



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques
Filière : Génie mécanique
Spécialité : Construction mécanique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Soheyb Mansouri

Le jeudi 24 juin 2021

Conception et réalisation d'un broyeur à lames (destiné au broyage des palmes du palmier dattier)

Jury:

Dr.	Chebbah Mohamed-Saïd	MBC	Université de Biskra	Président
Dr.	DJOUDI Tarek	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	Ben Machiche Massoud	MBC	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire: 2020 - 2021

Remerciement

*Nous tenons à remercier dieu pour nous avoir donné le courage de Poursuivre notre
parcourt d'étude son oublier notre rapporteur Dr Djoudi Tarek Pour avoir accepté
de parrainer notre travail.*

*On tient aussi à remercier les membres de jury, qui ont bien voulu Accepter de juger
notre travail.*

*Dans ce sens nous tenons, par quelques mots, à remercier les membres de Nos
familles respectives et nos amis(e) qui nous ont toujours soutenus.*

*Enfin, nous remercierons tous les enseignants du département de génie mécanique
de l'université de Biskra.*

Merci

Soheyb Mansouri

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Aux plus belles personnes sur terre que Dieu a créé mes parents :

Ma mère : la source de patience, générosité et de tendresse, qui a été non seulement une maman mais même une source d'encouragement.

Mon père : qui lui aussi a contribué dans mon parcours, il s'est toujours montré présent pour nous orienter et nous donner ses précieux conseils.

À ma sœur, Nada.

À mon grand-père.

À ma tante.

À toute ma famille.

À tous mes amis et collègues.

À tous les étudiants de la promotion 2020/2021

À Responsable de hall technologique guettala smail.

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

Table des matières

CHAPITRE I

Généralité

I. Les broyeurs	3
I.1. Définition	3
I.2. Différents types de broyeurs	3
I.2.1. Broyeurs à lame	4
I.2.2. Broyeurs à marteaux	5
I.2.3. Broyeurs à mâchoires	6
I.2.4. Broyeurs à jets d'air	7
I.2.5. Broyeur à broches	8
I.2.6. Broyeurs à boulets et à barres	9
I.2.7. Broyeurs à cylindres	10
I.2.8. Broyeurs à meule	11
I.3. Classement des broyeurs	12
I.4. Différents types des broyeurs à lame	12
I.4.1. Broyeur à plateau tournant à lames	13
I.4.2. Broyeur à rotor	14
I.4.3. Broyeur à turbine	14
I.4.4. Broyeur à moteur thermique	15
Conclusion	15
Bibliographes	16

Table des matières

CHAPITRE II

Eléments et dimensionnement

II.1. Force de la coupe F_c	19
II.2. Arbre	20
II.2.1. Choix de matériau	20
II.3. Diamètre de l'arbre à la torsion	21
II.4. Gamme d'usinage	23
II.5. Roulements	25
II.5.1. Choix de roulement	26
II.5.2. Durée de vie du roulement	26
Conclusion	26
Bibliographes	27

CHAPITRE III

Conception et réalisation d'un broyeur

III.1. Réalisation	29
III.1.1. Conception	29
III.1.1.1. Présentation des logiciels de la CAO	29
III.1.1.2. Définition de la CAO	29
III.1.1.3. Définition du SOLIDWORKS	29
III.1.2. Fabrication	29
III.1.2.1. Processus de fabrication	30
A. Coupe	30

Table des matières

B. Toure	30
C. Pliage	30
D. Fraisage	30
III.1.3. Assemblage	30
III.2. Mise en marche de la machine	31
Conclusion	86
Bibliographies	87

Liste des Figures

CHAPITRE I

Généralité

Figure I.1. Schéma d'un broyeur à lame	4
Figure I.2. Schéma d'un broyeur à marteaux	5
Figure I.3. Schéma d'un broyeur à mâchoire.....	6
Figure I.4. Schéma d'un broyeur à jets d'air.....	7
Figure I.5. Schéma d'un broyeur à broches.....	8
Figure I.6. Schéma d'un broyeur à boulets	9
Figure I.7. Schéma d'un broyeur à barres	9
Figure I.8. Schéma d'un broyeur à cylindres.....	10
Figure I.9. Schéma d'un broyeur à meule.....	11
Figure I.10. Classification des broyeurs selon leurs types de technique de fragmentation.	12
Figure I.11. Broyeur à plateau tournant à lames	13
Figure I.12. Broyeur à rotor	14
Figure I.13. Broyeur à turbine	14
Figure I.14. Broyeur à moteur thermique	15

CHAPITRE II

Eléments et dimensionnement

Figure II.1. Roulement à billes à gorge profonde	25
--	----

Liste des Figures

CHAPITRE III

Conception et réalisation d'un broyeur

Figure III.1. Rondelle.	35
Figure III.2. Rondelle.	37
Figure III.3. Armoire.	39
Figure III.4. Arbre.	41
Figure III.5. Bague de serrage.	43
Figure III.6. Ecrou de serrage.	45
Figure III.7. Joint.	49
Figure III.8. Tronçonneuse.	51
Figure III.9. Lame.	53
Figure III.10. Palier de roulement.	57
Figure III.11. Table.	59
Figure III.12. Port de trémie supérieur et poussoir.	62
Figure III.13. Couvercle.	64
Figure III.14. Support L.	66
Figure III.15. Trémie inférieure.	68
Figure III.16. Support de palier.	70
Figure III.17. Base de broyeur.	72
Figure III.19. Vis d'assemblage M16.	80
Figure III.20. Trémie supérieure.	82
Figure III.21. Les différentes pièces de broyeur.	84
Figure III.22. Vue de face du broyeur.	85

Liste des Figures

Figure III.23. Vue de gauche du broyeur.	85
Figure III.24. Vue de dessus du broyeur.....	85

Liste des Tableaux

CHAPITRE II

Eléments et dimensionnements

Tableaux II.1. Les caractéristiques mécaniques des matériaux	20
--	----

Introduction

Récemment, la recherche scientifique et les industries modernes se sont tournées vers l'utilisation de matériaux dits biomatériaux et qui sont respectueux de l'environnement.

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 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.

A partir de là, nous nous sommes tracés notre objectif dans cette étude, qui est de fournir un broyeur dédié au broyage de tels déchets végétaux.

Pour atteindre cet objectif, nous avons présenté ce travail sur trois chapitres principaux

Le premier chapitre, portait sur les généralités sur les broyeurs. Nous avons également fourni une classification des types des broyeurs, en particulier des broyeurs végétaux, et leur mode de fonctionnement.

A travers le deuxième chapitre, nous avons présenté une étude théorique du broyeur à lames et un ensemble de calculs nécessaires pour réaliser ce broyeur à lames. De plus

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de fabrication des pièces qui composent le broyeur, telles que le dessin de définition, la gamme d'usinage, l'assemblage des pièces....

Nous concluons ce travail par une conclusion générale qui résume ce qui a été présenté avec un ensemble de perspectives pour améliorer ce broyeur.

CHAPITRE I

Généralité

Le broyage mécanique des matériaux durs, ou ductiles, a une grande importance industrielle et économique dans l'industrie pour la récupération des matières premières usagées. Dans ce but, des broyeurs divers sont employés pour transformer les déchets de ses matériaux en particules grossières, fines et ultrafine dans le but de rétablir ces déchets en matière première.

I. Les broyeurs

I.1. Définition

Le broyeur est une machine utilisée pour le broyage des matériaux soit faciles à traiter ou difficiles (plastique, bois, papier, ciment, mais...), il représente dans l'industrie une solution pour l'abattement des frais de gestion des déchets en général. Le broyeur peut parfois être considéré un véritable moyen de production, notamment dans les cas suivant [1]:

- Lors de la fabrication des déchets, ils sont réutilisés directement dans le cycle de production
- Lors de la préparation des processus de production en utilisant les résidus d'autres processus industriels et naturels comme matières premières (concept et recyclage).

I.2. Différents types de broyeurs

Selon la plupart des applications de broyage utilisées, on peut citer huit grands types de broyeurs [2]:

- Broyeurs à lame
- Broyeurs à marteaux
- Broyeurs à mâchoires
- Broyeurs à jets d'air
- Broyeurs à broches
- Broyeurs à boulets et barres
- Broyeurs à cylindres (ou rouleaux)
- Broyeurs à meule

I.2.1. Broyeurs à lame

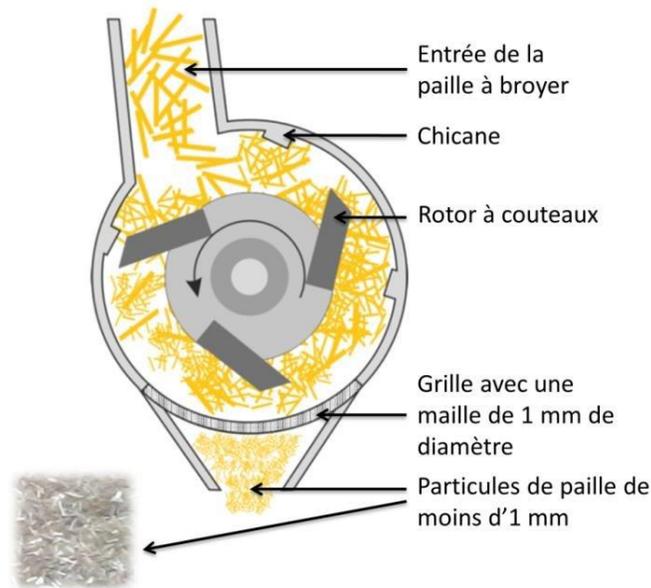


Figure I.1. Schéma d'un broyeur à lame [3].

Le broyeur à lame, parfois appelés granulateurs, ils mettent en œuvre un système rotor-stator qui cisaille le produit broyé. Leur capacité de production dépend de la puissance fournie (de l'ordre de 250 à 1500 Watts), de la vitesse du rotor ainsi que de la longueur et du nombre des couteaux dont la forme peut aussi éventuellement varier. Ces appareils sont particulièrement recommandés pour le traitement des matériaux fibreux tels que les légumes, les plantes aromatiques et certaines épices mais aussi pour les matières plastiques et le papier. Les tailles obtenues sont généralement de l'ordre de 1 à 6 mm [4].

I.2.2. Broyeurs à marteaux

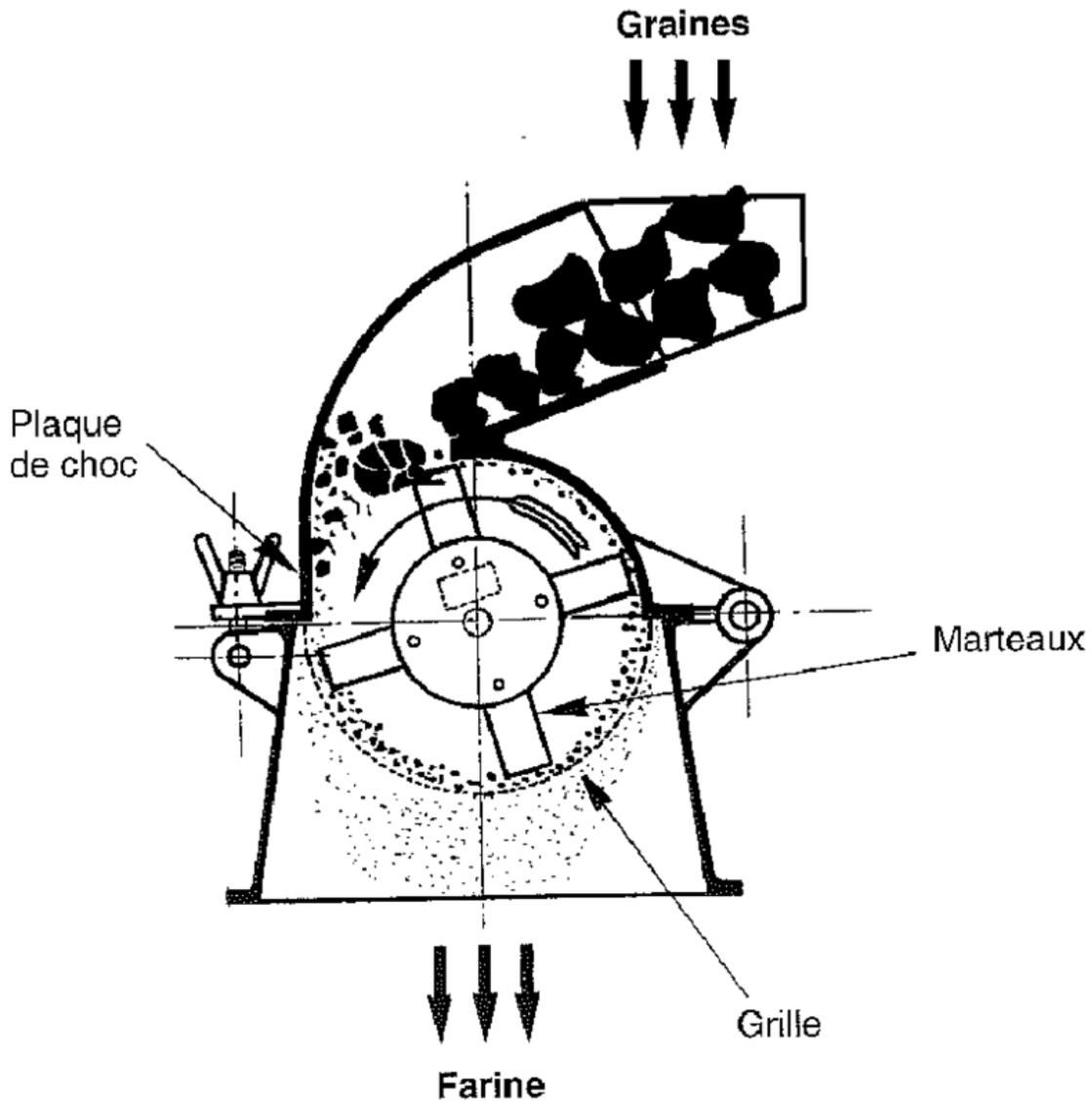


Figure I.2. Schéma d'un broyeur à marteaux [5].

Dans un broyeur à marteaux, les matériaux sont tirés dans la chambre de broyage par les percuteurs fixés sur le rotor qui tourne à grande vitesse. Le broyage s'effectue principalement entre la grille et les marteaux. Lorsque la finesse voulue est atteinte les matériaux passent alors à travers la grille d'évacuation.

Les tailles obtenues sont généralement de l'ordre d'a 90 à 850 μm [6].

