

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : fabrication mécanique et productique

Par :

HAMITOUCHE Lydia

Thème

Etude de conception et fabrication d'une clé à excentrique de serrage

Soutenu le 02/07/2024 devant le jury composé de :

Melle. HIMED L.

Présidente

Melle. ADJOUADI N.

Examinatrice

Mr. HADJOU M.

Rapporteur

Année Universitaire 2023-2024

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon encadreur Mr HADJOU, qui s'est montré disponible pour me guider avec des conseils et des commentaires rigoureux.

Je remercie vivement les membres de jury qui ont eu l'amabilité de porter une appréciation sur ce travail et de participer au jury de soutenance.

Mes remerciements vont également à toute l'équipe technique de l'entreprise CMMI pour leurs disponibilités, aides, conseils et soutiens tout au long de ma période de stage.

Un hommage éternel à tous les enseignants qui m'ont encadrés depuis mes premières années d'études jusqu'à aujourd'hui.

Merci également à tous mes amis et tous ceux qui m'ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicaces :

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère, mon support après Dieu dans la vie, qui m'a toujours soutenue pour qui les mots ne sont pas assez forts pour exprimer toute la gratitude et l'estime que je lui dois.

A mon père paix à son âme qui n'a jamais quitté mes pensées, présent toujours dans mon cœur, qui serait sans doute fier de sa fille du chemin qu'elle a parcouru.

A mes chers frères et à mes chères sœurs, pour leur soutien et leur encouragement.

A mes beaux-frères

A mes chères nièces et mon neveu

A toutes les familles : HAMITOUCHE et BENADJAOUD

A mes chères amies

A la mémoire de tous les êtres chers que nous avons perdus

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Généralités sur la fabrication mécanique

I.1.	Introduction	3
I.2.	Définition de l'usinage	3
I.3.	Les machines-outils.....	3
I.3.1.	Le tour.....	3
I.3.2.	La fraiseuse	4
I.4.	Les différents procédés d'usinage	5
I.4.1.	Tournage.....	5
I.4.2.	Fraisage	6
I.4.3.	Perçage et alésage	8
I.4.4.	Mortaisage et brochage	8
I.4.5.	Filetage et taraudage	9
I.4.6.	Rectification et rodage	9
I.5.	Conditions de coupes	11
I.5.1.	Vitesse de coupe (V_c)	11
I.5.2.	Avance par tour (f)	12
I.5.3.	Profondeur de passe (a_p).....	13

I.6.	Les outils de coupe	14
I.6.1.	Acier rapide ARS	14
I.6.2.	Carbures métalliques.....	14
I.6.3.	Cermets	15
I.6.4.	Céramiques	15
I.6.5.	Nitruure de bore cubique NBC	15
I.6.6.	Diamant.....	15
I.7.	Conclusion.....	16

Chapitre II : Calcul et dimensionnement géométrique de la clé à excentrique

II.1.	Introduction	17
II.2.	Présentation de la clé excentrique	17
II.3.	Les calculs dimensionnels	19
II.3.1.	Dimensionnement du manche avec came 1	19
II.3.2.	Calcul du diamètre de l'axe B.....	25
II.3.3.	Calcul de l'épaisseur de la came	26
II.3.4.	Calcul du diamètre du manche.....	27
II.3.5.	Dimensionnement de la noix 2	29
II.4.	Conclusion.....	30

Chapitre III : Simulation sur SolidWorks

III.1.	Introduction	31
III.2.	La modélisation géométrique	31
III.3.	Description géométrique des pièces	31
III.4.	La modélisation numérique	32
III.4.1.	Etude de la résistance de la clé excentrique a la flexion.....	32
III.4.1.1.	Pour le manche	32
III.4.1.2.	Pour la came	34
III.5.	Conclusion	36

Chapitre IV : Equipements et outillages utilisés

IV.1. Introduction	37
IV.2. Equipements et préparation de la fabrication de la clé.....	37
IV.2.1. Machine-outil	37
IV.2.1.1. Caractéristiques techniques du tour Cazeneuve HB500/1500 :.....	37
IV.2.1.2. Caractéristiques techniques de la fraiseuse conventionnel almo 1.5 :.....	38
IV.2.1.3. Figure IV.3 : Mortaiseuse verticale.....	39
IV.2.1.3. Caractéristiques techniques de la mortaiseuse :	39
IV.2.2. Les différents outils de coupe utilisés	40
IV.2.3. Sélection du matériau pour l'usinage mécanique	43
IV.3. Conclusion.....	44

Chapitre V : Processus d'usinage de la clé excentrique

V.1. Introduction	45
V.2. Opération d'usinage	45
V.3. Phases d'usinage	45
V.3.1. Le manchon avec came	45
V.3.2. La noix	49
V.4. Traitement thermique	51
V.5. Gamme d'usinage.....	52
V.5.1. Du manche avec came.....	52
V.5.2. De la noix	53
V.6. Conclusion.....	55

Conclusion générale..... 56

Liste bibliographique.

