République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Dr YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Sciences et Technologie
FILIERE : Génie Mécanique
OPTION : Construction Mécanique

Thème

Conception et réalisation d'une ponceuse à bande

Présenté par

M. ALI KACEM Hichem

M. HAMMOUDI Farouk

Encadré par

Dr AMOURA Nasreddine

Pr ABDELLAH EL HADJ Abdellah

Promotion : Juin 2022

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous voulons, dans un premier temps, remercier nos encadreurs Dr.AMOURA Nasreddine et le Pr ABDELLAH EL HADJ Abdellah, les enseignant du département de Genie mecanique à l'université de Médéa, pour leur patience, leur disponibilité et surtout leur judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'université de Médéa et les intervenants professionnels responsables de notre formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci. Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Monsieur Mohamed L'Amine ALI KACEM qui nous a beaucoup appris sur les défis à relever dans le monde professionnel. Il a partagé ses connaissances et expériences dans ce milieu, tout en nous accordant sa confiance et une large indépendance dans l'exécution de ce travail.

Monsieur FERGANI Temim, pour nous avoir accordé des entretiens et avoir répondu à nos questions relatives au techniques de fabrication mécanique, et pour nous avoir fait profiter de ses expériences personnelles. Il a été d'un grand soutien dans la partie pratique de ce PFE.

Monsieur Nasreddine AMOURA, pour avoir lu et corrigé notre rapport. Ses conseils de rédaction ont été très précieux.

Nos parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

إهداء

Dédicaces

لمعلمي ومربيي، مثال الجدية وروح التغيير صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة، والدي رحمة الله عليه

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

إلى من أفضلها على نفسي ولم لا فلقد ضحت من أجلي، ولم تدخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام (أمي الحبيبة)

À ma chère sœur pour son encouragement permanent, et son soutien moral,

لأخواتي وإخوتي الذين كانوا دائمًا هناك من أجلي

À mon cher frère Amine, pour son appui et son encouragement,

لأصدقائي (أصحاب الهلال وجماعة الحويطة) أصحاب الدعم المعنوي والروح المرحة

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

لأستاذنا الفاضل المؤطر (نصر الدين عمورة) على تحفيزه لنا وتعبه معنا وصبره علينا

Remerciement à l'étudiante B.Z pour son soutien infini.

لصهري المتميز صاحب الأفكار النيرة والعقل الفريد

Que ce travail soit l’accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible,

للعائلة الكبيرة وأحبائي جابر وياسين

شكرا لكم جميعا على صبركم وبثكم الأمل فينا

Merci d’être toujours là pour moi.

Résumés

ملخص

من أجل تلميع أو تجريد أو تحسين سطح معدني أو بلاستيكي أو خشبي، فإن ماكينة الصّقل هي الأداة الأنسب. توجد في السوق العديد من الأنواع المختلفة من ماكينات الصّقل ولكن بشكل عام، يتم تجميعها في فئتين رئيسيتين :ماكينة الصّقل الثابتة والمحمولة. الهدف من المشروع الخاص بنهاية دراسات الماستر هو تصميم الة صقل خفيفة وقابلة للنقل، والتي يمكن استخدامها من قبل الحرفيين والمهنيين.

Abstract

In order to polish, strip or improve the surface of a metal, plastic, or wooden object, the sander is the most appropriate tool. On the market, there are many different types of sanders, but in general, they are grouped into two main categories: stationary sanders and portable sanders. The objective of this Master's final studies project is the design of a light and transportable stationary sander, which can be used both by artisans and professionals.

Résumé

En vue de polir, décaper ou améliorer la surface d'un objet métallique, plastique, ou en bois, la ponceuse est l'outillage le plus approprié. Sur le marché, nombreux sont les différents types de ponceuse mais en général, ils sont regroupés en deux grandes catégories : les ponceuses stationnaires et les ponceuses portatives. L'objectif de ce PFE de master est la conception d'une ponceuse stationnaire légère et transportable, et pouvant être utilisée aussi bien par les artisans que par les professionnels.

PONCEUSE – CONCEPTION – SIMULATION - MATERIAU ABRASIF

SOMMAIRE

Remerciements 2
Dédicaces 3
Résumés 4
Liste des symboles 7
Liste des figures 8
Liste des tableaux 9
Introduction Générale 10
I. Introduction et généralités sur les ponceuses 13
I.1. Généralités sur la Ponceuse 14
I.1.1. Définition de la Ponceuse 14
I.2. Les types de ponceuses 14
I.2.1. La ponceuse à bande 14
I.2.2. La ponceuse orbitale 15
I.2.3. La ponceuse vibrante 15
I.2.4. La ponceuse à broche 16
I.2.5. La ponceuse à disque 17
I.2.6. Ponceuse à tambour 17
I.3. Le choix des ponceuses 18
I.4. Le choix de papier abrasif 20
I.4.1 Sélection de la taille de grains 20
I.5. Notre motivation pour le choix du projet de fin d'étude 21
II. Conception et Simulation 22
II.1 ANSYS Workbench 23
II.2 Choix des matériaux 23
II.3 Conception sous SolidWorks 24
II.3.1. Tubes 40x40 intérieur 25
II.3.2. Liaison pivot 25
II.3.2. Les Pieds et Plateau Moteur 26
II.3.3. Le plateau et la table 27
II.3.4. Support galet réglable 31
II.4. Choix des galets d'entraînement 33
II.5. Choix du Moteur 34
II.6. Simulation par ANSYS Workbench 35
II.6.1. Simulation au chargement statique 35
II.6.2. Simulation modale 37
III. Réalisation de la machine 40

I. Découpage plasma 41
II. Préparation des pièces 42
III. Perçage et taraudage 43
IV. Ajustement et soudage 44
V. Usinage des galets 46
VI. Listing des matières premières et des pièces 49
Conclusion Générale 51
Références bibliographiques 53
Annexes 54

Liste des symboles

E : Module d'élasticité du matériau en **MPa (N/mm²)**

ρ: Masse Volumique en $\mathbf{kg/m^3}$

v : Vitesse de surface en **m/s**

ω : Vitesse de rotation en **rad/s**

f : Fréquence de rotation en **Hz**

N : Vitesse de Rotation en **tr/min**

r : Rayon du galet moteur (**60mm)**

r_1 : Rayon du premier galet (**35.5mm**)

r_2 : Rayon du deuxième galet (**25mm**)

N_1 : Vitesse de rotation du premier galet (**Diamètre 75mm**)

N_2 : Vitesse de rotation du deuxième galet (**Diamètre 50mm**)

ω_1 : Vitesse de rotation du premier galet en **rad/s**

ω_2 : Vitesse de rotation du deuxième galet en **rad/s**

Liste des figures

Figure I-1 Image d'une ponceuse à bande portative 14
Figure I-2 Image d'une ponceuse orbitale 15
Figure I-3 Ponceuse vibrante triangulaire [3] 15
Figure I-4 Ponceuse vibrante rectangulaire [2] 16
Figure I-5 Ponceuse à broche 16
Figure I-6 Ponceuse à disque [4] 17
Figure I-7 Ponceuse à tambour [5] 17
Figure I-8 Types de papier abrasif 20
Figure II-1 La conception de la ponceuse à bande 24
Figure II-2 Tube 40x40 Perspective isométrique 25
Figure II-3 Tube 40x40 25
Figure II-4 liaison pivot 26
Figure II-5 liaison pivot vue arrière 26
Figure II-6 les pieds et le plateau moteur Côté de face 27
Figure II-7 les pieds et le plateau moteur Côté arrière 27
Figure II-8 La machine avec la table complète 28
Figure II-9 Machine avec le support de la table 28
Figure II-10 Plateau double galets 29
Figure II-11 La machine avec la table et le plateau 30
Figure II-12 Autre vue de support galet réglable 31
Figure II-13 Support galet réglable 31
Figure II-14 Galet réglable 32
Figure II-15 Position de ponçage pour les petites surfaces 32
Figure II-16 Position de Ponçage pour les grandes surfaces 33
Figure II-17 Poids de Moteur 35
Figure II-18 Les forces pendant le travail 36
Figure II-19 Déplacement total statique 36
Figure II-20 Contrainte équivalente (Von Mises) 37
Figure II-21 Déplacement total pour le mode 1 38

Liste des tableaux

Tableau I-1 Les types de ponceuses et leurs spécificités 19

Tableau II-1 Vitesse de Surface en fonction du matériau à traiter 34

Tableau III-1 Listing de la matière première..... 49

Tableau III-2 Listing de la visserie 50

Introduction Générale

Introduction générale

Depuis le début de l'histoire, l'humanité a toujours su être productive, de la construction de civilisations à la fabrication de petits outils tels que des couteaux de chasse en utilisant des procédés traditionnels qui étaient à la pointe des technologies à l'époque. Mais au fil du temps, les exigences humaines ont augmenté, l'humain savait que pour faire progresser les technologies, il devait atteindre une plus grande précision dans ses produits. C'est là que la finition de surface a été introduite, Le premier exemple enregistré de papier de verre remonte au XIIIe siècle en Chine, lorsque des coquillages, des graines et du sable broyés étaient liés à du parchemin à l'aide de gomme naturelle. La peau de requin était utilisée comme papier de verre. Le papier de verre était à l'origine connu sous le nom de papier de verre, car il utilisait des particules de verre, mais avec la révolution industrielle, encore plus de précision et de rapidité étaient nécessaires, c'est pourquoi les ponceuses ont été inventées, elles ont permis à l'homme de rendre le processus de ponçage plus rapide et reproductible tout en conservant une excellente surface finie.

Dans ce projet de fin d'études de master, nous avons conçu et fabriqué une ponceuse à bande (Backstand) capable de réaliser des opérations de ponçage, aussi bien sur de petites ou de grandes surfaces, grâce à son système porte-bande inclinable. Après avoir donné une synthèse bibliographique des différents types de ponceuses, nous avons procédé à la conception de notre machine, sous SolidWorks, selon les directives du cahier des charges défini dans le plan de travail du PFE. La conception de la ponceuse devait répondre à certaines exigences que sont :

- Une machine légère et transportable
- De conception simple
- A bande inclinable
- Robuste

En troisième phase, nous avons utilisé ANSYS Workbench® pour simuler le comportement statique et dynamique de la structure, afin de déterminer les déformations maximales dans la structure et les fréquences propres.

En dernière partie, nous avons procédé à l'assemblage de la machine après avoir :

- Réalisé l'usinage des différentes pièces mécaniques selon les dessins de définition,

- Découpé les pièces de tôlerie en utilisant le découpage plasma
- Soudé les différents profilés constituant le bâti.

Problématique

Dans presque tous les secteurs d'activité, les artisans sont confrontés à leurs propres problèmes liés à l'obtention d'une surface de bonne finition, donnant une touche spéciale au produit et supprimant les arêtes vives. Ce problème se manifeste de manière récurrente dans l'industrie et dans les ateliers artisanaux. Afin de donner un produit sans textures inconfortables et avec une bonne cadence de travail, l'ouvrier est obligé d'utiliser de simples outils manuels, ce qui ralentit la cadence du travail, surtout dans les travaux de grandes séries. L'existence d'une machine permettant de réaliser les travaux de finition par ponçage s'avère nécessaire.

La conception et la fabrication d'une telle machine, doit répondre à certaines questions :

- Pour quels usages
- Pour quelles cadences
- De quel type

Chapitre I

I. Introduction et généralités sur les ponceuses

I.1. Généralités sur la Ponceuse

I.1.1. Définition de la Ponceuse

Une ponceuse est un outil électrique ou pneumatique utilisé pour lisser des surfaces par abrasion avec du papier abrasif. Les ponceuses ont un moyen de fixer le papier abrasif et un mécanisme pour le déplacer rapidement contenu dans un boîtier avec des moyens pour le tenir à la main ou le fixer à un établi.

Les ponceuses électriques rendent la tâche souvent laborieuse du ponçage rapide et facile. En plus des ponceuses électriques portatives, il existe un certain nombre de ponceuses montées sur établi qui conviennent à l'atelier à domicile et aux travaux commerciaux à grande échelle.

I.2. Les types de ponceuses

Il y a deux grandes catégories, ponceuses stationnaires et ponceuses portatives. Sous ces deux types on trouve différentes descriptions de ponceuses selon leur fonctionnement.

I.2.1. La ponceuse à bande

La ponceuse à bande, appelée aussi ponceuse à rouleau, est une ponceuse électroportative ou d'atelier utilisée principalement pour le dégrossissage des surfaces à poncer (Figure I-1).

La ponceuse à bande est constituée principalement par deux rouleaux entre lesquels est



Figure I-1 Image d'une ponceuse à bande portative

tendue une bande de papier abrasif. Un des rouleaux est un galet entraîneur entraîné en rotation par un moteur électrique.

I.2.2. La ponceuse orbitale

La ponceuse orbitale (Figure I-2) est constituée par un plateau rotatif sur lequel est adapté un disque d'abrasif :

- La rotation du plateau est provoquée par le mouvement rotatif du moteur électrique. Une ponceuse orbitale peut être équipée d'un dispositif oscillant en plus de la rotation qui la transforme en ponceuse excentrique.
- Le plateau ponceuse orbitale est toujours circulaire et peut avoir des diamètres différents.
- Le plateau de la ponceuse orbitale peut recevoir une mousse de polissage ou une peau de lustrage ce qui en fait une polisseuse ou une lustreuse d'appoint.



