



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Département 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 :
Younes Abdelmoumen GHACHA

Le : dimanche 4 juillet 2021

Calcul et conception des éléments de broyeur (arbre , disque à lame)

Jury :

Dr	Nour-eddine DERRIASS	Grade	Université de Biskra	Président
Dr	Tarek DJOUDI	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr	Massoud BEN MACHICHE	MBC	Université de Biskra	Examineur

Remerciement

*Tout d'abord, je remercie le Dieu, notre créateur de nos avoir donné
les forces pour accomplir ce travail.*

*J'adresse le grand remerciement à mon encadreur Dr : Djoudi Tarek
pour ses conseils et ses dirigés.*

*Je remercie, également les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer
mon travail.*

*Par ailleurs, la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible sans
le soutien moral et effectif de ma famille.*

*Je remercie donc mes parents pour leur appui et leur soutien durant
toutes mes années d'étude.*

*Finalement, je remercie toute personne qui m'a aidé de manière
directe ou indirecte à la réalisation de cette étude.*

Merci

GHACHA Younes Abdelmoumen

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents.

*Pour leur immense soutien, leur grand amour, leurs sacrifices et leurs
prières.*

A mes chères soeurs,

*Vous aviez toujours cru en moi, et c'est dans votre présence que j'ai puisé
la volonté de continuer.*

A toute ma famille.

A tous mes chers amis.

A tous mes enseignants.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

GHACHA Younes Abdelmoumen

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES TABLEAUX	VI
INTRODUCTION GENERALE	01

CHAPITRE I

1. BROYAGE	4
1.2. OBJECTIFS DE LA BROYAGE	4
1.3. OPERATIONS DE BROYAGE	5
1.3.1. COMPRESSION.....	5
1.3.2. CHOC ET IMPACT.....	5
1.3.3. FRICTION.....	5
1.3.4. CISAILLEMENT	5
1.3.5. COUP.....	5
1.2. MECANISMES DU BROYAGE.....	5
1.2.1. ABARTION.....	6
1.2.2. DESINTEGRATION.....	6
1.2.3 CLIVAGE.....	6
2. MACHINE DU BROYAGE.....	6
2.2. DEFERENT TYPES DE BROYEUR.....	7
2.2.1. BROYEURS À BILLES.....	7
2.2.2. BROYEURS PLANÉTAIRES.....	7
2.2.3. BROYEUR À MORTIER.....	8
2.2.4. MIXEUR HOMOGÉNÉISATEUR À COUTEAUX.....	8
2.2.5. BROYEURS À COUTEAUX.....	9
2.2.6. BROYEURS À ROTOR / À MARTEAUX.....	9
2.2.7. CONCASSEURS À MÂCHOIRES	10

2.2.8. BROYEURS À DISQUES.....	11
3. CLASIFICATION DU BROYEURS.....	12
4. BROYEURS VEGETAUX.....	13
4.2 FONCTION GLOBAL.....	13
4.3. DIFFÉRENTS TYPES DE BROYEUR VEGETAUX.....	14
4.3.1. BROYEUR A DISQUE PORTE-LAMES.....	14
4.3.2. BROYEUR A ROTOR	15
4.3.3. BROYEUR A TURBINE.....	16
4.4. DOMAINE BROYEUR VEGETAUX.....	16
4.5. USAGES DES VEGETAUX BROYEES.....	17
CONCLUSION.....	18
BIBELIOGRAPHIE.....	19

CHAPITER II

1. CALCULE LA FORCE DE COUPE :	23
2. ARBRE :	24
2.1. CHOIX DE MATERIAU :	24
2.1. DIAMETRE DE LA TORSION :	25
3. ROULEMENTS :	26
3.1. CHOIX DE ROULEMENT :	27
3.1. DUREE DE VIE DU ROULEMENT :	27
CONCLUSION :	28
BIBELIOGRAPHIE :	29

CHAPITER III

1. PRESENTATION DE MECANISMES REALISE :	31
2. REALISATION.....	31

2.1. FABRICATION.....	31
2.1.1. PROCESSUS DE FABRICATION :	31
2.1.1.1. COUP :	31
2.1.1.2. TOUR :	32
2.1.1.3. FRAISAGE :	32
2.1.1.4. COMPRESSE :	32
2.1.2. GAMME D'USINAGE L'ARBRE ET DISQUE-LAME.....	33
2.2. ASSEMBLAGE :	37
3. CONCEPTION :	38
3.1. ARBRE :	39
3.2. LAME :	41
3.3. VIS :	43
3.3. HEXAGONALE :	45
CONCLUSION :	47
bebeliographies	48
CONCLUSION GENERALE.....	49

Liste des figures :

CHAPITER I

Figure 1. Les différents modes de broyage.....	5
Figure 2: Les principaux mécanismes de broyage.....	6
Figure 3: différents types des broyeurs.....	11
Figure 4: fonction globale.....	14
Figure 5 : Broyat végétal porte-lame.....	15
Figure 6 : Broyeur à rotor.....	15

Figure 7 : broyeur a turbine.....16

Figure 8: Broyat végétal.....17

CHAPITER II

Figure 1 : Principe de mouvement et vîtes de coup.....23

Figure 2 : Roulement à billes à gorge profonde.....27

CHAPITER III

Figure 1 : l'assemblage de mécanisme..... 37

Figure 2 : arbre..... 40

Figure 3 : lame.....42

Figure 4 : vis..... 44

Figure 5 : disque.....46

Liste des tableaux :

CHAPITER I

Tableau 1: classification les différents types des broyeurs pour utiliser le principe broyage...12

CHAPITER II

Tableau 1 : Les caractéristiques mécaniques des matériaux.....24

Introduction

générale

Le monde, en particulier ceux qui s'intéressent à l'environnement et au développement durable d'aujourd'hui et de demain, doit chercher des alternatives énergétiques qui soient vitales et réduisent les émissions de gaz qui menacent l'environnement et la santé publique.

Dans ce contexte, des recherches récentes ont été menées à l'Université de Biskra, où nous avons trouvé l'utilisation de déchets de palmier dattier et bois comme matière première pour de nombreuses études. Nous avons également remarqué un problème dans le processus de préparation de ces matériaux, notamment en termes de broyage.

À partir de là, nous avons pensé élaborer un plan d'action et une étude qui nous permettraient de réaliser ce processus de broyage et ses conséquences.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré à le broyage et les mécanisme celui-ci et leur opération et concerné à la généralité de broyeur , leurs types, et leurs caractéristiques techniques et classifier selon les opération du broyage , et nous avons présenté broyeur végétaux , leurs types et leurs fonctionnement , et l'objectif celui-ci et l'usage de matériaux broyer.

Le deuxième chapitre le dimensionnement d'arbre et les roulements de ses constituants..

Le troisième chapitre est consacré à la réalisation de notre broyeur, et c'est la phase finale de ce mémoire qui sera réalisé au niveau de l'atelier du Hall de Technologie ,et nous avons présenté les différentes étapes de fabrication des pièces qui composent le broyeur, telles que le dessin de définition a conception par ordinateur, la gamme d'usinage, l'assemblage des pièces....

À la fin de notre simple travail, nous avons créé un résumé qui pourrait comprendre le contenu de l'étude bibliographique et appliquée.

CHAPTER I
GENERALITE

Dans ce chapitre, on a expliqué les caractéristiques du broyage et de ses mécanismes mécaniques et les différents types d'opérations dans celui-ci nous sommes passés à ses différents types de machines et leurs propriétés mécaniques, et ils ont été classés selon les procédés de broyage.

Ainsi, nous avons donné une étude bibliographique à des rectifieuses pour matériaux végétaux et bois.

1. BROYAGE

Le broyage est une opération unitaire visant à fragmenter un matériau pour en réduire la taille afin de lui donner une forme utilisable ou d'en séparer les constituants. À cette fin, le matériau est soumis à des sollicitations mécaniques qui entraînent une augmentation de son énergie libre.

Cette énergie, lors de la fragmentation peut être transformée suivant différents processus en énergie élastique (mettant en jeu les défauts de réseaux qui donnent naissance à la fissuration), en énergie de surface (progression des fissures et génération de fractures), et diverses autres formes d'énergie (avec comme possibles conséquences l'amorphisation superficielle ou massive des solides cristallins, l'agglomération, les transitions polymorphiques, les réactions mécano-chimiques). [1]

1.2. OBJECTIFS DE LA BROYAGE :

Les objectifs et les buts du broyage est de conduire une taille de particule acceptable pour une utilisation spécifique dans plusieurs utilisations et pour un traitement ultérieur à appliquer : [2]

- * Soit d'obtenir une réduction de la dimension des corps solides en vue de faciliter leur conditionnement.

- * Soit par cette réduction, de faciliter des opérations purement physiques, telles que triages, mélanges, dosage, dissolution.

- * Soit de permettre ou de faciliter des réactions physico-chimiques ou chimiques, dont la rapidité est normalement fonction de l'importance des surfaces exposées, c'est-à-dire du degré de division des matières solides.

Une connaissance complète et exacte des buts à atteindre est naturellement la condition première pour la détermination des procédés et des appareils.

1.3. OPERATIONS DE BROYAGE :

Opération de réduction par un procédé industriel ou de laboratoire des matières solides en éléments ou particules de taille inférieure et de granulométrie déterminée 5 Différentes opérations mécaniques sont utilisées pour la broyage des solides : [3]

1.3.1. COMPRESSION :

Des surfaces mobiles exercent une pression sur l'échantillon pris en sandwich

1.3.2. CHOC ET IMPACTE

L'échantillon est projeté contre une surface à une vitesse extrêmement élevée.

