

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie  
Département Génie Mécanique

## Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

**Filière** : Génie Mécanique.

**Spécialité** : Fabrication mécanique et productique.

### THEME

Conception et réalisation d'un système motorisé pour  
un étau d'établi

Présenté par :

-BERHAIL Mohamed Rafik  
-BOUADJIMI Raid Aïmed Eddine

Promoteur: Pr. MERAH Abdelkrim

Co-Promoteur: Mr. ZEBBOUDJ Mustapha

**Promotion 2023- 2024**

## RESUME

Nous avons fait une recherche sur la méthode de réalisation et les avantages de la motorisation électrique d'un étau de serrage, qui est un outil largement utilisé dans le domaine mécanique pour fixer des pièces et travailler dessus en toute sécurité sans bouger ni casser lors des différentes opérations d'usinage industriel.

### **L'objectif principal de ce travail :**

- Présenter l'histoire des outils mécaniques et de l'étau de serrage en particulier.

Puis expliquer les méthodes d'utilisation et le mécanisme de fonctionnement de l'étau de serrage et son importance dans le domaine mécanique.

- Réaliser une étude sur la possibilité, la méthode et les bénéfices de la motorisation électrique d'un Etau de serrage.
- Faire une étude économique sur le travail et expliquer les résultats finals.

## ملخص

قمنا بإجراء بحث حول طريقة التنفيذ ومزايا التشغيل الكهربائي لملزمة التثبيت، وهي أداة تستخدم على نطاق واسع في المجال الميكانيكي لتثبيت الأجزاء والعمل عليها بأمان تام دون أن تتحرك أو تتكسر أثناء عمليات الخراطة الصناعية المختلفة.

**الهدف الرئيسي من هذا العمل:**

- عرض تاريخ الأدوات الميكانيكية و ملزمة التثبيت بشكل خاص.
- ثم شرح طرق الاستخدام وآلية عمل ملزمة التثبيت وأهميتها في المجال الميكانيكي.
- القيام بدراسة إمكانية وطريقة وفوائد تشغيل لملزمة التثبيت بمحرك كهربائي.
- إجراء دراسة اقتصادية عن العمل وشرح النتائج النهائية.

## **ABSTRACT**

We did a research on the method of production and the advantages of the electrical motorization of a clamping vice, which is a tool widely used in the mechanical field to hold parts firmly to work on them in complete safety environment without moving or breaking during various industrial machining operations.

The main objective of this work:

- Present the history of mechanical tools and the clamping vice in particular.

Then explain the methods of use and the working mechanism of the clamping vice and its importance in the mechanical field.

- Carry out a study on the possibility, method and benefits of electric motorization of a clamping vice.
- Conduct an economic study on the work and explain the final results.

# *Dédicaces*

Nous consacrons ce modeste travail

À nos chers parents pour tous leurs soutiens et leurs aides dans nos études et dans nos vies, que Dieu les garde pour nous.

À nos familles et à tous nos chers amis.

À tous nos proches,

# Remerciements

**Nous remercions ALLAH(swt) Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, la motivation et la volonté de commencer et de terminer cette thèse.**

**Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pu être possible sans l'aide et la supervision du promoteur Pr. Merah Abdelkrim. Nous le remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel.**

**Nous avons le plaisir de remercier le Co-promoteur Mr. Zebboudji Mustapha pour sa participation et son encadrement à une des parties très importantes de notre travail de réalisation dans les ateliers INGM dont nous remercions le Mr. Saoud Abed chef des ateliers pour son accueil.**

**Nous tenons également à remercier le Monsieur Chef Département Chellil Ahmed pour ses orientations et Mme. Mengoud Hayat au niveau du département Génie Mécanique pour son aide et ses conseils exceptionnels.**

**Nos remerciements vont à tous les ingénieurs (Saleh, Aziz, Walid...ext) au niveau HSFT (EURL SFT Ouled Hedadj) pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.**

**Nos remerciements vont également à tous nos professeurs pour leur générosité.**

**Merci à vous tous.**

# Sommaire

<b>CHAPITRE 1 : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	1
1. INTRODUCTION GENERAL .....	2
2. PROBLEMATIQUE ET SOLUTION .....	2
2.1. Problématique .....	2
2.2. Solution .....	3
3. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE .....	4
3.1. Stage et étude du projet .....	4
3.2. Réalisation du projet .....	5
4. USINAGE INDUSTRIEL .....	6
4.1. Généralité sur l'usinage .....	6
4.1.1. Introduction .....	6
4.1.2. Les différentes opérations d'usinage .....	7
4.1.3. Le Développement d'usinage .....	9
4.2. Les outils d'usinage .....	9
4.2.1. Introduction .....	9
4.2.2. Les différents outils d'usinage .....	10
4.2.3. Équipements pour Machines-Outils .....	13
<b>CHAPITRE 2 : ÉTUDE DE L'ETAU DE SERRAGE ET LE MOTEUR ELECTRIQUE</b> .....	1
1. ÉTAU DE SERRAGE .....	17
1.1. Introduction .....	17
1.2. Les différents types des étaux .....	17
1.3. Les avantages et les inconvénients de l'étau de serrage .....	20
1.3.1. Les avantages .....	20
1.3.2. Les inconvénients .....	20
1.4. Conclusion .....	20
2. MOTEUR ELECTRIQUE .....	21
2.1. Introduction .....	21
2.2. Les différents types des moteurs électriques .....	21
2.3. Les avantages et les inconvénients d'un moteur électrique .....	24
2.3.1. Les avantages .....	24
2.3.2. Les inconvénients .....	24
2.4. Conclusion .....	24
3. ÉTUDE INITIALE DU PROJET .....	25
3.1. Introduction .....	25
3.2. Côté mécanique .....	25
3.2.1. Étau de serrage initial .....	26
3.2.2. Gamme d'usinage .....	28
3.2.2.1. Vis de Serrage .....	28
3.2.2.2. Support de Mâchoire Mobile .....	29
3.2.3. Dessin du mécanisme .....	30
3.2.4. Schéma cinématique .....	31
3.2.5. Graphe des liaisons .....	31
3.3. Côté électrique .....	32
3.3.1. Moteur Utilisé .....	32
3.3.1.1. Description .....	32
3.3.1.2. Caractéristique du moteur utilisé .....	32

3.3.1.3. Fonctionnement.....	32
3.3.1.4. Composants.....	33
3.3.2. Calcul.....	34
<b>CHAPITRE 3 : LA CONCEPTION ET REALISATION DU PROJET.....</b>	<b>17</b>
1. INTRODUCTION.....	41
2. LA CONCEPTION DU PROJET (SUR LE PROGRAMME 3D SOLIDWORKS).....	42
2.1. Mises en plan des pièces.....	42
2.2. Assemblage.....	52
2.3. Simulation.....	54
2.3.1. Mâchoire Mobile.....	54
2.3.2. Mâchoire Stationnaire.....	55
2.3.3. Vis de serrage.....	56
3. REALISATION.....	57
3.1. Étau.....	57
3.2. Vis de serrage.....	58
3.3. Support mâchoire mobile.....	60
3.4. Assemblage.....	62
<b>CHAPITRE 4 : ETUDE ECONOMIQUE DU PROJET.....</b>	<b>39</b>
1. ETUDE DU COUT DU PROJET PAR RAPPORT AU COUT INITIAL DU PRODUIT.....	64
1.1. Le cout d'étau manuel.....	64
1.2. Le coût du projet.....	65
1.3. Estimation et Comparaison.....	65
1.3.1. Estimation.....	65
1.3.2. Comparaison.....	67
1.3.2.1. Étau de Serrage Manuel (7500 DA).....	67
1.3.2.1.1. Avantages.....	67
1.3.2.1.2. Inconvénients.....	67
1.3.2.2. Étau de Serrage Électrique (12000 DA).....	68
1.3.2.2.1. Avantages.....	68
1.3.2.2.2. Inconvénients.....	68
1.3.3. Conclusion.....	68
2. ETUDE DU MARCHE NATIONAL ET INTERNATIONAL.....	69
2.1. National.....	69
2.2. International.....	70
<b>CHAPITRE 5 : AMELIORATION ET CONCLUSION.....</b>	<b>62</b>
1. AMELIORATION DU PROTOTYPE.....	72
1.1. Amélioration du Mécanisme de Serrage.....	72
1.2. Système de Contrôle Électronique.....	72
1.3. Capteur Infrarouge et Capteur de Force.....	73
1.3.1. Capteur Infrarouge.....	73
1.3.2. Capteur de force.....	74
2. CONCLUSION.....	75
3. REFERENCES.....	76

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 EURL SFT .....	4
Figure 2 Ateliers mécanique INGM .....	5
Figure 3 Opération d'usinage.....	6
Figure 4 Tournage.....	7
Figure 5 Fraisage.....	7
Figure 6 Perçage.....	8
Figure 7 Taraudage.....	8
Figure 8 Alésage.....	8
Figure 9 La rectification.....	9
Figure 10 Outils.....	10
Figure 11 Equipements machine-outils.....	14
Figure 12 Étau d'établi.....	17
Figure 13 Étau parallèle.....	18
Figure 14 Étau d'angle.....	18
Figure 15 Étau de perceuse.....	18
Figure 16 Étau de mécanicien.....	19
Figure 17 Étau de précision.....	19
Figure 18 Étau à chaîne.....	19
Figure 19 Étau de plombier.....	20
Figure 20 Composantes d'un moteur électrique.....	21
Figure 21 Moteur CC.....	21
Figure 22 Moteur CA.....	22
Figure 23 Moteur Universel.....	22
Figure 24 Moteur Pas à pas.....	22
Figure 25 Moteur à Reluctance.....	23
Figure 26 Moteur à Courant de Foucault.....	23
Figure 27 Moteur Linéaire.....	23
Figure 28 Mécanisme d'étau.....	25
Figure 29 Étau de serrage.....	26
Figure 30 Vis de serrage initial de notre étau.....	27
Figure 31 Machoire Mobile initiale.....	27
Figure 32 Dessin du mécanisme.....	30
Figure 33 Composants du moteur électrique utilisé.....	33
Figure 34 Conception Etou électrique.....	41
Figure 35 Mâchoire stationnaire.....	42
Figure 36 Mâchoire mobile.....	43
Figure 37 Plaque mâchoire.....	44
Figure 38 Boulon de verrouillage.....	45
Figure 39 Poignée de verrouillage.....	45
Figure 40 Base.....	46
Figure 41 Champ Plaque.....	47
Figure 42 Boulon a tête.....	48
Figure 43 Boulon.....	48
Figure 44 Vis de serrage.....	49
Figure 45 Ecou de serrage.....	49

Figure 46 Poignée démontable.....	50
Figure 47 Ecran du poignée démontable. ....	50
Figure 48 Moteur électrique.....	51
Figure 49 Engrenage.....	51
Figure 50 Assemblage. ....	52
Figure 51 Mâchoire fermer. ....	53
Figure 52 Mâchoire ouverte.....	53
Figure 53 (A) Simulation Machoire Mobile. ....	54
Figure 54 (B) Simulation Machoire Mobile.....	54
Figure 55 (C) Simulation Machoire Mobile.....	54
Figure 56 (A) Simulation Machoire Stationnaire.....	55
Figure 57 (B) Simulation Machoire Stationnaire.....	55
Figure 58 (C) Simulation Machoire Stationnaire.....	55
Figure 59(A) Simulation Vis de serrage. ....	56
Figure 60 (B) Simulation Vis de serrage.....	56
Figure 61 (C) Simulation Vis de serrage.....	56
Figure 62 Réalisation Chariotage de la vis .....	58
Figure 63 Réalisation Filetage de la Vis. ....	58
Figure 64 Perçage 1 de la vis. ....	59
Figure 65 Perçage 2 de la vis. ....	59
Figure 66 Découpage de la brute pour support. ....	60
Figure 67 Surfaçage du support. ....	61
Figure 68 Rainurage du support.....	61
Figure 69 Avant et après soudage du support avec la mâchoire mobile. ....	62
Figure 70 Assemblage de la Réalisation.....	62
Figure 71 Graphe des revenus du marché des outils en Algérie.....	69
Figure 72 Graphe d'expectation du marché des outils électrique en Europe.....	70
Figure 73 Installation Infrarouge sur le moteur électrique.....	73
Figure 74 Capteur de Force.....	74

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 Equipements machines outils.....	14
Tableau 2 Gamme d'usinage de la vis de serrage .....	28
Tableau 3 Gamme d'usinage du support de Machoire mobile.....	29
Tableau 4 Caractéristique du moteur utilisé.....	32
Tableau 5 Les étaux de serrage disponibles sur le marché Algérien. ....	64
Tableau 6 Etau de serrage choisi. ....	64
Tableau 7 Coût du projet.....	65
Tableau 8 Estimation. ....	67
Tableau 9 Couverture du rapport sur le marché des étaux de serrage. ....	70

# **CHAPITRE 1 : Étude bibliographique**

### 1. Introduction Général.

La mécanique industrielle est un domaine essentiel dans de nombreux secteurs, allant de la fabrication des machines et d'équipements à la maintenance des installations industrielles.

L'importance de l'usinage dans le secteur industriel ne peut être surestimée. Il permet la production de composants critiques utilisés dans diverses applications, allant de l'aéronautique à l'automobile, en passant par l'énergie et la médecine. Les avancées technologiques dans le domaine de l'usinage, telles que l'introduction des machines à commande numérique par ordinateur (CNC), ont révolutionné les méthodes de production, offrant une précision et une répétabilité inégalées. Lorsqu'une pièce est usinée, la matière est enlevée grâce à deux mouvements relatifs : la vitesse de coupe et la vitesse d'avance. Ces mouvements permettent de générer la surface souhaitée de deux manières : soit par travail de forme, où la géométrie de l'outil détermine la surface obtenue, soit par travail d'enveloppe, où les mouvements combinés de coupe et d'avance définissent la surface finale. [1]

Aujourd'hui, les machines-outils à commande numérique (MOCN), pilotées par des systèmes informatiques, automatisent partiellement ou totalement le processus d'usinage, offrant ainsi une efficacité accrue et une précision optimale dans la production des pièces.

Les outils utilisés dans l'usinage des pièces jouent un rôle crucial dans la conception, la fabrication, l'assemblage, la réparation et la maintenance des composants mécaniques. Ces outils sont conçus pour offrir précision, efficacité et sécurité dans les opérations quotidiennes des professionnels de la mécanique industrielle.

### 2. Problématique et solution.

#### 2.1. Problématique.

L'usinage des pièces nécessitent une grande précision en termes de dimensions, de tolérances et de finitions de surface. Les ingénieurs doivent s'assurer que les pièces fabriquées répondent à ces spécifications pour fonctionner correctement et s'intégrer de manière transparente aux autres composants.

Avant le début du processus de fabrication, les ingénieurs doivent effectuer des contrôles sur la machine, la matière brute, les outils...etc, et c'est tout pour éviter les risques et les problèmes qui pourraient survenir pendant le fonctionnement de la machine.

Un de ces outils c'est l'étau de serrage qui un outil indispensable dans l'usinage et la fabrication pour assurer la stabilité, la sécurité, la précision et la facilité d'utilisation lors du travail sur différentes pièces et matériaux.

Les problèmes courants liés à l'utilisation manuelle d'un étau de serrage peuvent inclure :

- **Serrage excessif** : L'un des problèmes les plus fréquents est le serrage excessif de la pièce dans l'étau. Cela peut entraîner une déformation de la pièce, des dommages à la surface ou même la rupture de la pièce.

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- **Défaut de fixation** : Si l'étau n'est pas correctement fixé à la surface de travail, il peut se desserrer pendant les opérations, ce qui peut entraîner le déplacement ou la chute de la pièce.
- **Mauvais positionnement** : Un mauvais positionnement de la pièce dans l'étau peut entraîner des problèmes de précision et de qualité dans les opérations d'usinage.
- **Sécurité de l'opérateur** : L'utilisation incorrecte de l'étau peut également poser des risques pour la sécurité de l'opérateur. Cela peut inclure des blessures aux mains lors du serrage de la pièce, des éclats ou des projections de matériau pendant l'usinage, ou des accidents causés par un étau mal fixé ou mal utilisé.

### 2.2. Solution.

Nous proposons donc comme solution à ces problèmes la motorisation électrique de l'étau de serrage qui a beaucoup des avantages.

Les avantages d'un étau électrique par rapport à un étau manuel sont les suivants :

- **Facilité d'utilisation** : Un étau électrique offre une utilisation plus facile et plus pratique par rapport à un étau manuel, car il peut être actionné à l'aide d'un bouton ou d'une commande, ce qui réduit les efforts physiques de l'opérateur.
- **Précision de serrage** : L'étau électrique offre un serrage précis et uniforme, ce qui garantit une fixation optimale de la pièce sans risque de serrage excessif ou insuffisant, améliorant ainsi la qualité des opérations d'usinage.
- **Sécurité accrue** : En évitant le serrage manuel, l'étau électrique réduit les risques de blessures liées au serrage excessif ou aux mouvements brusques de l'étau.
- **Compatibilité avec les machines CNC** : L'étau électrique peut être facilement intégré à des machines à commande numérique (CNC), ce qui permet un contrôle précis et automatisé du serrage en coordination avec les opérations d'usinage programmées.

### 3. Présentation de l'entreprise.

#### 3.1. Stage et étude du projet.

##### EURL SFT Services forage et tournage

Créée en Mai 2016, après dissolution par anticipation de l'entreprise SRAL HPVTG, l'entreprise, EURL Services Forage et Tournage (SFT), est spécialisée dans la Maintenance d'organes hydrauliques, l'Usinage de diverses Pièces spécifiques, l'Ajustage, travaux de Tournage et d'Alésage (en atelier et sur sites) ainsi que les travaux de chaudronnerie.

En outre l'entreprise EURL SFT intervient aussi dans le domaine de la réalisation de travaux de forage de pieux pour ouvrages d'art et bâtiments, de diamètres allant de 450 à 1200 mm.



(A)



(B)

Figure 1 EURL SFT

### 3.2. Réalisation du projet.

#### Ateliers Mécanique de L'Institut National de Génie Mécanique (INGM)

Les ateliers de mécanique de l'Institut National de Génie Mécanique (INGM) de Boumerdes ont été créés dans le cadre du développement de l'institut, qui a été fondé en 1973. L'INGM a été établi pour répondre aux besoins de formation et de recherche dans le domaine du génie mécanique en Algérie. Depuis sa création, l'institut a constamment évolué pour inclure des ateliers de mécanique bien équipés, destinés à fournir une formation pratique de qualité aux étudiants et à soutenir les activités de recherche et de développement.

Les ateliers de mécanique, depuis leur mise en place, ont joué un rôle crucial dans la formation des étudiants en ingénierie mécanique, en leur offrant des installations modernes pour l'apprentissage pratique et l'expérimentation. Ces ateliers ont été mis à jour régulièrement avec des équipements et des technologies avancées pour rester au diapason des évolutions dans le domaine du génie mécanique.



(A)



(B)

Figure 2 Ateliers mécanique INGM

### 4. Usinage industriel.

#### 4.1. Généralité sur l'usinage.

##### 4.1.1. Introduction.

L'usinage est un procédé essentiel dans l'industrie, permettant de fabriquer des pièces mécaniques avec une grande précision en enlevant de la matière. Les recherches actuelles se concentrent sur l'usinage à grande vitesse (UGV) et les machines à axes parallèles pour une mobilité accrue de la tête d'usinage.



Figure 3 Opération d'usinage.

L'usinage industriel offre plusieurs avantages, notamment :

- **Précision** : Les machines-outils modernes offrent une grande précision dans les opérations d'usinage, permettant la fabrication des pièces avec des tolérances serrées et une grande précision dimensionnelle.
- **Polyvalence** : L'usinage industriel peut être utilisé pour fabriquer une large gamme des pièces, des petites pièces de précision aux grandes pièces structurelles, dans différents matériaux tels que les métaux, les plastiques, les composites, etc.
- **Qualité** : Les processus d'usinage permettent d'obtenir des surfaces de haute qualité avec une finition précise, répondant aux exigences esthétiques et fonctionnelles des pièces.
- **Productivité** : Les machines-outils modernes et les techniques d'usinage avancées permettent d'améliorer la productivité en réduisant les temps de cycle, en augmentant les vitesses de coupe et en optimisant les processus.

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- **Flexibilité** : L'usinage industriel offre une grande flexibilité dans la fabrication de pièces personnalisées et sur mesure, répondant aux besoins spécifiques des clients et des applications.

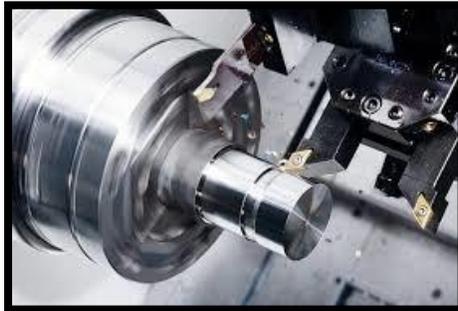
Cependant, l'usinage industriel présente également des défis tels que la complexité des processus, les coûts élevés d'investissement en équipement et en formation, ainsi que les exigences en matière de sécurité et de qualité.

