



UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE MECANIQUE

MEMOIRE DE MASTER II

Domaine : science et technologies
filière Génie mécanique
spécialité: fabrication mécanique

Etude et Réalisation de Broyeur à billes

Auditeur:
DJELLAL Abderrahmane

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Je remercie avant tout ALLAH le tout puissant de m' avoir donné la foi, la Volonté et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je remercie l'enseignant qui me suivi et m'a aidé pour réaliser ce projet de fin d'étude pour le cycle de Master M. DJADJOUKH Mohamed.

Mes grands remerciements aux membres du jury d' avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie tous les enseignants qui ont m'enseignés durant cette formation.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail , Je remercier beaucoup ma famille, en particulier mon père et ma mère. Ma future femme, merci. Un remerciement spécial à mes amis fidèles, en particulier mon frère Houssam, restera gravé dans mon cœur malgré les adieux. Vous êtes tous un facteur de motivation et vous êtes tous une source d'inspiration.

Merci à vous tous...

DJELLAL Abderrahmane

Dédicaces

Je dédie ce projet:

À ma chère mère, qui n'a jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs. Merci maman

À mon cher père.

À toute ma famille

À ma famille

À ma future femme

À tous les enseignants du département de Génie Mécanique

Pour leur indéfectibles soutiens et leur patiences infinie

À mes chers amis fidèles, en particulier mon frère Houssam

À tous ceux qui, m'ont donné la force de continuer que ce soit moralement ou matériellement.

DJELLAL Abderrahmane

Sommaire :

Sommaire	4
Le résumé	6
Liste des figures	7
Liste des tableaux	7
Introduction Générale	9
Introduction	12
Métallurgie de poudres	12
Domaines d'application de la métallurgie des poudres:	13
Les avantages de la métallurgie des poudres	13
Les inconvénients de la métallurgie des poudres	13
Procédés d'élaboration des poudres métalliques	14
Procédés mécaniques	14
Le broyage	14
Mécano synthèse	15
Procédés chimiques	15
La réduction	15
L'électrolyse	15
Techniques d'atomisation	16
Introduction	18
BROYAGE	18
OBJECTIFS DE LA BROYAGE	18
MECANISMES DU BROYAGE	19
ABARTION	19
DESINTEGRATION	19
CLIVAGE	19
Machine du broyage:	20
Déférents types de broyeur:	20
Broyeurs à billes:	20
Broyeurs planétaires:	20
Broyeur à mortier:	21
Mixeur homogénéisateur à couteaux:	22
Broyeurs à couteaux:	22
BROYEURS À ROTOR / À MARTEAUX:	23
BROYEURS À DISQUES:	24
CONCLUSION:	24
Introduction	26

SCHÉMA CINÉMATIQUE	26
Les choix et les calculs des élément de broyeur.....	27
Moteur électrique.....	27
Caractéristique de moteur utilise.....	28
Dimensionnement de l'arbre porte lames	28
Le choix de matériaux de l'arbre	29
Choix de roulement.....	30
Présentation de mécanisme réalise.....	31
Réalisation de mécanisme	31
Les procédure de fabrication.....	31
Tour parallèle	31
Fraisage : Cette procédure a été utilisée pour faire les trous.....	31
Presse hydrauliques.....	31
soudage :	31
Assemblage fini du broyeur	32
Le gamme d'usinage des pièces de broyeur.....	35
Les dessins définitions	43
Arbre a	43
Arbre b	44
Bouchon sup.....	45
Bouchon inf.....	46
Lame	47
Chemise	48
Moteur.....	49
L'expérience.....	50
Résultat de l'expérience.....	50
Conclusion générale.....	52
Bibliographie.....	53
Bibliographie.....	54

Le résumé

Le domaine de la fabrication et de la production est très vaste et ses qualités et méthodes varient, l'utilisation de poudres métalliques est l'une de ces méthodes efficaces dans ce domaine ,elle est moins coûteuse, sans effort et économise de l'énergie et du temps ,et comme on dit le temps c'est de l'argent, c'est-à-dire du profit.

Il a des propriétés mécaniques dans le mélange des métaux et ne nécessite pas de fusion élevée. Il a également de nombreuses façons de le produire , chimiques et mécaniques au besoin.

L'une de ses méthodes mécaniques est le meulage et il a des types.

nous choisissons le broyage avec des billes d'acier. Ils ont essayé de traiter le matériau, de traiter ses détails et de créer un modèle pratique de ce type.

Summary:

The field of manufacturing and production is very wide and its qualities and methods vary, the use of metal powders is one of those effective methods in this field, it is less expensive, effortless and saves energy and time, and as they say time is money, that is profit.

It has mechanical properties in mixing metals and does not require high melting. It also has many ways to produce it, chemical and mechanical as needed.

One of its mechanical methods is grinding and it has types.

We choose the grinding with steel balls. They tried to process the material, process its details and create a practical model of this type.

ملخص:

مجال التصنيع والإنتاج واسع جدا وتختلف صفاته وأساليه، واستخدام مساحيق المعادن هو أحد تلك الطرق الفعالة في هذا المجال، فهو أقل تكلفة، وسهل ويوفر الطاقة والوقت، وكما يقولون الوقت هو المال، أي الربح.

لديها خصائص ميكانيكية في خلط المعادن ولا تتطلب ذوبان عالية. كما أن لديها العديد من الطرق لإنتاجه، الكيميائية والميكانيكية حسب الحاجة.

واحدة من الطرق الميكانيكية هي طحن ولها أنواع.

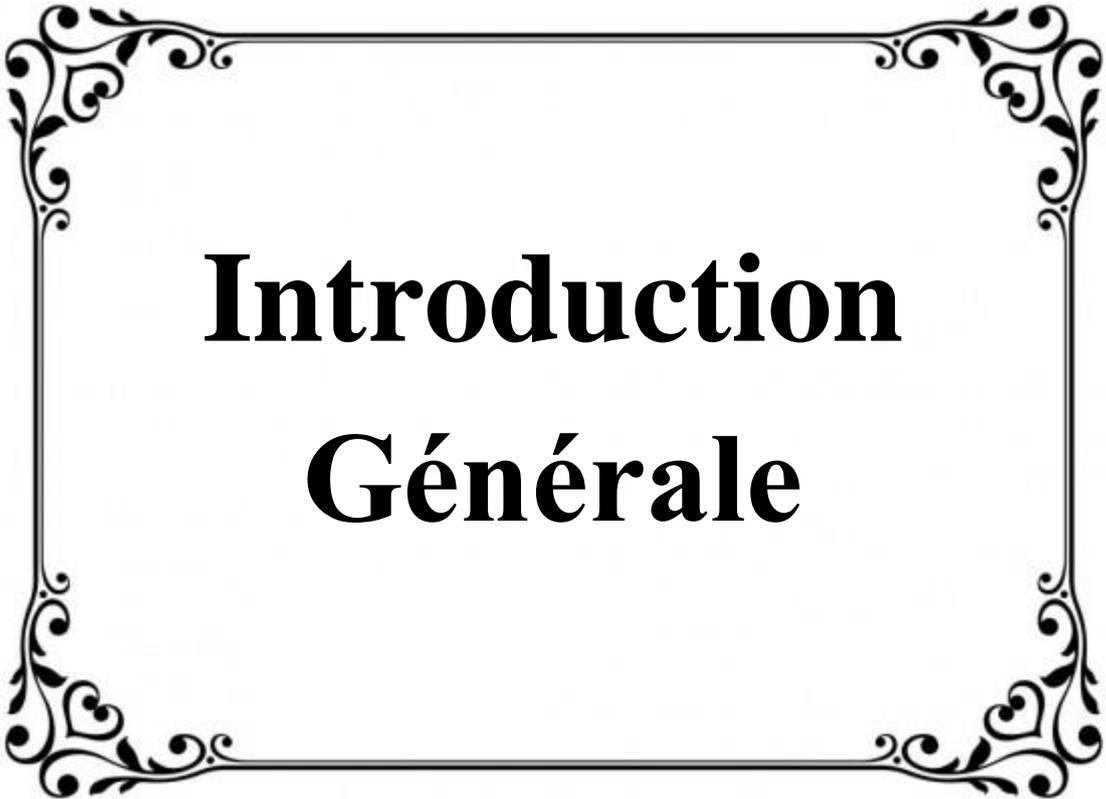
نختار طحن مع كرات الصلب. حاولوا معالجة المواد ومعالجة تفاصيلها وإنشاء نموذج عملي من هذا النوع.

Liste des figures

Figure 1.Les broyeurs (a) broyeur à boulets b) agitateur SPEX (c) broyeur planétaire (4) ----	14
Figure 2 Les différentes étapes de la fabrication de la poudre par électrolyse (6).-----	15
Figure 3 Les techniques d'atomisation (7) -----	16
Figure4 Les principaux mécanismes de broyage. (18)-----	19
Figure 5.Schéma cinématique-----	26
Figure 6.broyeur assemblé par SolidWorks -----	32
Figure7 . broyeur démontée -----	33
Figure 8.broyeur assemblé-----	34
Figure 9.gamme d'usinage d'arbre -partie 1 -----	35
Figure 10.continuation du gamme usinage d'arbre-partie 1 -----	36
Figure 11.gamme d'usinage d'arbre -partie 2 -----	37
Figure 12.Continuation du gamme d'usinage d'arbre -partie 2 -----	38
Figure 13.gamme d'usinage de lame-----	39
Figure 14.gamme d'usinage de bouchon 1et 2 -----	40
Figure 15.gamme d'usinage de bouchon 2 page 2 -----	41
Figure 16.gamme d'usinage de chemise-----	42
Figure 17.dessin technique d'arbre 1-----	43
Figure 18.Dessin technique d'arbre 2 -----	44
Figure 19.Dessin technique de bouchon supérieur-----	45
Figure 20.Dessin technique de bouchon inférieur-----	46
Figure 21.Dessin technique de lame -----	47
Figure 22.Dessin technique de chemise -----	48
Figure 23.Dessin technique de moteur-----	49
Figure 24.Un échantillon de copeaux d'aluminium avant et après broyage à billes-----	50

Liste des tableaux

Tableau 1.Désignation et Nombre d'éléments du Schéma cinématique-----	26
Tableau 2.Caractéristiques et domaines d'utilisation des moteurs électriques -----	27
Tableau3 .caractéristique de roulement -----	30

A decorative rectangular border with ornate, symmetrical floral and scrollwork patterns at each corner, framing the central text.

Introduction Générale

Introduction Générale

Aujourd'hui est l'ère de la vitesse et de l'économie, et donc la technologie doit suivre les facteurs de vitesse, de temps, d'argent, de profit et de perte en trouvant un moyen optimal, un temps plus court, un processus moins coûteux et moins d'utilisation de matières premières.

La fabrication de certaines pièces en métal comme pièces de rechange, que ce soit dans le domaine de la médecine, des voitures, etc. L'utilisation de poudres métalliques est l'une des techniques pratiques pour y parvenir.

En mélangeant des poudres pour obtenir une structure solide qui répond à l'offre ou à la demande, tout en évitant la fabrication normale, ce qui entraîne une perte importante de matières premières.

Cela passe par le mélange des deux matériaux, l'assemblage, le traitement, le produit final, évitant ainsi la découpe et les machines à forte consommation d'énergie, et obtenant ainsi un produit rapide en pressant les poudres dans des moules selon la demande.