Annexes.

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Domaine d'application de la clé excentrique en termes de diamètre des boulons	18
Tableau II.2 : Domaine d'application de la clé excentrique en termes de diamètre des écrous	18
Tableau IV.1: Composition chimique de la nuance XC48	43
Tableau IV.2: Propriétés mécaniques de la nuance XC48.....	43
Tableau IV.3: Résultats de l'essai de dureté effectué au niveau du hall technologique....	44

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Composantes d'un tour.	4
Figure I.2 : Composantes d'une fraiseuse.	5
Figure I.3 : Procédés d'usinages en tournage.	6
Figure I.4 : Opérations d'usinages en fraisage.	7
Figure I.5 : Les procédés d'usinage. a) Perçage, b) Alésage.	8
Figure I.6: Mode de génération d'une surface intérieure par mortaisage.	8
Figure I.7: Mouvement principal de brochage.	9
Figure I.8: Vis fileté et écrou taraudé.	9
Figure I.9: Rectification d'un cylindre.	10
Figure I.10: Schéma du dispositif expérimental du rodage.	10
Figure I.11: Conditions de coupe en tournage.	11
Figure I.12: Vitesse de coupe.	12
Figure I.13: Avance par tour.	13
Figure I.14 : Profondeur de passe.	13
Figure I.15: Disposition les matériaux d'outil selon la ténacité et la dureté.	14
Figure I.16: Présentation des différents types d'outils. a) Fraises monobloc en acier rapide, b) Outils à charioter plaquettes brasées c) Outils à charioter à plaquettes amovibles.	15

Chapitre II

Figure II.1 : Géométrie de la clé excentrique.	17
Figure II.2 : (A)Boulon à tête hexagonale, (B)Boulon à tête carrée.	18
Figure II.3 : (C)Ecrou à tête hexagonale, (D)Ecrou à tête carrée.	18

Figure II.4 : Schéma du profil du manche avec l'écrou M16.	19
Figure II.5 : Schéma du profil du manche avec l'écrou M8.	23
Figure II.6 : Schéma pour une section rectangulaire de dimension b et h.	26
Figure II.7 : Schéma du profil de la noix de la clé.	29

Chapitre III

Figure III.1 : Modèle CAO du manche avec came.	31
Figure III.2 : Modèle CAO de la noix.	31
Figure III.3 : Chargements appliqués sur le bras du manche.	32
Figure III.4 : Contrainte Von Mises sur SolidWorks.	33
Figure III.5 : Déplacement total.	34
Figure III.6 : Chargements maximales appliqués sur la came.	35
Figure III.7 : Contrainte Von Mises de chargement maximal sur SolidWorks.	35
Figure III.8 : Déplacement total de la came sous chargements maximales.	36

Chapitre IV

Figure IV.1 : Tour conventionnel Cazeneuve HB500/1500.	37
Figure IV.2 : Fraiseuse conventionnel almo 1.5.	38
Figure IV.3 : Mortaiseuse verticale.	39
Figure IV.4 : Outil à dresser.	40
Figure IV.5 : Outil à charioter à plaquette en carbure.	40
Figure IV.6 : Outil de moletage en acier double molette et dents obliques.	40
Figure IV.7 : Alésoir.	41

Figure IV.8 : Outil à mortaiser.....	41
Figure IV.9 : Fraise scie.....	41
Figure IV.10 : Fraise à surfacer.	42
Figure IV.11 : Fraise type « taille 2 ».	42
Figure IV.12 : Foret de perçage Ø6mm.....	42

Chapitre V

Figure V.1 : Dessin d'ensemble de la clé excentrique.	45
Figure V.2 : Comparaison avant et après du manche avec came.....	46
Figure V.3 : L'opération du moletage.....	46
Figure V.4 : L'opération de surfaçage.	47
Figure V.5 : La réalisation de l'arrondi.....	47
Figure V.6 : L'opération du perçage.	48
Figure V.7 : La réalisation des contours de la came.	48
Figure V.8 : La forme finale du manchon.....	49
Figure V.9 : Le résultat de l'opération sur la mortaiseuse.	49
Figure V.10 : La réalisation de la forme ovale.....	50
Figure V.11 : La réalisation de la rainure.	50
Figure V.12 : La forme finale de la clé excentrique.....	51
Figure V.13 : Traitement thermique.....	51

Liste des abréviations

V_c : vitesse de coupe.