Ces défis sont souvent surmontés grâce à l'innovation technologique, à la formation spécialisée et à l'amélioration continue des processus.

### *4.1.2. Les différentes opérations d'usinage.*

Les différentes opérations d'usinage sont essentielles dans la fabrication de pièces mécaniques et permettent d'obtenir des formes, des dimensions et des finitions spécifiques. Voici quelques opérations d'usinage [2] :

- **Tournage** : L'opération de tournage consiste à faire tourner une pièce autour de son axe tandis qu'un outil coupant (généralement un outil de coupe en métal dur) est déplacé le long de la surface de la pièce pour enlever des copeaux et créer des formes cylindriques, coniques, filetées, etc.



*Figure 4 Tournage.*

- **Fraisage** : Le fraisage implique l'utilisation d'une fraise rotative pour enlever des copeaux de matière d'une pièce fixe ou en mouvement relatif. Cette opération permet de créer des surfaces planes, des rainures, des formes complexes, des filetages, etc.



*Figure 5 Fraisage.*

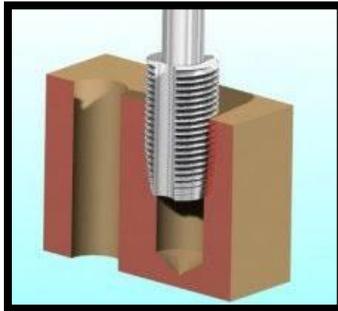
## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- **Perçage** : Le perçage consiste à créer des trous dans une pièce en utilisant un foret rotatif. Il existe différentes variantes du perçage telles que le perçage simple, le perçage en profondeur, le perçage taraudé, le perçage en trou borgne, etc.



*Figure 6 Perçage.*

- **Taraudage** : Le taraudage est utilisé pour créer des filetages internes dans un trou préalablement percé. Un outil appelé taraud est utilisé pour couper les filets dans le matériau de la pièce.



*Figure 7 Taraudage.*

- **Alésage** : L'alésage est similaire au perçage, mais il vise à agrandir un trou existant pour obtenir des dimensions précises et une finition lisse. Il est souvent utilisé pour créer des ajustements précis ou des surfaces cylindriques internes.



*Figure 8 Alésage.*

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- **Rectification** : La rectification est une opération de finition qui utilise une meule abrasive pour enlever de petites quantités de matière et obtenir des surfaces planes, cylindriques ou profilées avec une très grande précision et une finition de surface élevée.



Figure 9 La rectification.

### **4.1.3. Le Développement d'usinage.**

Le développement de l'usinage au fil du temps a été marqué par des avancées significatives dans les machines-outils, les outils de coupe, les techniques d'usinage et les matériaux usinés. Les machines-outils motorisées et les machines à commande numérique (CNC) ont révolutionné l'usinage en offrant une plus grande précision, une productivité accrue et la capacité de réaliser des opérations complexes. Les matériaux utilisés pour les outils de coupe ont évolué vers des alliages plus durs et résistants, améliorant ainsi la durée de vie des outils et la capacité à usiner des matériaux plus difficiles. De nouvelles techniques d'usinage, telles que l'usinage à grande vitesse (UGV) et l'usinage assisté par ordinateur (FAO), ont permis d'augmenter l'efficacité et la précision des opérations d'usinage. En outre, une plus grande variété de matériaux peut être usinée aujourd'hui, élargissant les possibilités de conception et d'application des pièces usinées. Ces avancées ont contribué à améliorer la qualité, la productivité et la diversité des pièces fabriquées par enlèvement de matière au fil du temps.

## **4.2. Les outils d'usinage.**

### **4.2.1. Introduction.**

Les outils d'usinage sont essentiels à la fabrication industrielle, permettant la transformation des matières premières en pièces finies aux dimensions précises et aux finitions de haute qualité. Au fil du temps, les outils ont nécessité une mise à jour fréquente des mesures de sécurité, de fiabilité, d'optimisation et technologiques. Comme de nouvelles pièces sophistiquées devaient être fabriquées, les ingénieurs devaient être au courant des outils nécessaires pour le travail.



Figure 10 Outils.

### 4.2.2. Les différents outils d'usinage.

Les outils d'usinage sont variés et chacun d'eux est conçu pour des applications spécifiques. Ils permettent la transformation de matières premières en pièces finies grâce à des procédés de coupe, de meulage, de perçage et de finition. Voici un aperçu des principaux types d'outils d'usinage et de leurs applications [3] :

- Outils de Coupe :

- Outils en Carbure

Les outils en carbure, fabriqués en carbure de tungstène, sont essentiels pour les opérations de coupe à haute vitesse et haute précision. Leur résistance exceptionnelle à l'usure et aux températures élevées en fait un choix privilégié pour l'usinage de métaux durs et d'alliages complexes. Les applications typiques incluent le fraisage, le tournage et le perçage, où la précision et la durabilité sont essentielles.

- Outils en Céramique

Les outils en céramique, composés de matériaux tels que l'oxyde d'aluminium ou le nitrure de silicium, sont utilisés pour les usinages à haute vitesse de métaux durs et d'alliages résistants à haute température. Leur principale caractéristique est une résistance exceptionnelle à l'usure, bien qu'ils soient plus fragiles que les outils en carbure. Ils sont idéaux pour les applications nécessitant des vitesses de coupe élevées.

- Outils en Diamant

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

Les outils en diamant, composés de particules de diamant naturel ou synthétique, possèdent une dureté et une résistance à l'abrasion exceptionnelles. Ils sont principalement employés pour l'usinage de matériaux extrêmement durs et abrasifs, comme les composites, le graphite et certaines céramiques. Ces outils sont essentiels pour atteindre des finitions ultra-précises et des tolérances très serrées.

- Outils en Acier Rapide (HSS)

Les outils en acier rapide, ou HSS, sont fabriqués à partir d'un alliage d'acier résistant à l'usure et aux températures élevées. Bien que moins performants que les outils en carbure ou en céramique en termes de vitesse de coupe, ils restent couramment utilisés pour des opérations de coupe moins intensives et pour des matériaux plus tendres.

- Machines-Outils :

- Tours CNC

Les tours CNC (Commande Numérique par Calculateur) sont des machines automatisées qui permettent des opérations de tournage précises. En faisant tourner la pièce tandis que l'outil de coupe reste fixe ou se déplace le long de différents axes, ces machines sont idéales pour fabriquer des pièces cylindriques, comme les arbres, les axes et les vis. La commande numérique permet une répétabilité et une précision élevées, essentielles pour les pièces critiques.

- Centres de Fraisage CNC

Les centres de fraisage CNC sont des machines polyvalentes capables de déplacer l'outil de coupe ou la pièce le long de plusieurs axes (généralement trois à cinq). Ils permettent de créer des surfaces planes, des rainures, des contours complexes et des cavités avec une grande précision. Ces machines sont essentielles pour les pièces complexes nécessitant des géométries variées et des tolérances serrées.

- Rectifieuses

Les rectifieuses utilisent une meule abrasive pour enlever de petites quantités de matière, améliorant ainsi la finition de surface et la précision dimensionnelle. Elles sont essentielles pour les opérations de finition, telles que le meulage des pièces cylindriques, planes et profilées. Les rectifieuses assurent des tolérances très serrées et des surfaces de haute qualité, souvent nécessaires dans les industries de haute précision.

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- Perceuses CNC

Les perceuses CNC sont des machines automatisées utilisées pour percer des trous précis et répétables dans divers matériaux. Elles sont indispensables pour la production de composants nécessitant des trous précis, comme les plaques de circuits imprimés et les pièces mécaniques. La commande numérique permet une grande répétabilité et une précision accrue par rapport aux perceuses manuelles.

- Machines de Découpe au Jet d'Eau

Les machines de découpe au jet d'eau utilisent un jet d'eau à haute pression, souvent mélangé avec des abrasifs, pour découper une variété de matériaux. Elles sont capables de découper des métaux, des céramiques, des composites et d'autres matériaux avec une grande précision et sans générer de chaleur. Cette méthode est particulièrement utile pour les matériaux sensibles à la chaleur.

- Outils de Perçage et de Filetage :

- Forets

Les forets sont des outils utilisés pour créer des trous cylindriques dans divers matériaux. Ils sont disponibles dans une variété de formes et de tailles, adaptés à différentes applications de perçage. Les forets peuvent être utilisés dans des opérations de perçage manuelles ou automatisées, offrant une flexibilité d'application.

- Tarauds et Filières

Les tarauds et les filières sont des outils utilisés pour créer des filetages internes (tarauds) ou externes (filières) sur des pièces. Ils sont essentiels pour la fabrication de pièces filetées, comme les vis, les boulons et les écrous. Les tarauds et les filières permettent de garantir des filetages précis et uniformes, indispensables pour les assemblages mécaniques fiables.

- Outils de Finition :

- Alésoirs

Les alésoirs sont des outils de coupe utilisés pour agrandir légèrement et améliorer la précision des trous percés. Ils sont utilisés pour obtenir des dimensions précises et des finitions de surface de haute qualité sur des trous déjà percés, assurant des tolérances serrées et des surfaces lisses.

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

- Limeuses

Les limeuses sont des machines ou des outils manuels utilisés pour enlever de petites quantités de matière et affiner les contours et les surfaces. Elles sont utilisées pour la finition des bords et des surfaces après les opérations d'usinage principales, améliorant l'apparence et la qualité des pièces.

- Polissoirs et Meuleuses

Les polissoirs et les meuleuses sont des machines équipées de disques abrasifs ou de brosses pour polir et lisser les surfaces. Elles sont utilisées pour améliorer l'apparence et la texture des surfaces, ainsi que pour des opérations de nettoyage. Ces outils sont essentiels pour obtenir des finitions de haute qualité et préparer les pièces pour des applications spécifiques.

- Logiciels de CAO/CAM :

- CAO (Conception Assistée par Ordinateur)

Les logiciels de CAO permettent de créer des modèles 3D détaillés des pièces à fabriquer. Ils sont utilisés pour la conception et l'ingénierie des produits, facilitant la visualisation et l'optimisation des pièces avant fabrication. La CAO est essentielle pour la planification et la conception précises des produits, assurant que les spécifications sont respectées.

- CAM (Fabrication Assistée par Ordinateur)

Les logiciels de CAM convertissent les modèles CAO en instructions de commande numérique pour les machines CNC. Ils sont essentiels pour la programmation des machines CNC, optimisant les trajectoires des outils et les paramètres de coupe. Le CAM permet une production plus efficace et précise, réduisant les erreurs et les temps de cycle.

### ***4.2.3. Équipements pour Machines-Outils.***

Les machines-outils sont des équipements essentiels dans l'industrie manufacturière pour la fabrication de pièces précises et complexes. Afin de maximiser leur efficacité et leur fonctionnalité, divers équipements et accessoires sont utilisés. Ces équipements améliorent la performance des machines-outils, augmentent la précision des opérations, et permettent de réaliser une gamme plus large d'applications d'usinage.

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique



Figure 11 Equipements machine-outils.

Voici quelques exemples d'équipements pour machines-outils et leurs rôles [4] :

Tableau 1 Equipements machines outils.

Nom D'Equipement	Rôle	Figure
Étaux	Maintient fermement les pièces en place pendant les opérations d'usinage.	
Mandrins	Serrage, centrage, rotation.	
Porte-fraises	Fixer les fraises dans les machines-outils, assurant une coupe précise et stable lors des opérations d'usinage.	
Porte-pinces	Maintient les outils de coupe avec précision pour assurer un usinage stable et précis.	
Adaptateurs porte-outils	facilitent la fixation et l'utilisation d'une variété d'outils de coupe, assurant une flexibilité et une polyvalence dans les opérations d'usinage.	
Têtes à renvoi d'angle	Permettre d'orienter l'outil de coupe pour accéder à des zones difficiles à atteindre	
Pincés de serrage	Assurer une fixation sécurisée et une transmission efficace de la force de coupe.	

## CHAPITRE 1 : Étude bibliographique

Mandrins de tournage	fixer solidement les pièces à usiner sur le tour, permettant des opérations précises et sûres.	
Contre-pointes	Soutiennent les extrémités des pièces pendant le tournage, assurant une rotation stable et une précision dimensionnelle.	
Lunettes auto-centrantes	maintiennent les pièces cylindriques avec précision pendant le tournage, assurant un centrage parfait et une réduction des vibrations.	
Têtes	permettent des opérations précises, en facilitant le perçage, l'élargissement des trous et le fraisage de surfaces planes.	
Broches	Les broches transmettent la puissance de rotation aux outils de coupe dans les machines-outils, permettant des opérations d'usinage efficaces et précises.	
Changeurs d'outils	Les changeurs d'outils automatisent le processus de remplacement des outils dans les machines-outils, améliorant ainsi l'efficacité et la productivité de la production.	
Brides de serrage	Les brides de serrage maintiennent fermement les pièces à usiner sur la table de la machine-outil, assurant ainsi la précision et la sécurité des opérations d'usinage.	
Cylindres de serrage point-zéro	Les cylindres de serrage point-zéro fixent rapidement et avec précision les pièces sur la table de la machine-outil, réduisant ainsi le temps de configuration et améliorant l'efficacité de l'usinage.	
Commandes CNC	Les commandes CNC contrôlent avec précision le mouvement des axes et des outils dans les machines-outils, permettant des opérations d'usinage automatisées et hautement précises.	

**CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le**  
**moteur électrique**

## 1. Étau de Serrage.

### 1.1. Introduction.

Un étau, outil essentiel dans tout atelier de mécanique, est un équipement robuste conçu pour maintenir fermement les pièces pendant leur traitement. L'étau se compose essentiellement de deux mâchoires, une fixée et une mobile, actionnées par une vis de réglage et offrant une prise ferme et sécurisée. Ces mâchoires peuvent présenter des surfaces nervurées ou lisses, offrant une adhérence optimale sur une variété de matériaux. De plus, certains étaux disposent d'une base pivotante qui vous permet d'ajuster l'angle de la pièce pendant que vous travaillez, offrant ainsi plus de polyvalence.

Indispensable dans les domaines de la menuiserie, de la métallurgie et de la mécanique, l'étau assure un maintien constant des pièces favorisant ainsi des opérations de travail précises et sûres. Qu'il s'agisse de perçage, de meulage, de sciage ou de fraisage, l'étau assure la sécurité de l'opérateur en maintenant fermement la pièce en place, provoquant ainsi des accidents potentiellement dangereux. Avec sa conception robuste et sa capacité de serrage réglable, l'étau est un compagnon fiable pour tout artisan ou mécanicien souhaitant réaliser un travail de qualité avec précision et efficacité.

### 1.2. Les différents types des étaux.

Il existe plusieurs types d'étaux, chacun adapté à des besoins spécifiques en fonction du type de travail à effectuer. Voici quelques-uns des principaux types d'étaux [5] :

- Étau d'établi : C'est le type d'étau le plus courant, fixé sur un établi. Il est utilisé pour maintenir fermement les pièces pendant divers travaux de menuiserie, de métallurgie ou de mécanique.



Figure 12 Étau d'établi.

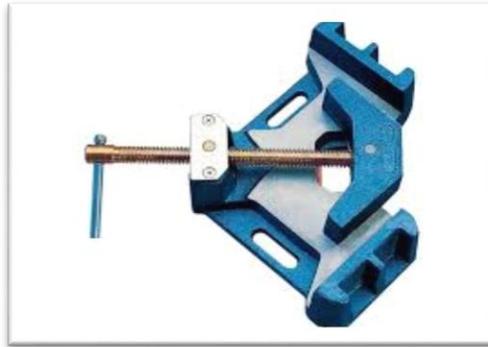
## CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le moteur électrique

- Étau parallèle : Connu pour sa grande précision, cet étau possède des mâchoires parallèles qui se déplacent de manière uniforme lors du serrage, garantissant ainsi un maintien uniforme de la pièce.



*Figure 13 Étau parallèle.*

- Étau d'angle : Conçu avec une ouverture à angle droit, cet étau est idéal pour maintenir des pièces à angles précis pendant leur traitement.



*Figure 14 Étau d'angle.*

- Étau de perceuse : Spécialement conçu pour être monté sur une perceuse à colonne, cet étau permet de maintenir fermement les pièces pendant le perçage.



*Figure 15 Étau de perceuse.*

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le moteur électrique

- Étau de mécanicien : Conçu pour être utilisé dans des applications mécaniques, cet étau est souvent doté d'une base pivotante pour faciliter le positionnement de la pièce.



*Figure 16 Étau de mécanicien.*

- Étau de précision : Utilisé dans des travaux nécessitant une grande précision, cet étau est doté de mâchoires usinées avec une grande précision pour un maintien sûr et précis des pièces.



*Figure 17 Étau de précision.*

- Étau à chaîne : utilisé pour maintenir fermement des objets cylindriques ou irréguliers, tels que des tuyaux ou des barres, pendant des opérations de découpe, de soudage ou d'assemblage.



*Figure 18 Étau à chaîne.*

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le moteur électrique

- Étau de plombier : utilisé pour immobiliser et fixer solidement des tuyaux et des tubes afin de permettre leur découpe, filetage ou soudage avec précision.



Figure 19 Étau de plombier.

### 1.3. Les avantages et les inconvénients de l'étau de serrage.

#### 1.3.1. Les avantages.

L'étau de serrage offre de nombreux avantages qui en font un outil indispensable dans divers contextes de travail. Tout d'abord, il garantit une fixation stable et sécurisée des pièces, permettant ainsi des opérations d'usinage, de perçage, et de sciage avec une grande précision. Cette stabilité réduit les risques de mouvement accidentel de la pièce, minimisant les erreurs et améliorant la qualité des finitions. De plus, sa conception simple et robuste assure une durabilité et une fiabilité à long terme, même sous des conditions de travail intensives. Les étaux de serrage sont également polyvalents, disponibles en différentes tailles et modèles pour s'adapter à une large gamme de matériaux et de tâches, des travaux de bricolage aux applications industrielles.

#### 1.3.2. Les inconvénients.

Malgré ses nombreux avantages, l'étau de serrage présente aussi plusieurs inconvénients. Premièrement, il peut marquer ou endommager les surfaces délicates des pièces en contact avec les mâchoires, même avec des garnitures protectrices. Deuxièmement, les étaux fixes manquent de flexibilité, limitant leur utilisation à des zones spécifiques de l'atelier et nécessitant souvent une reconfiguration de l'espace de travail. De plus, leur capacité de serrage est généralement limitée par la taille des mâchoires et la longueur de la vis, ce qui peut poser des problèmes lors du maintien de grandes pièces. Enfin, le mécanisme de serrage manuel peut être fatigant et inefficace pour des travaux répétitifs ou pour des pièces nécessitant des forces de serrage élevées, comparativement aux systèmes de serrage automatisés plus modernes.

### 1.4. Conclusion.

En conclusion, l'étau de serrage se révèle être un outil indispensable dans divers contextes de travail, allant du bricolage domestique aux applications industrielles complexes. Malgré quelques inconvénients, tels que le risque de marquer les surfaces délicates et la limitation de la taille des pièces pouvant être serrées, ses avantages en termes de robustesse, de polyvalence et de facilité d'utilisation en font un choix incontournable pour les professionnels et les amateurs. L'étau de serrage continue d'évoluer avec des innovations technologiques, offrant des solutions toujours plus adaptées aux besoins spécifiques des utilisateurs.

## 2. Moteur électrique.

### 2.1. Introduction.

Les moteurs électriques sont essentiels dans une grande variété d'applications industrielles et domestiques en raison de leur capacité à convertir efficacement et de manière fiable l'énergie électrique en énergie mécanique. Qu'ils soient utilisés dans des appareils ménagers compacts ou des machines industrielles de grande taille, ils sont fondamentaux pour le fonctionnement de nombreux systèmes modernes. Ces moteurs se déclinent en plusieurs types, tels que les moteurs à courant continu (CC) et les moteurs à courant alternatif (CA), chacun étant adapté à des usages spécifiques selon leurs caractéristiques techniques. Appréciés pour leur contrôle précis de la vitesse et du couple, leur faible besoin en entretien, et leur efficacité énergétique, les moteurs électriques sont des composants clés dans la conception de solutions technologiques avancées et durables [7].



Figure 20 Composantes d'un moteur électrique.

### 2.2. Les différents types des moteurs électriques.

Les moteurs électriques se déclinent en plusieurs types, chacun ayant des caractéristiques spécifiques adaptées à diverses applications.

Voici les principaux types de moteurs électriques :

- Moteurs à Courant Continu (CC) :

Un moteur à courant continu (CC) est un dispositif électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique en utilisant un flux de courant continu, offrant une régulation simple de la vitesse et un couple élevé, ce qui le rend idéal pour de nombreuses applications, notamment les entraînements de précision et les équipements automobiles.



Figure 21 Moteur CC.