Figure I-2 Image d'une ponceuse orbitale

I.2.3. La ponceuse vibrante

Par rapport à la ponceuse orbitale, la ponceuse vibrante a pour avantage de pouvoir contrôler le travail bien plus précisément. Est constituée par un plateau oscillant sur lequel est adapté un abrasif :



Figure I-3 Ponceuse vibrante triangulaire [3]

- L'oscillation du plateau est provoquée par une came oscillante transformant le mouvement rotatif du moteur électrique en déplacements latéraux et longitudinaux.
- Le plateau de ponçage vibrant peut être triangulaire (Figure I-3), rectangulaire (Figure I-4)ou carré, et peut marier plusieurs de ces formes comme une semelle carrée augmentée d'une pointe triangulaire.



Figure I-4 Ponceuse vibrante rectangulaire [2]

I.2.4. La ponceuse à broche

L'utilisation d'une ponceuse à broche est le meilleur moyen de poncer les bords courbes et autres boiseries en forme. Ces machines sont idéales pour le lissage de surfaces complexes, telles que les bords intérieurs des courbes concaves. Les ponceuses à broche utilisent des broches ou des bobines remplaçables pour l'opération de ponçage. Les broches sont disponibles dans une gamme de tailles selon le travail. Pour augmenter la durée de vie du papier abrasif, certaines machines ont une broche qui oscille verticalement, répartissant l'usure sur la longueur de la broche.



Figure I-5 Ponceuse à broche

I.2.5. La ponceuse à disque

La ponceuse à disque est une bonne ponceuse à usage général que l'on trouve dans la plupart des ateliers, il est le plus souvent mis en œuvre sous la forme d'une machine fixe constituée d'un papier de verre de forme circulaire remplaçable fixé à une roue entraînée par un moteur électrique ou de l'air comprimé. La pièce à travailler, généralement en bois (bien que d'autres matériaux puissent être façonnés et travaillés tels que les plastiques, les métaux et d'autres matériaux souples), est assise sur un banc avant qui peut être ajusté à différents angles. Il peut être utilisé pour le ponçage grossier ou fin selon le grain de ponçage utilisé



Figure I-6 Ponceuse à disque [4]

I.2.6. Ponceuse à tambour

Une grande ponceuse qui utilise un tambour de ponçage rotatif. Comme avec une raboteuse, l'opérateur ajuste les rouleaux d'alimentation pour alimenter le bois dans la machine. La ponceuse le lisse et le renvoie de l'autre côté. Bon pour la finition de grandes surfaces.



Figure I-7 Ponceuse à tambour [5]

Ce sont les principaux types de ponceuses, d'autres types de ponceuses existent mais ce ne sont qu'une combinaison de celles citées ci-dessus

Exemples :

- Ponceuse triangulaire
- Ponceuse électrique filaire
- Ponceuse sans fil
- Ponceuse pneumatique
- Ponceuse calibreuse
- Perceuse ponceuse
- Meuleuse ponceuse
- Ponceuse excentrique
- Polisseuse : variante de la ponceuse excentrique
- Mini-polisseuse
- Ponceuse orbitale
- Lustreuse
- Talocheuse
- Ponceuse girafe
- Ponceuse multifonction
- Ponceuse à longue bande

I.3. Le choix des ponceuses

Le (Tableau I-1) liste les différents types de ponceuses et leurs spécificités. Généralement, le choix d'une ponceuse se fait selon les critères suivants (Miller 1962) :

- Faire le choix de la meilleure ponceuse selon le matériau que vous souhaitez poncer

- Déterminer les fonctions indispensables dont votre ponceuse doit être dotée pour un usage optimal
- Choisir une ponceuse en fonction de votre usage en respectant votre budget

LES TYPES DE PONCEUSES ET LEURS SPÉCIFICITÉS	 Ponceuse à bande	 Ponceuse vibrante	 Ponceuse Delta	 Ponceuse Orbitale	 Ponceuse Roto - Orbitale
Puissance d'abrasion	★★★★	★★	★★	★	★★★★
Dégré de finition	★	★★★	★★★	★★★★	★★★
Surfaces planes	★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
Surfaces courbes	★	★	★	★★★★	★★★★
Ponçage des chants	★★★	★★★★	★★★★	★	★
Ponçage des coins	★	★★★★	★★★★	impossible	impossible
Polissage	impossible	impossible	impossible	impossible	★★★★

Tableau I-1 Les types de ponceuses et leurs spécificités [7]

Par Exemple :

- On attaque le ponçage des solives, des poutres avec une ponceuse à bande. Ponceuse lourde et puissante par excellence.
- Les formes galbées sont poncées avec une ponceuse orbitale ; appréciées pour leur légèreté, ces ponceuses sont également d'excellentes alliées pour les finitions.
- Les ponceuses excentriques conviennent pour les surfaces planes et les finitions ; elles sont tout aussi maniables que les ponceuses orbitales car de même ergonomie.

I.4. Le choix de papier abrasif

Il est important de distinguer les tailles de grain du papier abrasif, car tous les projets n'ont pas besoin de la même chose. Lorsque vous achetez du papier abrasif, vous verrez des chiffres tels que 80 grains, 100 grains ou 200 grains. N'oubliez pas :

- Plus le nombre est élevé, plus les grains sont petits et plus le grain du papier abrasif est fin.
- Et, inversement, des nombres inférieurs indiquent des grains plus gros et un papier abrasif globalement plus grossier.



Figure I-8 Types de papier abrasif

Grain calibré avec l'échelle FEPA (Fédération des Producteurs Européens d'Abrasifs) est indiqué par la lettre "P" précédant le numéro de grain

I.4.1 Sélection de la taille de grains

Les grains gros : permettent de poncer des surfaces rugueuses et de faire du dégrossissage.

- P 12 – P 16 – P 20 – P 24 – P 36 – P 40 – P 50 – P 60 – P 80

Les grains moyens : permettent de travailler des surfaces plus délicates comme le bois par exemple.

- P 100 – P 120 – P 150 – P 180 – P 220 – P 240 – P 280

Les grains fins : permettent d'effectuer des finitions.

- P 320 – P 360 – P 400 – P 500 – P 600

Les grains très fins : permettent la finition après la pose de laques ou de peinture.

- P 800 – P 1000 – P 1200 – P 1500

I.5. Notre motivation pour le choix du projet de fin d'étude

Au début de notre dernière année du cycle de Master, nous avons décidé d'entamer une activité de fabrication de moules en aluminium pour les artisans de la chaussure installés dans la wilaya de Médéa. Nous avons alors commencé à fabriquer des moules pour différents produits de l'industrie de la chaussure. Nous avons remarqué que les pièces usinées présentaient des bords tranchants pouvant blesser l'ouvrier utilisateur. Au début, nous avons cherché à chanfreiner les bords vifs avant de livrer le produit au client, mais l'opération, qui se faisait manuellement avec la lime et le papier verre, nécessitait beaucoup de temps et d'effort.

Au début du deuxième semestre, le thème de ce PFE est proposé par nos encadreurs, et nous nous sommes empressés de prendre contact avec l'administration du département pour décrocher le sujet, afin de réaliser une machine pouvant simplifier les opérations de ponçage de nos produits, surtout que nous avions, dans notre atelier, les moyens pour réaliser les différentes pièces de la machine.

A mi-chemin, de la réalisation de la machine, nous avons fait part de notre projet à notre entourage, et tout le monde a apprécié l'idée et nous y a encourager. En effet, la vitesse de la bande abrasive était assez importante pour poncer n'importe quel matériau comme, l'acier, l'aluminium, le cuir, le bois ou les plastiques. Nous avons même rencontré un artisan spécialisé dans l'affutage des couteaux, et qui était intéressé par l'acquisition du produit.

Chapitre II

II. Conception et Simulation

Les questions de sécurité doivent être prises en compte lors de l'utilisation du système. Nous avons modifié certaines valeurs en conséquence. Les fréquences de vibration et de résonance de la structure doivent être vérifiées. Ainsi, une utilisation sécurisée de la machine est garantie. Ce chapitre représente la partie où nous avons modélisé et simulé l'usinage à l'état statique et à l'état de travail. Il est divisé en deux parties :

- La conception des éléments de la Ponceuse avec SolidWorks
- La simulation de la ponceuse avec ANSYS Workbench

II.1 ANSYS Workbench

La plate-forme offre une approche différente de la construction de modèles en réutilisant le code ANSYS d'origine. Il est particulièrement adapté au traitement des cas avec des géométries complexes (nombreux corps de pièce). Dans cet environnement, l'utilisateur travaille essentiellement sur la géométrie, pas sur le modèle lui-même. Par conséquent, la plate-forme est responsable de l'exécution de la requête entrante par l'utilisateur dans le code ANSYS avant la résolution du démarrage. Le modèle d'éléments finis résultant peut toujours être manipulé en insérant des commandes spécifiques au code ANSYS.

II.2 Choix des matériaux

En respectant le budget et la disponibilité nous avons opté pour l'acier ordinaire pour la structure de la machine car il a de bonnes caractéristiques :

- Très bonne usinabilité
- Soudable
- Disponible
- Pas cher

E = 210 GPa ; ρ = 7800 kg/m^3

Mais nous avons choisi l'aluminium pour la fabrication des galets d'entrainement

E = 72 GPa ; ρ = 2800 kg/m^3

II.3 Conception sous SolidWorks

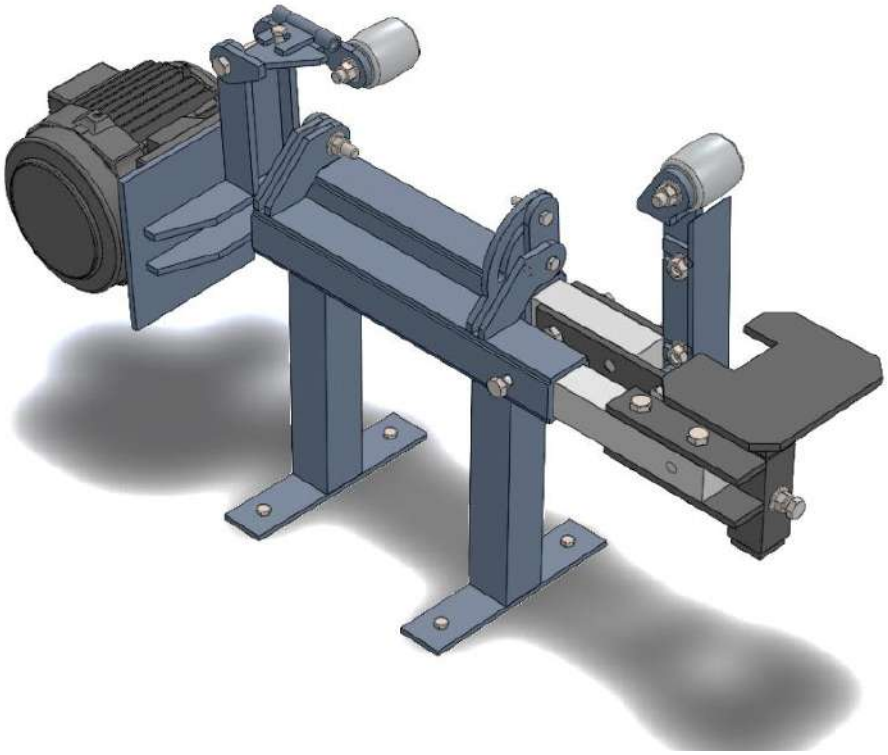


Figure II-1 La conception de la ponceuse à bande

II.3.1. Tubes 40x40 intérieur

Tout d'abord, on a commencé par les tubes, ils sont indispensables car ils jouent un rôle majeur dans la structure de la machine.

Vous pouvez simplement acheter la taille de profil que vous désirez, ou vous pouvez également en créer un personnalisé en utilisant des fers plats, et c'est ce que nous avons fait.