I.2.3. Broyeurs à mâchoires

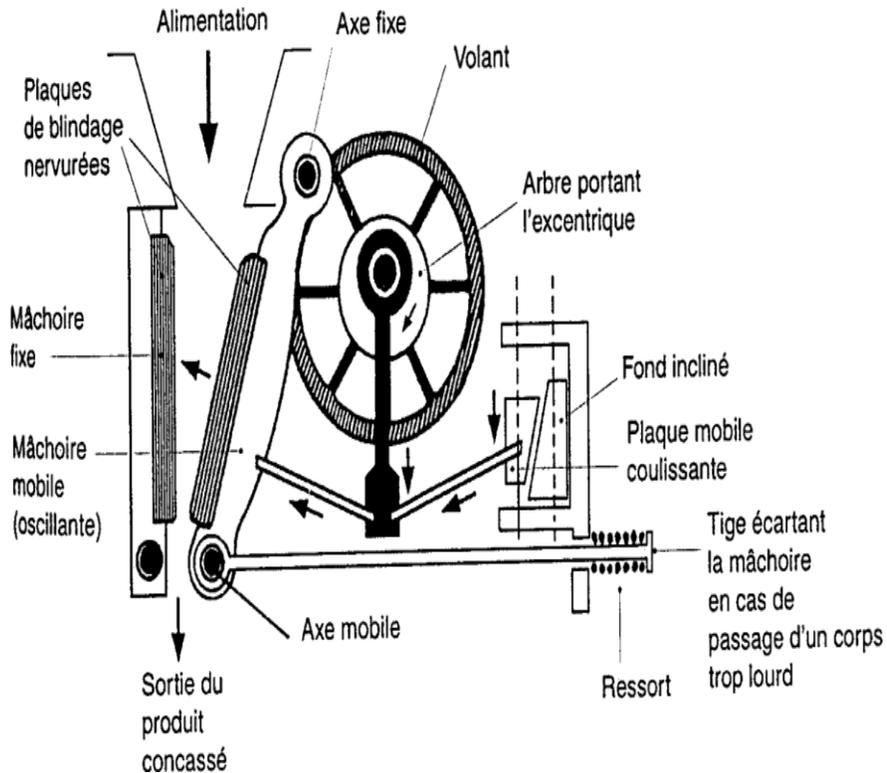


Figure I.3. Schéma d'un broyeur à mâchoire.

Le broyeur à mâchoire se compose d'une mâchoire mobile supportée par un arbre excentrique concasse le produit contre une autre statique. Le mouvement elliptique de l'extrémité inférieure de la mâchoire assure un produit broyé régulier avec peu de fines. La granulométrie finale dépend de l'écartement des mâchoires et de leur profil [7].

I.2.4. Broyeurs à jets d'air

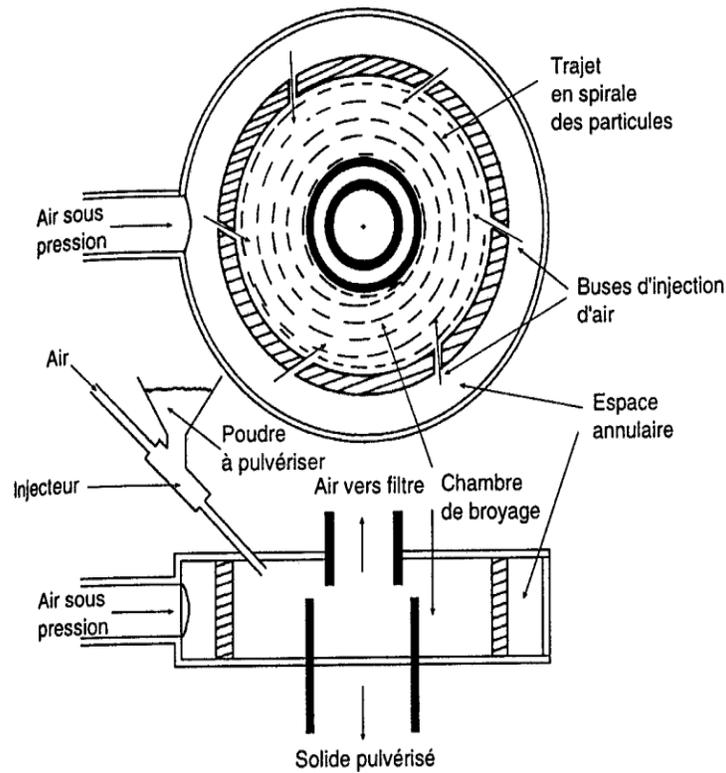


Figure I.4. Schéma d'un broyeur à jets d'air.

Le principe du broyage à jet d'air est que lorsque le gaz comprimé sort d'une buse, il est accéléré à des vitesses extrêmement élevées. Le broyage est le résultat d'une collision entre particules dans les jets d'air, ainsi que dans la zone centrale, à savoir le point où les jets opposés se croisent [8].

I.2.5. Broyeur à broches

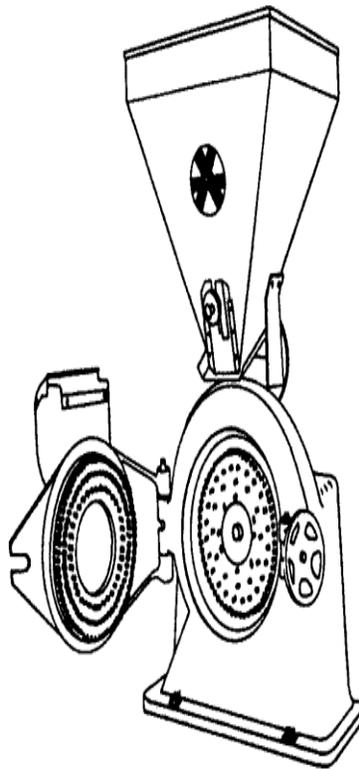


Figure I.5. Schéma d'un broyeur à broches.

Le broyeur à broche se compose d'un rotor et d'un stator, la poudre étant introduite par le centre du disque stator et ressortant en passant au travers des broches où elles se cassent. Le broyeur constitué de marteaux : les grains vont se casser dans la chambre de broyage contre ceux-ci [9].

I.2.6. Broyeurs à boulets et à barres

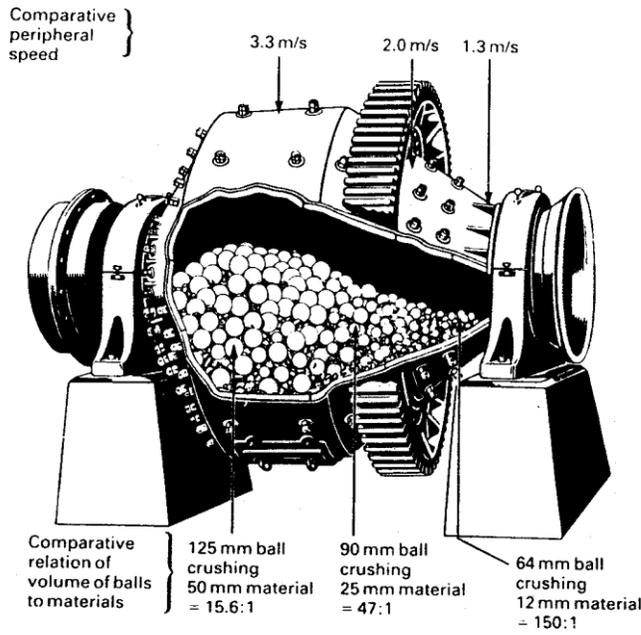


Figure I.6. Schéma d'un broyeur à boulets .

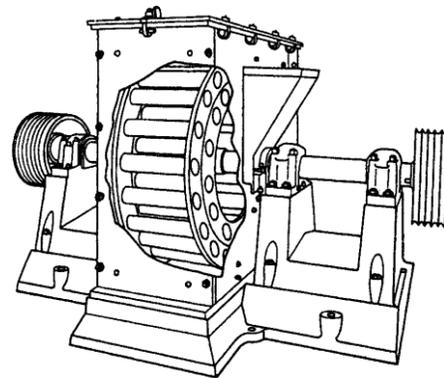


Figure I.7. Schéma d'un broyeur à barres .

La matière à broyer est alimentée au broyeur par un ou deux tourillons et est broyée par les boulets ou les barres par impact et friction. La matière est évacuée par les fentes disposées sur la circonférence du tube de broyeur, par une paroi de décharge ou par le tourillon final [10].

I.2.7. Broyeurs à cylindres

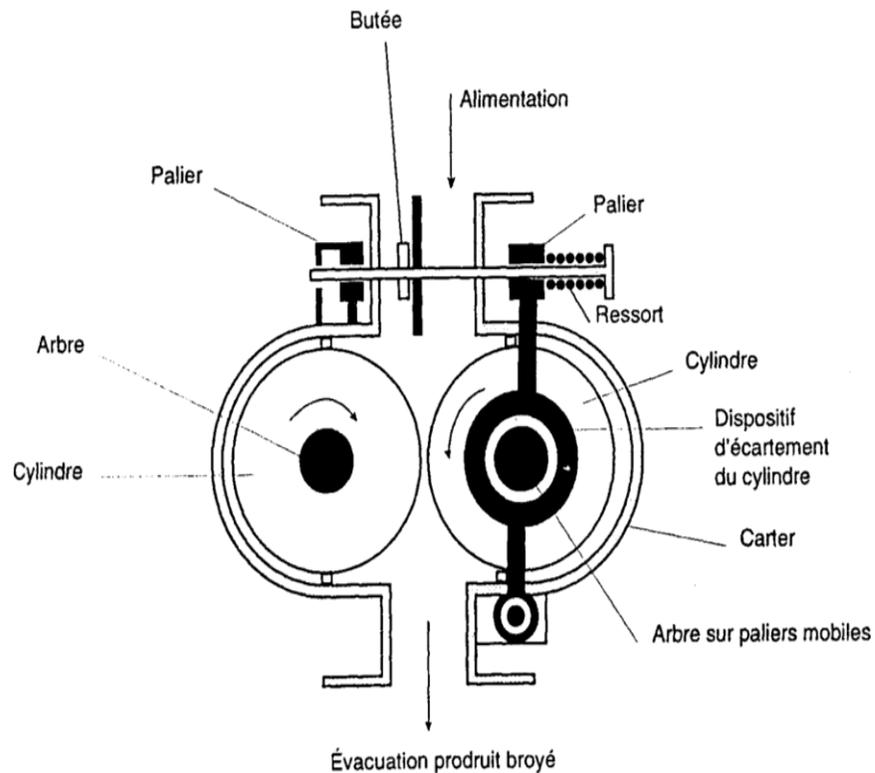


Figure I.8. Schéma d'un broyeur à cylindres.

Les cylindres tournent en sens opposé et à des vitesses différentes. La surface des cylindres (lisses ou cannelés), leurs vitesses de rotation et leur écartement conditionnent la finesse de la mouture. Lorsque les cylindres sont lisses, compression et frottements sont les moteurs de la fracture tandis qu'avec des cylindres cannelés une action de cisaillement existe également [11].

I.2.8. Broyeurs à meule

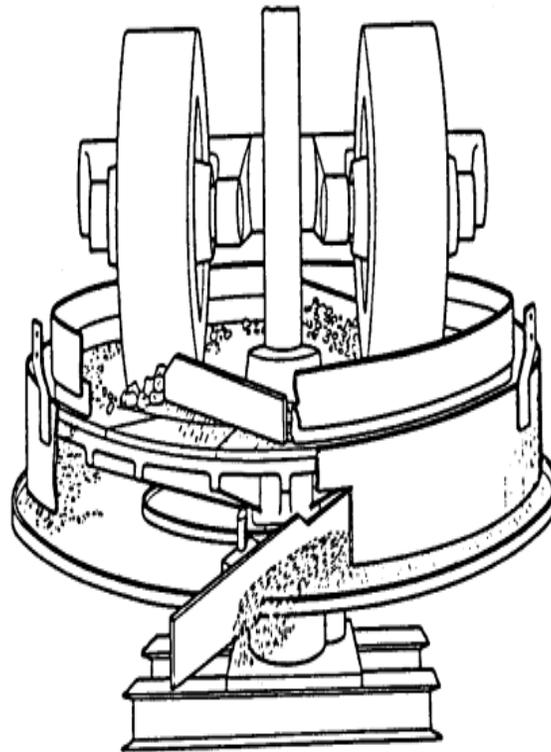


Figure I.9. Schéma d'un broyeur à meule.

Le principe de fonctionnement est le broyage du grain par écrasement entre deux surfaces abrasives.

Ils sont constitués d'une meule fixe et d'une meule mobile tournant sur la première, dans un plan horizontal ou vertical. Les deux meules sont de matière et de dimensions identiques [12].

I.3. Classement des broyeurs

Dans l'industrie, nous pouvons classer ces huit types de broyeurs en quatre catégories principales de broyeurs, qui sont classés par leurs types de technique de fragmentation [4], on peut notamment citer :

- Broyeurs de fragmentation par compression-écrasement.
- Broyeurs de fragmentation par impact-percussion.
- Broyeurs de fragmentation par attrition-frottement.
- Broyeurs de fragmentation par coupure-cisaillement.

La figure I.10. Présente un diagramme de classification de broyeurs selon leurs types de technique de fragmentation

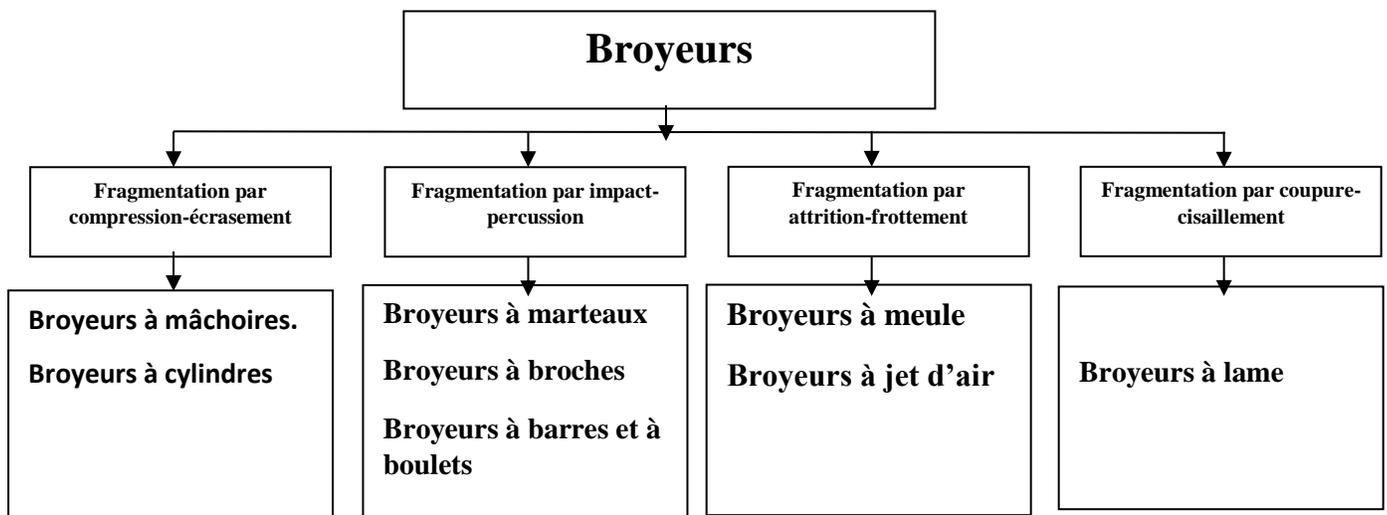


Figure I.10. Classification des broyeurs selon leurs types de technique de fragmentation.

I.4. Différents types des broyeurs à lame

Les broyeurs à lames sont particulièrement recommandés pour le broyage des matières végétales et des fibres, telles que le bois, les plantes aromatiques et certaines épices, et peuvent

également être utilisés pour les plastiques et le papier. À partir de là, la forme de la lame du broyeur change en fonction du matériau que l'on veut broyer.

On peut citer, selon la forme des lames de coupe, les quatre types de broyeurs à lames suivants :

- Broyeur à plateau tournant à lames
- Broyeur à rotor
- Broyeur à turbine
- Broyeur à moteur thermique

I.4.1. Broyeur à plateau tournant à lames



Figure I.11. Broyeur à plateau tournant à lames [13].

Le broyeur à disque porte-lames fonctionne sur le principe du robot ménager.