## CHAPITRE 2 : Étude de l'état de serrage et le moteur électrique

- Moteurs à Courant Alternatif (CA) :

Un moteur à courant alternatif (CA) est un dispositif électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique en utilisant un courant alternatif, offrant une grande efficacité énergétique et une capacité à fonctionner à des vitesses variables, ce qui le rend essentiel pour de nombreuses applications industrielles et domestiques.



*Figure 22 Moteur CA.*

- Moteurs Universels :

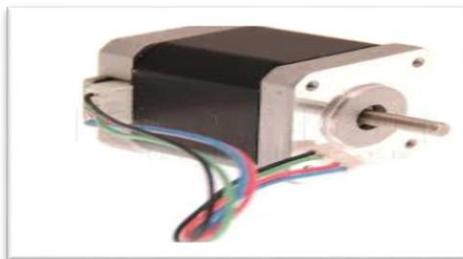
Peut fonctionner aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif. Utilisé principalement dans les appareils électroménagers comme les perceuses et les aspirateurs.



*Figure 23 Moteur Universel.*

- Moteurs Pas à Pas :

Convertit les impulsions électriques en mouvements mécaniques précis. Utilisé dans les applications nécessitant un positionnement précis comme les imprimantes 3D et les machines-outils CNC.

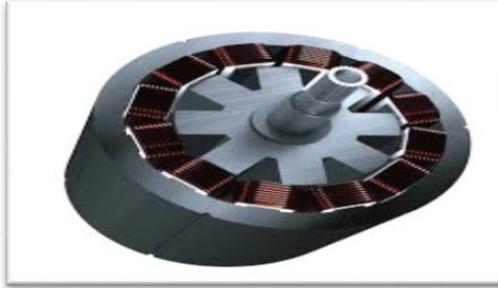


*Figure 24 Moteur Pas à pas.*

## CHAPITRE 2 : Étude de l'état de serrage et le moteur électrique

- Moteurs à Reluctance :

Utilise la différence de réluctance magnétique pour produire le mouvement. Comprend les moteurs à reluctance variable et les moteurs à reluctance synchrones.



*Figure 25 Moteur à Reluctance.*

- Moteurs à Courant de Foucault :

Utilisé principalement dans les freins électriques et les dynamos, utilisant les courants de Foucault pour générer un freinage ou une résistance.



*Figure 26 Moteur à Courant de Foucault.*

- Moteurs Linéaires :

Produisent un mouvement linéaire plutôt que rotatif. Utilisés dans les systèmes de transport comme les trains à sustentation magnétique.



*Figure 27 Moteur Linéaire.*

### **2.3. Les avantages et les inconvénients d'un moteur électrique.**

#### ***2.3.1. Les avantages.***

Les moteurs électriques offrent de nombreux avantages, notamment une efficacité énergétique élevée, avec des rendements souvent compris entre 85 % et 95 %, ce qui signifie qu'ils convertissent efficacement l'énergie électrique en énergie mécanique utile. Ils nécessitent également peu d'entretien grâce à un nombre réduit de pièces mobiles et l'absence de besoins en huile ou liquide de refroidissement. De plus, les moteurs électriques fournissent un couple instantané, permettant une réponse rapide et précise, ce qui est crucial pour des applications telles que les essuie-glaces. Ils fonctionnent de manière silencieuse et avec moins de vibrations, améliorant ainsi le confort des passagers. En termes d'environnement, les moteurs électriques n'émettent aucune émission directe de gaz à effet de serre, et lorsqu'ils sont alimentés par des sources d'énergie renouvelables, ils représentent une solution beaucoup plus écologique.

#### ***2.3.2. Les inconvénients.***

Bien que les moteurs électriques offrent de nombreux avantages, ils présentent également plusieurs inconvénients. Le principal inconvénient est leur dépendance aux batteries ou aux sources d'alimentation externes, ce qui peut restreindre leur autonomie et exiger des infrastructures de recharge avancées. Les batteries peuvent être lourdes et coûteuses, et leur fabrication et leur recyclage posent des défis environnementaux. De plus, certains composants des moteurs électriques, comme les aimants en terres rares, peuvent nécessiter des matériaux rares ou onéreux. Bien que ces moteurs soient efficaces, leur efficacité peut diminuer à des vitesses élevées ou sous des charges lourdes. Enfin, leur adoption à grande échelle implique des transformations importantes dans les chaînes d'approvisionnement et les infrastructures de production, ce qui représente un investissement initial conséquent.

### **2.4. Conclusion.**

En conclusion, les moteurs électriques jouent un rôle fondamental dans une multitude d'applications modernes, tant industrielles que domestiques. Leur capacité à convertir efficacement l'énergie électrique en énergie mécanique en fait des composants essentiels pour une large gamme de machines et d'appareils, de l'électroménager aux équipements industriels lourds. Les différents types de moteurs, tels que les moteurs à courant continu (CC) et les moteurs à courant alternatif (CA), offrent des solutions adaptées à des besoins spécifiques en termes de performance, de contrôle de la vitesse et de couple. Leur efficacité énergétique, leur faible besoin d'entretien et leur fiabilité renforcent leur importance dans le développement de technologies durables et avancées. Ainsi, les moteurs électriques continuent d'évoluer, intégrant des innovations qui répondent aux défis technologiques et environnementaux contemporains. [7]

### 3. Étude Initiale du projet.

#### 3.1. Introduction.

L'objectif de la motorisation électrique d'un étau de serrage est de renforcer l'efficacité, la précision et la polyvalence de l'outil. En remplaçant le fonctionnement manuel par un moteur électrique, l'étau peut être contrôlé de manière plus précise, ce qui permet un serrage uniforme et fiable. De plus, la motorisation facilite l'automatisation des processus de serrage, ce qui peut réduire les temps de production et améliorer la productivité globale. En outre, cela offre la possibilité d'intégrer des fonctionnalités avancées telles que le contrôle à distance, la programmation de séquences de serrage et la surveillance des paramètres de serrage. En résumé, l'objectif de la motorisation électrique d'un étau de serrage est d'apporter des améliorations significatives en termes d'efficacité, de précision et de fonctionnalités opérationnelles.

Pour que cette expérience fonctionne nous devons faire des études sur le côté mécanique et le côté électrique.

#### 3.2. Côté mécanique.

Le choix d'un étau de serrage de taille moyenne repose sur plusieurs raisons fondamentales. Tout d'abord, la taille moyenne offre un équilibre entre la capacité de serrage et la maniabilité. Ces étaux sont suffisamment robustes pour supporter des charges modérées tout en restant assez compacts pour être utilisés dans des espaces de travail variés. De plus, ils offrent une polyvalence accrue, permettant de serrer une large gamme de pièces sans sacrifier la précision. Enfin, leur poids et leur encombrement modérés les rendent plus faciles à manipuler et à installer, ce qui en fait un choix pratique pour de nombreux utilisateurs.

Le mécanisme de serrage typique comprend une vis de serrage, une mâchoire mobile et une mâchoire fixe. La vis de serrage est généralement actionnée manuellement ou par le moteur dans notre cas. Lorsque la vis de serrage est tournée dans le sens des aiguilles d'une montre, la mâchoire mobile se déplace vers la mâchoire fixe, serrant ainsi la pièce entre les deux mâchoires. Ce mécanisme permet un serrage sécurisé et ajustable selon les besoins, assurant ainsi la stabilité de la pièce pendant les opérations de travail ou d'usinage.



Figure 28 Mécanisme d'étau.

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le moteur électrique

- Les matière d'étau et de brute :
  - Etau : On choisit la fonte pour mouler un étau de serrage en raison de sa robustesse, de sa résistance à l'usure et de sa capacité à absorber les vibrations.
  - Brute Vis : On a choisi l'acier XC42 comme brute pour usiner la vis de serrage en raison de sa haute résistance mécanique, de sa bonne usinabilité et de sa capacité à subir des traitements thermiques pour améliorer ses propriétés.
  - Brute Support : Tant que on a la mâchoire mobile d'étau à la base de Fonte et on doit souder le support avec la mâchoire ce qui fait un peu difficile de souder l'acier avec la Fonte si on a choisi l'acier.
- Les changements nécessaires:

Pour que notre essai marche on doit faire des modifications sur la mâchoire mobile pour la rendre plus longue pour ajouter des supports de moteur et changer la vis de serrage carrément.

La vis de serrage initiale est une partie fragile qui peut pas supporter une autre partie soudée avec elle. Donc on change carrément la vis de serrage, on fabrique une autre vis de serrage selon nos besoins.

### 3.2.1. *Étau de serrage initial.*



Figure 29 *Étau de serrage.*

- Vis de serrage initiale.

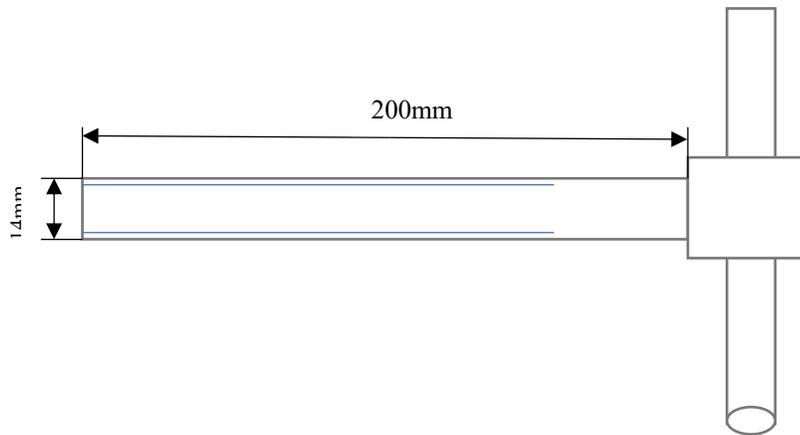


Figure 30 Vis de serrage initiale de notre étou..

- Mâchoire Mobile initiale.

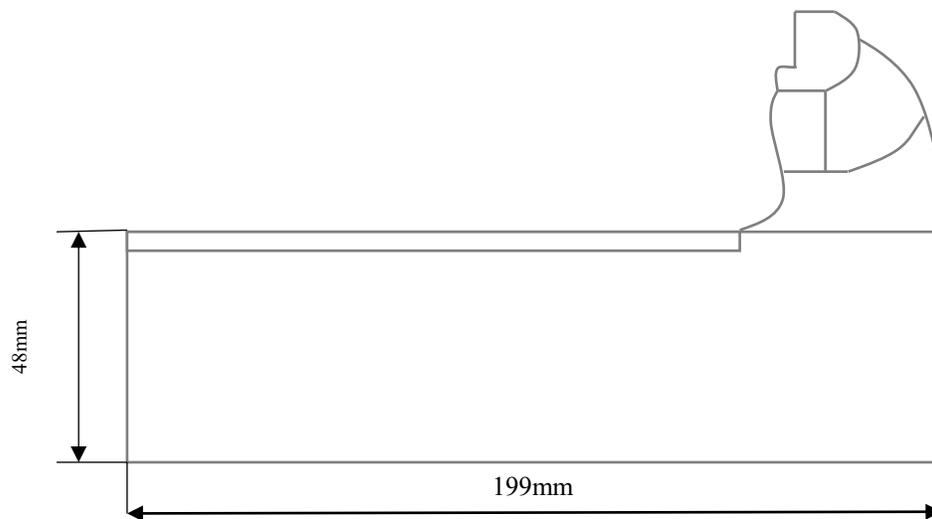


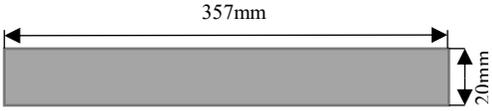
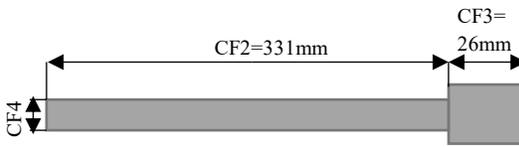
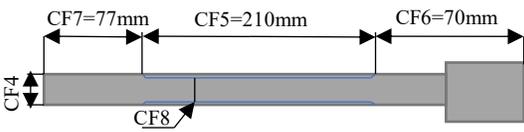
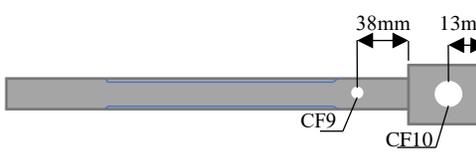
Figure 31 Machoire Mobile initiale.

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étai de serrage et le moteur électrique

### 3.2.2. Gamme d'usinage.

#### 3.2.2.1. Vis de Serrage.

Tableau 2 Gamme d'usinage de la vis de serrage

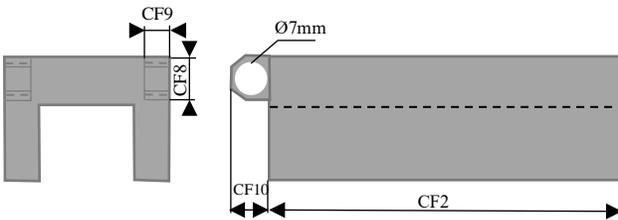
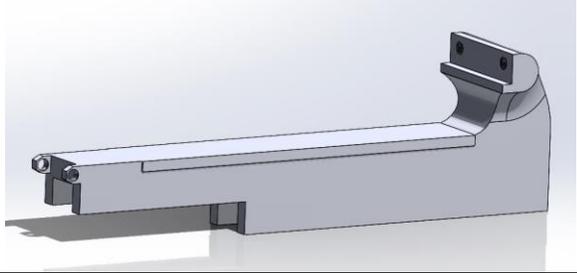
N° de phases.	Désignations des phases.	Machine. Outils.	Appareillage Outils-coupants Verification	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage.
100	Contrôle de Brute	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Surfaçage de tous les surface. <u>Cotes de fabrication :</u> CF1 = 20 ± 0.1 CF2 = 357±0.1	Tour Fraise	-Dressage de deux cotes -Centrage -Pied a coulisses	
300	Tournage de CF1 et CF2  CF2 = 331 ± 0.1 CF3 = 26 ± 0.1 CF4 = 13.5 ± 0.1	Tour -Outil coudé à charioter de plaquette carbone	-Chariotage CF2 -Plan épaulé -Pied a coulisses	
400	Filetage de CF5 CF5 = 210 ± 0.1 CF6 = 70 ± 0.1 CF7 = 77 ± 0.1 CF8 = 10 ± 0.1	Tour -Outil a filetage extérieure trapézoïdale	-Filetage CF5 -Pied a coulisses	
500	Perçage de CF9 et CF10 CF9 = Ø4.5mm CF10 = Ø12mm	Fraise Perceuse	-Perçage CF9 et CF10 -Pied a coulisses	
600	Alésage de CF12 CF11 = 8 ± 0.1 CF12 = 4 ± 0.1	Tour Alésoire	-Alésage CF12 -Pied a coulisses -Jauge de profondeur	
700	Contrôle Finale	Labo		

**3.2.2.2.Support de Mâchoire Mobile.**

Tableau 3 Gamme d'usinage du support de Machoire mobile.

N° de phase	Désignations des phases.	Machine.	Appareillage Outils-coupants Verification	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage.
100	Contrôle de Brute	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Surfaçage de tous les surface. <u>Cotes de fabrication :</u> CF1 = 38±0.1 CF2 = 110±0.1 CF3 = 51±0.1	Tour Fraise	Surfaçage Pied a coulisses	
300	Découpe de CF3 CF1= 38±0.1 CF2= 110±0.1 CF3= 28±0.1	Machine de découpe 'Suage mécanique'	Suage Pied a coulisses	
400	Rainurage CF1= 38±0.1 CF4= 16±0.5 CF5= 8±0.5 CF6= 22±0.5 CF7= 8±0.5	Fraiseuse -Fraise 2 tailles en ARS	Rainure CF4 et CF6 Pied a coulisses Jauge de profondeur	

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étau de serrage et le moteur électrique

500	Soudage Erou  CF8=10±0.1 CF9=5±0.1 CF10=9.66 ±0.1	Poste à souder	Soudage écrou	
600	Soudage avec la Mâchoire mobile	Poste à souder	Soudage	
700	Contrôle Finale	Labo		

### 3.2.3. Dessin du mécanisme.

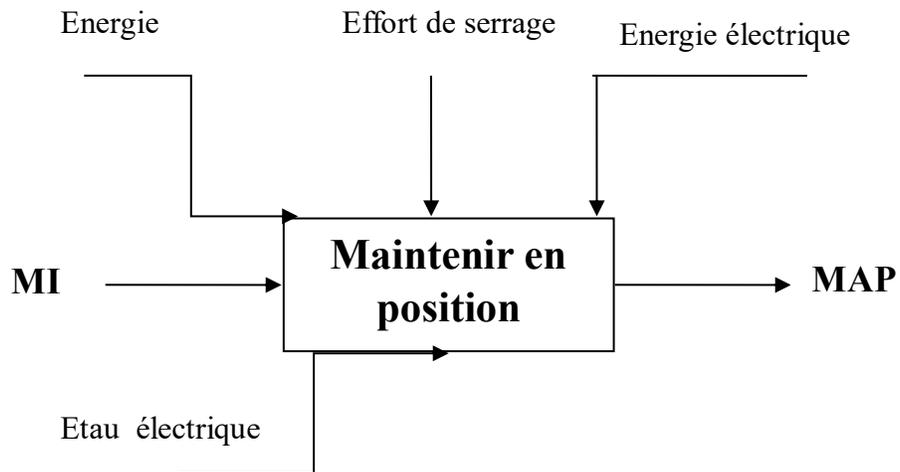


Figure 32 Dessin du mécanisme.

3.2.4. Schéma cinématique.

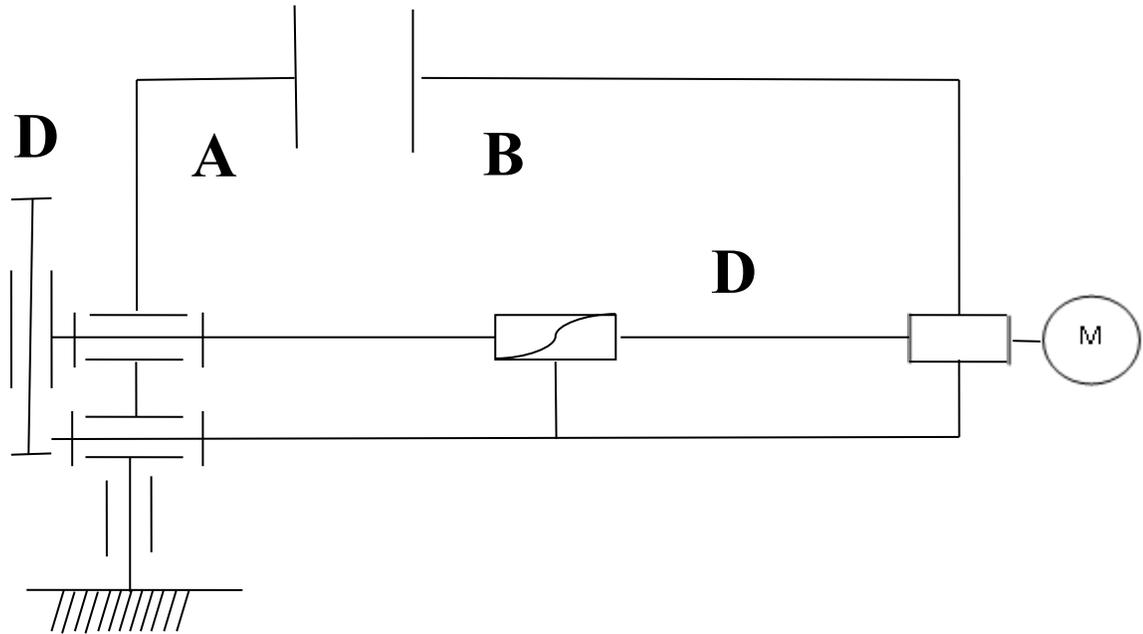


Figure 31 Schéma cinématique.

3.2.5. Graphe des liaisons.

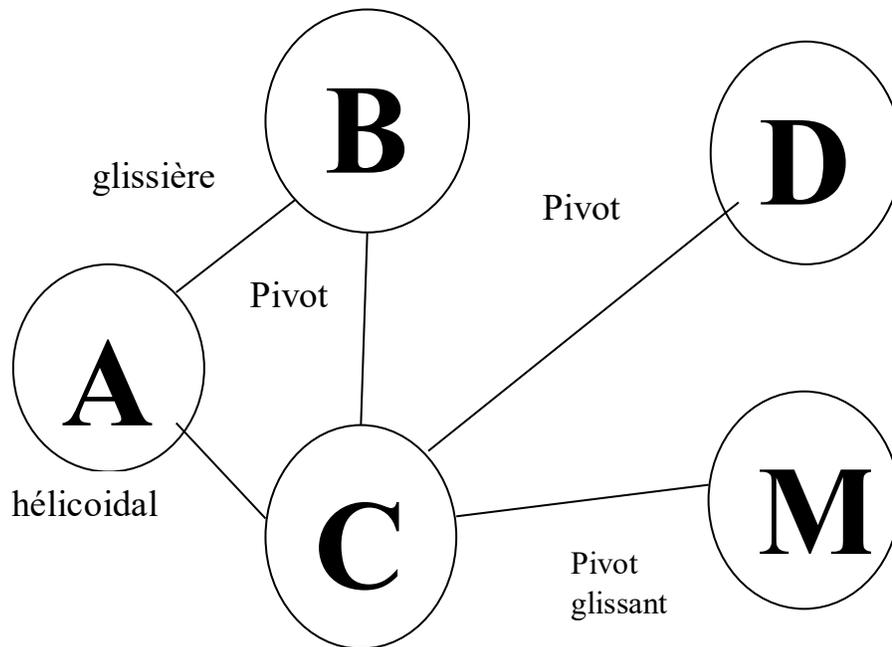


Figure 32 Graphe des liaisons.