La métallurgie des surfaces est un processus de fabrication direct sans fusion du matériau, mais il est plus développé car il est simple par rapport aux autres technologies et a une large couverture, en particulier pour les petits produits tels que les petits engrenages de mouvement, par exemple .

Il existe également de nombreuses façons d'obtenir ces poudres à partir de divers métaux, y compris des méthodes chimiques et mécaniques, en fonction de leur capacité, de leur demande et de leur besoin, telles que les poudres grossières et très fines, en fonction des caractéristiques.

Maintenant, l'objectif principal de cette thèse est de concevoir un mécanisme mécanique pour broyer les métaux et les transformer en poudres à l'aide de billes d'acier, ce qui est considéré comme l'une des méthodes mécaniques, et cette thèse se compose d'une introduction générale et de trois chapitres:

Le premier chapitre est consacré à parler de la métallurgie des poudres et de ses applications et caractéristiques, avantages et inconvénients et méthodes de production.

Le deuxième chapitre traite des méthodes mécaniques de broyage des poudres en général en abordant la finalité de ce procédé et la composition de ses mécanismes et les types de mécanismes disponibles.

Le troisième chapitre est une étude générale du projet d'une petite broyeur à billes , quelques lois de calcul, une étude. Prenant des valeurs logiques tirées de connaissances préalables dans le domaine de la fabrication .

Conception complète des pièces de la machine à l'aide de SolidWorks, dessins définition et le gamme d'usinage, enfin Réalisation du produit, fonctionnement de la machine.

L'expérience: Nous le faisons pendant dix minutes pour l'expérimentation uniquement, puis nous obtenons les résultats à discuter, et reste pour la prochaine promet de maîtres.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale, perspective et par les références bibliographiques qui ont été un support de base de notre travail.



Chapitre I

La Métallurgie de poudres

Introduction

Dans ce chapitre je décris d'abord une étude bibliographique sur la métallurgie des poudres, et de ses applications et caractéristiques, avantages et inconvénients et méthodes de production.

Métallurgie de poudres

La métallurgie des poudres MP est définie par le grand dictionnaire terminologique comme étant le domaine de la métallurgie traitant de la production des poudres de métaux ou d'alliages ainsi que de la fabrication des pièces métalliques à partir de ces poudres . (1) C'est un ensemble de procédés technologiques permettant la réalisation de composants de formes prédéterminées à partir de poudres (métalliques, céramiques ou composites) dont la granulométrie et la constitution sont maîtrisées. Dans un premier temps, la forme du composant est donnée par l'intermédiaire d'une matrice, avec possibilité de démoulage. Selon le procédé, différents paramètres interviennent comme la vitesse, la température, les liants. Le composant obtenu est densifié par frittage dans un four. Le composant final ainsi réalisé présente la forme, les tolérances dimensionnelles et les propriétés mécaniques désirées.

La métallurgie des poudres peut être caractérisée par les trois mots clés suivants:

Poudre, pression et température. Les différents modes de fabrication sur laquelle elle repose, permettent l'obtention de pièces poreuses ou non, de formes, dimensions et masses variés. Les techniques intervenant successivement au cours de l'élaboration d'un composant peuvent se résumer de façon suivante. (1).

- Élaboration de la poudre.
- Densification et mise en forme,
- Frittage,
- Calibrage,
- Traitements thermiques
- Finitions.

La métallurgie des poudres est utilisée principalement en vue de l'obtention de pièces dont les propriétés ne peuvent être obtenues que par ce moyen figure (1). Une deuxième raison d'utilisation des méthodes spécifiques de la métallurgie des poudres est d'obtenir des pièces frittées avec des propriétés correspondantes, dans les conditions où il y a un avantage économique par rapport aux méthodes classiques de mise en forme.

Au cours des années 30 et 40, certaines applications spécifiques ont été développées comme les brosses Cu-graphite pour les moteurs électriques, les cermets WC-Co pour les matrices et les outils de coupe et les coussinets autolubrifiants de bronze et d'aciers.

Domaines d'application de la métallurgie des poudres:

La métallurgie des poudres, qui consiste à travailler le métal sous forme de poudre, au lieu de le fondre, connaît aujourd'hui un regain d'intérêt. Elle concerne en effet la fabrication de pièces pour la plupart des secteurs industriels, L'utilisation de poudres dans le domaine de la métallurgie des poudres se concentre dans le domaine de l'automobile, qui représente une part de 74 %. Pour les autres utilisations, on trouve 13 % dans les domaines conjoints des transports et de l'espace et 13 % pour les loisirs.

Les avantages de la métallurgie des poudres

Les avantages de la fabrication de pièces par le procédé de la métallurgie des poudres sont nombreux. Les autres avantages du procédé sont décrits ci-dessous (2).

- Diminution des pertes de matières premières;
- Diminution ou élimination de l'usinage;
- Contrôle précis de la composition et des propriétés physiques et mécanique;
- Contrôle précis des dimensions et du fini de surface;
- Fabrication de pièces complexes;
- Possibilité de combiner des matériaux qui ne peuvent l'être par d'autres méthodes;
- Possibilité de remplacer des assemblages de plusieurs pièces par une seule pièce.

Les inconvénients de la métallurgie des poudres

Il existe bien sûr certaines limitations associées au procédé. Parmi celles-ci, signalons certaines contraintes quant à la forme et à la géométrie des pièces. Il est impossible, par exemple, de faire des trous filetés, des ressorts ou des pièces avec des trous transversaux en utilisant le procédé de la métallurgie des poudres. De plus, dans le cas de certaines pièces à géométrie complexe, il est parfois difficile d'obtenir une densité distribuée de façon homogène

dans la pièce. Cette non-uniformité de la distribution de la densité peut amener des problèmes de formes finales et de faiblesses dans certaines parties de la pièce, (2). Finalement, il est à noter que la taille maximale des pièces qu'il est possible de faire par métallurgie des poudres est directement liée à la pression maximale que les presses sont capables d'appliquer.

Procédés d'élaboration des poudres métalliques

La poudre peut être définie comme un ensemble de particules dont les dimensions sont habituellement inférieures à 1mm. Pour l'élaboration des poudres métalliques, plusieurs techniques sont utilisées on cite principalement trois catégories. Elles sont présentées sur la Figure (I.1) : procédés mécaniques, chimiques et atomisation (3). Généralement, le choix de la méthode dépend de la nature du métal, les caractéristiques des poudres, du coût de fabrication, et du domaine de l'utilisation.

Procédés mécaniques

Les méthodes mécaniques consistent à broyer un métal par un moyen approprié, ces techniques sont basées sur le choc, l'attrition, le cisaillement et la compression.

Le broyage

L'opération de broyage est la synthèse de plusieurs phénomènes tels la fracturation, la déformation et le soudage à froid (4). Pour les matériaux fragiles le premier phénomène prime avec un peu de déformation tandis que pour les matériaux ductiles les trois phénomènes sont présents. Les particules obtenues sont dépendantes des propriétés physiques et chimiques du matériau, du milieu dans lequel le broyage est effectué (vide, gaz, liquide) et des conditions opératoires de broyage (quantité et grosseur des boulets, appareils utilisés). Les appareils utilisés sont essentiellement des broyeurs Figure-(1) à mâchoires, à marteaux, billes... Ils sont très employés pour les métaux fragiles (éléments purs tels que Mn, Sb, Bi Cr,... ou alliage Fe-Al, Ni-Al, Fe-Si, ...).

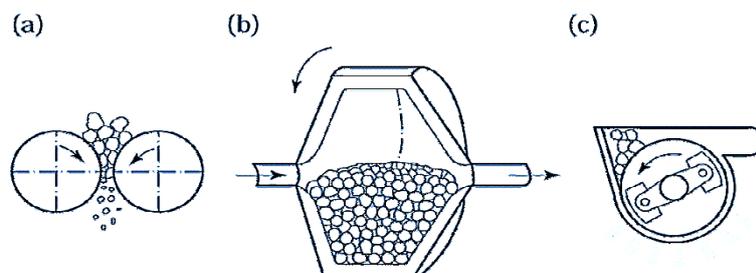


Figure 1. Les broyeurs (a) broyeur à boulets (b) agitateur SPEX (c) broyeur planétaire (4)

Mécano synthèse

Contrairement au broyage classique utilisé depuis la préhistoire pour réduire en poudre des matériaux, le broyage à haute énergie permet de synthétiser, à température ambiante, des matériaux organisés à l'échelle nanométrique, difficiles, voire impossible à obtenir par des méthodes classiques telles que la fusion-solidification. Les différents types de broyeurs décrits précédemment peuvent être utilisés pour la Mécano synthèse (broyeurs vibrants, broyeur à tambour tournant, Attriteurs ...) (5).

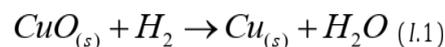
Procédés chimiques

Ils existent différentes méthodes chimiques utilisées pour la production des poudres.

De par leur diversité et leur souplesse, elles permettent de produire les poudres de n'importe quel élément ou composé, avec des tailles moyennes de grain pouvant varier de quelques dixièmes à plusieurs dizaines de μm . (5)

La réduction

La réduction est la méthode de production chimique la plus employée. Elle consiste en la réduction d'un composé (un oxyde ou un chlorure), broyé en une fine poudre, par un agent chimique (gaz liquide ou solide) qui fractionne le composé en métal à l'état de fins granules et en un sous-produit qui peut être éliminé. Si le composé initial est un solide, la dimension des granules du métal résultant dépendra fortement de la morphologie du composé de départ. Par exemple l'oxyde de cuivre est réduit par l'hydrogène (à 350 °C) en cuivre métallique et en vapeur d'eau. (6)



L'électrolyse

La production de la poudre par électrolyse est une réduction dans laquelle un ion métallique contenu dans une solution liquide du sel ou dans sel fondu (électrolyse ignée) du métal désiré, est neutralisé par le courant cathodique. Le dépôt cathodique très poreux est ensuite raclé, broyé, lavé, et séché . (6) Les différentes étapes de la fabrication de la poudre par électrolyse sont présentées ci-dessous. Figure (2).

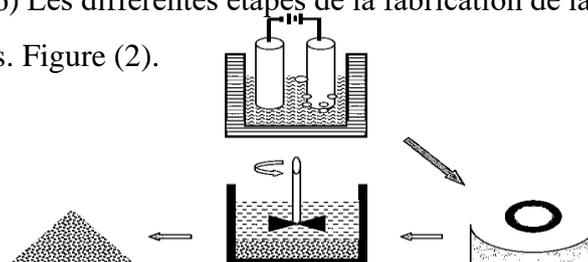


Figure 2 Les différentes étapes de la fabrication de la poudre par électrolyse (6).

