



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Département de génie mécanique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Abbes OUAAR

Le : dimanche 27 juin 2021

Conception et réalisation d'une unité de récupération des PET (REC.ECO.PLAST)

Jury :

Pr.	Lakhdar SEDIRA	Pr	Université de Biskra	Président
Dr.	Messaoud BENMACHICHE	MCB	Université de Biskra	Examineur
Dr.	Kamel AOUES	MCA	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciement

En tout premier lieu, je dois remercier le bon Dieu, le tout puissant, de m'avoir donné la force, le courage et la santé pour dépasser toutes les difficultés et réaliser ce projet.

Je tiens tout d'abord à remercier mon encadreur **Dr. Kamel AOUES**, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce projet et de le mener à bien. Je suis très reconnaissant non seulement pour sa confiance en moi mais aussi pour sa patience et sa motivation. Son encadrement et sa disponibilité m'ont permis d'explorer de nouveaux domaines de la science et d'acquérir beaucoup d'autonomie.

Nos vifs remerciements à **Pr. Lakhdar SEDIRA** qui nous fait l'honneur de bien vouloir présider le jury ainsi que Dr. **Messaoud BENMACHICHE** de bien vouloir examiner notre travail.

Je remercie également le responsable du Hall technologique Monsieur **Smail Guettala** et son Personnel technique.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde et sincère gratitude envers ma mère, ma famille pour m'avoir encouragé et soutenu tout au long de mes études.

Afin de n'oublier personne, mes remerciements s'adressent à tous ceux qui m'ont aidée à la réalisation de ce modeste mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à l'âme de mon père.

A ma mère, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur qui a veillée pour ma réussite par son assistance, sa présence et son amour dans ma vie.

A mes chers frères.

A mes chères sœurs.

Mes nièces et neveux.

Résumé

Liste des tableaux

Table 1 Déchets industriels selon leur origine	4
Table 2 Déchet urbain selon leur origine	4
Table 3 Classification des plastiques	12
Table 4 Les différents éléments d'un broyeur plastique	25
Table 5 Cahier de charge.....	27
Table 6 Les composants de schéma cinématique	28
Table 7 Propriétés mécaniques de l'acier A60.....	31
Table 8 Caractéristiques du moteur et réducteur	35
Table 9 Différents résultats du broyat de plastique obtenues.....	58
Table 10 Différents résultats du broyat des métaux et végétaux obtenues	59

Liste des figures

Figure 1 Processus de biodégradation aérobie	13
Figure 2 Les déchets du plastique dans la mer	15
Figure 3 broyeur a couteaux.....	22
Figure 4 Broyeur à papier	22
Figure 5 Broyeur à verre	23
Figure 6 Broyeur à Marteau	23
Figure 7 Broyeur à bille	24
Figure 8 Les différents éléments d'un broyeur plastique	25
Figure 9 schéma cinématique.....	27
Figure 10 Les réactions de paliers	29
Figure 11 Diagramme d'efforts tranchants.....	30
Figure 12 Diagramme de moment fléchissant	31
Figure 13 Description de l'épaisseur de col.....	33
Figure 14 Roulement a une rangée de billes à contact radiale	35
Figure 15 Roulement a palier applique UCFL 204	36
Figure 16 Montage en X	36
Figure 17 Vue isométrique des pièces de broyeur	37
Figure 18 La disposition des pièces en vue de dessus	38
Figure 19 Camera Cam Pi 2.....	38
Figure 20 Raspberry Pi 2	39
Figure 21 Détecteur des métaux KY024.....	39
Figure 22 Capteur de poids	39
Figure 23 schéma descriptif de fonctionnement du système optique et tri.....	40
Figure 24 Modèle CAO de l'arbre	42
Figure 25 Modélisation géométrique de la lame	43
Figure 26 Montage 1-2-3	43
Figure 27 conditions aux limites appliquées sur la géométrie	44
Figure 28 Le maillage	44
Figure 29 l'état de contrainte	45
Figure 30 l'état de déplacement	45
Figure 31 montage spiral	46
Figure 32 Le maillage + les conditions aux limites.....	46
Figure 33 Les résultats obtenus, a) état de contrainte, b) état de déformation, c) état de déplacement	47
Figure 34 Montage en V	47
Figure 35 Etat de contrainte	48
Figure 36 Maillage + conditions aux limites	48
Figure 37 état de déformation	48
Figure 38 La meule.....	49
Figure 39 Le toure	49
Figure 40 La fraiseuse.....	50
Figure 41 Scie alternative	50

Figure 42 Cisaille de tôle à pédale	50
Figure 43 Plieuse des tôles.....	51
Figure 44 Perceuse.....	51
Figure 45 Rouleuse	51
Figure 46 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 6 mm d'épaisseur.....	52
Figure 47 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 3 mm d'épaisseur	52
Figure 48 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 5 mm d'épaisseur	52
Figure 49 Arbre de rotation.....	53
Figure 50 Arbre intermédiaire (réducteur-broyeur)	53
Figure 51 Les pièces du broyeur désassemblée	53
Figure 52 Vue de dessus de broyeur.....	54
Figure 53 Arbre intermédiaire (moteur-broyeur)	54
Figure 54 Vue de coté de broyeur	54
Figure 55 Vue de dessous de broyeur.....	55
Figure 56 Vue de face de broyeur	55
Figure 57 Le broyeur complet.....	56

Sommaire

Sommaire	
Remerciement	I
Dédicace.....	II
Résumé	III
Liste des tableaux	IV
Liste des figures	V
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur le recyclage de plastique	3
I.1. Introduction.....	3
I.2. Généralité sur les déchets	3
I.2.1. Définition.....	3
I.2.2. Classification des déchets.....	3
I.2.2.1. Selon la nature.....	3
I.2.2.2. Selon l'origine.....	4
I.2.3. Statistique des déchets en Algérie	4
I.2.4. L'impact des déchets.....	5
I.2.4.1. Sur l'environnement	5
I.2.4.2. Sur l'économie	5
I.3. Généralité sur le tri.....	6
I.3.1. Définition.....	6
I.3.2. Les type de tri 2	6
I.3.2.1. Tri positif et tri négatif.....	6
I.3.2.2. Tri frontal (jeté latéral)	6
I.3.2.3. Tri latéral.....	6
I.3.2.4. Tri séquentiel.....	6
I.3.2.5. Tri mono produit	7
I.3.3. Processus de tri 2	7
I.3.3.1. La réception.....	7
I.3.3.2. Tri manuel.....	7
I.3.3.3. Séparation des matières	7
I.3.3.4. Le conditionnement	7
I.3.3.5. Stockage des produits conditionnés.....	8
I.4. Généralité sur le plastique.....	8
I.4.1. Définition du plastique	8
I.4.2. Caractéristiques.....	8

I.4.3. Les différents types de plastiques	9
I.4.4. Les additifs BPA, DEHP et DEHA.....	12
I.4.5. Plastique recyclable et plastique recyclé	12
I.4.6. Les plastiques biodégradables	13
I.4.7. Les plastiques biofragmentable	13
I.4.8. Production mondiale de plastique.....	14
I.4.9. Déchets plastiques jetés dans la mer et les océans.....	14
I.4.10. Taux de plastique recyclé	15
I.5. Généralités sur le recyclage et transport.....	16
I.5.1. Définition.....	16
I.5.2. Transport de déchet.....	16
I.5.3. Processus de recyclage du plastique	17
I.5.3.1. Réception des matières premières	17
I.5.3.2. Processus de sélection.....	17
I.5.3.3. Le déchiquetage.....	17
I.5.3.4. Lavage.....	18
I.5.3.6. Séchage et essorage	18
I.5.3.7. Homogénéisation.....	18
I.5.3.8. Extrusion.....	18
I.5.3.9. Filtrage	18
I.5.3.10. Granulé.....	18
I.5.3.11. Analyse et contrôle de la qualité	19
I.5.3.12. Conditionnement	19
I.5.3.13. Stockage.....	19
I.5.3.14. Logistique.....	19
I.5.4. Principe de recyclage	19
I.5.5. Les différentes techniques de recyclage.....	20
I.6. Conclusion	20
Chapitre II. Choix et classification des broyeurs	21
II.1. Introduction	21
II.2. Généralités sur les broyeurs.....	21
II.2.1. Définition	21
II.2.2. Caractéristiques principales d'un broyeur.....	21
II.2.3. Classification des broyeurs :	21

II.2.3.1. Broyeur à fragmentation grossière	22
a) Broyeur à couteaux.....	22
b) Broyeur pour le papier	22
c) Broyeur pour le verre :.....	22
II.2.3.2. Broyeur à fragmentation fine (1000 à 10 μ m)	23
a) Broyeur à marteaux	23
II.2.3.3. Broyeur à fragmentation ultrafine	23
a) Broyeurs à billes :.....	24
II.3. Différents éléments d'un broyeur pour le plastique	24
II.4. Critères de choix d'un broyeur	25
II.4.1. Selon les caractéristiques techniques	26
II.4.2. Selon la fiabilité et la disponibilité	26
II.5. Conclusion	26
Chapitre III : Etude RDM et dimensionnement du broyeur	27
III.1. Introduction :	27
III.2. Cahier de charge	27
III.3. Schéma fonctionnel.....	27
III.4. Etude RDM :	28
III.4.1. La force de coupe :	28
III.4.2. Les réactions des paliers	29
III.4.3. Calcul de moment fléchissant :	30
III.4.3.1 : Tronçon 1 :	30
III.4.3.2. Tronçon 2 :	30
III.5. Dimensionnement du broyeur :	31
III.5.1. Calcul de diamètre cas de flexion :	31
III.5.1.1. Propriété mécanique de l'acier utilise	31
III.5.2. Calcul de diamètre cas de torsion :	32
III.5.3. Calcul de longueur de la lame :	33
III.5.4. Choix de roulement [27]	35
III.6. Les parties de l'unité de récupération RECECOPLAST :	36
III.6.1. Fonctionnement du broyeur :	36
III.6.2. Partie traitement optique et tri :	38
III.7. Conclusion :	41
Chapitre IV : Simulation et pratique	42

IV.1. Introduction :	42
IV.2. Partie simulation	42
IV.2.1. Modélisation géométrique de l'arbre :	42
IV.2.2. Modélisation géométrique de la lame :	43
IV.2.3. Modélisation numérique :	43
IV.2.3.1. Montage « 1-2-3 » :	43
IV.2.3.2. Montage spirale :	46
IV.2.3.3. Montage en « V » :	47
IV.3. Partie réalisation :	49
IV .3.1. La réalisation.....	49
IV.3.1.1. Meule	49
IV.3.1.2. Toure	49
IV.3.1.3. Fraiseuse.....	49
IV.3.1.4. Scie alternative	50
IV.3.1.5. Cisaille de tôle a pédale	50
IV.3.1.6. Plieuse de tôle.....	51
IV.3.1.7. Rouleuse.....	51
IV.3.1.8. Perceuse	51
IV.3.2. Les photos de broyeur	53
IV .3.3. Résultats et discussions	56
IV.4. Conclusion	60
Conclusion générale	61
Références bibliographiques	62
Annexes	63

Introduction générale

L'évolution de la vie humaine dans ces différents secteurs a connu l'apparition des nouveaux produits qui facilite le déroulement du mode de vie et le rendre aussi confortable que possible. Le plastique devient de plus en plus une discipline de modernité par l'apparition de l'usage de jetable.

Cette matière répond aux critères et exigences de l'industrie par ses forts propriétés mécaniques et physiques : Résistance élevée à la traction, très bonne endurance, imperméabilité, légèreté, malléabilité. Ces qualités ont donné une forte dominance et présence dans notre quotidien.

La production mondiale annuelle du plastique consomme une importante quantité de la production mondiale du pétrole. Le taux du plastique recyclé est très faible par rapport la production annuelle ce qui engendre un épuisement rapide des ressources naturelles. Suite aux rapports d'alertes des différents organismes gouvernementales et non gouvernementales sur la situation de l'impact négatif des déchets de plastiques rejetés dans la nature a poussé de sérieux initiatives pour promouvoir des politiques réelles de lutes face à ce sujet désastreux. A travers le lancement et le financement de plusieurs projets dans cette thématique qui commence de la collecte des déchets, le tri et finalement le recyclage.

Le défi majeur relevé est l'intégration de l'individu au cycle de recyclage par le changement de la consommation linéaire du plastique ; c.-à.-d. produire, consommer et jeter par une nouvelle approche de consommation bâtissant un nouveau mode de production circulaire (consommer, collecter, recycler). Ce nouveau mode a abouti à plusieurs solutions proposer sur le territoire international, dont la plus accessible au citoyen les unités intelligentes pour la collection des plastiques.

Dans ce contexte vient notre contribution qui est l'étude, la conception et le dimensionnement d'une unité intelligente de récupération du P.E.T. Le choix de ce type de plastique récupéré par notre unité a été guidé par sa forte présence dans notre vie quotidienne et la sur demande de ce produit par le secteur de l'industrie. Notre unité se caractérise d'une part par un système de traitement informatisé pour le tri, et d'autre part, des dimensions modulaires pour qu'il soit présentables dans les petits coins d'un super marché, cafeteria, bibliothèque...etc.

Pour aboutir à notre objectif, nous avons structuré notre manuscrit en quatre chapitres comme suit :

Dans le premier chapitre, nous présentons une recherche bibliographique sur le plastique passant par les différents types de plastiques, la production mondiale aussi révéler l'influence du plastique sur l'environnement et l'Océan, d'autre part on a parlé des déchets, le tri avec ses différentes étapes et le recyclage.

Le deuxième chapitre parle des différentes catégories de broyeur, leurs applications, et les critères de choix d'utilisation.

Dans le troisième chapitre, on s'est consacré au dimensionnement des différentes parties constituants du broyeur à travers une étude de résistance de matériau.

Le quatrième chapitre expose les résultats d'une simulation sur le logiciel SolidWorks et présente les différentes étapes de la réalisation de l'unité de collection des P.E.T.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale qui enveloppe les différentes étapes de réalisations de ce projet.

Chapitre I. Généralités sur le recyclage de plastique

Chapitre I : Généralités sur le recyclage de plastique

I.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la recherche bibliographique sur l'état de l'art des déchets en générale et du plastique en particulier, et cela à l'échelles internationale et nationale. Ensuite, nous discutons sur les différents types de déchets et leurs classifications selon la nature et l'origine. Nous citons ainsi l'impact des déchets sur l'économie et surtout sur l'environnement. D'autre part, nous exposons la technique du tri, ses types et ses processus. En fin, nous discutons sur la définition des plastiques, leurs classifications et quelques chiffres sur les statistiques relatives.

I.2. Généralité sur les déchets

I.2.1. Définition

Plusieurs termes coexistent pour circonscrire la notion de déchet, certains relèvent plus de la langue familière, d'autres de la langue administrative [1].

Que l'on soit simple citoyen, éboueur, fonctionnaire ou expert en environnement, les mots utilisés pour désigner un déchet varient, déchet ménager, détritus, poubelle, matière résiduelle, pelures, ordures, résidus, rebutes, immondices, débris, ... etc. [1].

Un déchet peut être définie de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets. La loi N° 01-19 du 12/12/ 2001 article 3 de journal officiel de la république algérienne N°77 (2001), définit le déchet comme : Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien ou meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer. La diversité des produits de consommation excède maintenant la biodiversité [2].

I.2.2. Classification des déchets

I.2.2.1. Selon la nature

Selon [3], le guide des techniques communales pour la gestion des déchets ménagers et assimilés du ministère d'aménagement du territoire et environnement (2003), présente une classification des déchets selon leur nature physique en 03 catégories :

- Déchets solides : ordures ménagères, emballages, gravats...etc.
- Déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage...etc.
- Déchets gazeux : biogaz, fumées d'incinération ...etc.

I.2.2.2. Selon l'origine

Déchets industriels	Naghel (2003) , évoque que l'ensemble des déchets industriels doivent être éliminés par leurs producteurs industriels, artisans, commerçants.
Déchets Industriels banals (DIB)	Son assimilables aux ordures ménagères et relevant du même type de traitement : il s'agit principalement d'emballages usagés, de chutes de productions industrielles et de déchet d'activités et commerciales comme ferrailles, métaux non ferreux, papiers cartons, verre, textiles, bois, plastiques, etc.
Déchets inertes	Composés déblais, gravats, matériaux de démolition produit par les entreprises de travaux publics.
Déchets agricoles	L'activité agricole peut générer 03 types de déchet : <ul style="list-style-type: none"> • Des résidus de l'industrie agroalimentaire. • Des déchets de cultures. • Des déjections animales de l'élevage.

Table 1 Déchets industriels selon leur origine [4]

Déchets urbains	Tous déchets issus des ménages, déchets de commerce et de l'industrie assimilables aux déchets ménagers, déchets encombrants, déchets verts (greffage des arbres, espaces verts), déchet de nettoyage des voies publiques, déchets hospitaliers, la collecte de ces déchets doit être assurée par les collectivités.
Déchets urbains communaux	Déchets ménagers (ordures ménagères, déchets encombrants, déchets collectés sélectivement) et déchets de composition analogue produits par les entreprises qui font l'objet d'une collecte publique, ainsi que les déchets issus des administrations communales.
Déchets urbains des entreprises	Déchets de composition analogue aux déchets ménagers produits par les entreprises et qui font l'objet d'une collecte privée.

Table 2 Déchet urbain selon leur origine [4]

I.2.3. Statistique des déchets en Algérie

L'Algérie vit une crise écologique : dégradation du cadre de vie, intensification de pollutions diverses, prolifération des déchets urbains et industriels, gestion inadéquate des déchets... etc.[2]

C'est ainsi qu'en absence d'une stratégie cohérente et efficace, la gestion des déchets ménagers n'était pas maîtrisée et ne répondait nullement aux normes universellement admises et ce malgré l'adoption dès 1984 de toute une panoplie de textes juridiques. Sur le terrain cela s'est traduit par l'apparition des milliers de décharges sauvages et dépotoirs [2].

I.2.4. L'impact des déchets

I.2.4.1. Sur l'environnement

La pollution d'origine humaine peut avoir un impact très important sur la santé et dans la biosphère comme en témoigne l'exposition aux polluants et le réchauffement climatique qui transforme le climat de la Terre et son écosystème. [2]

Les préoccupations environnementales conduisent les gouvernements à prendre des mesures pour limiter l'empreinte écologique des populations humaines et pour contrer des activités humaines contaminantes [2].

Les types et les conséquences de pollution sont comme suit [2] :

Les types de pollution :

- 1) La pollution de l'air : provoquée des polluants dits atmosphériques : rejet de pots d'échappement des usines ;
- 2) La pollution de sol souvent d'origine industrielle ou agricole : utilisations d'énergie, de pesticides ...etc.
- 3) La pollution de l'eau qui peut résulter de la contamination des eaux usées.

Les conséquences de la pollution :

- 1) Détérioration du paysage et du patrimoine.
- 2) Détérioration de la couche d'ozone.
- 3) Effet de serre.
- 4) Maladies humaines dues à l'environnement.

I.2.4.2. Sur l'économie

L'impact économique total de la pollution plastique n'est pas encore connu, et la plupart des recherches se sont jusqu'à présent concentrées sur l'impact sur les océans. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) estime l'impact économique de la pollution plastique sur les océans à 8 milliards de dollars par an⁶³. On estime également que la pollution plastique est quatre fois plus présente sur terre que dans les océans, ce qui suggère que l'impact économique total de la pollution plastique est en réalité bien plus important⁶⁴. Bien que nous n'ayons pas

encore une compréhension complète de l'impact économique total, nous soulignons ci-dessous l'impact existant sur des industries spécifiques [5].

I.3. Généralité sur le tri

I.3.1. Définition

Le tri est une étape clé de la valorisation des déchets. De ses performances dépendent la Quantité et la qualité des matières qui seront préparées, commercialisées puis réutilisées dans les chaînes de fabrication [2].

I.3.2. Les type de tri [2]

I.3.2.1. Tri positif et tri négatif

Le tri s'effectue en fonction du matériau le plus présent dans le flux qui n'est pas saisi et qui est donc trié négativement.

Le nombre de gestes des trieurs est limité puisque les trieurs laissent sur le tapis le matériau majoritaire, ce qui est une bonne chose, la répétitivité élevée étant un facteur aggravant le risque de troubles musculosquelettiques (TMS).

I.3.2.2. Tri frontal (jeté latéral)

Le trieur est installé face au tapis de tri, avec des goulottes latérales.

Position favorable au niveau de l'ergonomie car l'amplitude des mouvements est moindre mais couvre une zone plus réduite de tapis, la productivité est donc plus faible. Ce type de tri est souvent limité au tri (ferreux ou autre) avec un seul opérateur.

I.3.2.3. Tri latéral

C'est la disposition la plus courante, les produits arrivent latéralement sur un tapis de tri.

Respecter les préconisations en termes de dimensionnement en privilégiant le jeté latéral par rapport au jeté frontal.

I.3.2.4. Tri séquentiel

Le tri s'effectue sur un tapis à l'arrêt, la séquence d'arrêt étant programmée selon le type de fractions. Les trieurs jettent les produits dans des bacs frontaux ou latéraux.

Bonne ergonomie du poste car il n'y a aucune torsion et moins de fatigue. Il est visuellement plus facile de repérer un produit immobile et l'efficacité est accrue.

Le nombre de gestes de jet de produits par heure est à peu près équivalent au tri latéral mais avec une alternance de temps de repos (pendant le défilement du tapis) et temps de travail (lorsque la

bande est arrêtée). En revanche, présence de stress important car l'opérateur est le dernier à pouvoir agir sur la qualité du produit valorisable et doit faire vite et bien.

I.3.2.5. Tri mono produit

Chaque opérateur ne trie qu'un seul produit (les refus, les tétras, les différents plastiques...).

Risque de stress lorsque le flux n'est pas homogène en quantité ou composition, avec sous-charge du poste et perte de rendement, ou éviation de produits valorisables dans les refus.

I.3.3. Processus de tri [2]

I.3.3.1. La réception

Après le pesage et le contrôle du contenu du camion (vérification des déchets dangereux qui ne sont pas destinés aux CET), le camion décharge les déchets qu'il transporte au niveau du centre de tri, pour entreposage selon son volume et son conditionnement.

I.3.3.2. Tri manuel

Dans bien des cas et pour un grand nombre de matières, cette étape permet après vérification de leur conformité d'effectuer un premier tri des déchets, et de faciliter leur futur traitement automatique. Les déchets déversés par le camion lors de la réception, sont ensuite acheminés avec un convoyeur où ils sont triés sur place, l'objectif du tri manuel a pour but de faire une séparation fine des divers matériaux ou produits ; l'intervention humaine est donc indispensable à la qualité.

La conception des postes de travail doit être effectuée avec la plus grande attention, en considérant les risques spécifiques d'une activité physique endurante et répétitive. Le tri manuel concerne seulement l'aluminium (canette, ...) et différents types de contenants et flacons en plastique.

I.3.3.3. Séparation des matières

L'aluminium et le plastique sont déposés chacun dans un bac spécial prévu pour, et sont acheminés chacun vers un convoyeur qui va les déposer dans la presse à balles. Les autres types de déchets seront rejetés vers la sortie du convoyeur où un camion va les récupérer et les transporter vers le CET.

I.3.3.4. Le conditionnement

Le conditionnement consiste à préparer les produits en vue de leur expédition : certains produits tels que le plastique et l'aluminium sont compactés (presses à balles, compacteurs) de façon à faciliter leur transport vers les repreneurs.

I.3.3.5. Stockage des produits conditionnés

Le stockage est la dernière étape du processus ; une zone spécifique du centre de tri est dédiée au stockage des produits conditionnés, et pour faciliter le chargement des camions lors de l'expédition.

I.4. Généralité sur le plastique

I.4.1. Définition du plastique

La matière plastique est définie comme une substance polymère d'origine organique ou semi-organique, contenant un grand nombre d'atomes (ou groupes) de carbone, oxygène, hydrogène ou azote. On trouve plusieurs variétés de plastiques, qui peuvent être regroupées en trois catégories : les thermoplastiques, les thermodurcissables, et les élastomères. Le pétrole et ses dérivés ou le gaz naturel sont les produits de base de toute matière plastique. Les thermoplastiques fondent sous l'effet de chaleur et se solidifient sous l'effet d'un refroidissement. Pour les thermodurcissables, la transformation est irréversible. Une fois formé, le plastique ne se déforme plus [6].

I.4.2. Caractéristiques

La densité des matières plastiques est nettement plus faible que celle des métaux : de 0,83 à 2,15 avec 1,2 comme valeur moyenne. La densité d'un polymère est directement fonction du taux de cristallinité. Par ailleurs, la rigidité et la résistance mécanique augmentent avec ce Taux.


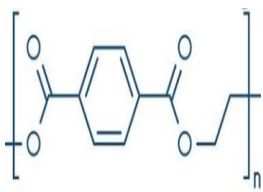

- Température de transformation physique plus basse : couramment comprise Entre 100°C et 300°C.
- Elasticité plus élevée (jusqu'à 80 % d'élongation à la rupture pour le PEHD).
- La thermo stabilité des polymères thermoplastiques est nettement inférieure à celle des métaux. Rares sont les plastiques résistants à plus de 250°C pendant de longues Périodes dans l'air.
- Module d'élasticité plus faible (le module du PEBD est peu élevé : E-200 MPA ; à l'opposé, les aminoplastes présentent un module très élevé).
- Tenue (ou résistance) aux agents chimiques : en règle générale, les polymères résistent aux acides et aux bases grande inertie chimique du PTFE et du PE.
- Comportement viscoélastique. En effet, ils démontrent simultanément des propriétés Élastiques et un caractère visqueux.
- La plupart des polymères thermoplastiques amorphes non chargés (et non colorés...) sont transparents.
- La conductivité thermique des polymères est environ cent fois plus faible que celle des Métaux [6].


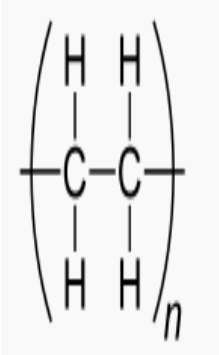


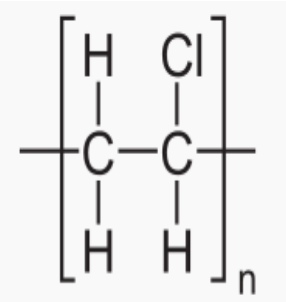

I.4.3. Les différents types de plastiques


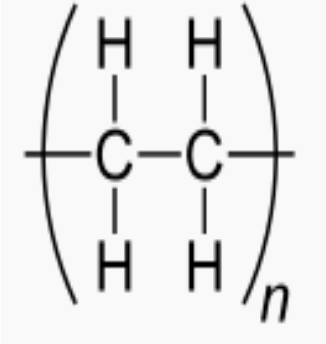


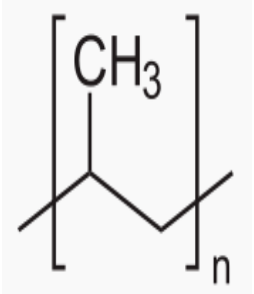

Le plastique est le symbole de notre société du tout jetable. Paradoxalement, c'est un matériau aux propriétés rêvées. Y va-t-il de bons usages du plastique et quels sont-ils ? Dans le monde, 4% du pétrole est utilisé pour faire du plastique. Pourtant, on le trouve partout au point qu'il restera certainement le matériau du XXème siècle. Les plastiques sont appréciés d'abord pour leur durabilité. Et oui, paradoxalement, il ne s'altère que très peu au contact de l'eau et de l'air. D'où son emploi systématique dans les emballages bien sûr mais aussi dans le mobilier de jardin par exemple. Combien de milliards de chaises de jardin en PVC blanc sur cette planète ? Mais le plus durable dans le plastique, c'est quand il devient déchet, ce qui finit toujours par arriver, car le plastique peut se casser... ou simplement se démoder [7].