Des lames, ou couteaux, fixées sur un disque tournant à une vitesse élevée (Plus de 2 000 tr/min) coupent les matériaux en morceaux. Ces broyeurs présentent l'avantage d'être très rapides si l'on pousse les déchets à la main [13].

I.4.2. Broyeur à rotor



Figure I.12. Broyeur à rotor [13].

Dans le broyeur à rotor, le rotor écrase les matériaux comme les branches contre une lame de compression qui tourne relativement lentement (autour de 40 tours / minute). Appelé aussi broyeur à plateau tournant à couteaux ou à lames, il est constitué d'un disque tournant à grande vitesse, sur lequel sont fixés des lames ou des couteaux [14].

I.4.3. Broyeur à turbine



Figure I.13. Broyeur à turbine [13].

Le principe de fonctionnement du broyeur à turbine est identique à celui du broyeur à rotor. Sa conception lui permet d'accepter des matériaux de plus gros diamètre et de se montrer nettement moins sensible au bourrage. Il est plus adapté pour les travaux plus importants [15].

I.4.4. Broyeur à moteur thermique



Figure I.14. Broyeur à moteur thermique [16].

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 [13].

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré les types de broyeurs, leurs caractéristiques les plus importantes et les domaines les plus importants dans lesquels nous pouvons les utiliser, nous avons donc classé les broyeurs en fonction de leurs types de technologie de segmentation. Et nous avons constaté que le broyeur à lames est une machine très importante dans le domaine agricole et le domaine du recyclage des déchets végétaux.

Bibliographes

- [1]. BACHIRI, Salim, et al. Etude et réalisation d'un broyeur pour les bouteilles en plastiques. 2012. PhD Thesis. Université abderrahmane mira Bejaia.
- [2]. SEIGLE, J. Les Usines d'Hagondange (Moselle). Revue de Métallurgie, 1922, 19.6: 313-351.
- [3]. Disponible sur:
https://www.researchgate.net/figure/1-Schema-de-fonctionnement-dun-broyeur-a-couteaux_fig14_331627555 Le :25/05/2021
- [4]. CHAMAYOU, Alain; FAGES, Jacques. Broyage dans les industries agroalimentaires. 2003.
- [5]. Disponible sur:
https://www.researchgate.net/figure/Schema-dun-broyeur-a-marteaux-Ces-appareils-couvrent-un-large-domaine-de-distributions_fig5_280755839 Le :25/05/2021
- [6]. BENSADI, Ahmed. Etude de l'usure du concasseur à marteaux intermédiaires EV250* 300-2-85. 2018. PhD Thesis. Université Mohamed Boudiaf-M'sila.
- [7]. Disponible sur:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjFn47Kre3wAhUJgf0HHU0yD6IQFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.les-sine.com%2Ffr%2Fsolutions%2Fbroyage%2Fbroyeur-machoires&usg=AOvVaw1N5A0_YTL3To7bY_e7oIOt Le :23/05/2021
- [8]. DJAFER, Mohamed; DJEMAA, Youcef. L'étude de Faisabilité d'une Unité de Transformation laitière (lait en poudre) Région Centre. PhD Thesis.
- [9]. Disponible sur :
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiF6-fMr-3wAhVBoVwKHc3DDzYQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Flab-service.fr%2Fbroyage%2F&usg=AOvVaw1UDzNp_2MvrlIG6vzxHyoI Le :24/05/2021

- [10]. FAKHREDDINE, LAIFA. Etude technico-économique des marteaux du concasseur EV250X300-2-85 de l'usine LAFARGE CIMENT de M'SILA. 2017. PhD Thesis. Faculte de technologie/UniversiteMohamed Boudiaf-M'sila.
- [11]. CHAMAYOU, Alain; FAGES, Jacques. Broyage dans les industries agroalimentaires. 2003.
- [12]. CHAUSSERIE-LAPRÉE, Jean. Les meules des habitats protohistoriques de Martigues. Documents d'archéologie méridionale, 1998, 21.1: 211-235.
- [13]. Disponible sur :
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjC556hhu3wAhXqahUIHVFXDqsQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ufc-quechoisir-93sud.org%2F373%2Bbien-choisir-son-broyeur-a-vegetaux.html&usq=AOvVaw33dV6exIjqnHLwgXVVckP1> Le :27/05/2021
- [14]. RENAUD, Jean. Récolte des fourrages à travers les âges. France Agricole Editions, 2002.
- [15]. SCHLOSSER, Alexandre. Étude du lien entre dentisterie et oreille à travers une innovation dans le traitement de la surdité: le système SoundBite. 2016. PhD Thesis. Université de Lorraine.
- [16]. Disponible sur:
https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimg.archiexpo.fr%2Fimages_ae%2Fphoto-mg%2F158413-12712821.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.archiexpo.fr%2Fprod%2Fmecacraft%2Fproduct-158413-1969381.html&tbnid=U-q8a2uSZIvhmM&vet=12ahUKEwjHu flve3wAhWQ1eAKHVFQDcEQMygCegUIARCxAQ..i&docid=54BlvrGwGCsqmM&w=500&h=500&q=Broyeur%20C3%A0%20moteur%20thermique&hl=ar&client=opera&ved=2ahUKEwjHu flve3wAhWQ1eAKHVFQDcEQMygCegUIARCxAQL Le :28/05/2021

CHAPITRE II

Eléments et dimensionnements

Dans ce chapitre, nous présentons les principaux éléments d'un broyeur à lames réalisé, ainsi que les calculs mécaniques de ceux-ci tels que la résistance des éléments et la sélection des matériaux. Tous fonctionneront selon la fonction de ce broyeur à lame distinctif pour le broyage de matières végétales telles que les palms de palmier dattier, comme nous le calculerons :

- Force de coupe F_c
- Diamètre de l'arbre à la torsion
- Gamme d'usinage.
- Dimension et choix des roulements.

II.1. Force de la coupe F_c

La force de coupe a été calculer selon les caractéristiques mécaniques des matériaux à couper (palme de palmier dattier) et la puissance de moteur utilisé la formule de la puissance :

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

ω : Vitesse angulaire.

P : La puissance du moteur qui entraine le broyeur.

M_c : la couple du moteur.

Nous avons la relation suivants :

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

D : Diamètre de l'arbre à couteux.

F_c : Force de coupe du en N.

En remplace (2) dans (1) :

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

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 :

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

II.2. Arbre

II.2.1. Choix de matériau

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].

Tableaux II.1. Les caractéristiques mécaniques des matériaux [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. 		

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 :

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

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

II.3. Diamètre de l'arbre à 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 :

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

II.4. Gamme d'usinage

Pha	S.Ph	OP	Désignation	Machine	Outillage		Croquis
000			Contrôle de brute		coupe	mesure	
100	10	1	Tournage Isostasime Centrage longue ⑩ 1, 2, 3, 4 Appui ponctuel ③ 5	tour			
		2	Dressage Surface ⑤ en Eb Cm1 = 30 mm Ra 3.2 Dressage Surface ⑤ en F Cm1 = 30mm Ra 3.2		Outil à dressée	Pied à Coulisse	
		3	Charioter surface ④ en Eb Ø22mm L=30mm ① Charioter surface ④ en F Ø22mm L= 30mm ①		Outil à charioter	Pied à Coulisse	
		4	Perçages surface ⑨, ⑬ Ø14mm L 30mm Ra 3.2		Foret Ø14mm	Tampon lisse	
		5	Taraudage surface ⑫ M14 Ra3.2		Taraud M14 pas 200	Jauge taraudage M14	

20	1	<p>2ème serrage</p> <p>Centrage long</p> <p>④ 1, 2, 3, 4</p> <p>Appui ponctuel ⑤ 5</p> <p>Dressage la surface ③</p> <p>en Eb $\varnothing 30\text{mm}$</p> <p>$C_m = 453\text{mm}$</p> <p>Dressage la surface ③</p> <p>en F $\varnothing 30\text{mm}$</p> <p>$C_m = 453\text{mm}$</p>	tour					
	2	<p>isostatisme</p> <p>Montage mixte</p> <p>Centrage court ④ 1, 2</p> <p>Point ne tournant ③</p> <p>3,4</p> <p>Appui ponctuel ⑤ 5</p>						
	4	<p>Chariotage surface</p> <p>②, ⑥, ⑦ en EB</p> <p>② $\varnothing 14$ L= 30mm Ra 3.2</p> <p>⑥ $\varnothing 22$ L=123mm Ra 3.2</p> <p>⑦ $\varnothing 30$ L=200mm Ra3.2</p>					<p>Charioter surface ② ⑥ ⑦, ② $\varnothing 14$ L30mm, ⑥ $\varnothing 22$ L123mm ⑦ $\varnothing 30$ L200mm</p> <p>Filetage surface ② M14 L30mm</p>	
	5	<p>Chariotage surface</p> <p>②, ⑥, ⑦ en f</p> <p>② $\varnothing 14$ L=30mm</p> <p>Ra=3.2</p> <p>⑥ $\varnothing 22$ L=123mm</p> <p>Ra= 3.2</p> <p>⑦ $\varnothing 30$ L=200mm</p> <p>Ra=3.2</p>						
6	<p>Filetage surface ②</p> <p>M14 L=30mm</p>						<p>Outil à fileter M14</p> <p>Bague fileté M14</p>	

II.5. 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].

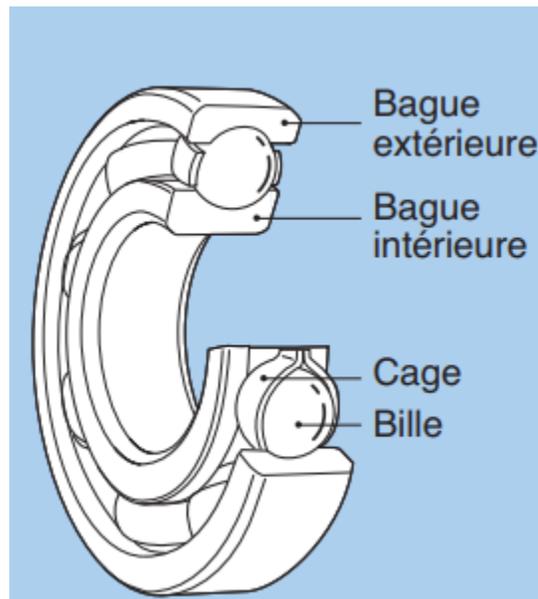


Figure II.1. Roulement à billes à gorge profonde [2].

II.5.1. Choix de roulement

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

Palier de roulement référence : UC 206

II.5.2. Durée 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.

$C = 19500 \text{ N}$

$P = F_c = 63.13 \text{ N}$

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 lames, tels que l'arbre et les roulements. Ce broyeur est destiné au broyage du palme de palmier dattier, c'est pourquoi les calculs ont été effectués en fonction des données disponibles et des propriétés mécaniques des matériaux (palme de palmier dattier) 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/> Le :05/06/2021

CHAPITRE III

Conception et réalisation d'un broyeur à lames

Ce chapitre présente la dernière étape de notre étude, qui est destinée à la conception des différentes pièces qui composent notre machinerie (broyeur à lames). Ainsi, nous avons présenté les étapes de fabrication et d'assemblage de ces différentes pièces. Ce projet a été réalisé au niveau du HALL TECHNOLOGIE à l'Université de Biskra.

III.1. Réalisation

La réalisation est partagée en trois étapes essentielles :

- Conception des pièces.
- Fabrication des pièces.
- Assemblage des pièces.

III.1.1. Conception

Avant la phase de fabrication, nous avons dessiné les composants de notre machine pièce par pièce, ce qui est la raison pour laquelle nous avons utilisé la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

III.1.1.1. Présentation des logiciels de la CAO

III.1.1.2. Définition de la CAO

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].

III.1.1.3. Définition du SOLIDWORKS

SOLIDWORKS est un logiciel propriétaire de conception assistée par ordinateur 3D fonctionnant sous Windows [2].

III.1.2. 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.

III.1.2.1. Processus de fabrication

A. Coupe

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.
- Tube carré pour la table.
- Tôle acier galvanisée pour.
- Tôle acier 10mm pour la base de broyeur.
- Tôle acier 3mm pour le terme et les portes.
- Tôle acier 5 mm pour.
- Fer plat pour le support des paliers.

B. Toure

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

C. Pliage

Nous avons utilisé le pliage des tôles métalliques pour obtenir la structure de la machine.

D. Fraisage

Cette procédure a été utilisée pour faire des trous dans différentes pièces du broyeur, afin de faciliter le processus d'assemblage plus tard.

III.1.3. Assemblage

Après avoir effectué les opérations précédentes, les pièces sont maintenant prêtes à l'assemblage, pour cela nous avons utilisé les méthodes suivantes :

- Rivetage.
- Soudage.
- Boulonnage.

III.2. Mise en marche de la machine

Après avoir terminé la réalisation de la machine (broyeur à lames), nous avons effectué plusieurs tests de broyage du palme de palmier dattier, où après chaque test, nous remarquons des problèmes techniques qui ont été corrigés. Ces problèmes incluent :

- **1^{er} problème**

Dans le premier cas de construction, les palme de palmier dattier sont insérées perpendiculairement à la lame, de sorte que certaines parties de la palme tournent avec les lames et ne s'écrasent pas, on a changé donc l'angle d'entrée des palmes. Qu'il devine 135 degrés, permettant le broyage complet de la palme

- **2^{ème} problème**

La machine n'est pas automatique, il faut donc pousser manuellement les palmes de palmier dattier vers les lames de broyeur; Pour éviter les risques et par mesure de sécurité, nous avons conçu un guide manuel (Poussoir) pour pousser les palmes vers les lames, qui sont précisément conçus pour les empêcher de toucher les lames.

- **3-^{ème} problème**

Lors du broyage des palmes, le broyeur libère le matériau obtenu des bornes d'entrée du broyeur, et à partir de cela, nous avons créé des portes pour empêcher le débordement de matériau broyé.

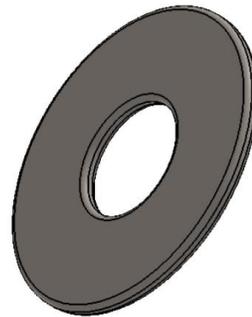
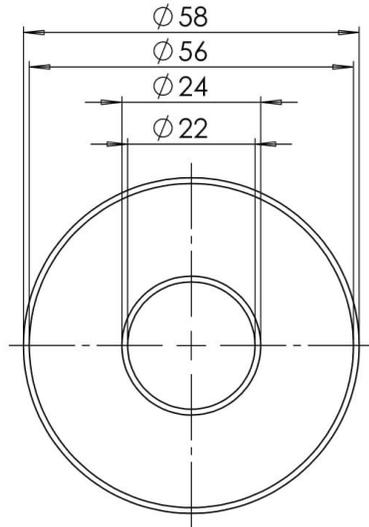
- **4^{ème} problème**

L'assemblage direct entre le moteur et l'arbre du broyeur avec plus de 20 lames a conduit à une vibration massive de l'arbre, ce qui a conduit à la destruction de l'arbre ; Pour éviter ce problème, nous avons utilisé un joint en caoutchouc entre le moteur et l'arbre.

- **5^{ème} problème**

Après un tas d'améliorations que nous avons apportées sur version primaire de broyeur. Nous avons obtenu un broyeur qui fonctionne bien et avons ainsi atteint l'objectif souhaité de broyer des palmes. Mais le problème contrôler la taille des graines de matériau obtenu doit encore être résolu, ainsi que celui d'échauffement de moteur après le temps de travail.