N : vitesse de rotation.

V_f : vitesse d'avance.

f : l'avance par tour.

Z : nombre de dents.

a_p : profondeur de passe.

ARS : acier rapide supérieure.

AR : acier rapide.

NBC : nitrures de bore cubique.

H_v : degré de dureté Vickers.

R_e : limite d'élasticité.

R_m : résistance à la rupture.

σ_{adm} : contrainte admissible.

σ_{max} : contrainte maximale.

s : coefficient de sécurité.

CAO : conception assistée par ordinateur.

MEF : méthode des éléments finis.

A : allongement.

P.C : pied à coulisse.

T.P : tour parallèle.

F.U : fraiseuse universelle.

M.V : mortaiseuse verticale.

Introduction générale.

Introduction générale

Dans le monde moderne, où l'efficacité et la durabilité sont des valeurs primordiales, en conjuguant nos efforts pour trouver des solutions innovantes et responsables, nous pouvons relever les défis du présent et construire un avenir durable pour les générations futures. L'innovation joue un rôle crucial dans l'optimisation des processus et la réduction de l'impact environnemental, les progrès technologiques permettent de développer de nouveaux produits, de nouveaux processus et de nouvelles solutions qui contribuent à la fois à l'efficacité et à la durabilité. Le domaine de l'outillage n'échappe pas à la tendance mondiale en faveur de l'efficacité et de la durabilité. Les fabricants d'outils sont confrontés à un double défi : répondre aux besoins croissants des utilisateurs en matière de performance et de précision tout en minimisant l'impact environnemental de leurs produits.

Le marché actuel de l'outillage est saturé de clés spécifiques à chaque type de boulon ou de tâche, entraînant une accumulation d'outils souvent onéreux et encombrants. Cette situation génère des pertes de temps considérables pour les utilisateurs, qui doivent constamment rechercher la clé adéquate, et contribue à l'accumulation de déchets, nuisant à l'environnement. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, qui met en lumière une innovation prometteuse : la clé excentrique.

Cette clé unique se présente comme une alternative révolutionnaire à la multitude d'outils souvent nécessaires pour effectuer des tâches simples. Face à des défis, la clé excentrique se présente comme une solution innovante et polyvalente. Son design ingénieux et sa fonctionnalité adaptative lui permettent de remplacer une multitude de clés traditionnelles, son intégration dans les processus industriels pourrait révolutionner l'efficacité des chaînes de production, en réduisant les temps d'arrêt liés à la recherche d'outils et en optimisant l'utilisation de l'espace de travail.

L'adoption de la clé excentrique engendrerait de nombreux bénéfices économiques et sociétaux. Les utilisateurs, particuliers comme professionnels, profiteraient d'une économie d'argent significative, d'un gain de temps précieux et d'un espace de travail optimisé. De plus, la réduction du nombre d'outils nécessaires contribuerait à diminuer la production de déchets et à promouvoir une approche plus durable de l'outillage.

Le but de ce projet de fin d'études est de remplacer une multitude de clés traditionnelles par une seule clé, capable de s'adapter à une large variété de boulons et d'écrous. Ce mémoire s'articulera autour de cinq chapitres : chapitre I généralités sur la fabrication mécanique, chapitre II dimensionnement géométrique de la clé excentrique, chapitre III simulation sur SolidWorks, chapitre IV équipement et outils utilisés et chapitre V processus d'usinage de la clé excentrique.

L'expérience pratique a été acquise au sein de l'entreprise CMMI (Construction Mécanique et Maintenance Industriel) située à ZAC, TAHARACHT, Akbou, Bejaia, Algérie (voir la présentation en annexe).

Chapitre I : Généralités sur la fabrication mécanique.