Techniques d'atomisation

Le procédé d'atomisation s'applique aux métaux purs et aux alliages peuvent être facilement fondus, les plus répandues sont : cuivre, fer, aluminium et surtout des alliages tels que les laitons, les bronze, les aciers. Il consiste en la désintégration d'un métal fondu en fines gouttelettes qui se solidifient pour ensuite donner la poudre désirée. L'atomisation n'est limitée que par deux facteurs, soit : là l'incapacité de fondre les matériaux ou la volatilité et là miscibilité en solution liquide des composants de l'alliage atomisé. De plus, grâce aux vitesses de refroidissement très élevées pouvant atteindre 10⁷ K/ sec, ceci est connu sous le nom de solidification rapide, il est possible d'obtenir des métaux amorphes et des alliages en solution sur saturée. Les différents procédés d'atomisation sont . (7)

- L'atomisation par un fluide (plus de 95% des poudres atomisées) pour lequel le métal liquide est désintégré par l'impact de jets d'un fluide sous haute pression (gaz, eau ou huile), Figure 3
- L'atomisation sous vide ou par gaz soluble dans lequel le métal liquide est en solution sursaturée avec un gaz qui provoque l'atomisation sous vide Figure 3
- L'atomisation par centrifugation pour lequel le bain de métal fondu est éjecté sous forme de gouttelettes par la rotation à grande vitesse d'un disque, d'un bol ou d'une électrode Figure 15c, 5d et 5e
- L'atomisation par ultrasons dans lequel le métal liquide est agité par une vibration ultrasonique . La technique d'atomisation à l'eau est la plus utilisée pour la production de poudres métallique à partir des métaux et alliages ne réagissant pas à l'eau et présente moins d'impuretés que l'atomisation à l'air. Mais avec une teneur en oxygène élevée, l'atomisation par un gaz inerte ou sous vide présente le moins d'impureté.

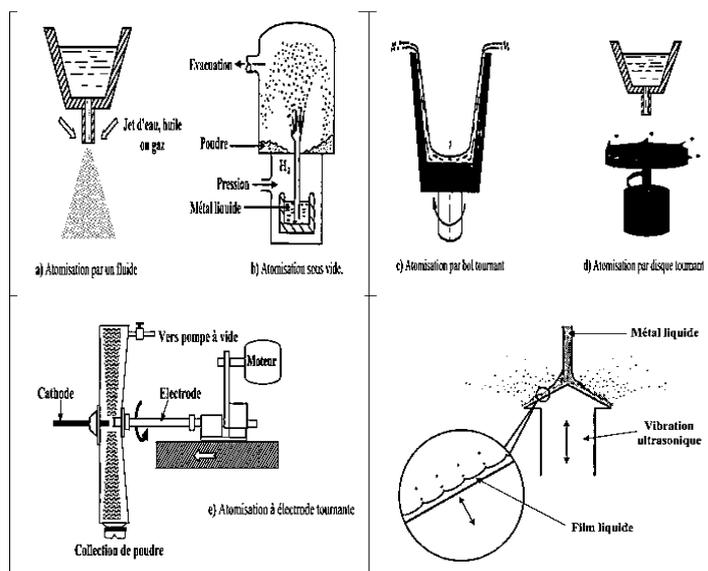


Figure 3 Les techniques d'atomisation (7)



Chapitre II

broyage des matériaux

Introduction

Dans ce chapitre, on a traité des méthodes mécaniques de broyage des poudres en général en abordant la finalité de ce procédé et la composition de ses mécanismes et les types de mécanismes disponibles.

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 massique des solides cristallins, l'agglomération, les transitions polymorphiques, les réactions mécano-chimiques) (8)

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 utilisités et pour un traitement ultérieur à appliquer (9)

- Soit d'obtenir une réduction de la dimension des corps solides en vue faciliter leur conditionnement.
- Soit par cette réduction, de faciliter des opérations purement physique, telle 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.

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 . (10)

ABARTION

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.

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.

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.

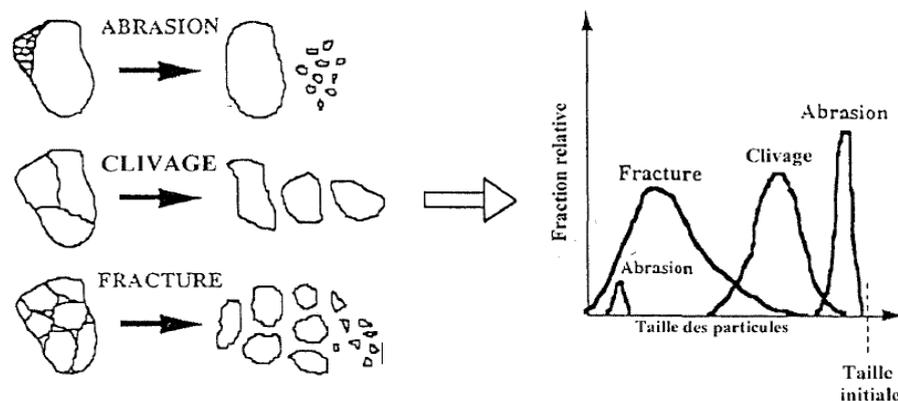


Figure4 Les principaux mécanismes de broyage. (18)

Machine du broyage:

Un broyeur est une machine de broyage des matériaux qui est réalisé par un mariage de deux parties suivantes :

- 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 contienne un circuit de commande (tableau de commande), et un circuit de puissance (moteur électrique ou thermique). Le choix d'un appareil de fragmentation dépend.

Déférents 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:

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. (11)

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

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. (12)

Ce type de broyeur a été idéal pour:

- Géologie et minéralogie
- Métallurgie
- Céramique
- Recherche sur les matériaux
- Mécanosynthèse |Nanotechnologie
- Industrie pharmaceutique
- Chimie
- Biologie
- Préparation à l'analyse

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. (13)

Ce type de broyeur a été idéal pour:

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

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. (14)

Ce type de broyeur a été IDÉAL POUR:

- Agroalimentaire
- Agriculture et forestier
- Industrie pharmaceutique
- Biologie

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. (15)

Ce type de broyeur a été IDÉAL POUR:

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

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. (16)

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 miniers et sidérurgique
- Métallurgie

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, l'aide d'un matériau dont les molécules sont liées plus solidement et résistent mieux à la déformation que celles du matériau à concasser. (17)

Ce type de broyeur a été idéal pour: Secteurs miniers et sidérurgique

- Chimie
- Géologie et minéralogie
- Industrie du verre
- Industrie céramique
- Sciences de la terre
- Coches et minerais.

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. (18)

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

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.

A decorative rectangular border with ornate, symmetrical floral and scrollwork patterns at each corner, framing the central text.

Chapitre III

Conception et Réalisation

Introduction

Dans ce chapitre, je me donne une étude générale du projet d'une petite broyeur à billes , quelques lois de calcul, une étude. Prenant des valeurs logiques tirées de connaissances préalables dans le domaine de la fabrication .

Conception complète des pièces de la machine à l'aide de SolidWorks, dessins définition et le gamme d'usinage, enfin Réalisation du produit, fonctionnement de la machine.

SCHÉMA CINÉMATIQUE

Tout mécanisme est composé de plusieurs sous-ensembles reliés entre eux par une ou plusieurs liaisons et pour mieux comprendre il faut établir un schéma cinématique qui doit représenter le plus fidèlement possible les relations entre les différents groupes de pièces

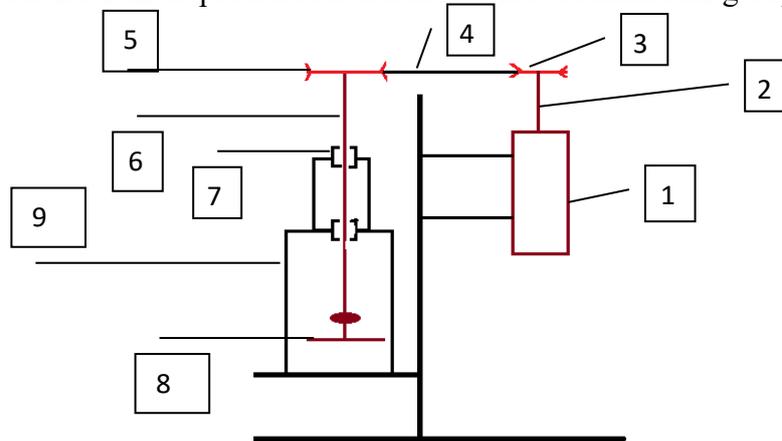


Figure 5.Schéma cinématique

Tableau 1.Désignation et Nombre d'éléments du Schéma cinématique

Numéro	Désignation	Nombre d'éléments
1	Moteur électrique	1
2	Arbre moteur	1
3	Poulie	2
4	Courroie	2
5	Poulie 2	2
6	Arbre porte-lames	2
7	Roulement	2
8	Lame	2
9	Carcasse	1

Les choix et les calculs des élément de broyeur

Moteur électrique

Généralement le moteur est choisi en fonction de l'alimentation électrique dont on dispose et de l'utilisation mécanique.

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques et domaines d'utilisation des moteurs électrique .

Notre moteur électrique catégorie courant alternatif de type monophasé.

Un réducteur entre la charge et le moteur sera souvent nécessaire, mais a ce il n'y a pas.

Tableau 2.Caractéristiques et domaines d'utilisation des moteurs électriques

Catégorie	Type	Propriétés	Utilisation
Courant continu	Aimants permanents	Faible puissance asservissement aisé	Matériel informatique, robotique, véhicule électrique
	Excitation indépendante	Couple important	Levage, machines-outils
	Excitation série	Fort couple au démarrage	Démarrreur automobile,
Courant alternatif	Asynchrone monophasé	Faible puissance, très économique	Électroménager
	<i>Asynchrone triphasé</i>	<i>Économique, toutes puissances</i>	<i>Moteur industriel le plus répandu</i>
	Synchrone à aimant	Faible puissance, variateur de vitesse obligatoire	Robotique (moteur sans balais), matériel informatique

	Synchrone à électroaimants	Grande et très grande puissance	Concasseur, propulsion de navire, pompage, turbinage,
	Universel (continu série)	Faible puissance	Électroménager, outillage
Pas à pas	Matériel informatique	Aimants permanents, hybride, réluctance variable	Très faible puissance, positionnement précis en boucle ouverte

Caractéristique de moteur utilisée

Le choix du moteur dépend essentiellement de la puissance à utiliser pendant le broyage.

Dans le cas de ce broyeur des bouteilles plastique j'ai sélectionné un moteur triphasé de caractéristique suivante :

- Puissance = 370w 0.5HP (chevaux)
- Nombre de tours = 3000 RPM ou tour/min
- Couple = 1.18 N.m
- Fréquence =50Hz

Dimensionnement de l'arbre porte lames

L'arbre porte-outils, il est soumis à la flexion et à la torsion.