Pièces de Broyeur
Dessins (définition et perspective)



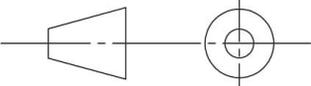
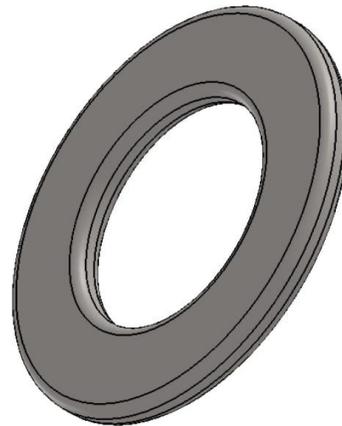
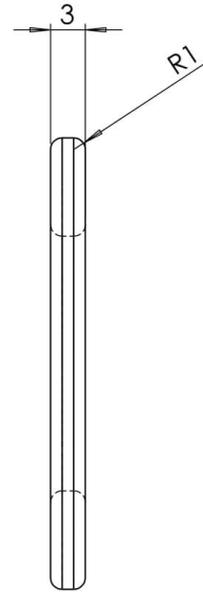
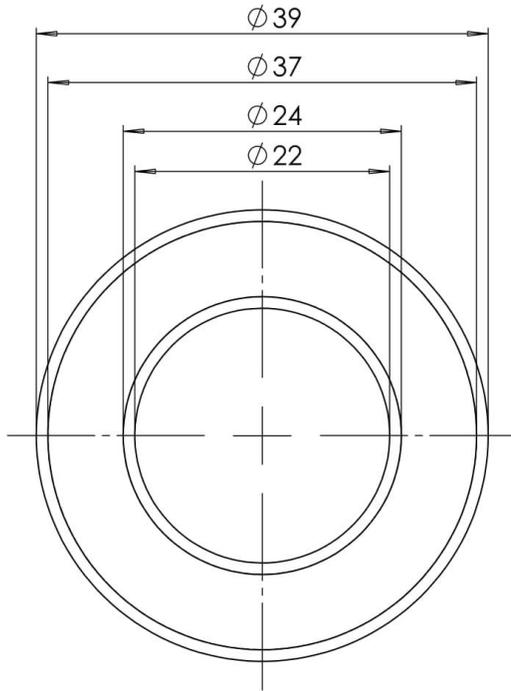
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Rondelle	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.1. Rondelle.



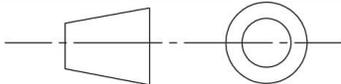
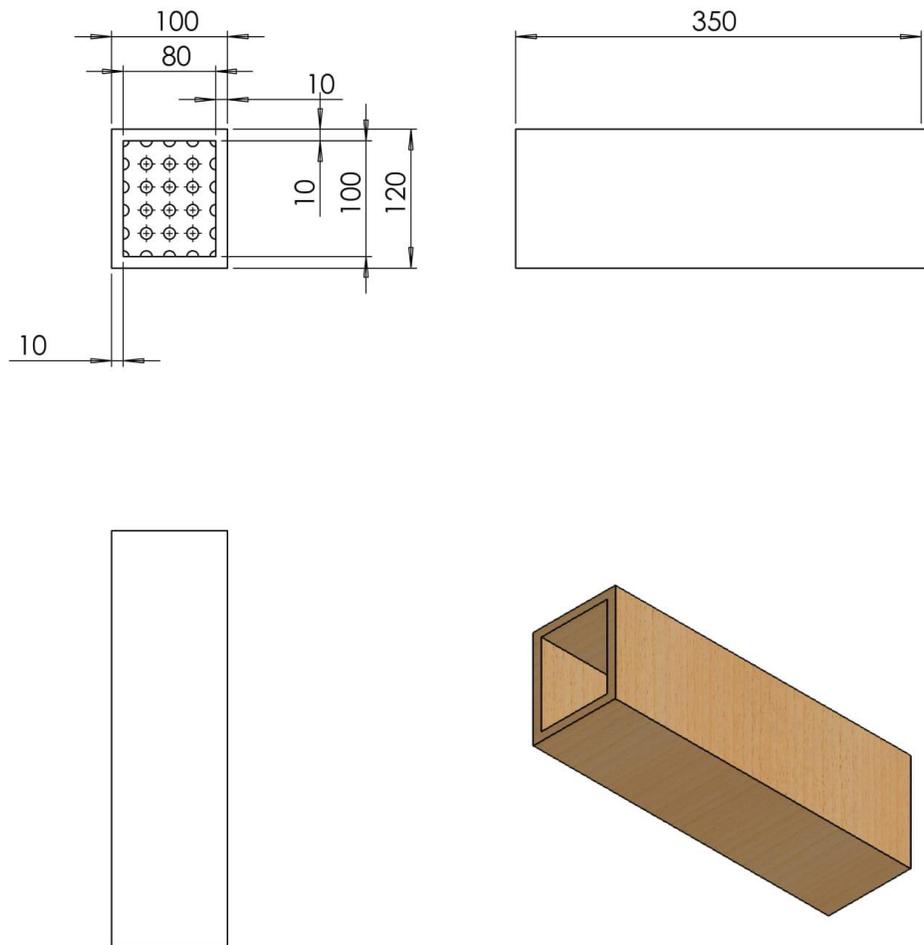
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Rondelle	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.2. Rondelle.



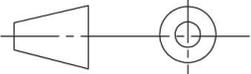
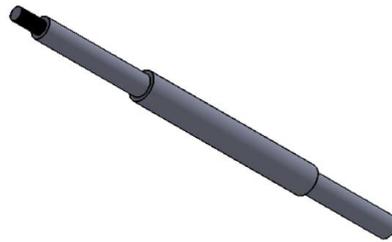
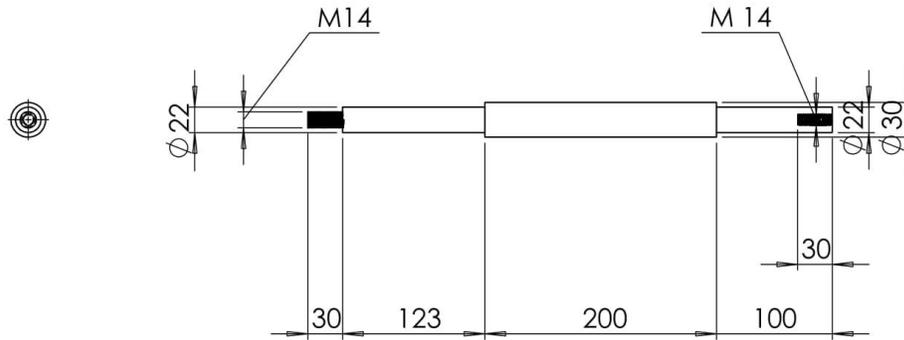
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Armoir	Promotion 2021
		6/05/2021



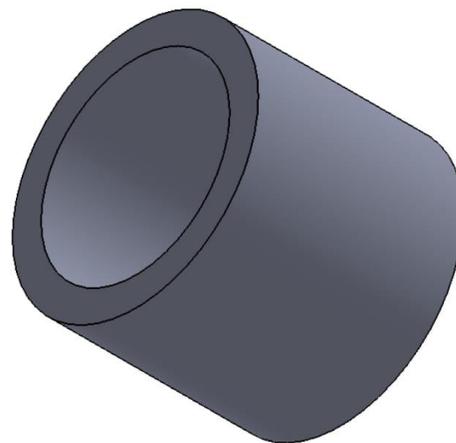
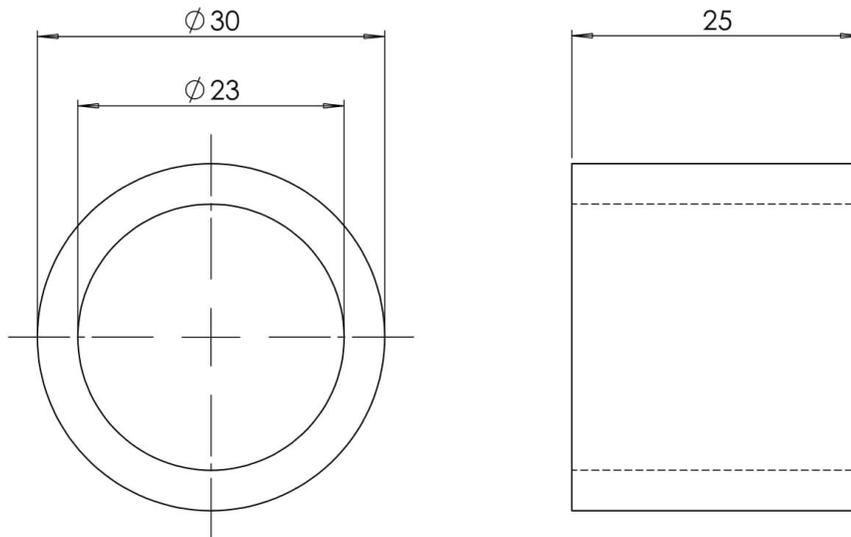
Figure III.3. Armoire.

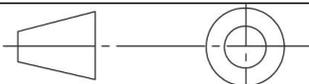


Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Arbre	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.4. Arbre.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Bague de serrage	Promotion 2021
		6/05/2021

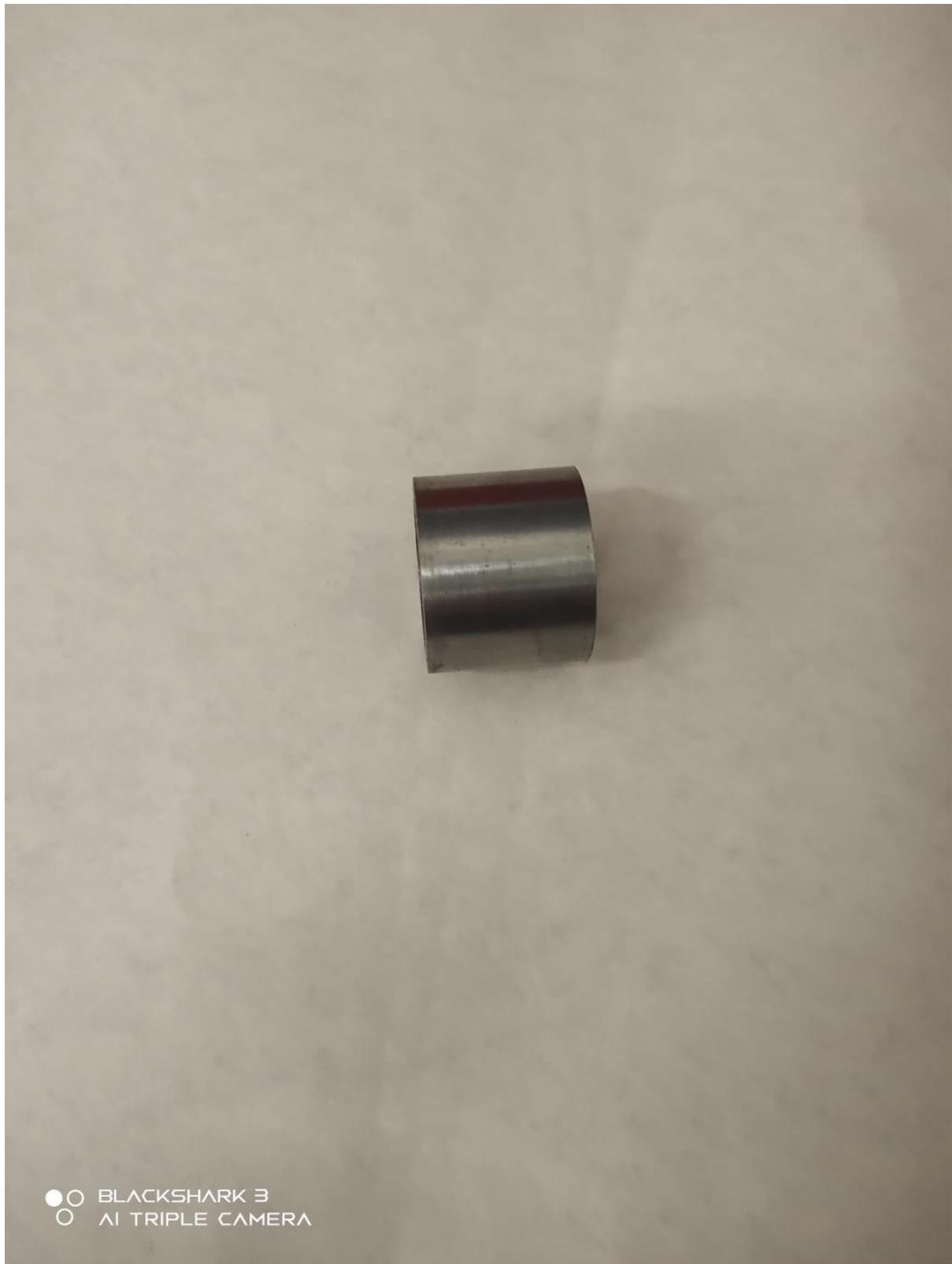
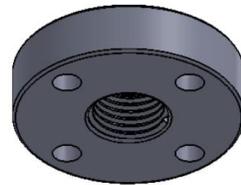
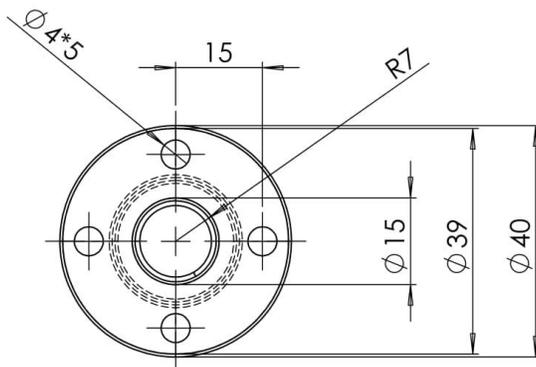
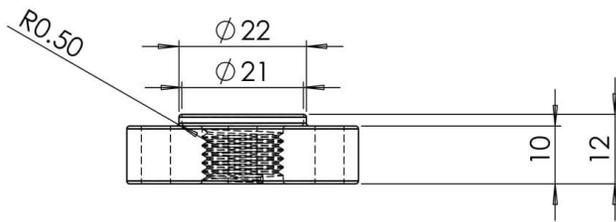
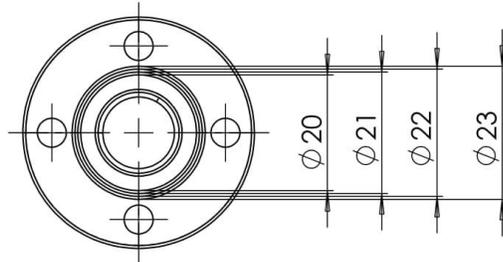


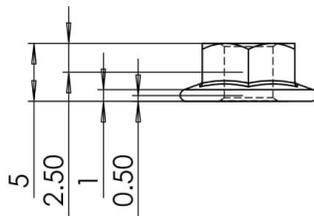
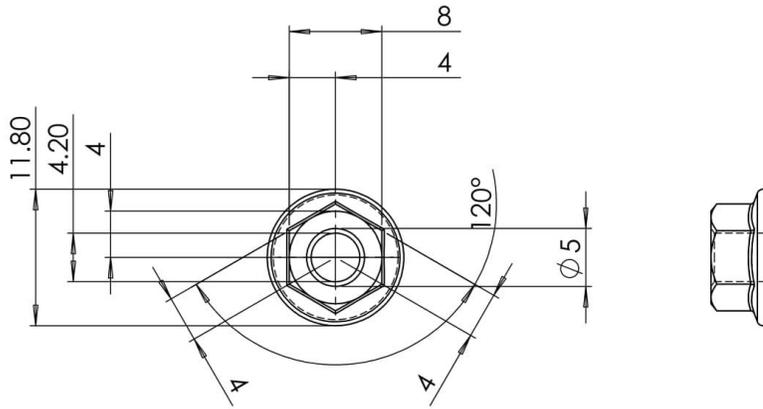
Figure III.5. Bague de serrage.