I.1. Introduction

La fabrication mécanique est un processus industriel qui consiste à transformer des matériaux bruts en des pièces fonctionnelles par enlèvement de matière. Cette technique implique l'utilisation d'outils de coupe et d'usinage pour façonner le matériau selon des formes et des dimensions précises. Les pièces obtenues, appelées pièces finies, sont ensuite assemblées pour constituer un mécanisme complet, permettant d'accomplir une fonction spécifique. C'est ce qu'on va voir dans ce chapitre.

I.2. Définition de l'usinage

L'usinage est une famille de procédés de fabrication de pièces par enlèvement de copeaux. Il a pour objet d'obtenir, à partir des ébauches, des pièces de forme déterminée avec une précision géométrique nettement exprimée et un état de surface bien spécifié, on utilise une machine-outil, qui équipe un outil coupant.

La précision du mouvement relatif de l'outil par rapport à la pièce permet une modification progressive de la géométrie de la matière. La sélection judicieuse de la technique d'usinage est en conséquence d'une importance capitale.[2]

I.3. Les machines-outils

Il existe plusieurs machines-outils cependant, les plus employés sont :

- Tour : tournage.
- Fraiseuse : fraisage.

I.3.1. Le tour

Le tour parallèle est une machine-outil employée pour la fabrication de pièces de révolution par enlèvement de matière. La pièce, fixée sur le mandrin, effectue une rotation autour de son axe principal tandis que l'outil de coupe se déplace selon un plan parallèle à cet axe, permettant de générer des formes cylindriques, coniques, tronconiques, et d'autres profils rotationnels.[4] Le tour se distingue par sa capacité à réaliser diverses opérations qui sont : dressage, chariotage, alésage, perçage, rainurage, filetage, moletage, etc.

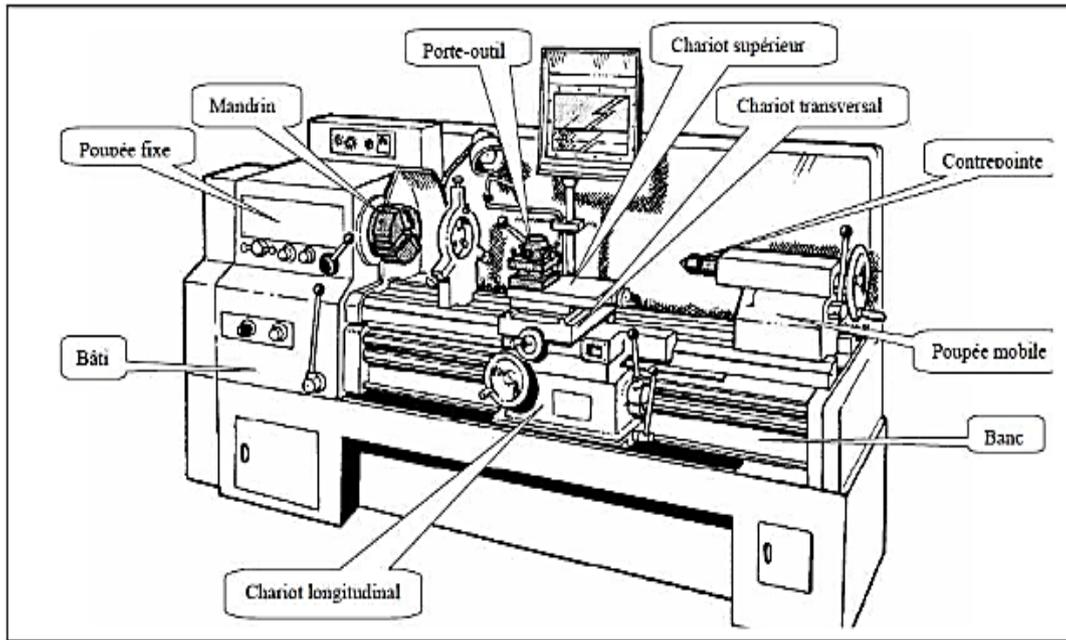


Figure I.1 : Composantes d'un tour. [5]

I.3.2. La fraiseuse

Une fraiseuse est une machine-outil utilisée pour usiner des pièces mécaniques à partir de blocs de matériaux bruts. La pièce est fixée sur la table qui est mise en translation et un outil appelé fraise, qui sculpte la pièce en enlevant de la matière. Les fraiseuses sont des machines qui peuvent être utilisées pour réaliser une grande variété de tâches tel que, le surfacage, rainurage, mortaisage, dévisage, perçage, filetage, etc.