Calcul la force de broyeur

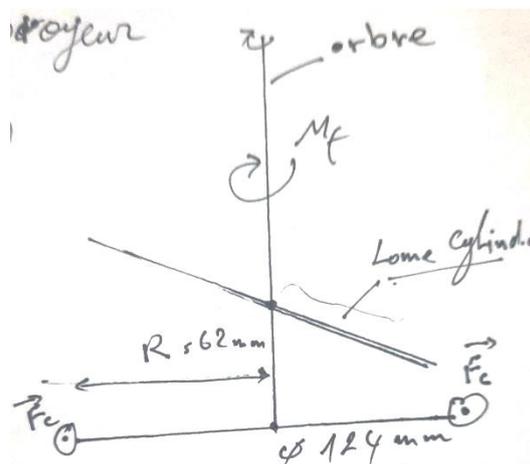
P : la puissance de moteur

Cm : le couple de moteur

W : la vitesse angulaire

$P = C_m \cdot \omega$ 1

$C_m = M_t = F_c \cdot R$2



$$F_c = P.R/w$$

$$W = N. 2\pi/60 = 314.16 \text{ rad/s}$$

$$F_c = (370 \cdot 0.062) / 314.16 = 19.03 \text{ N}$$

$$C_m = 1.18 \text{ N}$$

Le choix de matériaux de l'arbre

Le plus matériaux utilise dans cette domaine c'est l'acier de construction usuel non allié S235 S335 le Re (limite d'élasticité) est 335 Mpa

Le coefficient de sécurité de cette projet est $S=2.5$

Avec :

$$S = \sigma_e / \sigma_p \longrightarrow \sigma_p = \sigma_e / S = 335 / 2.5 = 134 \text{ Mpa}$$

L'après la documentation technique (technique de l'ingénieur), la résistance au cisaillement est reliée à la résistance à la traction par la relation suivante :

$$\tau_e = 0.7\sigma_e \Rightarrow \tau_p = 0.7\sigma_p$$

$$\tau_p = 0.7\sigma_p = 0.7 * 134 = 93.8$$

$$\tau_p = 93.8 \text{ Mpa}$$

La contrainte maximale à la flexion est donnée par la relation suivante :

$$\tau_{\max} \leq \tau_p$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_t}{I_0} y \leq \tau_p ; I_0/y = \pi d^3 / 16$$

I_0 est le moment quadratique polaire en mm⁴,

y est le rayon de l'arbre (section circulaire, y = R) en mm.

$$d \geq \sqrt[3]{(16 \cdot M_t / \pi \cdot \tau_p)} = \sqrt[3]{(16 \times 1.18 / \pi \cdot 93.8)} = 3.99 \text{ mm}$$

$$d = 4 \text{ mm}$$

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.

Tableau 3. caractéristique de roulement

ÉCARTS SUR LA LARGEUR B DES ROULEMENTS (sauf roulements à rouleaux coniques)				ROULEMENTS À UNE RANGÉE DE BILLES, À CONTACT RADIAL, SANS ENCOCHE DE REMPLISSAGE						Type BC															
Valeurs en micromètres (μm)	Alésage d		Ecart supérieur		Ecart inférieur		Exemple de désignation																		
	de 3 à 50 inclus		0		- 120		P = protection d'un seul côté par flasque E = protection d'un seul côté par joint																		
	50 à 80		0		- 150		PP = protection des deux côtés par flasques EE = protection des deux côtés par joints																		
	80 à 120		0		- 200																				
120 à 180		0		- 250																					
d	Série de dimensions 10						Série de dimensions 02						Série de dimensions 03						Série de dimensions 04						
	D	B	r	C ₀ daN	C daN	n max* tr/min	D	B	r	C ₀ daN	C daN	n max* tr/min	D	B	r	C ₀ daN	C daN	n max* tr/min	D	B	r	C ₀ daN	C daN	n max* tr/min	
3							10	4	0,15	17	48,8	48 000													
4							13	5	0,2	31,5	84,4	45 000	16	5	0,3	44	111	40 000							
5							16	5	0,3	44	111	40 000	19	6	0,3	72	172	38 000							
6							19	6	0,3	72	172	38 000													
8	22	7	0,3	134	325	38 000																			
9	24	7	0,3	153	371	36 000	26	8	0,3	196	462	32 000													
10	26	8	0,3	196	462	28 000	30	9	0,6	224	507	30 000	35	11	0,6	375	806	26 000							
12	28	8	0,3	224	507	26 000	32	10	0,6	310	689	28 000	37	12	1	465	975	19 000							
15	32	9	0,3	250	559	28 000	35	11	0,6	355	780	24 000	42	13	1	540	114	20 000							
17	35	10	0,3	280	605	24 000	40	12	0,6	450	956	20 000	47	14	1	655	1 350	19 000	62	17	1,1	1 180	2 290	15 000	
20	42	12	0,6	450	936	20 000	47	14	1	620	1 270	18 000	52	15	1,1	780	1 590	16 000	72	19	1,1	1 660	3 070	13 000	
25	47	12	0,6	560	1 120	18 000	52	15	1	695	1 400	15 000	62	17	1,1	1 140	2 250	14 000	80	21	1,5	1 960	3 580	11 000	
30	55	13	1	680	1 330	15 000	62	16	1	1 000	1 950	13 000	72	19	1,1	1 460	2 810	11 000	90	23	1,5	2 400	4 360	10 000	
35	62	14	1	850	1 590	13 000	72	17	1,1	1 370	2 550	11 000	80	21	1,5	1 800	3 320	10 000	100	25	1,5	3 100	5 530	8 500	
40	68	15	1	930	1 680	12 000	80	18	1,1	1 660	3 070	10 000	90	23	1,5	2 240	4 100	9 000	110	27	2	3 650	6 370	8 000	
45	75	16	1	1 220	2 120	11 000	85	19	1,1	1 860	3 320	9 000	100	25	1,5	3 000	5 270	8 000	120	29	2	4 550	7 610	7 000	
50	80	18	1	1 320	2 160	10 000	90	20	1,1	1 960	3 510	8 500	110	27	2	3 600	6 180	7 500	130	31	2,1	5 200	8 710	6 300	
55	90	18	1,1	1 700	2 810	9 000	100	21	1,5	2 500	4 360	7 500	120	29	2	4 150	7 150	6 700	140	33	2,1	6 300	9 950	6 000	
60	95	18	1,1	1 830	2 960	8 000	110	22	1,5	2 800	4 750	7 000	130	31	2,1	4 800	8 190	6 000	150	35	2,1	6 950	10 800	5 600	
65	100	18	1,1	1 960	3 070	7 500	120	23	1,5	3 400	5 590	6 300	140	33	2,1	5 600	9 230	5 600	160	37	2,1	7 800	11 900	5 300	

Palier de roulement référence : 30 BC 02 X

Durée de vue de roulement

$$L_{10} h = (C/p)^n (10^6/60N)$$

N = 3 pour les roulements à billes.

C = 19500 N

P = F = 19 N

N = 3000 tr/min

Application numérique:

$$L_{10} h = (19500/19)^3 (10^6/60*3000) = 6*10^9 h = 6*10^5 \text{ ans}$$

Présentation de mécanisme réalise

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 3000 tr/min, et à l'autre extrémité nous trouvons deux lames assemblés à l'axe par boulonne

Réalisation de mécanisme

La réalisation est partagée en deux étapes essentielles: la fabrication des pièces (arbre, lames , bouchons, chemise).ensuite l'assemblage des pièces.

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

Les procédure de fabrication

Coupe les différentes pièces est la première étape suivie dans l'atelier, on a utilisé une tronçonneuses, scie hydraulique, pour couper les pièces nécessaires et ensuite rectifier.

Tour parallèle

L'arbre et les deux lame et le tube alésée , avec les bouchant ont été réalisés à l'aide d'un tour.

Fraisage : Cette procédure a été utilisée pour faire **les trous**

Presse hydrauliques

Cette procédure a été utilisée pour faire assembler l'arbre et les roulements avec le bouchant supérieure pour un bonne fixation réalisable de ce mécanisme

soudage :

cette étape pour assembler la carrossiers avec le bouchon inférieure , et le tube aléser avec le bouchant supérieure

Assemblage fini du broyeur

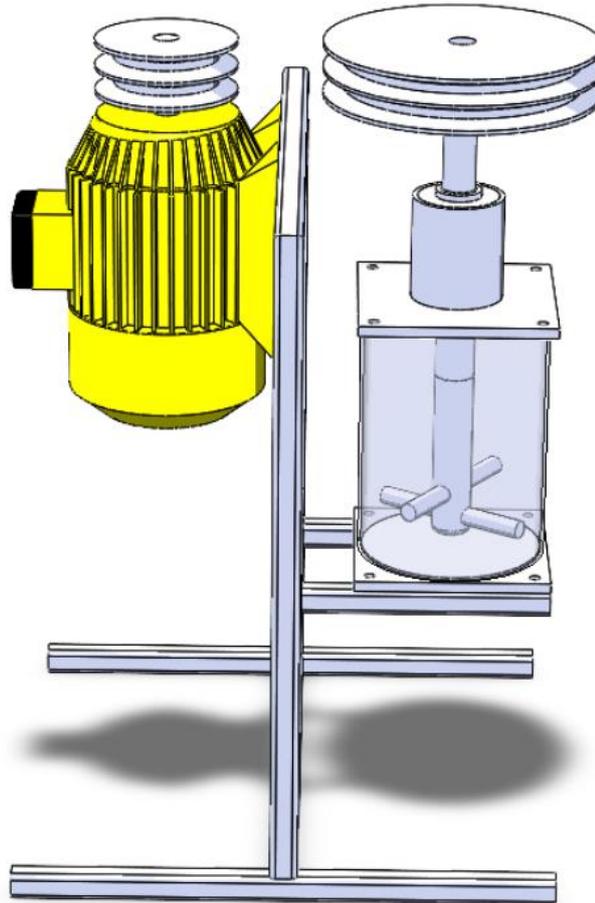


Figure 6.broyeur assemblé par SolidWorks



Figure7 . broyeur démontée



Figure 8.broyeur assemblé

Le gamme d'usinage des pièces de broyeur

phases	disgnation	machine outillage	corquis
100	Contrôle de brute diamètre 40 mm Longueur 285 mm D40*285	outil de coupe sien-métaux mesure par pied a coulisse	
200	Tournage référentiel défini par: • centrage longue • appui ponctuel A. dressage en E/F la surface 1 à L 280mm b. chariotage en E surface 2 D 30mm L 280 mm	tour parallèle outil pelle foret outil couteau pied à coulisse	
300	Tournage référentiel défini par: Montage mixte • centrage court • point ne tournant • appui ponctuel A. dressage et chariotage en Ebauche ; finition surface 3 à D 20mm; L 20mm surface 4 à D 25mm; L 70 mm surface 5 à D 35mm; L 5 mm surface 6 à D 30mm; L 145mm	tour parallèle outil à dresser d'angle pied à coulisse	
400	Tournage référentiel défini par: • centrage longue • appui ponctuel A. dressage et chariotage en Ebauche ; finition surface 3 à D 16mm; L 40mm	tour parallèle outil à dresser d'angle pied à coulisse	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		DJELLAL Abderrahmane	mastre 2-FMP

Figure 9.gamme d'usinage d'arbre -partie 1

phases	disgnation	machine outillage	corquis
500	<p>Tournage référentirl défini par: Montage mixte</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage court • point ne tournant • appui ponctuel <p>A. gorge 1 E/F D16mm; L 4mm</p> <p>B. gorge 2 E/F D 29mm; L 2mm</p>	<p>Tour parallèle</p> <p>outil è gorge</p> <p>ped à coulisse</p>	
600	<p>Tournage référentirl défini par: Montage mixte</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage court • point ne tournant • appui ponctuel <p>A. filetage en Ebauche ; demi finition; finition la surface 7 à D 16mm; L 40mm par :pas 0.1mm M16</p>	<p>Tour parallèle</p> <p>outil de filetage</p> <p>ped à coulisse</p>	
700	<p>Tournage référentirl défini par: Montage mixte</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage court • point ne tournant • appui ponctuel <p>A. chanfreinage en finition les arretes R 1mm; L 1 mm</p>	<p>Tour parallèle</p> <p>outil de chanfrein</p>	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		DJELLAL Abderrahmane	mastre 2-FMP