En Europe, pour cinquante millions de tonnes de plastiques consommées en 2005, dix millions de tonnes ont été mises en décharge et neuf millions de tonnes valorisées (dont approximativement 1/4 recyclé et 3/4 valorisés énergétiquement par incinération...). Bref, on peut dire que seulement 1/5 du plastique est recyclé en France ! Le reste des plastiques produits circule. Concernant la valorisation des déchets plastiques, il y a d'énormes disparités : en suisse, plus de 95% des déchets plastiques sont valorisés (au sens large : incinération Comprise), pour à peine 20% en Irlande et au Royaume-Uni. Etudions donc les différentes variétés de plastiques et apprenons à les reconnaître [7].

Grâce au symbole Triangle. Vous trouverez soit un chiffre soit une abréviation permettant d'identifier le type de plastique. Pour aller vite, retenir que seuls 3 plastiques sont recyclés de manière conséquente : PET (1) PEHD (2) et PP (5). Il faut absolument éviter le PVC (3) et le polystyrène (6) [7].

POLYÉTHYLÈNE TÉRÉPHTALATE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Bouteilles d'eau, de jus et de boisson gazeuse, bouteilles de sauce à salade,</p>	<p>Un des plastiques les plus répandus (bouteilles et flacons). On le reconnaît aussi au petit rond sur le fond.</p> <p>Contrairement à ce que son nom pourrait laisser penser, il n'y a pas de phtalate dans le PET. Néanmoins, les bouteilles en PET</p>

		d'huile, bouteilles de détergent, etc.	peuvent larguer des quantités d'antimoine non-négligeables
POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Pichets à eau, bouteilles d'eau grand format, de jus et de lait, bouteilles réutilisables, bidons de lessive et d'assouplissant, flacons de shampoing, sacs d'épicerie, biberons, etc</p>	<p>HDPE (ou PEHD) est recyclable et recyclé à hauteur de 55 000 t/an en France.</p>
POLYCHLORURE DE VINYLE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Emballages de viande, tétines de biberon, chaises de jardin, fenêtres, canalisations...</p>	<p>La fabrication et l'incinération de ce plastique non-recyclable rejettent des dioxines, des substances cancérigènes et des disruptifs hormonaux. Le PVC est souvent associé à un plastifiant (DEHP ou DEHA) qui, en contact avec de la nourriture chaude ou grasse, va exfiltrer des produits chimiques très dangereux pour la santé comme les</p>

			adipates ou les phtalates.
POLYÉTHYLÈNE BASSE DENSITE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Films alimentaires, sacs plastique d'épicerie, sacs à légumes et à pain, sacs poubelles, bouchons des bouteilles de lait, etc.</p>	<p>On le trouve souvent sous forme de film plutôt que de récipient. Il n'est pas recyclé. Le LDPE s'écrit parfois plus simplement PE.</p>
POLYPROPYLENE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Boîtes d'aliments surtout s'ils sont gras. Pots de yaourt, biberons, soupes instantanées, bouteilles réutilisables, etc.</p>	<p>Il faut éviter impérativement le PP sous forme de "film". Celui-ci n'est pas valorisable</p>
POLYSTYRENE			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque


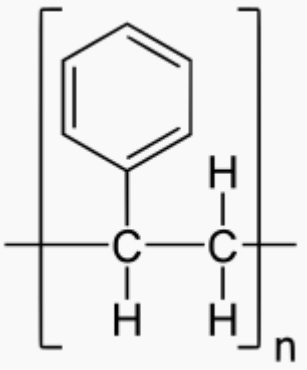



		 <p>Gobelets et ustensiles jetables, barquettes de viande en styromousse, pots de yaourt, etc.</p>	<p>Recyclable mais dans les faits peu recyclés. En plus, vous pouvez éviter le polystyrène facilement en privilégiant le réutilisable plutôt que le jetable.</p>
Autre			
Symbole	Formule	Emballage	Remarque
		 <p>Bonbonnes pour refroidisseurs d'eau, bouteilles réutilisables, verres en plastique épais, biberons, etc.</p>	<p>Le chiffre 7 représente une catégorie « fourre-tout ». S'il est accompagné des lettres PC, il s'agit de polycarbonate. Si ce n'est pas le cas, d'autres plastiques. C'est la catégorie qui peut contenir du bisphénol A. Il n'est pas recyclable.</p>

Table 3 Classification des plastiques [7]

I.4.4. Les additifs BPA, DEHP et DEHA

Le bisphénol A (BPA) peut se retrouver dans des plastiques de type 7, particulièrement dans les biberons. Il est cancérigène et interdit dans plusieurs pays... mais pas encore en France [7].

Les DEHA et DEHP sont des additifs plastifiants aussi considérés comme liés à de nombreux types de cancers. On les retrouve uniquement dans le PVC. Le styrène se trouve "naturellement" dans le polystyrène. Il peut attaquer le cerveau et le système nerveux [7].

I.4.5. Plastique recyclable et plastique recyclé

Rappelons l'essentiel : ce n'est pas parce que certains plastiques sont techniquement recyclables qu'ils seront recyclés. En France, 18% du plastique est effectivement recyclé. Sur le territoire du sytrad, seuls les emballages plastique ayant la forme d'une bouteille, d'un bidon ou d'un flacon (PET et PEHD) peuvent être mis dans les bacs de tri et seront recyclés. Par ailleurs, il faut

distinguer le « down- cycling » qui consiste à recycler un plastique pour faire un nouvel objet non recyclable, comme les bouteilles qui sont transformées en vêtements ou en chaises de jardin. En Drôme Ardèche, les bouteilles en pet incolores sont transformées en de nouvelles bouteilles de jus de fruit, mises sur le marché par l'entreprise locale REFRESCO (à margés dans la Drôme). De la même façon, les producteurs de boissons Evian, volvic et innocent ont maintenant recours à 25% ou plus de pet recyclé pour produire leurs bouteilles [7].

I.4.6. Les plastiques biodégradables

Est dit Biodégradable : « Toute Substance qui peut, sous l'action d'organismes vivants (bactéries) se décomposer en éléments divers sans effet nuisible pour l'environnement. La biodégradabilité s'apprécie en prenant en compte à la fois le degré de décomposition d'une substance et le temps nécessaire pour obtenir cette décomposition. Selon cette définition par exemple, un plastique biodégradable devrait donc en théorie disparaître complètement dans la nature et ne plus laisser de traces de polymères synthétiques (matière plastique). Aussi, les réglementations de différents pays imposent que le plastique se dégrade complètement dans une période de trois à mois maximum. Il y a deux types de plastiques dits « biodégradables » : les « plastiques oxo-biodégradables ou biofragmentables » et les « bioplastiques » [8].

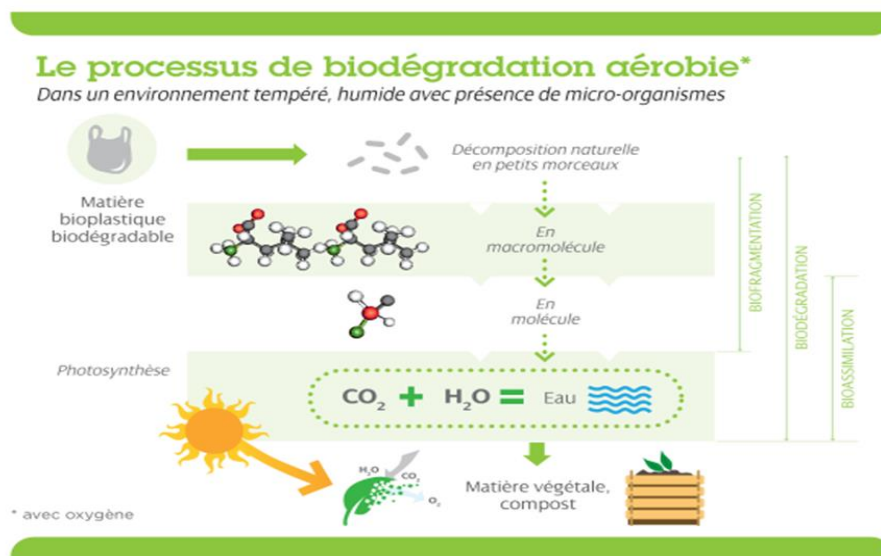


Figure 1 Processus de biodégradation aérobie

I.4.7. Les plastiques biofragmentable

Les matériaux d'emballages dits biofragmentables, fragmentables ou oxo-fragmentables sont des mélanges de polymères synthétiques (type polyéthylène) avec des additifs végétaux ou minéraux [9]. La fin de vie de ces matériaux se traduit par une biodégradation des additifs et par une dégradation physique (visuelle) sans désintégrations moléculaires des éléments synthétiques. Ces

matériaux ne répondent pas aux exigences fixées par la norme en vigueur. En effet les tests de désintégration et d'écotoxicité ne sont pas conformes. Ces matériaux ne sont donc ni biodégradables, ni compostables. Le terme biofragmentable est pourtant fréquemment employé et parfois de façon abusive pour qualifier les matières plastiques additivées [9].

I.4.8. Production mondiale de plastique

Une estimation de 311 millions de tonnes de plastique produits mondialement en 2014, soit plus près de 10.000 kilos de plastique par seconde, consommant 8% environ de la production mondiale de pétrole contre 299 millions de tonnes en 2013, selon la Fédération des producteurs de plastique. Production mo La Chine représente le plus grand producteur de plastique dans le monde, avec 26% du total mondial, suivie de l'Europe avec un 20%. Par contre, l'Afrique et le Moyen Orient, ne produisent que 7%, et 5% en Amérique Latine. L'Allemagne arrive en tête dans la consommation du plastique par 24.9% suivie par l'Italie 14.3% ensuite la France par 9.6% [10].

I.4.9. Déchets plastiques jetés dans la mer et les océans

En 2014, les déchets plastiques sont estimés à 25 millions de tonnes annuellement en Europe, d'ont 6,5 à 8 millions de tonnes sont déversées dans les océans, qui finissent en Microparticules ingérées par la faune marine.

Les mers et les océans reçoivent quotidiennement Environ 8 millions de déchets plastiques, d'ont 5 millions (63%) sont des déchets solides, tombés ou jetés depuis les bateaux. (Programme des Nations Unies pour l'environnement - PNUE)

Dans la Méditerranée 250 Milliards de microfragments de plastiques flottent sur la mer selon les relevés de l'expédition "Méditerranée en danger" et sont menées au large de côtes européennes en juillet 2010. Des morceaux de plastiques, invisibles à l'œil nu, sont contenus dans les sédiments des plages, les bas-fonds des zones côtières et le sable, selon des chercheurs de l'université de Plymouth.

On assiste actuellement à une pollution massive engendrée par la matière plastique car les différentes sortes de polymères des sacs vont mettre entre un siècle et 1000 ans pour se dégrader,



Figure 2 Les déchets du plastique dans la mer [20]

largement le temps de se décomposer en déchets microscopiques qui pourraient passer dans la chaîne alimentaire avec des conséquences encore mal évaluées.

La faune marine est la plus touchée actuellement, car elle reçoit quotidiennement ces déchets dangereux, on estime qu'il y a 50 millions de déchets non biodégradables à moyen terme [11].

I.4.10. Taux de plastique recyclé

La récupération et le recyclage des déchets constitueraient un créneau d'investissement économique porteur en Algérie, le directeur de l'Agence nationale des déchets (AND), a estimé que le marché national des déchets s'élève à 2 Mds de dinars annuellement (17 M EUR). Selon ce dernier, l'Algérie produit annuellement 20 millions de tonnes de déchets, toutes catégories confondues, dont 12 millions de tonnes de déchets ménagers et dont 35% sont produits dans 4% du territoire national. De plus, la valorisation des déchets (récupération et recyclage) étant à peine naissante en Algérie ne fait que rajouter à l'attractivité de ce créneau [12].

Nouvelle étude, publiée dans la revue scientifique « *Science Advances* », est la première analyse à l'échelle mondiale à quantifier la totalité des matières plastiques produites, et à étudier le sort qui leur a été destiné. Sur les 8,3 milliards de tonnes métriques produites, 6,3 milliards se sont transformées en déchets plastiques. Seuls 9 % de ces déchets ont été recyclés. L'immense majorité, soit 79 %, est en train de s'amonceler sur les sites d'enfouissement des déchets ou se répand dans la nature sous forme de détrit. À un certain moment, la plupart d'entre eux finiront inéluctablement dans nos océans, sorte de dernier récipient [13].

I.5. Généralités sur le recyclage et transport

I.5.1. Définition

C'est la transformation d'un produit pour en faire une nouvelle utilisation. Recycler permet d'avoir à nouveau de la matière première. Ainsi, on peut fabriquer de nouveaux produits ou créer de l'énergie, sans puiser dans les ressources naturelles (arbres, minerais, pétrole) [2].

I.5.2. Transport de déchet

L'attribution de l'acheminement des déchets vers les points de collecte dépend des filières concernées. Les déchets "actifs" (radioactifs, pathogènes, chimiques) restent sous la pleine responsabilité de leur producteur jusqu'à leur prise en charge au point de collecte de l'établissement, de l'institution ou par un transporteur ou preneur agréé et formé extérieur [2].

L'acheminement de tels déchets jusqu'au point de collecte doit être effectué par du personnel formé uniquement. La manutention de ces déchets n'est pas du ressort du personnel d'entretien, de nettoyage, de conciergerie et de maintenance et devrait être interdite aux personnes non formées, au même titre que la manutention des produits ou agents dont les déchets dérivent. L'entreposage intermédiaire et les éventuelles manutentions associées, les regroupements doivent être effectués dans de strictes conditions de sécurité et de protection de la santé par du personnel dûment formé et qualifié, disposant d'équipements et d'espaces de travail conformes à l'état de la technique [2].

Tout dépôt de matières dangereuses présente des risques et cela d'autant plus pour les dépôts des déchets spéciaux, dont la composition et le comportement sont encore moins prévisibles [2].

Le transport de déchets spéciaux est soumis à des prescriptions particulières dans le cadre du transport de matières dangereuses. Il est très important que le transporteur soit explicitement informé des types de déchets qu'il prend en charge et des mesures à prendre en cas d'incident. La simple remise d'un document de suivi ne constitue pas un acte d'information suffisant. Dans la règle et la mesure du possible, il est aussi judicieux de prévoir des itinéraires et des horaires de transport limitant autant que possible les risques d'accident et d'exposition de la population. La prise en charge du déchet à sa destination finale doit être conforme aux dispositions légales et être faite par un preneur formé et agréé (recyclage, conversion ou récupération, destruction ou décharge contrôlée). L'ordonnance sur les conseils à la sécurité pour le transport de marchandises dangereuses par la route, le rail ou par la voie navigable étant extrêmement fournie et complexe, il est indispensable que le lecteur s'y reporte pour obtenir des renseignements précis et exhaustifs [2].

I.5.3. Processus de recyclage du plastique

Première étape du recyclage des déchets plastiques après la collecte, le tri permet de séparer, nettoyer et préparer les matières destinées à être revalorisées. En fonction de leur nature, les plastiques triés seront directement traités sur le site de l'entreprise de recyclage chargée de les réceptionner, ou acheminés vers un centre de traitement spécialisé. Les familles de matières étant nombreuses, et les procédés de tri très variables selon les types de produits, on va identifier les principales techniques, suivre le trajet des matières au cœur des centres de recyclage, et détailler les modes d'application propres aux traitements des différents types de déchets plastiques. Notre processus de recyclage du plastique peut être divisé en plusieurs phases [2]:

I.5.3.1. Réception des matières premières

Par matières premières est considéré tout matériau en plastique qui peut être recyclé (PEHD, PEBD, PET ...) dans nos usines. Le matériau doit être prétrié selon la qualité et peut provenir de déchets industriels, agricoles et de post-consommation. Ces matériaux peuvent nous arriver dans des boîtes, des sacs, des sacs Big Bag, déchiquetés, des conteneurs (en vrac) ou en balles.

I.5.3.2. Processus de sélection

Une fois réceptionnée, notre matière première passe par un rigoureux processus de sélection au cours duquel sont effectuées les étapes suivantes :

- Séparation des matières non aptes en raison de leur typologie :

Sont séparées les matières plastiques différentes de celles utilisées au moment de la consommation par leur qualité du processus, les étiquettes, les matériaux ferreux, les terres, etc. Ce processus nous aide à garantir une qualité optimale, augmenter les capacités de production, éviter une production inefficace et il sert à garder un contrôle sur la matière première fournie par nos sources d'approvisionnement.

- Séparation des couleurs du plastique à consommer :

Cette phase permet d'obtenir une consommation réduite de colorants, ce qui apporte un plus grand bénéfice tant économique qu'environnemental, ainsi qu'une plus grande variété dans les produits finis, en offrant différentes palettes de couleurs.

I.5.3.3. Le déchiquetage

Les pièces sont broyées et déchiquetées dans des broyeurs de grande capacité productive grâce à un ensemble de lames rotatives, les réduisant en petits morceaux selon le diamètre du tamis. Avec le broyage, nous obtenons une granulométrie homogène du plastique, facilitant ainsi le travail ultérieur du transport, du lavage et du séchage.

I.5.3.4. Lavage

Une fois déchiqueté, le plastique est introduit dans des laveuses industrielles. Des pales remuent l'eau afin que le plastique reste totalement immergé et que les éventuelles impuretés telles que la terre, la pierre, le métal, le carton, le PVC et tous autres matériaux plus denses que l'eau se déposent au fond des laveuses.

I.5.3.6. Séchage et essorage

Les matières extraites des laveuses passent dans les centrifugeuses qui, en plus des fonctions de séchage, enlèveront complètement toutes les impuretés qui auraient pu encore échapper aux laveuses.

I.5.3.7. Homogénéisation

Une fois déchiquetée, lavée et séchée, la matière plastique est stockée dans un grand silo où elle est mélangée par un procédé mécanique jusqu'à ce que le matériau soit homogène en termes de couleur, texture et comportement, et prêt pour l'extrusion.

I.5.3.8. Extrusion

Le corps central de l'extrudeuse comprend un long canon qui, grâce à la chaleur et la friction de son axe interne, permet la plastification de toutes les particules créées antérieurement, avec pour résultat une pâte uniforme. Les polymères sont ainsi fondus grâce à la chaleur. C'est à ce moment que l'on ajoute la couleur nécessaire demandée par nos clients pour répondre à leurs besoins.

I.5.3.9. Filtrage

Avec la texture et la fluidité nécessaire, le plastique subit encore un processus de filtrage (un système de mailles très fines qui retient toutes les impuretés qui auraient pu rester collées à la matière lors des processus antérieurs : résidus de carton, petits morceaux de bois, de tissu ou d'autres matières incompatibles. Lorsque ces mailles se salissent, elles sont remplacées automatiquement par d'autres mailles propres).

I.5.3.10. Granulé

Le plastique sort de la tête de l'extrudeuse sous la forme de mono filaments ou de fils qui se refroidissent au contact de l'eau placée dans la cuve. Les fils passent par la filière où ils sont coupés par une lame rotative. Ce processus permet d'obtenir le grain ou le granulé adéquat demandé par nos clients, adapté à leurs besoins lors de l'achat de granulés. Le plastique sort de la tête de l'extrudeuse sous la forme de mono filaments ou de fils qui se refroidissent au contact de l'eau placée dans la cuve. Les fils passent par la filière où ils sont coupés par une lame rotative. Ce processus permet d'obtenir le grain ou le granulé adéquat demandé par nos clients, adapté à leurs besoins lors de l'achat de granulés.

I.5.3.11. Analyse et contrôle de la qualité

La production de granulés est divisée en lots. Nous analysons en laboratoire, pour chaque lot, les caractéristiques telles que la fluidité, la densité, les cendres... Cela permet d'assurer une qualité homogène de nos produits.

I.5.3.12. Conditionnement

Les granulés sont projetés depuis l'extrudeuse, par un système pneumatique au moyen d'un ventilateur électrique, jusqu'à un réservoir ou un silo où un cyclone supprime l'humidité résiduelle. Ultérieurement et en fonction des besoins que chaque client nous aura définis, le produit est emballé dans des sacs Big Bag ou des sacs de 25 kg.

I.5.3.13. Stockage

Un bon stockage du produit fini est essentiel pour éviter les éventuels dommages : chocs, rigueurs climatiques, détérioration, etc., afin d'atteindre un degré maximum d'acceptation du client. Notre capacité de stockage de produit fini est supérieure à 10 000 m² et nous permet d'offrir le traitement le plus approprié à la large gamme de produits fabriqués dans nos usines.

I.5.3.14. Logistique

Le matériau est prêt à être retiré par le client lui-même ou bien pour une livraison à destination grâce à notre flotte de véhicules industriels dont la zone de couverture est nationale.

I.5.4. Principe de recyclage

Le recyclage permet d'éviter le gaspillage de ressources naturelles et d'énergie, de sécuriser l'approvisionnement de l'industrie en matières premières, de diminuer ses impacts environnementaux. L'incorporation d'une matière première de recyclage (MPR) vierge permet :

- Une moindre consommation d'énergie et d'eau,
- Une moindre émission de Co₂.

Depuis les années 2000, le recyclage constitue une vraie réponse face à :

- La production industrielle du fait des politiques de gestion des déchets : objectifs de recyclage, développement des filières à responsabilité élargie du producteur (REP).
- La demande croissante de matière.
- Les contraintes environnementales et économiques.

Cette évolution a conduit à l'industrialisation du recyclage telle que nous la connaissons aujourd'hui dans une dynamique poussée par l'économie circulaire [14].

I.5.5. Les différentes techniques de recyclage

A l'heure actuel il existe trois grandes familles de techniques de recyclage : chimique, mécanique et organique [15].

- Le recyclage dit « chimique » utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour séparer certains composants.
- Le recyclage dit « mécanique » est la transformation des déchets à l'aide d'une machine, par exemple pour broyer ou pour séparer par courants de Foucault.
- Le recyclage dit « organique » consiste, après compostage ou fermentation, à produire des engrais ou du carburant.

I.6. Conclusion

Les acteurs du recyclage des déchets sont confrontés à de multiples défis. D'une part, les produits sont constitués de différentes matières souvent présentés en très faibles quantités. D'autre part, les acheteurs industriels sont de plus en plus exigeants sur la qualité des matières premières de recyclage (MPR). Face à cette dispersion des matières et aux exigences des utilisateurs des MPR, d'importants progrès ont été réalisés, en particulier dans le domaine de la préparation et du tri des déchets avec l'introduction de plus en plus les technologies du tri optique automatisé.

Chapitre II. Choix et classification des broyeurs.

Chapitre II. Choix et classification des broyeurs

II.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à l'une des parties essentielles de notre unité de récupération qui est classé comme le cœur de tout le système. Contraire aux démarches des autres solutions adopté, notre unité de récupération va déchiqueter les P.E.T récupérés. Cette solution impose l'emploi de broyeur conçu spécialement à ces fins. Dans ce qui suit, nous allons citer des différents types de broyeurs, leurs classifications, applications et leurs critères de choix.

II.2. Généralités sur les broyeurs

II.2.1. Définition

Le broyeur est une machine utilisée pour le broyage des matériaux, soit faciles à traiter ou difficiles (le plastique, le papier, le ciment...etc.). Il représente dans l'industrie une solution pour l'abattement des frais de gestion des déchets en général. Le broyeur peut parfois être considéré comme un véritable moyen de production notamment dans les cas suivants [16] :

- Lorsque les déchets de fabrication sont réutilisés directement dans le cycle de production (matières plastiques).
- Lors de la mise en place de processus de production utilisent comme matière première des déchets d'autres processus industriel (concept et recyclage).

II.2.2. Caractéristiques principales d'un broyeur

Les caractéristiques principales d'un broyeur sont sa robustesse et sa fiabilité. Il doit être constitué par une unité de chargement qui est souvent une trémie. Cette partie remplit une fonction qui ne doit pas être négligée. En effet, elle doit placer la matière le mieux possible dans le groupe de broyage afin d'éviter tout problème au cours de la trituration. L'action coupante d'un broyeur est assurée par une série d'éléments tranchants (couteaux, lames et bras coupants ...etc.) qui cassent la matière en se croisant. Les éléments principaux d'un broyeur sont les arbres qui portent soit les couteaux ou les lames (les broyeurs pour la matière plastique) ou plus qui coupent nettement la matière [16].

II.2.3. Classification des broyeurs :

Dans l'industrie on peut rencontrer trois catégories de broyeurs, ils sont classés par leurs types de fragmentation, on peut notamment citer [16] :

- Broyeur à fragmentation grossière (notre cas).
- Broyeur à fragmentation fine.

- Broyeur à fragmentation ultrafine.

II.2.3.1. Broyeur à fragmentation grossière

Dans ce domaine les forces mises-en en œuvre sont de type cisaillement, d'où on distingue plusieurs types de broyeurs pour la fragmentation des matériaux en particules grossières, à savoir:

a) Broyeur à couteaux

Ils sont utilisés généralement pour broyer du plastique ou du papier. Le rotor porte les couteaux et le broyage se fait par cisaillement. Avec tous ces broyeurs on peut fixer la granulométrie [2].



Figure 3 broyeur a couteaux [21]

b) Broyeur pour le papier

L'action coupant du broyeur pour le papier est de réaliser par une série de lames mince tranchantes qui déchire le papier en petit morceaux [6].



Figure 4 Broyeur à papier

c) Broyeur pour le verre :

Ce type de broyeur utilise des bras sous forme des couteaux dans le but de casser les bouteilles de verre en petit morceaux [6].



Figure 5 Broyeur à verre [22]

II.2.3.2. Broyeur à fragmentation fine (1000 à 10 μ m)

Les technologies ont été pratiquement restreintes à un seul mode d'action consistant à la mise en œuvre de forces d'impact (les particules sont comprimées entre les corps broyant ou projetées violemment contre une paroi qui peut être fixe ou bien les unes contre les autres. Dans ce cas-là on parlera d'auto broyage). On distingue plusieurs types [17].

a) Broyeur à marteaux

Le broyeur à marteaux est développé pour l'écrasement sec et humide des matériaux fragiles et mous pour l'exploitation, du ciment, du charbon ...etc.



Figure 6 Broyeur à Marteau [23]

II.2.3.3. Broyeur à fragmentation ultrafine

Dans le domaine de l'ultrafine (particules de tailles comprises entre 5 et 10 μ m), les forces mises en œuvre sont de type compression, cisaillement et impact.