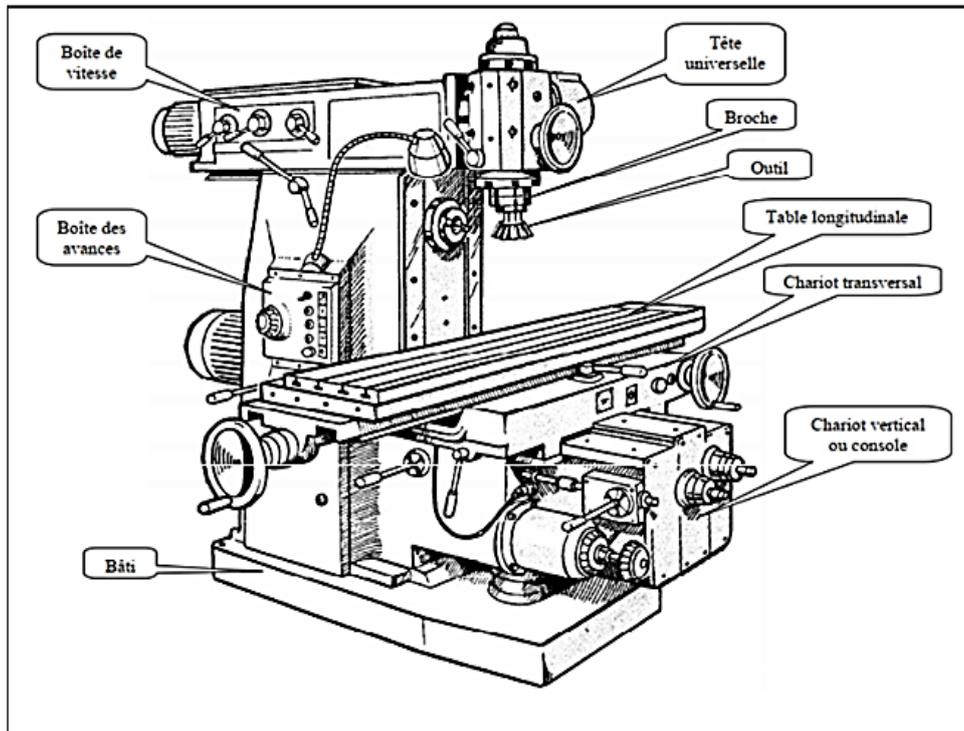


Figure I.2 : Composantes d'une fraiseuse. [5]

I.4. Les différents procédés d'usinage

L'usinage, domaine fondamental de la fabrication mécanique, regroupe un ensemble de techniques visant à façonner des pièces à partir de matériaux bruts. Parmi les procédés d'usinage les plus courantes, on trouve :

I.4.1. Tournage

Le tournage est un usinage par enlèvement de matière où la pièce en rotation (mouvement principal) est façonnée par un outil à arête unique se déplaçant selon des axes longitudinaux et transversaux (mouvements d'avance). Ce procédé permet de réaliser des pièces de révolution avec une grande précision. [4]

La figure I.3 représente les différents procédés d'usinages pouvant être exécutés sur les tours :

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. Outil à saigner. | 2. Outil à charioter droit. |
| 3. Outil à retoucher. | 4. Outil pelle. |
| 5. Outil à retoucher. | 6. Outil à fileter. |
| 7. Outil à charioter coudé. | 8. Outil couteau. |
| 9. Outil à dresser d'angle. | 10. Outil à dresser les faces. |
| 11. Outil à chambrer. | 12. Outil à aléser. |
| 13. Outil à tarauder. | 14. Outil à aléser et dresser. |