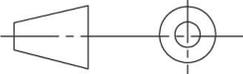


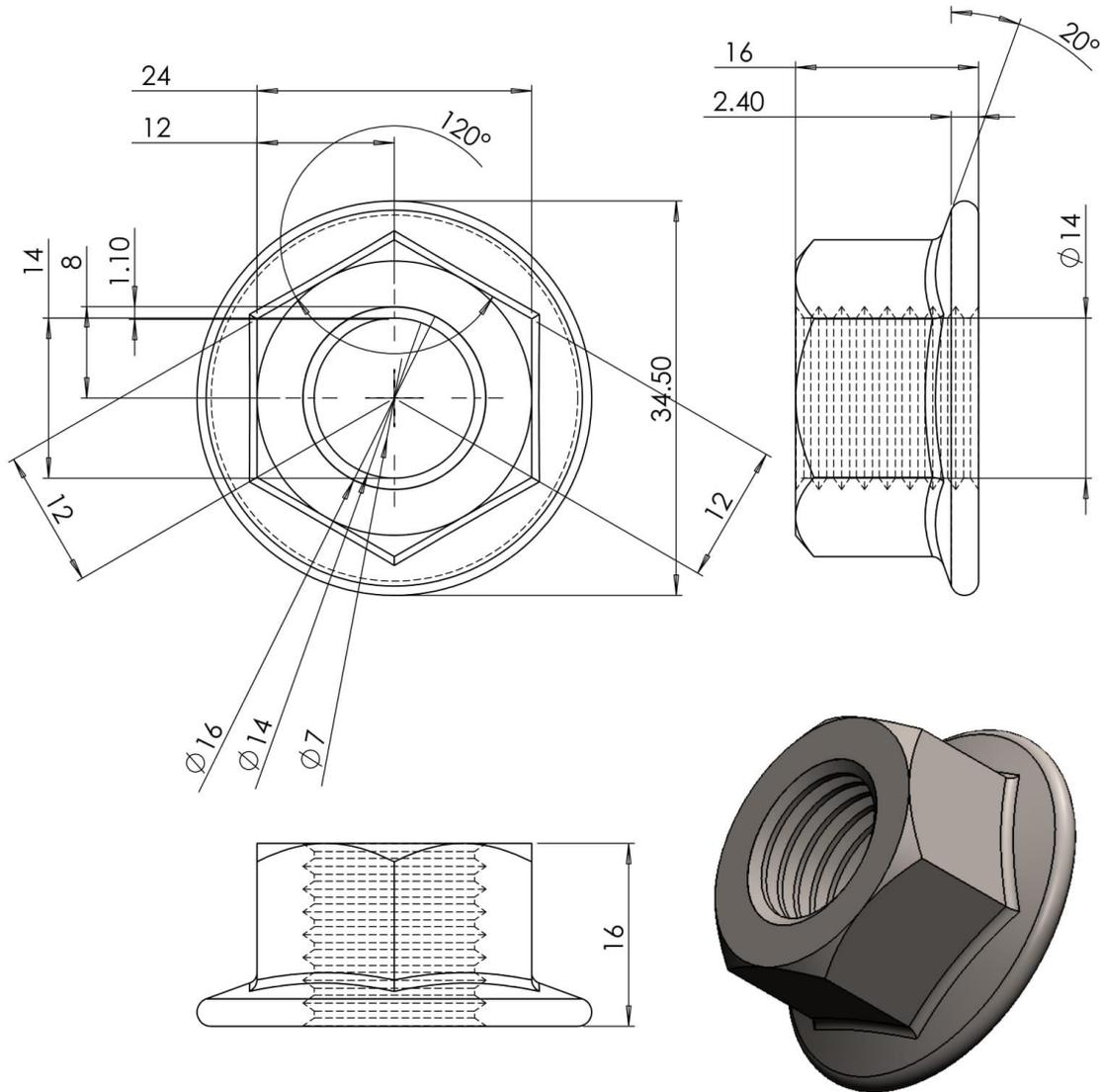
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Ecrou de serrage	Promotion 2021
		6/05/2021



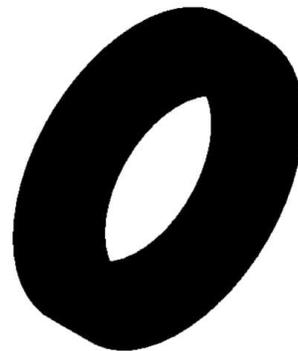
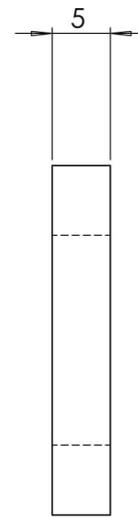
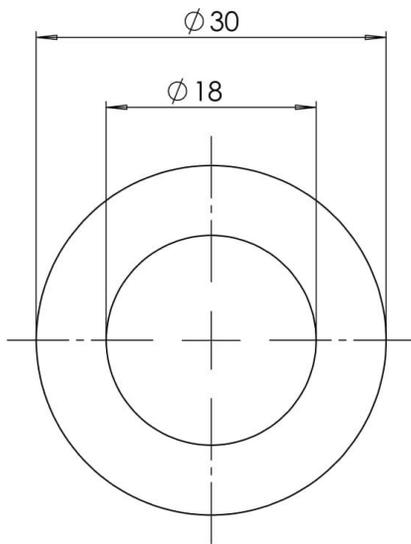
Figure III.6. Ecrou de serrage.



Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Ecrou hexagonal M5	Promotion 2021
		6/05/2021



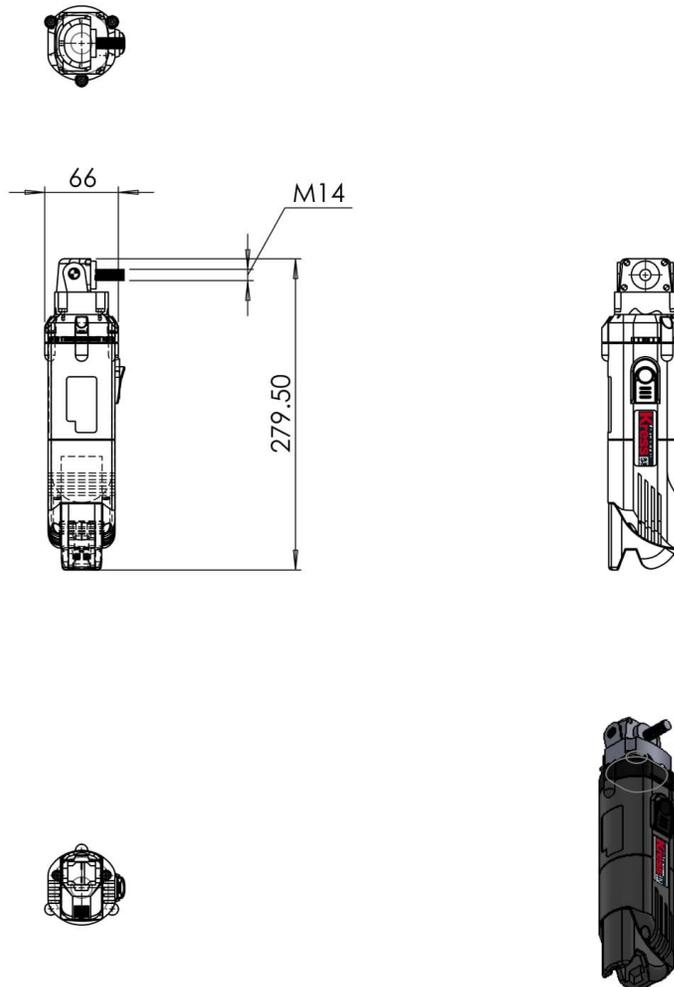
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Ecrou hexagonal M16	Promotion 2021
		6/05/2021



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Joint	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.7. Joint.



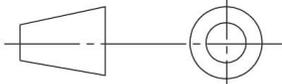
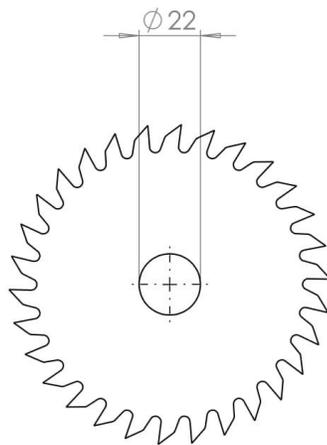
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Tronconneuse	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.8. Tronçonneuse.



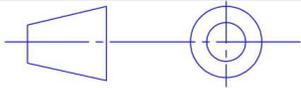
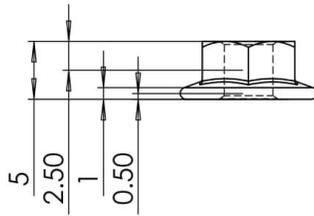
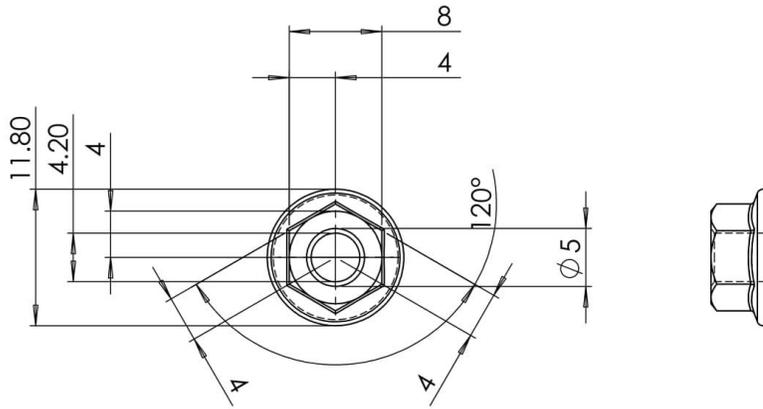
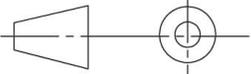
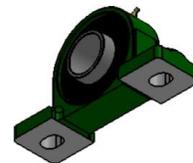
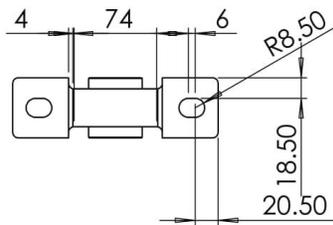
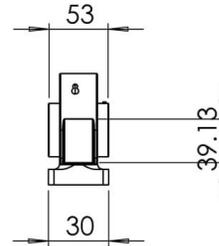
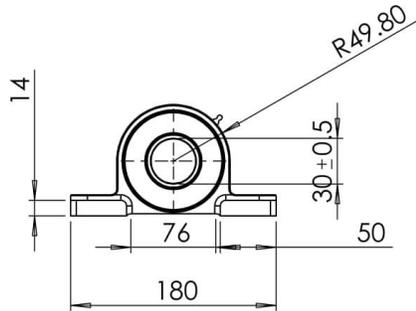
Echelle 1:1 Lame	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Lame	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.9. Lame.



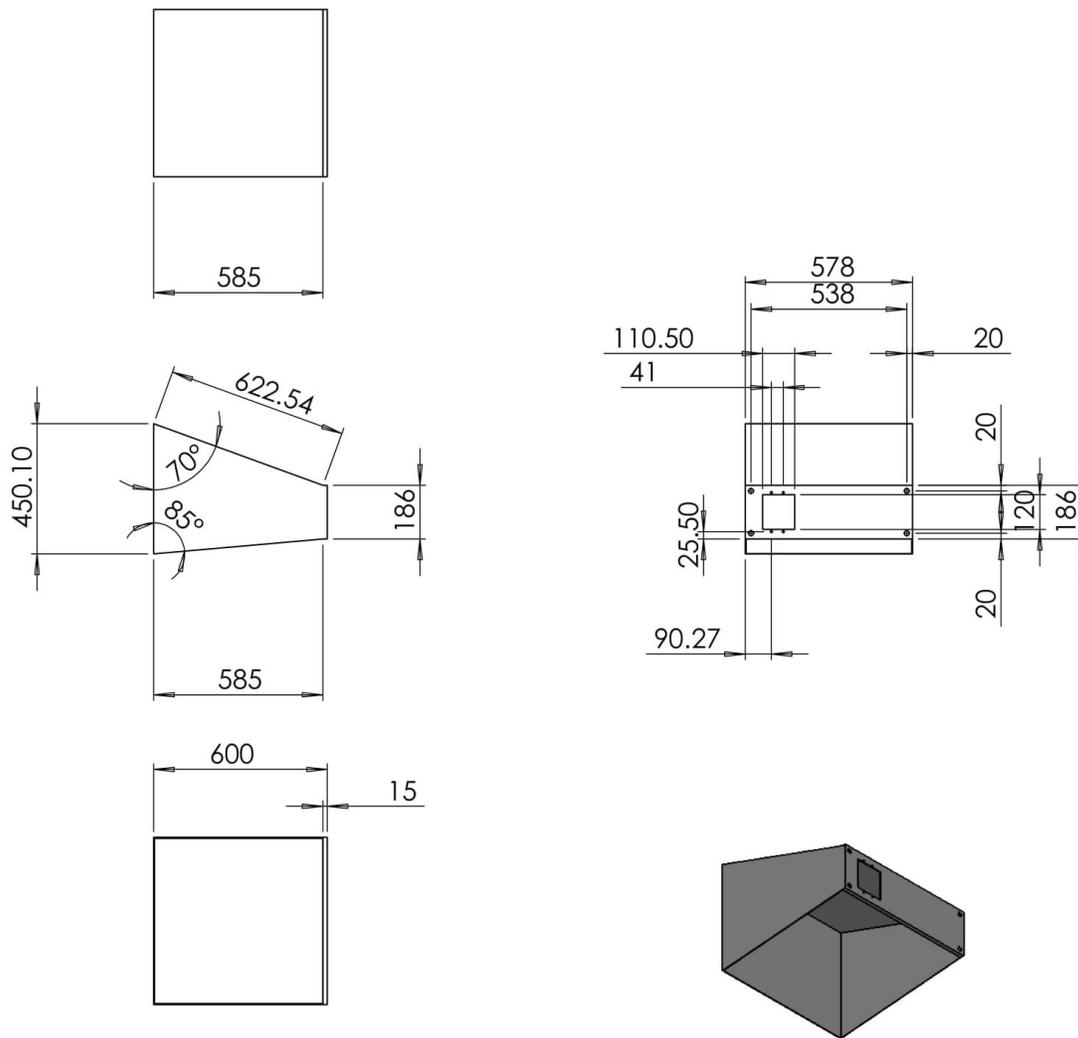
Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Ecrou hexagonal M5	Promotion 2021
		6/05/2021



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Palier de roulement	Promotion 2021
		6/05/2021



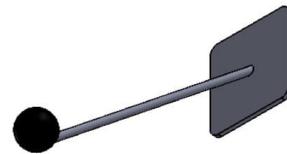
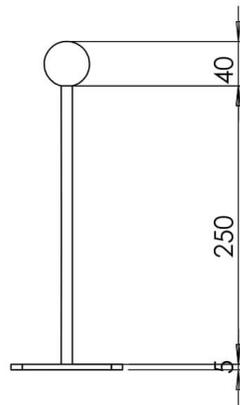
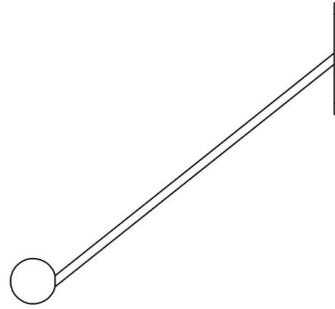
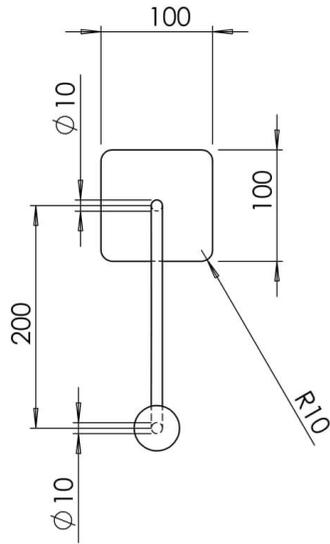
Figure III.10. Palier de roulement.