Figure 10.continuation du gamme usinage d'arbre-partie 1

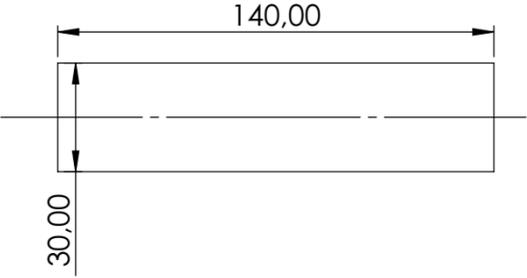
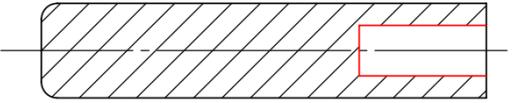
phases	disgnation	machine outillage	corquis
100	Contrôle de brute D 40 mm; L 145mm	outil de coupe sien-métaux mesure par pied a coulisse	
200	Tournage Référentiel défini par: • centrage longe • appui ponctuel Dressage et chariotage en E/F à D 30 mm; L 140 mm	tour parallèle outil pelle ou outil usiner (triangle) pied a coulisse	
300	Tournage Référentiel défini par: • centrage longe • appui ponctuel chanfreinage en finition R 2mm L 2mm	tour parallèle outil de chanfrein pied a coulisse	
400	Tournage Référentiel défini par: • centrage longe • appui ponctuel A. perçage en Ebauche ; demi-finition; finition D 16mm ;L 40mm B. taraudage M16 ; L 39mm	tour parallèle outil de perçage outil de taraudage pied a coulisse	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		DJELLAL Abderrahmane	mastre 2-FMP

Figure 11.gamme d'usinage d'arbre -partie 2

phases	désignation	machine outillage	croquis
500	<p>Fraisage</p> <p>fixation spécifique avec serrage</p> <p>perçage en cycle a traverse tous avec D 14mm</p> <p>pout être</p> <p>Tournage avec montage mixte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage long • point ne tournant • appui ponctuel plus de sa bloqué le mouvement de mandrin et remplacer le porte d'outil par perceuse D 14mm <p>Perceuse a colonne</p> <p>fixation par dispositive avec serrage et négligée tout le degré liberté perçage D 14 mm</p>	<p>outil de prcage M14</p> <p>ped à coulisse</p>	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB	DJELLAL Abderrahmane	master 2-FMP	

Figure 12. Continuation du gamme d'usinage d'arbre -partie 2

phases	désignation	machine outillage	croquis
100	Contrôle de brute D 15 mm; L 125mm	outil de coupe sien-métaux mesure par pied a coulisse	
200	Tournage Référentiel défini par: • centrage longe • appui ponctuel dressage et chariotage ébauche; finition à D14mm; L 124mm	tour parallèle outil pelle foret pied à coulisse	
300	Perçage: Référentiel défini par: • montage mixte • serrage perçage en E/F2/F à D 8mm	perceuse a colonne outil perçage D8mm pied a coulisse	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB			DJELLAL Abderrahmane
			master 2-FMP

Figure 13.gamme d'usinage de lame

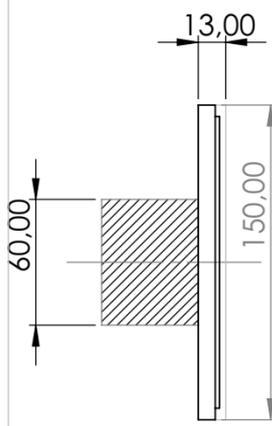
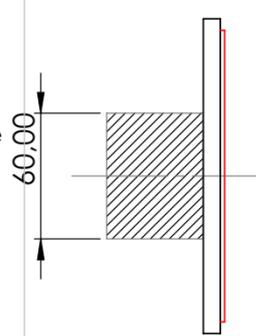
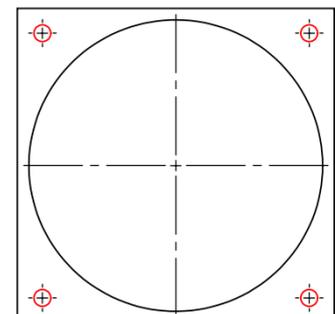
phases	désignation	machine outillage	croquis
100	<p>controle de brut 150*150*13 mm</p> <p>Assemblage par soudage de cylindr 60*70mm pour fixation de mandrin</p>	<p>ped a coulisse</p> <p>poste a soude</p>	
200	<p>Tournage Référentiel défini par: Montage mixte</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrage court • point ne tournant • appui ponctuel <p>dressage en Ebauche; /2f/finition la surface 1 à D 145mm; L 3mm</p> <p>dressage en Ebauche; /2f/finition la surface 2 à D 140mm; L 5mm</p>	<p>tour parallèl</p> <p>outil pelle</p> <p>ped a coulisse</p>	
300	<p>Percage</p> <p>montage plan serrage liniare</p> <p>percage E/2f/F quatre trous à D 8mm</p>	<p>perceuse a colonne</p> <p>foret pecage D 8mm</p> <p>ped a coulisse</p>	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		DJELLAL Abderrahmane	master 2-FMP

Figure 14.gamme d'usinage de bouchon 1et 2

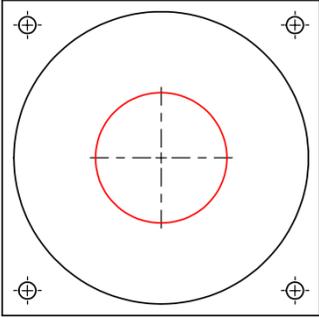
phases	désignation	machine outillage	croquis
400	<p>Fraisage</p> <p>montage plan serrage liniare</p> <p>alésage E/2f/F à D 62mm</p>	<p>Fraise deux taill</p> <p>outil de alésage D 8mm</p> <p>ped a coulisse</p>	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		DJELLAL Abderrahmane	master 2-FMP

Figure 15.gamme d'usinage de bouchon 2 page 2

phases	disgnation	machine outillage	corquis
100	fixation de pièce Centrage longe 1, 2, 3, 4 Appui ponctuel 5 dressage en 2F/F la surface 1;2 a longueur l=200mm chariotage en E/2F la surface 3 à diamatre 145 mm alésage en F la surface 4 a diamtre 140 mm	tour vertical outil de dressage ; chariotage	
UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB	DJELLAL Abderrahmane		mastre 2-FMP