### 3.3. Côté électrique.

#### 3.3.1. Moteur Utilisé.

##### 3.3.1.1. Description.

Le motoréducteur d'étai combine un moteur électrique et un réducteur de vitesse. Le moteur fournit la puissance nécessaire pour déplacer la mâchoire, tandis que le réducteur de vitesse ajuste la vitesse et augmente le couple pour permettre un mouvement fluide et contrôlé de la mâchoire.

##### 3.3.1.2. Caractéristique du moteur utilisé.

Tableau 4 Caractéristique du moteur utilisé.

Modèle	Moteur essuie-glaces
Référence OEM	GM 905 056 61
Tension nominale	12 V DC
Courant nominal	4 à 5 A
Puissance	Environ 60 W
Vitesse de rotation	-Vitesse basse : Environ 45 tours par minute  -Vitesse haute : Environ 65 tours par minute
Couple nominal	10 à 12 Nm
Type de moteur	Moteur à courant continu (DC)
Dimensions	-Longueur : Environ 160 mm -Largeur : Environ 110 mm -Hauteur : Environ 90 mm
Poids	Environ 1.5 Kg
Température de fonctionnement	-30°C à +80°C

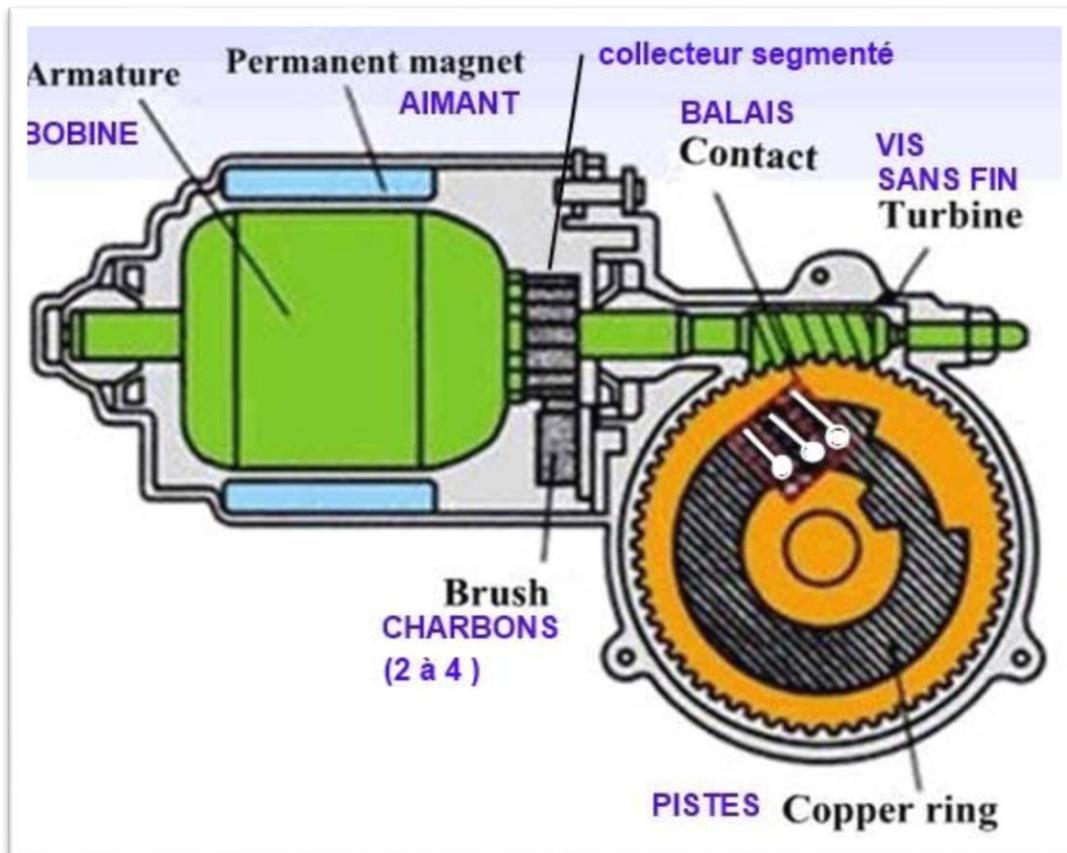
[8]

##### 3.3.1.3. Fonctionnement.

- Activation : L'utilisateur appuie sur un bouton pour monter ou descendre la mâchoire.
- Alimentation: Le moteur électrique reçoit un courant.
- Réduction de vitesse : Le réducteur de vitesse ajuste la rotation rapide du moteur pour fournir un mouvement lent et puissant.
- Mouvement de la mâchoire : L'ensemble de câbles ou le mécanisme de levage déplace la mâchoire vers l'avant ou vers l'arrière.

3.3.1.4.Composants.

- Moteur électrique : Généralement un moteur à courant continu (DC) qui génère la puissance.
- Réducteur de vitesse : Utilise des engrenages pour réduire la vitesse de rotation du moteur et augmenter le couple.
- Ensemble de câbles : Transmet le mouvement à la mâchoire.
- Commutateurs ou contrôles : Permettent à l'utilisateur de monter ou descendre la mâchoire.



[9]

Figure 33 Composants du moteur électrique utilisé.

### 3.3.2. Calcul.

#### - Calcul du moteur

- **Lois de Base des Engrenages.**

- **Module (m) :**

Le module est une mesure de la taille des dents de l'engrenage et est défini comme le rapport entre le diamètre primitif ( $D_p$ ) et le nombre de dents ( $Z$ ).

**Formule :** 
$$m = \frac{D_p}{Z}$$

- **Diamètre Primitif ( $D_p$ ) :**

C'est le diamètre sur lequel les dents d'engrenage se maillent correctement.

**Formule :**  $D_p = m \cdot Z$

- **Diamètre de Base ( $D_b$ ) :**

Utilisé pour définir le profil de la denture en fonction de l'angle de pression ( $\alpha$ ).

**Formule :**  $D_b = D_p \cdot \cos(\alpha)$

- **Diamètre Extérieur ( $D_e$ ) :**

Le diamètre extérieur de l'engrenage est légèrement supérieur au diamètre primitif.

**Formule :**  $D_e = D_p + 2 \cdot m$

- **Diamètre de l'Enveloppe ( $D_w$ ) :**

Le diamètre de l'enveloppe est le diamètre du cercle dans lequel s'inscrit le sommet des dents.

**Formule :**  $D_w = D_p + 2 \cdot h_a$

( $h_a$ ) : Hauteur de l'addendum, généralement égal au module ( $m$ ).

- **Le calcul du Pignon.**

Pour un pignon avec un module ( $m = 1$ ) et 20 dents ( $Z = 20$ ) :

-Diamètre Primitif ( $D_p$ ) :

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étai de serrage et le moteur électrique

$$D_p = m \cdot Z = 1 \cdot 20 = 20 \text{ mm}$$

- Diamètre de Base ( $D_b$ ) (pour un angle de pression de  $20^\circ$ ) :

$$D_b = D_p \cdot \cos(20) = 20 \cdot \cos(20) \approx 18.79 \text{ mm}$$

- Diamètre Extérieur ( $D_e$ ) :

$$D_e = D_p + 2 \cdot m = 20 + 2 \cdot 1 = 24 \text{ mm}$$

### • Calcul d'un Arbre.

L'arbre est soumis à un couple de 100 Nm avec une contrainte de cisaillement admissible de 40 MPa:

- Diamètre de l'Arbre :

$$d^3 = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau} = \frac{16 \times 100}{\pi \times 40} \approx 12.74 \text{ mm}^3$$
$$d = 23 \text{ mm}$$

### • Vitesse.

La vitesse de rotation du moteur et du pignon peut être déterminée en utilisant la relation entre les vitesses angulaires des engrenages et le rapport de transmission.

#### Données

- Moteur d'étai avec une vitesse de 65 rpm
- Engrenage moteur avec 15 dents ( $Z_1 = 15$ )
- Engrenage pignon avec 30 dents ( $Z_2 = 30$ )
- Couple moteur de 10 Nm ( $T_1 = 10 \text{ Nm}$ )

#### - Vitesse Angulaire ( $\omega$ )

La vitesse angulaire ( $\omega$ ) est mesurée en radians par seconde (rad/s) ou en tours par minute (rpm).

- Conversion entre rpm et rad/s :

$$\omega \text{ (rad/s)} = \frac{\text{rpm} \times 2\pi}{60}$$
$$\omega_1 = \frac{65 \times 2\pi}{60} \approx 6.806 \text{ rad/s}$$

- Rapport de Transmission :

$$\frac{\omega^1}{\omega^2} = \frac{Z^2}{Z^1}$$

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étai de serrage et le moteur électrique

$$\omega_2 = \omega_1 \times \frac{Z_1}{Z_2} = 65 \times \frac{15}{30} = 32.5 \text{rpm}$$

- ( $\omega_1$ ) : Vitesse angulaire de l'arbre moteur
- ( $\omega_2$ ) : Vitesse angulaire du pignon
- ( $Z_1$ ) : Nombre de dents de l'engrenage moteur
- ( $Z_2$ ) : Nombre de dents de l'engrenage entraîné (pignon)

### - Couple

Le couple transmis par les engrenages est inversement proportionnel au rapport de transmission.

-Formule de Base du Couple :

$$T_2 = T_1 \times \frac{Z_1}{Z_2}$$
$$T_2 = T_1 \times \frac{Z_1}{Z_2} = 10 \times \frac{15}{30} = 5 \text{Nm}$$

- ( $T_1$ ) : Couple appliqué à l'engrenage moteur
- ( $T_2$ ) : Couple transmis à l'engrenage entraîné (pignon)
- ( $Z_1$ ) : Nombre de dents de l'engrenage moteur
- ( $Z_2$ ) : Nombre de dents de l'engrenage entraîné

### - Vitesse Linéaire de l'Etai

La vitesse linéaire à l'extrémité de l'étai peut être calculée si l'on connaît la longueur du bras de l'étai.

$$V = \omega_2 \times L = 6.806 \text{rad/s} \times 0.36 \text{m} = 2.45 \text{m/s}$$

### • Vibrations.

Les vibrations dans un moteur d'étai peuvent provenir de diverses sources, telles que l'inertie des pièces en mouvement, les déséquilibres dans le rotor, ou les forces d'engagement des engrenages. Voici comment les vibrations peuvent être calculées et analysées :

### - Calcul des Fréquences Propres

Les fréquences propres d'un système mécanique peuvent être déterminées à partir de ses caractéristiques physiques. Pour un système simple de masse-ressort, la fréquence propre ( $f_n$ ) est donnée par :

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

- ( $k$ ) : Rigidité de la suspension (N/m)

## CHAPITRE 2 : Étude de l'état de serrage et le moteur électrique

- (m) : Masse du système (kg)

(k = 1000 N/m)

(m = 1.5 kg)

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1000}{1.5}} \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{667} \approx \frac{1}{2\pi} \times 25.82 \approx 4.109 \text{ Hz}$$

### • Frottements

Les frottements dans un moteur d'état peuvent être divisés en deux catégories principales:

Les frottements coulissants (dynamiques) et les frottements visqueux. Les frottements affectent l'efficacité du moteur et la consommation d'énergie.

#### Frottement Coulissant

Le frottement coulissant est donné par la loi de Coulomb:

$$F_f = \mu \cdot N$$

- ( $F_f$ ) : Force de frottement (N)

- ( $\mu$ ) : Coefficient de frottement

- (N) : Force normale (N)

Le Calcul Supposons

- ( $\mu = 0.1$ ) (pour une paire de matériaux courants)

- (N = 50 N)

$$F_f = \mu \cdot N = 0.1 \times 50 = 5 \text{ N}$$

#### Frottement Visqueux

Le frottement visqueux est proportionnel à la vitesse relative entre les surfaces en contact :

$$F_v = c \cdot v$$

- ( $F_v$ ): Force de frottement visqueux (N)

- (c): Coefficient de frottement visqueux (Ns/m)

- ( $v$ ): Vitesse relative (m/s)

- **Calcul de conception de la vis de l'étai.**

Pour le calcul de conception de la vis de l'étai il faut déterminer l'effort de serrage en dépend de plusieurs facteurs.

Par exemple : La force nécessaire pour maintenir une pièce en place dépend de la mission de l'étai. Dans le cas de l'usinage, la force de serrage doit être supérieure à l'effort de coupe.

Pour déterminer l'effort de serrage on applique, la géométrie de la vis, le matériau utilisé, ainsi que les coefficients de friction.

-Effort de serrage pour une vis trapézoïdale :

$$T = \frac{F_a * D_m}{2} \left( \frac{P + \pi \mu d_m}{\pi d_m - \mu P} \right)$$

T= Couple appliqué.

F<sub>a</sub>= l'effort axiale → effort transmis à la pièce.

D<sub>m</sub>= diamètre moyen de la vis.

P= pas de la vis.

$$d_m = \frac{d_{ext} + d_{int}}{2}$$

μ= Coefficient de frottement → valeur typique acier sur acier ≈ 0.15

La vis est soumise à la contrainte de traction et torsion.

1- Contrainte de traction.

La contrainte axiale dans la vis peut être :

$$\sigma = \frac{F_a}{A} \leq \frac{\sigma_e}{S}$$

σ= contrainte de la traction en N/mm<sup>2</sup>.

F<sub>a</sub>= effort axiale.

A= section du noyau de la vis.

σ<sub>e</sub>=limite élastique.

S= Coefficient de sécurité

## CHAPITRE 2 : Étude de l'étai de serrage et le moteur électrique

### 2- Contrainte de torsion.

$$\tau_{max} = \frac{Mt}{\frac{\pi d^3}{16}} \leq R_{pg}$$

Mt= le couple.

$\frac{\pi d^3}{16}$  = Module de torsion.

R<sub>pg</sub> = R<sub>eg</sub> / s

R<sub>eg</sub> = R<sub>e</sub> x 0.5

S= coefficient de sécurité (2)

Suivant le matériau choisi

Si le R<sub>e</sub> = 400 N/mm<sup>2</sup>.

R<sub>eg</sub> = R<sub>e</sub> x 0.5 = 200 → R<sub>pg</sub> = R<sub>eg</sub>/s

R<sub>pg</sub> = 100 N/mm<sup>2</sup>.

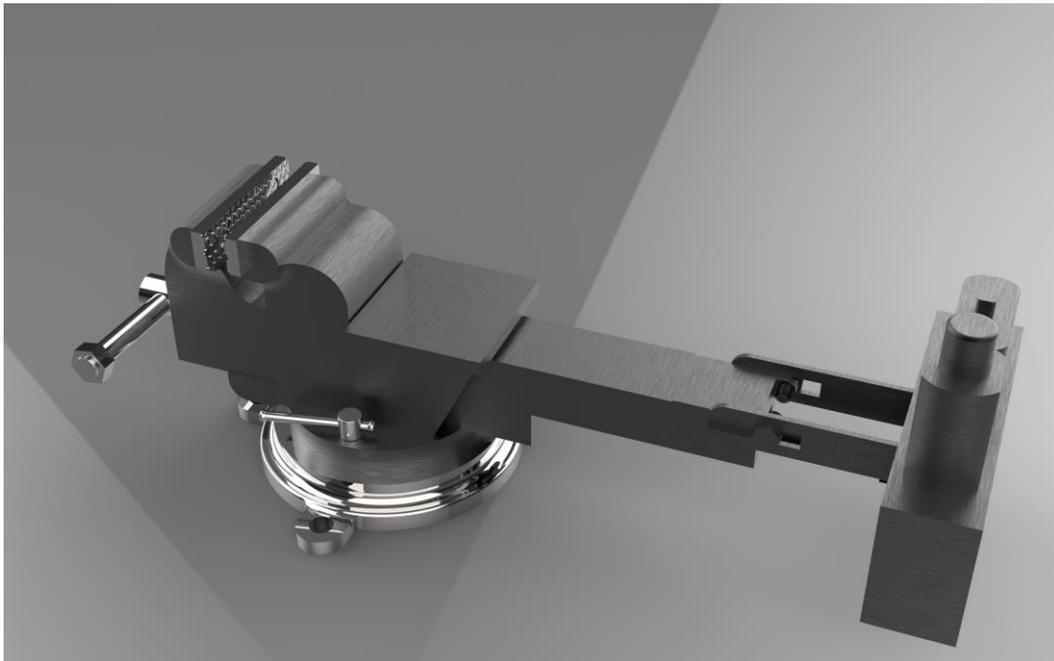
Une vis de Ø 10mm a filet trapézoïdale en acier en carbone peut supporter un effort de serrage de ≈ 5000N.

**CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation**  
**du projet.**

## 1. Introduction

Cette étude se concentre sur la conception et la réalisation d'un étau de serrage électrique, visant à offrir une alternative plus performante aux étaux de serrage manuels. L'intégration de systèmes électriques et de contrôle automatisé permet non seulement d'améliorer l'efficacité et la répétabilité des opérations de serrage, mais aussi de réduire l'effort physique requis par les opérateurs. De plus, l'étau de serrage électrique peut être facilement intégré dans des lignes de production automatisées, facilitant ainsi la mise en œuvre de processus de fabrication avancés.

Ce projet englobe une analyse détaillée des besoins et des spécifications techniques, la conception du mécanisme et des composants électriques, ainsi que la réalisation et les tests de l'étau de serrage électrique. L'objectif principal est de démontrer que l'adoption de cet outil modernisé peut conduire à des gains significatifs en termes de productivité, de précision et de sécurité dans les environnements industriels modernes.



*Figure 34 Conception Etau électrique.*

## 2. La Conception du projet (sur le programme 3D SolidWorks).

### 2.1. Mises en plan des pièces.

- Mâchoire Stationnaire.

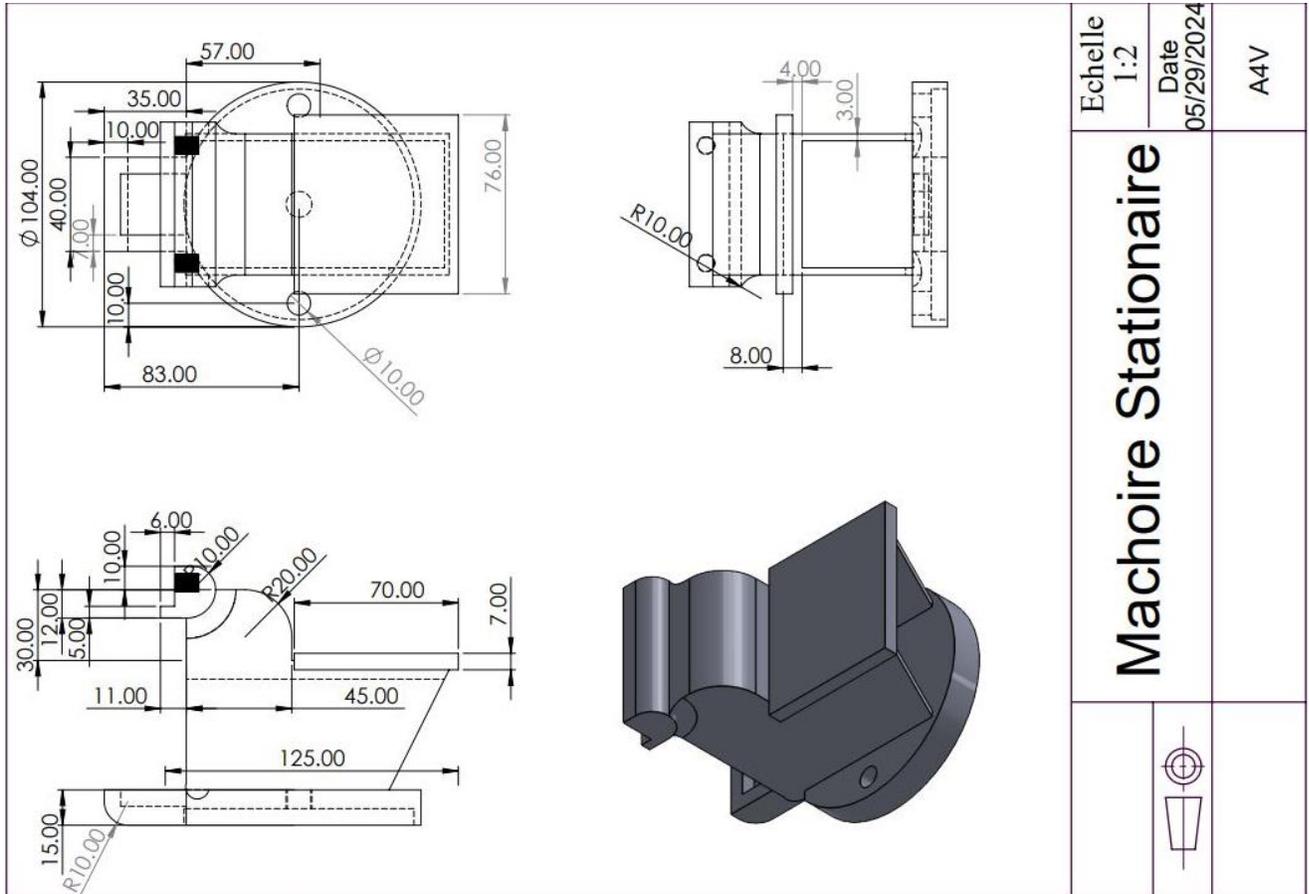


Figure 35 Mâchoire stationnaire.