1.3.3. FRICTION :

Lors du broyage par friction, l'échantillon est broyé entre deux surfaces par la pression verticale d'une de ces surfaces et le mouvement simultané de l'autre surface.

1.3.4. CISAILLEMENT :

Ici, le broyage s'effectue par effet de cisaillement entre au moins une surface fixe et une surface mobile en un mouvement opposé.

1.3.5. COUP :

Des couteaux en rotation coupent l'échantillon entre les lames ou les couteaux fixes.

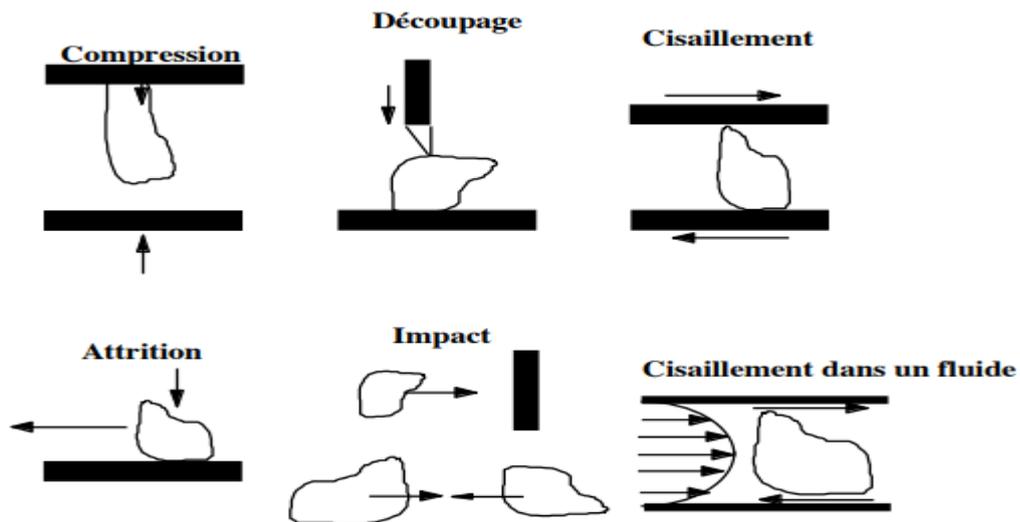


Figure 1. Les différents modes de broyage. [4]

1.2. MECANISMES DU BROYAGE

Suivant le matériau traité et le mode de fragmentation mis en œuvre, différents mécanismes de fragmentation restent possibles. On considère en général trois grands types de

mécanisme de fragmentation qui compte tenu de l'inhomogénéité de la répartition des défauts structuraux des particules, interviendront souvent simultanément : [5]

1.2.1. ABRASION

Consiste en une érosion de la surface des particules ; elle génère deux grandes populations : la première de taille voisine de la particule abrasée, la seconde constitué par les fragments arrachés étant une population de particules beaucoup plus fines que la population de départ. L'abrasion, a donné lieu à de nombreuses études notamment de la part des spécialistes de la fluidisation et des réacteurs catalytiques, domaine dans lesquels ce mode de fragmentation est généré par un phénomène indésirable : l'attrition. L'attrition est définie comme une usure de deux particules dures par frottement.

1.2.2. DESINTEGRATION :

Résulte d'un apport énergétique suffisamment intense pour engendrer une contrainte qui dépasse largement le point de fracture. Les particules ainsi générées sont de petite taille devant celle de la particule mère et la distribution de taille de ces fragments est très étalée.

1.2.3 CLIVAGE :

Phénomène intermédiaire entre l'abrasion et la désintégration, engendre la production de particules du même ordre de grandeur que la particule mère, il résulte d'un apport énergétique juste suffisant à la propagation de fractures préexistantes dans le matériau traité.

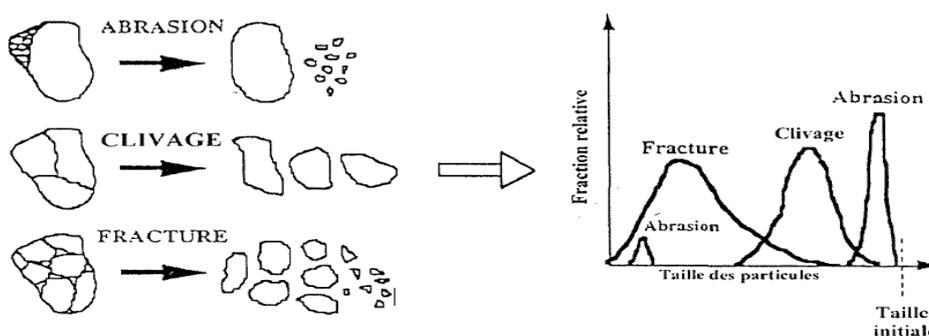


Figure 2: Les principaux mécanismes de broyage. [6]

2. MACHINE DU BROYAGE:

Un broyeur est une machine de broyage des matériaux qui est réalisé par un mariage de deux parties suivante : [7]

- partie mécanique ; qui comporte une trémie, des axes, des utiles de broyage (couteaux, lames, marteaux...etc.), un réducteur de vitesse, et une carcasse qui assure l'assemblage de tous ces éléments...etc.
- partie électrique ; qui contient un circuit de commande (tableau de commande), et un circuit de puissance (moteur électrique ou thermique). Le choix d'un appareil de fragmentation dépend .

2.2. DEFERENT TYPES DE BROYEUR :

Le broyage par écrasement est adapté à des produits dont la granulométrie initiale est grossière ; il consiste à écraser le produit à broyer au moyen 8 machines de broyeurs :

2.2.1. BROYEURS À BILLES :

Un moulin à billes est composé d'un tambour horizontal mis en rotation par un moteur. On le remplit partiellement du produit à moudre puis on ajoute les éléments de broyage (billes métalliques, galets de silex...). Une fois la rotation lancée, un phénomène de cascade broie la substance à moudre en une fine poudre.[8]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

- *Analyse chimique,
- *Recherche sur l'environnement
- *Pharmacie et médecine
- *Biotechnologie |Analyse légale
- *Synthèse de matériau
- *Technologie de matériaux

2.2.2. BROYEURS PLANÉTAIRES :

Les broyeurs planétaires à billes sont utilisés partout où il s'agit de satisfaire des exigences strictes en matière de finesse. Non seulement ces broyeurs assurent les procédés de broyage et de mélange classiques, mais ils satisfont aussi à toutes les conditions techniques pour un broyage colloïdal et assurent l'apport énergétique nécessaire à la mécanosynthèse. Les forces centrifuges extrêmement importantes dans les broyeurs planétaires à billes engendrent une très grande énergie de broyage qui se traduit par des temps de broyage très courts.[9]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

- *Géologie et minéralogie

- *Métallurgie
- *Céramique
- *Recherche sur les matériaux
- *Mécanosynthese |Nanotechnologie
- *Industrie pharmaceutique
- *Chimie
- *Biologie
- *Préparation a l'analyse

2.2.3. BROYEUR À MORTIER :

Le broyeur à mortier est un broyeur universel qui permet de traiter des matériaux très divers : mi-durs, mous, cassants, fibreux, sensibles à la température et humides. Le pilon fragmente l'échantillon en douceur en exerçant pression et friction sur la paroi et sur le fond du mortier.

Le broyage est réalisable à sec ou en suspension. Le broyeur à mortier est également idéal pour mélanger et homogénéiser des échantillons organiques et inorganiques. Pour éviter des phénomènes d'abrasion indésirables, les garnitures de broyage disponibles sont en sept matériaux différents.[10]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

- *Industrie pharmaceutique
- *Agroalimentaire
- *Chimie
- *Secteurs minier et sidérurgique
- *Métallurgie
- *Géologie et minéralogie
- *Industrie du verre et des céramiques
- *Agriculture et forestier

2.2.4. MIXEUR HOMOGÉNÉISATEUR À COUTEAUX :

Un mixeur (parfois appelé un liquidateur dans Anglais britannique) est un cuisine et laboratoire appareil utilisé pour mélanger, purée, ou émulsifier aliments et autres substances.

Un mélangeur fixe se compose d'un récipient mélangeur avec une lame métallique rotative au fond, alimenté par un moteur électrique qui se trouve dans la base. Certains modèles puissants peuvent également écraser de la glace et d'autres aliments surgelés. Le plus récent mélangeur à immersion configuration a un moteur sur le dessus relié par un arbre à une lame rotative en bas, qui peut être utilisé avec n'importe quel conteneur. [11]

Ce type de broyeur a été IDÉAL POUR :

- *Agroalimentaire
- * Agriculture et forestier
- *Industrie pharmaceutique
- *Biologie

2.2.5. BROYEURS À COUTEAUX :

Les broyeurs à couteaux sont l'idéal pour fragmenter des matériaux mous à mi-durs, cassants, fibreux, résistants, sensibles à la température, pour broyer des plastiques et préparer des mélanges hétérogènes. Les échantillons sont fragmentés par coupe et cisaillement, la cassette-tamis détermine la finesse souhaitée.

Différentes géométries de lames, des couteaux et des contre-couteaux amovibles assurent un maximum de flexibilité et de durabilité. Pour contrôler le comportement à l'abrasion, il est possible d'utiliser des outils de coupe en différents types d'acier ou en métal dur carbure de tungstène. [12]

Ce type de broyeur a été IDÉAL POUR :

- *Matières plastiques et textiles
- *Agriculture et forestier
- *Environnement
- *Analyse
- *Matériaux de construction
- *Chimie
- *Agroalimentaire

2.2.6. BROYEURS À ROTOR / À MARTEAUX :

Les broyeurs à impact et à rotor sont les appareils idéaux pour le pré-broyage et le broyage fin de matériaux mous à mi-durs, cassants, fibreux et sensibles à la température dans les laboratoires d'analyse et dans l'industrie. L'échantillon est fragmenté à grande vitesse sous l'effet d'impact et l'effet de choc. La finesse finale des échantillons est déterminée par le tamis annulaire utilisé.