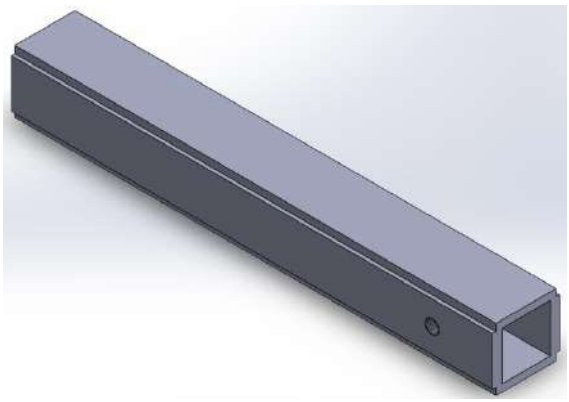


Figure II-2 Tube 40x40 Perspective isométrique

Utilisation de quatre tôles d'acier pour créer un profil de 40x40mm

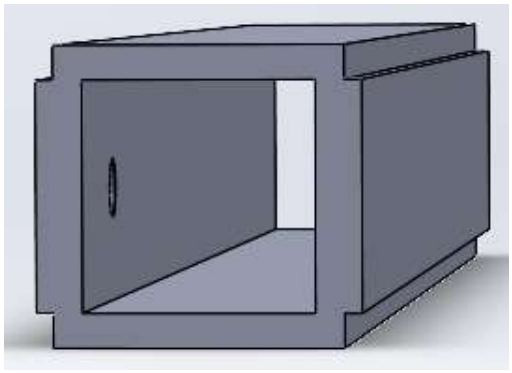


Figure II-3 Tube 40x40

Ce tube sera le support de la table et auquel les pieds seront soudés (longueur du tube : 400mm). Il y a un autre tube utilisé pour le plateau et la table moteur (longueur : 350mm)

II.3.2. Liaison pivot

Ce sera la liaison qui relie les deux tubes ensemble, elle permet une rotation de 90 degrés

- Coté de face

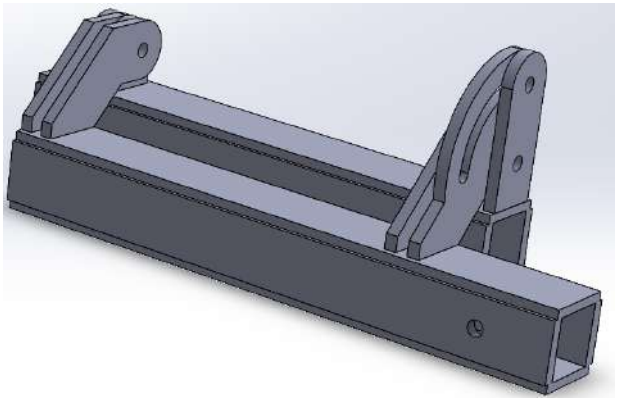


Figure II-4 liaison pivot

- Coté arrière

II.3.2. Les Pieds et Plateau Moteur

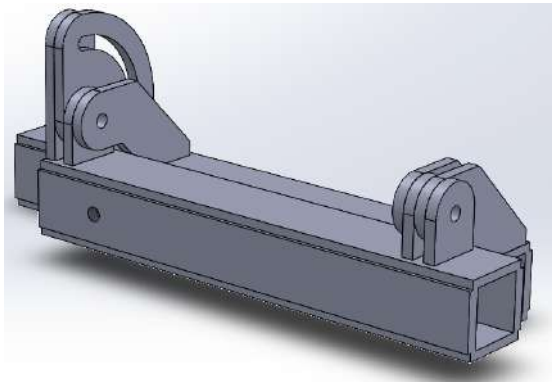


Figure II-5 liaison pivot vue arrière

Lors de la réalisation de cette partie, soyez conscient de ces deux conditions importantes :

1. La soudure de le plateau Moteur doit être solide et sans erreur, elle doit pouvoir supporter le poids du moteur (jusqu'à 12kg)
2. La longueur des pieds doit respecter le dégagement de rayon requis de le plateau moteur pour effectuer une rotation de 90 degrés

- Coté de face

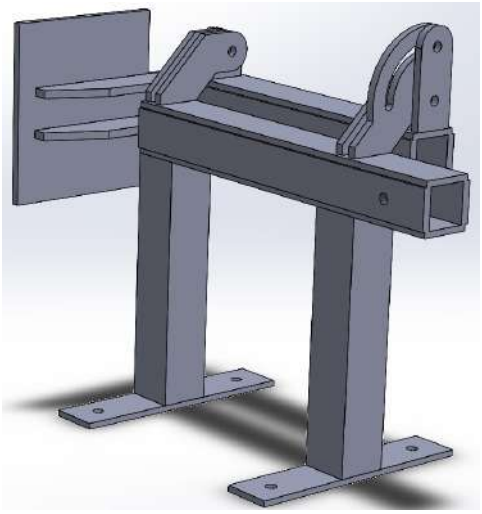


Figure II-6 les pieds et le plateau moteur Côté de face

- Coté arrière

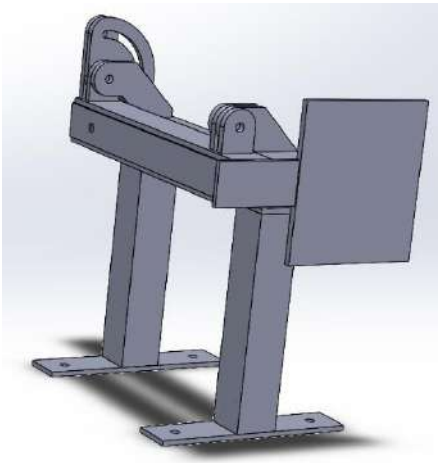


Figure II-7 les pieds et le plateau moteur Côté arrière

II.3.3. Le plateau et la table

Dans cette partie, la table et le plateau seront montés sur un Carré Acier étiré doux de 40x40mm chacun, qui sera inséré dans les tubes que nous avons montrés précédemment.

La longueur de ces carrés doit être dans : 250 – 310mm (de préférence 310mm)

- La table :

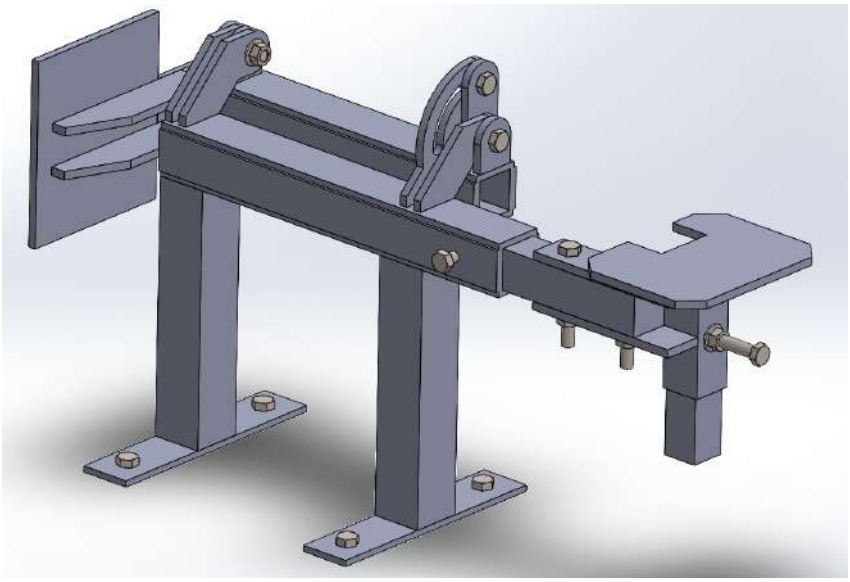


Figure II-8 La machine avec la table complète

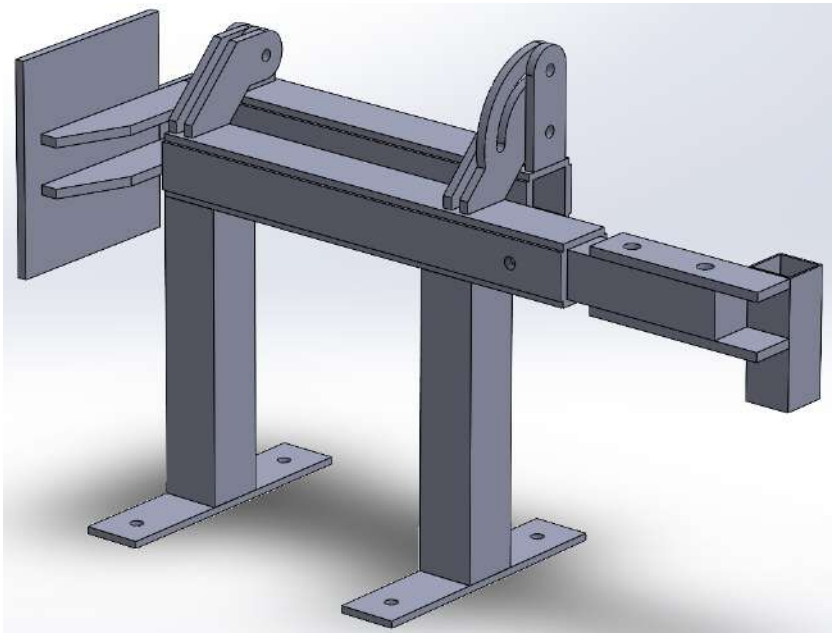


Figure II-9 Machine avec le support de la table

- Le plateau à double galets :

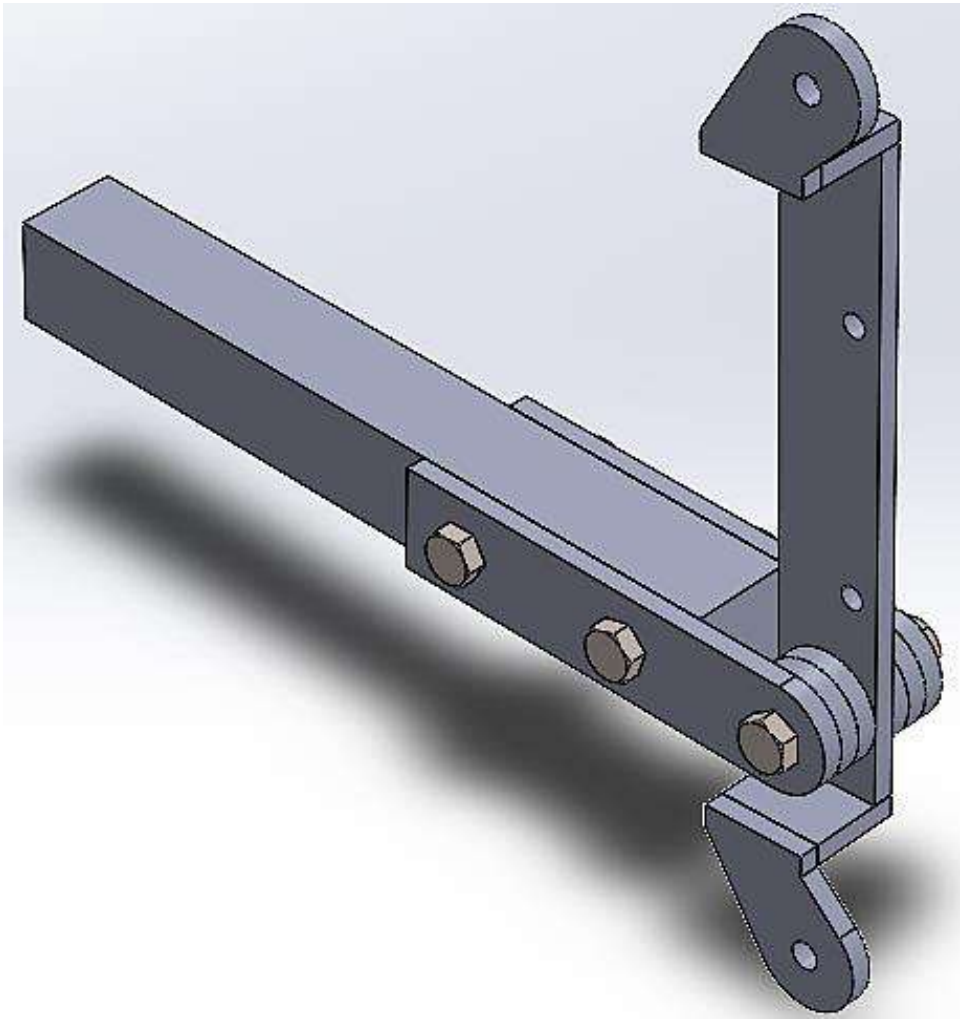


Figure II-10 Plateau double galets

- La machine après l'addition du plateau et la table :

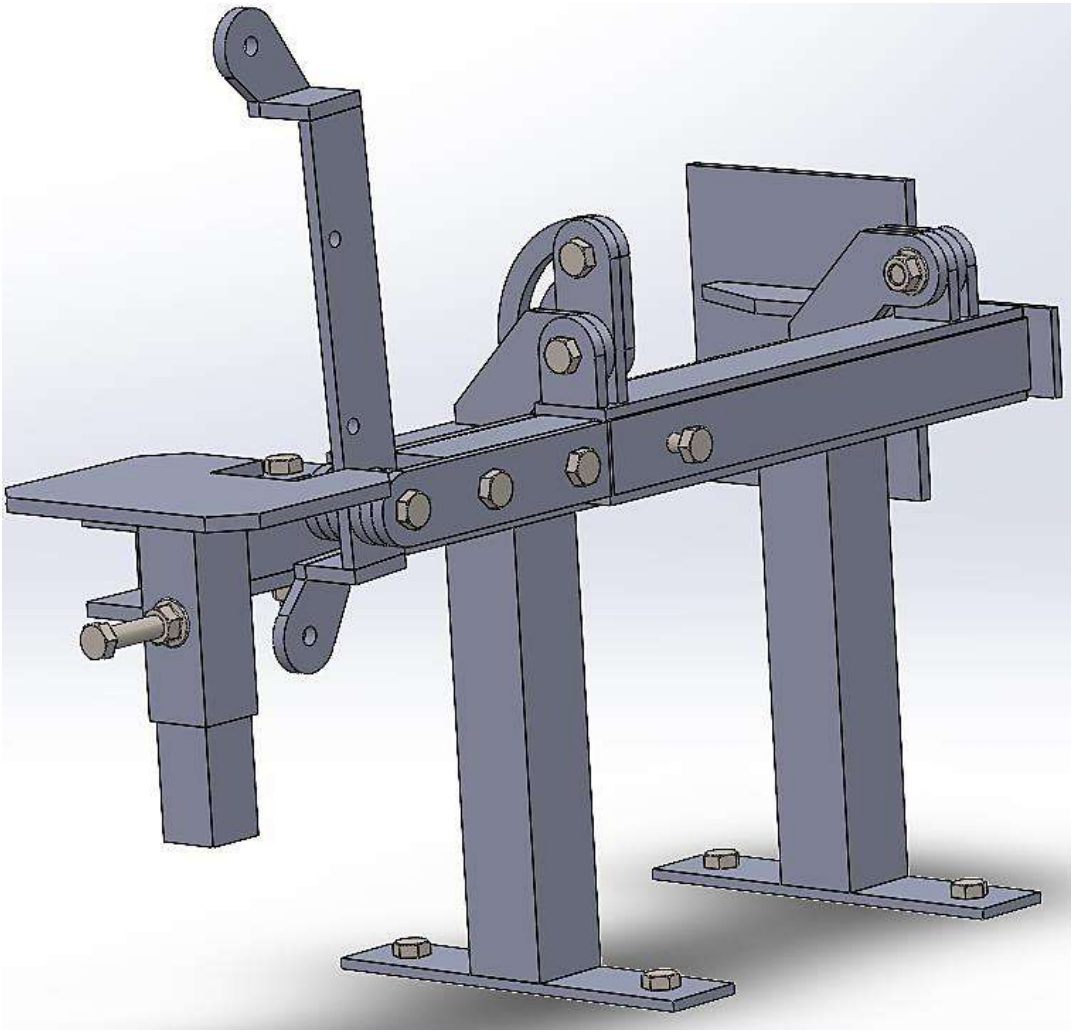


Figure II-11 La machine avec la table et le plateau

II.3.4. Support galet réglable

Cette pièce sera le troisième support du galet, celui-ci servira de tendeur de bande à l'aide d'un ressort.