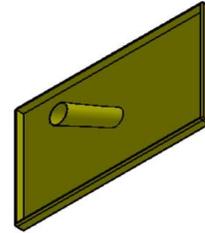
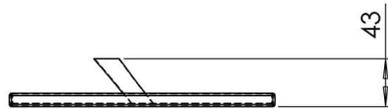
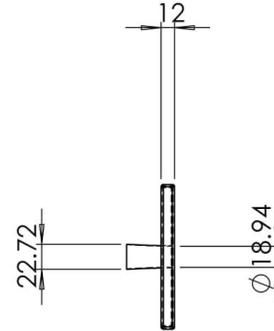
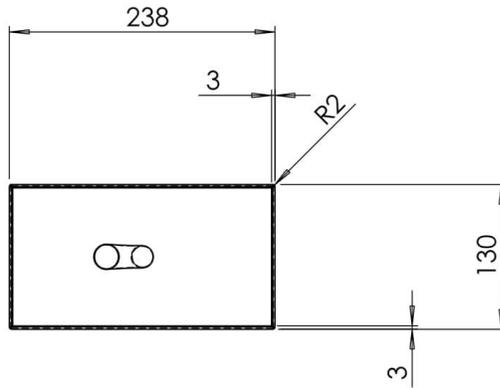
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Table	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.11. Table.



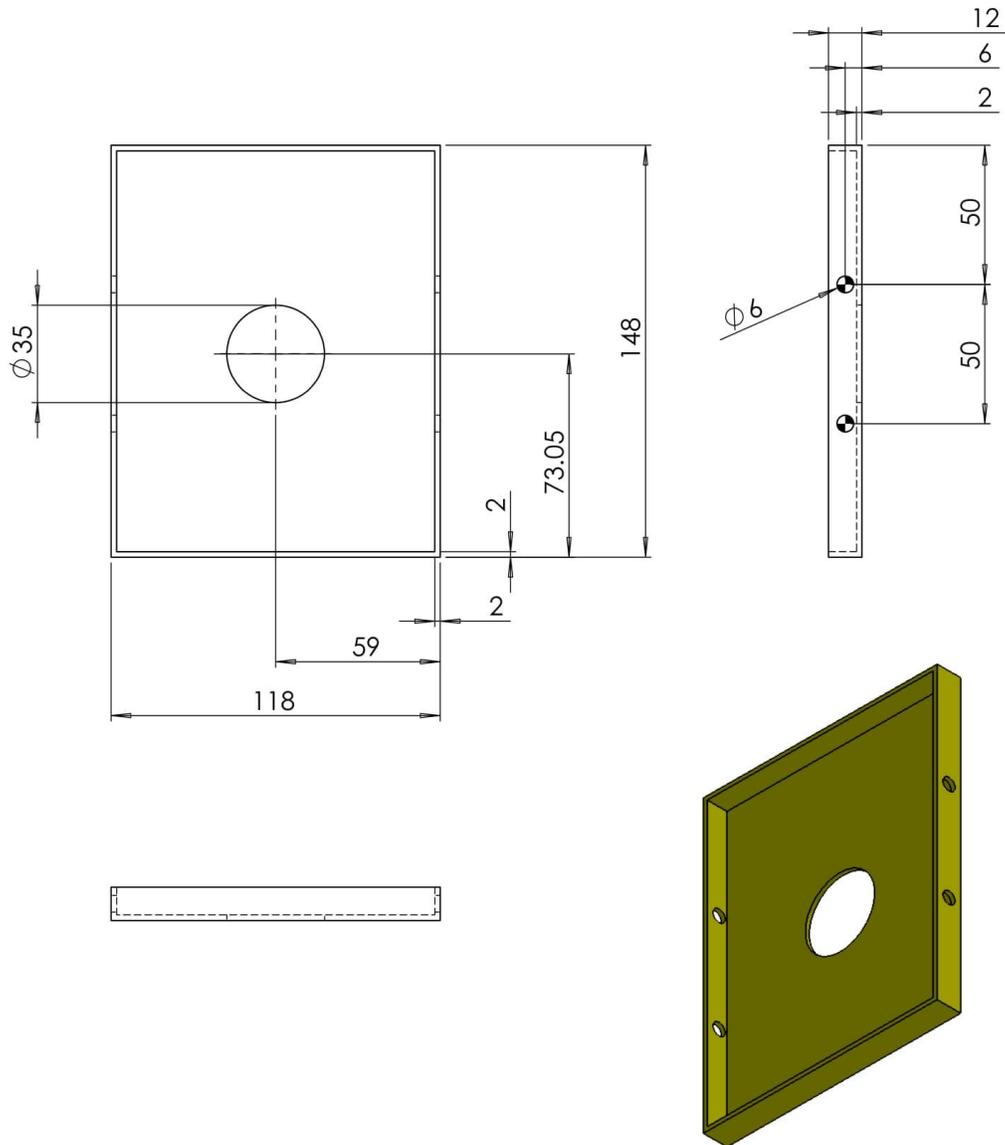
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Poussoir	Promotion 2021
		6/05/2021



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Port de trémie supérieure	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.12. Port de trémie supérieur et poussoir.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Couvercle	Promotion 2021
		6/05/2021

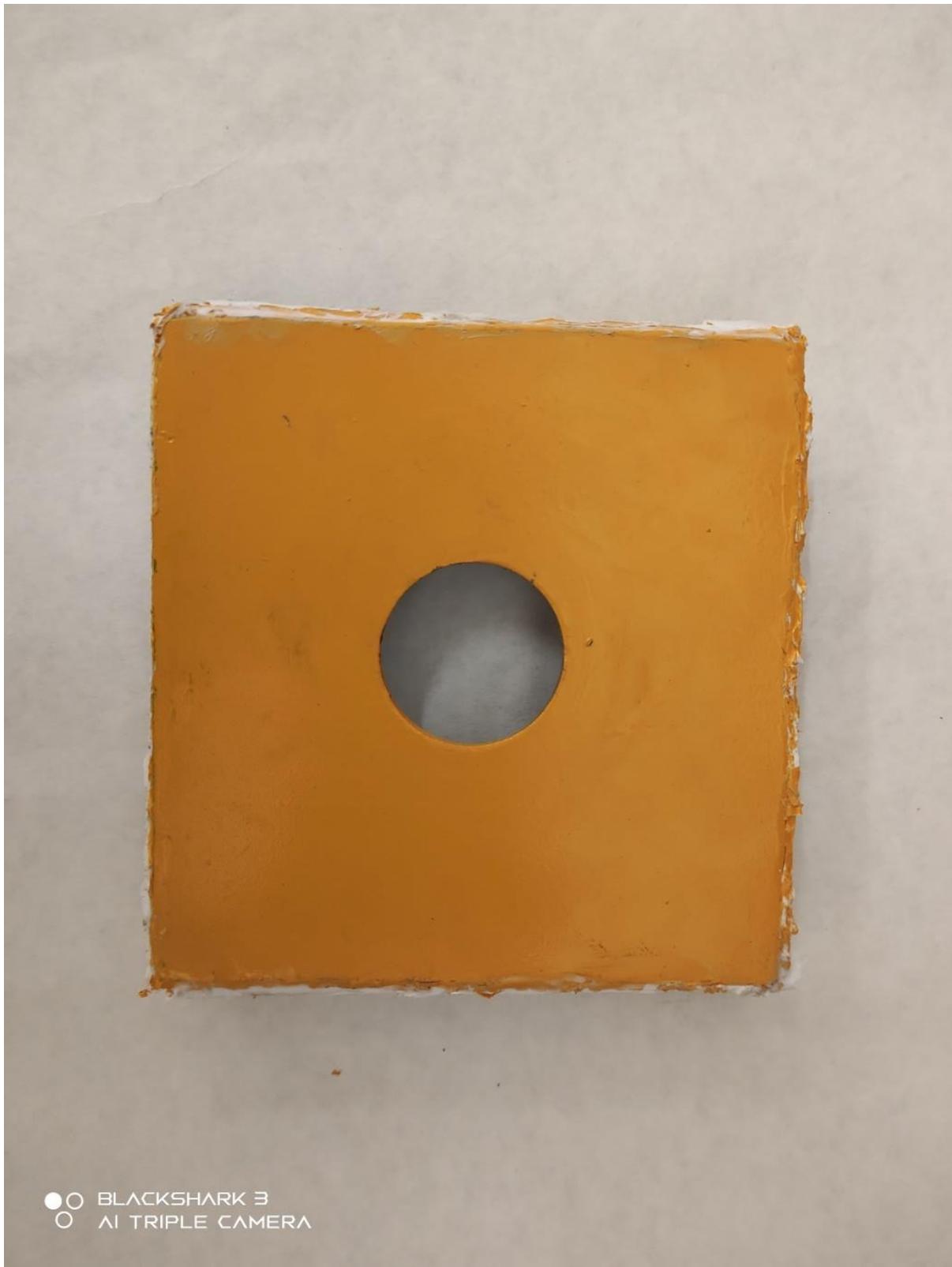
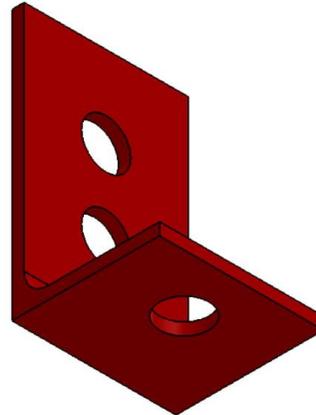
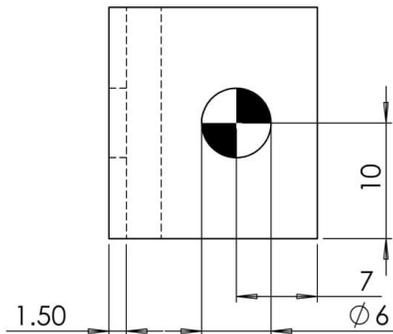
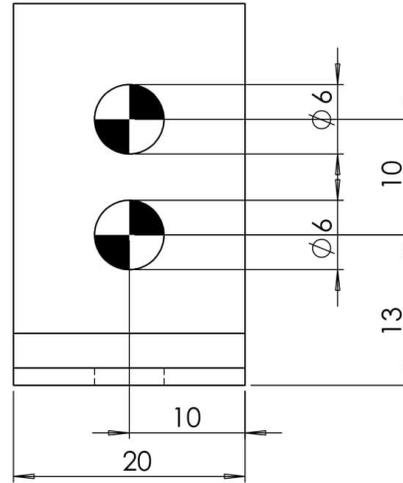
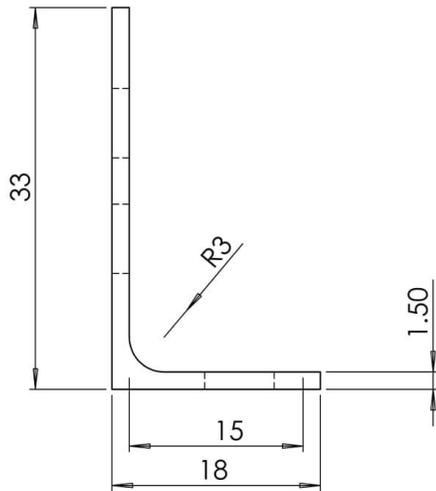


Figure III.13. Couvercle.



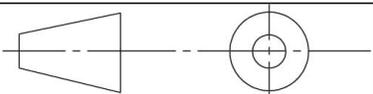
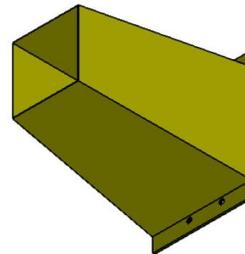
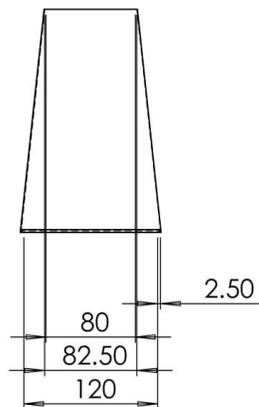
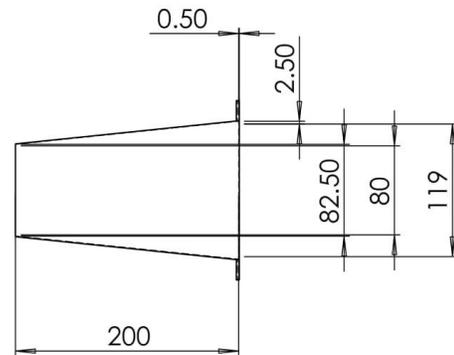
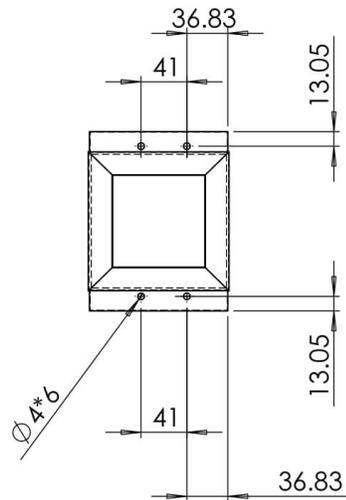
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Support L	Promotion 2021
		6/05/2021