Afin d'éviter toute abrasion perturbatrice des broyeurs rapides à rotor, utiliser des rotors acier inoxydable, titane pur, carbure de tungstène en métal dur ou oxyde de zirconium. Le broyeur à marteaux est disponible avec un insert de broyage en fonte ou en acier inoxydable pour une dureté supérieure. [13]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

Analyse

*Biologie

*Chimie

*Agriculture et forestier

*Agroalimentaire

*Matières plastiques et textiles

*Industrie pharmaceutique Environnement/Directive

*Géologie et minéralogie

*Secteurs minier et sidérurgique

*Métallurgie

2.2.7. CONCASSEURS À MÂCHOIRES :

Un concasseur est une machine conçue pour réduire les grosses roches en petites pierres, gravier, ou poussière de roche. Les concasseurs peuvent être utilisés pour réduire la taille ou changer la forme des déchets afin qu'ils puissent être plus facilement éliminés ou recyclés. Ils peuvent également réduire la taille d'un mélange solide de matières premières (comme le minerai), de sorte que ses différents composants puissent être séparés. Le concassage est le processus d'application d'une force, amplifiée par avantage mécanique, à l'aide d'un matériau dont les molécules sont liées plus solidement et résistent mieux à la déformation que celles du matériau à concasser. [14]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

Secteurs minier et sidérurgique

*Chimie

*Géologie et minéralogie

*Industrie du verre

*Industrie céramique

*Sciences de la terre

*Roches et minerais.

2.2.8. BROyeurs À DISQUES :

Le broyeur à disques oscillants est la solution idéale de broyage ultrarapide pour atteindre la finesse d'analyse, avec des matériaux doux à durs, cassants, résistants, fibreux et humides. Le broyage est réalisé par oscillation circulaire de la garniture de broyage sur un plateau oscillant, sous l'effet de forces importantes pression, de choc et de friction. [15]

Ce type de broyeur a été idéal pour :

- *Secteurs minier et sidérurgique
- *Industrie céramique
- *Sciences de la terre
- *Industrie du verre
- *Agriculture et environnement
- *Préparation d'échantillons

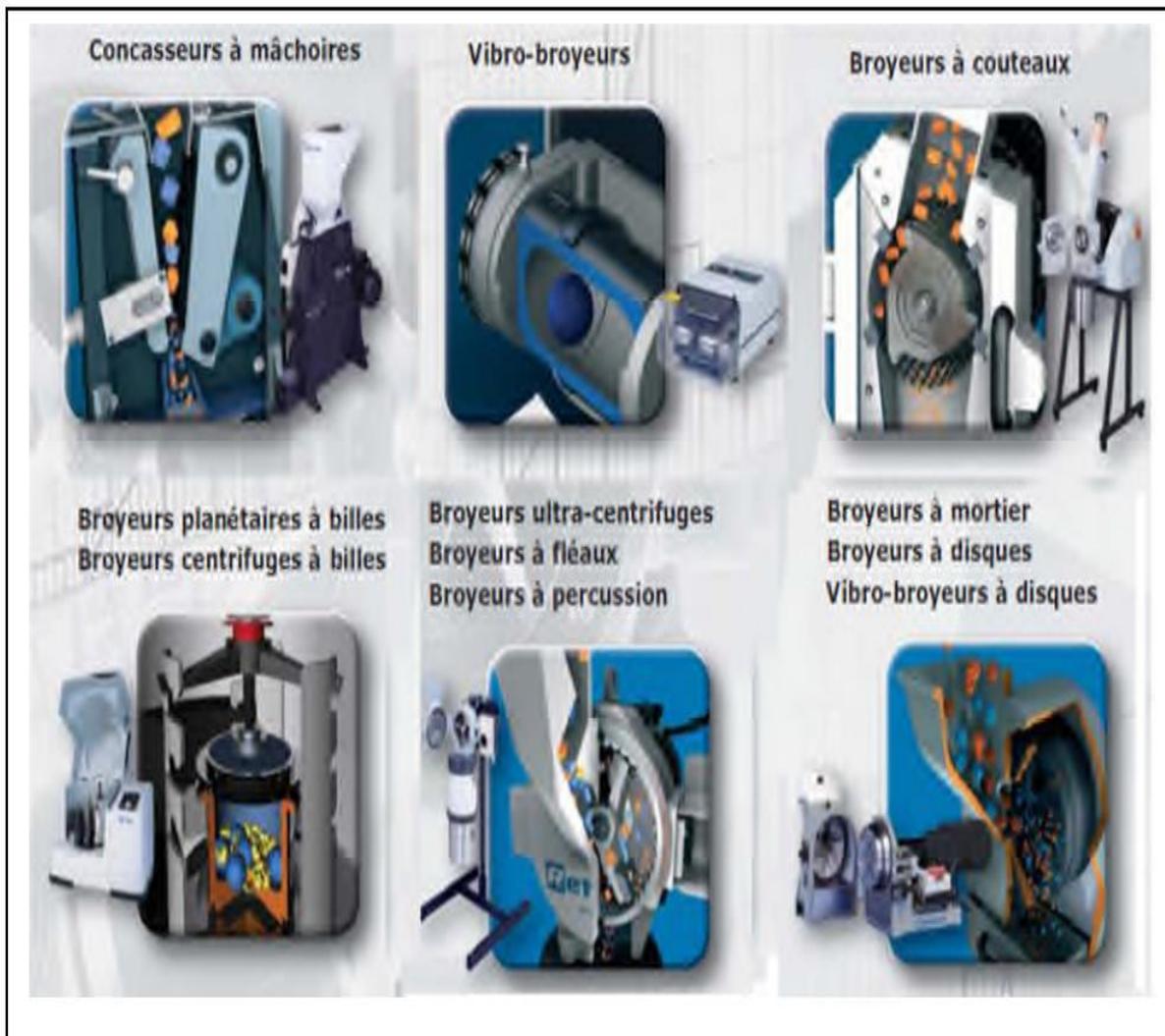


Figure 3: différents types des broyeurs [3]

3. CLASIFICATION DU BROYEURS :

Classée les 8 broyeurs selon les 5 opération de broyage :

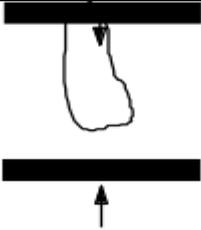
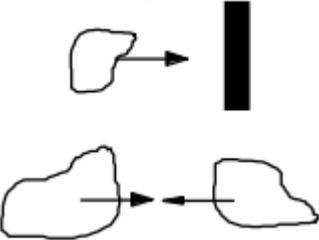
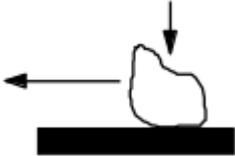
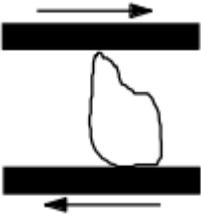
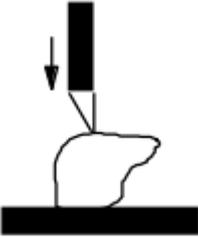
Techniques de broyage	Ooération de broyage	Type de broyeur
	Compression	Concasseurs à mâchoires
	Choc et impact	*Broyeurs planétaires *Broyeurs à billes *Broyeur à disques oscillants *Broyeurs rapides à rotor *Broyeurs à marteaux
	Friction	*Broyeur à mortier *Broyeurs à disques
	Cisaillement	*Broyeurs à disques *Broyeurs rapides à rotor *Broyeurs à marteaux
	Coupe	*Broyeurs à couteaux *Mixeur homogénéisateur à couteaux

Tableau 1: classification les différents types des broyeurs pour utiliser le principe broyage [16]

4. BROYEURS VEGETAUX :

Le broyeur de végétaux est un outil dont la fonction consiste à broyer les végétaux taillés dans le jardin, comme son nom l'indique. Pratique, il est l'allié des jardiniers amateurs comme confirmés. En effet, tout propriétaire de jardin sait combien la saison de la taille des arbres et arbustes peut être génératrice de déchets verts très vite volumineux. Pour éviter d'incessants allers-retours vers la déchèterie, le broyeur de végétaux est une solution pratique puisqu'il broie les feuilles et les branchages afin de réduire considérablement l'amoncellement et le volume des déchets verts. [17]

4.2 FONCTION GLOBAL :

Un broyeur de végétaux est constitué d'une trémie de chargement et de système de broyage. Par ailleurs, cet appareil est doté de lames ou de couteaux tranchants placés dans un silo de coupe .