La mâchoire stationnaire d'un étau de serrage est essentielle pour assurer le maintien et la stabilisation des pièces de travail lors des opérations d'usinage. Le choix du matériau pour la mâchoire stationnaire dépend de l'application spécifique et des exigences de résistance mécanique. La fonte, l'acier trempé et l'aluminium sont parmi les matériaux les plus couramment utilisés, chacun offrant des avantages et des inconvénients en fonction des besoins de l'atelier.

- Mâchoire Mobile.

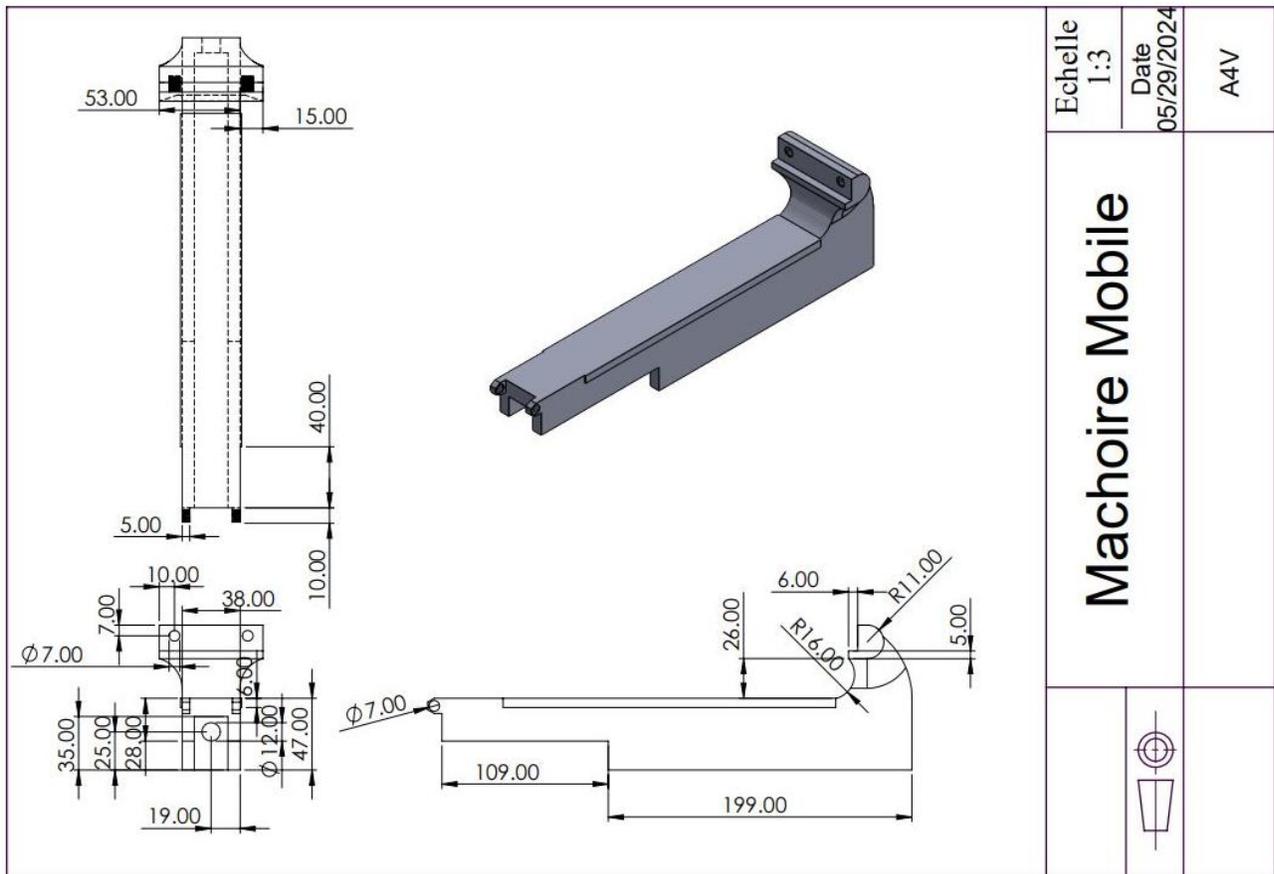


Figure 36 Mâchoire mobile.

La mâchoire mobile d'un étau est un composant crucial qui contribue à son efficacité et à sa polyvalence. Cette mâchoire peut être déplacée le long de l'étau pour s'adapter à différentes tailles et formes d'objets à travailler. Son rôle principal est de fournir un point de serrage ajustable, permettant à l'utilisateur de maintenir fermement les pièces pendant les opérations de travail.

Le plus important aussi c'est le support du moteur électrique qui le permette de déplacer avec la mâchoire mobile pour tourner la vis de serrage.

- Plaque mâchoire.

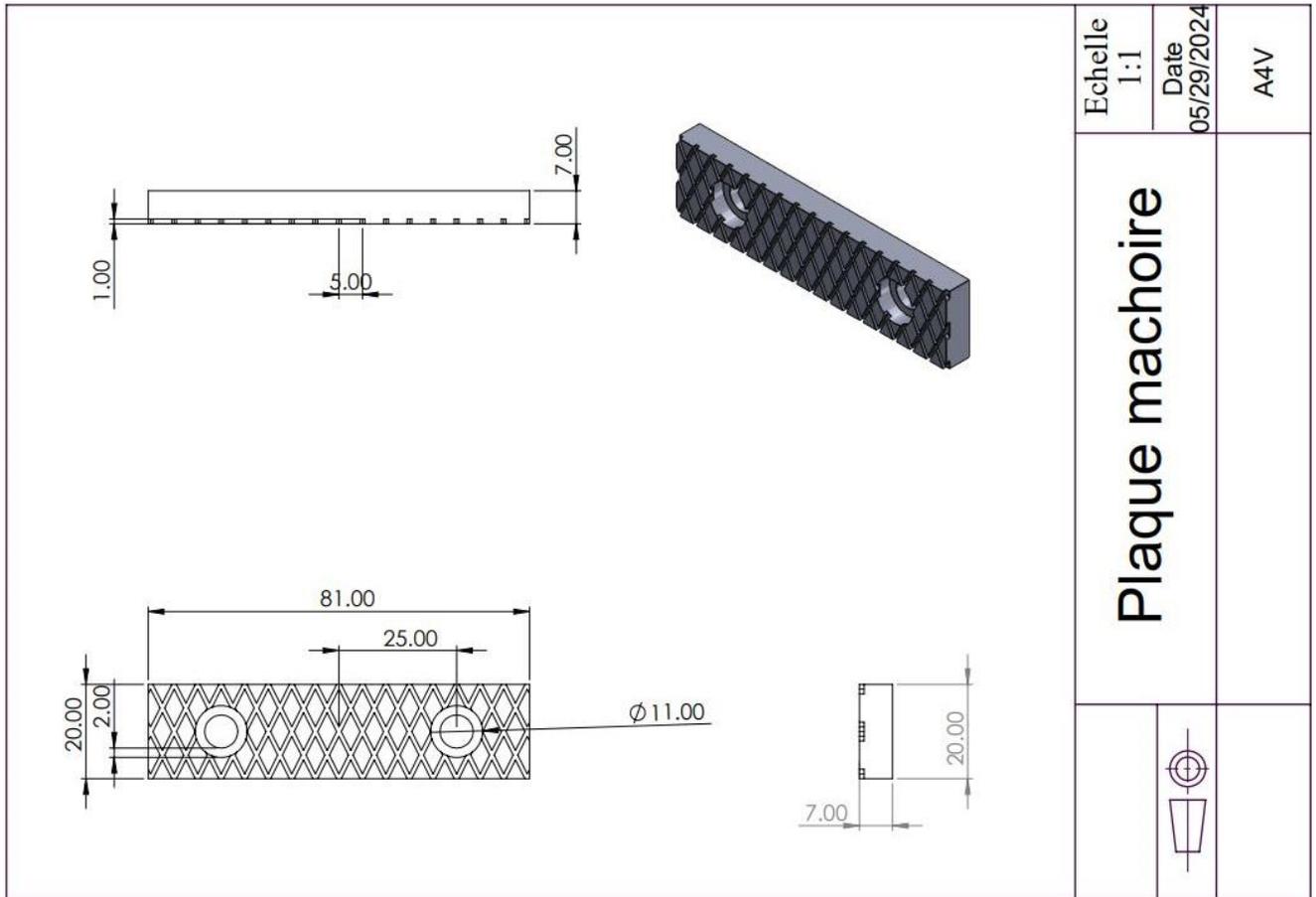


Figure 37 Plaque mâchoire.

La plaque de mâchoire d'un étau joue un rôle très important en améliorant la prise et la protection des objets serrés. Fixée sur les mâchoires de l'étau, elle offre une surface texturée ou rainurée qui augmente la friction et empêche les objets de glisser lors des opérations. En outre, elle protège les surfaces des objets délicats contre les dommages en répartissant uniformément la force de serrage et en minimisant les marques ou les éraflures. Les plaques de mâchoire sont souvent interchangeables, permettant aux utilisateurs de les remplacer ou de les adapter à différents matériaux et formes d'objets. Ainsi, la plaque de mâchoire améliore l'efficacité, la sécurité et la polyvalence de l'étau en offrant une prise sécurisée et adaptée aux besoins spécifiques des travaux.

### CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

- Assemblage de la poignée de verrouillage.

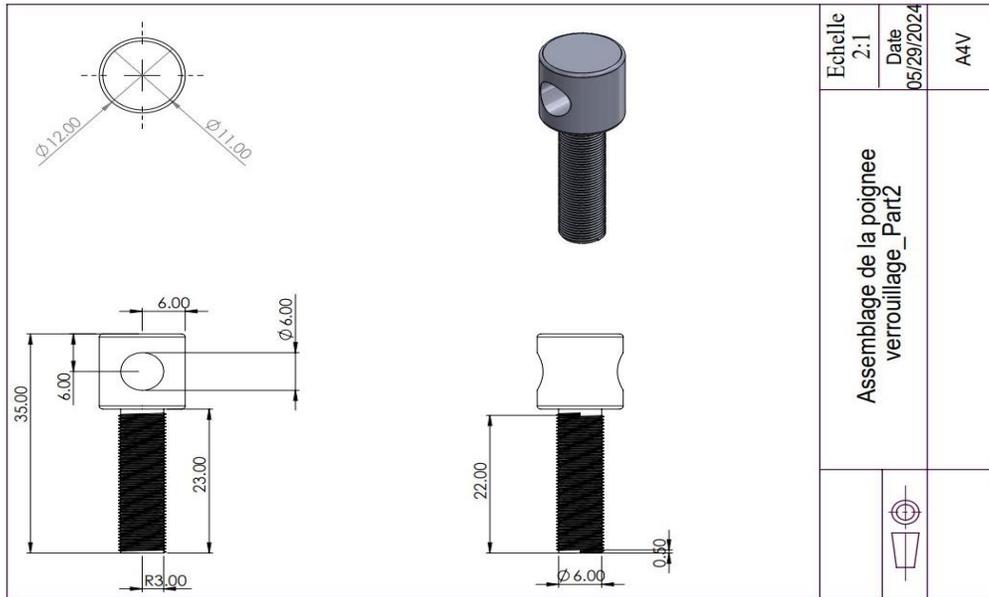


Figure 38 Boulon de verrouillage.

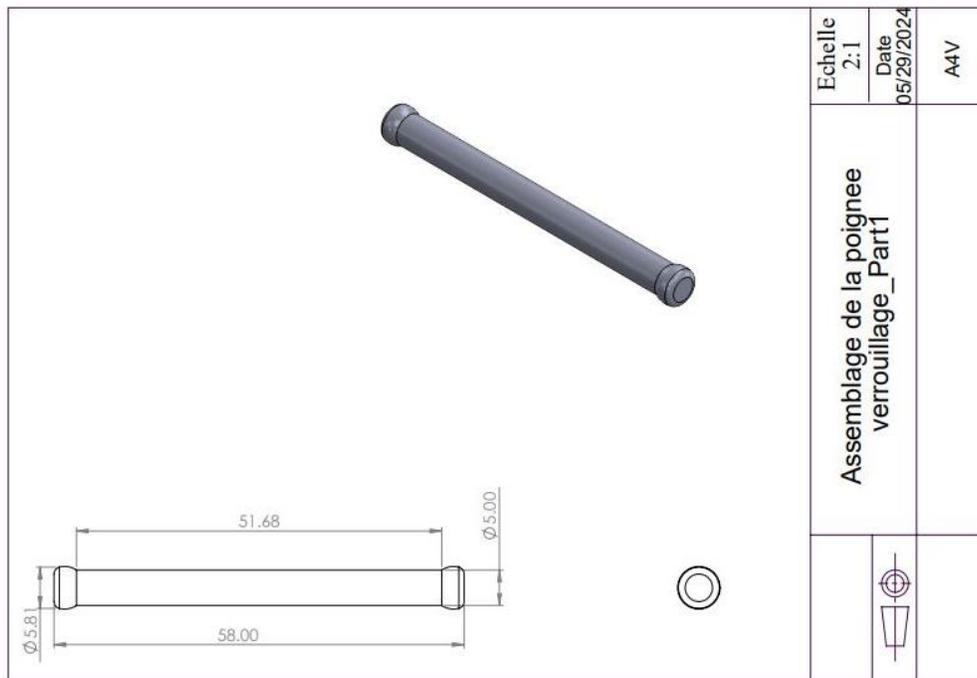


Figure 39 Poignée de verrouillage.

L'assemblage de la poignée de verrouillage joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de nombreux dispositifs de serrage, tels que les étaux. Il permet de serrer ou desserrer les mâchoires en appliquant une force mécanique, assurant ainsi un maintien sécurisé et stable de l'objet. Une fois verrouillée, la poignée empêche tout mouvement involontaire, garantissant précision et sécurité pendant le travail.

- Base d'étau.

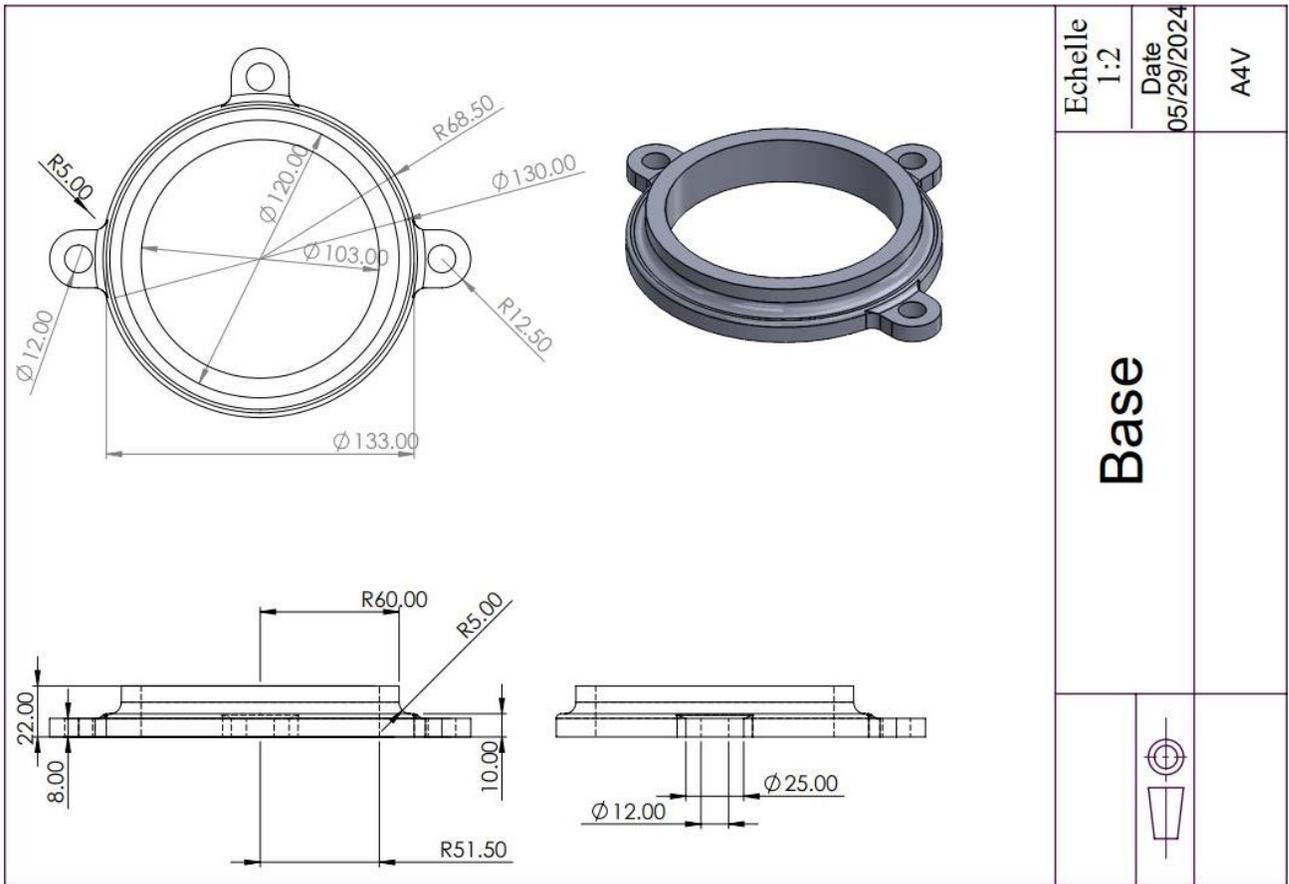


Figure 40 Base.

La base d'un étau joue un rôle fondamental dans le fonctionnement et l'efficacité de cet outil. Elle fournit une plateforme stable et solide qui soutient l'ensemble de l'étau, assurant que celui-ci reste fermement fixé à la surface de travail. Cette stabilité est cruciale pour prévenir tout mouvement ou vibration pendant les opérations, garantissant ainsi la précision et la sécurité.

De plus, la base permet de répartir uniformément les forces appliquées, minimisant les risques de déformation ou de dommages à la surface de travail. En outre, cette base d'étau est conçue pour pivoter, offrant une flexibilité supplémentaire en permettant à l'utilisateur de repositionner l'étau sans avoir à déplacer l'objet en cours de travail.

- Champ plaque.