Figure 16.gamme d'usinage de chemise

Les dessins définitions

Arbre a

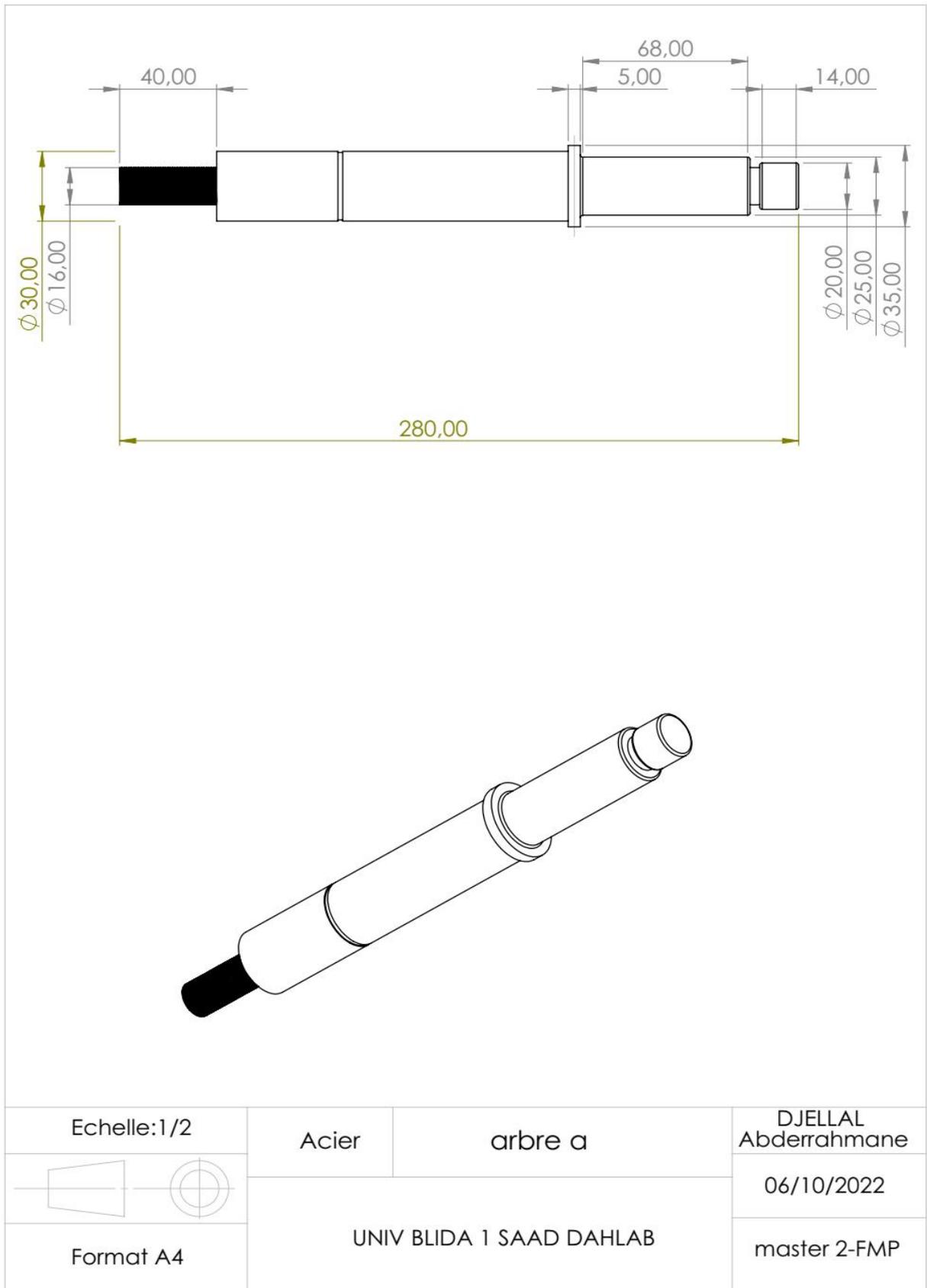


Figure 17.dessin technique d'arbre 1

Arbre b

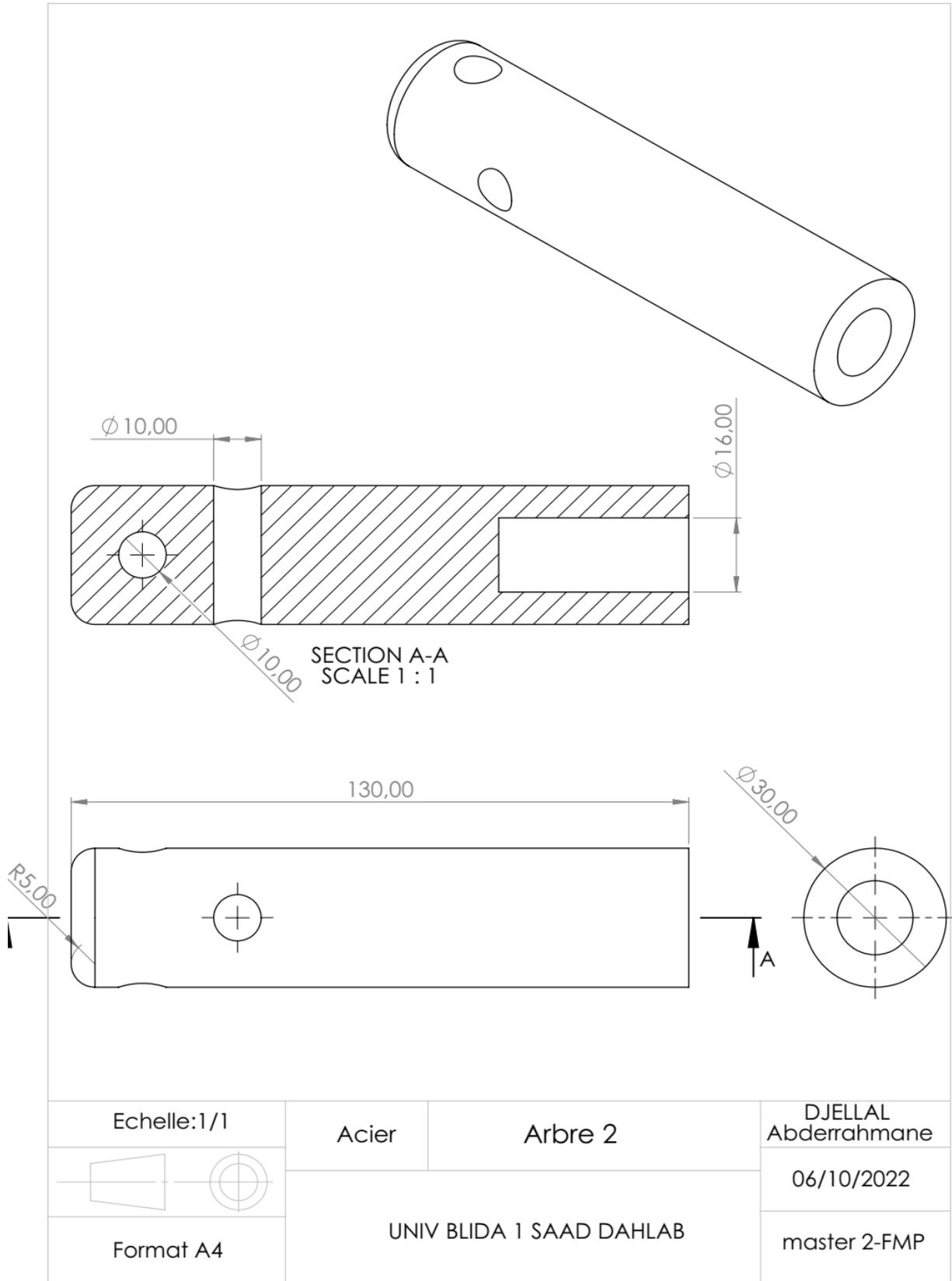


Figure 18. Dessin technique d'arbre 2

Bouchon sup

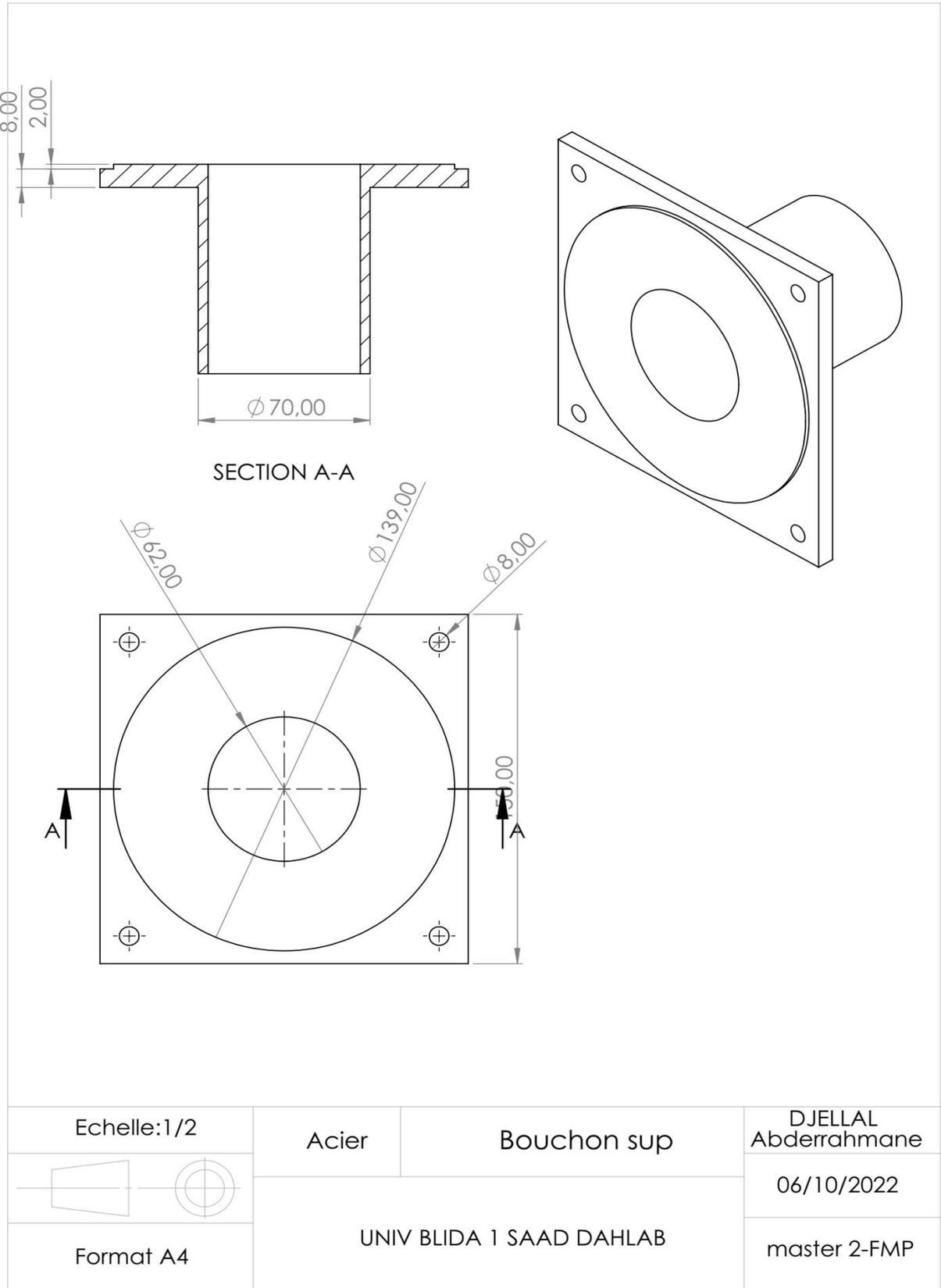
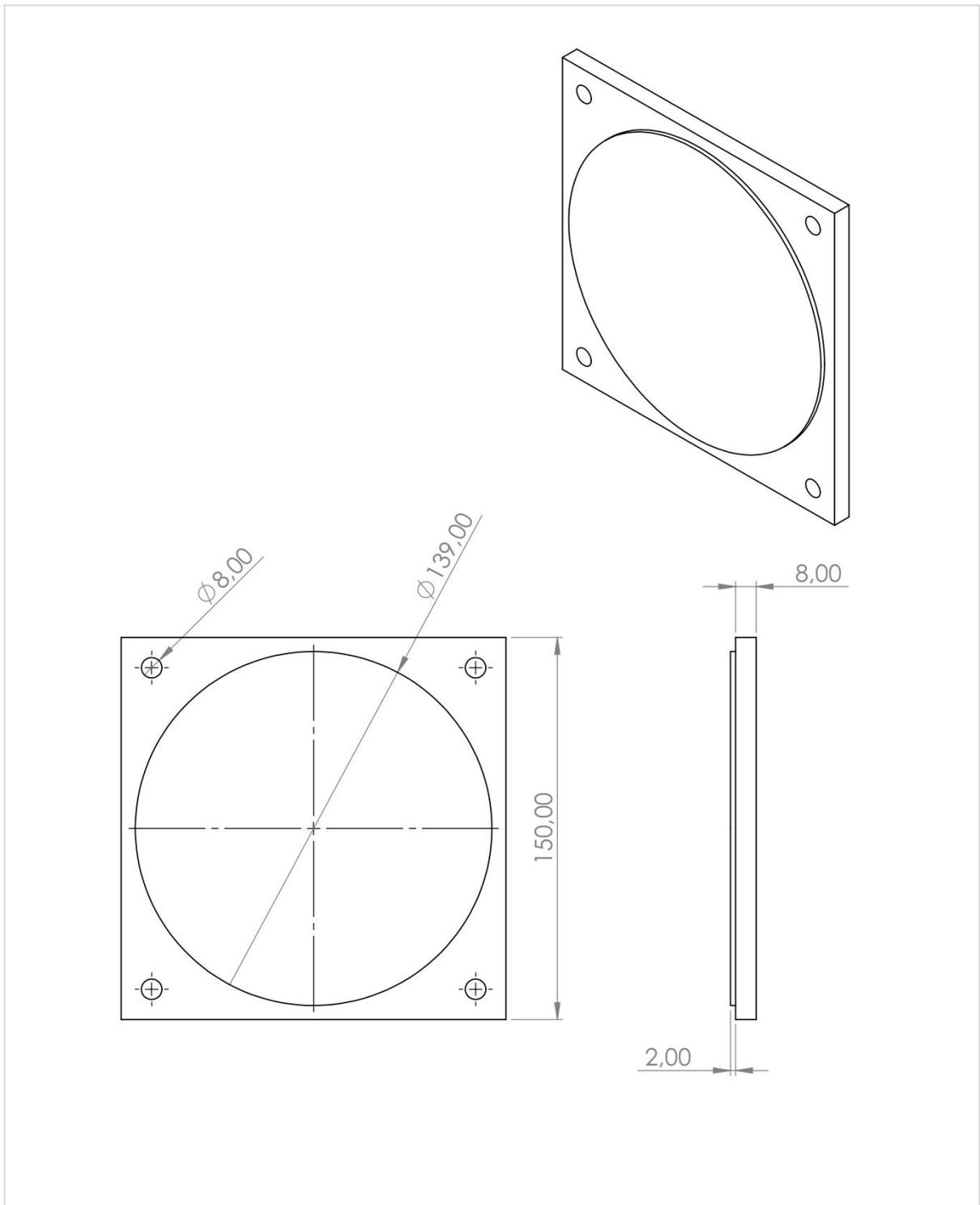


Figure 19.Dessin technique de bouchon supérieur

Bouchon inf.