Un broyeur de végétaux fonctionne selon un principe très simple. Branches et branchages sont introduits dans une trémie au fond de laquelle un dispositif de coupe les déchiquète et les réduit. Les copeaux sont évacués par le mouvement.[18]

La taille des copeaux varie dans des proportions importantes, selon le mécanisme mis en oeuvre. [19]

Réduire le volume des déchets végétaux Fonction d'usag : [20]

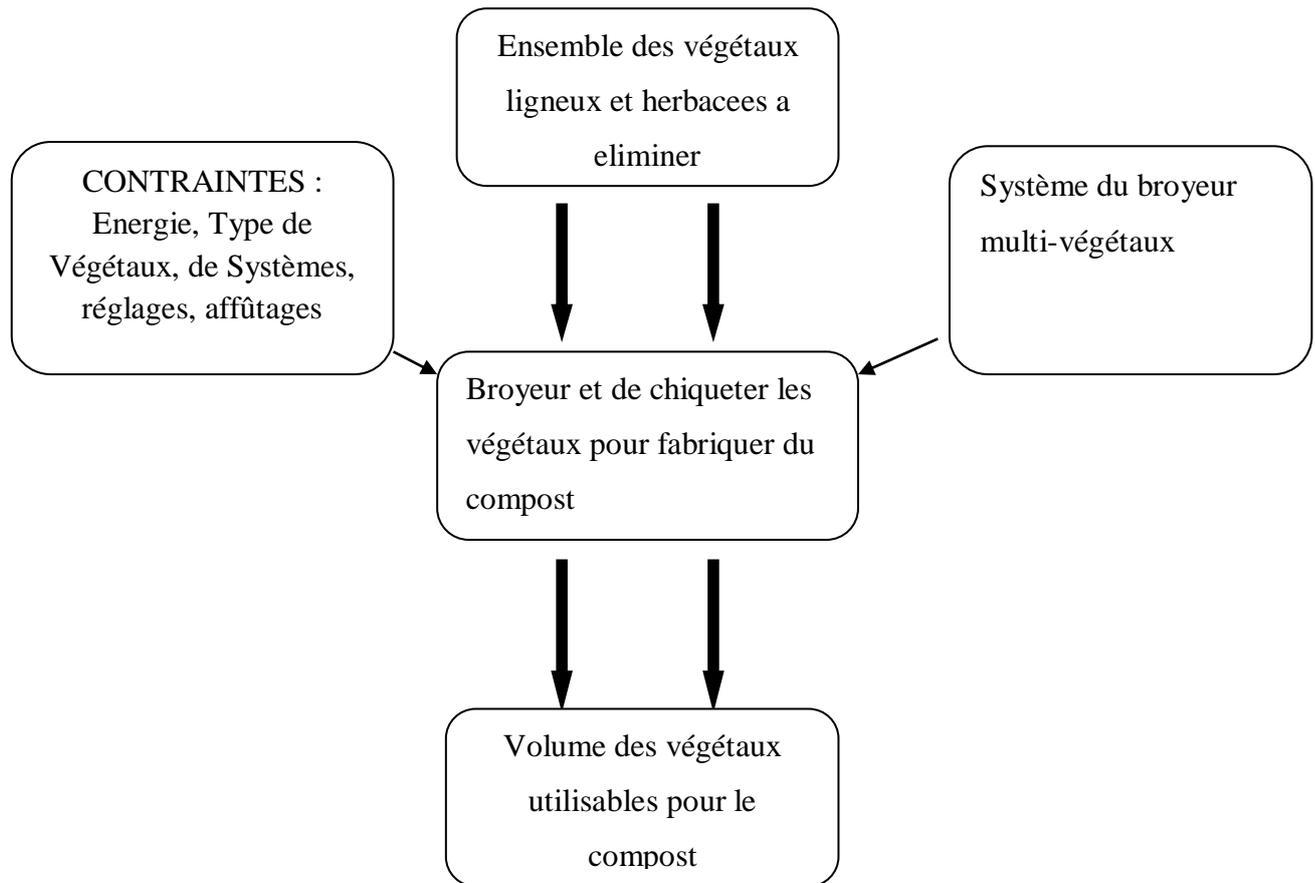


Figure 4: fonction globale

4.3. DIFFÉRENTS TYPES DE BROYEUR VÉGÉTAUX :

Les broyeurs végétaux sont classés en trois classes principales selon la forme de leur lames de coupage.

4.3.1. BROYEUR A DISQUE PORTE-LAMES :

Ce système de broyage utilise un plateau tournant à grande vitesse, sur lequel sont fixés des couteaux/lames réversibles. C'est exactement le même principe que celui du robot ménager.

Il est particulièrement approprié pour les déchets de petite taille comme les petites branches d'arbustes ou rameaux. C'est le système le plus courant installé sur les broyeurs électriques les moins coûteux.

Ce mécanisme de coupe permet un débit de traitement rapide et un broyage très fin pour le paillage, cependant il est plutôt bruyant et l'impossibilité d'inverser le sens de rotation du plateau peut rendre le débouillage fastidieux . [21]

Idéal pour un petit jardin (moins de 300 m²), sans grand arbuste et sans gros travaux de taille à effectuer avant l'hiver, et surtout sans arbres à bois dur. Il servira surtout à broyer des feuillages et branchages souples.



Figure 5 : Broyat végétal porte-lame

4.3.2. BROYEUR A ROTOR :

Ce système se présente sous la forme d'un axe tournant sur lequel des lames (interchangeables ou non) sont fixées.

Il permet de couper de branches de gros diamètre pour donner un broyat grossier, idéal pour le compostage. Son silence relatif est également un avantage, tout comme sa facilité de nettoyage grâce à la possibilité d'inverser le sens de rotation du rotor.

Cependant, son débit est assez faible et il s'accommode moins bien des déchets frais et des feuilles, comparativement au plateau tournant. [22]



Figure 6 : Broyeur à rotor

4.3.3. BROYEUR A TURBINE :

Le dispositif de coupe des broyeurs à turbine reprend le principe du rotor. Simplement ce rotor est en forme d'entonnoir, ressemblant à une turbine.

Cette forme spécifique permet le traitement de branches en bois dur et rend virtuellement tout bourrage impossible.

Le broyat obtenu est légèrement plus fin que celui d'un mécanisme à rotor, il pourra être utilisé aussi bien pour du compostage que du paillage. [23]



Figure 7 : broyeur a turbine

4.4. DOMAINE BROYEUR VEGETAUX :

En effet, l'entretien d'un jardin implique de tailler les haies, de nettoyer les massifs et le potager, de couper les branches et les arbustes, d'élaguer les arbres de façon régulière .

Donc Il y a plusieurs utilisations broyeur végétaux , Mentionnez-les :

- taille des haies.
- taille des arbres et arbustes.
- entretien des arbres
- nettoyage des massifs et du potager

En ce sens, cette machine génère d'importantes quantités de déchets végétaux . [24]

4.5. USAGES DES VEGETAUX BROYEES :

Le broyat issu de votre broyeur pourra être employé pour pailler le sol, ce qui maintient l'humidité et limite la propagation des mauvaises herbes.

Si vous êtes adapte du compostage, et notamment le compostage des déchets verts, les débris issus du broyeur rejoindront les résidus de tonte pour former un compost comportant un bon rapport de déchets azotés et carbonés (lire : Un broyeur pour un bon compost).

Vous pouvez également mettre en oeuvre la technique du Bois Raméal Fragmenté (BRF), une façon naturelle de redonner au sol des éléments nutritifs. [25]



Figure 8: Broyat végétal

CONCLUSION :

A la fin de l'étude théorique et de recherche sur la machine broyeuse, il a été constaté qu'elle a une grande importance dans notre vie quotidienne, avec son utilisation multiple dans le broyage de la plupart des différents matériaux solides.

Ce type de machine a des propriétés mécaniques, des mécanismes de travail différents, et plusieurs types et branches qui nécessitent leur classification et leur agencement en fonction des opérations de broyage.

Cette étude a également été suivie d'un commentaire sur le broyeur végétal, ses types et les usages des matières végétales broyées.

Bibliographie

- [1]. **Alain Chamayou, Jacques Fages.** Broyage dans les industries agroalimentaires. <https://hal.archives-ouvertes.fr>. [En ligne] 15 sep 2015. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00442390v2/document>.
- [2]. **Allal Said.** Cinétique de broyage des matières premières par les broyeurs à boulets (a revêtement en caoutchouc). <http://dspace.univ-msila.dz>. [En ligne] 2017/2018. <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6108/534.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [3]. BROYAGE TAMISAGE DIVISION. <https://www.imlab.com>. [En ligne] <https://www.imlab.com/fritsch/Brochure-FR-Fritsch-Imlab.pdf>. Le 01/07/2021
- [4]. **Alain Chamayou, Jacques Fages.** Broyage dans les industries agroalimentaires. <https://hal.archives-ouvertes.fr>. [En ligne] 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00442390v2>.
- [5]. **Alain CHAMAYOU, Jacques FAGES.** Broyage dans les industries. <https://hal.archives-ouvertes.fr>. [En ligne] 15 sep 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00442390v2/document>.
- [6]. **karima BELAROU.** COMPRÉHENSION DES MECANISMES DE FRAGMENTATION PAR ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE. <https://hal.univ-lorraine.fr>. [En ligne] 10 Décembre 1999. <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01749897/document>.
- [7]. **Mr.HADDAD Adel , Mr.TOUATI Zoubir.** Amélioration des caractéristiques techniques d'un broyeur pour les bouteilles en plastique. <http://www.univ-bejaia.dz>. [En ligne] 2012/2013. <http://www.univ-bejaia.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/9119/Am%20C3%A9loration%20des%20caract%C3%A9ristiques%20techniques%20d%E2%80%99un%20broyeur%20pour%20les%20bouteilles%20en%20plastique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [8]. <https://fr.wikipedia.org>. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Moulin_%C3%A0_billes.
Le 01/07/2021
-