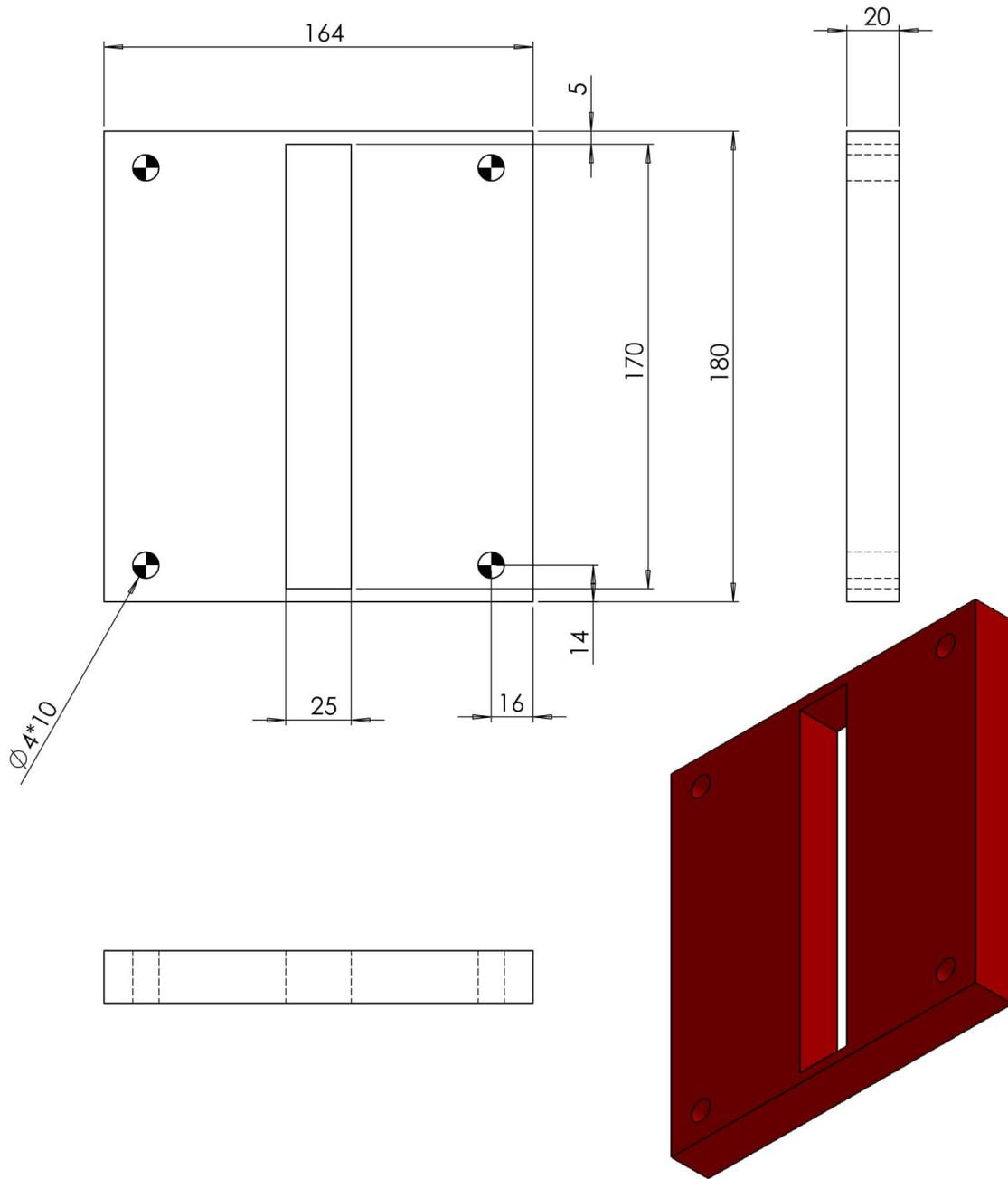
Figure III.14. Support L.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Trémie inferieure	Promotion 2021
		6/05/2021



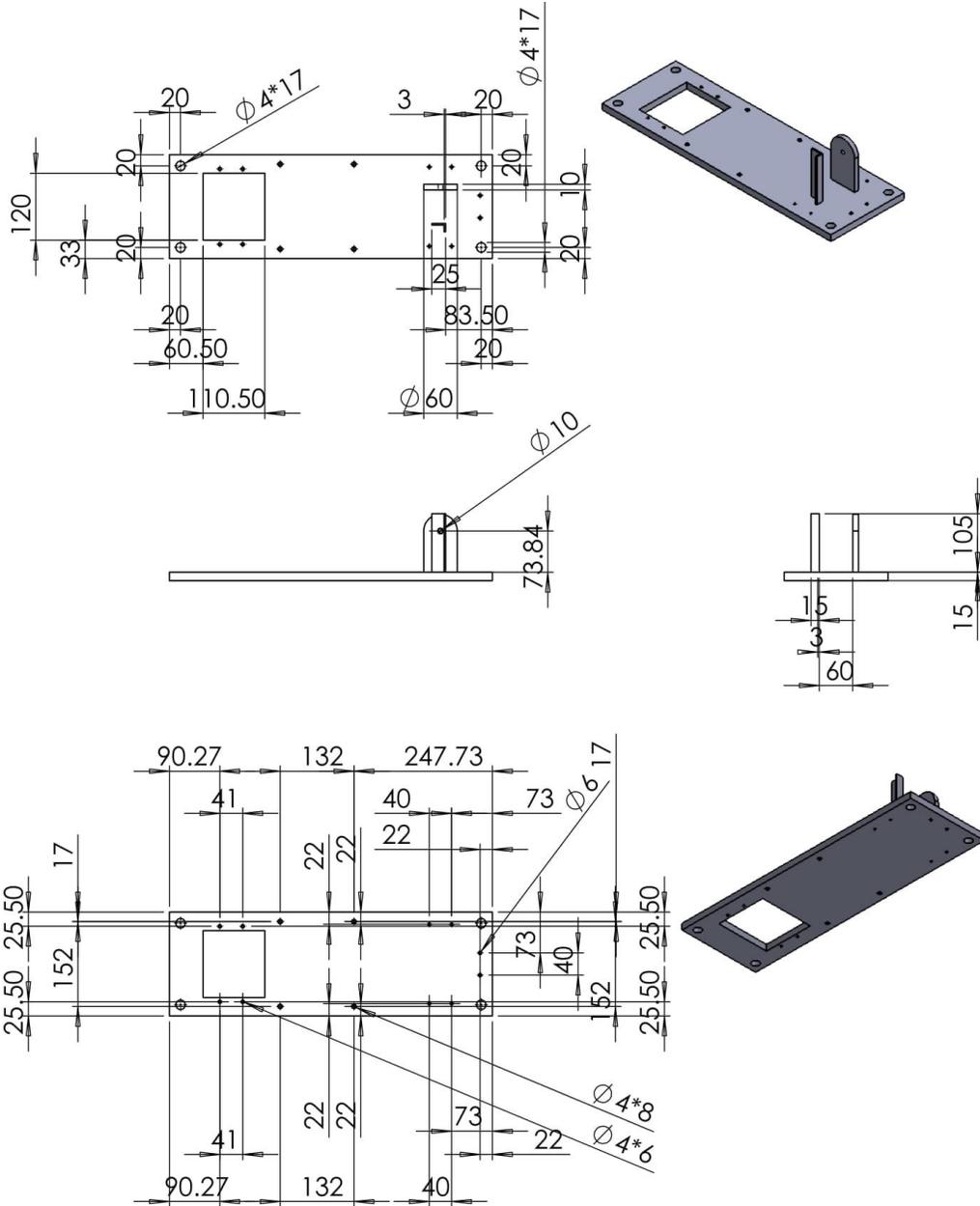
Figure III.15. Trémie inferieure.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Support de palier	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.16. Support de palier.



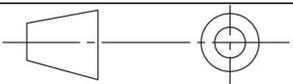
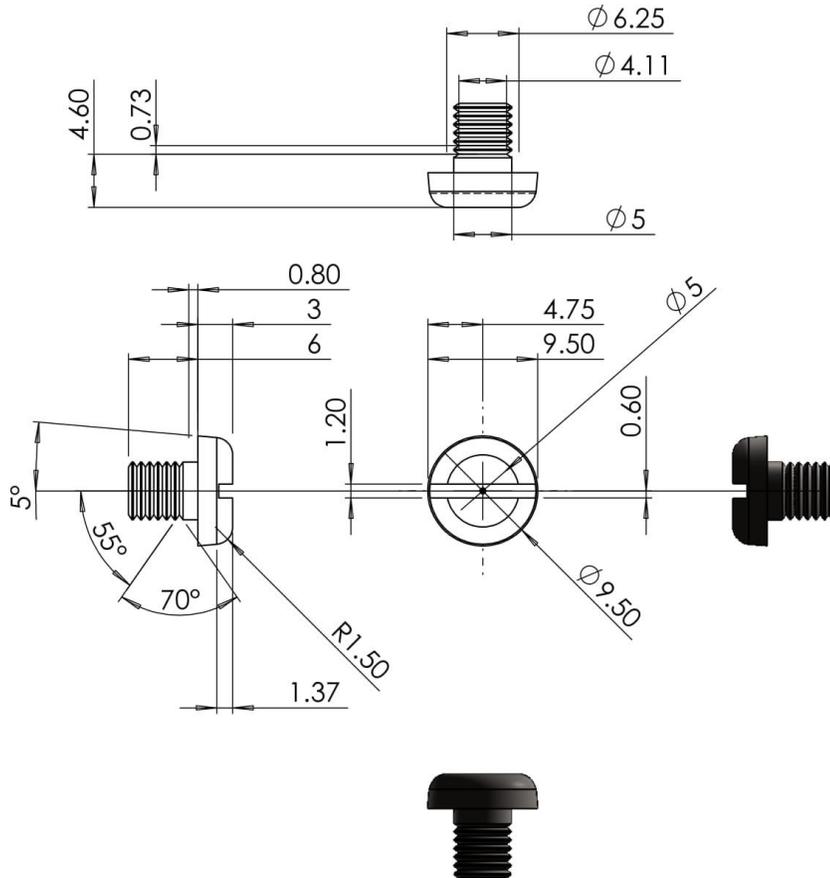
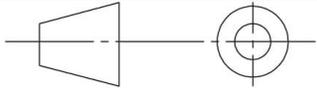
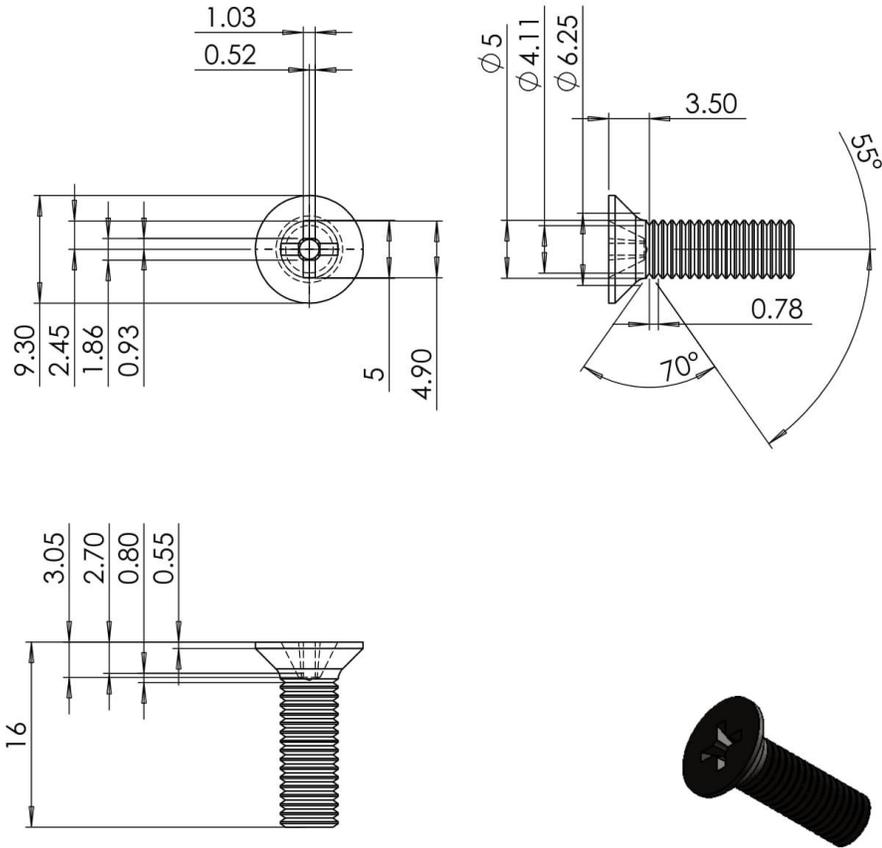
Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Base de broyeur	Promotion 2021
		6/05/2021

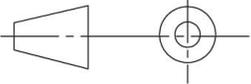


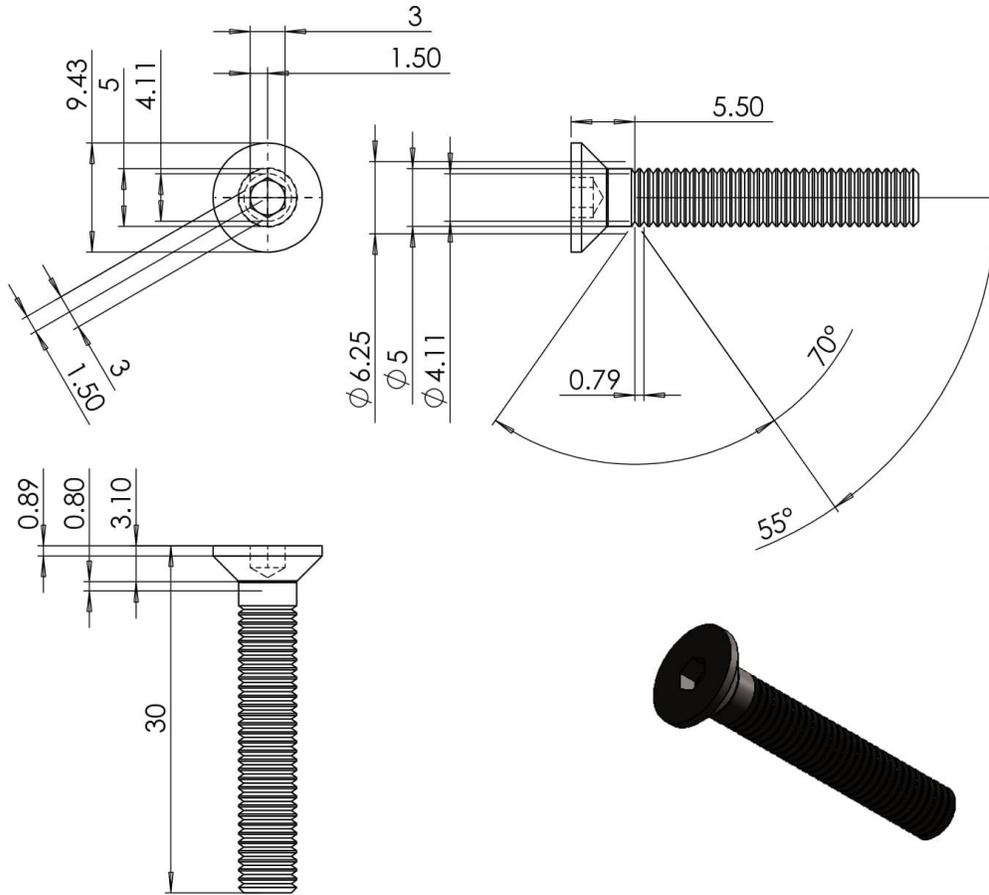
Figure III.17. Base de broyeur.