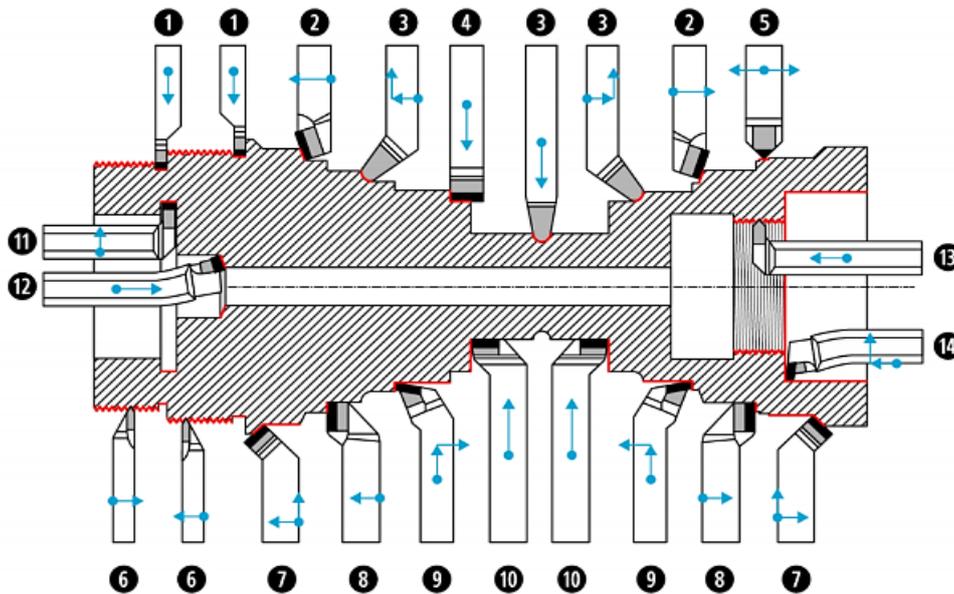


Figure I.3 : Procédés d'usinages en tournage. [12]

I.4.2. Fraisage

Le fraisage se caractérise par la rotation de l'outil et le mouvement de la pièce selon divers axes, permettant la création de formes planes, complexes et tridimensionnelles. [3]

La figure I.4 sert à illustrer les diverses opérations d'usinage pouvant être effectuées sur une fraiseuse :

- | | |
|---|---|
| 1. Surfaçage de face. | 2. Surfaçage de profil. |
| 3. Surfaçage - dressage prédominant profil. | 4. Rainurage 3 tailles. |
| 5. Rainurage 2 tailles. | 6. Surfaçage - dressage prédominant face. |

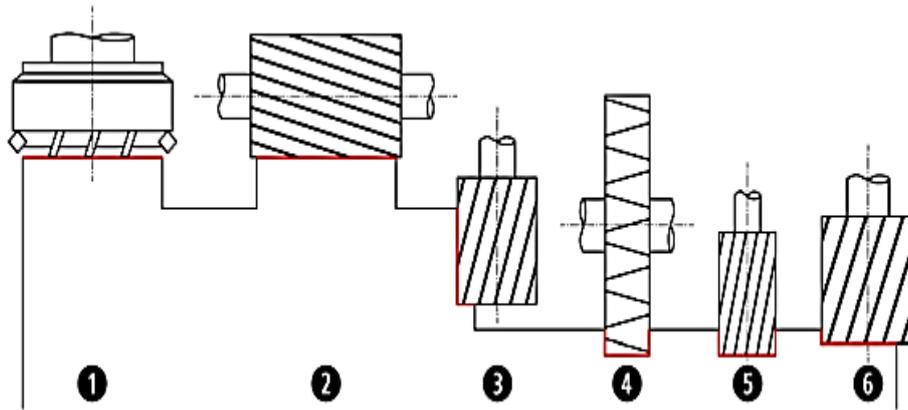


Figure I.4 : Opérations d'usinages en fraisage. [12]

I.4.3. Perçage et alésage

Le perçage est une opération d'usinage par enlèvement de copeaux qui consiste à réaliser un trou cylindrique dans une pièce à l'aide d'un outil de coupe rotatif appelé foret, tandis que l'alésage est une opération d'usinage par enlèvement de copeaux qui consiste à agrandir un trou existant ou à réaliser un trou de précision dans une pièce avec un outil de coupe appelé alésoir.

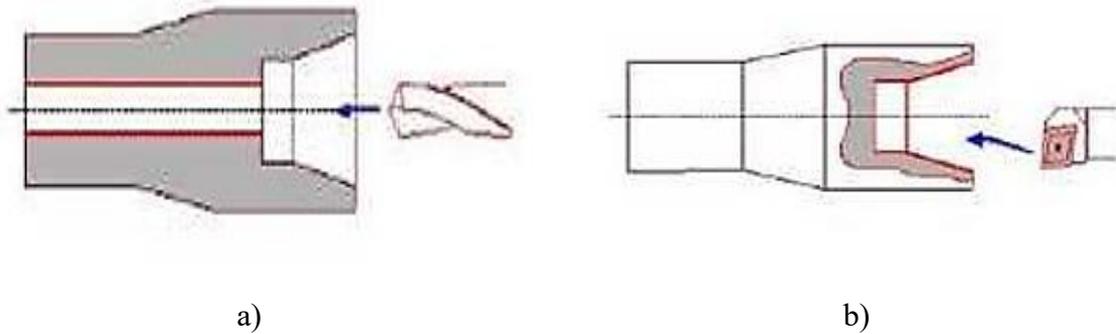


Figure I.5 : Les procédés d'usinage. a) Perçage, b) Alésage. [4]