- [9]. [En ligne] (<https://www.retsch.fr/fr/produits/broyer/broyeurs-a-billes/broyeurs-planetaires-billes-pm-100/fonction-caracteristiques/>) .Le 01/07/2021
- [10]. [En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeur-a-mortier/>. Le 01/07/2021
- [11]. [En ligne] <https://bf.vvikipedla.com/wiki/Blender>. Le 01/07/2021
- [12]. [En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-a-couteaux/>. Le 01/07/2021
- [13]. [En ligne] (<https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-a-rotor-a-marteaux/>). Le 01/07/2021
- [14]. [En ligne] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Concasseur>. Le 01/07/2021
- [15]. [En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-a-disques/>. Le 01/07/2021
- [16]. BROYAGE TAMISAGE DIVISION. <https://www.imlab.com>. [En ligne] <https://www.imlab.com/fritsch/Brochure-FR-Fritsch-Imlab.pdf>. Le 01/07/2021
- [17]. [En ligne] <https://bricoleurpro.ouest-france.fr/dossier-758-broyeur-vegetaux.html>.
Le 01/07/2021
- [18]. [En ligne] <https://monjardinmamaison.maison-travaux.fr/mon-jardin-maison/amenagement-de-jardins/broyeur-de-vegetaux-principe-de-fonctionnement-criteres-de-choix-256313.html>. Le 01/07/2021
- [19]. [En ligne] <https://www.gerbeaud.com/jardin/outils/broyeur-vegetaux-choisir.php>. Le 01/07/2021
- [20]. <http://www4.ac-nancy-metz.fr>. [En ligne] http://www4.ac-nancy-metz.fr/autocompetences/2_ressources_pedagogiques/12_parcs-et-jardins/stockage_debatty-jc/f-materiels-creation-ev/10_materiels-connexes-specifiques/les-broyeurs-vegetaux.pdf.
Le 01/07/2021
- [21]. [En ligne] <https://www.broyeurs-vegetaux.com/>. Le 01/07/2021

[22]. [En ligne] <https://www.broyeurs-vegetaux.com/>. Le 01/07/2021

[23]. [En ligne] <https://www.broyeurs-vegetaux.com/>. Le 01/07/2021

[24]. [En ligne] <https://www.gerbeaud.com/jardin/outils/broyeur-vegetaux-choisir.php>.

Le 01/07/2021

[25]. [En ligne] <https://www.gerbeaud.com/jardin/outils/broyeur-vegetaux-choisir.php>.

Le 01/07/2021

CHAPTER II

DIMENSIONEMENTS

Dans ce chapitre on passe au dimensionnement de notre broyeur, et après avoir consulté plusieurs fiches techniques des broyeurs existant sur le marché nous avons défini le cahier des charges.

Qui est le broyeur à 2disque- lames en utilisé en palmier datier et les fibre végétaux , ainsi que les calculs mécaniques de ceux-ci tels que la résistance des éléments et la sélection des matériaux.

Dance comme nous le calculerons :

*La force de la coupe F_c

*Le diamètre de l'arbre à la flexion et la torsion

*Dimension les roulements

1. CALCULE LA FORCE DE COUPE :

$$P = M_c \times w \dots \dots \dots (1)$$

w : Vitesse angulaire.

P : La puissance du moteur qui entraine le broyeur.

M_c : la couple du moteur.

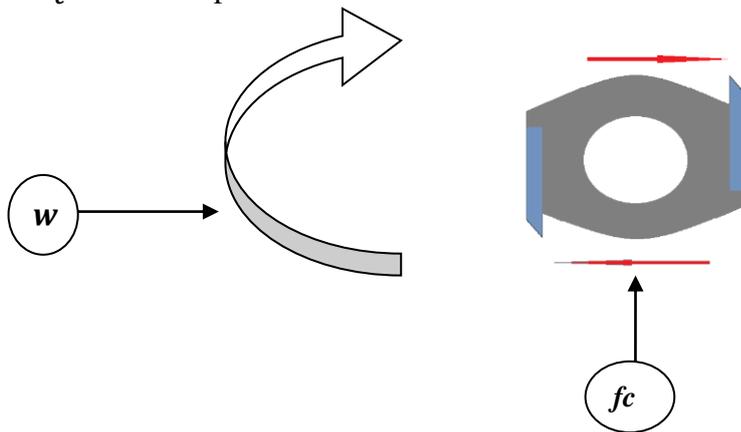


Figure 1 :Principe de mouvement et vîtes de coup

Nous avons la relation suivants :

$$M_c = F_c \times \frac{D}{2} \dots \dots \dots (2)$$

D : Le diamètre de l'arbre à couteux.

F_c : La force de coupe du plastique en N.

En remplace (2) dans (1) :

$$P = F_c \times \frac{D}{2} \times w$$

Ou l'on tire la force de coupe dans la formule suivante :

$$F_c = \frac{2P}{D \times w}$$

Avec :

$$w = \frac{2\pi N}{60} \implies w = \frac{2\pi 11000}{60} = 1151.91 \text{ tr/min}$$

Et : N est la vitesse de rotation de l'arbre en [tr/min].

Application numérique :

$$F_c = \frac{2 \times 800}{22 \times 10^{-3} \times 1151.91} = 63.13 \text{ N}$$

2. ARBRE :

2.1. CHOIX DE MATERIAU :

Le choix de matériau de l'arbre a été faite selon les matériaux utilisé généralement dans la fabrication des arbres des broyeurs; ainsi que la disponibles dans le hall technique de l'université de biskra [1].

L'acier A60	A : Aier ordinaire	60 : Résistance minimale à la rupture est 60 [daN/mm²]
S335	S : Pour acier d'usage général.	335 : Limite d'élasticité est 335 MPa
<ul style="list-style-type: none"> • Famille des aciers non alliés. • Aciers d'usage courant ne devant subir aucun traitement thermique. 		

Tableaux. Les caractéristiques mécaniques des matériaux

On a $\sigma_p < R_e$ avec $R_e = \sigma_e = 335 \text{ MPa}$ (R_e : Résistance d'élastique).

On prend un coefficient de sécurité $s = 5$

Avec : $S = \sigma_e / \sigma_p$

Où : σ_p est la résistance pratique du matériau en **Mpa**,

σ_e est la résistance d'élasticité du matériau en **Mpa**,

Et s est le coefficient de sécurité ($s = 2.5$) pour notre étude.

D'où la relation devient :

$$\sigma_p = \sigma_e / s$$

Application numérique :

$$\sigma_p = 335/5$$

$$\Rightarrow \sigma_p = 67 \text{ MPa}$$

$$\tau_e = 0.7 \times \sigma_e$$

$$\tau_p = 0.7 \times \sigma_p$$

Où : σ_p est la contrainte pratique à la traction en **Mpa**,

τ_p est la contrainte pratique au cisaillement en **Mpa**.

Application numérique :

$$\tau_p = 0.7 \times 67 \Rightarrow \text{Techniques dès l'ingénieurs.}$$

$$\tau_p = 46.9 \text{ MPa}$$

2.1. DIAMETRE DE LA TORSION :

Premièrement nous allons calculer le moment de torsion de l'arbre qui porte les disques à partir les données qui se trouvent dans le cahier de charge, dans le but de calculer son diamètre qui peut résister à l'effort de torsion appliquée sur cet arbre.

Nous avons la relation suivante :

$$M_t = \frac{P}{w}$$

M_t : Le moment de torsion de l'arbre en N.m

Application numérique :

$$M_t = \frac{800}{1159.42} = 0.69 \text{ N.m} = 694 \text{ N.mm}$$

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

$$\tau_{max} \leq \tau_p \quad \text{avec} \quad \tau_{max} = \frac{M_t}{I} \times \theta$$

I_0 : Le moment que distique polaire en (mm^4). $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$

V : Le rayon de l'arbre [$v = R$].

Nous allons calculer le diamètre de l'arbre à la torsion, d'où on obtient la relation finale suivantes :

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_t \times 16}{\pi \times \tau_p}} = \sqrt[3]{\frac{694 \times 16}{\pi \times 46.9}} = 4.22 \text{ mm}$$

3. ROULEMENTS :

La majorité des roulements sont composés d'une bague intérieure et d'une bague extérieure, d'éléments roulants (billes ou rouleaux), et d'une cage. Les éléments roulants situés entre les deux bagues du roulement sont maintenus à égale distance les uns des autres par la cage qui les guide et facilite leur rotation.

La surface sur laquelle roulent les éléments roulants est appelée « chemin de roulement ». Elle supporte les charges appliquées aux roulements. En général, la bague intérieure est montée sur l'arbre et la bague extérieure dans le logement.

Les éléments roulants se divisent en deux catégories : les billes et les rouleaux. Les Rouleaux sont classés en fonction de leur forme, rouleaux cylindriques, rouleaux coniques, rouleaux sphériques ainsi que les aiguilles.

Le contact entre les éléments roulants et les bagues pour les roulements à billes est ponctuel alors que le contact pour les roulements à rouleaux est linéaire.

Les roulements sont conçus de telle manière que les éléments roulants effectuent simultanément une rotation autour de leur propre axe et autour de l'axe des pistes [2].

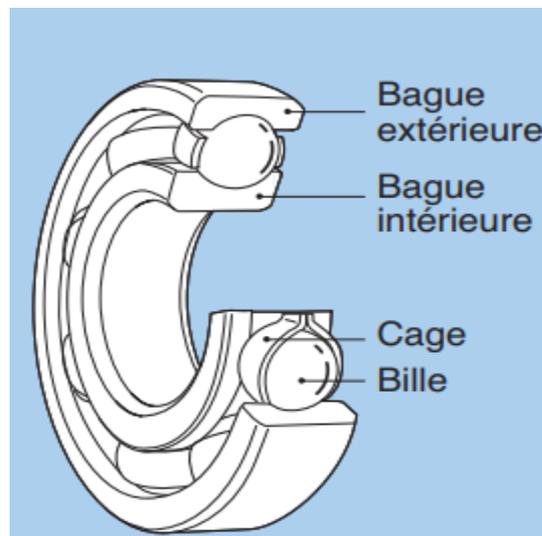


Figure 2. Roulement à billes à gorge profonde .[3]

3.1. CHOIX DE ROULEMENT :

Selon certains critères, tels que l'espace de montage disponible, la capacité et la nature de la charge calculée, ainsi que la vitesse de rotation de l'arbre. Nous avons choisi le type de roulement à billes.