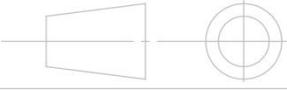
Echelle:1/2	Acier	Bouchon inf	DJELLAL Abderrahmane
			06/10/2022
Format A4	UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		master 2-FMP

Figure 20.Dessin technique de bouchon inferieur

Lame

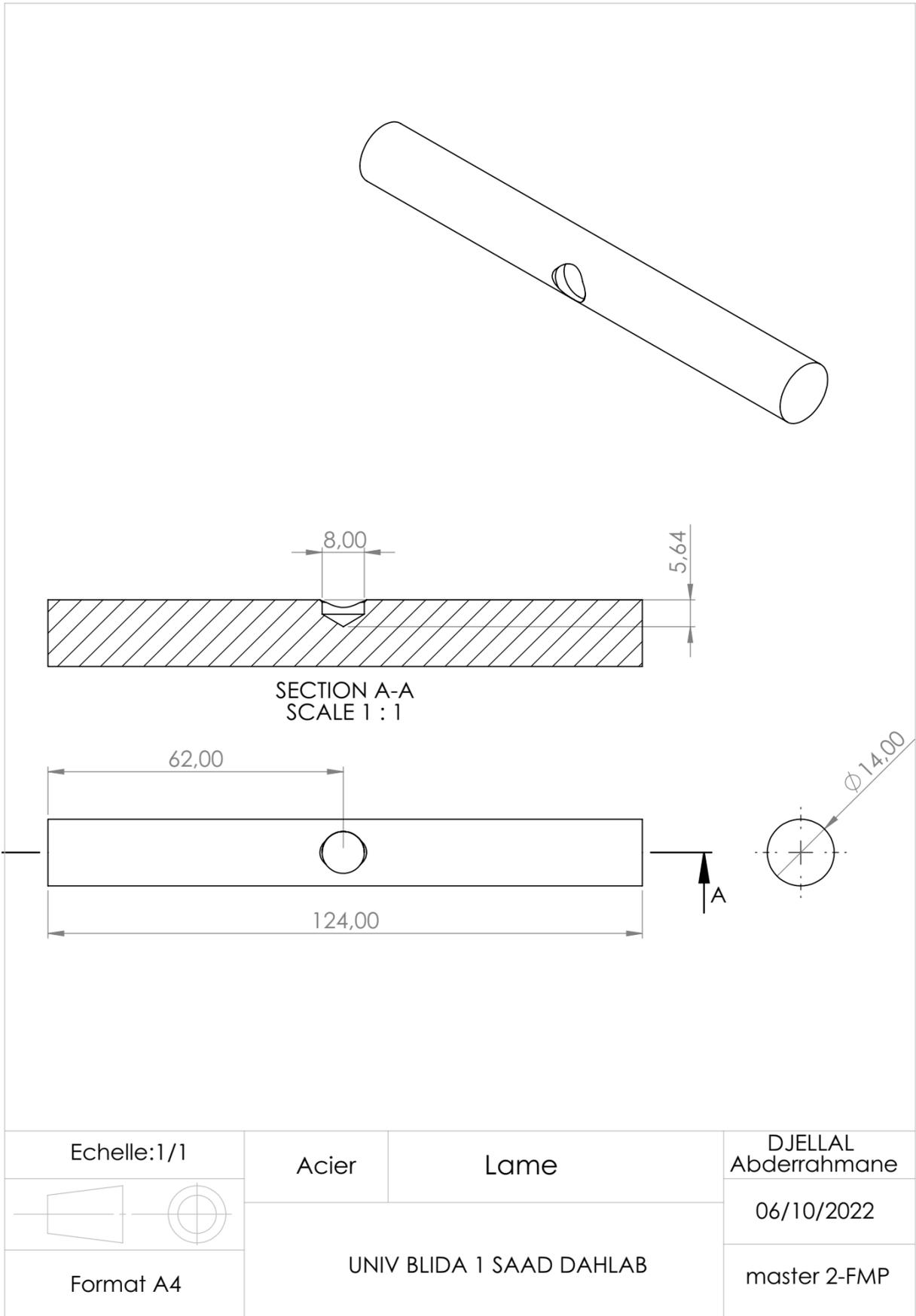
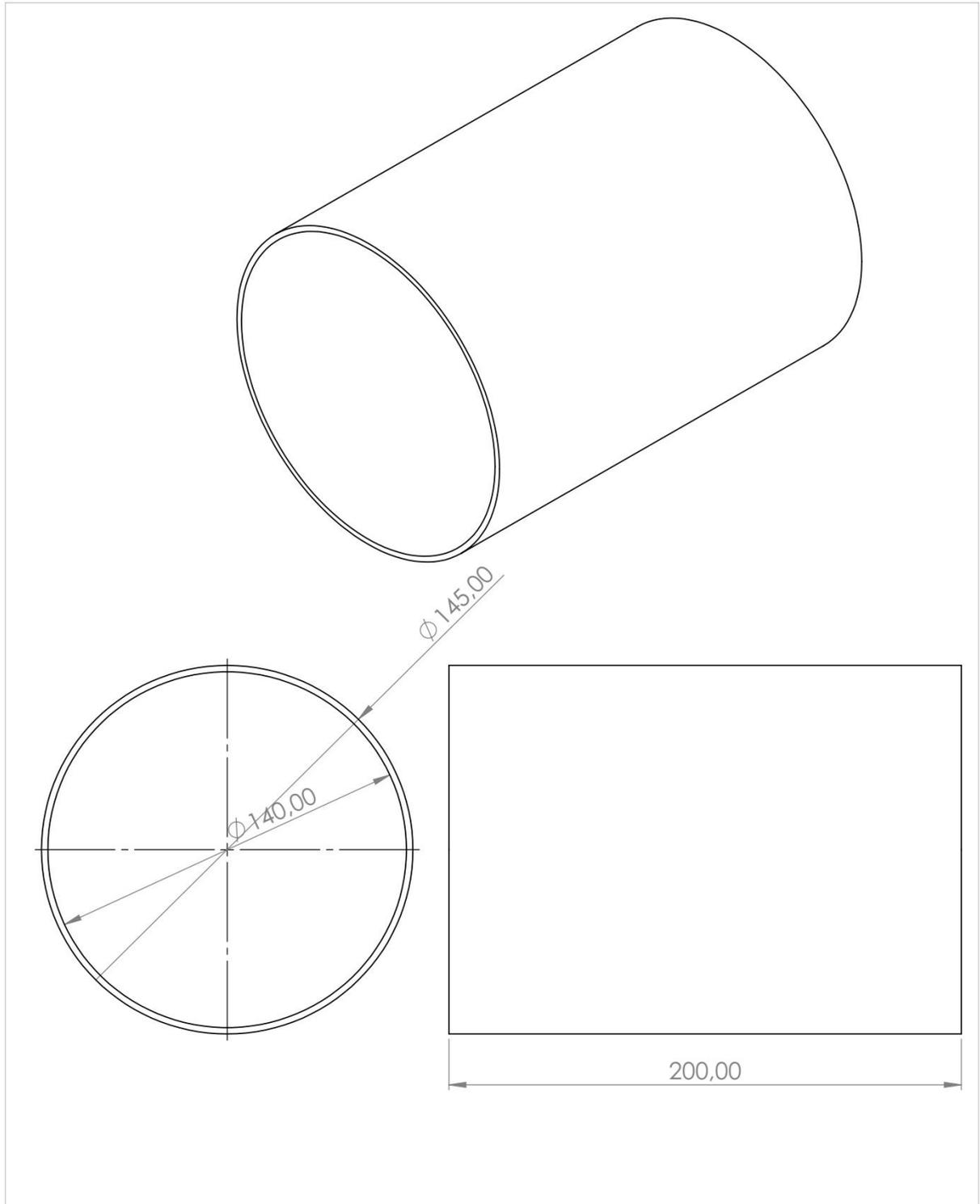


Figure 21.Dessin technique de lame

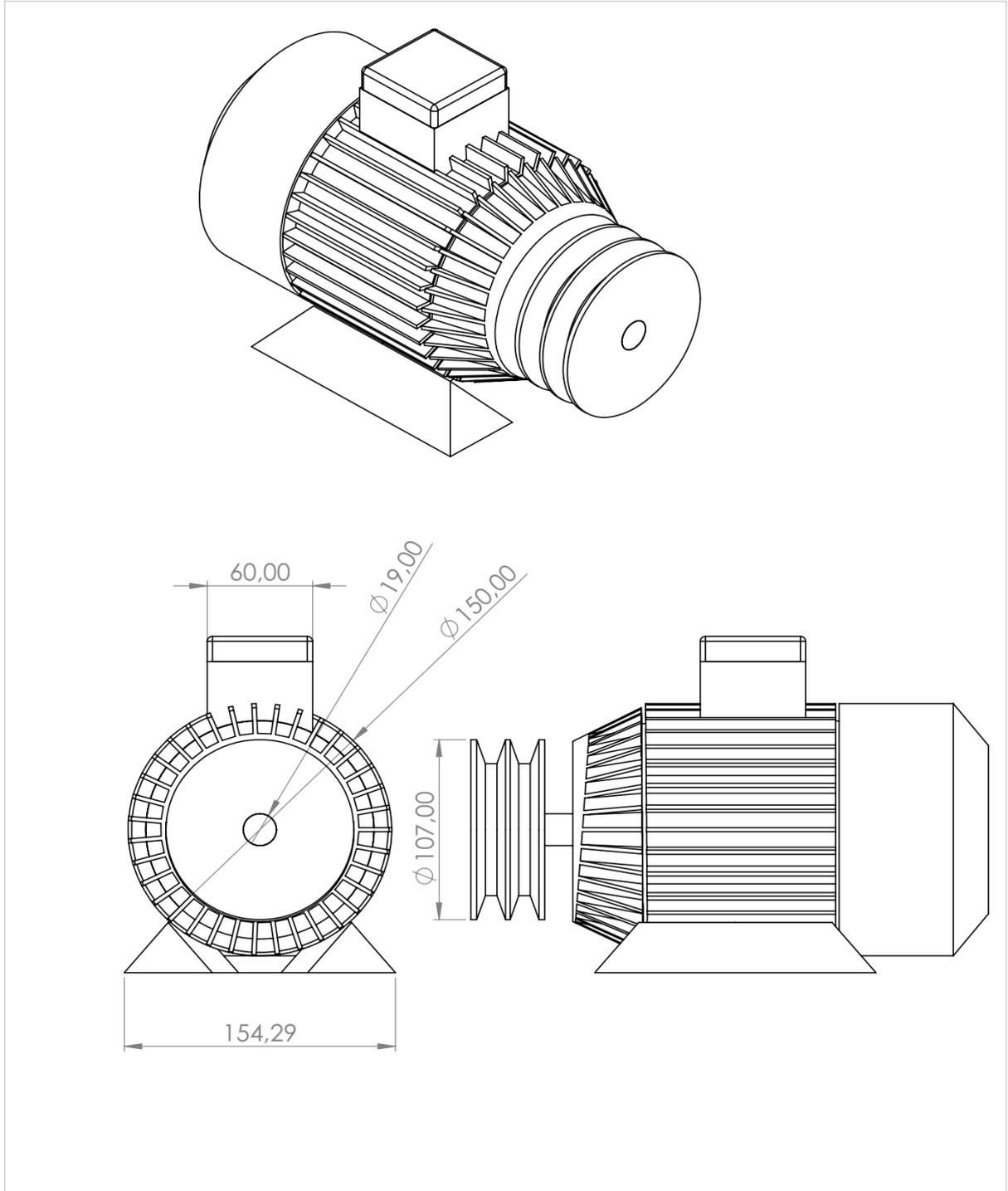
Chemise



Echelle:1/2	Acier	chemise	DJELLAL Abderrahmane
	UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		06/10/2022
Format A4			master 2-FMP

Figure 22.Dessin technique de chemise

Moteur



Echelle:1/3	Acier	Moteur electrique	DJELLAL Abderrahmane
			06/10/2022
Format A4	UNIV BLIDA 1 SAAD DAHLAB		master 2-FMP

Figure 23.Dessin technique de moteur

L'expérience

Dans cette partie on va essayer le broyeur avec les copeaux d'aluminium, cela commence par la puissance nécessaire pour le faire tourner, dans cette expérience, nous utilisons la perceuse a colonne car le moteur principale est faible ; dans ce cas-là on monte la broyeur sur la table du perceuse ,et on fixe l'arbre principale sur le mandrin

En ajoutant les copeaux et les billes, en respectant les paramètres du mélange suivant : 1 g de billes équivalant à 1/10 g des copeaux .

