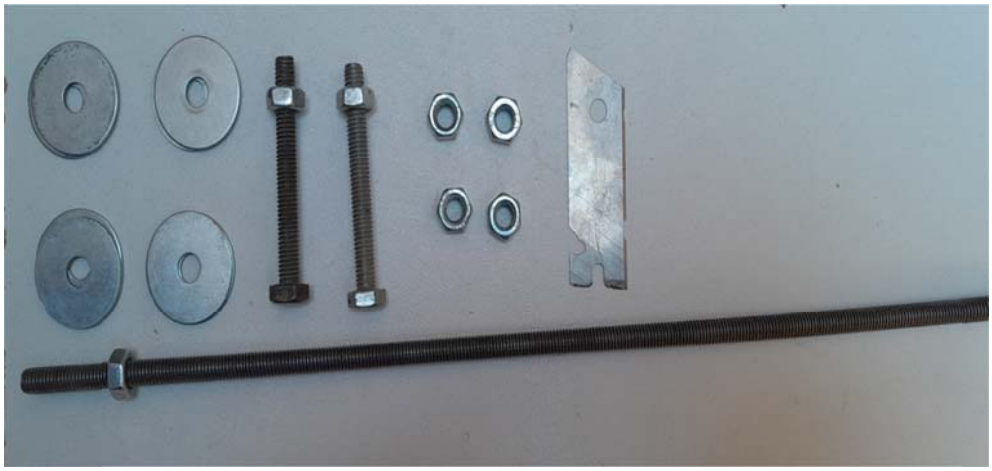

Figure III.17 : Outils utilisés dans le mécanisme d'extraction de fil.

Figure III.18 : Mécanisme d'extraction de fil en plastique.

Figure III.19 : Une explication sur la façon d'utiliser le mécanisme d'extraction des fils des bouteilles en plastique.

Figure III.20 : Fils extraits de bouteilles en plastique.

III.4.2 Réalisation du deuxième mécanisme

Figure III.21 : Outils utilisés pour former un mécanisme permettant de convertir des fils de plastique en cordes.

Figure III.22 : Mécanisme pour transformer des fils en plastique en cordes.

III. 5. Fonctionnement des deux mécanismes

Notre travail est basé sur la conversion des bouteilles en plastique en produits utilisés dans la vie quotidienne, après l'introduction d'une nouvelle méthode de recyclage qui réduit le besoin d'énergie Où nous avons collecté des flacons en plastique de toutes sortes et couleurs, triés et nettoyés de toutes les impuretés et les avons placés dans un outil qui sépare toutes les parties du flacon Pour commencer ensuite par l'installant sur un deuxième outil qui tourne délibérément et tire et tord ces fils pour former une corde en plastique qui est utilisée pour plusieurs besoins, notamment pour étaler ou suspendre le linge Séparément, utilisez sa base et la partie avant en décoration avec toutes les formes et créations ,Ainsi que l'extraction de fils plastiques de toutes tailles, Ainsi que la fabrication d'un balai de nettoyage de sol utilisé dans la vie quotidienne.

Enfin, l'étude de cette idée montre que l'exploitation des bouteilles en plastique a de nombreux usages et que ce projet peut être étendu en y incorporant une technologie moderne, ce qui facilite le processus de production pour réduire la pollution de l'environnement et donner une belle vue sur l'environnement.

Conclusion générale

La gestion des déchets plastiques, le recyclage du plastique et le recyclage des bouteilles en plastique sont des aspects essentiels des efforts visant à réduire les effets du plastique sur l'environnement.

En appliquant des stratégies efficaces de gestion des déchets plastiques et en encourageant les processus de recyclage, l'accumulation de déchets plastiques peut être réduite et transformée en ressources précieuses.

Le système de gestion des déchets plastiques optimise la collecte et le tri des déchets pour en tirer le meilleur parti, en les orientant vers des processus de recyclage durables.

Grâce aux efforts de recyclage du plastique et de recyclage des bouteilles en plastique, il est possible d'économiser les ressources naturelles, de réduire les effets de la pollution plastique, de promouvoir une culture de durabilité et de préservation de l'environnement.

Parvenir à un équilibre entre la gestion des déchets plastiques et le recyclage du plastique est donc une étape importante vers la construction de sociétés plus durables et respectueuses de l'environnement.

REFERENCES

[1] www.valorplast.com/enseignant/id´ee.htm

[2]fr.wikipedia.org www.valorplast.com

[3] Hassan pour M et Unisia SA (2017) Plastics; applications, matériels, processing and techniques. Plastic Surgery and Modern Techniques 2017.

[4] AGENCE NATIONALE DES DECHETS /Les déchets plastiques en Algérie /2019 2020

[5] LAABIDI SALSABYL /Techniques De Recyclage Des Plastiques

Au Novae Industriel /2022

[6] KECHKAR Chiraz /valorisation Des Déchets dans le béton Auto plaçant /2020

[7] fr.wikipedia.org www.valorplast.com

[8] LAABIDI SALSABYL /Techniques De Recyclage Des Plastiques

Au Novae Industriel /2022

[9] http://www.rajapack.be/blog-be/recycler-plastique

[10] http://www.rajapack.be/blog-be/recycler-plastique

[12] https ://fr.ripleybelieves.com/what-types-of-plastics-are-recyclable-9418 : :text=Quells

[13] dspace.univ-bba.dz

[14] File :///C :/Users/Arrobas

[15] Http ://blog.squadeasy.com/guide/recyclage-du-plastique-tout-comprendre-en-2022-squadeasy

[16] Http ://blog.squadeasy.com/guide/recyclage-du-plastique-toutc-omprendre-en-2022-squadeasy

[17] Http ://myrecyclestuff.com/author/jade/.

[18] Https ://www.greenr.link/2022/05/06/tout-ce-que-vous-devez-savoir-sur-ler-ecyclage-des-dechets/.

[19] Https ://www.rajapack.be/blog-be/recycler-plastique/.

[20] Http ://blog.squadeasy.com/guide/recyclage-du-plastique-tout-comprendre-en-2022-squadeasy