Palier de roulement référence : **UC 206**

3.1. DUREE DE VIE DU ROULEMENT :

$$L_{10} h = \left(\frac{C}{p}\right)^n \left(\frac{10^6}{60 \times N}\right)$$

N = 3 pour les roulements à billes.

C = 19500 N

P = F_c = 63.13 N

Application numérique :

$$L_{10} h = \left(\frac{19500}{63.13}\right)^3 \left(\frac{10^6}{60 \times 11000}\right) = 44653194.16 h$$

CONCLUSION :

Dans cette partie, nous avons effectué la sélection des matériaux et les calculs dimensionnels des principaux composants du broyeur à disque-lame, tels que l'arbre et les roulements.

Ce broyeur est destiné au broyage du palme de palmier dattier et matériaux végétaux, c'est pourquoi les calculs ont été effectués en fonction des données disponibles et des propriétés mécaniques des matériaux (palme de palmier dattier et matériaux végétaux) à broyer.

Bibliographes :

- [1]. HAMRI, Okba, et al. Etude et conception et réalisation d'un broyeur pour le recyclage des déchets plastiques. 2018. PhD Thesis. Université Abderrahmane Mira-Bejaia.
- [2]. Djebili, O., 2013. Contribution à la maintenance prédictive par analyse vibratoire des composants mécaniques tournants. Application aux butées à billes soumises à la fatigue de contact de roulement (Doctoral dissertation, Reims).
- [3]. Disponible sur :

<https://www.maxicours.com/se/cours/designation-des-roulements/>

CHAPTER III

REALISATION ET CONCEPTION

Dans ce chapitre et pour les suivants, on emploiera le terme de « éco-élagueur » pour désigner le futur système de coupe , Afin de valider ce concept, nous avons décidé de concevoir et de réaliser un broyeur utilisable .

Ce broyeur a donc été conçu et dessiner en CAO grâce au logiciel SOLIDWORKS , puis a été fabriqué, monté et testé. C'est la version finale qui est présentée ici , la fabrication de notre mécanisme tout en fabriquant les différentes pièces qui le constitue et au montage de ces dernières.

La réalisation est effectuée au niveau du HALL TECHNOLOGIE.

1. PRESENTATION DE MECANISMES REALISE :

Dans travail réalisé, la construction et réalisation consistent en un mécanisme qui consiste en un axe de rotation horizontal fixé sur deux roulements, il y a extrémité avec un moteur électrique avec une vitesse de 11000 tr/min, et à l'autre extrémité nous trouvons un outil disque a lame assemblés à l'axe par pression .

2. REALISATION

La réalisation est partagée en deux étapes essentielles :

- La fabrication des pièces (arbre, disques à lames).
- L'assemblage des pièces.

2.1. FABRICATION

Après avoir effectué les ajustements structurels nécessaires à notre broyeur, nous sommes passés à la fabrication de pièces au niveau du hall technologique de l'Université de Biskra, et avons commencé à mettre les pièces en coupe, tournage, fraisage et pliage, où on a passé ces pièces par chaque opération a la machine concernée qui la réalise.

2.1.1. PROCESSUS DE FABRICATION :

2.1.1.1. COUP :

La coupe des différentes pièces est la première étape suivie dans l'atelier de hall de la technologie durant la coupe on a utilisé une tronçonneuses, scie hydraulique, Cisaille guillotine pour couper les pièces nécessaires, parmi eues:

Tube rond plein pour l'arbre.

2.1.1.2. TOUR :

L'arbre et la bague de serrage ont été réalisés à l'aide d'un tour situé dans le hall technologique.

2.1.1.3. FRAISAGE :

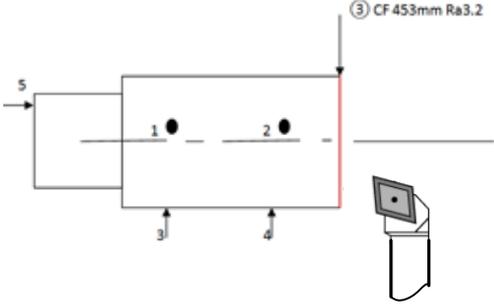
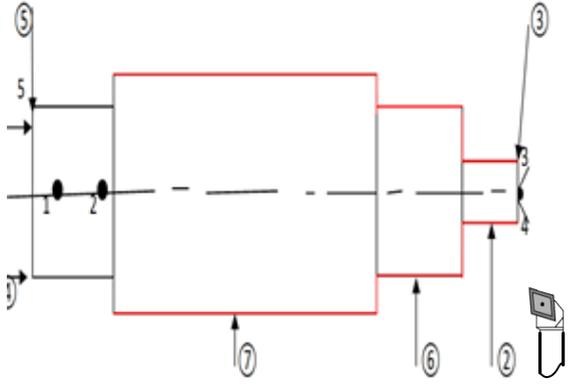
Cette procédure a été utilisée pour faire deux rainure pour fixé les lames , et enlèvement de matière en 2 coins hexagonale brut pour fabriquent le disque pour etre cet mécanisme en bonne forme .

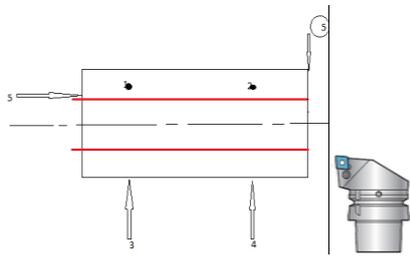
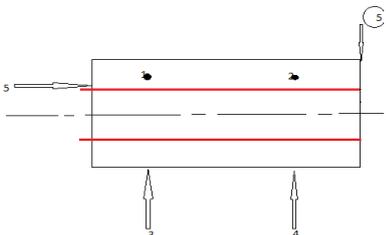
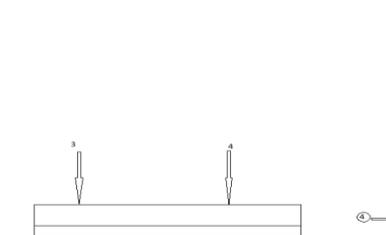
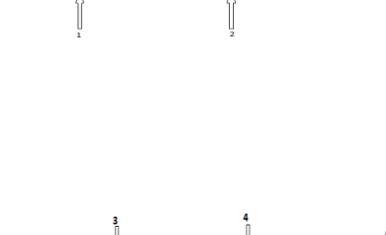
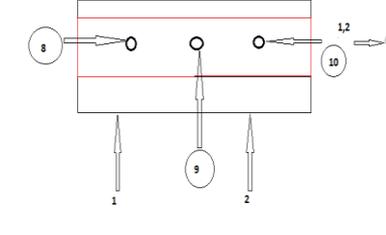
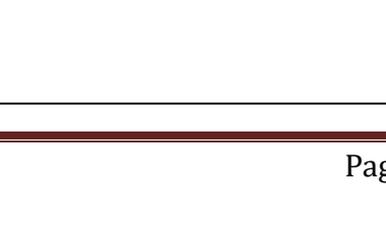
2.1.1.4. COMPRESSE :

Cette procédure a été utilisée pour faire assemblé l'arbre et le disque pour un bonne fixation réalisable de ce mécanisme.

2.1.2. GAMME D'USINAGE L'ARBRE ET DISQUE-LAME

Pha	S.Ph	OP	Désignation	Machine	Outillage		Croquis
000			Contrôle de brute		coupe	mesure	
100	10		Tournage	tour	Outil à dressée	Pied à coulisse	
		1	Isostasime Centrage longue ⑩1, 2, 3, 4 Appui ponctuel ③5				
		2	Dressage surface ⑤ en Eb cf1 = 30 Ra 3.2			Pied à coulisse	
		3	Dressage surface ⑤ en F cf1 = 30 Ra 3.2				
		4	Charioter surface ④ en Eb Ø22 30mm ①		Outil à charioter	Pied à coulisse	
		5	Charioter surface ④ en F Ø22 30mm ①				
		6	Perçages surface ⑨ ⑬ Ø14mm L 30mm Ra 3.2		Foret Ø14mm	Tampon lisse	
		7	Taraudage surface ⑫ M14 Ra3.2		Jouge taraudage M14		

20	1	2éme serrage Centrage longue ④1, 2, 3, 4 Appui ponctuel ⑤ 5	tour	Outil à dresser	Pied à coulisse	 <p>③ CF 453mm Ra3.2</p> <p>Charioter surface ②⑥⑦, ②∅14 L30mm, ⑥∅22 L123mm ⑦∅30 L200mm</p> <p>Filetage surface ② M14 L30mm</p>
	2	Dressage la surface ③en Eb Ø30mm cf 453mm Dressage la surface ③en F Ø30mm cf 453mm				
	3					
	4	ispstatisme Montage mixte Centrage court ④ 1, 2 Point ne tournant ③3,4 Appui ponctuel ⑤ 5 Chariotage surface ②, ⑥, ⑦en EB ②∅14 30mm Ra 3.2 ⑥∅22 123mm Ra 3.2 ⑦∅30 200mm Ra3.2 Chariotage surface ②, ⑥, ⑦en f ②∅14 30mm Ra 3.2 ⑥∅22 123mm Ra 3.2 ⑦∅30 200mm Ra3.2 Filetage surface ② M14 L 30mm		Outil à charioter	Pied à coulisse	
	5					
	6					
	7			Outil à fileter M14	Bague fileté M14	