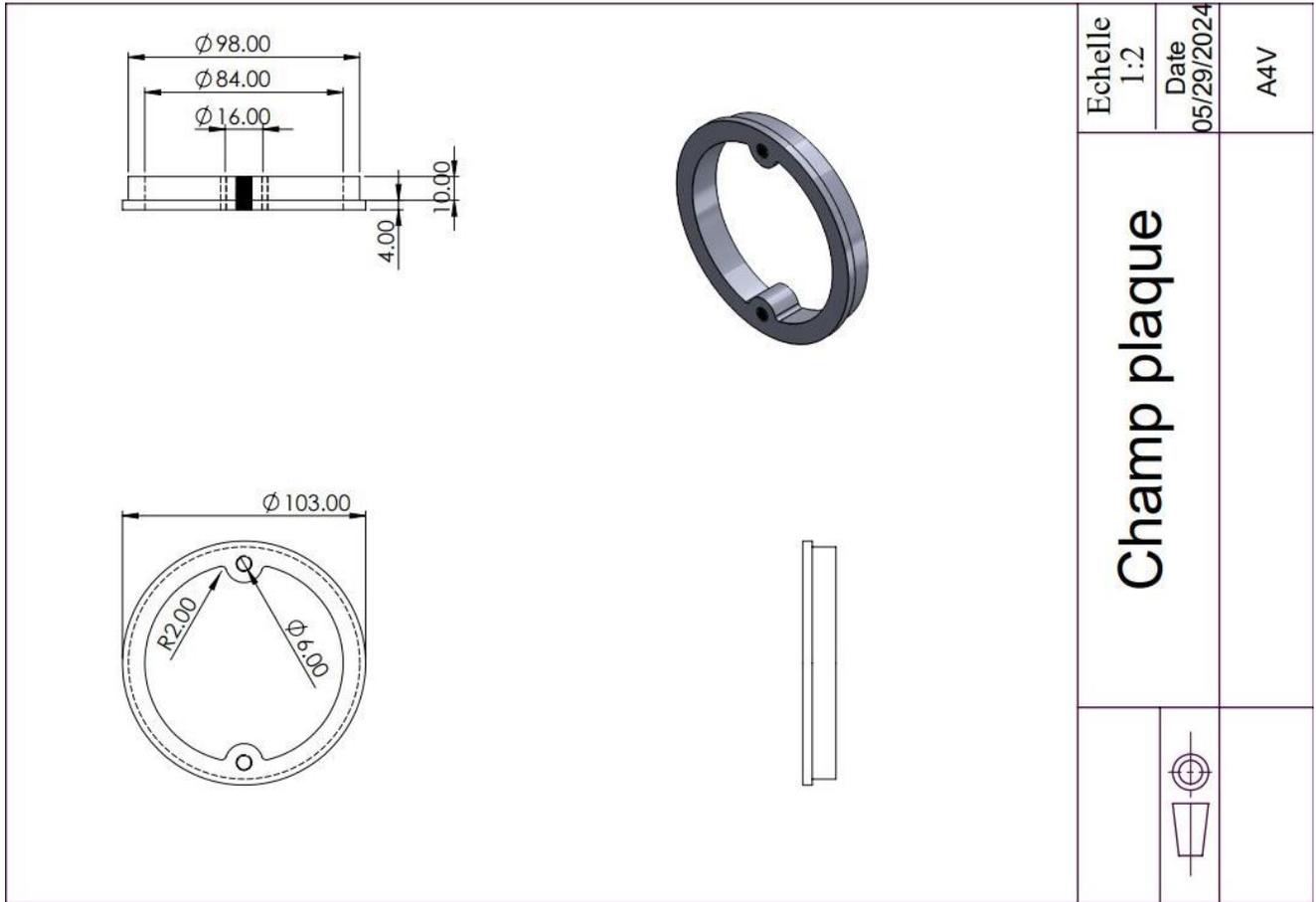


Figure 41 Champ Plaque.

La plaque de champ d'un étau est un élément central qui contribue à sa fonctionnalité et à sa stabilité. Installée à la base de l'étau, cette plaque offre une surface plane et robuste pour fixer l'étau à différentes surfaces de travail, comme des établis ou des tables d'atelier. Son rôle principal est de garantir une fixation solide de l'étau pendant les opérations de serrage, assurant ainsi une prise ferme et sécurisée des pièces à travailler.

### CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

- Boulon et boulon a tête.

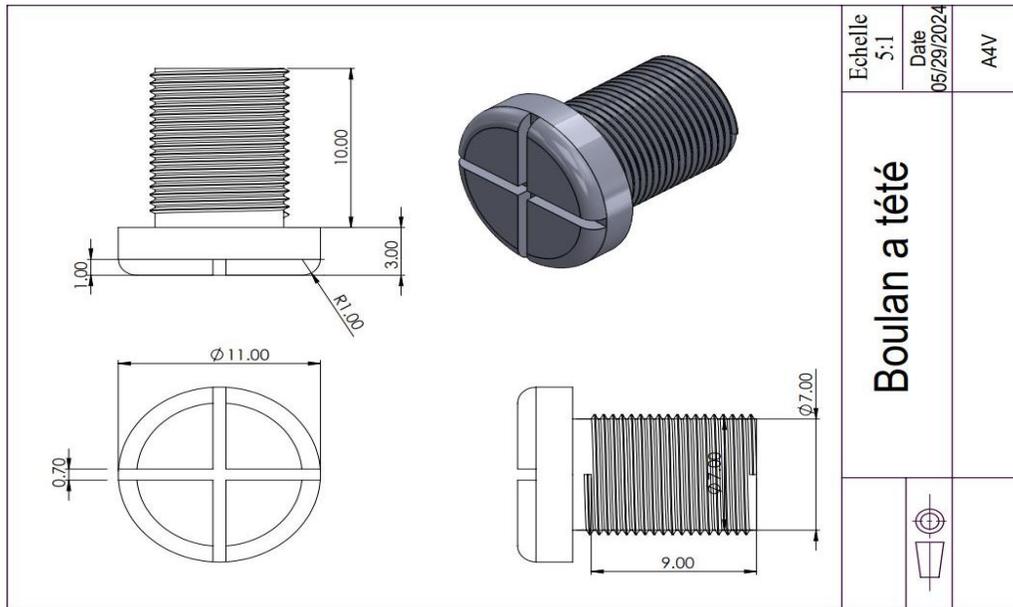


Figure 42 Boulon a tête.

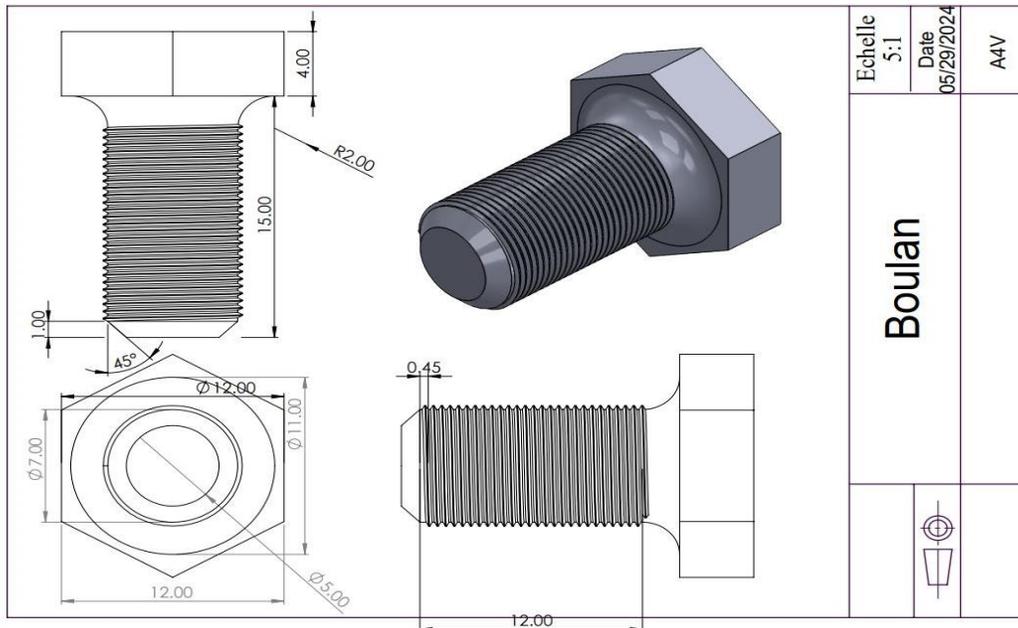


Figure 43 Boulon.

Les boulons et les boulons à tête sont essentiels dans le bon fonctionnement et la fiabilité d'un étai de serrage. Les boulons assurent la fixation, le maintien et l'ajustement des composants, tandis que les boulons à tête permettent un serrage fiable, facile et sécurisé. Ensemble, ils contribuent à la stabilité structurelle, à l'efficacité et à la sécurité de l'étai, permettant des opérations d'usinage précises et fiables.

### CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

- Vis et écrou de serrage.

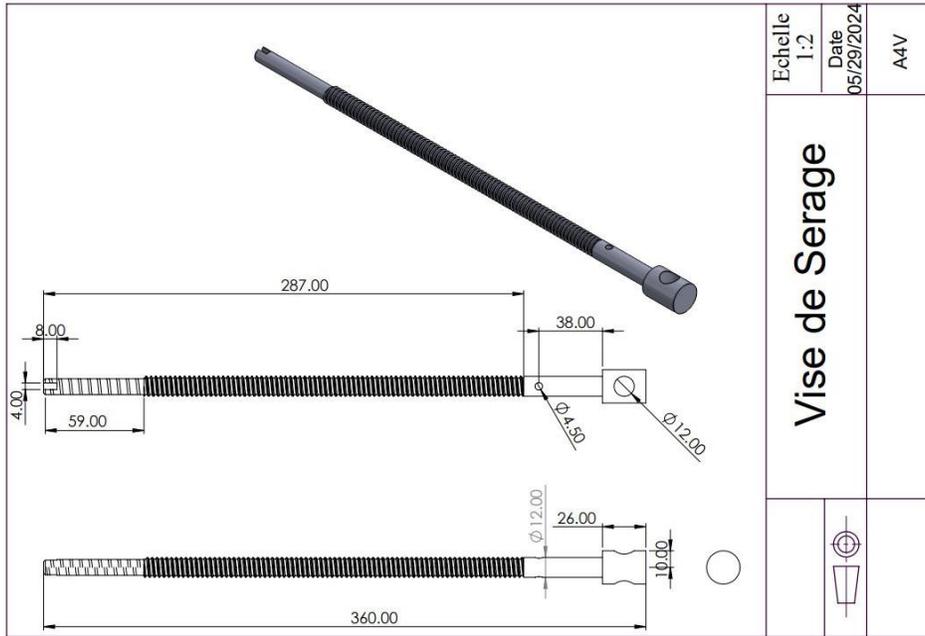


Figure 44 Vis de serrage.

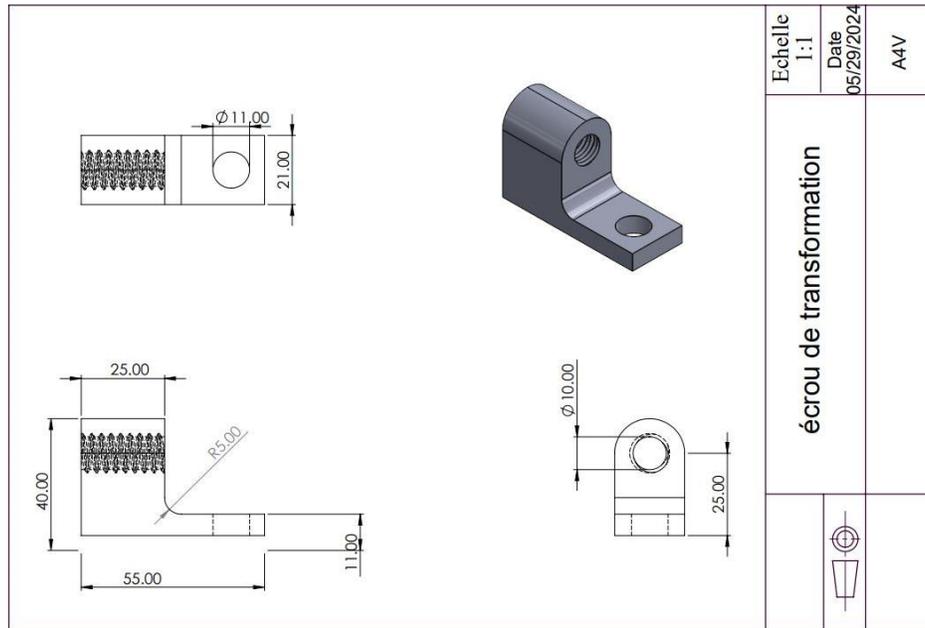


Figure 45 Ecrou de serrage.

La vis et l'écrou de serrage jouent des rôles fondamentaux dans le fonctionnement d'un étau. La vis de serrage applique et ajuste la force de serrage, permettant un maintien précis et sécurisé de la pièce à usiner, tandis que l'écrou de serrage assure la position et le mouvement linéaire de la vis, garantissant stabilité et durabilité. Ensemble, ces composants permettent à l'étau de fonctionner efficacement, offrant un maintien fiable et précis nécessaire pour des opérations d'usinage optimales.

### CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

- Poignée démontable.

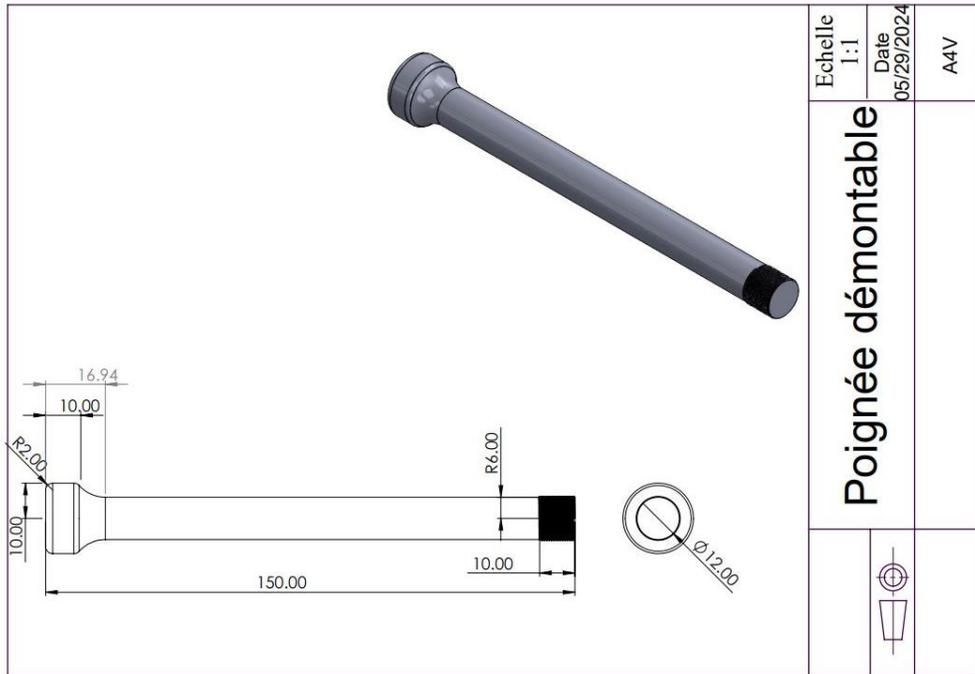


Figure 46 Poignée démontable.

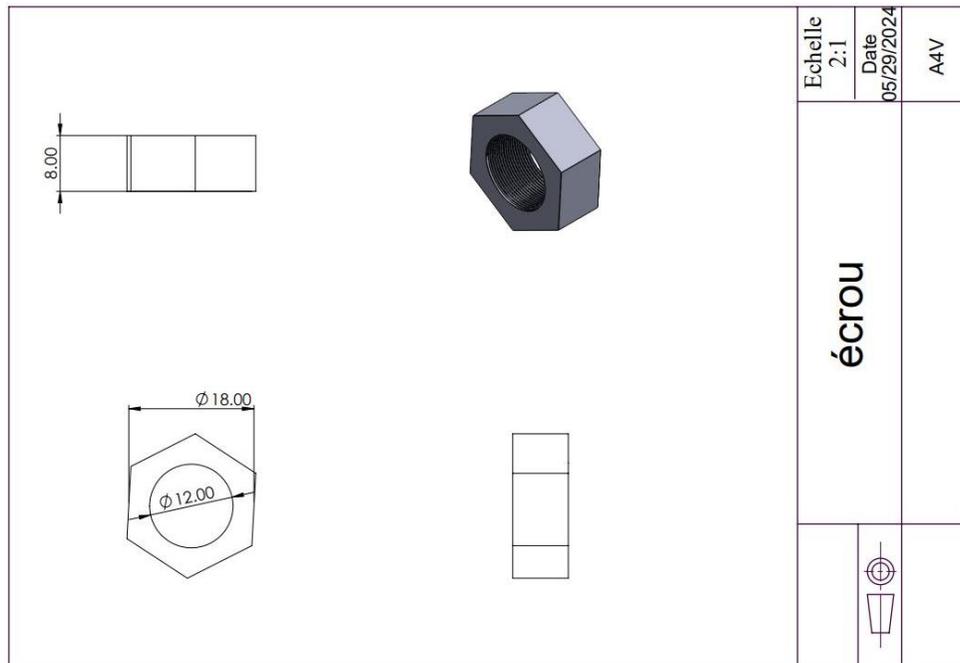


Figure 47 Ecrou du poignée démontable.

La poignée démontable avec son écrou joue le rôle principal de l'usage manuelle de l'étai de serrage. Si on utilise le moteur électrique on peut démonter la poignée pour éviter la rotation de la poignée avec la vis de serrage.

### CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

- Moteur et son engrenage.

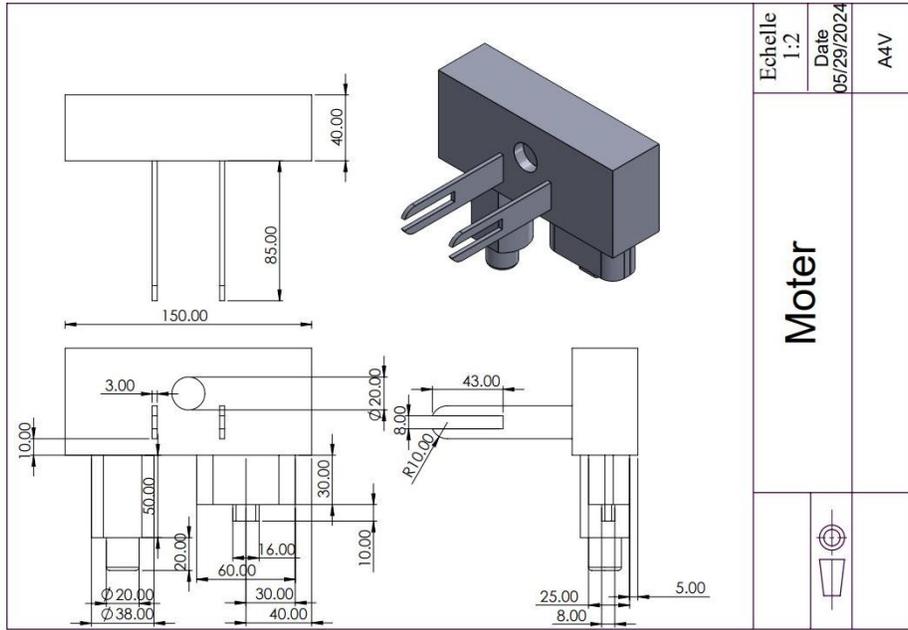


Figure 48 Moteur électrique.

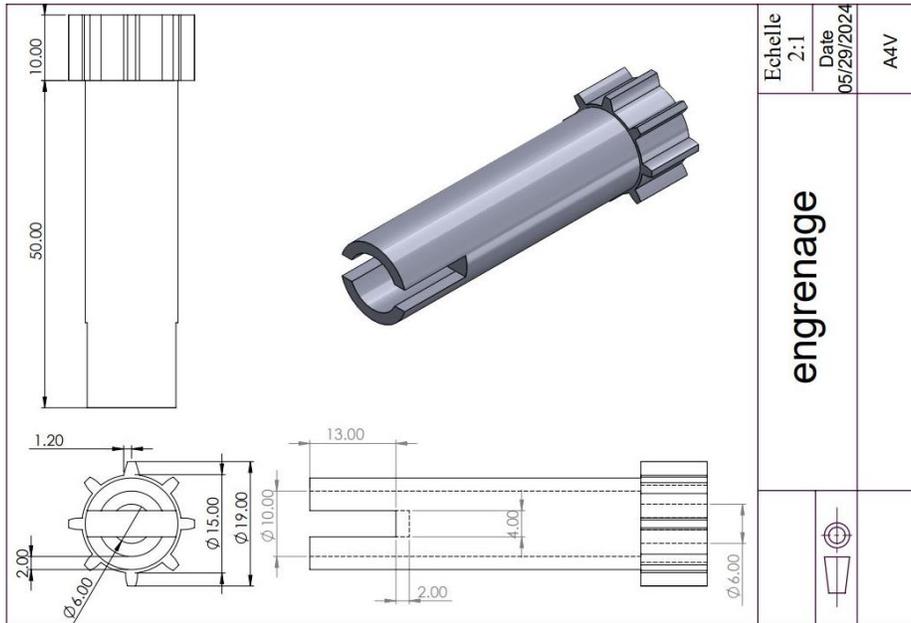


Figure 49 Engrenage.

Le moteur électrique et son système d'engrenage sont des composants cruciaux dans un étai électrique, assurant la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique pour appliquer une force de serrage précise et constante. Le moteur fournit la force motrice nécessaire, tandis que l'engrenage adapte cette force pour optimiser la vitesse et le couple, garantissant ainsi un serrage efficace et fiable. Ensemble, ils permettent d'automatiser le processus de serrage, améliorant l'efficacité, la répétabilité et la précision des opérations d'usinage.