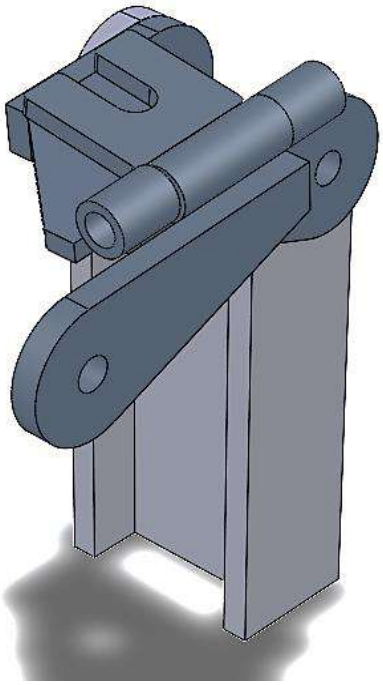


Figure II-12 Autre vue de support galet réglable

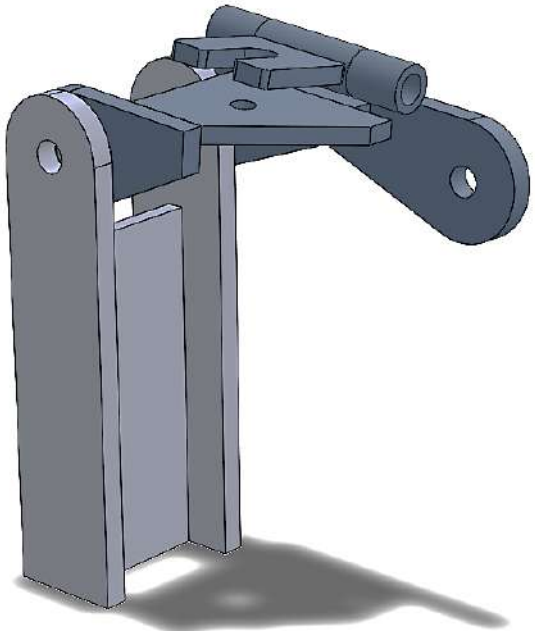


Figure II-13 Support galet réglable

- Dans l’assemblage :

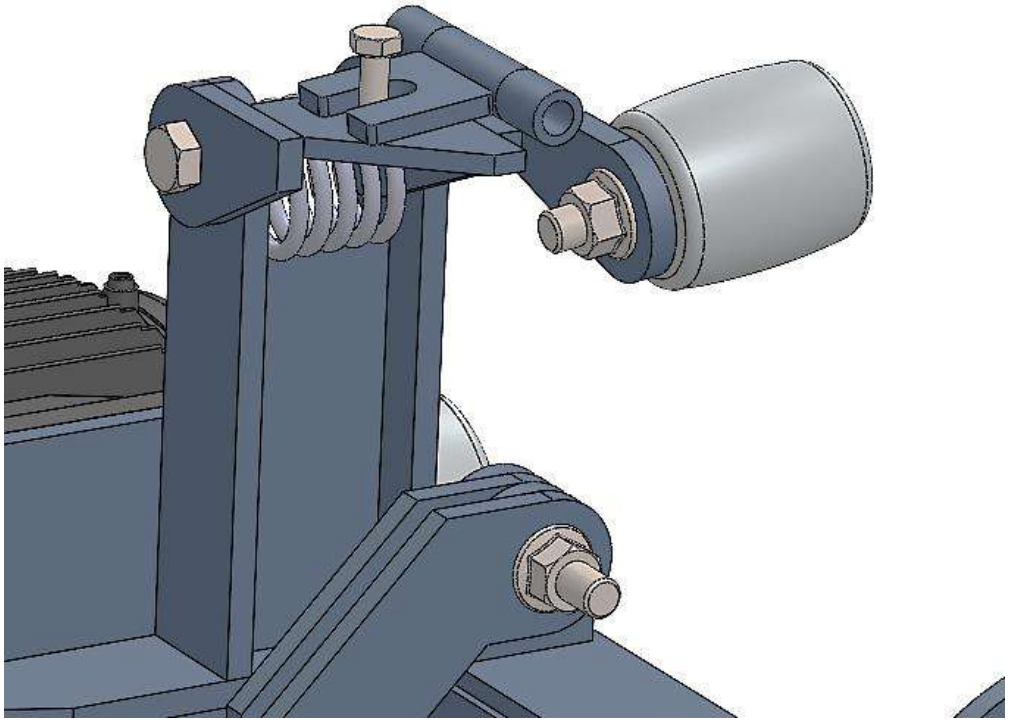


Figure II-14 Galet réglable

Vue d’ensemble de la machine assemblée.

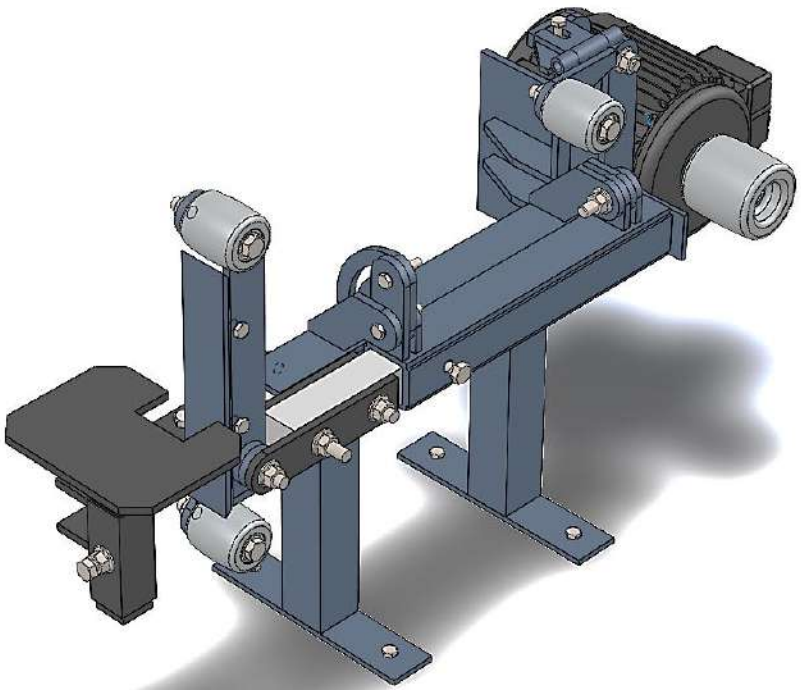


Figure II-15 Position de ponçage pour les petites surfaces

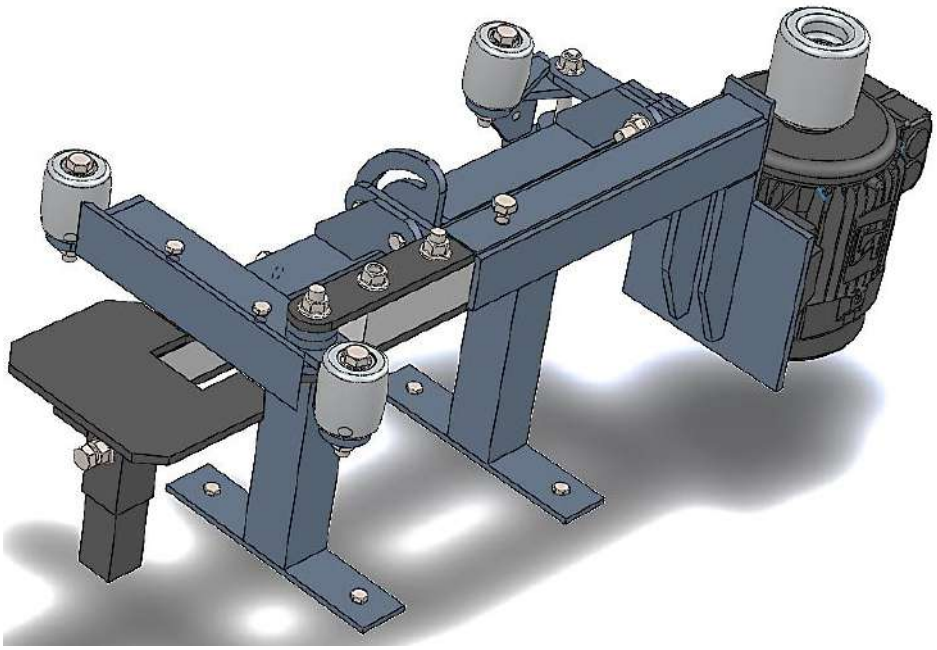


Figure II-16 Position de Ponçage pour les grandes surfaces

II.4. Choix des galets d'entraînement

Les galets sont le passage de la bande abrasive, leur taille détermine la largeur acceptable de la bande, donc l'utilisation de la machine. Notre machine est conçue pour supporter une bande de 50mm de largeur, donc nous avons utilisé :

- Pour les galets de plateau (les deux) : $50\text{mm}(\text{diametre}) \times 60\text{mm}$
- Pour le galet réglable : $75\text{mm}(\text{diametre}) \times 60\text{mm}$
- Pour le galet moteur : $120\text{mm}(\text{diametre}) \times 60\text{mm}$

II.5. Choix du Moteur

Comme le type de grain et la qualité du grain, le matériau que vous traitez affectera également la vitesse de surface recommandée. Plus la densité du matériau est importante, plus il sera dur et plus la vitesse d'abrasif devra généralement être élevée pour être efficace. Les vitesses de surface recommandées par matériau se trouvent dans le tableau ci-dessous :

Matériau à traiter	Vitesse de surface (m/s)
Acryliques	4.8 - 13.7
Verre, céramique et pierre	7.9 - 13.7
Laques & Vernis	7.9 - 14.9
Acier dur et trempé	7.9 - 14.9
Plastique et caoutchouc	9.7 - 17.9
Titane et alliages de titane	9.7 - 24.9
Bois	14.9 – 24.9
Aluminium & Zinc	17.9 - 29.8
Acier inoxydable, acier à outils et acier rapide	17.9 - 29.8
Cuivre & Laiton	24.9 - 34.7
Fonte et acier au carbone	24.9 - 44.8

Tableau II-1 Vitesse de Surface en fonction du matériau à traiter [8]

Donc, si nous partons avec la valeur optimale des matériaux pour lesquels nous avons destiné notre ponceuse (acier-aluminium-bois), nous devons choisir un moteur qui nous fournira une valeur approximativement de vitesse de surface 17-18 m/s

- Avec la formule $v = \omega \times r$; r = diamètre de galet moteur 60 mm

$\omega =$ 300 rad/s (pour v=18 m/s); $\omega =$ 283.3 rad/s (pour v=17 m/s)

- On utilise la formule :

$\omega = \text{rpm} \times 2\pi / 60$ Pour calculer la vitesse de rotation de moteur on tr/min

$$\omega = \text{rpm} \times 2\pi / 60$$

1. $\omega = 300\ \text{rad/s}$:

$\omega = \text{rpm} \times 2\pi / 60$; $\boxed{\text{rpm} = 2864.79\ \text{tr/min}}$

2. $\omega = 283.3\ \text{rad/s}$:

$\omega = \text{rpm} \times 2\pi / 60$; $\boxed{\text{rpm} = 2705.32\ \text{tr/min}}$

Le moteur doit donc satisfaire à ces conditions :

a) La vitesse du moteur doit être d'environ 2700 - 2800 tr/min (et peux même atteindre 3000 tr/min)
b) Le moteur doit avoir une puissance supérieure à 1,5 kW pour pouvoir résister aux forces de frottement générées par le ponçage sans chute de vitesse.

II.6. Simulation par ANSYS Workbench

II.6.1. Simulation au chargement statique

En utilisant ANSYS Workbench®, nous devons simplement vérifier que la structure de la machine est résistante aux forces externes statique qui lui sont appliquées, et que la structure est sûre et sécurisée et garantie le bon fonctionnement de la ponceuse. Dans notre cas, nous avons un moteur assez pesant monté à l'arrière de la structure, donc l'objectif est de s'assurer que le centre de gravité de la machine est bien positionné entre les deux pieds, et que les déformations statiques restent minimes.