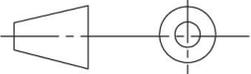


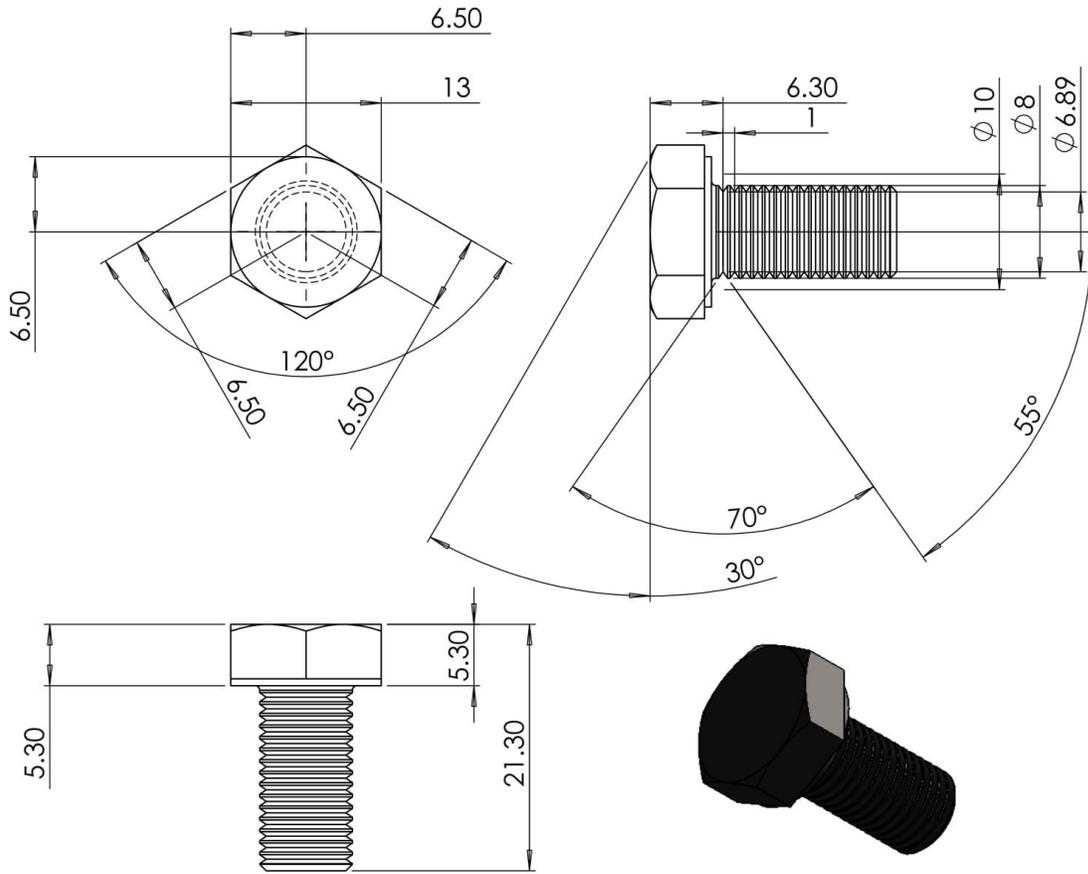
Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Vis à tete cylindrique M5	Promotion 2021
		6/05/2021



Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Vis à tête fraisée M5	Promotion 2021
		6/05/2021



Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Vis à tete fraisée M5	Promotion 2021
		6/05/2021



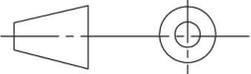
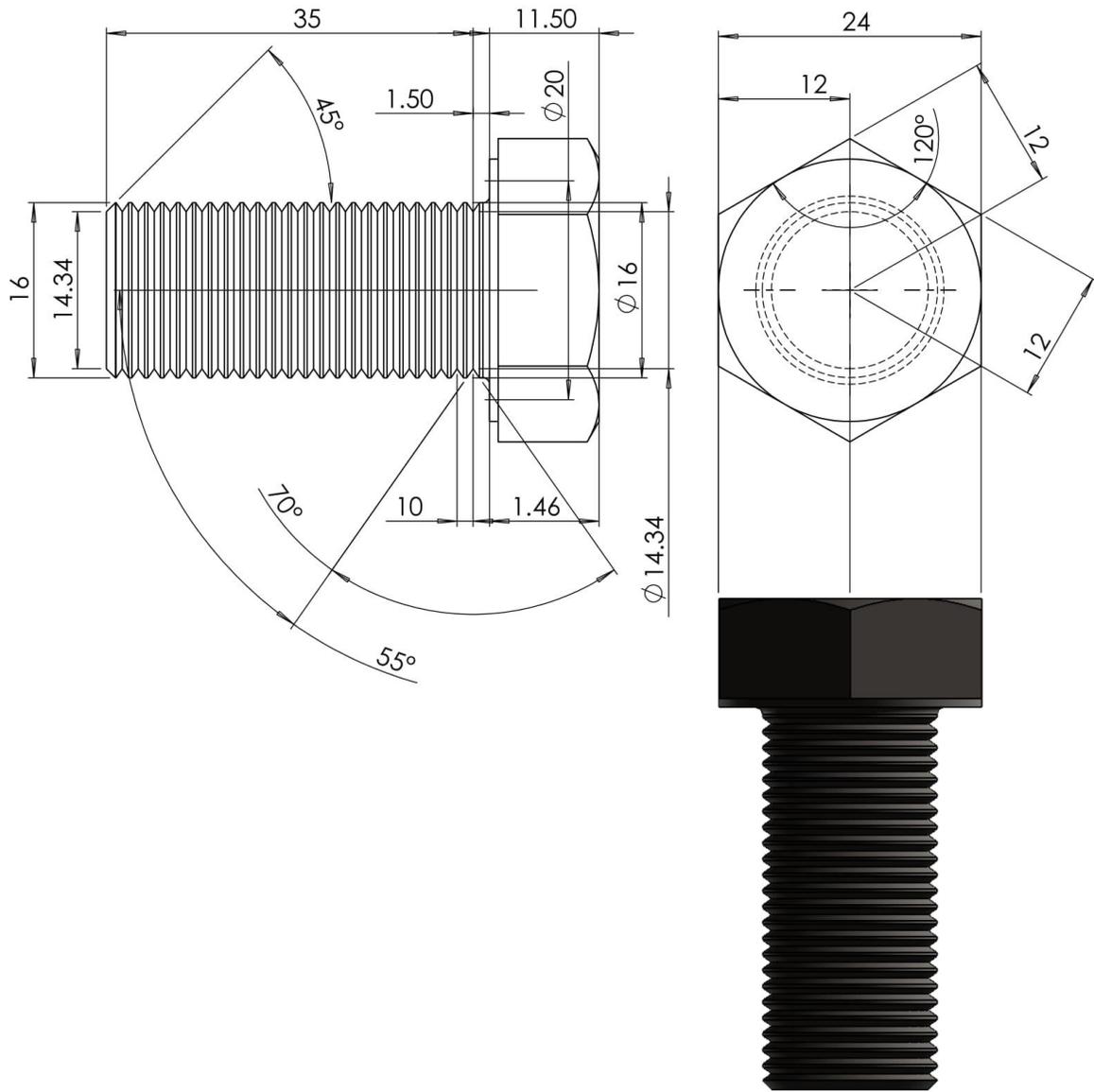
Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Vis d'assemblage M8	Promotion 2021
		6/05/2021



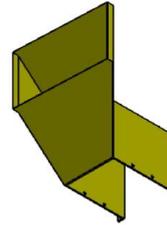
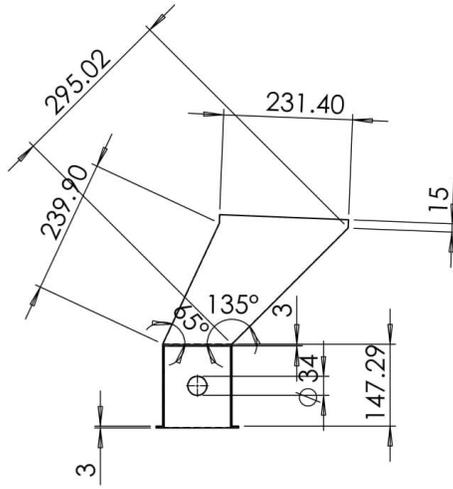
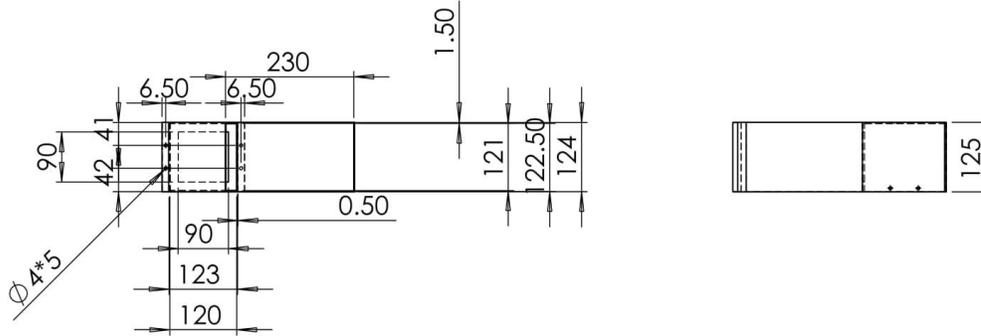
Figure III.18. Vis d'assemblage M8.



Echelle 2:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Vis d'assemblage M16	Promotion 2021
		6/05/2021



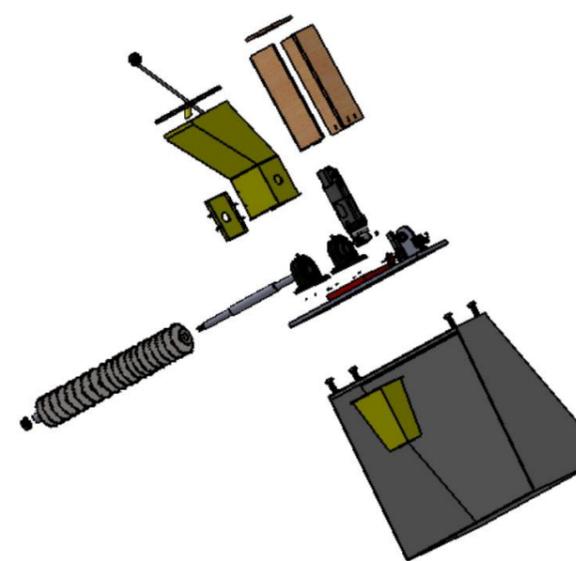
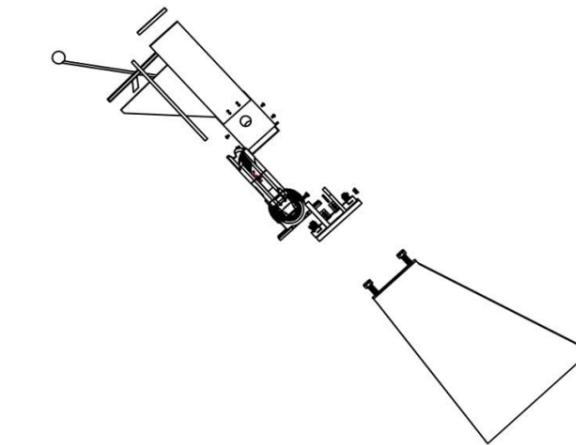
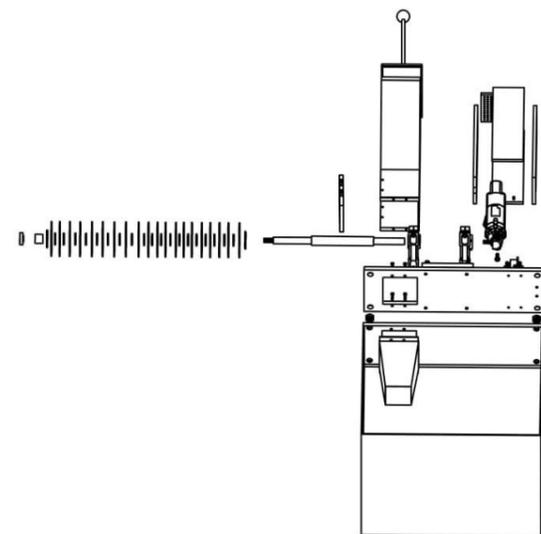
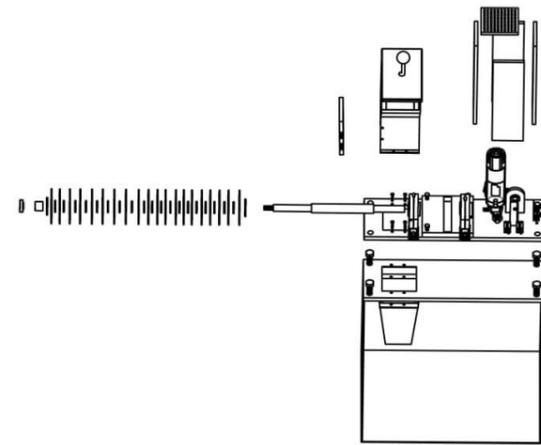
Figure III.19. Vis d'assemblage M16.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A4	Trémie superieur	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.20. Trémie supérieur.



Echelle 1:1	Université Mohamed Khider Biskra	Soheyb Mansouri
Format: A3	Broyeur à lamè	Promotion 2021
		6/05/2021



Figure III.21. Les différentes pièces de broyeur.



Figure III.22. Vue de face du broyeur.



Figure III.23. Vue de gauche du broyeur.



Figure III.24. Vue de dessus du broyeur.

Conclusion

Après l'effort et une observation constante pour trouver des solutions aux problèmes techniques que nous avons rencontrés lors de la réalisation de ce projet, nous avons pu trouver la plupart des solutions, et nous avons enfin pu atteindre notre objectif d'atteindre un bon fonctionnement de broyeur à lames et avec faible coût. Nous avons également appris à travers ce travail la méthode de réalisation d'une machine et la manière de traiter les problèmes techniques dans la fabrication mécanique.

Bibliographies

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

[2]. Disponible sur:

<https://fr.wikipedia.org/wiki/SolidWorks> le:09/06/2021

CONCLUSION

Conclusion

L'objectif principal de cette mémoire est de présenter une étude théorique du broyeur à lames puis de la réaliser ; Ce type de broyeur à lames est destiné pour broyer du matériel végétal tel que les palmes de palmier dattier.

Dans ce travail, nous avons introduit une classification des différents types de broyeur ; en particulier les broyeurs à lames ; Puis nous avons réalisé une étude théorique (RDM et construction) sur un broyeur à lames ; Cette étude théorique nous a permis de réaliser ce 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.

A travers ce travail nous avons appris les techniques de fabrication mécanique telles que la 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.

Perspectives

Nous équipons ce broyeur d'un moteur triphasé de type ABB B5, 5.5kw et 1500 tr/min.

Nous essayons également de changer la forme des lames en une lame cylindrique.

Ceci tout en conservant la même structure et le même principe de fonctionnement de ce broyeur.

Résumé

Ce travail comprend la présentation d'une conception et réalisation d'un broyeur à lame pour broyage des palmes du palmier dattier, en utilisant les différentes techniques de production disponibles dans le hall technologique de l'Université de Biskra, Où les conceptions par ordinateur à l'aide du programme Solid works.

Mots clé

Conception, Broyeur à lame, Matériaux végétaux, CAO, Palmier.

Abstract

This work includes the presentation of a design and realization of a blade crusher for crushing the palms of the date palm, using the different production techniques available in the technological hall of the University of Biskra, where computer designs at using the Solid works program.

Key words

Design, Blade crusher, Plant materials, CAD, Palm tree.

ملخص

. يشمل هذا العمل في تقديم دراسة و تصميم لانتاج مطحنة ذات شفرات موجهة لطحن اوراق النخيل و ذلك باستعمال مختلف تقنيات الانتاج المتوفرة بالبهو التكنولوجي الخاص بجامعة بسكرة حيث كانت التصاميم تتم بواسطة الكمبيوتر ببرنامج الصوليد ووركس.

الكلمات المفاتيحية

التصميم, مطحنة ذات شفرات, مادة نباتية, التصميم عن طريق الكمبيوتر, اوراق النخيل.