2.2. Assemblage.

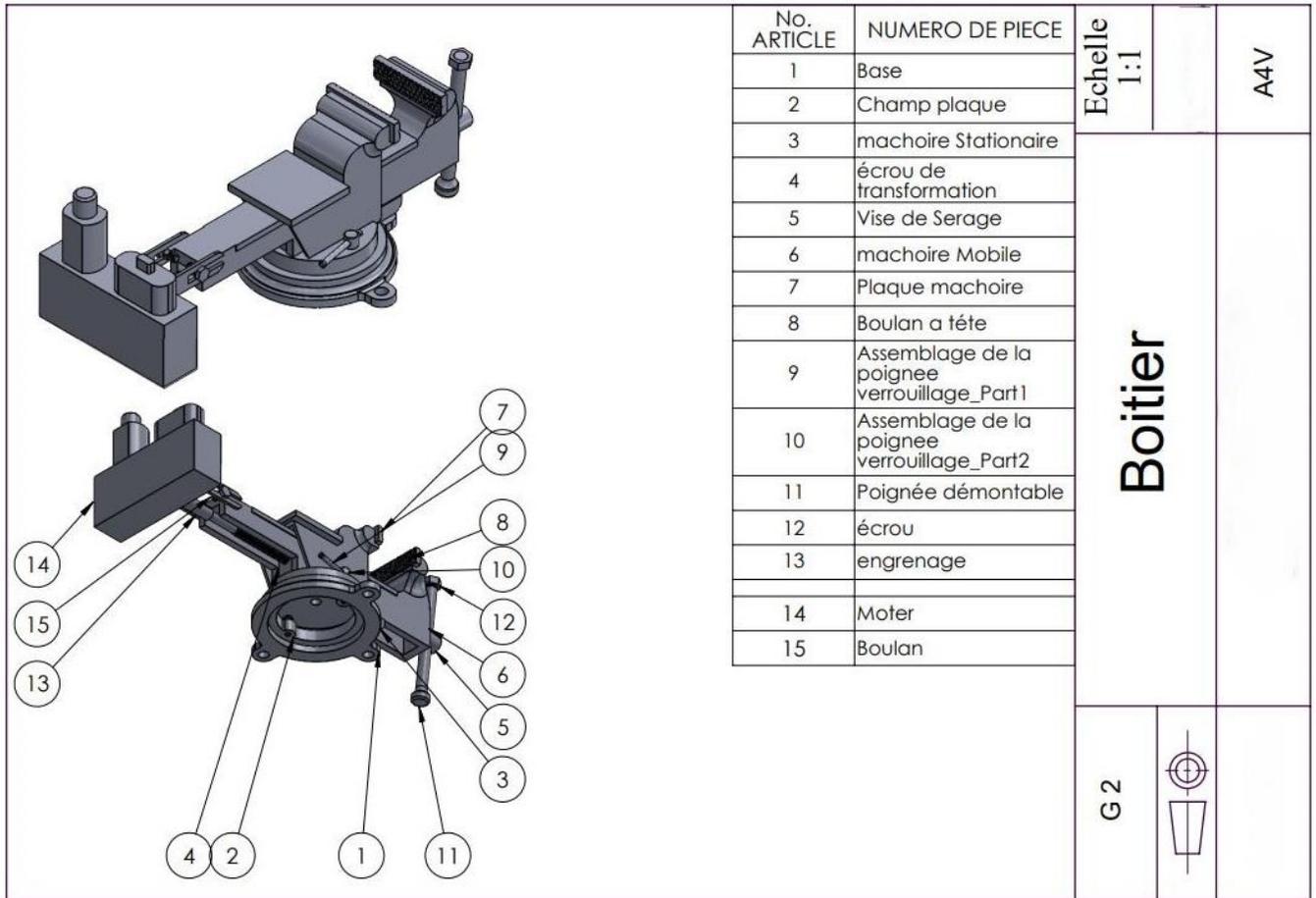


Figure 50 Assemblage.

Cette figure montre le dessin de définition pour l'Assemblage des pièces de notre étau de serrage électrique.

Cela peut nous montrer la position exacte de nos pièces sur l'outil assemblé.

## CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.

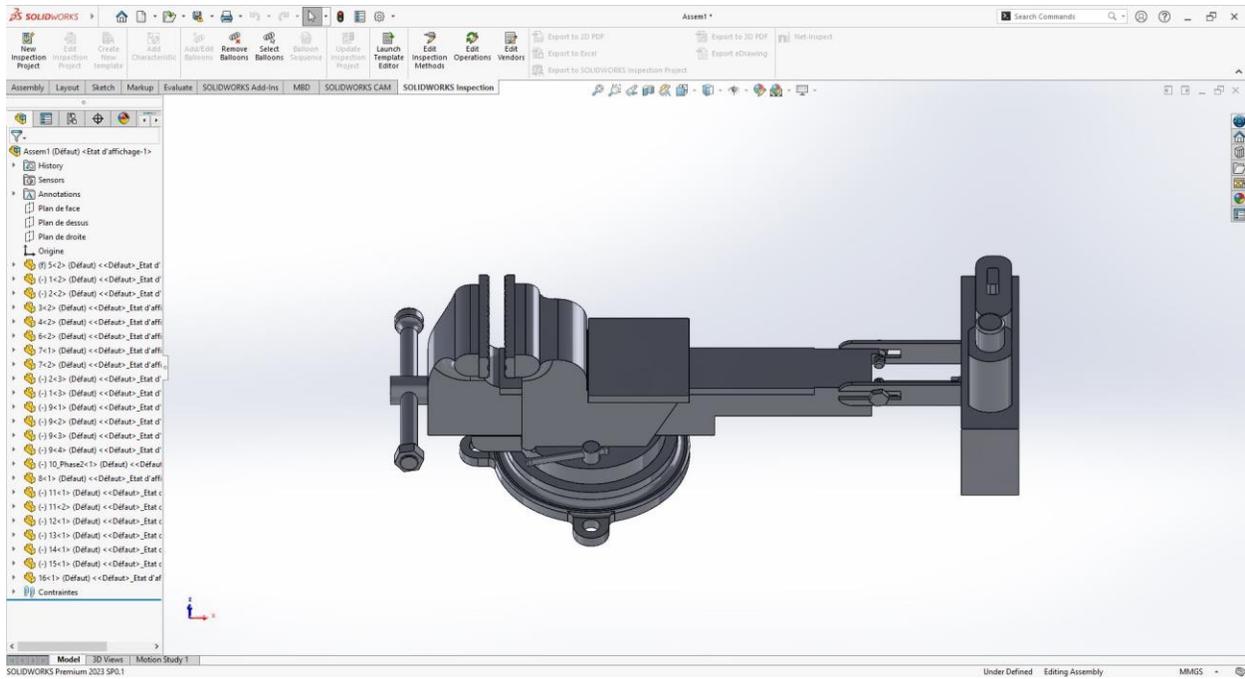


Figure 51 Mâchoire fermer.

Cette figure montre l'état de serrage électrique avec la mâchoire mobile presque fermer.

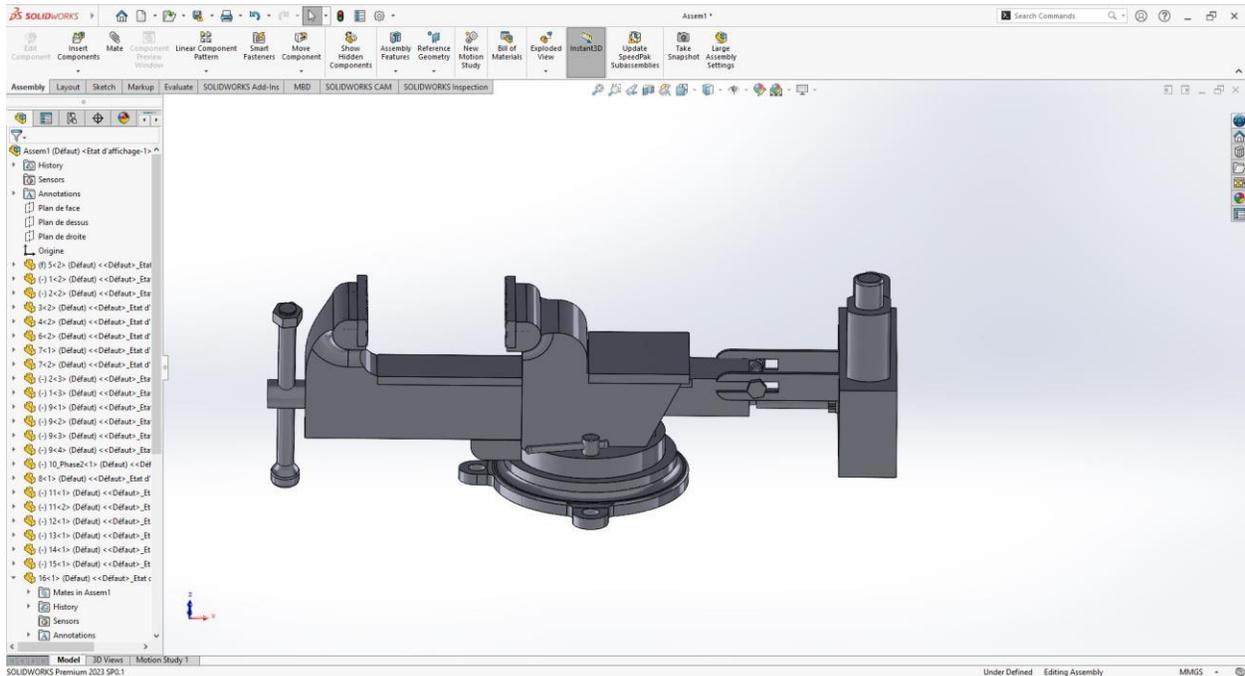


Figure 52 Mâchoire ouverte.

Cette figure montre l'état de serrage électrique avec la mâchoire mobile ouverte.

## 2.3. Simulation.

### 2.3.1. Mâchoire Mobile.

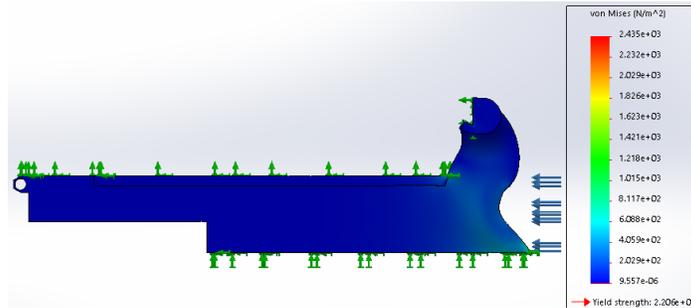


Figure 53 (A) Simulation Machoire Mobile.

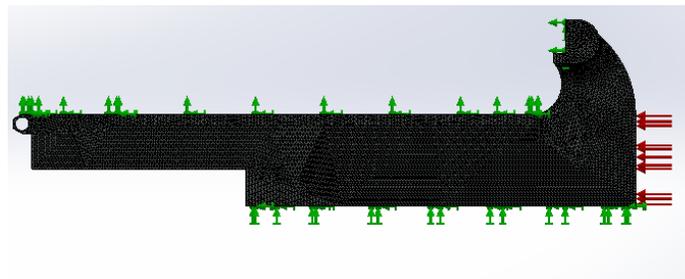


Figure 54 (B) Simulation Machoire Mobile.

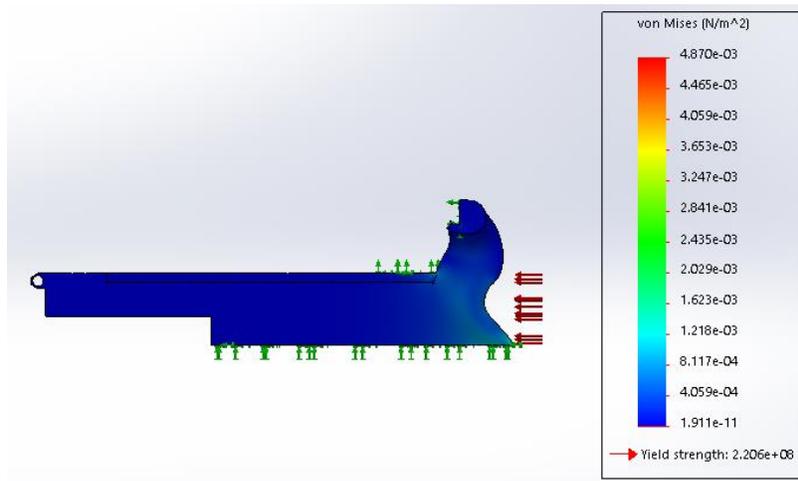


Figure 55 (C) Simulation Machoire Mobile.

La simulation de la mâchoire mobile a montré une absence de déformation, indiquant une robustesse structurelle optimale sous les conditions de charge spécifiées.

2.3.2. *Mâchoire Stationnaire.*

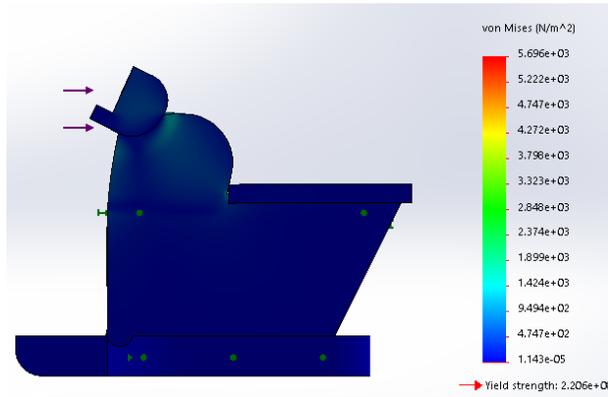


Figure 56 (A) *Simulation Machoire Stationnaire.*

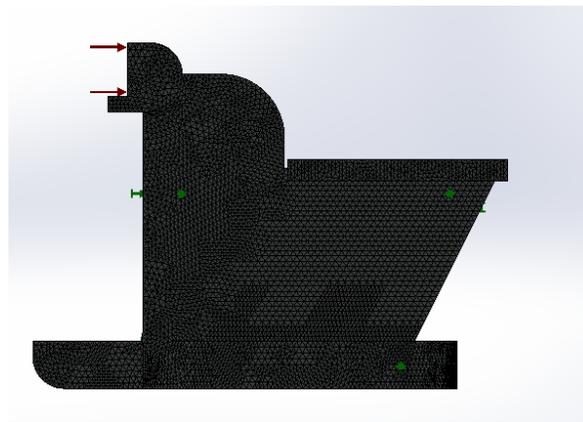


Figure 57 (B) *Simulation Machoire Stationnaire*

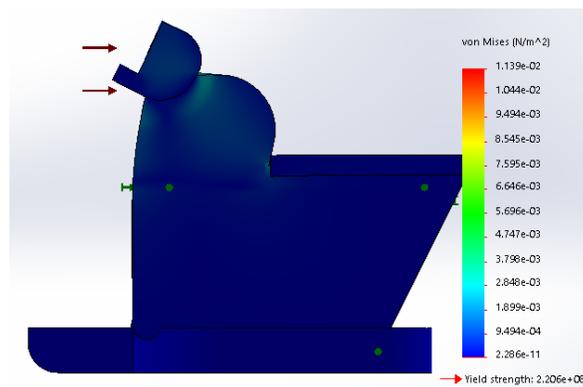


Figure 58 (C) *Simulation Machoire Stationnaire.*

La simulation de la mâchoire stationnaire de l'étau de serrage a montré une résistance adéquate et une stabilité structurelle sous les conditions de charge prévues.

### 2.3.3. Vis de serrage.



Figure 59(A) Simulation Vis de serrage.



Figure 60 (B) Simulation Vis de serrage.



Figure 61 (C) Simulation Vis de serrage.

La simulation de la vis de serrage de l'étau a révélé une résistance et une stabilité mécanique excellentes sous les contraintes appliquées.

### 3. Réalisation.

#### 3.1. Étau.

L'étai de serrage qui on a commencé le projet avec a été fabriquer en utilisant le moulage, voici les étapes de moulage d'un étau de serrage [11] :

- Conception et Modélisation : Conception de l'étau de serrage à l'aide de logiciels de modélisation 3D (SolidWorks) pour créer un modèle détaillé et Assurer la précision des dimensions et des tolérances.
- Fabrication du Modèle : Création d'un modèle physique en bois, plastique ou métal basé sur la conception 3D et Utilisé pour créer le moule dans le sable.
- Préparation du Moule : Placement du modèle dans une boîte à moule et remplissage de sable autour pour former une cavité.
- Coulée de la Fonte : Chauffage de la fonte jusqu'à ce qu'elle soit liquide, puis coulée dans la cavité du moule.
- Refroidissement et Solidification : Laisser la fonte refroidir et se solidifier dans le moule. Pour l'obtention d'une pièce solide.
- Démoulage : Ouverture du moule pour extraire la pièce moulée (l'étau moulé brut).
- Nettoyage et Ébarbage : Retrait des excès de sable et ébarbage des bavures et des résidus de coulée pour la préparation de la pièce pour l'usinage.
- Usinage de Précision : Usinage de l'étau moulé pour obtenir les dimensions finales et la finition de surface requise.
- Traitement Thermique : Application de traitements thermiques pour améliorer les propriétés mécaniques de la pièce.
- Assemblage Final : Assemblage des composants de l'étau, y compris les mâchoires, les vis de serrage, et autres parties mobiles pour avoir l'étau complet et fonctionnel.

**3.2. Vis de serrage.**



(A)



(B)

*Figure 62 Réalisation Chariotage de la vis*



(A)



(B)

*Figure 63 Réalisation Filetage de la Vis.*

Ces Figures montrent les opérations de la réalisation de chariotage et filetage la vis de serrage. Cette figure montre l'opération de filetage de notre vis de serrage qui nécessite la précision et lubrifications pour avoir la meilleure qualité pour un bon fonctionnement de serrage.

CHAPITRE 3 : La Conception et réalisation du projet.



(A)



(B)

*Figure 64 Perçage 1 de la vis.*



(A)



(B)

*Figure 65 Perçage 2 de la vis.*

Ces figures montrent l'opération du perçage qu'on a fait sur la vis de serrage qui consiste de deux trous percés, le grand c'est pour le poignet démontable manuel et le petit c'est pour la clavette.

### 3.3. Support mâchoire mobile.



*Figure 66 Découpage de la brute pour support.*

Cette figure montre l'opération de découpage de la brute pour passer aux autres opérations d'usinage du support de la mâchoire mobile.



(A)



(B)

*Figure 67 Surfaçage du support.*

Ces figures montrent les opérations de surfaçage de la brute pour commencer à faire le rainurage.



(A)



(B)

*Figure 68 Rainurage du support.*

Ces figures montrent l'opération de Rainurage de la brute pour avoir le support final.



(A)



(B)

*Figure 69 Avant et après soudage du support avec la mâchoire mobile.*

Ces figures montrent le support après l'usinage et après la soudure avec la mâchoire mobile.

### **3.4.Assemblage.**



*Figure 70 Assemblage de la Réalisation.*

## **CHAPITRE 4 : Etude économique du projet**

## 1. Etude du coût du projet par rapport au coût initial du produit.

### 1.1. Le cout d'étai manuel.

Il y a beaucoup des produits différents concernant l'étai de serrage sur le marché, cela dépend de la taille et de la qualité du produit, nous avons choisi notre produit pour faire notre projet en fonction de sa taille moyenne et de sa qualité selon notre budget, voici les différents types d'étais de serrage que vous pouvez trouver sur le marché Algérien en ce moment :

Tableau 5 Les étaux de serrage disponibles sur le marché Algérien.

Qualité	Ouverture de mâchoire.	Taille	Prix	Marques
Moyenne	De 35mm a 70mm	Inferieure a 4pouces	De 750dza a 4.900dza	TACTIX, PRO'SKIT...
Moyenne	De 75mm a 150mm	De 4pouces a 6pouces	De 6.000dza a 13.500dza	SOFICLEF,TOLSEN...
Moyenne	De 155mm a 260mm	De 6pouces a 8pouces	De 14.000dza a 22.000dza	WEEHAND, BEETRO...
Haute	De 50mm a 150 mm	De 3pouces a 6 pouces	De 5.000dza a 30.000dza	HONEST'PRO, DOLEX...
Haute	De 150mm a 260mm	De 6pouces a 8pouces	De 25.000dza a 80.000dza	TOPTUL,STANLEY...

Le produit que nous avons choisi est un étai de serrage de marque TOLSEN que nous pourrions modifier selon nos besoins pour le projet, est de taille moyenne et est utilisé pour les opérations d'usinage moyennes

Notre étai de serrage :

Tableau 6 Etai de serrage choisi.

Qualité	Ouverture de mâchoire	Taille	Prix	Marque
Moyenne	100mm	5pouces	7.500dza	TOLSEN

## 1.2. Le coût du projet.

Pour rendre ce projet possible, nous avons dû investir notre temps et notre budget. Ce projet, comme tous les autres projets dans le monde, présentait des problèmes et des obstacles qui nécessitaient des solutions d'ingénierie, une expertise sur le terrain ainsi qu'un financement.

Voici le coût du projet sans inclure la main d'œuvre et l'expertise en ingénierie :

Tableau 7 Coût du projet.

	Prix (dza)	
ETAU DE SERRAGE	7.500	
Moteur Électrique 1 (essai 1)	1.800	
Moteur Électrique 2 (essai 2)	2.200	
Moteur Électrique 3	4.200	
Matière brute	4.000	
Soudure (ex : baguette font)	1.900	
Électroniques	5.300	
Autres (colliers,pignons,vices...)	2.250	
	TOTAL	29.150

Ces chiffres ont été consacrés à ce que les experts ingénieurs appellent la recherche et le développement 'R&D', pour lequel les entreprises dépensent des millions pour développer un nouveau produit.