Pha	S.Ph	OP	Désignation	Machine	Outillage		Croquis			
000			Contrôle de brute		coupe	mesure				
100	10	1	Tournage Isostasime Centrage longe ⑩1, 2, 3, 4 Appui ponctuel ③⑤	Tour	Outil à dressée	Pied à coulisse				
		2	Dressage surface ⑤en Eb cf1 = 3.2							
		3	Dressage surface ⑤en F cf1 = 3.2							
		4	Perçages surface ⑨, ⑬ Ø22mm L 90mm Fraisage Isostasime							
		20	1	Centrage longe 1, 2, 3, 4 Appui ponctuel Fraise surface et en Eb	Fraisuse	Foret Ø20mm	Pied à Coulisse			
			2	L=90mm , a=20mm , b=2.5mm Perçages surface(8)						
			3	(10)(11) Ø6mm a la prochain surface						
			4	Taraudage surface(8) (9)(10) M6						
								Foret Ø6mm	Tampon lisse	
								Jouge taraudage M6		

30	1 2 3 4	<p>Fraisage Isostasime Centrage longe 1, 2, 3, 4 Appui ponctuel</p> <p>Fraise surface et en Eb L=90mm , a=20mm , b=2.5mm</p> <p>Perçages surface(11) (12)(13) Ø6mm a la prochain surface</p> <p>Taraudage surface(11) (12)(13)M6</p>	Fraisouse	Foret Ø20mm Foret Ø6mm Jouge taraudage M6	Pied à coulisse Tampon lisse	
----	------------------------------	--	-----------	---	---	--

2.2. ASSEMBLAGE :

L'assemblage les pièces (arbre, disque,2 lame et les vis) ,l'opération pour assemblée entre l'arbre et disque c'est le compression par la machine du compresse .

Le type de fixation entre les deux lames et disque par 6 vis M6 , trois vis fixée une lame en disque croix rainure a extrémité par filetage M6 , la même chose en loutre lame .



Figure 1 : l'assemblage de mécanisme

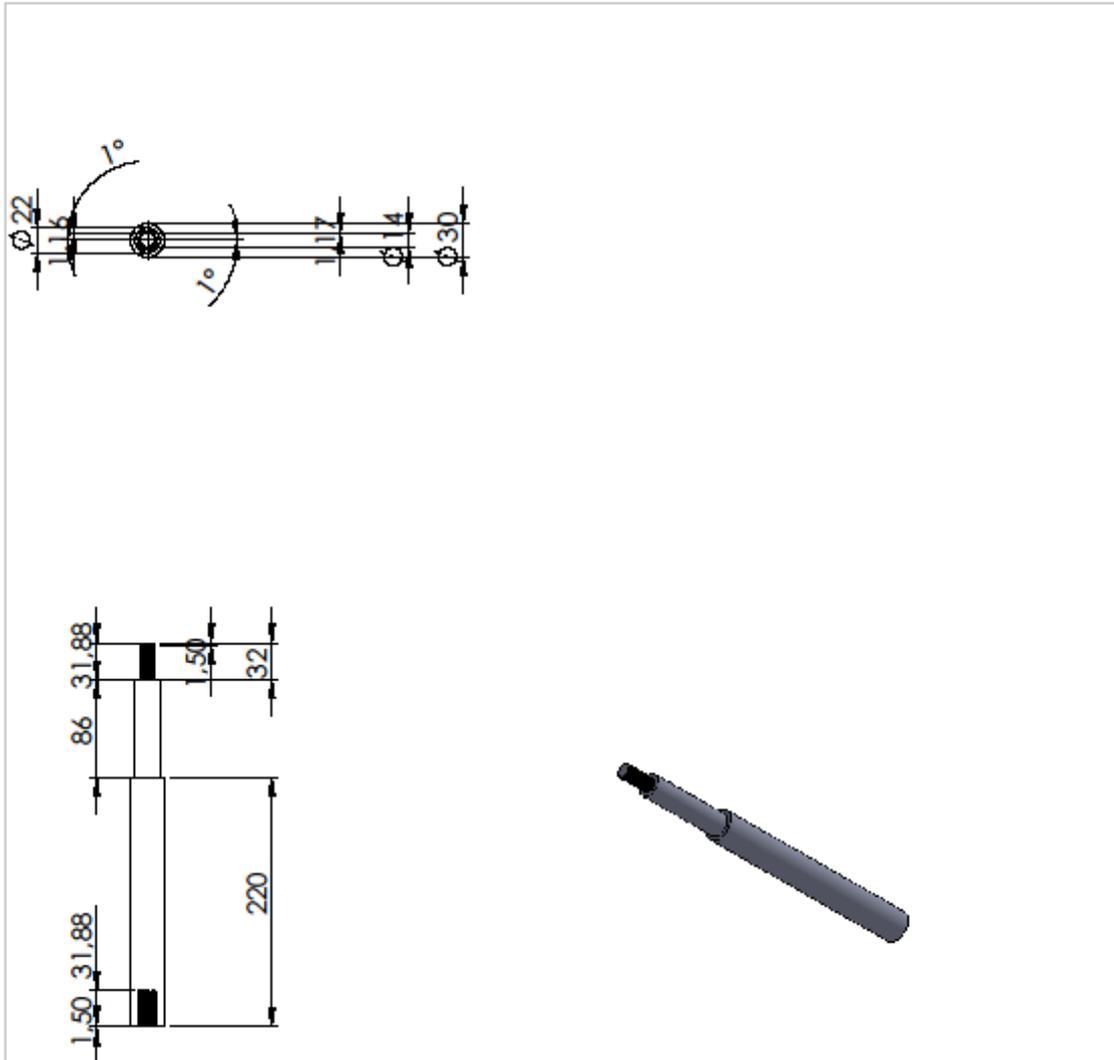
3. CONCEPTION :

J'ai trouve un logicielle pour désigné les pièces et plue déffinie leur pièces , cet logicielle c'est SOLIDWORKS version 2012 .

Ce logicielle concerne propriétaire de conception assistée par ordinateur 3D (CAO) fonctionnant sous Windows .

La Conception Assistée par Ordinateur (CAO), c'est une technique dans laquelle l'homme et l'ordinateur sont rassemblés pour résoudre des problèmes techniques dans une équipe qui associe étroitement.[1]

3.1. ARBRE :



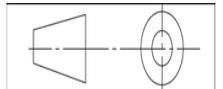
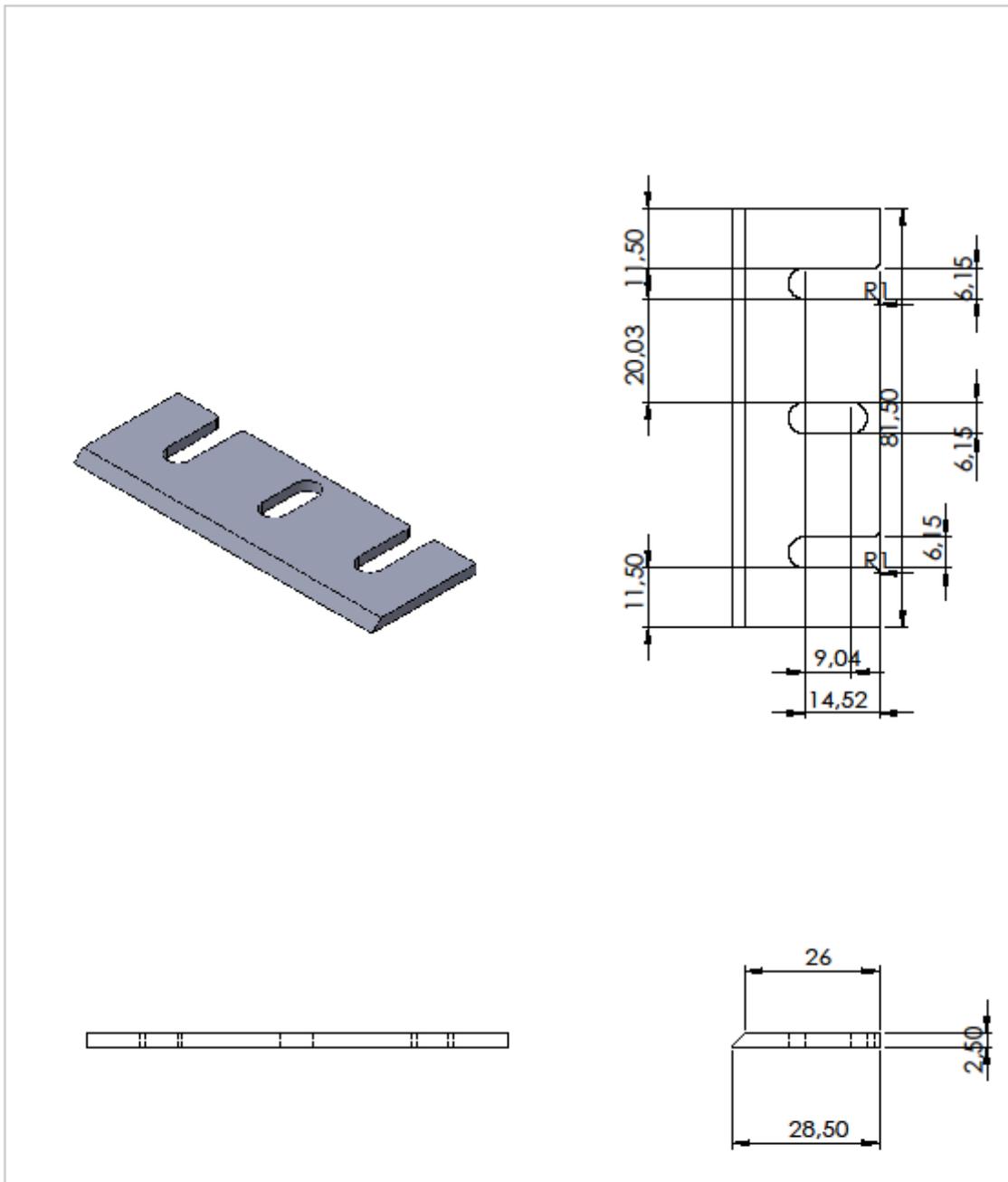
Echelle : 1 :1	Université Mohamed khider Biskra	Ghacha younes
Format : A4	Arbre	Promotion 2021
		24/06/2021