I.4.4. Mortaisage et brochage

Le mortaisage et le brochage sont des procédés d'usinage par enlèvement de matière. Le mortaisage consiste à réaliser une cavité rectangulaire ou carré dans une pièce sur une machine appelé mortaiseuse, alors que le brochage c'est de réaliser des trous, des rainures ou des formes complexes à l'aide d'une broche.

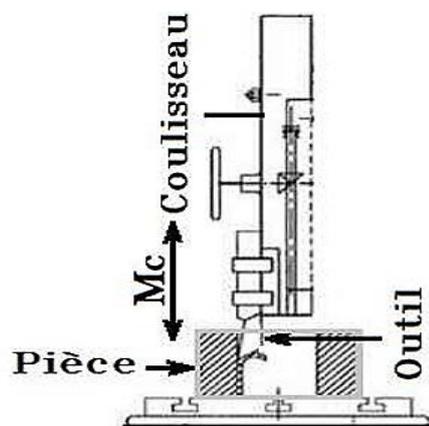


Figure I.6: Mode de génération d'une surface intérieure par mortaisage. [2]

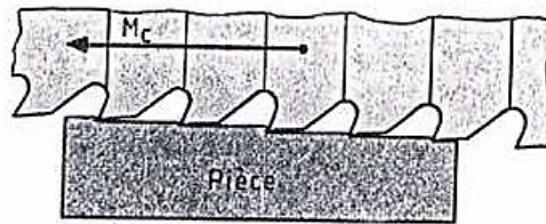


Figure I.7: Mouvement principal de brochage. [2]

I.4.5. Filetage et taraudage

La réalisation d'un filetage consiste à creuser un sillon hélicoïdal de section constante (triangulaire, carrée, trapézoïdale, ronde, etc.) sur une surface. Le taraudage est un procédé d'usinage qui consiste à créer un filetage hélicoïdal interne (pas de vis) dans un trou pré-percé. Il s'effectue à l'aide d'un outil appelé taraud, qui tourne et avance axialement dans le trou. [2]

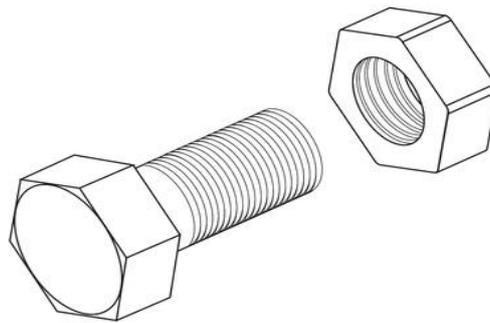


Figure I.8: Vis filetée et écrou taraudé. [7]

I.4.6. Rectification et rodage

La rectification et le rodage sont deux opérations de finition qui permettent d'améliorer la précision et la qualité des surfaces des pièces. La rectification vise à obtenir une surface de haute précision, tandis que le rodage vise à ajuster parfaitement deux surfaces l'une contre l'autre.



Figure I.9: Rectification d'un cylindre. [13]

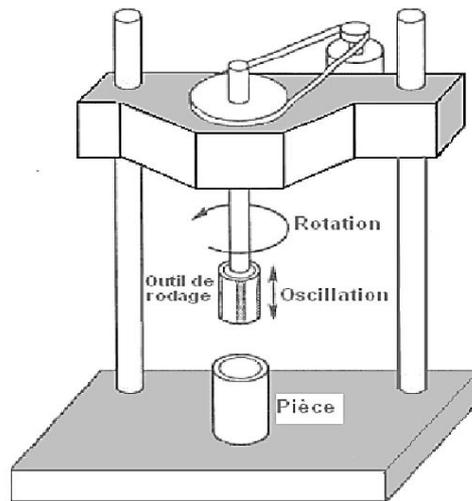


Figure I.10: Schéma du dispositif expérimental du rodage. [21]

I.5. Conditions de coupes

La fabrication d'une pièce par usinage implique la maîtrise des paramètres géométriques :

1. **Vc** : vitesse de coupe (m/min).
2. **N** : vitesse de rotation (tr/min).
3. **Vf** : vitesse d'avance (mm/min).
4. **f** : l'avance par tour (mm/tr).
5. **ap** : profondeur de passe (mm).
6. **Z** : nombre de dents.