L'énergie théorique nécessaire pour la réduction ultrafine des grains est toujours inférieure à 1% de l'énergie réelle dépensée. On peut citer [17] :

a) *Broyeurs à billes :*

Il est constitué d'une cuve mobile (en rotation autour d'un axe vertical ou horizontal). On introduit le produit à broyer dans la cuve et on introduit des billes ou des boulets). On introduit le produit à broyer dans la cuve (selon la taille voulue). Ces cuves et billes sont en acier inoxydable [17].

On fixe la vitesse d'avance et on assiste à une rotation du produit et des billes au même temps que la cuve. Il se crée des forces centrifuges et on peut voir la poudre colée contre les parois [17].

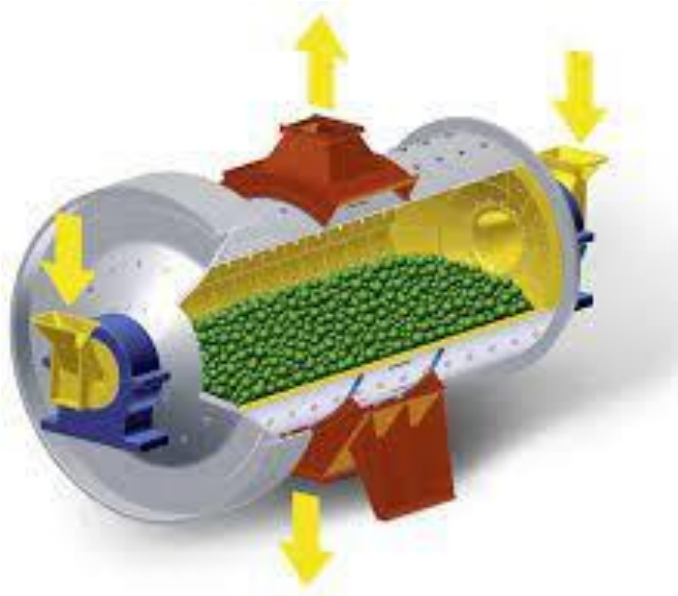


Figure 7 Broyeur à bille [24]

II.3. Différents éléments d'un broyeur pour le plastique

Numéro	Description
1	Trémie de chargement
2	Orifice de levage et de transport
3	Corps de la machine
4	Tableau électrique
5	Couvercle de la trémie
6	Moteur
7	Réducteur
8	Disque d'introduction

9	Groupes fraises
10	Grille
11	Base de la machine
12	Récipient avec goulot d'évacuation

Table 4 Les différents éléments d'un broyeur plastique [6]

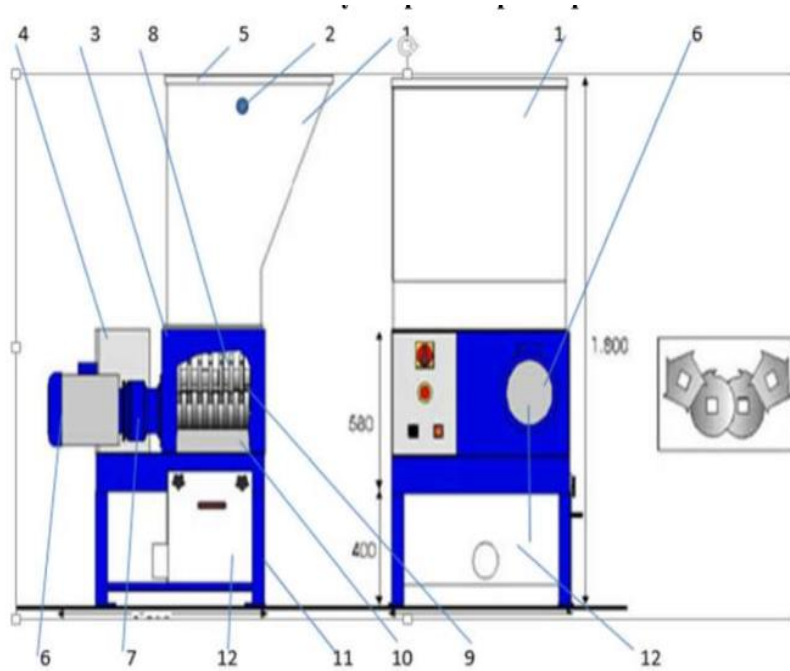


Figure 8 Les différents éléments d'un broyeur plastique [6]

II.4. Critères de choix d'un broyeur

Bien qu'il existe de nombreux outils de broyage sur le marché, il est important de bien dimensionner et bien choisir son broyeur vu son prix élevé et la diversité de mode et techniques de broyage que propose chacun. Pour cela on distingue plusieurs critères et paramètres pour le choix d'un broyeur qui sont donnés selon la nature de la matière à broyer. En général, pour choisir un broyeur il faut respecter les paramètres suivants [18] :

- **Paramètres intrinsèques aux matériaux** Il détermine son comportement lors de la déformation. Le champ de contraintes auquel on soumet le solide, joue sur les discontinuités pour l'amorçage et la propagation des fissures dont la distribution détermine la dimension, la forme des fragments et les nouvelles surfaces créés.
- **Energie requise pour fracturer le matériau** : Elle est dégagée par le champ des contraintes. L'énergie nécessaire à la rupture est de l'énergie supplémentaire car la

propagation d'une fissure est consommatrice d'énergie. Elle est proportionnelle à la section du grain alors que l'énergie emmagasinée est proportionnelle au volume.

- **Vitesse de déformation** : elle conditionne le comportement du matériau.
- **Réduction des dimensions du matériau** : Elle n'est pas illimitée et nécessite la plupart du temps des stades successifs impliquant différents types d'appareils travaillant en série [18].

En effet la matière à broyer par ses caractères physico-chimiques offre un critère de choix très important pour un broyeur [19].

II.4.1. Selon les caractéristiques techniques

Ce critère réunit la caractéristique physique du broyeur désiré ainsi que sa fiche technique qui englobe les critères suivants [6]:

- La taille et gabarit de notre broyeur (dimensions)
- La puissance électrique du moteur
- La puissance mécanique sur les outils de broyages
- Vitesse de rotation
- Capacité de charge et le volume de trémie

II.4.2. Selon la fiabilité et la disponibilité

Dès qu'on a déterminé la nature de la matière à broyer il est temps de sélectionner notre broyeur : selon sa disponibilité sur le marché, non seulement sa disponibilité comme machine mais aussi la disponibilité de ses pièces de rechanges et la facilité de maintenance. De plus notre broyeur doit avoir une bonne fiabilité avec un bon rendement et une longue durée de vie, ce qui nous donne deux critères qui ont une grande influence sur le choix d'un broyeur [6].

II.5. Conclusion

Le cycle de recyclage se divise en général en trois phase : 1. La collecte des P.E.T., 2. Le tri et 3. La transformation. Cette dernière se compose du broyage des P.E.T. et l'extrusion pour avoir une matière première près à l'emploi. Dans ce chapitre consacré aux broyeurs, nous avons exposé les différents types des broyeurs industriels, leurs classifications et ses différentes applications. Nous avons décrit son principe de fonctionnement et les différentes configurations et montages des dentures.

Chapitre III : Etude RDM et dimensionnement du broyeur

Chapitre III : Etude RDM et dimensionnement du broyeur

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons faire une étude RDM pour le dimensionnement et cinématique du broyeur des bouteilles en plastique, selon le cahier de charge et la disponibilité des pièces sur le marché, le calcul des roulements et aussi pris en considération. Puis nous allons introduire le principe de fonctionnement du broyeur et la partie du tri optique.

III.2. Cahier de charge

Type de broyeur	Broyeur a un seul arbre
Dimension	210×161×135 mm
Epaisseur de lame	5 mm
Voltage	380 V
Ampérage	5.8 A
Puissance moteur	1.5 kW minimum
Couple nominal	300 Nm minimum
Vitesse de rotation a la sortie de réducteur	±70 r/min
Longueur de l'arbre	148 mm
Diamètre de l'arbre	27 mm

Table 5 Cahier de charge [25]

III.3. Schéma fonctionnel

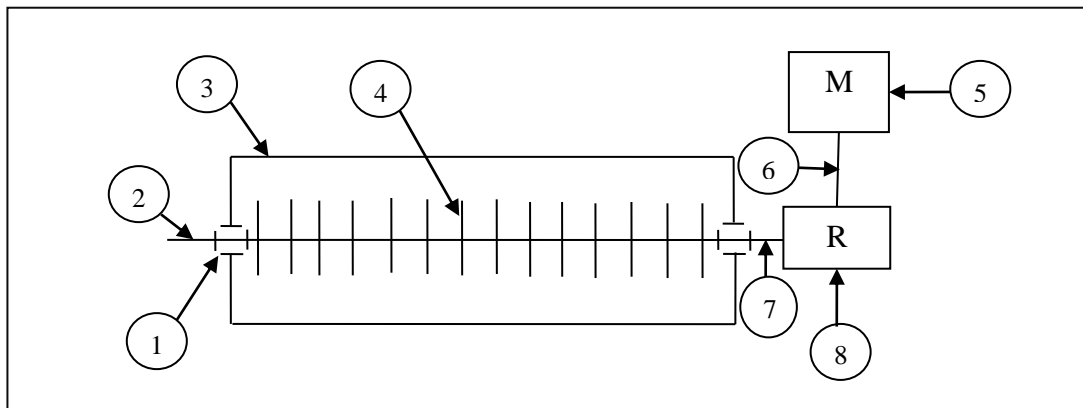


Figure 9 schéma cinématique

Numérotation	Appellation	Quantité
1	Palier de roulement	2
2	Arbre de rotation	1
3	Châssis de broyeur	1
4	Lame	14
5	Moteur	1
6	Arbre intermédiaire (Moteur- Réducteur)	1
7	Arbre intermédiaire (Réducteur- Broyeur)	1
8	Réducteur	1

Table 6 Les composants de schéma cinématique

Le schéma cinématique du broyeur représentée fonctionne de la manière suivante :

Le moteur ⑤ tourne à l'aide de l'arbre intermédiaire (Moteur-Réducteur) ⑥ assurer Par un accouplement manchon et clavette transmis un mouvement de rotation au réducteur⑧.

Le réducteur tourne avec l'arbre de rotation ② qui porte les lames ④, l'accouplement entre l'arbre intermédiaire (Réducteur-Broyeur) ⑦et le réducteur est assuré par un accouplement manchon et clavette, par vis de pression avec l'arbre de rotation et l'arbre intermédiaire (Réducteur-Broyeur).

La rotation de l'arbre avec les lames est assurée par la forme hexagonal de l'arbre et une forme d'hexagone creuse au centre des lames pour assurer un contact parfait avec tous les plans.

III.4. Etude RDM :

III.4.1. La force de coupe :

On a:

$$P = M_c \times \omega \quad (\text{III.1})$$

Tel que :

$$M_c = F_c \times \frac{D}{2} \quad (\text{III.2})$$

Et :

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \quad (\text{III.3})$$

N : Nombre de tour à la sortie de réducteur

$$N = \frac{\text{regime moteur}}{\text{rapport de reduction}} \quad (\text{III.4})$$

Donc :

$$P = F_c \times \frac{D}{2} \times \omega \quad (\text{III.5})$$

$$F_c = \frac{2P}{D\omega} = \frac{2 \times 1500}{27 \times 10^{-3} \times \frac{2\pi \times 70}{60}} \quad (\text{III.6})$$

$$F_c = 15157,61363 \text{ N} \quad (\text{III.7})$$

III.4.2. Les réactions des paliers

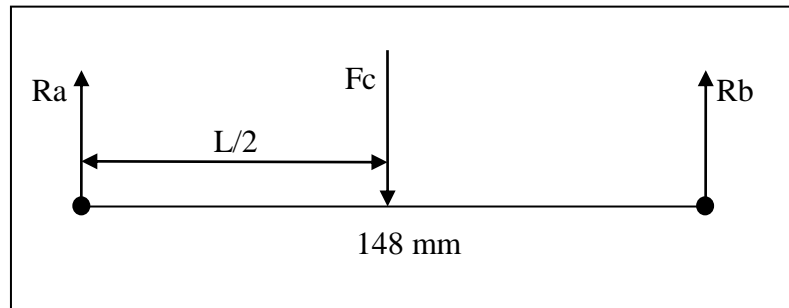


Figure 10 Les réactions de paliers

$$\begin{cases} \sum \vec{F}/x = \vec{0} \\ \sum \vec{F}/y = \vec{0} \\ \sum \vec{M}/A = \vec{0} \end{cases} \quad (\text{III.8})$$

$$\begin{cases} \sum F/x = 0 \\ \sum F/y = R_a - F_c + R_b = 0 \\ \sum M/A = -F_c \times \frac{L}{2} + R_b \times L \end{cases} \quad (\text{III.9})$$

$$R_b = \frac{F_c \times L/2}{L} = \frac{F_c}{2} = 7578,806814 \text{ N} \quad (\text{III.10})$$

$$R_a = F_c - \frac{F_c}{2} = \frac{F_c}{2} = 7578,806814 \text{ N} \quad (\text{III.11})$$

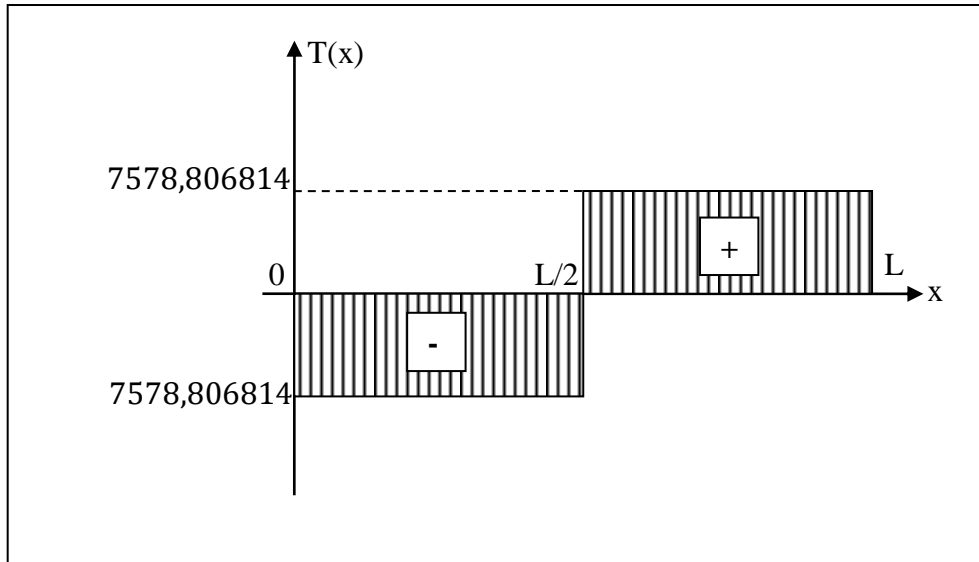


Figure 11 Diagramme d'efforts tranchants

III.4.3. Calcul de moment fléchissant :

III.4.3.1 : Tronçon 1 :

$$0 < x < L/2$$

$$R_a \times x + M(x) = 0 \quad (\text{III.12})$$

$$M(x) = -R_a \times x \quad (\text{III.13})$$

$$\begin{cases} M(0) = -R_a \times 0 = 0 \\ M(L/2) = -R_a \times \frac{L}{2} = -560831,37042 \text{ N} \end{cases} \quad (\text{III.14})$$

III.4.3.2. Tronçon 2 :

$$L/2 < x < L$$

$$R_a \times x + M(x) - F_c \times \left(x - \frac{L}{2}\right) = 0 \quad (\text{III.15})$$

$$M(x) = -R_a \times x + F_c \times \left(x - \frac{L}{2}\right) \quad (\text{III.16})$$

$$\begin{cases} M(L/2) = -R_a \times \frac{L}{2} + F_c \times \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{2}\right) = -560831,37042 \text{ N} \\ M(L) = -R_a \times L + F_c \times \left(L - \frac{L}{2}\right) = 0 \text{ N} \end{cases} \quad (\text{III.17})$$

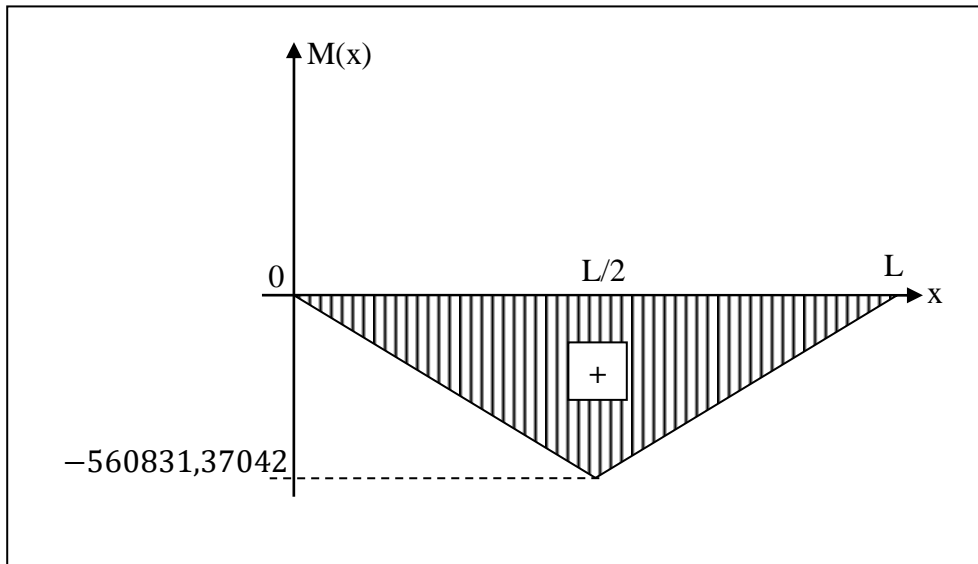


Figure 12 Diagramme de moment fléchissant

Donc :

$$M_{fmax} = 560831,37042 \text{ N.mm}$$

III.5. Dimensionnement du broyeur :

III.5.1. Calcul de diamètre cas de flexion :

III.5.1.1. Propriété mécanique de l'acier utilise

Type d'acier	A60 ou bien S335 Selon la nouvelle désignation
La résistance minimale à la rupture	60 [daN/mm ²]
La limite d'élasticité	335 MPa

Table 7 Propriétés mécaniques de l'acier A60 [6]

On a le coefficient de sécurité S :

$$S = \frac{\sigma_e}{\sigma_p} \tag{III.18}$$

Tel que :

- σ_p : est la résistance pratique du matériau en MPA.
- σ_e : est la résistance d'élasticité du matériau en MPA.

On prend $S=1$ pour assurer que notre mécanisme va travailler dans les meilleures conditions puisque lorsqu'on prend $s=1$ on est dans le cas extrême des contraintes que peut supporter l'acier :

$$\sigma_e = \sigma_p = 335 \text{ MPa} \quad (\text{III.19})$$

On fait le calcul du diamètre de l'arbre porteur des lames soumis à la flexion, la force de coupe est appliquée au milieu de l'arbre.

On sait que la contrainte maximale à la flexion est donnée par la relation suivante :

$$\sigma = \frac{M_{fmax}}{I_{gz}/v} \leq \sigma_p \quad (\text{III.20})$$

Tel que :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{gz} : \text{est le moment quadratique polaire en } mm^4 = \frac{\pi R^4}{4} \\ v : \text{est le rayon de l'arbre plein} = R \end{array} \right.$$

Donc on aura :

$$R \geq \sqrt[3]{\frac{4 \times M_{fmax}}{\pi \times \sigma_p}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 560831,37042}{\pi \times 335}} \quad (\text{III.21})$$

$$R \geq 12,86 \text{ mm} \quad (\text{III.22})$$

$$D \geq 25,73 \text{ mm} \quad (\text{III.23})$$

III.5.2. Calcul de diamètre cas de torsion :

$$M_t = \frac{P}{\omega} = \frac{1500}{\frac{2\pi \times 70}{60}} = 204,627704 \text{ N} \quad (\text{III.24})$$

La contrainte maximale à la torsion est donnée par la relation :

$$\tau = \frac{M_t \times v}{I_0} \leq \tau_p \quad (\text{III.25})$$

Tel que :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_0 : \text{est le moment quadratique polaire en } mm^4 = \frac{\pi R^4}{2} \\ v : \text{est le rayon de l'arbre plein} = R \end{array} \right.$$

Donc on aura :

$$R \geq \sqrt[3]{\frac{2 \times M_t}{\pi \times \tau_p}} = \sqrt[3]{\frac{2 \times 204,627704}{\pi \times 234,5}} \quad (\text{III.26})$$

$$R \geq 0,82 \text{ mm} \quad (\text{III.27})$$

$$D \geq 1,64 \text{ mm} \quad (\text{III.28})$$

III.5.3. Calcul de longueur de la lame :

Pour une force de coupe au milieu de l'arbre on va calculer la longueur totale des lames qui travaillent au cisaillement pour couper les bouteilles en plastiques

$$\tau \leq \frac{F_c}{S} \quad (\text{III.29})$$

$$S = L_{lame} \times e \quad (\text{III.30})$$

$$\tau = 0,7\sigma_r \quad (\text{III.31})$$

Tel que :

σ_r : La résistance à la rupture de PET = 57,3 MPa (SOLIDWORKS)

S : surface de plastique à couper en mm

e : épaisseur de plastique à couper (e=3mm), on prend l'épaisseur de col par ce qu'il est le plus épais

L_{lame} : longueur totale des lames

τ : la contrainte de plastique à la rupture au cisaillement

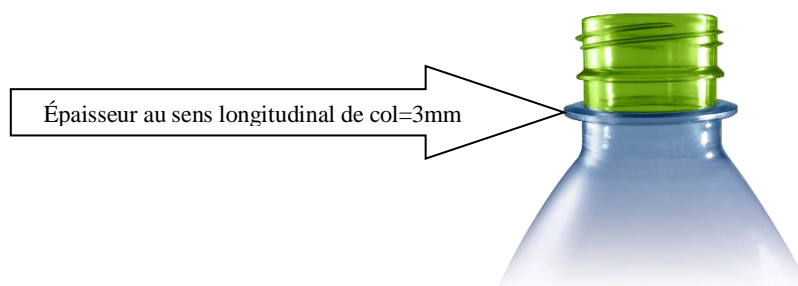


Figure 13 Description de l'épaisseur de col [26]

Donc on obtient :

$$L_{lame} \geq \frac{F_c}{0,7 \times \sigma_r \times e} \geq \frac{15157,61363}{0,7 \times 57,3 \times 3} \geq 125,96 \text{ mm} \quad (\text{III.32})$$

On prend

$$L_{lame} = 148mm \quad (III.33)$$

-Remarque :

On a :

$$P_{entrée} = C_{entrée} \times \omega_{entrée} \quad (III.34)$$

$$P_{sortie} = C_{sortie} \times \omega_{sortie} \quad (III.35)$$

Comme la puissance est reliée uniquement avec le moteur donc :

$$P = P_{entrée} = P_{sortie} \quad (III.36)$$

Donc :

$$C_{sortie} = \frac{p}{\omega_{sortie}} \quad (III.37)$$

Tel que :

$$\omega_{sortie} = \frac{2\pi N}{60} \quad (III.38)$$

Et :

$$N = \frac{\text{Régime moteur}}{\text{Rapport de reduction}} \quad (III.39)$$

Alors :

$$C_{sortie} = \frac{p}{\frac{2 \times \pi \times \text{Régime moteur}}{60 \times \text{Rapport de reduction}}} \quad (III.40)$$

Donc pour avoir un mécanisme fiable et robuste on est obligé d'augmenter le couple de sortie C_{sortie} pour atteindre cet objectif il est indispensable d'augmenter la puissance moteur $P = P_{entrée} = P_{sortie}$

Et réduire le régime de sortie $N = \text{Régime moteur} / \text{Rapport de reduction}$,Pour ces raisons on a fait le choix d'un moteur et réducteur avec les caractéristiques suivantes :

Moteur	
Type	Moteur asynchrone triphasé
Voltage	380 V
Ampérage	6 ,87 A
Nombre de tour	1450 tr /min

Puissance	3000 W = 4HP
Réducteur	
Type	Roue et vis
Rapport de réduction	40 :1 (Pour 40 tr /min de moteur le réducteur fait un seul 1 tour /min)

Table 8 Caractéristiques du moteur et réducteur

$$c_{sortie} = \frac{3000}{\frac{2 \times \pi \times \frac{1450}{40}}{60}} = 790.687 \text{ N.m} \quad (\text{III.41})$$

D'après les caractéristiques de moteur et réducteur on a obtenu un couple de sortie

$c_{sortie} = 790.687 \text{ N.m}$ Qui est plus de deux fois Le minimum requis qu'est égale de 300 N.m, dans ce cas on est dans les conditions optimales de la mise en fonction.

III.5.4. Choix de roulement [27]

Notre choix de roulement est basé essentiellement sur :

- Effort supporté est un effort radial ;
- Régime de rotation de broyeur ;
- Le couple ;
- Frottement.

Ces conditions ont guidé notre choix a un roulement a une rangée de billes, à contact radiale.

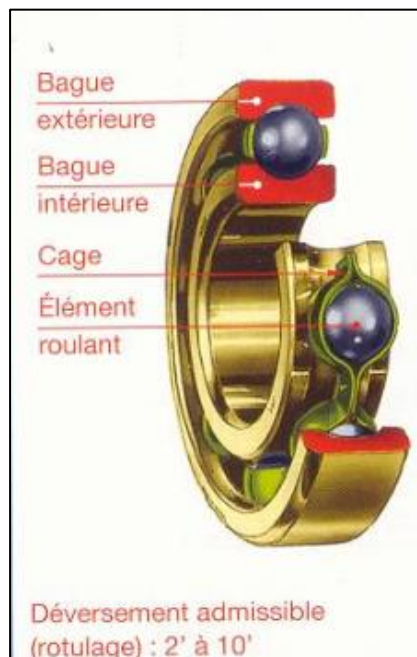


Figure 14 Roulement a une rangée de billes à contact radiale

Pour faciliter le montage et le démontage on a choisi un roulement a palier applique.



Figure 15 Roulement a palier applique UCFL 204 [28]

Dans notre broyeur on a le cas d'un arbre tournant pour ce cas on a utilisé le montage en X.

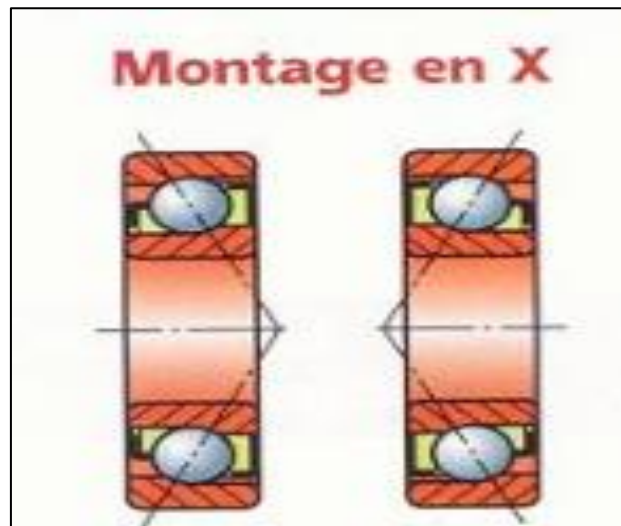


Figure 16 Montage en X [27]

III.6. Les parties de l'unité de récupération RECECOPLAST :

III.6.1. Fonctionnement du broyeur :

La longueur de l'axe de rotation avec l'ensemble de 14 lames est de 148 mm, l'espacement entre deux lames est assuré par une bague d'épaisseur de 6 mm. L'axe hexagonal est choisi pour assurer une très bonne transmission du mouvement et de l'effort du moteur via le réducteur de vitesse. Ainsi qu'un montage et démontage facile dans le cas de la maintenance. D'un autre côté, il assure un contact parfait entre les plans des lames ce qui augmente l'efficacité de broyage. La disposition des lames couvre un espace de 360° le long de l'arbre de rotation en respectant des points de repère usiné au périmètre de l'hexagone creusé dans la lame, le décalage angulaire obtenue entre 2 lames

est respectivement de 25.71° . La granulométrie des broyats souhaitées est reliée en fonction du diamètre des trous de tamis.