Figure 2 : arbre

3.2. LAME :



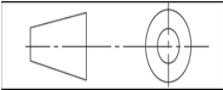
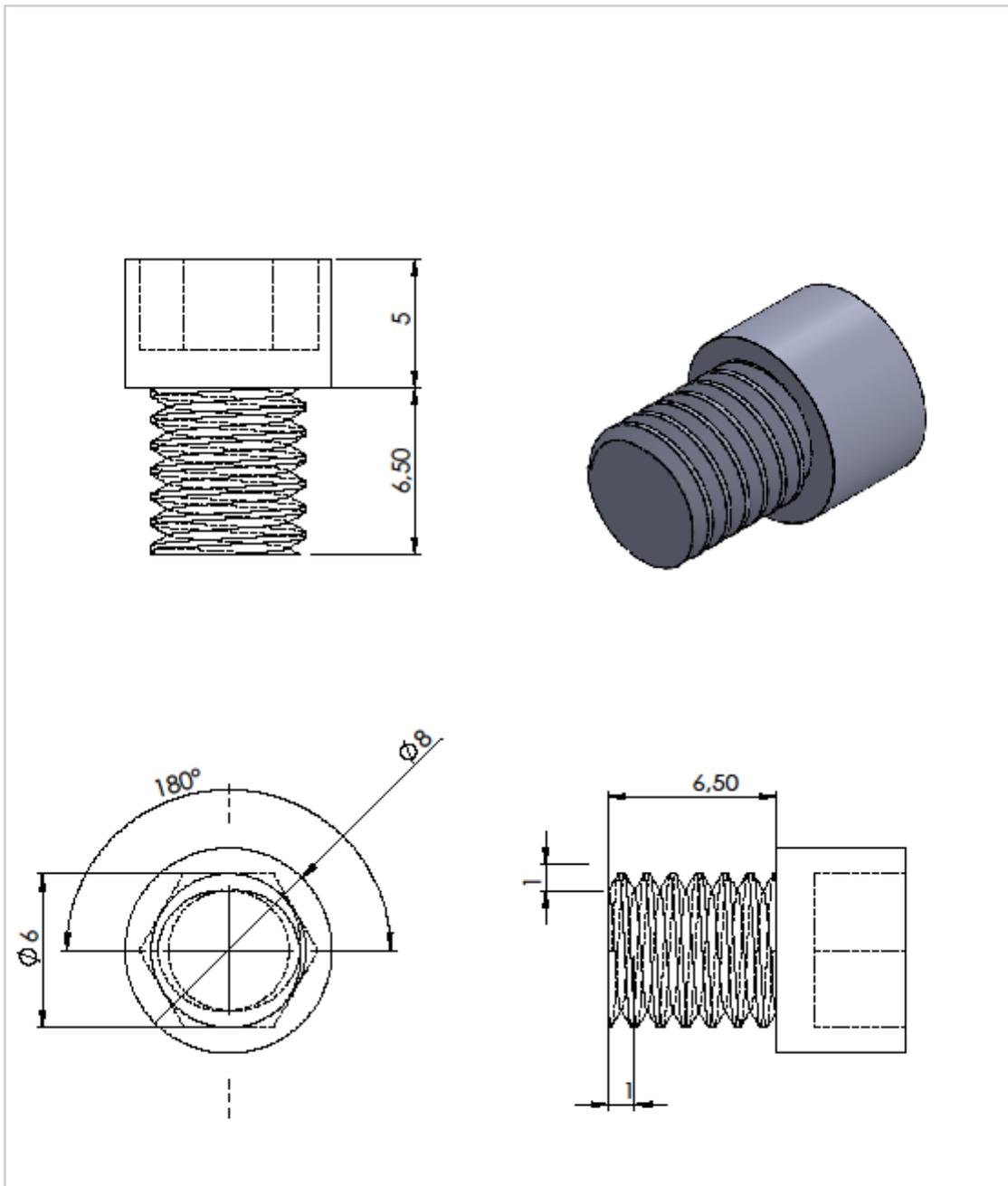
Echelle : 1 :1	Université Mohamed khider B iskra	Ghacha Younes
Format : A4	Lame	Promotion 2021
		24/06/2021



Figure 3 : lame

3.3. VIS :



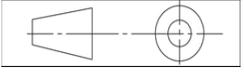
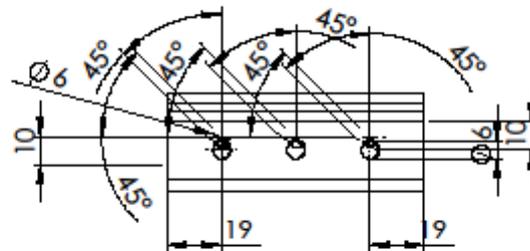
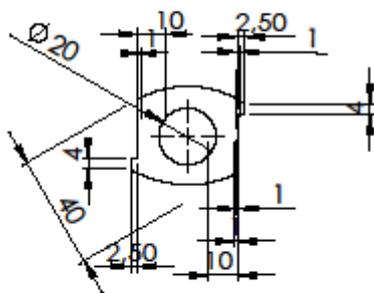
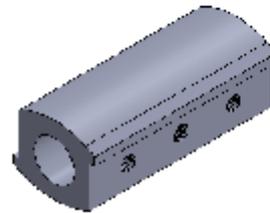
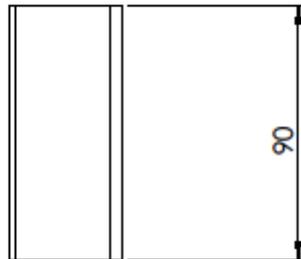
Echelle : 1 :1	Université Mohamed Khider Biskra	Ghacha Younes
Format : A4	vis	Promotion2021
		24/06/2021



Figure 4 : viss

3.3. HEXAGONALE :



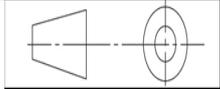
Echelle : 1 : 1	Université Mohamed Khider Biskra	Ghacha Younes
Format : A4	disque	Promotion 2021
		24/06/2021



Figure 5 : disque

CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons réalisé les pièces mécaniques par fabrication mécanique à travers le dessin industriel informatique.

Cette réalisation mécanique est également appuyée par la définition des pièces mécaniques et le dessin technique est également joint à la gamme d'usinage pour donner une compréhension des étapes de fabrication des pièces mécaniques tel que l'arbre et le disque à lames.

Au cours de ce travail sur le terrain, nous avons appris plusieurs problèmes mécaniques, mais grâce à la bonne supervision, nous sommes parvenus à des solutions mécaniques possibles, malgré le changement des dimensions des pièces à un moment donné, et un changement dans le placement des assemblage des pièces entre elles à d'autres moments.

Bibliographies :

- [1]. FLICHY, Patrice. Internet ou la communauté scientifique idéale. Réseaux. Communication-Technologie-Société, 1999, 17.97: 77-120.

Conclusion
générale

Nous avons donc donné une idée des objectifs de la machine de broyage et de son mécanisme pour la réaliser et l'étudier. Cette étude visait spécifiquement des matériaux végétaux pa disque-lame

Comme mentionné ci-dessus, ce travail a été consacré à la présentation d'une étude sur disque-nom, dans laquelle plus de concept a été introduit au moyen de (dimensionnement et construction) , éliminant ainsi les obstacles à la réalisation de cette broyeur.

Nous avons également pu atteindre cet objectif par programme informatique de modélisation solide de conception assistée par ordinateur (CAO), grâce à l'utilisation du logiciel SOLIDWORKS.

Dans ce travail, nous avons pu apprendre plusieurs expériences de terrain grâce à un bon cadrage, Ces expériences sont techniques de fabrication mécanique Grâce à eux, il facilite un processus sélection des matériaux, la sélection des éléments, l'utilisation de machines telles que les tours... ainsi que l'utilisation d'un outil informatique pour la conception mécanique (CAO), en l'occurrence le logiciel SOLIDWORKS.

Résumé :

Ce mémoire est destiné à la réalisation d'un broyeur pour matériaux végétaux et bois . L'étude présentée dans ce mémoire est basée sur les éléments principaux du système, qui concerne dimensionnements des pièces et la cinématique des éléments du broyeur.

La deuxième partie est la réalisation de notre machine est effectué au niveau du Hall deTechnologie UNIV-BISKRA .

Mots clé : broyeur , matériaux végétaux .

Abstract

This memory is intended for the realization of a crusher for plant materials and wood . The study presented in this submission is based on the main elements of the system, which concerns the sizing of parts and the kinematics of the mill elements.

The second part is the realization of our machine is carried out at the Hall of UNIV-BISKRA Technology

Keywords : crusher , plant materials .

ملخص :

والغرض من هذه المذكرة هو تحقيق سحق للمواد النباتية والخشب. وتستند الدراسة المقدمة في هذا التقرير إلى العناصر الرئيسية للنظام ، التي تتعلق بحصر الأجزاء ونمط عناصر الطاحونة.

الكلمات المفاتيحية : الطاحونة , مواد النباتية