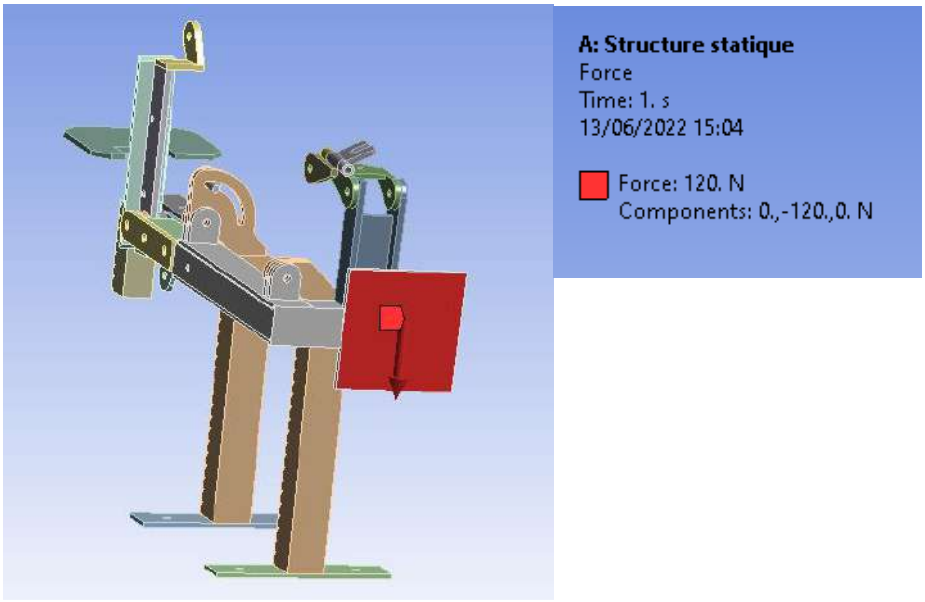


Figure II-17 Poids de Moteur

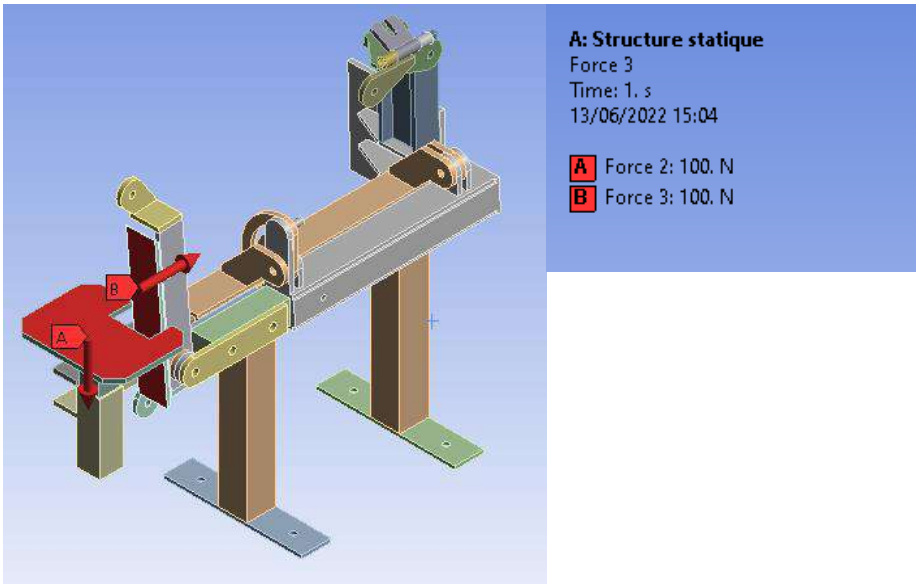


Figure II-18 Les forces pendant le travail

1. Force A = 100N ; le poids de pièce à poncer
2. Force B = 100N ; la force exercée par l'opérateur contre le plateau
3. Force = 120N ; c'est le poids d'un moteur de 12kg

Résultats :

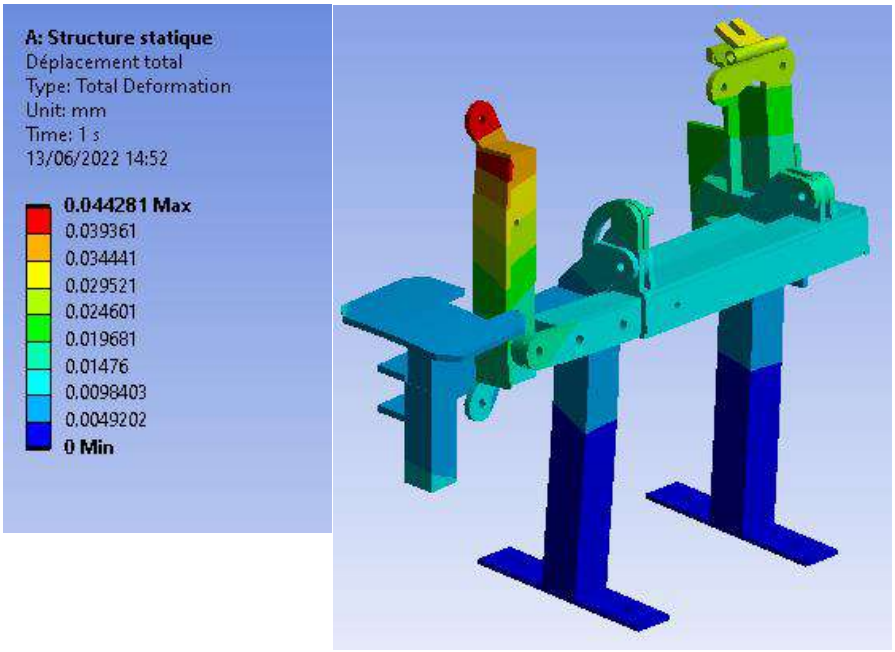


Figure II-19 Déplacement total statique

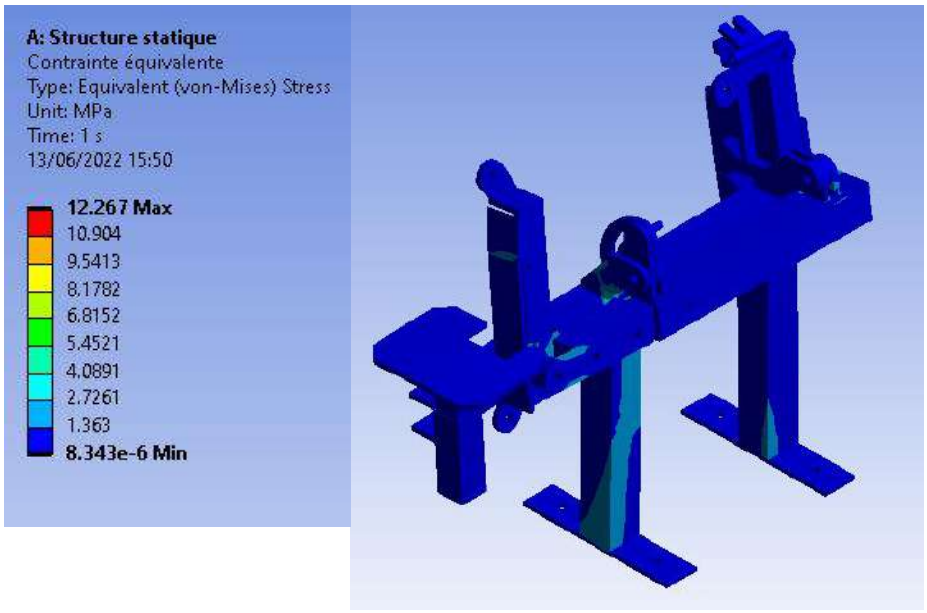


Figure II-20 Contrainte équivalente (Von Mises)

- Déplacement maximale de 0.049 mm sur le plateau
- Déplacement maximale de 0.033 mm sur le plateau
- La contrainte maximale équivalente : 12 MPa

Ces valeurs sont très faibles, alors on peut considérer que la structure est robuste.

II.6.2. Simulation modale

Dans cette partie, nous allons déterminer le comportement dynamique de la structure en déterminant les fréquences propres et les modes correspondants.

Tout système, possédant une masse et une élasticité, est capable de vibrer librement (sans excitation externe). Ce qui est important dans la vibration libre sont les fréquences naturelles (propres) du système, qu'il faut évaluer en fonction de la masse et de la rigidité de ce dernier. En l'absence d'amortissement, l'énergie totale du système est conservée en même temps que l'amplitude. L'amortissement a peu d'influence sur les fréquences naturelles du système et peut être négligé lors des calculs.

La résonance décrit le phénomène d'amplitude accrue qui se produit lorsque la fréquence d'une force périodique appliquée est égale ou proche d'une fréquence propre du système sur lequel elle agit. Lorsqu'une force oscillante est appliquée à une fréquence de résonance d'un système dynamique, le système oscillera à une amplitude plus élevée que lorsque la même force est appliquée à d'autres fréquences non résonnantes, ce qui est un phénomène dangereux et pourrait provoquer la rupture de la structure.

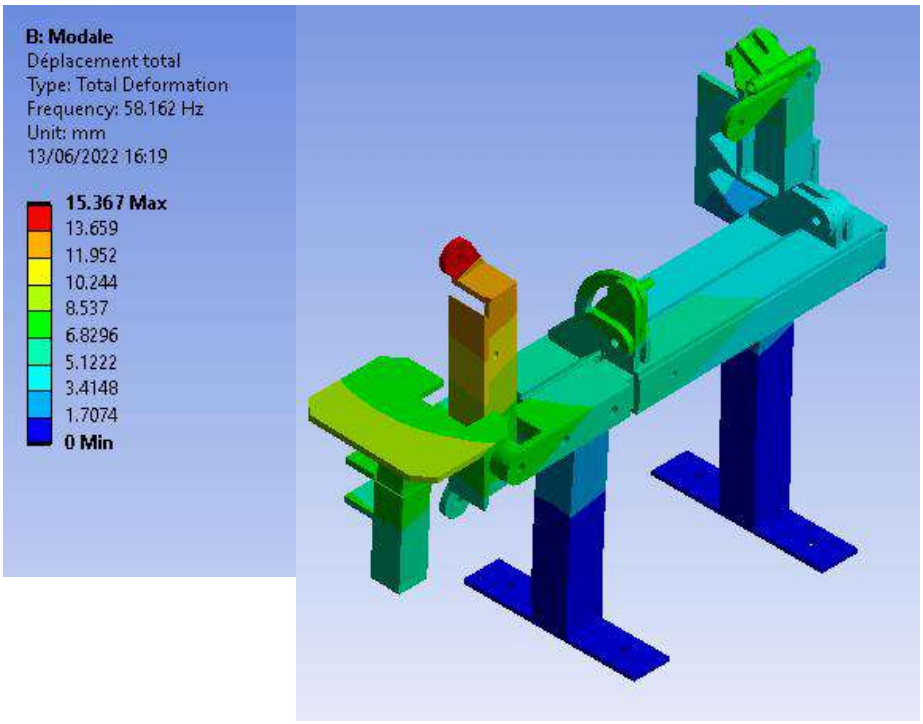


Figure II-21 Déplacement total pour le mode 1

Nous avons extrait 10 modes différents, chacun a une fréquence propre spécifique

1. Mode 1 : 58.162 Hz
2. Mode 2 : 95.908 Hz
3. Mode 3 : 110.88 Hz
4. Mode 4 : 146.03 Hz
5. Mode 5 : 174.36 Hz
6. Mode 6 : 199.21 Hz
7. Mode 7 : 213.55 Hz
8. Mode 8 : 236.03 Hz
9. Mode 9 : 299.26 Hz
10. Mode 10 : 367.35 Hz

La seule source d'excitation dans notre cas est le moteur, il a un mécanisme de rotation à une certaine fréquence, la fréquence (de rotation) du moteur peut être calculée en utilisant la formule suivante :

$$f = \mathrm{N} \times \frac{1}{60}\ (Hz)$$

N : La vitesse de Rotation de Moteur en tr/min

$$f = 2800 \times \frac{1}{60}\ (Hz)$$

$$\boxed{f = 46.66\ Hz}$$

En conclusion, le Mode 1 est le plus dangereux car il est le plus proche de la fréquence d'excitation produite par le moteur.

Remarque : Nous devons encore vérifier les fréquences des galets, puisque ce sont des corps en rotation, eux aussi provoqueront une résonance si leurs fréquences correspondent à la fréquence naturelle.

On calcule les fréquences des galets : $v = \omega \times r$; $\omega = N \times 2\pi/60$; $f = N/60$

1. Galet 1 (75 mm de Diamètre) :

On a : $v = 18\ m/s$; $r_1 = 0.0375m$

Donc $\omega 1 = 480\ rad/s$; $N1 = 4583.66\ tr/min$; $\boxed{f1 = 76.39\ Hz}$

2. Galet 2 (deux galets de 50mm diamètre) :

On a : $v = 18\ m/s$; $r2 = 0.025m$

Donc $\omega 2 = 720\ rad/s$; $N1 = 6875.49\ tr/min$; $\boxed{f2 = 114.5915\ Hz}$

On peut réduire le diamètre des galets de 50 mm pour augmenter leur fréquence pour éviter les fréquences propres de la structure.

L'analyse dynamique de la structure permet d'affirmer que l'unique excitation du moteur est sans risque pour bon fonctionnement de la machine.

Chapitre III

III. Réalisation de la machine

I. Découpage plasma

Les pièces de tôlerie ont été découpées à la torche plasma. Les pièces à découper le dessin des pièces ont été groupées sur un fichier dxf pour minimiser les chutes. L'opération de découpage (Photo 1) a été sous-traitée chez un atelier de découpage au plasma situé dans la ville de Blida.

L'image ci-dessous (Photo-2), montre les pièces obtenues après découpage.



Photo 1 – Découpage à la torche plasma des pièces de tôlerie



Photo 2 – Pièces obtenues après découpage

II. Préparation des pièces

Préparation des surfaces par élimination de la rouille (Photo 3), ainsi que la suppression des dépouilles produites par le plasma (Photo 4 et 5)



Photo 3 - Dérouillage



Photo 4 – Suppression des dépouilles



Photo 5 –Prépare des surfaces

III. Perçage et taraudage

Pour le taraud M10, nous avons commencé à percer avec 6 mm puis 8,5 mm, ensuite le taraudage M10.