Les lames sont entraînées par la rotation du réducteur à l'intermédiaire d'un accouplement. Le réducteur est accouplé à un moteur électrique.

Le moment où le broyeur reçoit une bouteille en plastique, l'arbre de rotation tourne avec les 14 lames pour cisailer la bouteille par leurs arrêtes tout en appuyant sur le plan de cisaillement constitué des différentes Pièces. Le broyage continu jusqu'à avoir des broyats aux diamètres des trous du tamis placé en-dessous des lames d'une distance de 3mm.

En parallèle de l'axe de rotation, un plan de cisaillement composé d'une pièce courbée de 5 mm d'épaisseur pénètre l'espace entre deux lames jusqu'à la bague. Une autre pièce courbée de 6 mm placées en face les lames pour assurer que chaque bouteille tombe dans le plan courbé de cisaillement et de cette manière en facilite le broyage aux lames et assurer que le plastique ne va pas tomber en bas sans être fragmenter.

L'angle entre les lames et leurs dispositions aident à garder une permanence de contact avec la bouteille et minimisent la surface de coupe en un instant « t » et par suite la coupure devient plus facile, et rendre le broyeur très robuste grâce à la courbure de la lame qui aide à mieux dissiper la force puisque le couple nécessaire n'est pas reparti pendant le broyage par contre il transmis progressivement d'une lame à une autre.

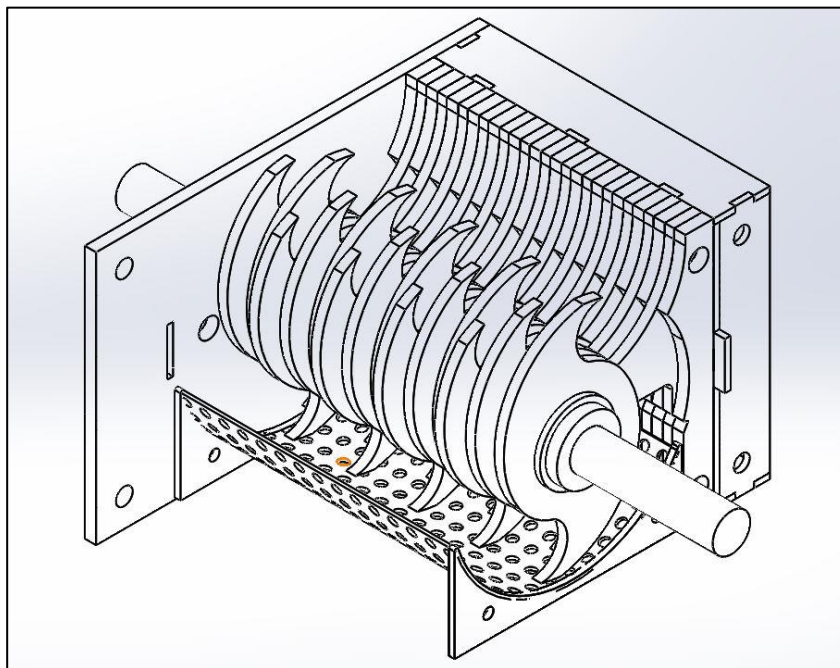


Figure 17 Vue isométrique des pièces de broyeur

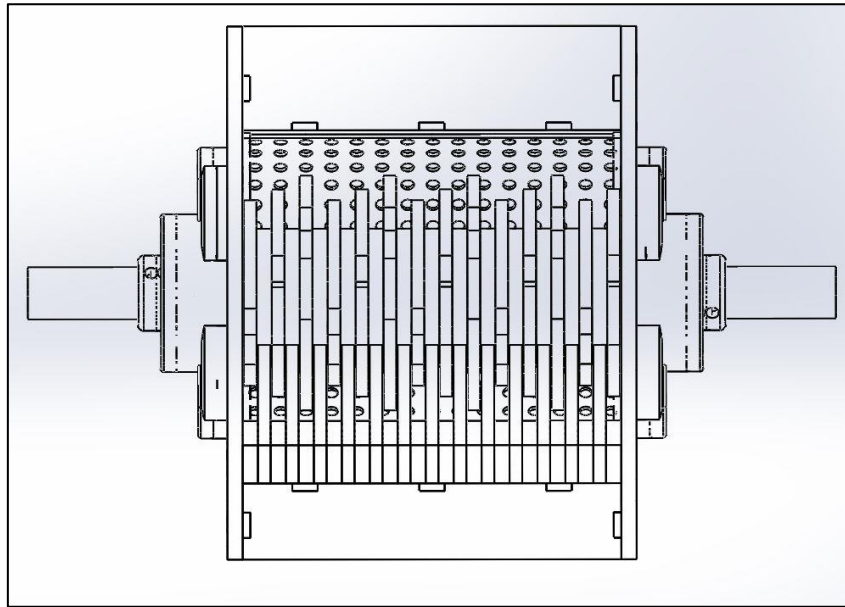


Figure 18 La disposition des pièces en vue de dessus

Pour assurer que le broyeur travaille dans un milieu sécurisé et pour éviter les dégâts Materials on a introduit un system de tri optique.

III.6.2. Partie traitement optique et tri :

Pendant la conception de l'appareil on a voulu faire un appareil modulaire a la parie de l'individu mais en même temps qui fait réduire le cycle de recyclage et minimiser le maximum possible le cout déposer pour avoir une matière première et aussi faciliter les taches au personnel technique, pour atteindre cet objectif on a trouvé le traitement optique comme solution idéal qui fait traiter les objets posés par une caméra qui détecte les couleurs et les formes géométriques et les compares par rapport aux formes enregistrés dans sa base de données en utilisant un microcontrôleur ultra rapide.



Figure 19 Camera Cam Pi 2



Figure 20 Raspberry Pi 2 [29]

La suite est d'analyser par un détecteur de métaux pour empêcher l'individu à mettre tous types de métal dans l'appareil pour éviter une panne de mécanisme ou des dégâts sur les lames.

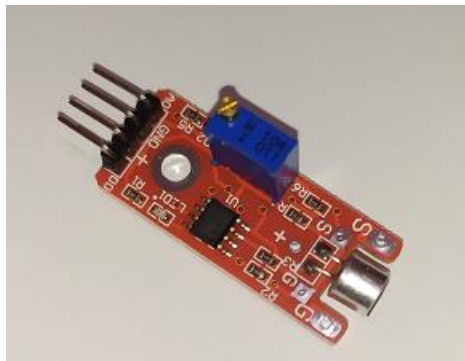


Figure 21 Détecteur des métaux KY024

Un capteur d'effort qui fait le calcul des contrainte appliquer sur tout le système optique pour éliminer n'importe quel doute de surcharge par exemple une pierre, bouteille remplis d'eau ...etc.

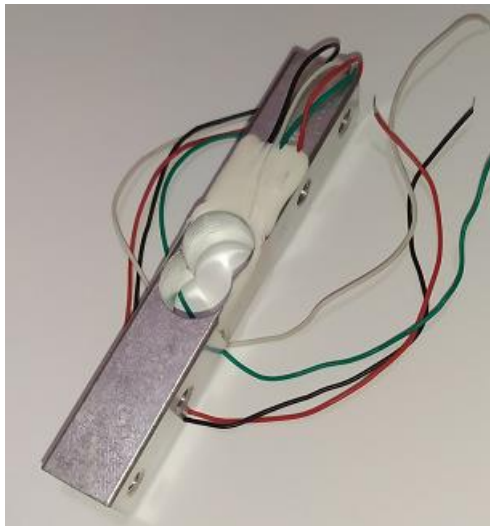


Figure 22 Capteur de poids

Après tout ça la porte de sécurité s'ouvre pour permettre au chariot transporteur de faire passer le rôle au convoyeur pour traiter l'objet de la manière suivante :

- ❖ Si l'objet est identique le convoyeur s'oriente vers la partie moteur pour déchiqueter la bouteille.
- ❖ Si l'objet n'est pas identique le convoyeur s'oriente vers la corbeille.

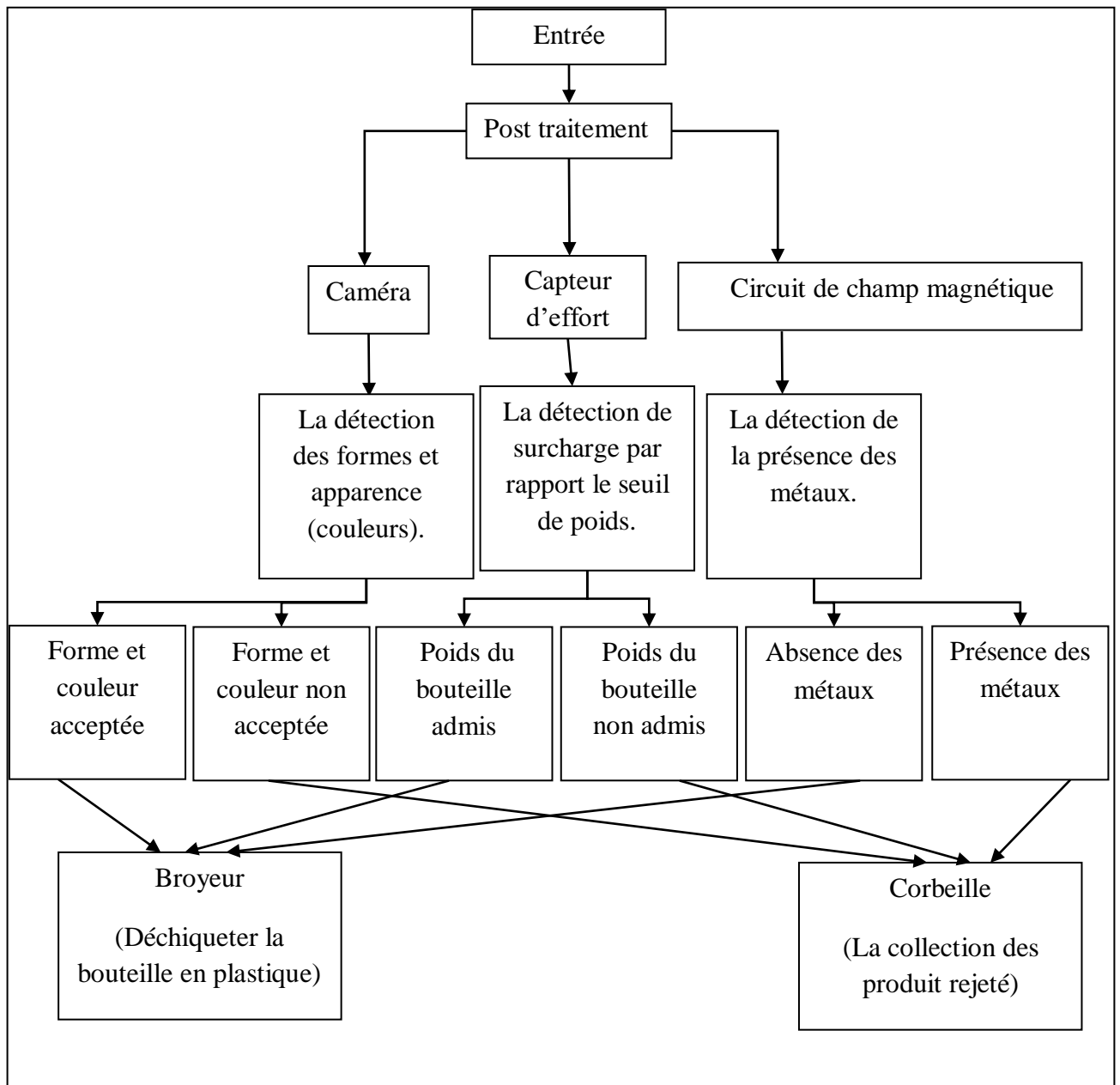


Figure 23 schéma descriptif de fonctionnement du système optique et tri

Remarque : Il faut que les trois conditions soient vérifiées pour faire passer la bouteille en plastique au broyeur, si une seule condition est manquante le système va absolument la transmettre à la corbeille.

III.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait un dimensionnement des différentes pièces qui constitue notre broyeur basé sur les lois de la résistance des matériaux. Par mesure de sécurité, nous prenons le maximum de valeurs des contraintes qui peuvent être appliquer sur l'axe et les dentures du broyeur. Nous avons aussi donné une explication du principe de fonctionnement. Ainsi que la partie de tri optique qui joue un rôle principal dans la protection et la mise en marche de broyeur.

Chapitre IV : Simulation et Pratique

Chapitre IV : Simulation et pratique

IV.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons faire une modélisation géométrique des différentes pièces puis une simulation pour les différents montages possibles afin de choisir le meilleur montage entre eux. Cette simulation est réalisée via le logiciel SOLIDWORKS® 2019

IV.2. Partie simulation

IV.2.1. Modélisation géométrique de l'arbre :

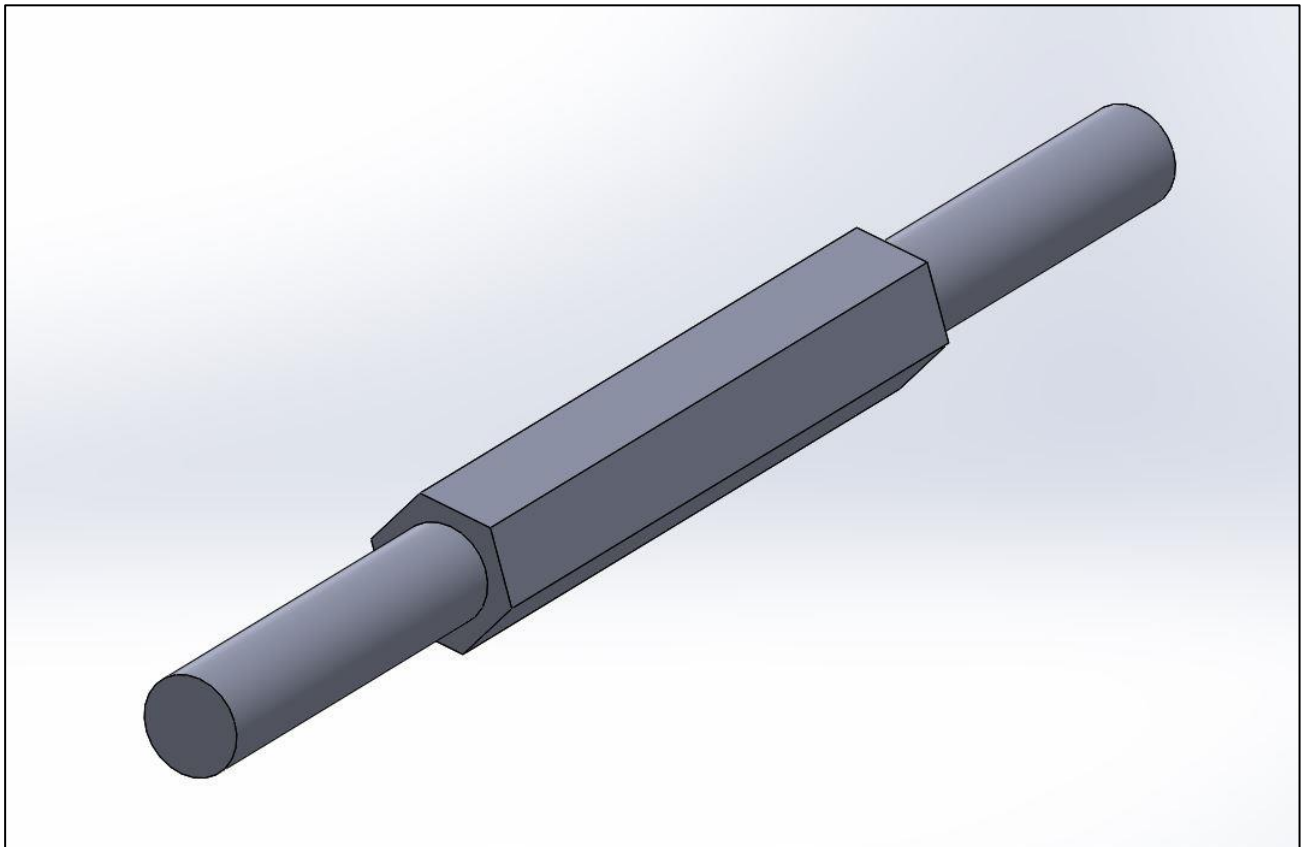


Figure 24 Modèle CAO de l'arbre

IV.2.2. Modélisation géométrique de la lame :

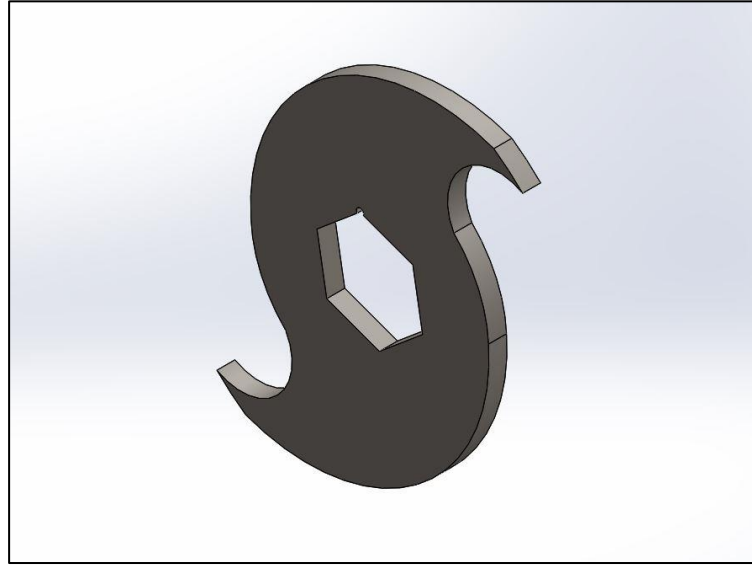


Figure 25 Modélisation géométrique de la lame

IV.2.3. Modélisation numérique :

La modélisation numérique a pour but d'économiser le temps et l'argent, avec des simples gestes sur l'ordinateur avec le logiciel SOLIDWORKS® nous pouvons visualiser les résultats obtenus puis faire une conclusion et un choix de montage des dentures le plus fiable.

IV.2.3.1. Montage « 1-2-3 » :

Il existe trois modèles de lames construit, ces modèles contiennent des petits trous comme repère de guidage pendant le montage on choisit une arête de l'arbre de rotation hexagonal comme un origine et à chaque fois on fait placer le premier trou de chaque denture dans ce origine après chaque trois dentures on passe à l'arête suivante en répétant la même méthode et de cette manière on obtient le montage « 1-2-3 » tel que la première denture contient un seul trou, la deuxième deux trous et la troisième trois trous.

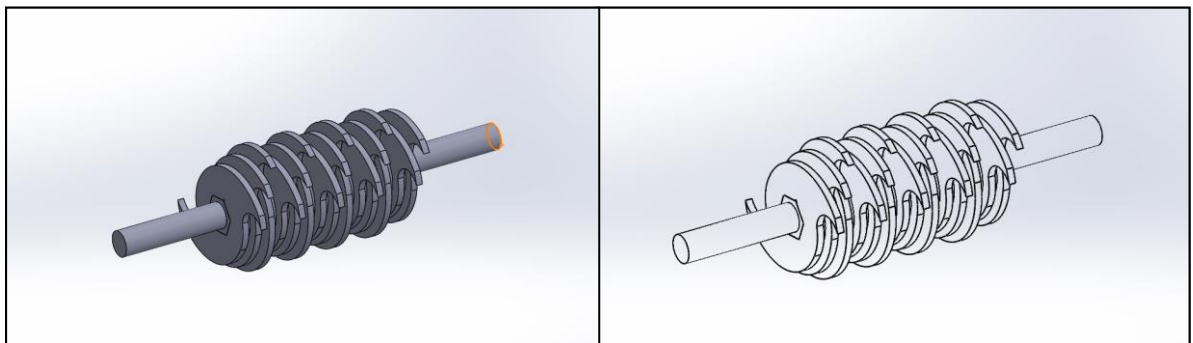


Figure 26 Montage 1-2-3

Les conditions aux limites et les charges appliquées sur la géométrie sont présentées dans la figure ci-dessous :

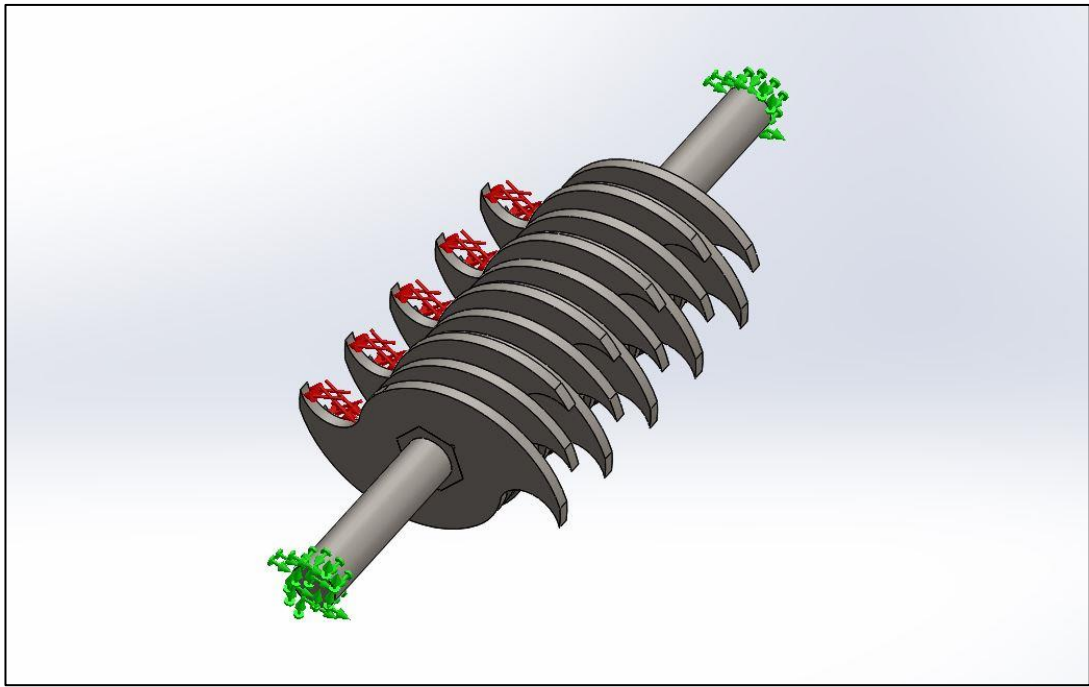


Figure 27 conditions aux limites appliquées sur la géométrie

L'arbre est supposé encastré sur les deux côtés, la charge appliqués sur les dentures est égale à (57 MPa), le contact entre l'arbre et les dentures est défini comme une contacte parfaite pour éviter le problème de maillage... (le principe de logiciel est de faire le maillage des pièces séparées puis faire l'assemblage, si le contact n'est pas défini comme parfait les nœuds ne sera pas superposé), le maillage générer par le logiciel est présenter dans la figure c'est dessous :

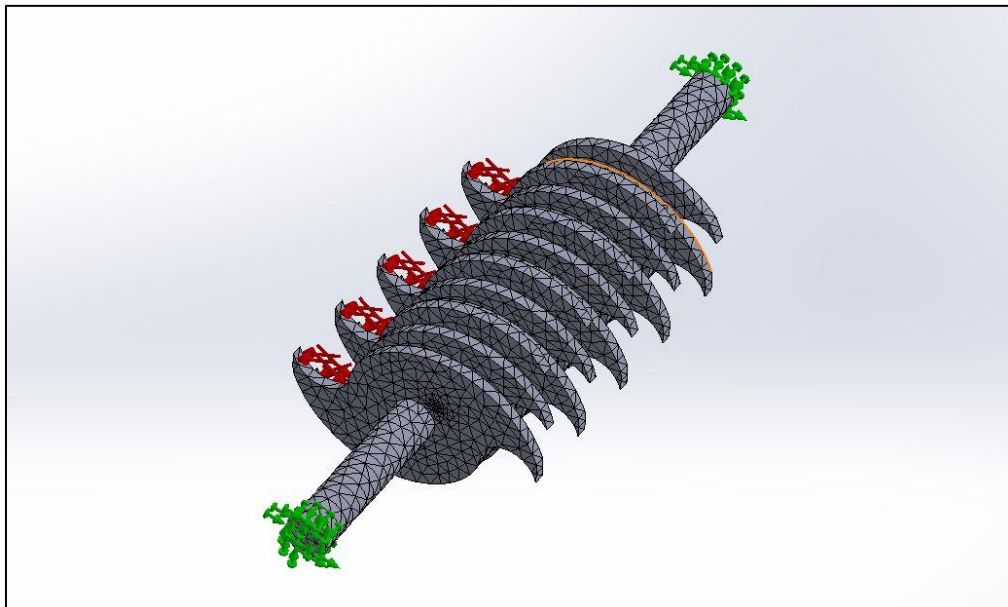


Figure 28 Le maillage

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure :

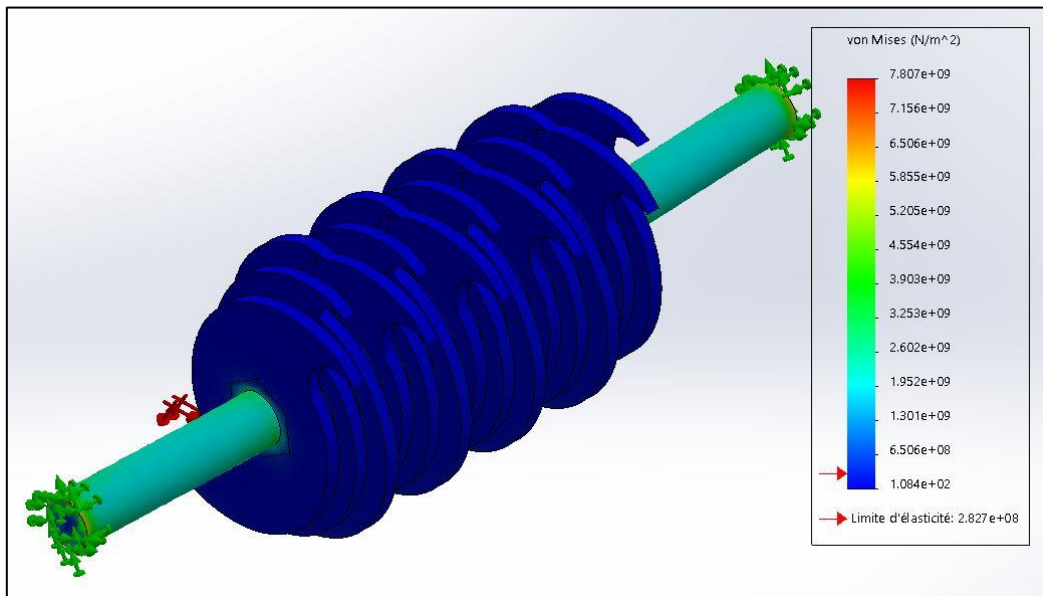


Figure 29 l'état de contrainte

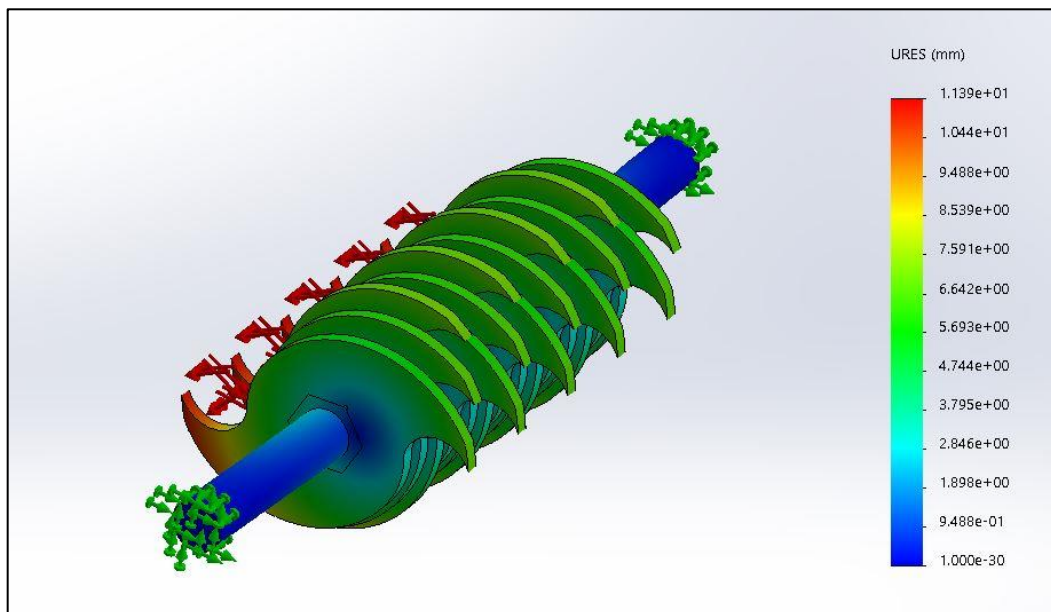


Figure 30 l'état de déplacement

IV.2.3.2. Montage spirale :

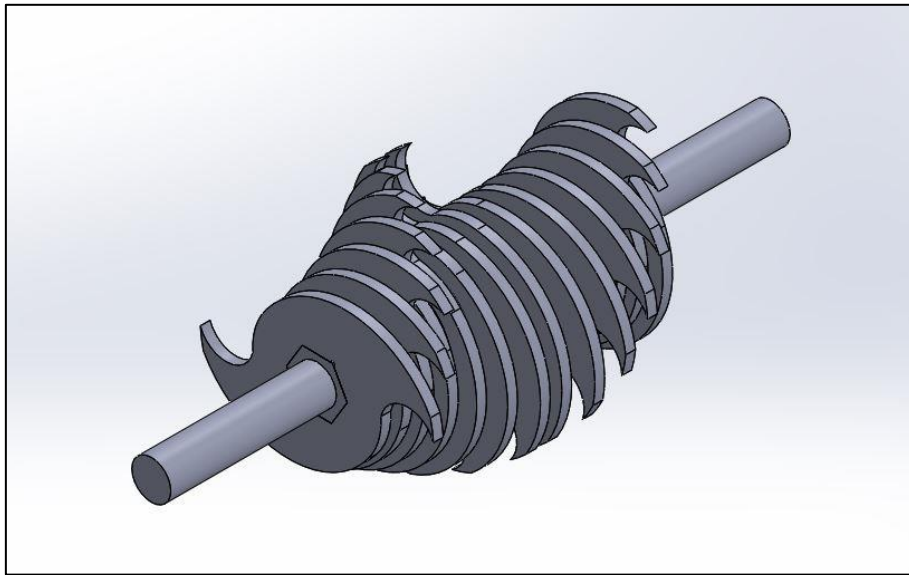


Figure 31 montage spiral

Avec les mêmes conditions aux limites appliqués au montage « 1-2-3 » et les mêmes données du maillage :

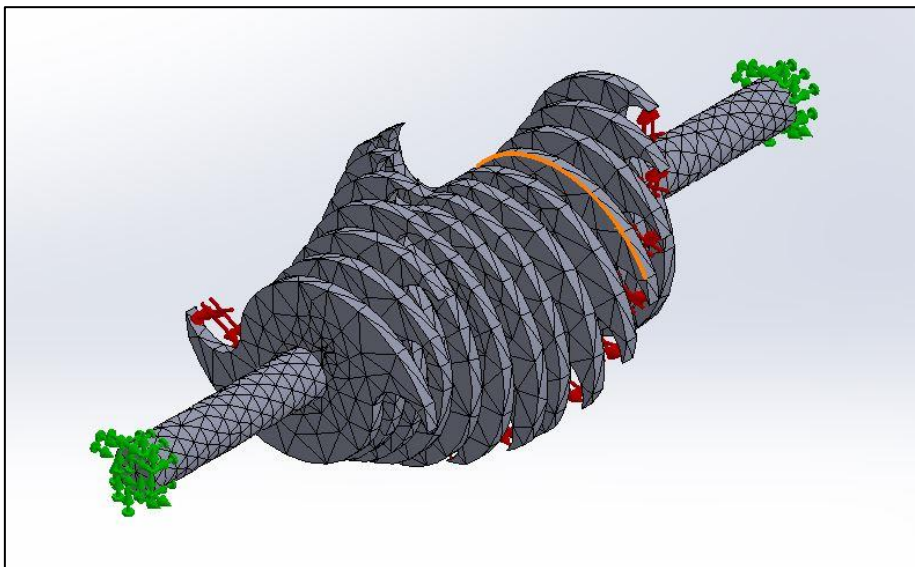


Figure 32 Le maillage + les conditions aux limites

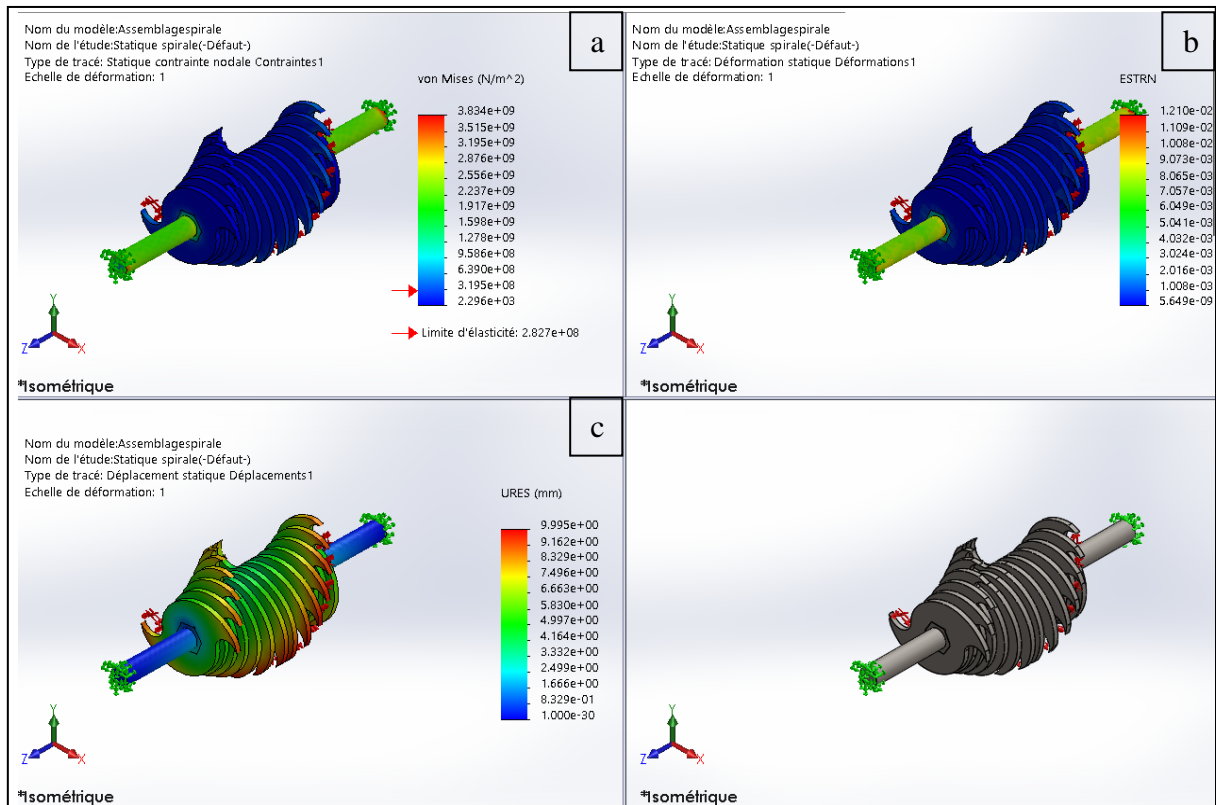


Figure 33 Les résultats obtenus, a) état de contrainte, b) état de déformation, c) état de déplacement

IV.2.3.3. Montage en « V » :

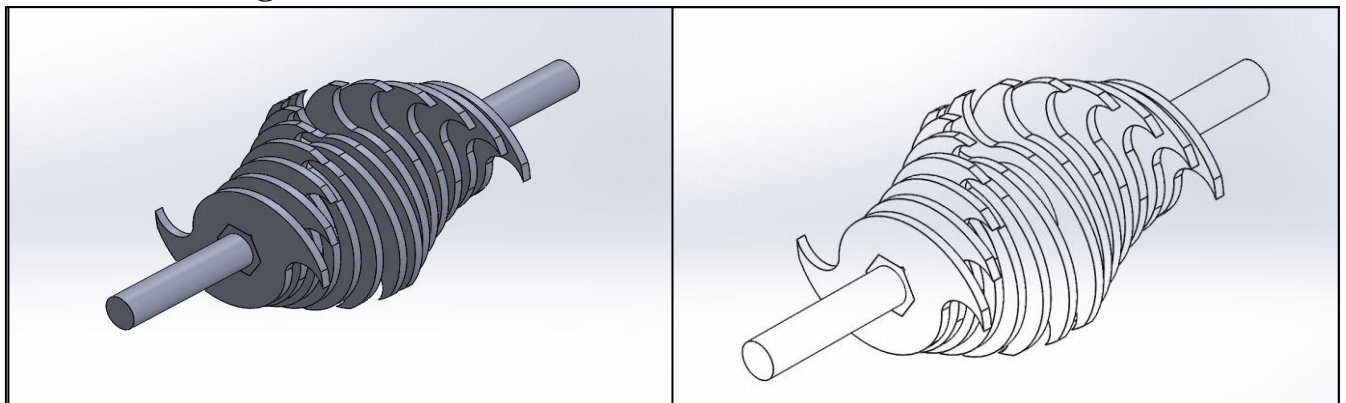


Figure 34 Montage en V

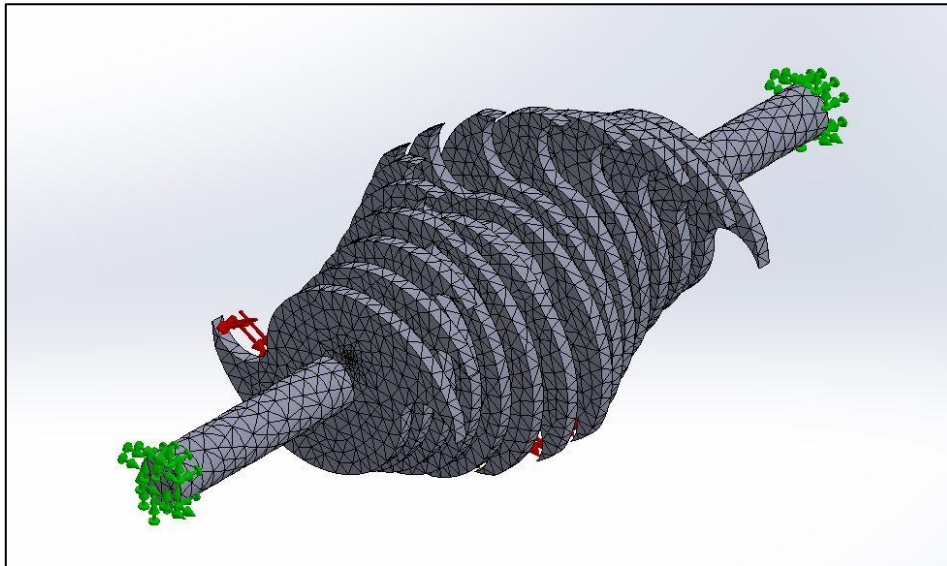


Figure 36 Maillage + conditions aux limites

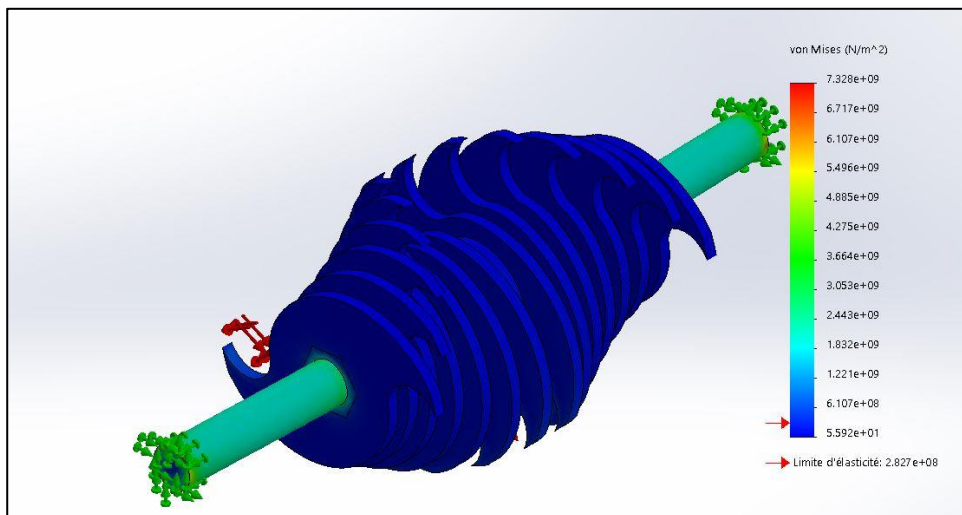


Figure 35 Etat de contrainte

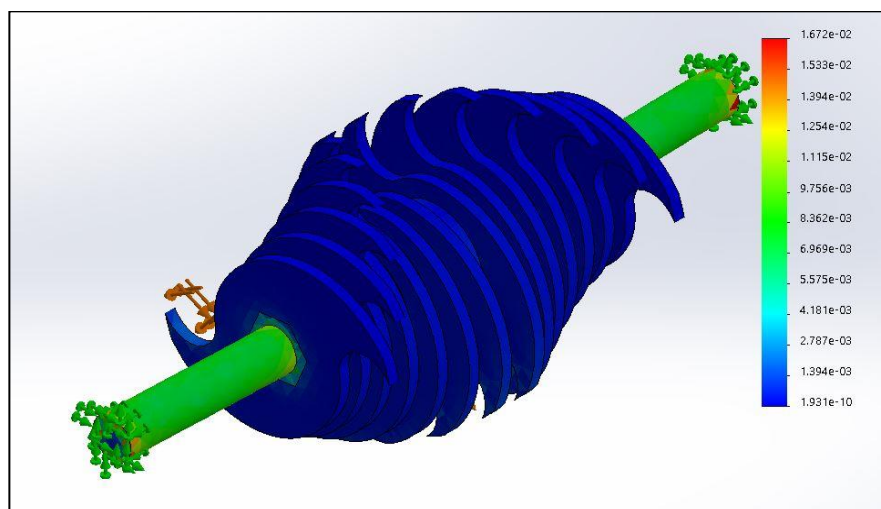


Figure 37 état de déformation

IV.3. Partie réalisation :

IV .3.1. La réalisation

Des différentes pièces ont été réalisées au niveau du hall technologique au sein de l'université de Biskra en utilisant :

IV.3.1.1. Meule

Pour rectifier les surfaces des pièces.



Figure 38 La meule

IV.3.1.2. Toure

Pour dressage et chariotage des arbre intermédiaire et l'axe de rotation.



Figure 39 Le toure

IV.3.1.3. Fraiseuse

Pour réaliser la rainure de clavette sur les arbres intermédiaires.



Figure 40 La fraiseuse

IV.3.1.4. Scie alternative

Pour couper l'ébauche d'acier de défèrent pièces à fabriquer.



Figure 41 Scie alternative

IV.3.1.5. Cisaille de tôle a pédale

Pour couper les tôles en acier.



Figure 42 Cisaille de tôle à pédale

IV.3.1.6. Plieuse de tôle

Pour avoir la forme souhaitée des pièces fabriquée avec des tôles.



Figure 43 Plieuse des tôles

IV.3.1.7. Rouleuse

Pour obtenir la forme courbée de tamis.



Figure 45 Rouleuse

IV.3.1.8. Perceuse

Pour effectuer les différents trous.



Figure 44 Perceuse

Et au niveau du secteur privé en utilisant la CNC PLASMA qui n'est pas disponible dans le hall technologique, pour une découpe précise des tôles surtout la forme courbée des dentures.



Figure 48 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 5 mm d'épaisseur



Figure 47 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 3 mm d'épaisseur



Figure 46 Découpe en CNC PLASMA de la tôle 6 mm d'épaisseur

IV.3.2. Les photos de broyeur



Figure 51 Les pièces du broyeur désassemblée



Figure 50 Arbre intermédiaire (réducteur-broyeur)



Figure 49 Arbre de rotation



Figure 53 Arbre intermédiaire (moteur-broyeur)

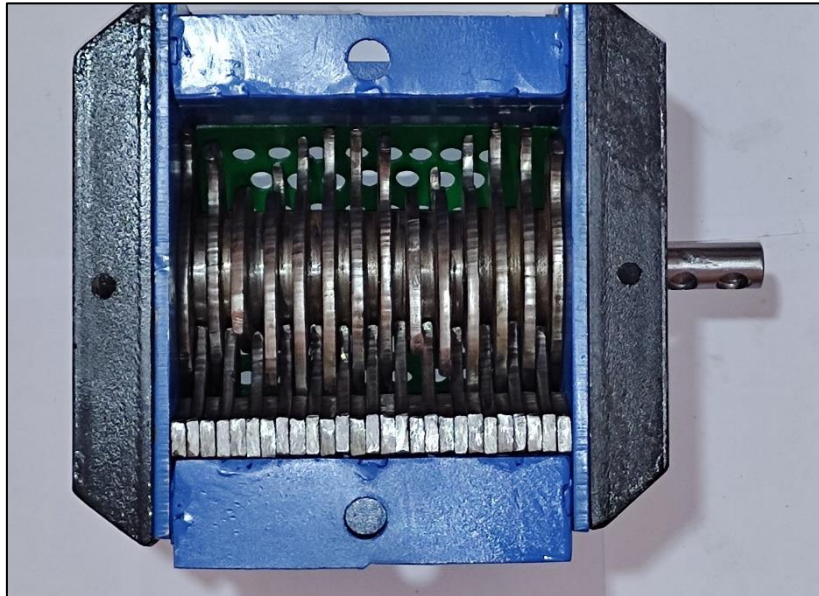


Figure 52 Vue de dessus de broyeur

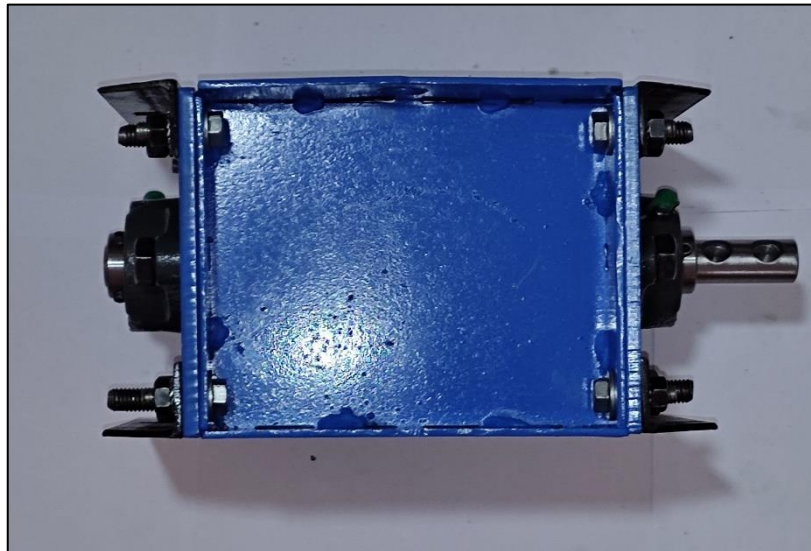


Figure 54 Vue de coté de broyeur

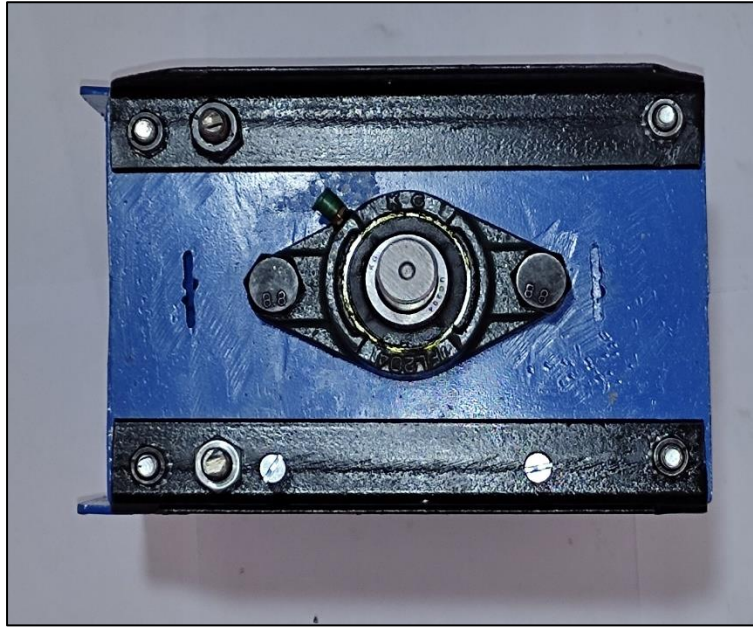


Figure 56 Vue de face de broyeur

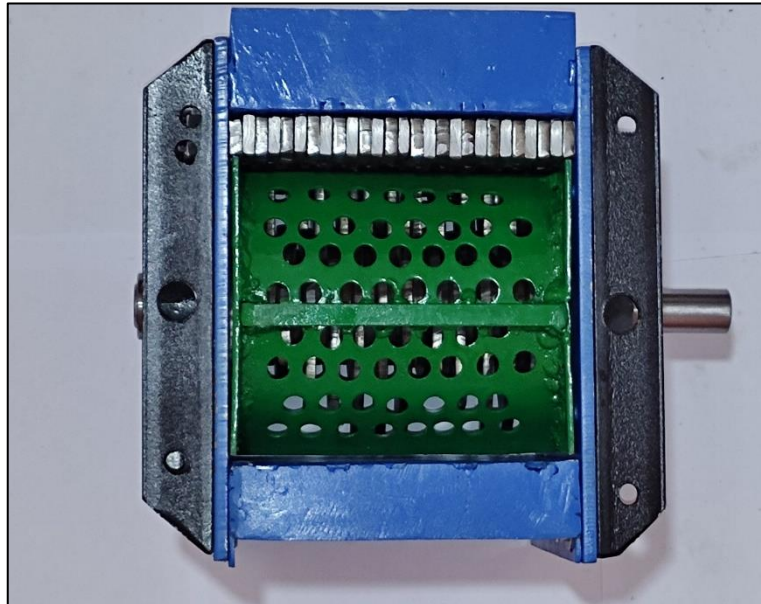


Figure 55 Vue de dessous de broyeur

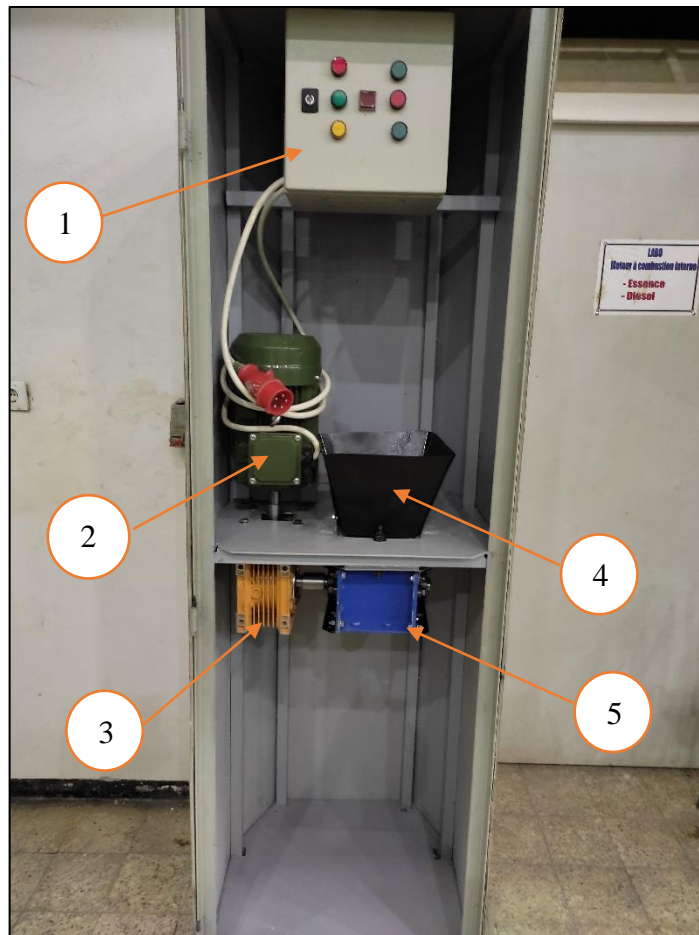
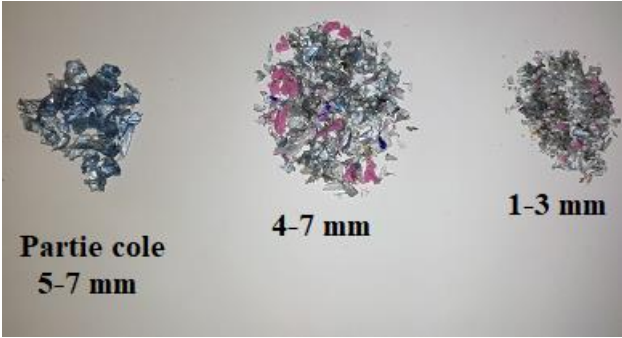
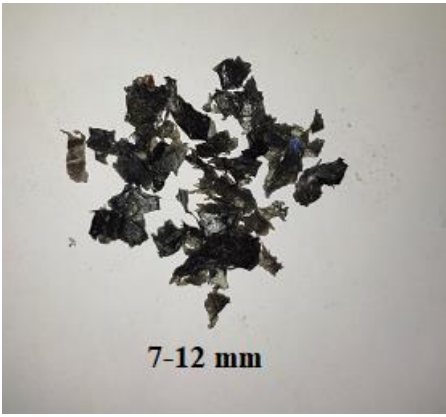
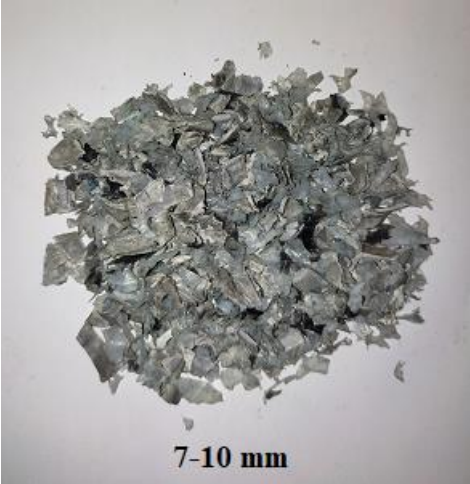


Figure 57 Le broyeur complet

- 1) Armoire électrique.
- 2) Moteur électrique asynchrone triphasé.
- 3) Réducteur.
- 4) La trimée.
- 5) Le broyeur.