Après le serrage nécessaire de toutes les unités, on fait tourner la machine à vitesse basic pour accéder au couple admissible .

Au-delà de 10 min éteindre la machine et démonter le broyeur pour avoir ce que ça donne comme un résultat final ,voir la figure ces dessous.

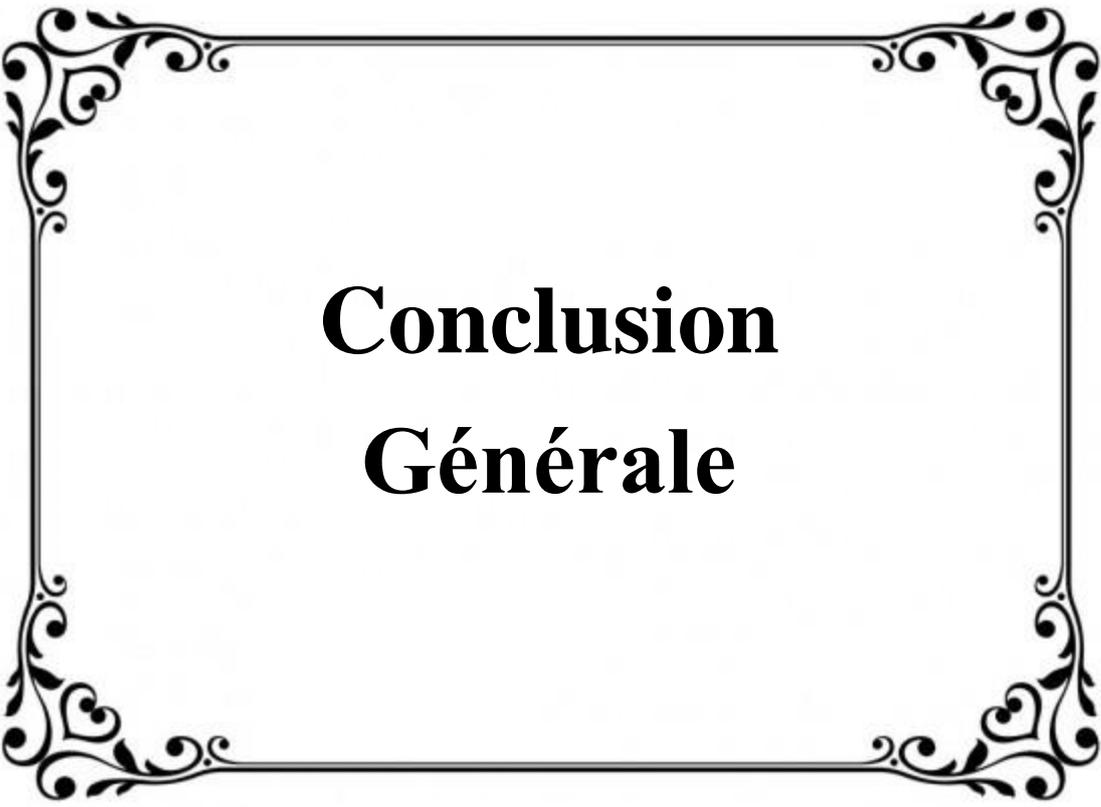


Figure 24. Un échantillon de copeaux d'aluminium avant et après broyage à billes

Résultat de l'expérience

Comme on peut le voir sur les photos, les copeaux d'aluminium étaient de grande taille, après avoir traversé le broyeur à l'aide de billes, leur taille s'est émietée à la forme ci-dessus après 10 minutes de fonctionnement de la machine. Ainsi, nous concluons ce qui suit : Plus la durée de fonctionnement de l'appareil est longue, plus la fragmentation des copeaux d'aluminium est importante jusqu'à ce qu'ils deviennent de la poudre et nous obtenons un meilleur résultat.

Je n'ai pas pu terminer l'expérience plus longtemps en raison du manque billes plus grosses . Et il reste à développer pour les prochaines générations de maitres.



**Conclusion
Générale**

Conclusion générale

A travers cette thèse, elle a étudié le broyage des minéraux, destinés à la récupération et l'utilisation de leurs poudres.

Ainsi, la récupération de la matière première et sa transformation en poudre limitent le rejet d'énergie et de matière première, et le besoin de l'Algérie en ces technologies a augmenté.

Il s'avère que récemment les mécanismes de l'industrie d'exportation ont commencé, et la mise en œuvre de ce travail provient des programmes de licence et de maîtrise en ingénierie

Mécanique, ainsi que divers catalogues de fabricants de broyeurs.

Dans la première partie, j'ai mentionné quelques généralités sur les poudres minérales et leurs différents types

Ainsi que les types de moulins qui existent dans le domaine industriel.

Ceci est suivi d'une description du broyeur à billes, de la définition du cahier des charges, ainsi que d'une étude fonctionnelle et de faisabilité.

La dernière étape du travail est consacrée à l'étude et à la modélisation dimensionnelles, en 3 dimensions, pour chaque élément du broyeur. La première partie de cette étape est réservée aux différents comptes

Caractéristiques dimensionnelles des éléments qui composent le broyeur. Alors que la deuxième partie est pour la modélisation

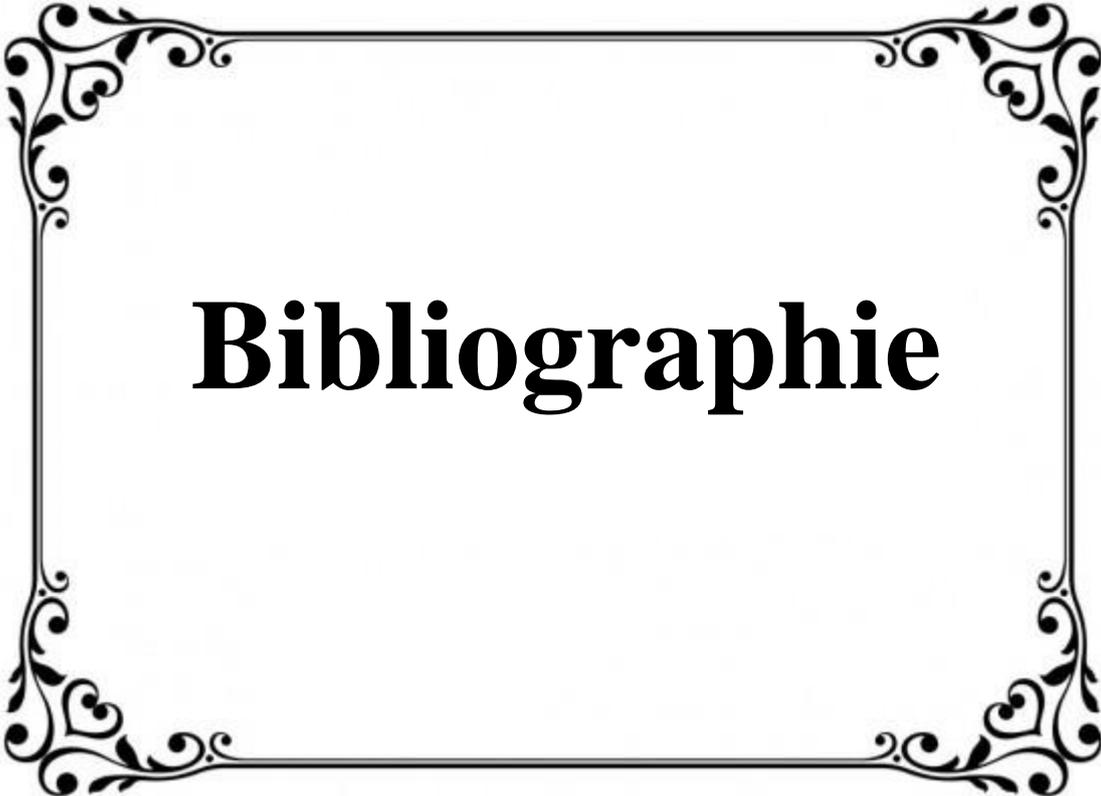
Les pièces mécaniques qui composent la meuleuse ainsi que divers assemblages utilisant le programme

SolidWorks, ce même programme a été utilisé pour diverses études statiques basées sur la méthode

Ça se termine.

Vues du travail pouvant être effectué dans le même axe que ce travail :

- Améliorations de ce broyeur afin de pouvoir broyer et produire différents types de poudres.
- Réalisez ce tapis de course à l'échelle réelle.

A decorative rectangular border with ornate, symmetrical floral and scrollwork patterns at each corner, framing the central text.

Bibliographie

Bibliographie

1. *Lahcene. Mebarki. Contribution à l'étude de précipitation du carbure dans les aciers.*
2. *S.S. Kim, Lee S.H., Lee S.M, Thermomechanical wear mechanism of friction brake”,.*
3. *R.Limpert, Brake design and safety. Warrendale, Pa., Society of Automotive.*
4. *M. Burckhardt, Fahrwerktechnik: Bremsdynamik und PKW-Bremsanlagen, Vogel.*
5. *Shih-Hsien Chang a, *, Ming-Hung Chang a, Kuo-Tsung Huang b Stud y on the sintered.*
6. *L. MEBARKI, M. ZIDANI,*, S. MECHACHTI, H. FARH, D. MIROUD Effect of Nickel.*
7. *Zhao L, Baker I, George EP. Room temperature fracture of Fe-Co. Mater Res Soc.*
8. *Alain Chamayou, Jacques Fages. Broyage dans les industries agroalimentaires. 1.*
9. *Allal Said. Cinétique de broyage des matières premières par les broyeurs à boulets (a.*
10. *Alain CHAMAYOU, Jacques FAGES. Broyage dans les industries. : <https://hal.archives-ouvertes.fr>. [En ligne] 15 sep 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal>.*
11. *<https://fr.wikipedia.org>. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Moulin_%C3%A0_billes. Le 01/07/2021.*
12. *[En ligne] (<https://www.retsch.fr/fr/produits/broyer/broyeurs-a-billes/broyeursplanetaires-billes-pm-100/fonction-caracteristiques/>). .Le 01/10/2022.*
13. *[En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeur-amortier/>. Le 01/10/2022.*
14. *[En ligne] <https://bf.vikipedla.com/wiki/Blender>. 2022.*
15. *[En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-acouteaux/>. . 2022.*
16. *[En ligne] (<https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-arotor-a-marteaux/>). 2022.*
17. *[En ligne] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Concasseur>. 2022.*
18. *[En ligne] <https://www.fritsch-france.fr/preparation-dechantillons/broyage/broyeurs-adisques/>. 2022.*
19. *karima BELAROU. COMPRÉHENSION DES MECANISMES DE FRAGMENTATION PAR ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE. s.l. : <https://hal.univ-lorraine.fr>. [En ligne] 10 Décembre 1999., 10 Décembre 1999.*