Photo 6 – Perçage



Photo 7 – Taraud M10



Photo 8 – Taraudage de l'axe du moteur

IV. Ajustement et soudage

Le soudage est un processus délicat, par conséquent, lors de l'exécution de cette pièce, une attention particulière est toujours requise, il est donc recommandé d'utiliser des niveaux et un triangle d'aimant de soudage. (Photo 9 et 10)

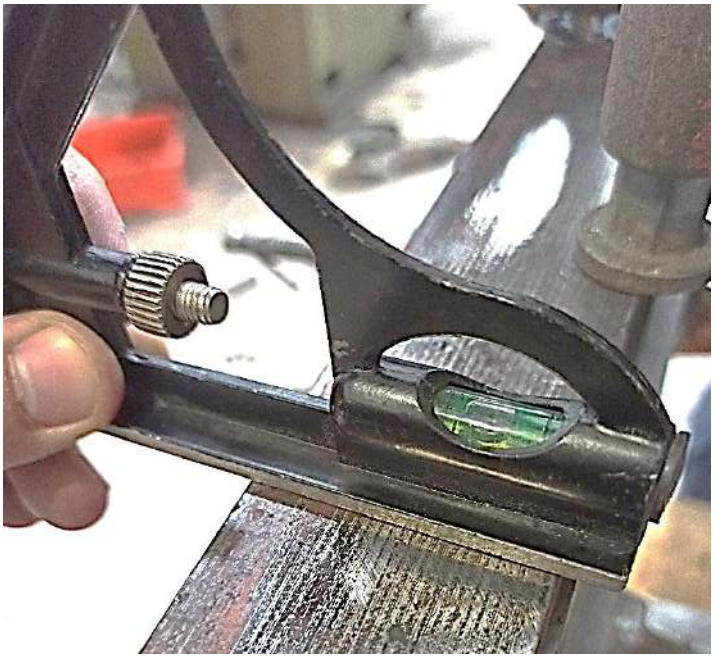


Photo 9 – Utilisation de niveau

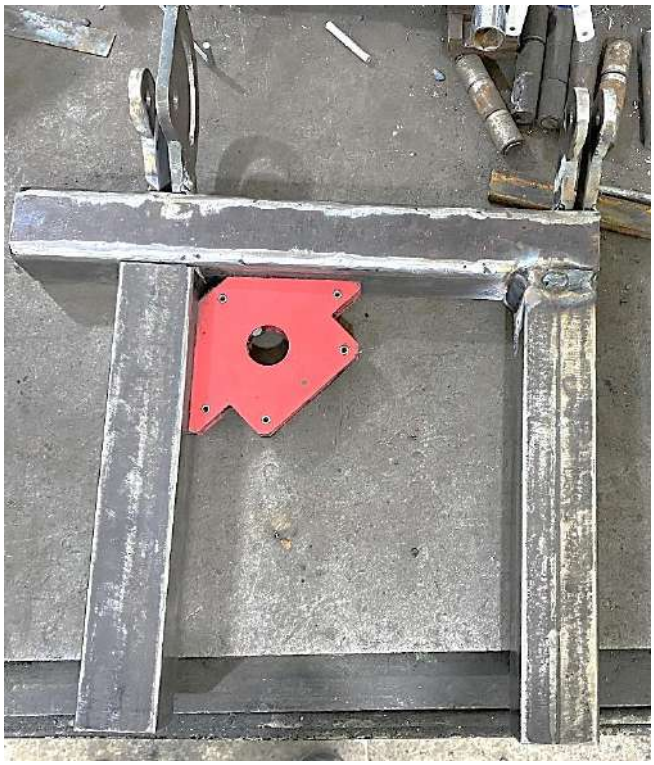


Photo 10 – Utilisation d'un triangle à aimant pour positionner les pièces à souder



Photo 11 – Alignement des trous au moyen d'une tige filetée avant le soudage



Photo 12 - Soudage

V. Usinage des galets

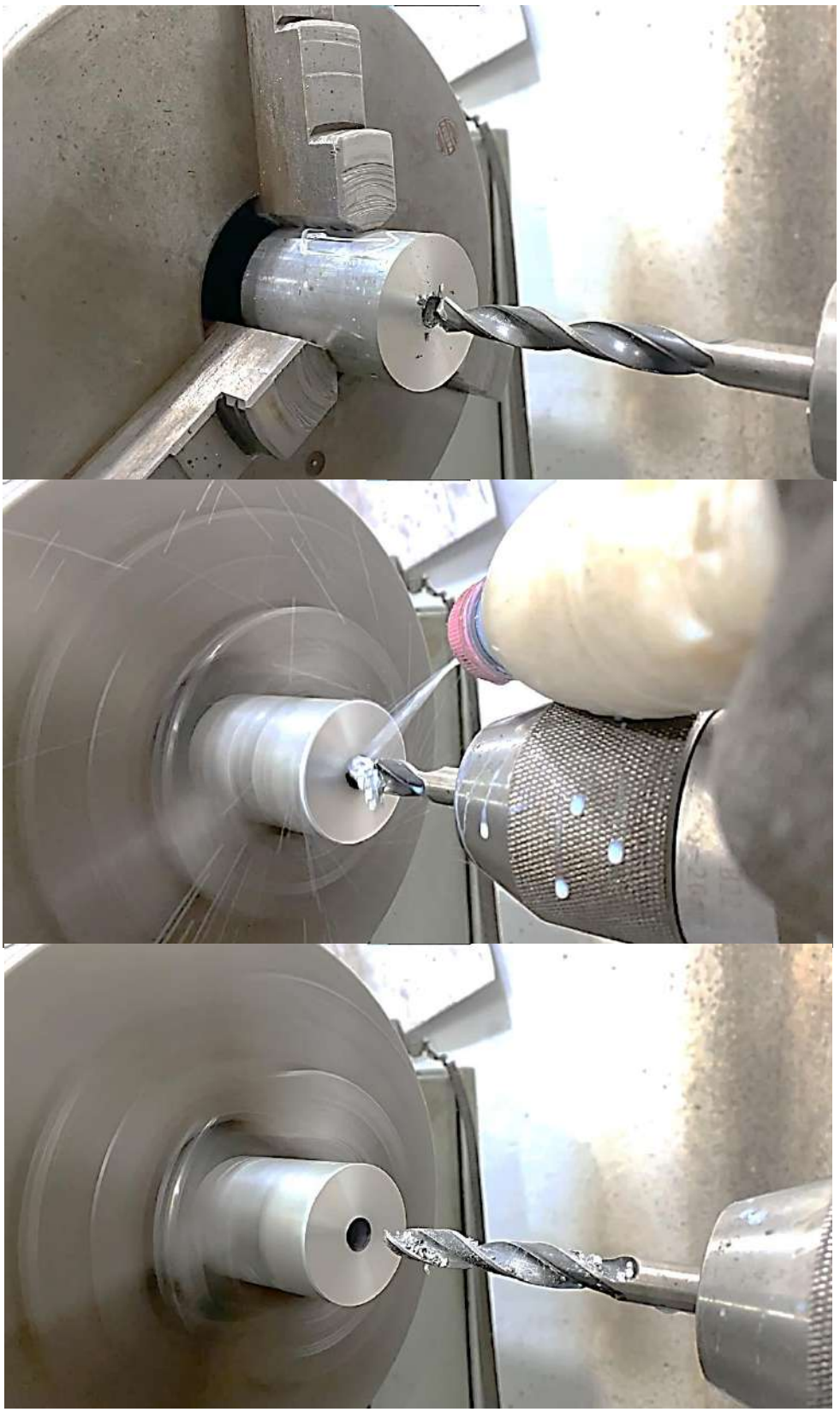


Photo 13 – Usinage d’un galet d’entrainement au tour



Photo 14 – Chariotage et alésage

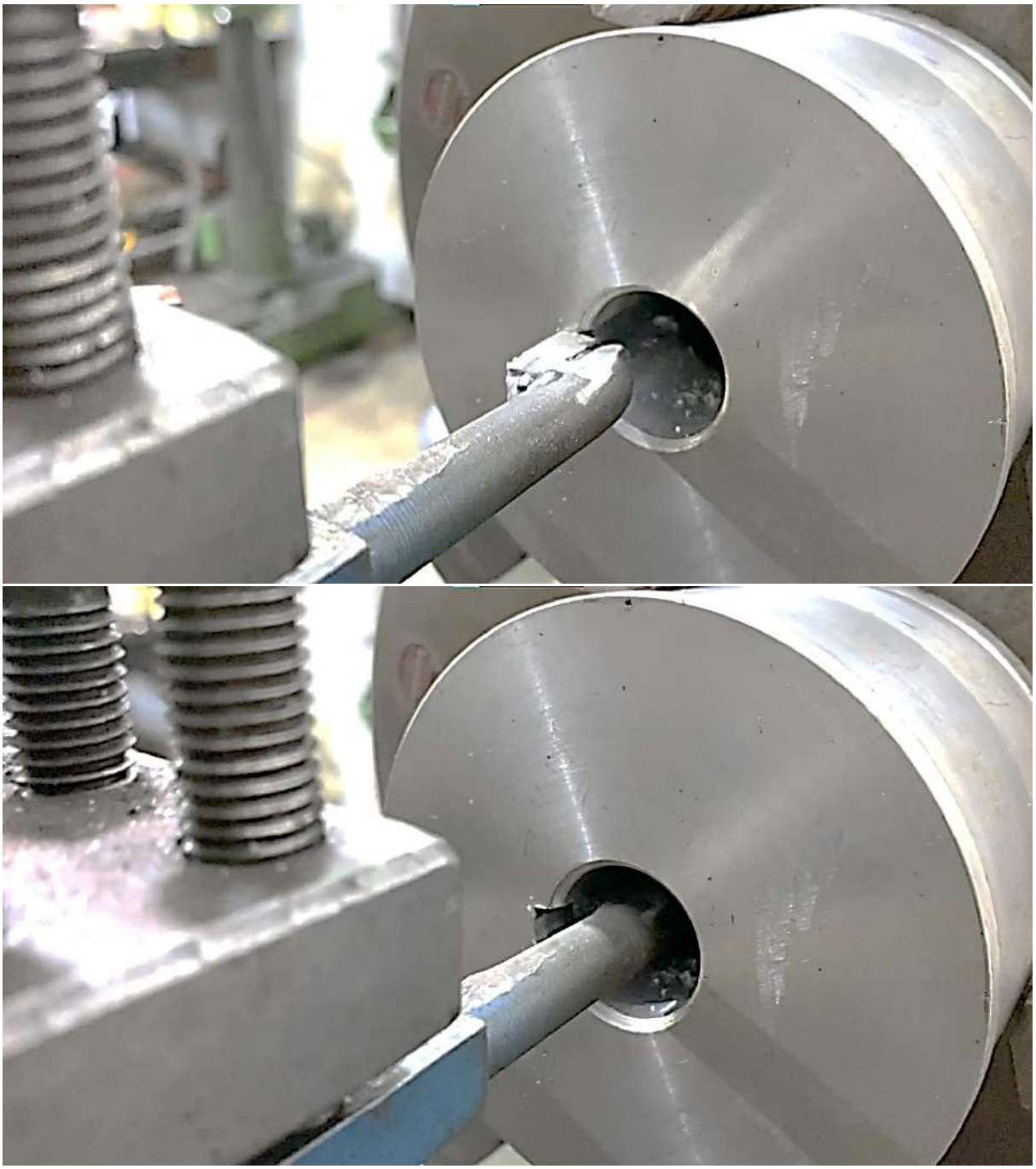


Photo 15 – Usinage d’une rainure de clavette

VI. Listing des matières premières et des pièces

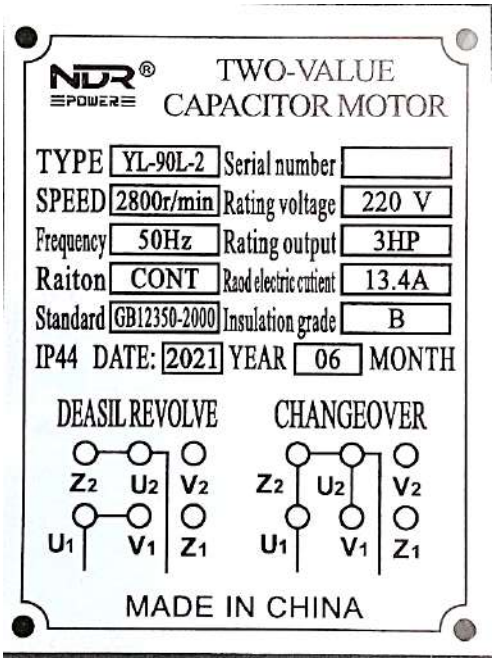
Métal				
Acier				
	Taille	Quantité	Remarques	Prix unitaire
Fer plat Acier étiré doux	50x6	2500mm	10% de marge	360DA/kg
Fer plat Acier étiré doux	40x8	4500mm	10% de marge	
Carré Acier étiré doux	40x40	620mm	À couper en deux	
Fer plat Acier étiré doux	140x8	600mm min	Plusieurs pièces à découper dedans prendre 10% de marge	
Tube acier laminé doux	40x40x2	120mm		
Tube acier laminé doux	35x35x2	180mm		
Tube acier laminé doux	50x50x2	500mm	Pour les pieds donc voir en fonction du moteur pour la hauteur	
Tube rond acier étiré doux	16x10	80mm		
Aluminium				
Cylindre Aluminium 2017	d55x65	2	Un peu de marge	1850DA/kg
Cylindre Aluminium 2017	d80x65	1	Un peu de marge	
Cylindre Aluminium 2017	d125x65	1	Un peu de marge	

Tableau III-1 Listing de la matière première

Tableau III-2 Listing de la visserie

Type	Quantité
M10 Tête Hexagonale	9 vis Filetage total M10x25 1 vis Filetage total M10x80 1 vis Filetage total M10x100 2 vis Filetage partiel M10x70
M12 Tête Hexagonale	3 vis Filetage partiel M12x60 5 vis Filetage total M12x80
M10 Tête cylindrique Hexagonale creuse	1 vis Filetage partiel 10x80
Écrou frein M10	4
Écrou Frein M12	8
Rondelles M10 et M12	Une vingtaine de chaque environ

- **Moteur**



Type : YL-90L-2

Vitesse de rotation : 2800 tr/min

Fréquence : 50 Hz

Voltage : 220V

Puissance : 2.2 kW

Ampérage : 13.4A

- **Bande abrasive**

Bande de 2000x50mm de P 40 – P 80

- **Montant total**

Pieces métallique (Découpage Plasma) : 7000DA

Vis et écrou : 1400 Da

Papier abrasif : 1300 DA

Peinture : 1500 DA

Moteur : 20000 da

Galets (Matiere) : 7000Da

Table : 2800da

Fer : 1700 DA

Total : 42,700 DA

Conclusion Générale

Conclusion générale

Au tout début de ce projet de fin d'études, le plan de travail initial comprenait l'étude de conception d'une ponceuse à bande. La réalisation de la ponceuse n'était pas à l'ordre du jour.