IV .3.3. Résultats et discussions

Pendant les essais de notre unité pour broyer le plastique du type PET, on a obtenu principalement trois catégories de granulométries comme suit : de 1-3 mm, de 4-7 mm et de 5-7 mm pour la partie du col de la bouteille. Ces dimensions sont très convenables avec plusieurs machines pour la réutilisation comme : la machine à presse (compression), injection et l'extrusion. Ce résultat est considéré comme une valeur ajoutée à notre broyeur. Dans les tableaux ci-dessous, nous allons montrer les granulométries du broyat obtenue du recyclage des différents matières qu'on peut rencontrer dans notre vie quotidienne. On peut citer par exemple le Gel douche en HDPE, des cuillères en PS, et les métaux non ferreux comme les canettes des boissons. Puis nous exposons la possibilité d'utilisation de ces derniers en fonction de la taille de leurs broyats. Notre broyeur produit 200 g/min.

Matière	Granulométrie du broyat	Possibilité d'utilisation
Plastiques		
PET		<p>Extrusion</p> <p>Compression</p> <p>Injection</p>
HDPE		<p>Compression</p> <p>Injection</p>
PVC		<p>Compression</p> <p>Injection</p>

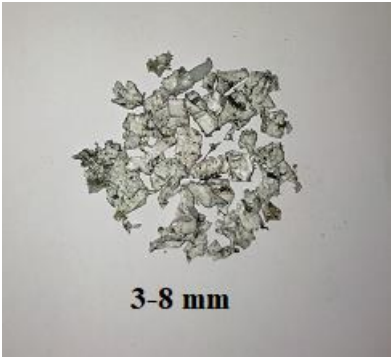
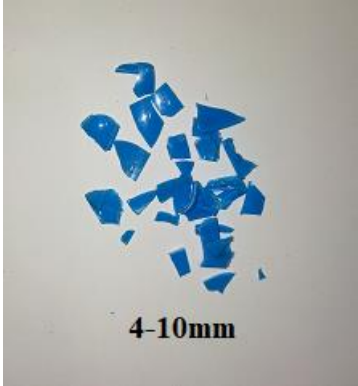

<p>PP</p>	 <p>3-8 mm</p>	<p>Compression Injection</p>
<p>PS</p>	 <p>4-10mm</p>	<p>Compression Injection</p>

Table 9 Différents résultats du broyat de plastique obtenues

Remarque : Les types de plastique numéro (4 et 7) LDPE et AUTRE ne sont pas recyclables comme il est mentionné précédemment dans le tableau 3. Les possibilités d'utilisation des broyats de plastique obtenues en fonction de la granulométrie sont basées sur les informations de [25]

<p>Métaux non ferreux</p>		
<p>Cuivre</p>	 <p>5-12 mm</p> <p>Broyat d'une plaque d'épaisseur 0.5 mm</p>	<p>Fusion</p>



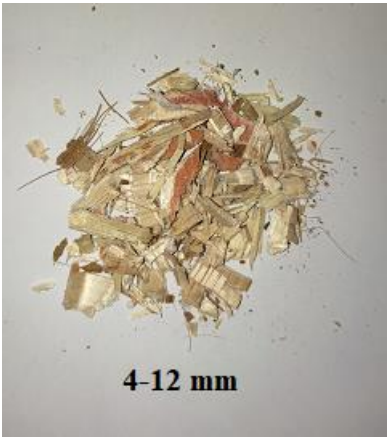

<p>Aluminium</p>	 <p>Broyat des cannettes</p>  <p>7-14 mm</p> <p>Broyat d'une plaque d'épaisseur 1 mm</p>	<p>Fusion</p>
	<p>Végétaux</p>	
<p>Bois</p>	 <p>4-12 mm</p>	<p>Préparation des matériaux composites</p>
<p>Kornaf</p>	 <p>1-10 mm</p>	<p>Préparation des matériaux composites</p>

Table 10 Différents résultats du broyat des métaux et végétaux obtenues

IV.4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre a été de faire une simulation avec le logiciel SOLIDWORKS® pour conclure le meilleur montage possible, les résultats obtenues ont montré que le montage spirale est le meilleur.

La deuxième partie du chapitre est consacré pour la réalisation du broyeur, toutes les pièces qui nécessitent une précision ont été construit avec la machine plasma, la finition et les autres composants de broyeur sont usiné au sein de le hall technologique de l'université de Biskra.

Le recyclage de PET a présenté une variation de broyats qui peut être réutilisé dans des plusieurs domaine de l'industrie.

Conclusion générale

Ce mémoire a été divisé en quatre chapitre.

Le premier chapitre est destiné pour des généralités sur le plastique, dans lequel nous avons exposé l'essentielle sur les déchets, les différents types de tri, les plastiques et le recyclage. Le deuxième chapitre nous avons présenté sur les différents types de broyeurs ...

Le troisième chapitre nous avons fait une étude RDM et le dimensionnement du broyeur, le quatrième chapitre nous avons exposé les résultats du simulation numériques des différents montages possible, puis nous avons montré la partie de réalisation du broyeur.

Notre unité a été pour but de récupérer et broyer le PET, mais les résultats obtenus ont montré que ce broyeur est fiable pour broyer plusieurs types de matières.

en perspective, on veut intégrer un mécanisme de compactage pour les canettes d'aluminium et un système solaire pour alimenter la presse des canettes et un broyeur à cylindre qu'on va le mettre à la place de notre broyeur dans les lieux ou l'électricité n'est pas disponible comme les plages, de cette manière on garde l'action de collecte mais on ne fait pas de broyage, d'autre part, la réalisation de système de post traitement et de tri optique.

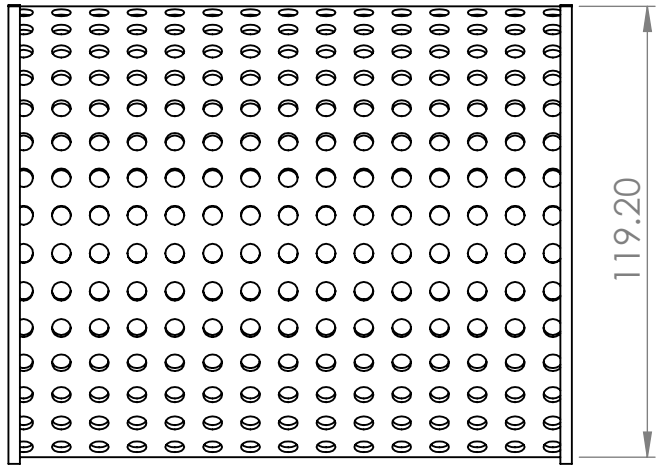
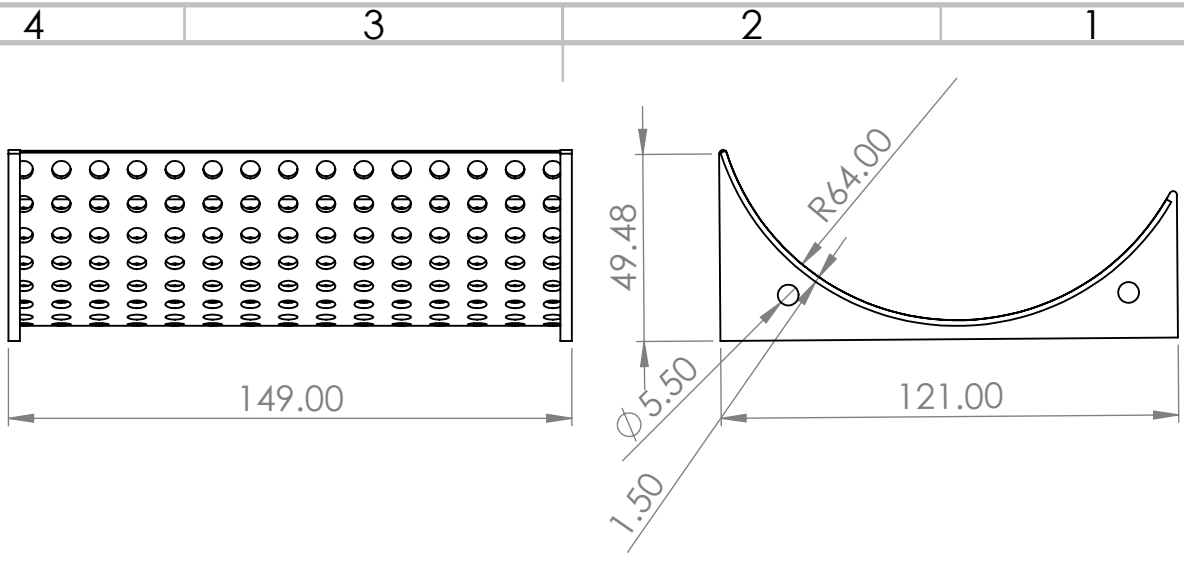
Référence bibliographie

Références bibliographiques

- [1] Hutchinson M. 2007. Vos déchets et vos : un guide pour comprendre et agir. ED : Multi Mondes, Canada. 195p.
- [2] Mimouni D. 2016. Création d'une entreprise de Tri et de Recyclage de Plastique et d'Aluminium à Tlemcen. Master en génie industriel, génie productique : université Abou Bekr Bel Kaid. 111p.
- [3] Abderrezak S. 2000. Gestion des déchets solides en Algérie. Séminaire sur la gestion intégrée des déchets solide, Alger. Pp31-34.
- [4] LAAMECHE S, MIMOUNI D. 2015-2016. Création d'une entreprise de Tri et de Recyclage de Plastique et d'Aluminium à Tlemcen. Mémoire de Master en génie industriel. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen.
- [5] Wit W, Hamilton A, Scheer R, Stakes T et Allan S. 2019. Pollution plastique : à qui la faute ? Identification des défaillances systémiques et présentation du scénario zéro plastique dans la nature en 2030. WWF - Fonds mondial pour la nature. 48p.
- [6] Chennine D, Bouafia B. 2018. Etude et conception et réalisation d'un broyeur pour le recyclage des déchets plastiques. Mémoire de master en Génie Mécanique Spécialité : fabrication Mécanique et productive, Université Abderrahmane Mira Bejaia. 66p.
- [7] <https://www.sytrad.fr/livret-de-lenseignant.html?file=files/Documents/Communication/Espace%20pedagogique/Livret%20Enseignant/Les%20diff%C3%A9rents%20types%20de%20plastiques.pdf>
- [8] Bikouit Y. 2015. Influence de l'introduction du nouvel emballage plastique sur le comportement de magasinage du consommateur. Diplôme d'études supérieure de commerce. P19.
- [9] Avérous L. 2007. Les polymères biodégradables : quelles finalités, quelles opportunités ? magazine référence industrie, N°7.
- [10] Planetoscope - Statistiques : Production mondiale de plastique
- [11] Océans - Encyclo-ecolo.com - l'encyclopédie écologique
- [12] Algérie - Déchets et recyclage, un marché de 2 Mds de dinars par an - Business France
- [13] 91% des déchets plastiques ne sont pas recyclés | National Geographic
- [14] Le recyclage, un enjeu stratégique pour l'économie – Ademe
- [15] Pourquoi il ne faut pas recycler : comprendre le mythe du recyclage - edeni

- [16] Bachiri S., Ferhane Z. 2012. Étude et Réalisation d'un broyeur pour les bouteilles en plastique. Mémoire de fin d'études : électromécanique. Université de Bejaia.
- [17] Blazy B, Djdid E, fragmentation –Technologie, technique de l'ingénieur, A5060, pp 5-11-19 (2007).
- [18] Zapata-Massot C. 2004. Synthèse de matériaux composites par Cobroyage en voie sèche. Caractérisation des propriétés physico-chimique et d'usage des matériaux. Institut National Polytechniques de Toulouse.
- [19] Haddad A, Touati Z. 2013. Amélioration des caractéristiques techniques d'un broyeur pour les bouteilles en plastique. Master en électrotechnique : Electromécanique, Université Abderrahmane Mira Bejaia. 45p.
- [20] : <https://www.tdg.ch/lematindimanche/plastique-asphyxie-planetaire/story/24584715>.
- [21] :
https://www.researchgate.net/publication/277547882_ETUDE_DES_SCENARIOS_DE_FIN_D_E_VIE_DES_BIOCOMPOSITES_Vieillissement_et_retransformation_de_biocomposites_PPfarine_de_bois_et_PLAfibres_de_lin
- [22] : http://www.blik-france.com/Dossier_pages/pages_broyeurs/pagbrverrefr.html
- [23] : <https://www.usinenouvelle.com/expo/la-technologie-de-traitement-et-de-la-va-p97194.html>
- [24] : <https://www.gebr-pfeiffer.com/fr/produits/broyeur-a-boulets-mrdmre/>
- [25] : <https://community.preciousplastic.com/academy/build/shredder>
- [26] : <http://multidesign.ca/wp-content/uploads/2019/05/Bottle-Parts-Finish2.png>
- [27] : Chevalier A. 2004. Chevalier guide de dessinateur industriel. Hachette technique. Paris .
- [28] : https://sdn-distrib.com/27824-large_default/palier-ucfl-204-applique-fonte-2-trous-roulement-autoaligneur-pour-arbre-de-20mm.jpg
- [29] : <https://www.electronics.com.bd/image/cache/catalog/sho/raspberry-pi-2-model-b-parts-IC-module-sensor-arduino-transistor-resistor-capacitor-robotics-project-electronics-bangladesh-500x500.jpg>

Annexes



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
Conception et réalisation d'une
unité de récupération des PET
(REC.ECO.PLAST)

MATERIAU:
Acier A60

No. DE PLAN

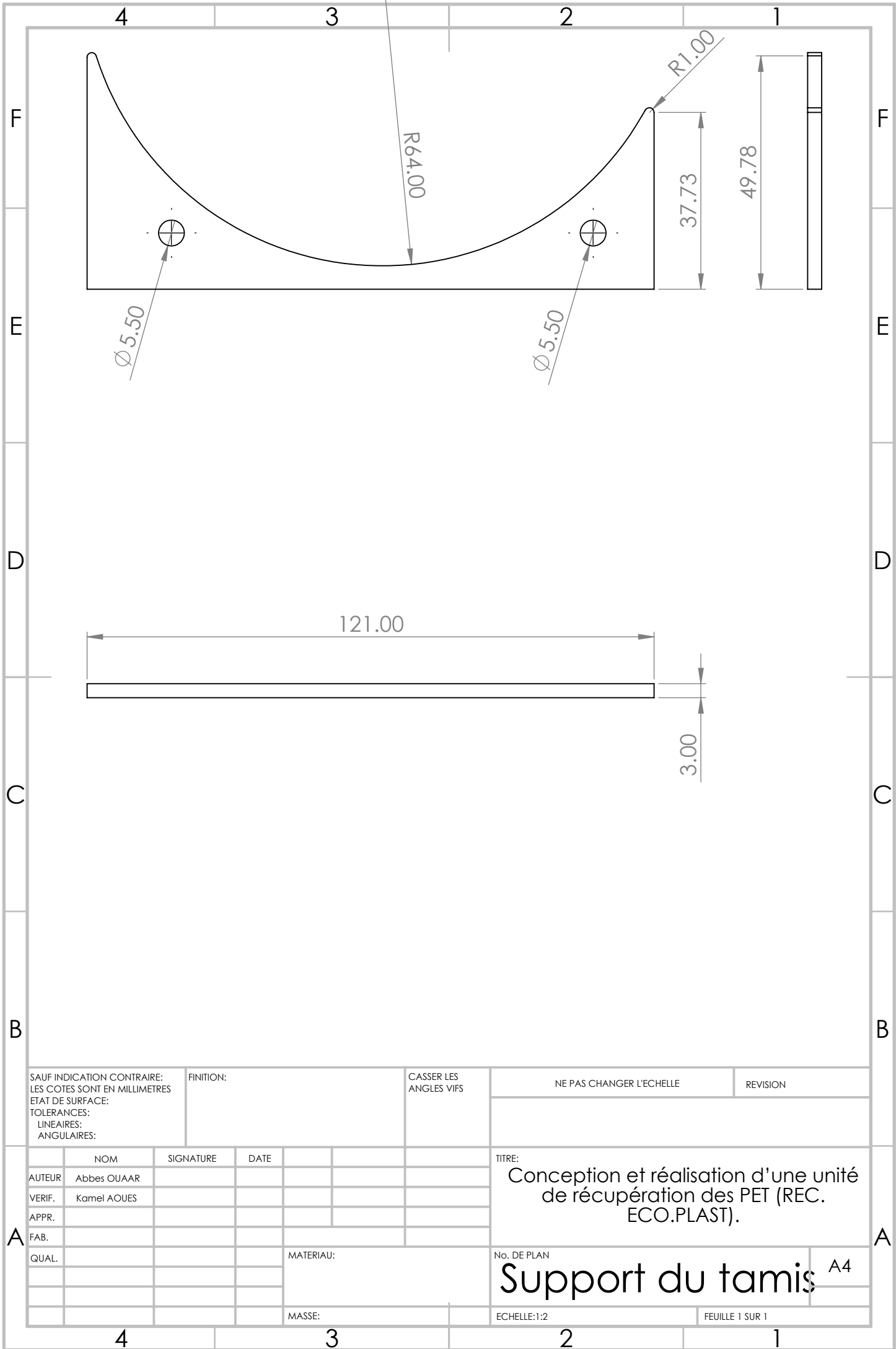
Tamis

A4

MASSE:

ECHELLE:1:2

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
Conception et réalisation d'une unité
de récupération des PET (REC.
ECO.PLAST).

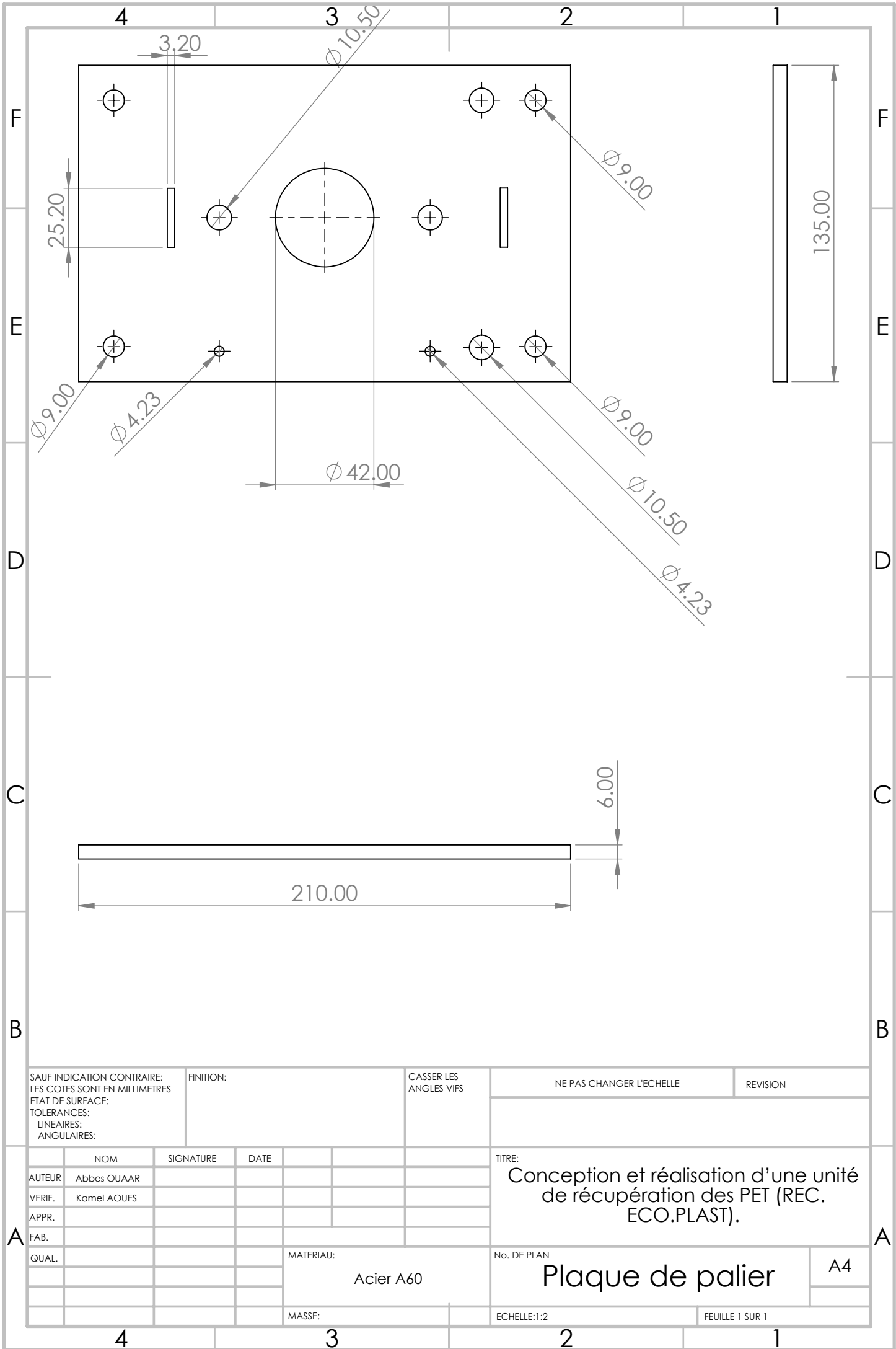
No. DE PLAN

Support du tamis A4

MASSE:

ECHELLE:1:2

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:
 Acier A60

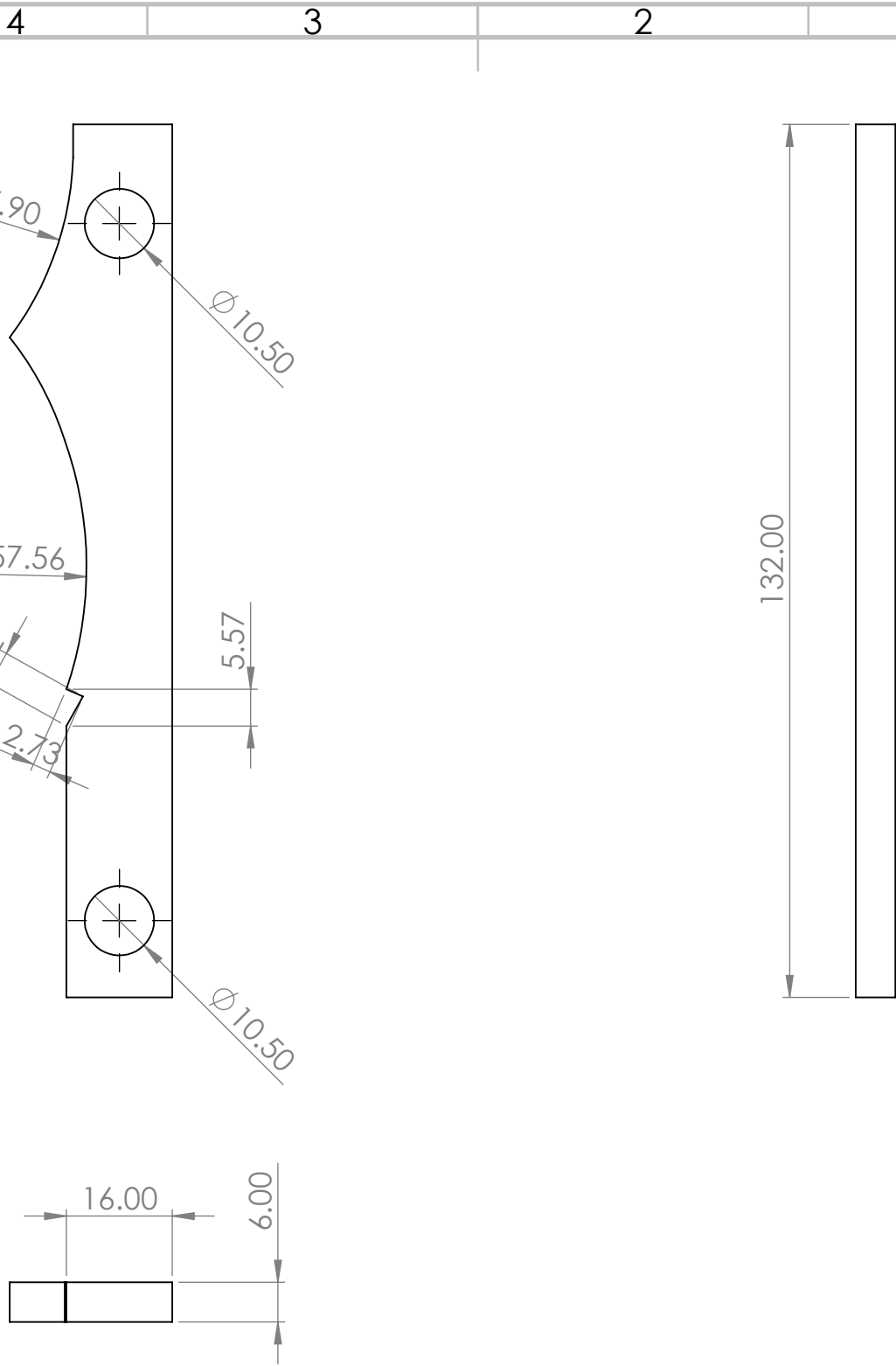
No. DE PLAN
 Plaque de palier

A4

MASSE:

ECHELLE:1:2

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:
 Acier A60

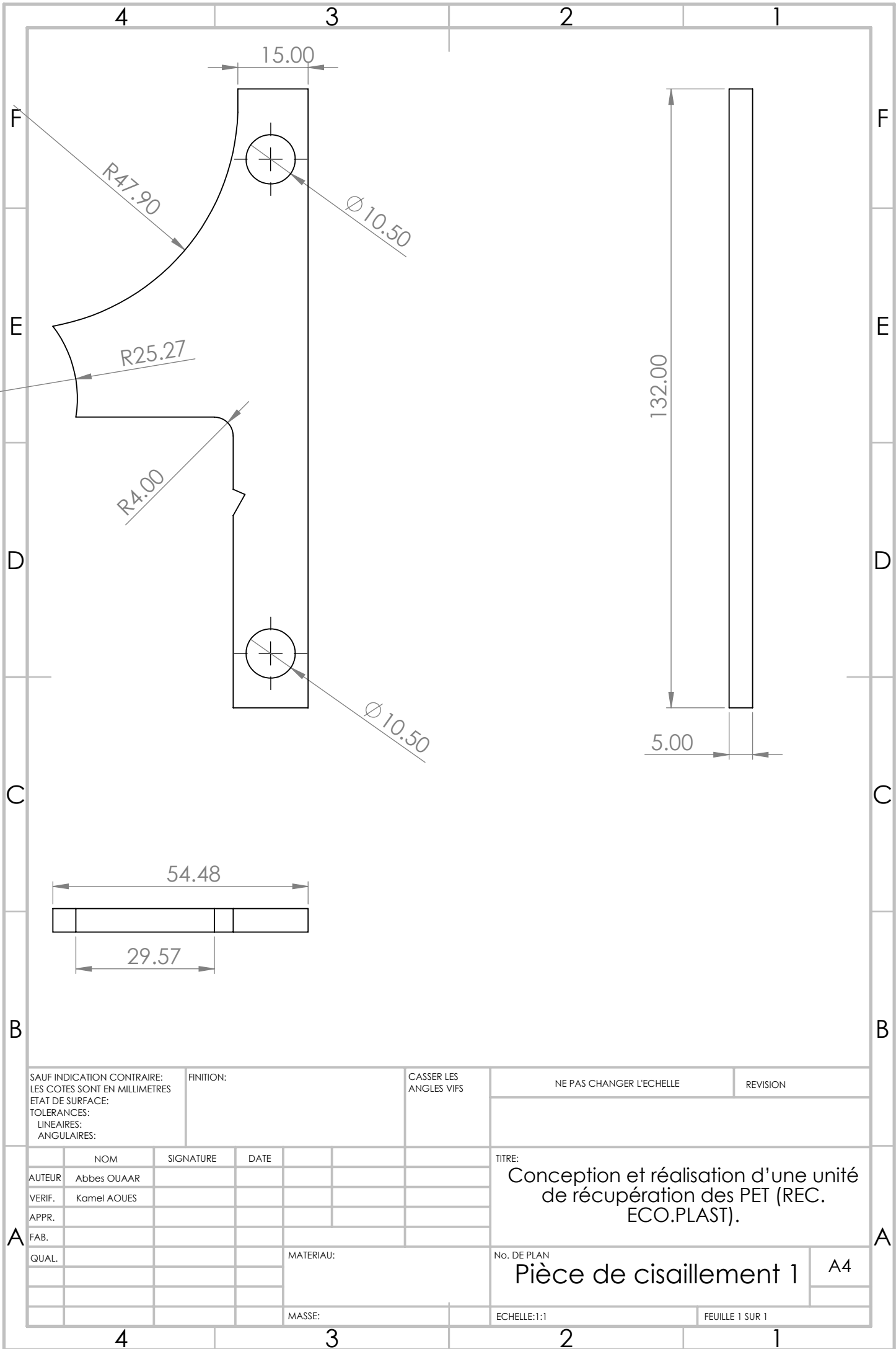
No. DE PLAN
 Pièce de cisaillement 2

A4

MASSE:

ECHELLE:1:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

No. DE PLAN

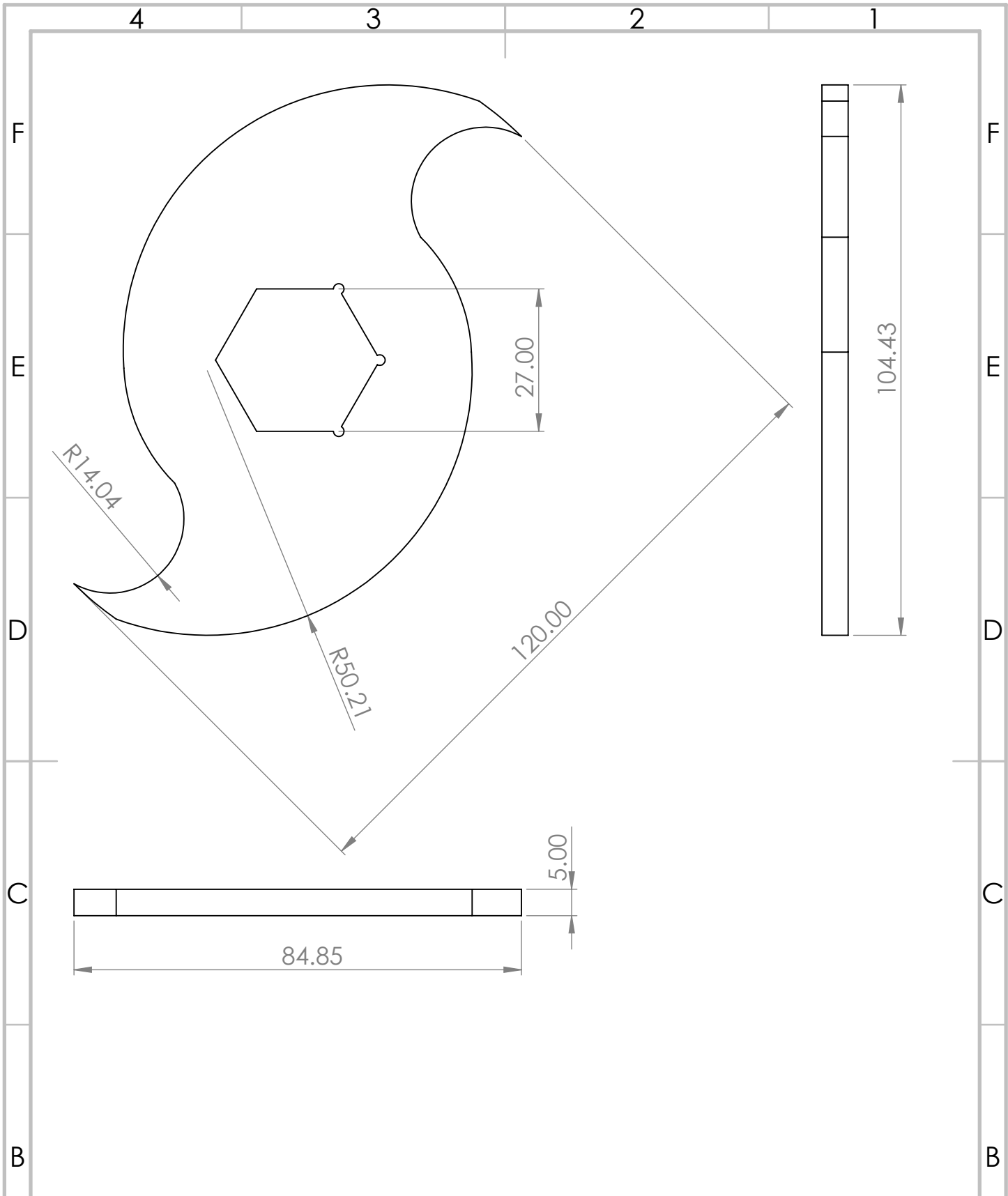
Pièce de cisaillement 1

A4

MASSE:

ECHELLE:1:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

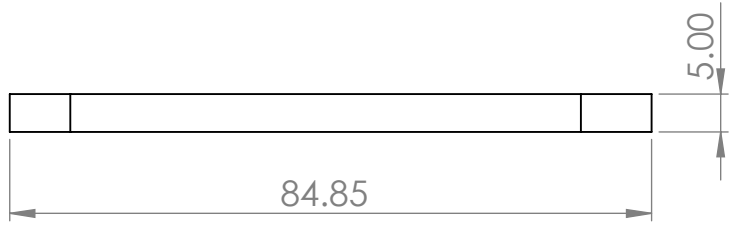
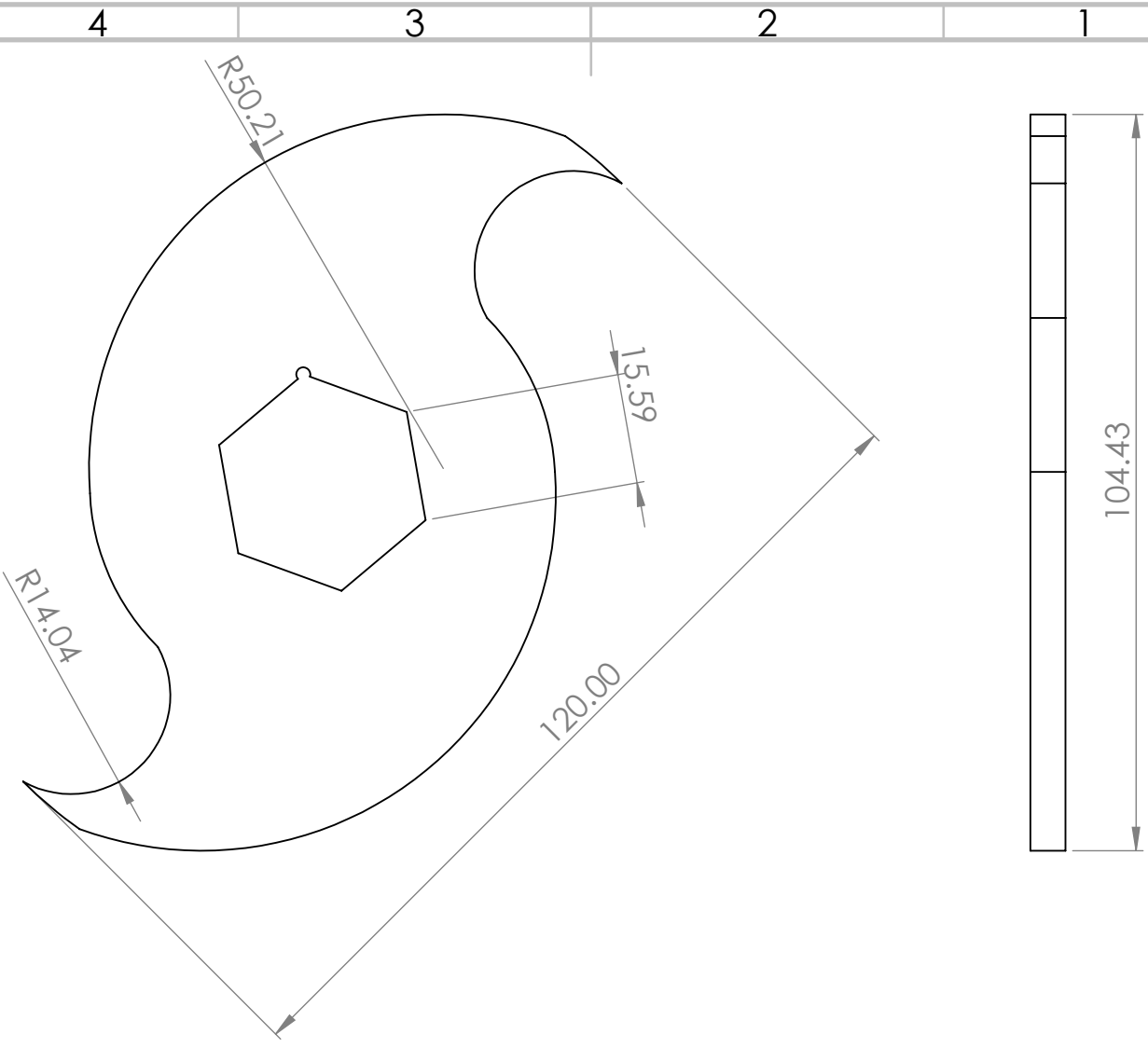
	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:	
MASSE:	

No. DE PLAN
Lame 3

A4



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

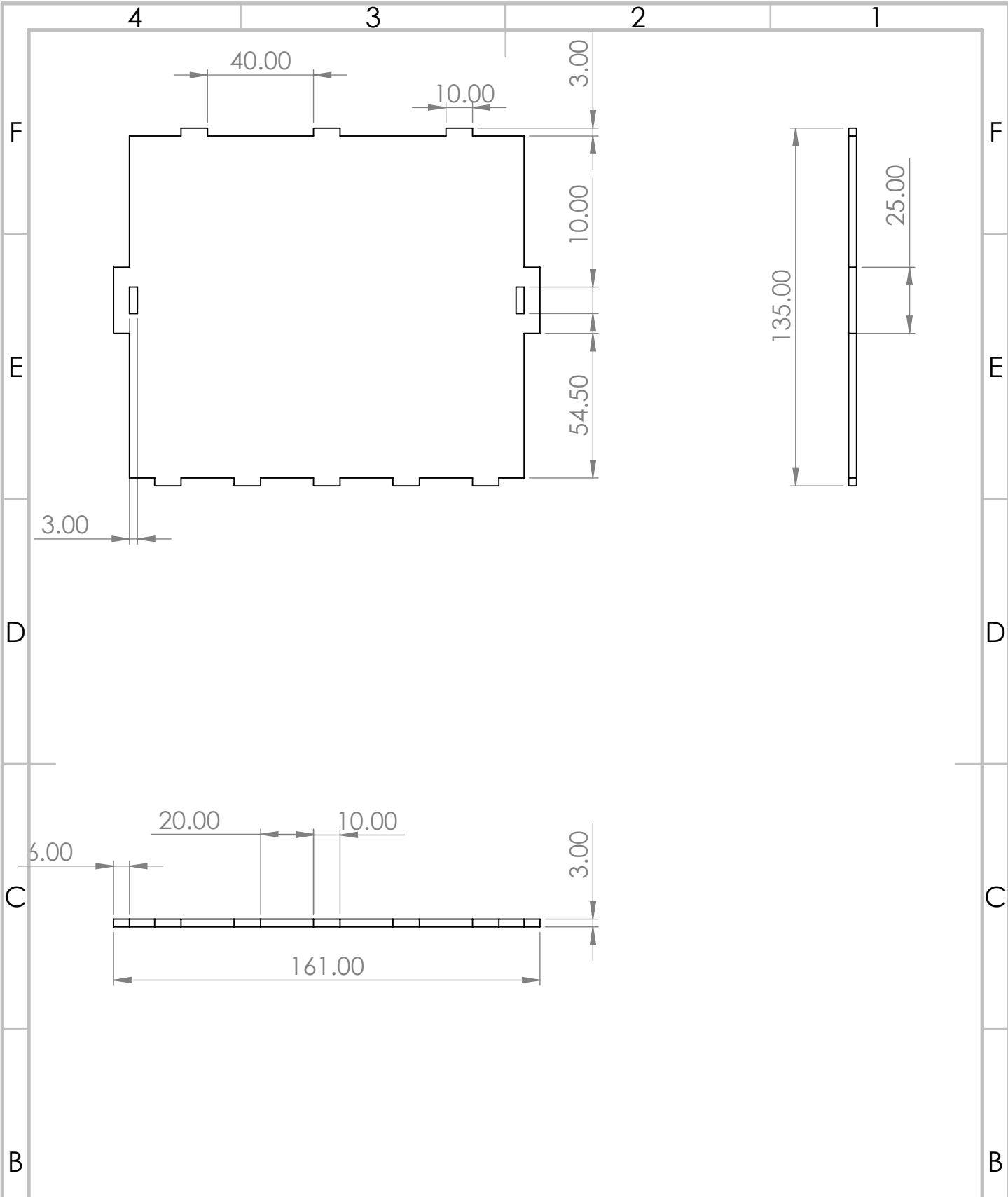
	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:
 No. DE PLAN
 MASSE:
 ECHELLE:1:1
 FEUILLE 1 SUR 1

Lame 1

A4



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:
 Acier A60

No. DE PLAN

Face

A4

MASSE:

ECHELLE:1:2

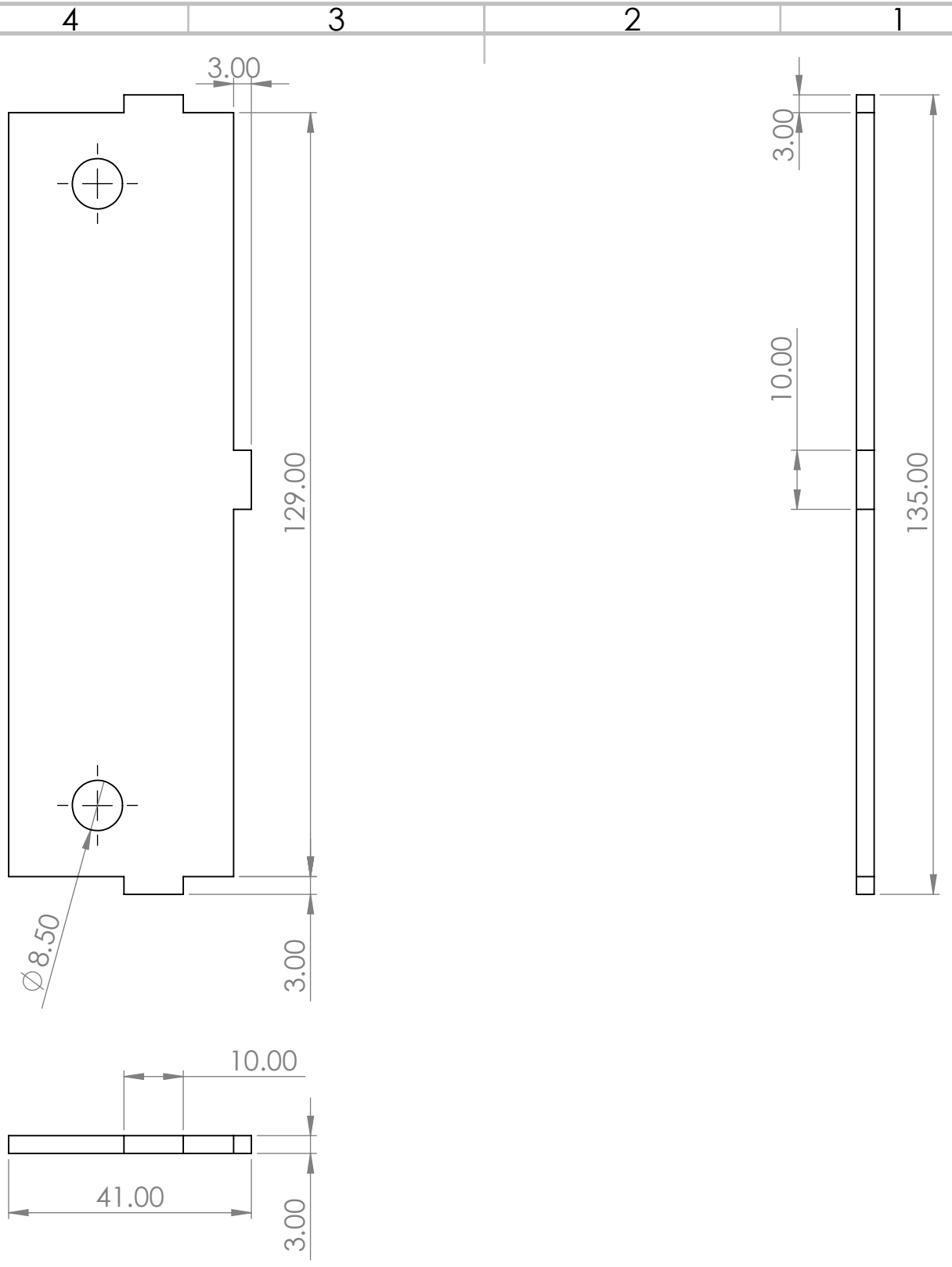
FEUILLE 1 SUR 1

4

3

2

1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
Conception et réalisation d'une unité
de récupération des PET (REC.
ECO.PLAST).

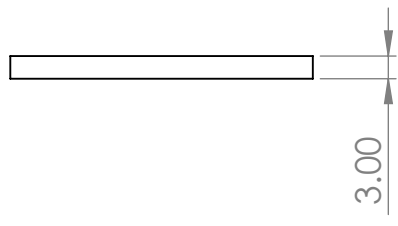
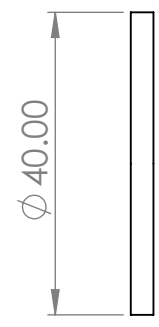
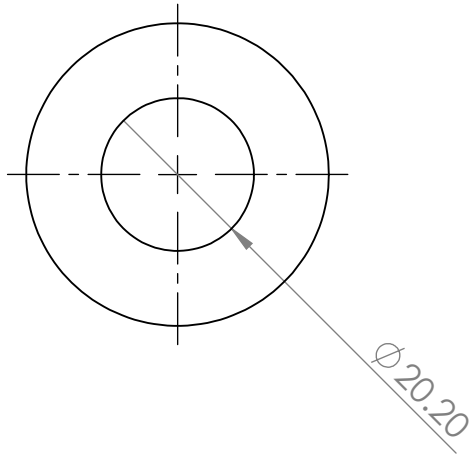
No. DE PLAN
Face de coté 2 A4
ECHELLE:1:1 FEUILLE 1 SUR 1

F
E
D
C
B
A

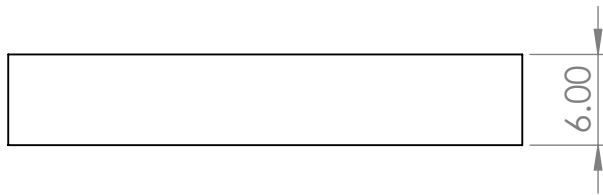
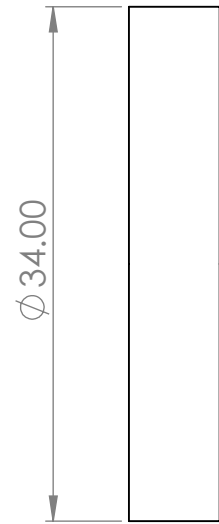
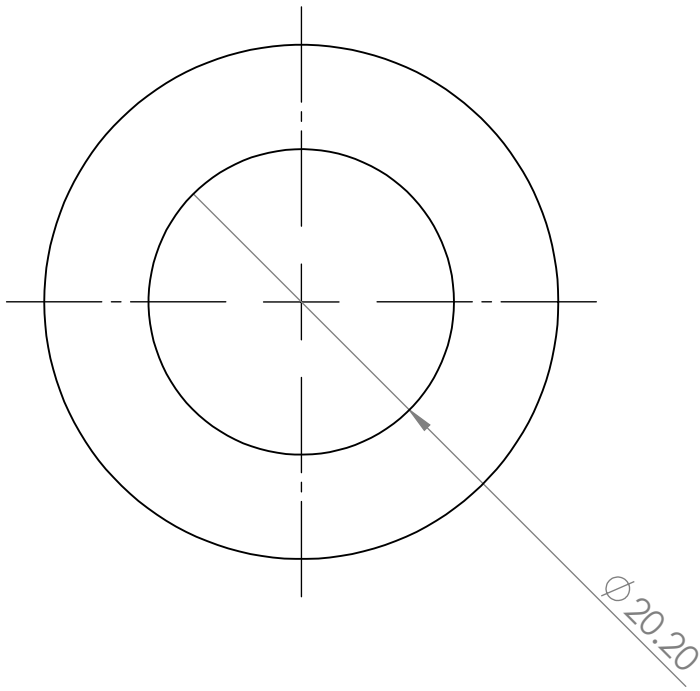
F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

4 3 2 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE: Conception et réalisation d'une unité de récupération des PET (REC. ECO.PLAST).			
AUTEUR	Abbes OUAAR					No. DE PLAN Bague roulement 2 A4			
VERIF.	Kamel AOUES								
APPR.						Echelle: 2:1			
FAB.									
QUAL.		MATERIAU:			FEUILLE 1 SUR 1				
		MASSE:							



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:

Conception et réalisation d'une unité
de récupération des PET (REC.
ECO.PLAST).

No. DE PLAN

Bague de roulement 1

A4

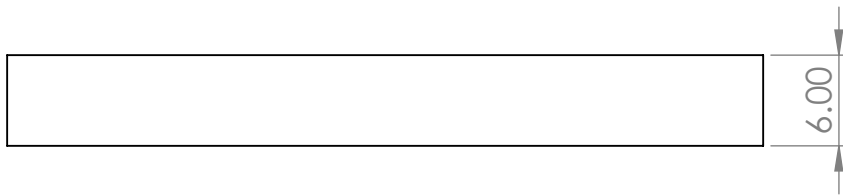
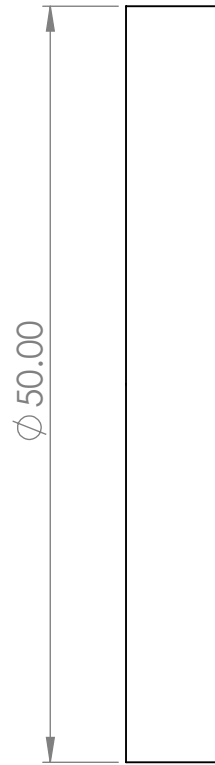
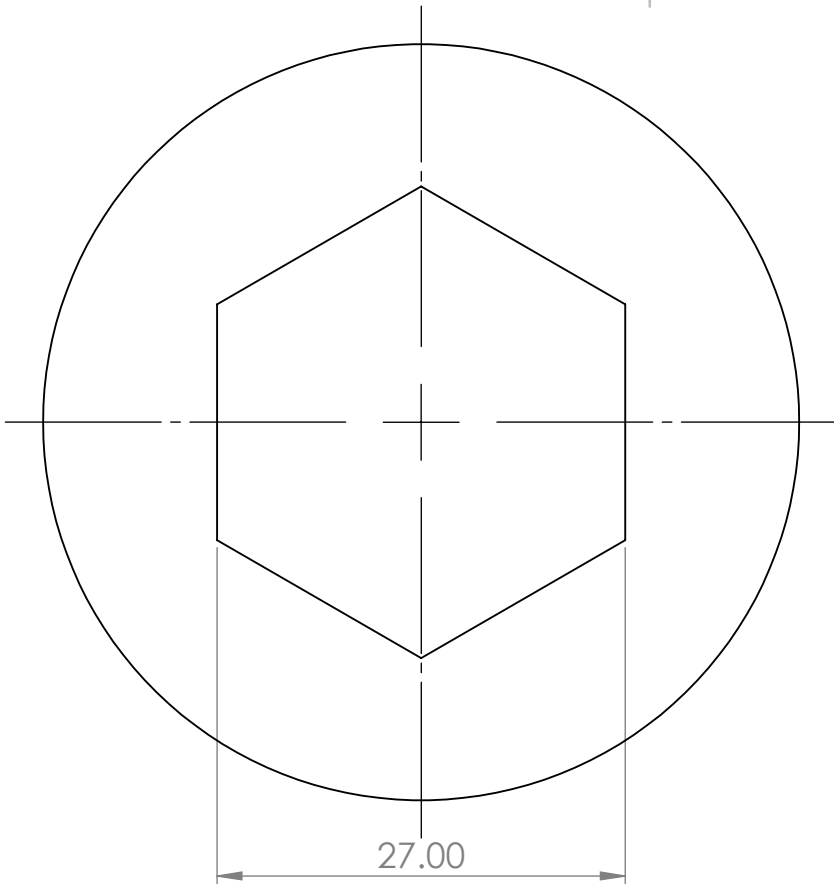
MATERIAU:

Acier A60

MASSE:

ECHELLE:2:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
Conception et réalisation d'une unité
de récupération des PET (REC.
ECO.PLAST).