Cela ne représente pas le prix du produit, seulement le coût de son développement jusqu'à présent.

## 1.3. Estimation et Comparaison.

### 1.3.1. Estimation.

Une étude initiale du coût de fabrication impliquerait une analyse détaillée de chacun de ces facteurs pour estimer le coût total de production de l'étau électrique. Cela pourrait nécessiter des consultations avec des fournisseurs de matériaux, des experts fabricants et d'autres parties prenantes pour obtenir des devis précis et réaliser des estimations de coûts fiables.

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte :

## CHAPITRE 4 : Etude économique du projet

- Matériaux : Le coût des matériaux utilisés pour fabriquer l'étau, comme l'acier, l'aluminium ou d'autres alliages, dépendra de la qualité et de la quantité nécessaires, plus l'équipements électriques nécessaires.
- Processus de fabrication : Les coûts de fabrication incluent la main-d'œuvre, les machines-outils utilisées pour l'usinage, la découpe, le formage, le traitement thermique si nécessaire, et d'autres processus de fabrication.
- Conception et ingénierie : Le coût de conception et d'ingénierie comprend la conception du produit, la modélisation, les calculs de résistance et de contrainte, ainsi que les tests et validations nécessaires.
- Finition et traitement de surface : Si l'étau nécessite une finition spéciale ou un traitement de surface pour améliorer sa durabilité ou son aspect esthétique, ces coûts doivent être pris en compte.
- Assemblage : Les coûts d'assemblage comprennent l'assemblage des différentes pièces de l'étau, l'ajustement, le contrôle qualité et les tests finaux.
- Coûts indirects : Il faut également tenir compte des coûts indirects tels que les frais généraux de l'entreprise, les coûts de marketing et de distribution, ainsi que la marge bénéficiaire souhaitée.

Suivant les réglementations des prix des biens et service le ministère du commerce algérien qui exige que le pourcentage de profit que les grossistes et les détaillants ne dépasse pas 20 % à 30 % donc :

On estime le cout de fabrication un étau de serrage de taille et qualité moyenne comme le model on a choisi, le prix de 7.500dza chez les détaillants – 20% de bénéfice donc on a 6.000dza chez les grossistes – 20% de bénéfice on trouve 4.800dza.

Pour faire une estimation générale du produit on prend ce tableau ou on applique les -40% de bénéfices des vendeurs.

Pour le prix de l'étau après les modifications mécaniques on va pas compter tout le prix de la matière brute appart, on va juste ajouter les environs de 1.500da.

Et on minimise toutes les pertes qu'on avait dans les essais.

## CHAPITRE 4 : Etude économique du projet

Tableau 8 Estimation.

	Prix(dza)	Prix estimé(dza)
Étau de serrage après modification	$7.500+1.500=9.000$	5.400
Electroniques et moteur électrique	$5.300+4.200=9500$	5.700
Autres (soudure, colliers, vice..)	1.500	900
Total		12000

### 1.3.2. Comparaison.

Comparaison entre un Étau de Serrage Manuel et un Étau de Serrage Électrique

#### 1.3.2.1. Étau de Serrage Manuel (7500 DA)

##### 1.3.2.1.1. Avantages.

- Coût Inférieur : À 7500 DA, l'étau de serrage manuel est plus abordable, ce qui le rend accessible pour des projets de bricolage ou des ateliers avec un budget limité.
- Simplicité d'Utilisation : Ne nécessitant aucune source d'énergie, il est facile à installer et à utiliser, sans besoin de maintenance technique spécifique.
- Portabilité : L'absence de composants électriques rend cet étau plus léger et plus portable, adapté aux environnements de travail variés.

##### 1.3.2.1.2. Inconvénients.

- Efficacité Limitée: Le serrage manuel peut être moins précis et nécessiter plus d'efforts physiques, ce qui peut être fatigant pour l'opérateur lors d'un usage prolongé.
- Vitesse de Serrage : Le processus de serrage est plus lent par rapport à un modèle électrique, ce qui peut réduire l'efficacité globale des opérations.
- Capacité de Serrage : La force de serrage est limitée par la force physique de l'utilisateur, ce qui peut être insuffisant pour certaines applications exigeantes.

## CHAPITRE 4 : Etude économique du projet

### 1.3.2.2. Étau de Serrage Électrique (12000 DA)

#### 1.3.2.2.1. Avantages

- Précision et Contrôle : L'étau de serrage électrique offre un contrôle précis de la force de serrage, garantissant une fixation plus stable et uniforme des pièces.
- Efficacité Accrue : La motorisation permet un serrage rapide et constant, augmentant ainsi la productivité et réduisant la fatigue de l'opérateur.
- Capacité de Serrage Supérieure : Capable d'appliquer une force de serrage plus importante et plus contrôlée, ce qui est idéal pour les matériaux plus robustes ou les applications industrielles.

#### 1.3.2.2.2. Inconvénients

- Coût Supérieur: À 12000 DA, l'étau de serrage électrique représente un investissement plus important, justifiable principalement dans des contextes de travail où la précision et l'efficacité sont cruciales.
- Complexité: Nécessite une source d'alimentation électrique, ce qui peut limiter sa portabilité et ajouter des coûts de fonctionnement et de maintenance.
- Maintenance: Les composants électriques et mécaniques peuvent nécessiter des réparations ou des entretiens réguliers, augmentant les coûts et la complexité d'utilisation à long terme.

### **1.3.3. Conclusion**

Le choix entre un étau de serrage manuel et un étau de serrage électrique dépend principalement des besoins spécifiques et des conditions de travail. Pour des projets de bricolage simples ou des ateliers avec un budget limité, un étau manuel à 7500 DA offre une solution économique et facile à utiliser. En revanche, pour des applications industrielles ou des travaux nécessitant une grande précision et efficacité, l'investissement dans un étau de serrage électrique à 12000 DA est justifié par les gains en productivité et en qualité de serrage.

## 2. Etude du marché national et international.

### 2.1. National.

Sur la base des données de marché sur le net du marché algérien des outils et machines nous avons reçu ces informations [10] :

Le marché des outils et machines en Algérie devrait générer un chiffre d'affaires de 0,68 milliard de dollars américains en 2024. Il devrait croître à un taux annuel de 2,14 % (TCAC 2024-2028). En comparaison mondiale, la Chine est en tête du peloton avec un chiffre d'affaires de 78 milliards de dollars en 2024. En termes de revenus par personne, l'Algérie devrait générer 14,50 dollars américains en 2024.

Le marché algérien des outils et machines connaît une augmentation de la demande d'équipements de construction en raison des projets de développement des infrastructures en cours dans le pays.

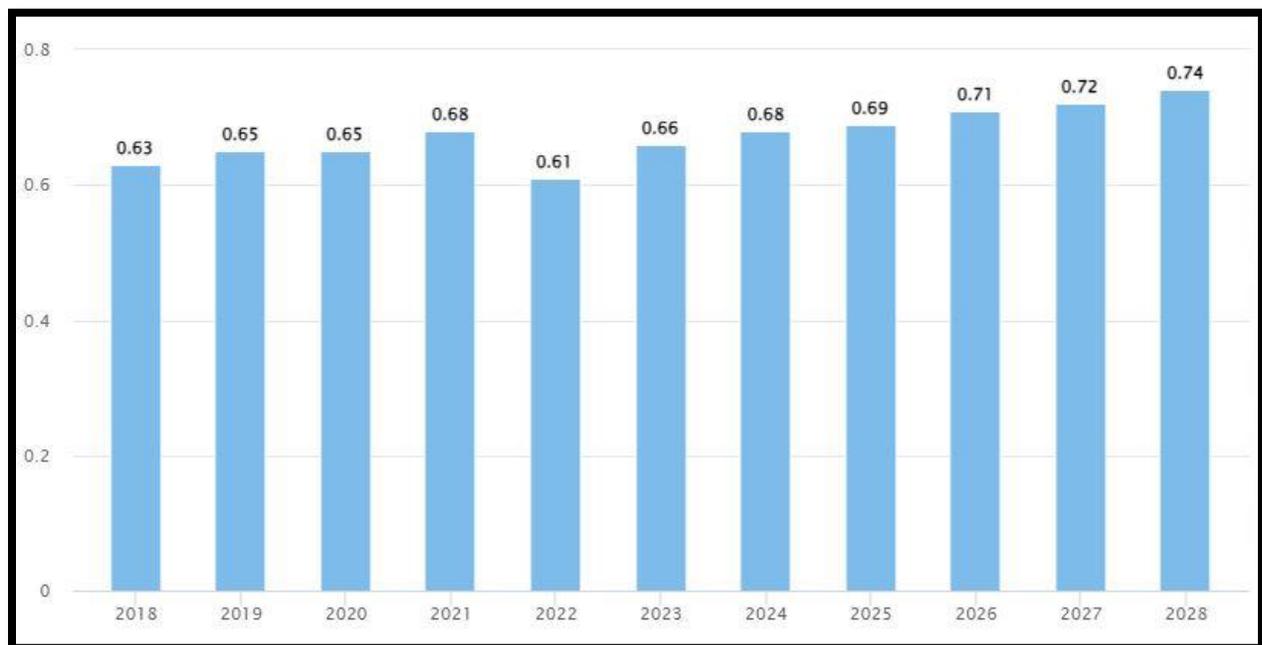


Figure 71 Graphe des revenus du marché des outils en Algérie

Ce graphe montre les revenus du marché des outils et machines en Algérie en milliards de dollars par an.

Le marché des outils électriques est en croissance rapide, soutenu par l'automatisation et l'industrialisation croissante ainsi que l'intégration avec des systèmes CNC pour un contrôle automatisé.

**2.2. International.**

Le marché des outils électriques devrait atteindre 57,1 milliards de dollars d’ici 2031, avec un TCAC de 5,6 % de 2024 à 2031. La croissance de ce marché est attribuée aux progrès de la technologie des batteries et des moteurs, à l’augmentation des activités dans le secteur de la construction et à l’utilisation croissante des outils électrique dans le secteur industriel. [12]

Le marché de l’étai de serrage :

Tableau 9 Couverture du rapport sur le marché des étaux de serrage.

COUVERTURE DU RAPPORT	DETAILS
Valeur de la taille du marché en	459,7 millions de dollars en 2022
Valeur de la taille du marché par	569,08 millions de dollars d'ici 2031
Taux de croissance	TCAC de 2,4% de 2022 à 2031

TCAC : taux de croissance annuel composé.

- **Exemple : Etude du Marché européen.**

Le marché des outils électriques en Europe connaît une croissance significative, tirée par divers facteurs, notamment la popularité croissante des outils électriques et la demande croissante des secteurs industriel, commercial et résidentiel. Le marché devrait croître à un taux de croissance annuel composé (TCAC) d’environ 4,06 % de 2023 à 2027, avec une augmentation attendue de la taille du marché de 1,59 milliard de dollars au cours de cette période.

Les principaux moteurs de cette croissance comprennent l'adoption d'outils électriques économes en énergie, les progrès technologiques tels qu'une ergonomie améliorée et les technologies intelligentes, ainsi que l'utilisation croissante de moteurs à courant continu sans balais (BLDC). Les principaux pays contribuant à cette croissance du marché sont l’Allemagne, le Royaume-Uni et la France. Le marché est segmenté par mode de fonctionnement (électrique, pneumatique, motorisé), type d'outil (perçage, fixation, enlèvement de matière, sciage, découpe, démolition) et application (bricolage, industriel, fabrication, automobile).

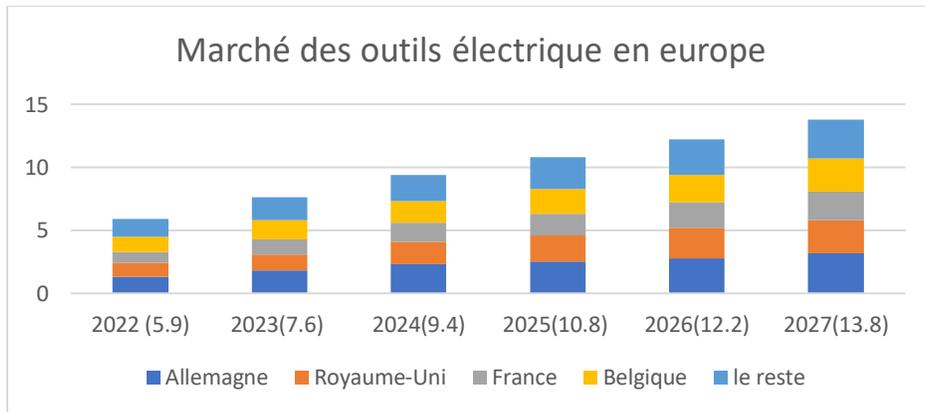


Figure 72 Graphe d’expectation du marché des outils électrique en Europe.

## **CHAPITRE 5 : Amélioration et Conclusion**

## 1. Amélioration du Prototype.

Ce Prototype comme tous les prototypes créés dans industrie

Nous avons plusieurs idées pour mettre à jour notre prototype d'étau de serrage afin d'améliorer sa performance, sa durabilité et sa convivialité. Voici quelques-unes de ces idées en détail :

### 1.1. Amélioration du Mécanisme de Serrage.

- Intégration d'un Moteur Électrique Plus Puissant.

-Objectif : Augmenter la force de serrage et la vitesse de fonctionnement.

-Détails : Remplacer le moteur actuel par un modèle plus puissant capable de générer un couple plus élevé, ce qui permettrait un serrage plus rapide et plus efficace des pièces de grande taille ou nécessitant une force importante.

- Engrenages Renforcés.

Objectif : Améliorer la durabilité et la précision du mouvement.

Détails : Utiliser des matériaux plus robustes pour les engrenages, tels que des aciers trempés ou des alliages spécifiques, pour résister à l'usure et aux charges élevées, et garantir une transmission de puissance optimale.

### 1.2. Système de Contrôle Électronique.

- Interface Utilisateur Intuitive.

Objectif : Simplifier l'utilisation de l'étau et augmenter la précision du serrage.

Détails : Ajouter un panneau de contrôle numérique avec un écran tactile permettant de régler facilement la force de serrage, la vitesse, et d'autres paramètres. Inclure des fonctionnalités comme des préréglages de serrage pour différents types de pièces et des indications en temps réel sur la pression appliquée.

- Programmation de Séquences de Serrage.

Objectif : Automatiser le processus de serrage pour des opérations répétitives.

Détails : Permettre à l'utilisateur de programmer des séquences de serrage spécifiques, adaptées à des tâches précises. Cette fonctionnalité est particulièrement utile dans les environnements de production en série, où la répétabilité et la précision sont cruciales.

### 1.3. Capteur Infrarouge et Capteur de Force.

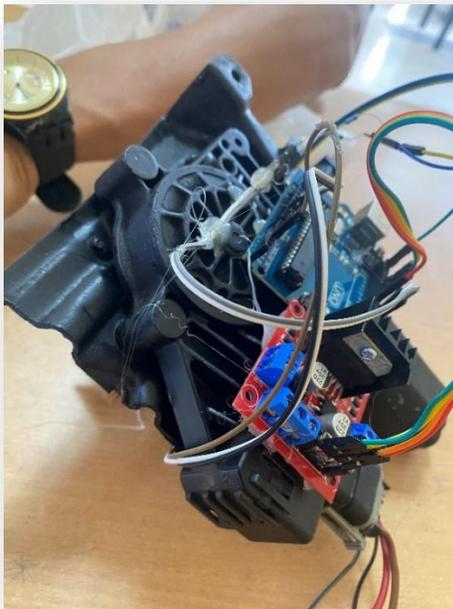
Pour améliorer les performances et la précision de notre étau de serrage électrique, nous proposons d'intégrer des capteurs infrarouges et des capteurs de force. Voici comment ces composants peuvent être utilisés :

#### 1.3.1. Capteur Infrarouge.

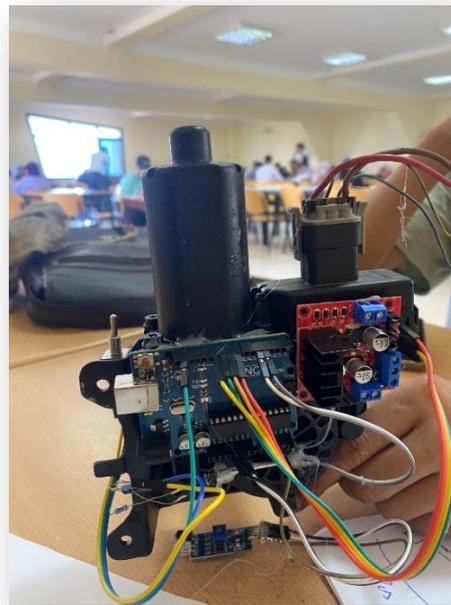
- Rôle du Capteur Infrarouge :
  - Détection de la Position des Objets : Un capteur infrarouge peut être utilisé pour détecter la présence et la position des objets placés dans l'étau. Cela permet de s'assurer que la pièce est correctement positionnée avant d'appliquer la force de serrage.
  - Sécurité : En cas d'obstacles ou de mouvements inattendus dans la zone de serrage, le capteur infrarouge peut détecter ces anomalies et arrêter le processus pour prévenir les accidents ou les dommages.

On a essayé déjà le capteur Infrarouge que malheureusement n'a pas pu fonctionner a des causes électriques mais on va l'intégrer dans nos plans de future pour ce produit avec tous ces composants nécessaires qui consiste de :

Capteur Infrarouge, Arduino, Driver, alimentation, câblage, et boutons.



(A)



(B)

Figure 73 Installation Infrarouge sur le moteur électrique.

**1.3.2. Capteur de force.**

- Rôle du Capteur de Force :
- Mesure Précise de la Force de Serrage : Un capteur de force intégré dans les mâchoires ou dans le mécanisme de serrage peut mesurer la force appliquée en temps réel. Cela permet de contrôler précisément la pression exercée sur la pièce, garantissant une force de serrage optimale.
- Prévention de la Surcharge : Le capteur de force peut détecter des forces excessives et ajuster ou arrêter le processus de serrage pour éviter d'endommager la pièce ou l'étou.



*Figure 74 Capteur de Force.*

### **2. Conclusion.**

La conception et la réalisation d'un étau de serrage électrique apportent des améliorations notables par rapport aux étaux de serrage manuels traditionnels. L'intégration de technologies avancées, telles que les capteurs infrarouges et de force, permet une précision accrue et une meilleure sécurité lors des opérations de serrage. L'étau électrique offre également une efficacité supérieure, grâce à un mécanisme de serrage motorisé qui réduit le temps et l'effort nécessaires pour fixer les pièces, tout en assurant un contrôle précis de la force appliquée.

Comparé à un étau manuel, l'étau électrique se distingue par sa capacité à effectuer des tâches répétitives avec une constance et une exactitude inégalées, ce qui est essentiel dans les environnements de production industrielle. De plus, le système de contrôle électronique rend l'étau plus flexible et facile à utiliser, permettant des ajustements rapides et des configurations adaptées à diverses applications.

En termes de coûts, bien que l'étau de serrage électrique soit initialement plus cher qu'un étau manuel, son prix reste raisonnable compte tenu des nombreux avantages qu'il offre. Les gains de productivité, la réduction de la fatigue des opérateurs, et la diminution des risques de dommages aux pièces et aux outils justifient largement l'investissement. Ainsi, l'étau de serrage électrique représente non seulement une avancée technologique, mais aussi une solution économique et durable pour les industries modernes.

En conclusion, ce projet démontre que l'étau de serrage électrique, avec ses nombreux bénéfices et son coût justifiable, constitue une amélioration significative par rapport aux outils manuels traditionnels, répondant efficacement aux besoins croissants de précision, de sécurité et de performance dans le secteur industriel.

### 3. Références.

- [1] Groover, M. P. (2013). *Principles of Modern Manufacturing*. John Wiley & Sons.
- [2] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2010). *Manufacturing Engineering and Technology*. Pearson.
- [3] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Pearson.
- [4] Site [directindustry.fr](http://directindustry.fr) - équipements machines-outils.
- [5] DeGarmo, E. P., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2011). *Materials and Processes in Manufacturing*. John Wiley & Sons.
- [6] Chapman, S. J. (2011). *Electric Machinery Fundamentals*. McGraw-Hill Education.
- [7] Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr., C., & Umans, S. D. (2016). *Electric Machinery*. McGraw Hill Education.
- [8] Site [auto-doc.fr](http://auto-doc.fr), [pieces-detachees/essuie-glaces-10233](http://pieces-detachees/essuie-glaces-10233). (2002).
- [9] Site [bigtoys.free.fr](http://bigtoys.free.fr). ESSUIE-GLACE. (2011).
- [10] Site [statista.com](http://statista.com). [Tools-machines/algeria#revenue](http://Tools-machines/algeria#revenue). (2023).
- [11] Richard W. Heine, Carl R. Loper Jr. "Principles of Metal Casting". (1976).
- [12] Site [marketresearchfuture.com/reports/mechanical-hand-tools-market-3602](http://marketresearchfuture.com/reports/mechanical-hand-tools-market-3602). (2023).