L'idée du thème de ce PFE a germé suite au besoin des ateliers du laboratoire LMP2M à une ponceuse pour métaux pour les opérations de dérouillage, chanfreinage, ponçage, etc. L'objectif était de fabriquer une machine de conception simple avec les moyens de bord et à un prix abordable pour le client. Une fois la conception terminée, nous avons décidé de passer à l'étape de réalisation, qui pouvait se faire dans l'atelier d'un parent.

La phase de réalisation de la machine était une aventure pleine de surprises et qui nous a permis d'effectuer des opérations d'usinage, de découpage au plasma, de soudage, d'ajustage, etc.

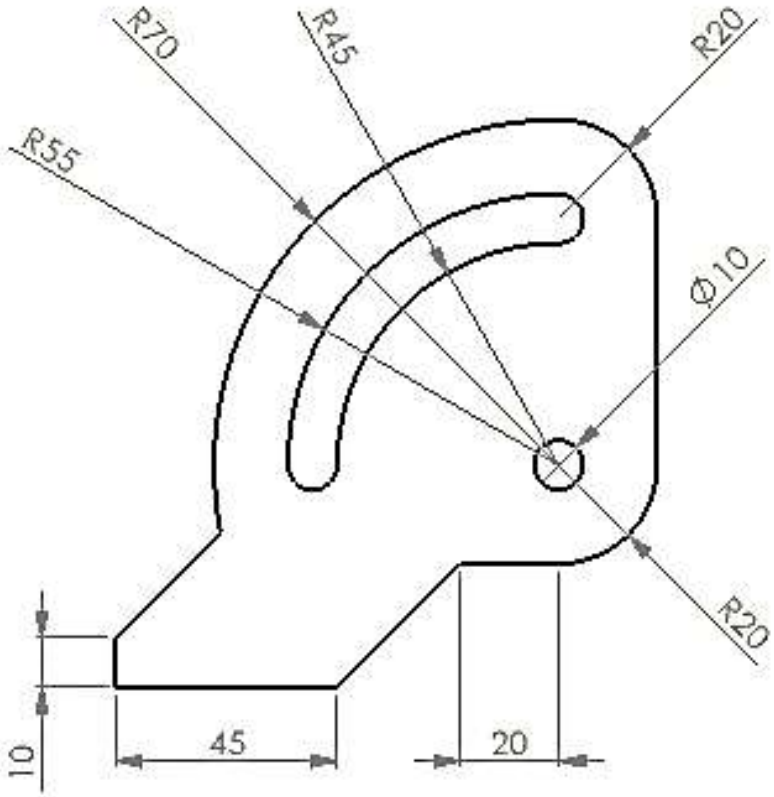
Enfin, le produit réalisé est une ponceuse à bande dont les propriétés sont :

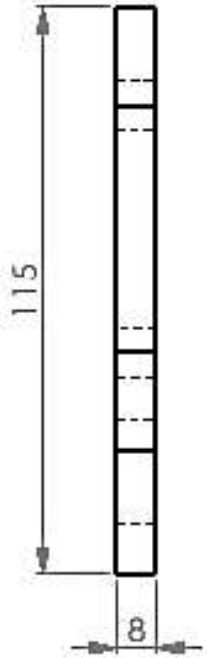
- Une bande abrasive interchangeable et orientable dont la vitesse linéaire permet d'exécuter des opérations de meulage, de ponçage et de polissage sur une large gamme de matériaux.
- Fabriquée à partir de pièces disponibles dans le marché local (Pièces détachées disponibles)
- Une table de travail orientable, permettant des opérations de chanfreinage de bords vifs ou d'affutage d'outils de coupe

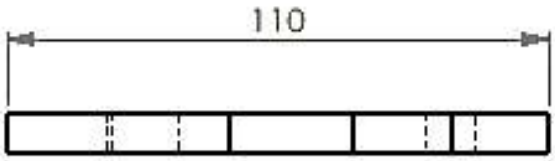
Références bibliographiques

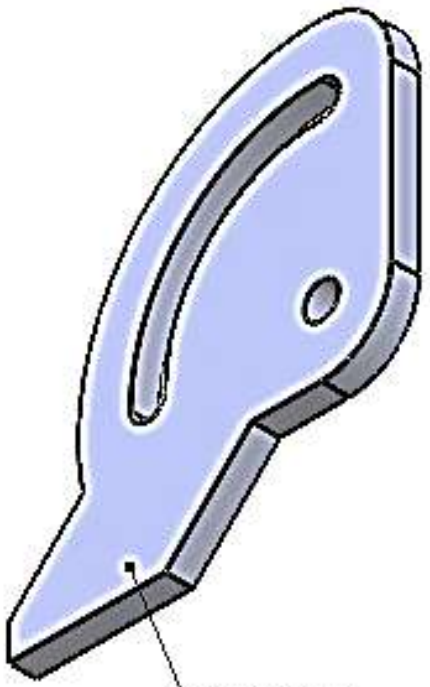
1. https://ponceuse.ooreka.fr/751083/rubrique/751087/usages-et-types-de-ponceuse
2. https://www.bosch-professional.com/tn/fr/products/gss-2300-06012980K0
3. https://www.usinenouvelle.com/expo/makita-ponceuse-vibrante-triangulaire-20-p267817.html
4. https://www.eastwood.com/eastwood-12-disc-sander.html
5. https://www.grizzly.com/products/grizzly-24-5-hp-drum-sander/g1066r
6. Miller, H.G. (1962). Sanders. In : Hand and Machine Woodwork. Palgrave, London.
7. WOODWORKING : THE COMPLETE STEP-BY-STEP MANUAL, Page 48.
8. https://guide.bricozor.com/choisir-ponceuse.html
9. https://www.redlabelabrasives.com/blogs/news/optimal-speed-for-a-belt-grinder

Annexes

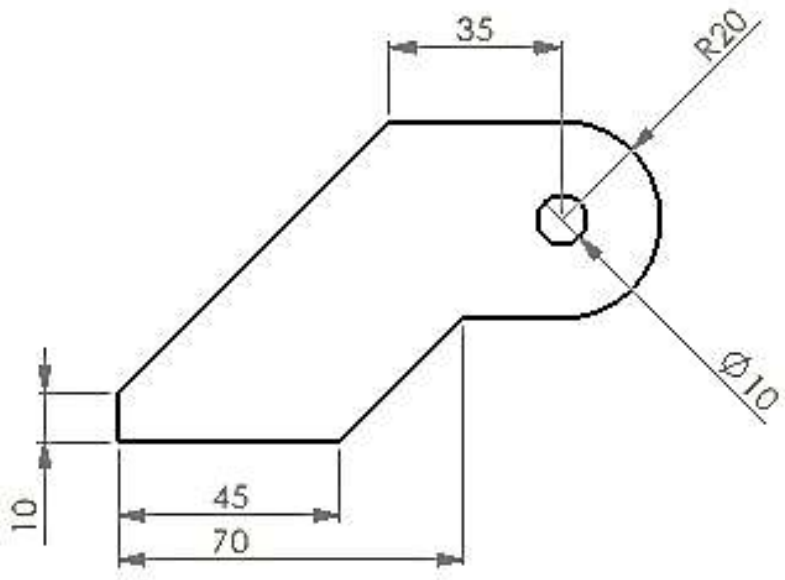


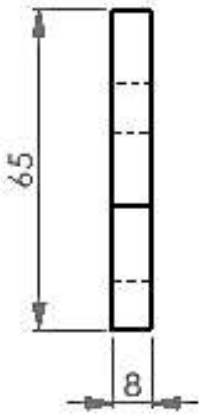


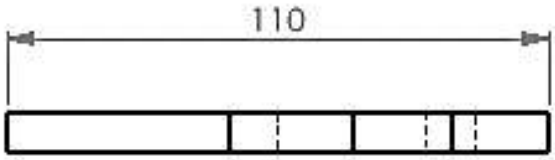


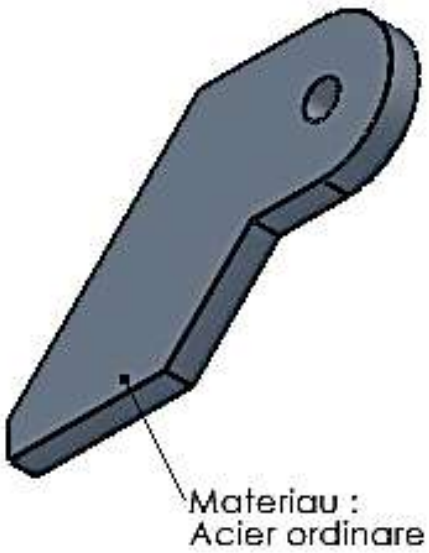


UNIVERSITY OF MEDEA Dr YAHIA FARES		
ALIKACEM / HAMMOUDI	Pièce de pivot 1	Quantité : 1
Date : Juin/2022		Echelle : **1:1.5**

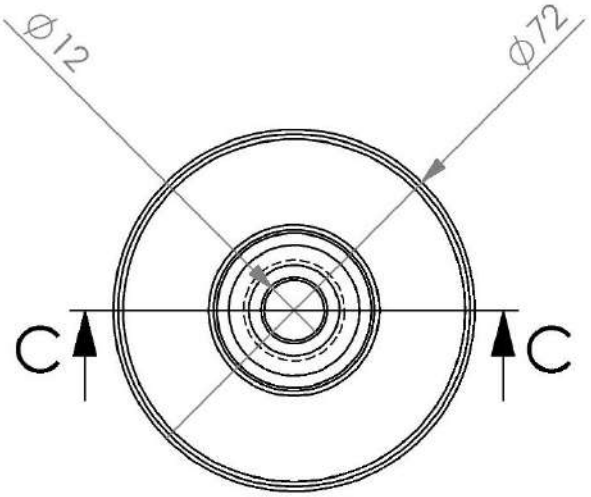


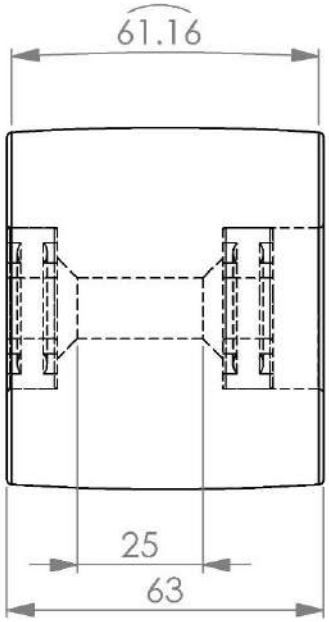


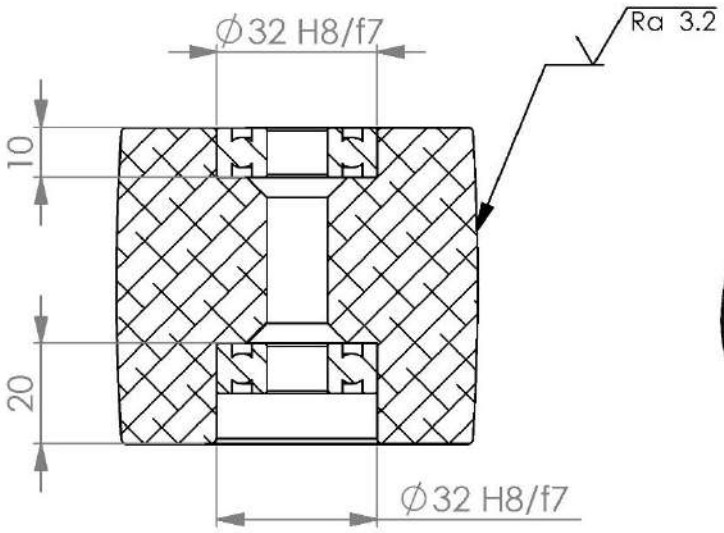




UNIVERSITY OF MEDEA Dr YAHIA FARES		
ALIKACEM / HAMMOUDI	Pièce de pivot 2	Quantité : 3
Date : Juin/2022		Echelle : **1:1.5**