MATERIAU:
Acier A60

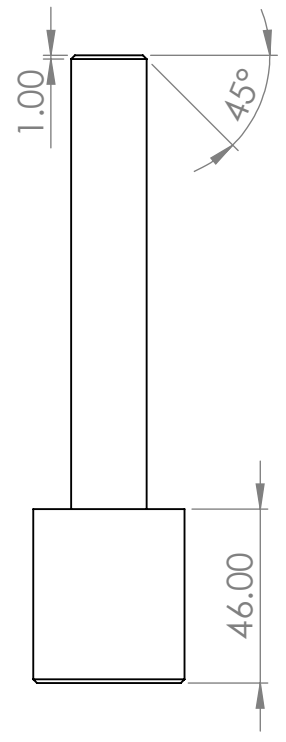
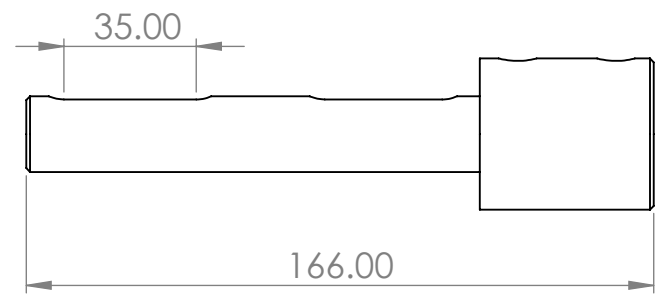
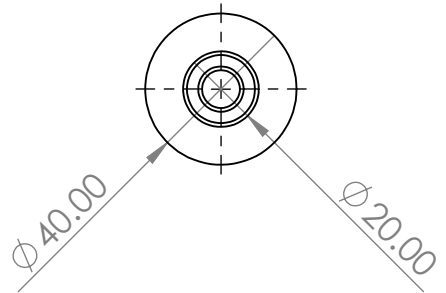
No. DE PLAN
Bague de lame

A4

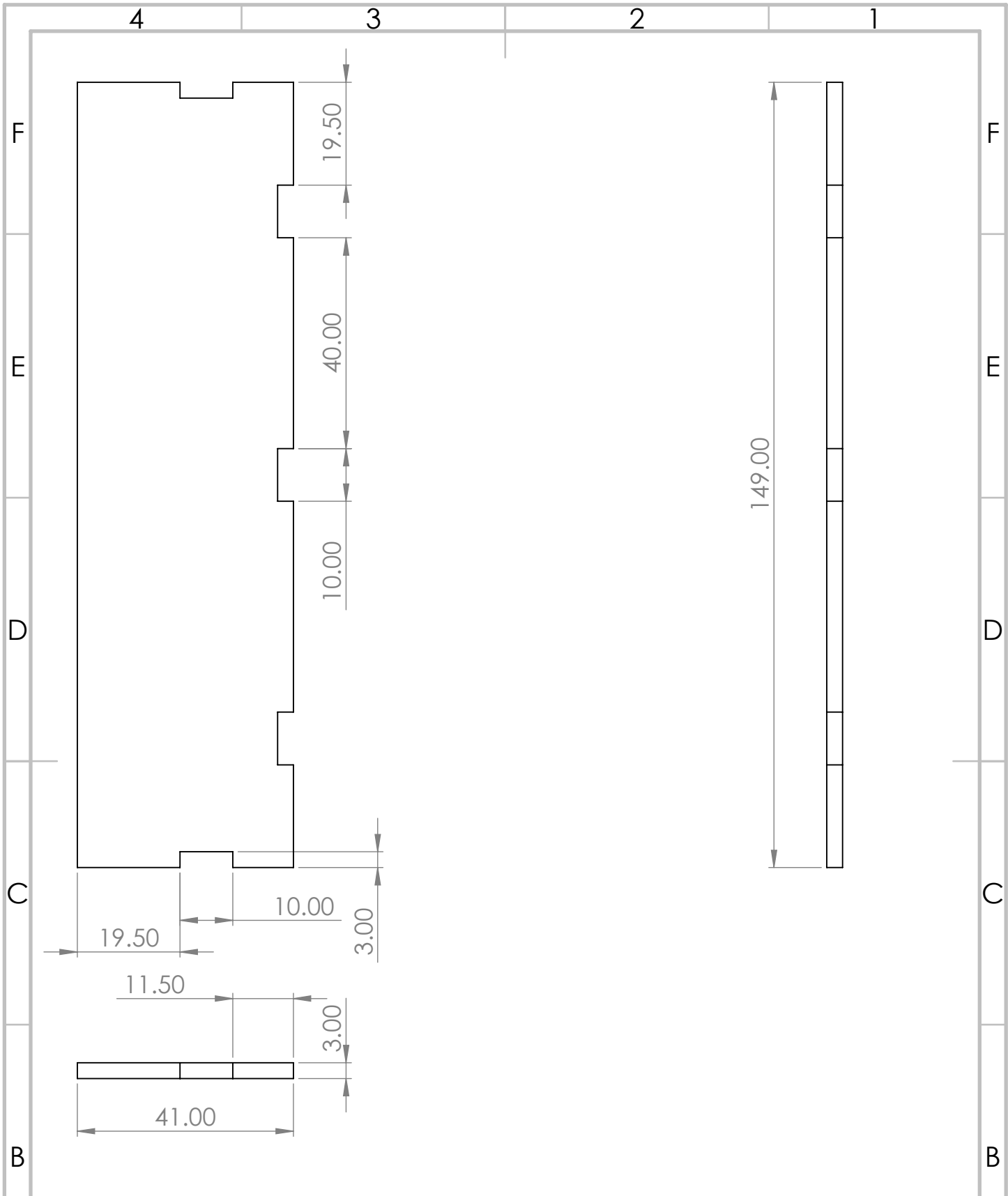
MASSE:

ECHELLE:2:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:	CASSER LES ANGLES VIFS	NE PAS CHANGER L'ECHELLE	REVISION																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOM</th> <th>SIGNATURE</th> <th>DATE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AUTEUR Abbes OUAAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF. Kamel AOUES</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APPR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FAB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOM	SIGNATURE	DATE	AUTEUR Abbes OUAAR			VERIF. Kamel AOUES			APPR.			FAB.			QUAL.			TITRE: Conception et réalisation d'une unité de récupération des PET (REC.ECO.PLAST)	
NOM	SIGNATURE	DATE																				
AUTEUR Abbes OUAAR																						
VERIF. Kamel AOUES																						
APPR.																						
FAB.																						
QUAL.																						
MATERIAU: Acier A60			No. DE PLAN Arbre intermédiaire Réducteur-broyeur		A4																	
MASSE:			ECHELLE:1:2		FEUILLE 1 SUR 1																	



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:

Acier A60

No. DE PLAN

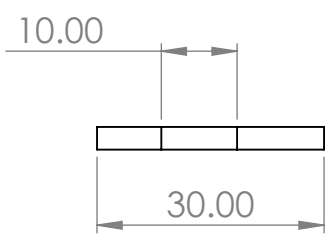
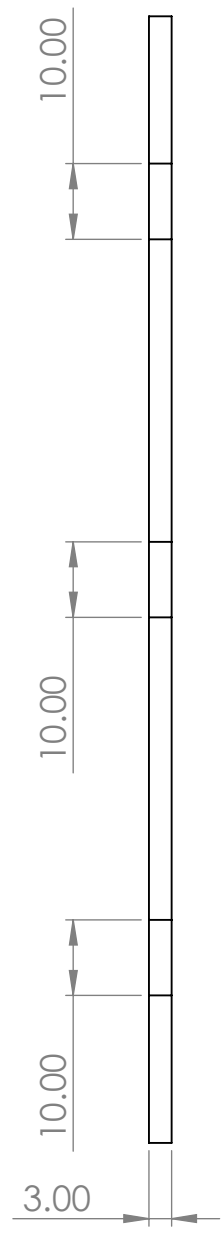
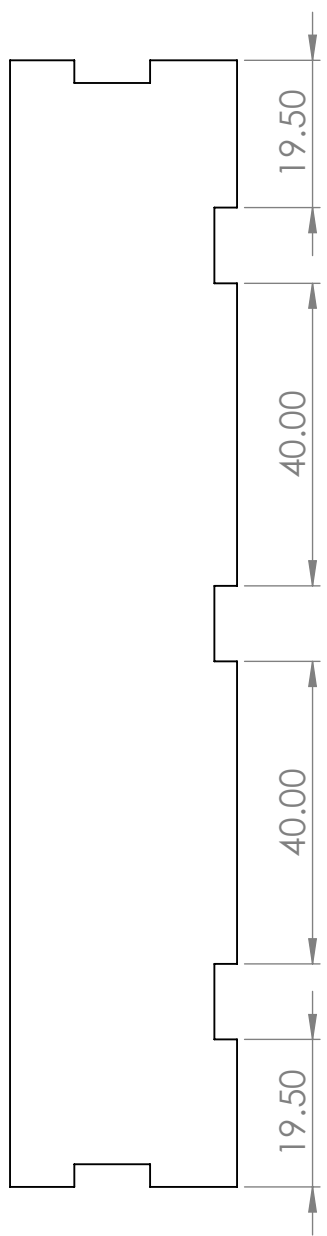
Appui supérieure 2

A4

MASSE:

ECHELLE:1:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

MATERIAU:
Acier A60

MASSE:

TITRE:
Conception et réalisation d'une unité de récupération des PET (REC. ECO.PLAST).

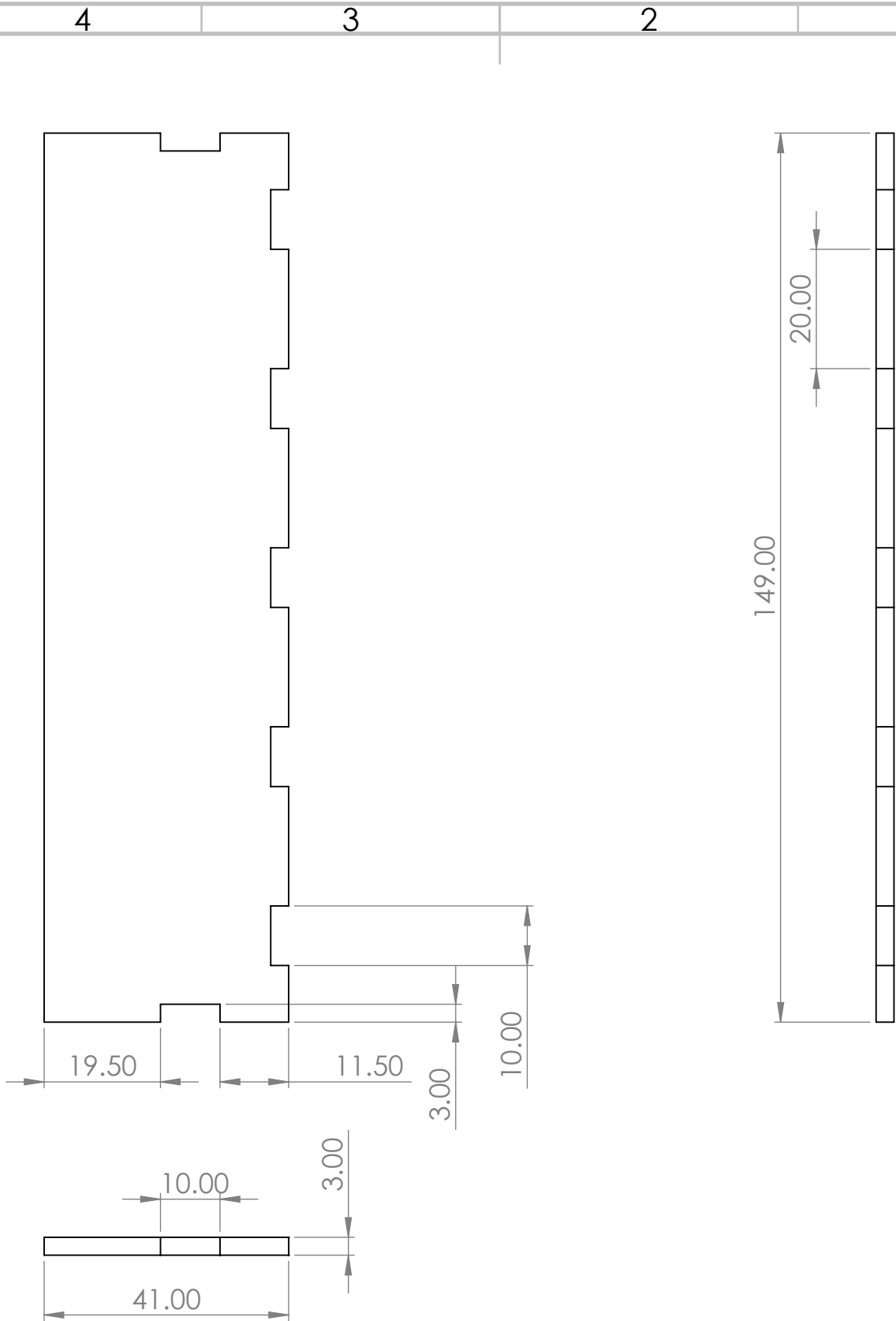
No. DE PLAN
Appui supérieure 1

A4

ECHELLE:1:1

FEUILLE 1 SUR 1

Grid labels: 4, 3, 2, 1 (horizontal); F, E, D, C, B, A (vertical)



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:
 Acier A60

No. DE PLAN

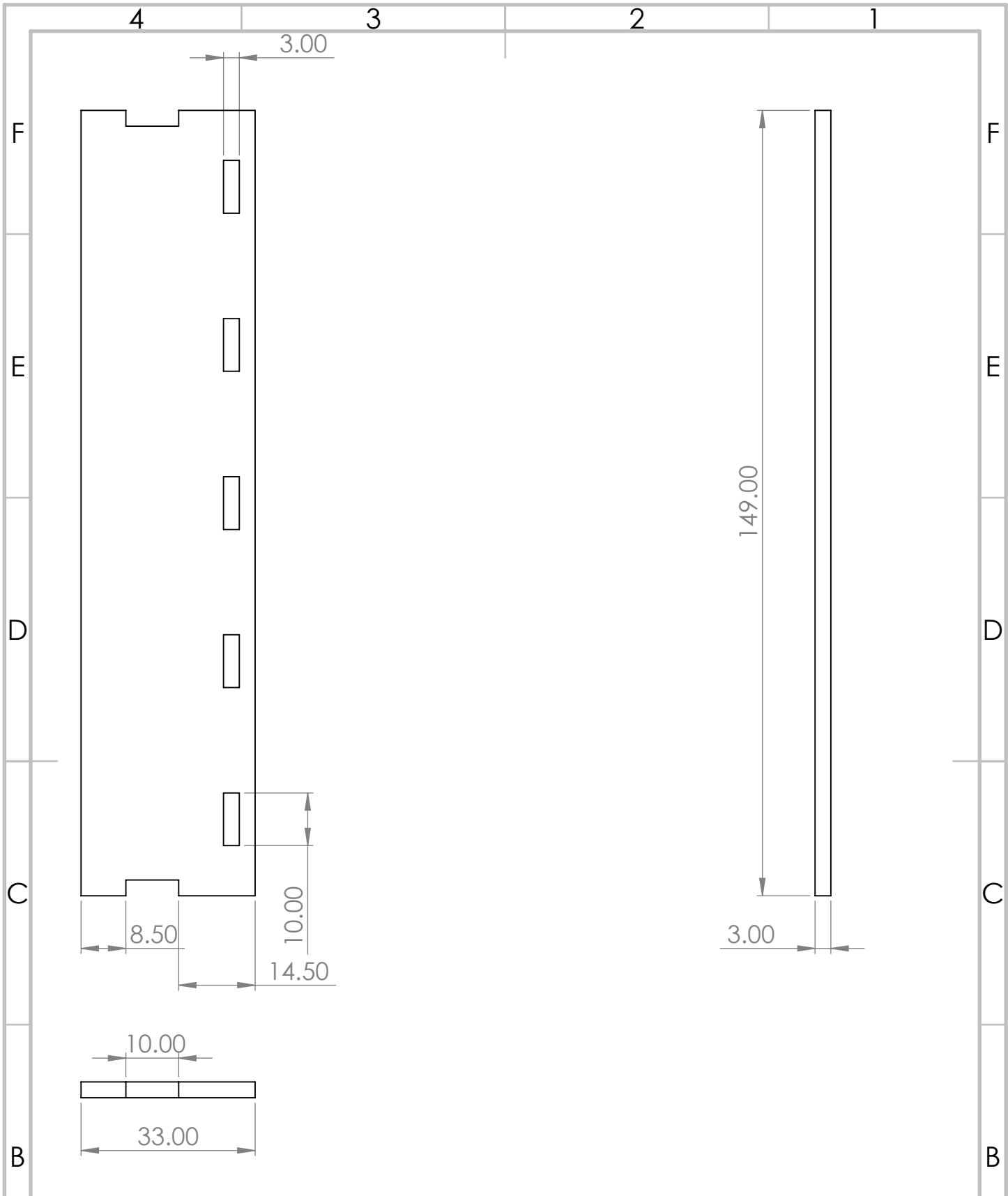
Appui inférieure 2

A4

MASSE:

ECHELLE:1:1

FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	Abbes OUAAR		
VERIF.	Kamel AOUES		
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:
 Conception et réalisation d'une unité
 de récupération des PET (REC.
 ECO.PLAST).

MATERIAU:

Acier A60

No. DE PLAN

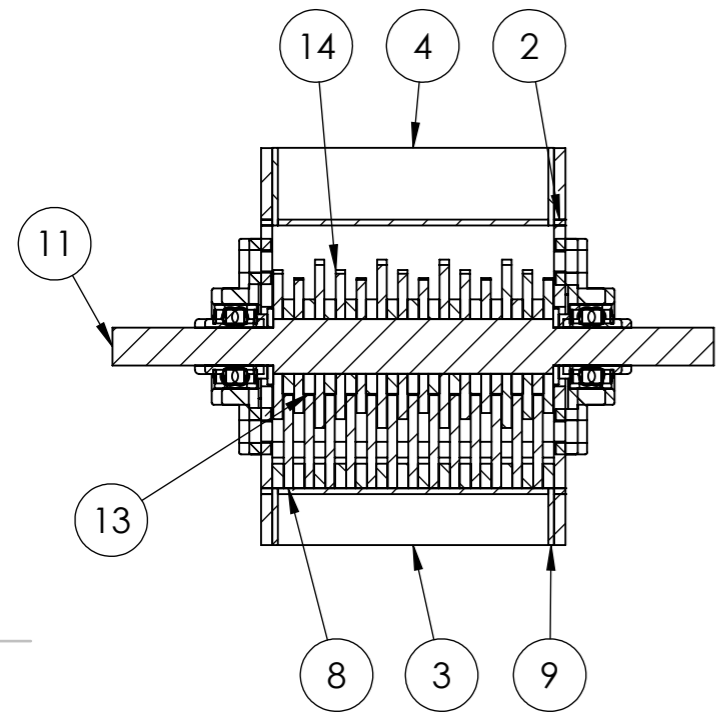
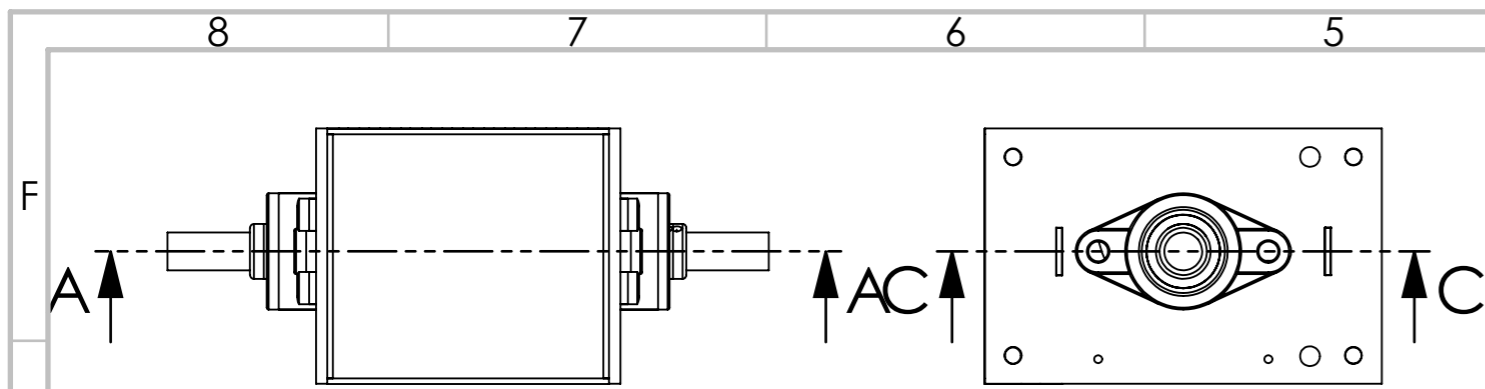
Appui inférieure 1

A4

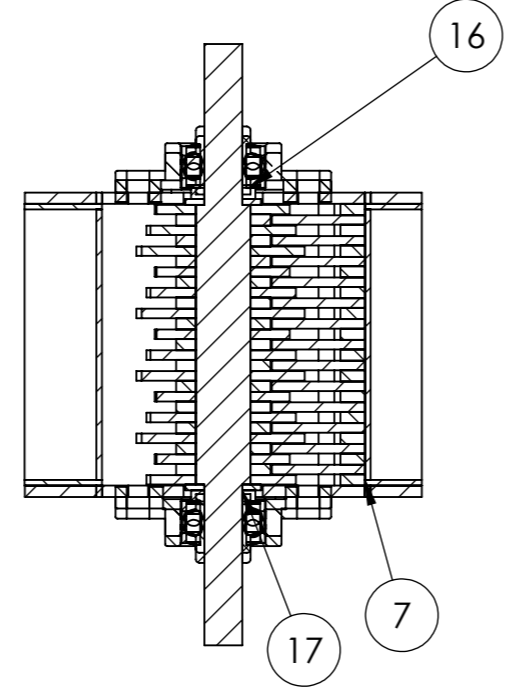
MASSE:

ECHELLE:1:1

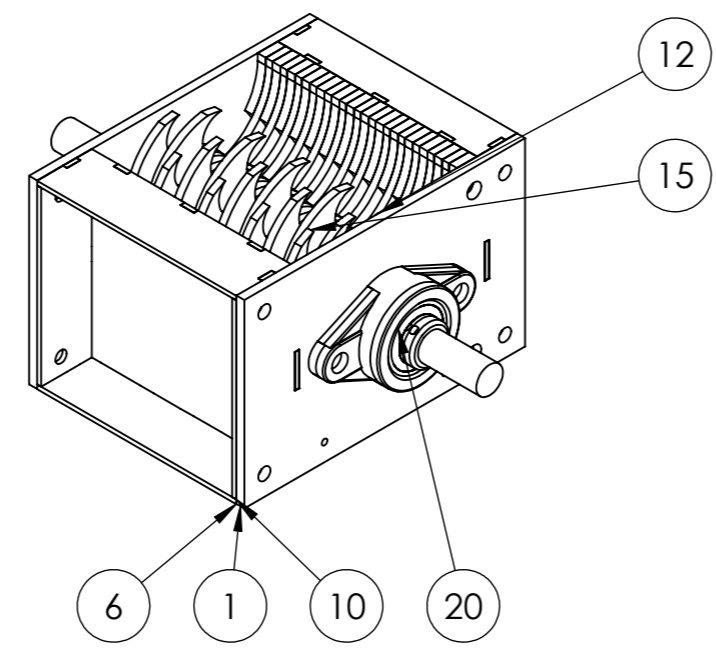
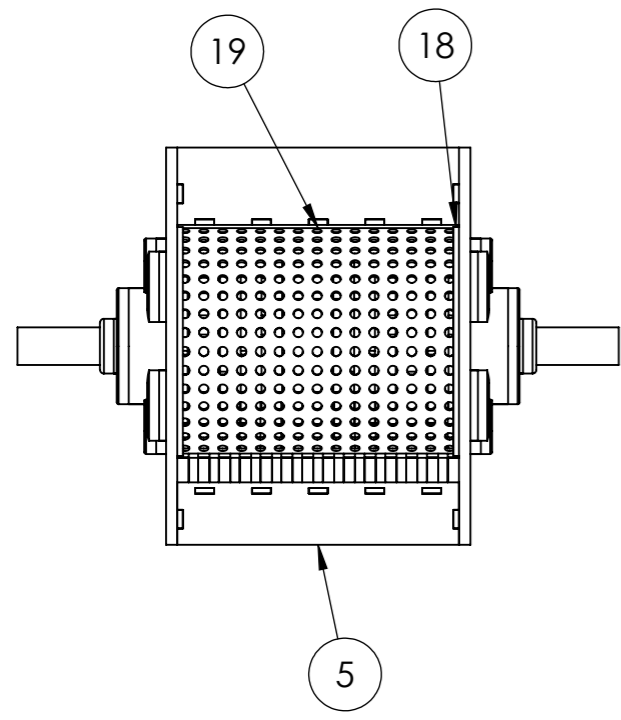
FEUILLE 1 SUR 1



COUPE A-A
ECHELLE 1:4



COUPE C-C
ECHELLE 1:4



No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	/Matériau	QTE
1	Plaque de palier		Acier A60	2
2	Face		Acier A60	2
3	Appui supérieure1		Acier A60	1
4	Appui supérieure 2		Acier A60	1
5	Appui inférieure 1		Acier A60	1
6	Appui inférieure 2		Acier A60	1
7	Pièce de cisaillement 2		Acier A60	14
8	Pièce de cisaillement 1		Acier A60	13
9	Face de coté 1		Acier A60	2
10	Face de coté 2		Acier A60	2
11	axe		Acier A60	1
12	Lame 1		Acier A60	5
13	Bague de lame		Acier A60	13
14	Lame 2		Acier A60	5
15	Lame 3		Acier A60	4
16	Bague de roulement2		Acier A60	2
17	Bague de roulement1		Acier A60	2
18	Support du tamis		Acier A60	2
19	Tamis		Acier A60	1
20	Roulement	UCFL 204 20mm	Acier A60	2

SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

TITRE:
Conception et réalisation d'une unité de récupération des PET (REC. ECO.PLAST).

NOM: _____ SIGNATURE: _____ DATE: _____

AUTEUR: Abbes OUAAR

VERIF. Kamel AOUES

APPR. _____

FAB. _____

QUAL. _____

MATERIAU:
Acier A60

No. DE PLAN
Rec.Eco.Plast

A3

MASSE: _____

ECHELLE:1:5

FEUILLE 1 SUR 1