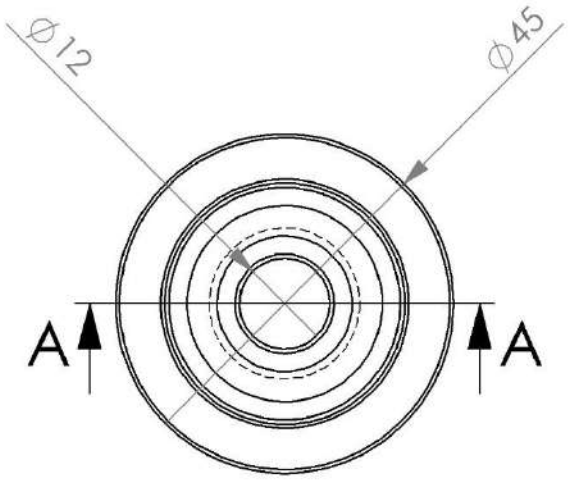


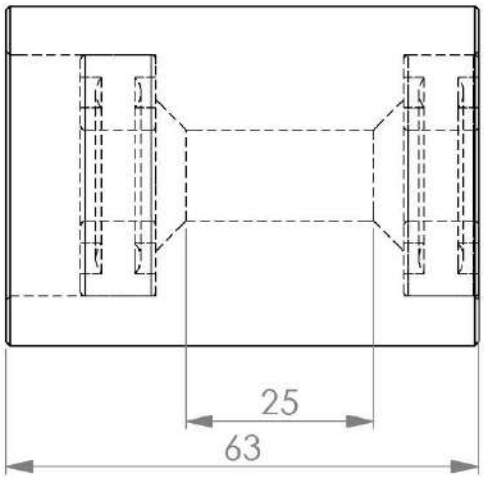


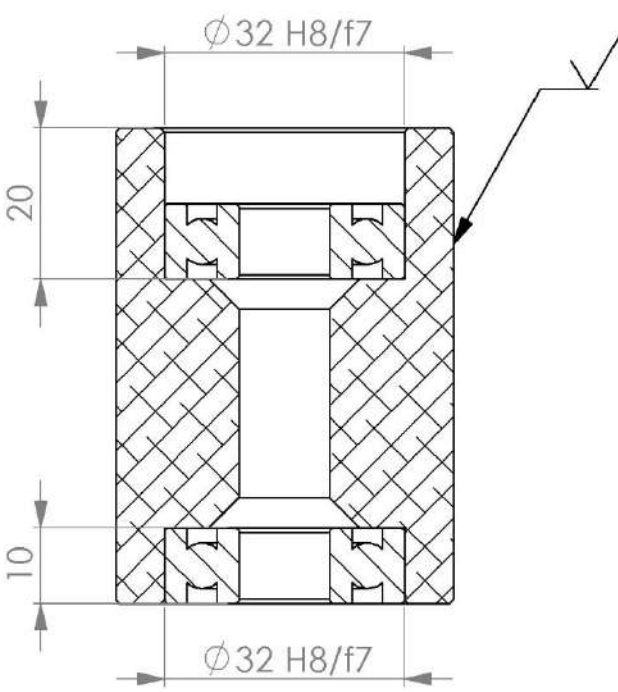
SECTION C-C

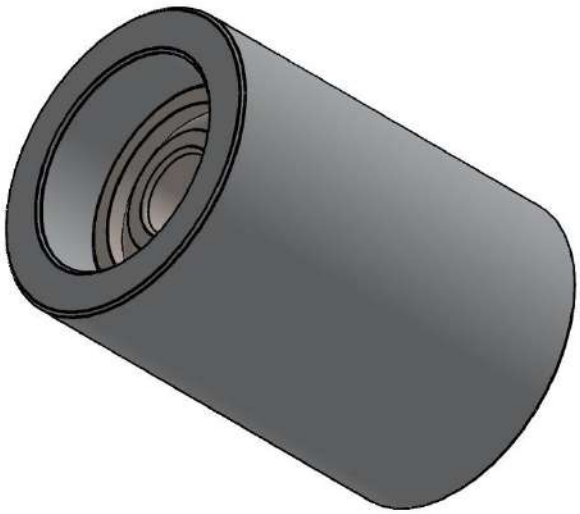


UNIVERSITY OF MEDEA Dr YAHIA FARES		
ALIKACEM / HAMMOUDI	Galet réglable	Quantité : 1
Date : Juin/2022		Echelle : **1:1.5**



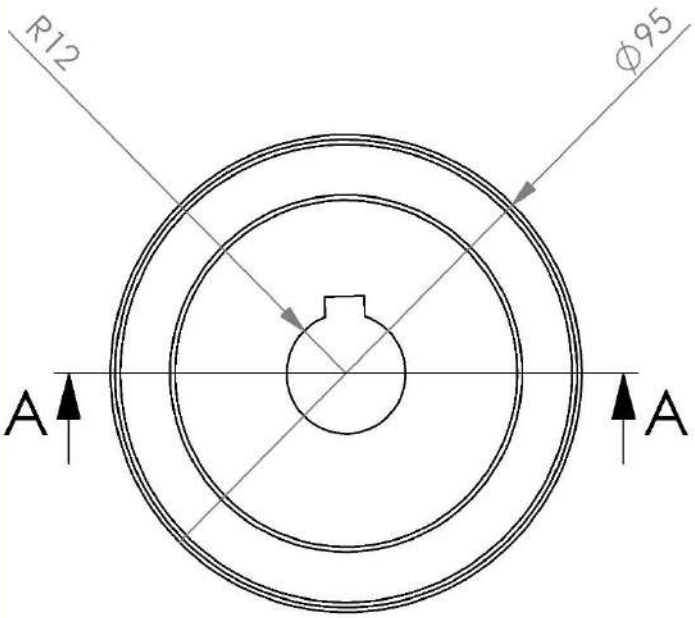


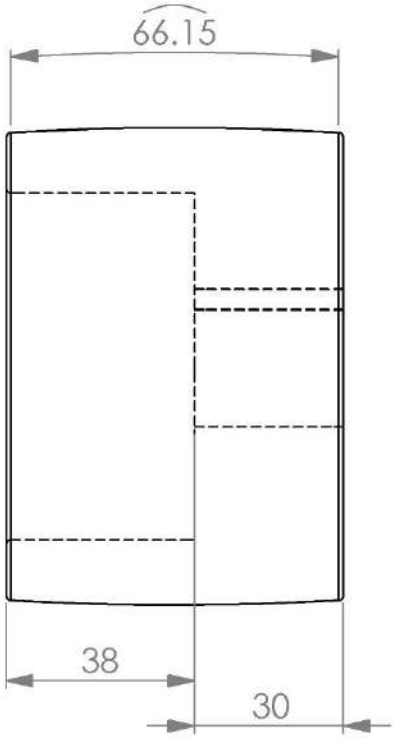


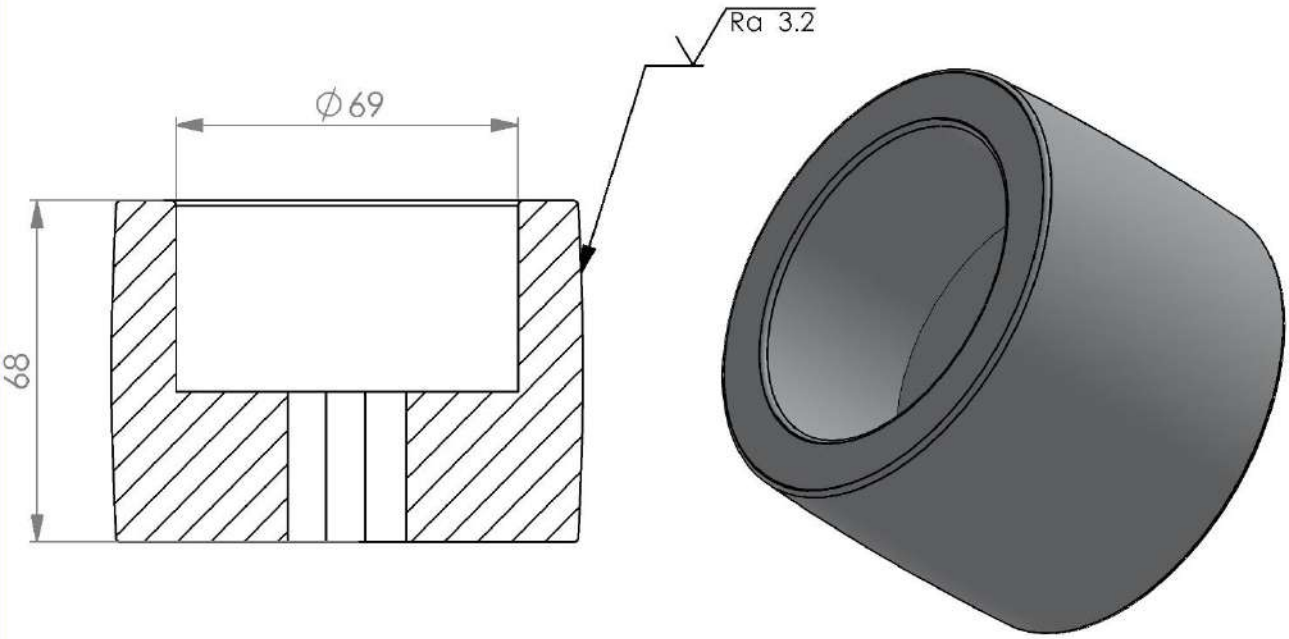


SECTION A-A

UNIVERSITY OF MEDEA Dr YAHIA FARES		
ALIKACEM / HAMMOUDI	Galet	Quantité : 1
Date : Juin/2022		Echelle : **1:1**







SECTION A-A

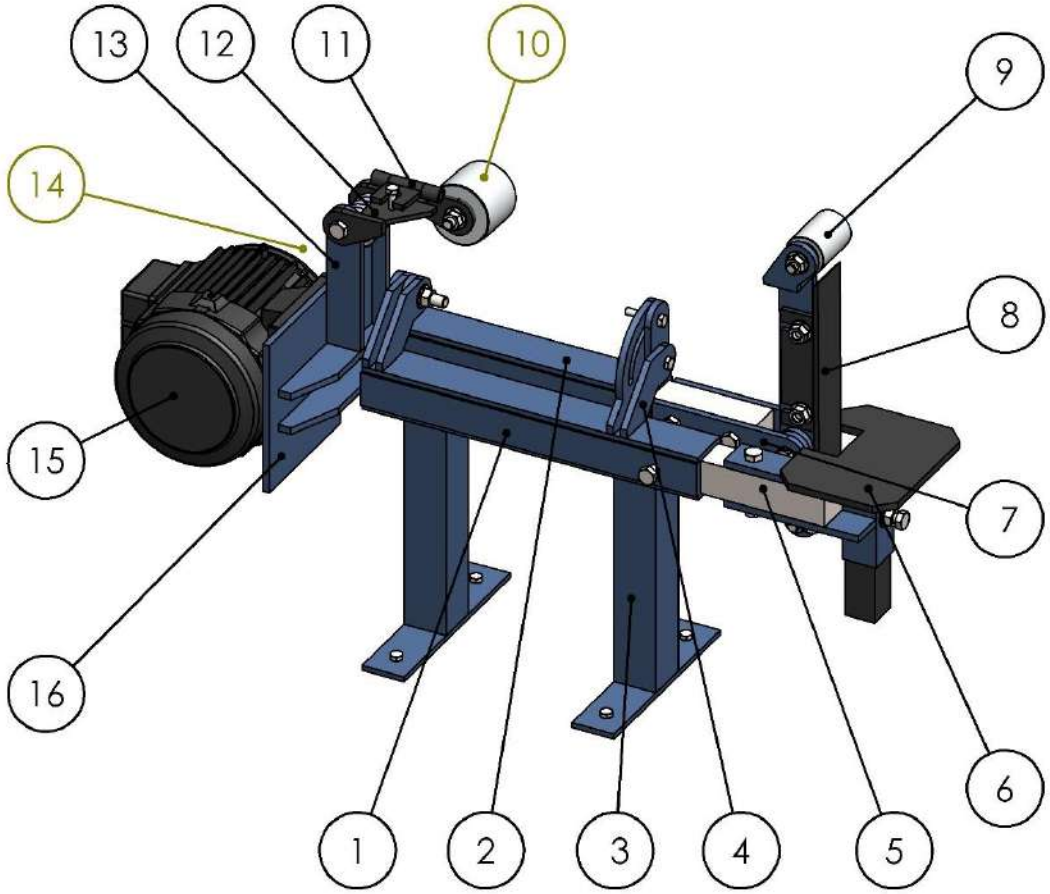
UNIVERSITY OF MEDEA Dr YAHIA FARES		
ALIKACEM / HAMMOUDI	Galet moteur	Quantité : 1
Date : Juin/2022		Echelle : **1:1.5**

ALIKACEM/HAMMOUDI

Juin 2022

UNIVERSITY Dr YAHIA FARES MEDEA

Dessin d'ensemble



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Tube de guidage 400mm	par soudage des fer plats	1
2	Tube de guidage 350mm	par soudage des fer plats	1
3	Pied	Tube 50x50 acheté	2
4	Liaison Pivot	par découpe plasma	8
5	Barre carré 40x40	acheté	2
6	La Table	tube soudé à un plaque fer plat	1
7	Support du platine	assemblage des deux fer plats et rondelles	1
8	La platine à double galets	le support du galets d'entraînement	1
9	Galet d'entraînement	usiné au tour	2
10	Galet réglable	usiné au tour	1
11	paumelle		1
12	mecanisme de tendure	pièces de fer plats soudé	1
13	Support du tendure	pièces de fer plats soudé	1
14	Galet moteur	usiné au tour	1
15	Moteur	Moteur acheté	1
16	Support moteur	pièces de fer plats soudé	1