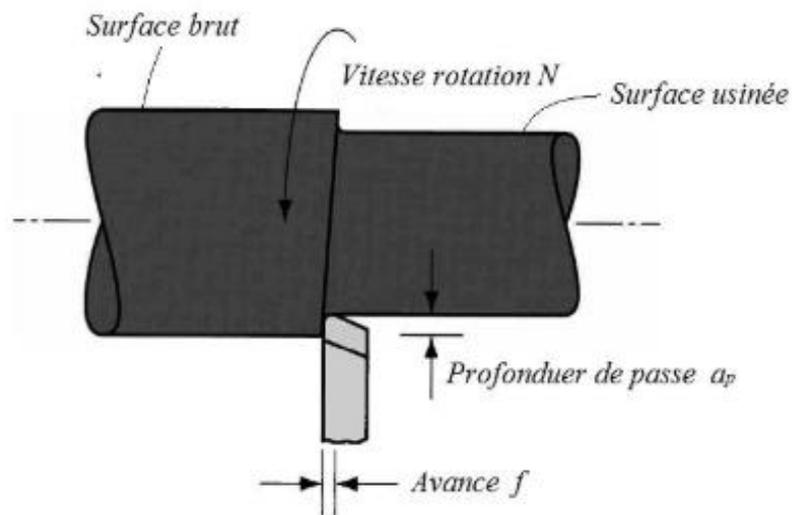


Figure I.11: Conditions de coupe en tournage. [10]

I.5.1. Vitesse de coupe (Vc)

La vitesse de coupe est un concept fondamental en usinage qui relie la vitesse de rotation de la pièce à la distance parcourue par un point sur son périmètre (figure II.12). Sa sélection est essentielle pour optimiser le processus d'usinage en termes de productivité, de qualité et de coût, elle est définie par la formule suivante : [24]

$$N = Vc \cdot 1000 / \pi \cdot d \quad (I.1)$$

d : diamètre de la pièce pour le tournage ou diamètre de la fraise et du foret respectivement pour les opérations de fraisage et de perçage.

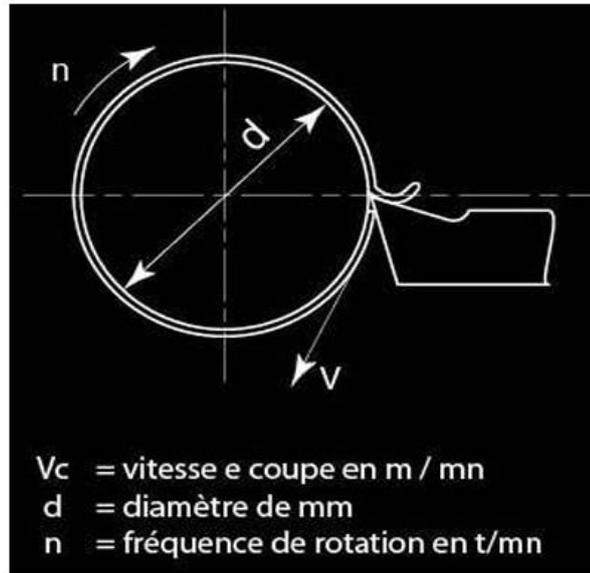


Figure I.12: Vitesse de coupe. [24]

Le choix des vitesses de coupe dépend des facteurs suivants :

- De la matière à usiner.
- De la nature de la matière de l'outil de coupe.
- Du genre d'usinage Ébauche, finition, tournage, filetage, etc.
- De la profondeur de passe.
- De la forme de la pièce et de sa fixation, du serrage de l'outil de coupe.
- Du lubrifiant.
- Du type de machine. [24]

I.5.2. Avance par tour (f)

L'avance est un paramètre clé en usinage qui détermine l'épaisseur du copeau arraché par l'outil à chaque tour de la pièce (figure II.13). Comme pour le choix de la vitesse de coupe, le choix des avances dépend de la matière à usiner, de la profondeur de passe, nature du métal de l'outil de coupe et l'état de surface à obtenir. Son choix est crucial pour optimiser le processus d'usinage en termes de performances et de coûts [24]

La vitesse d'avance est calculée par la formule suivante :

$$V_f = f \cdot N \cdot Z \quad (I.2)$$

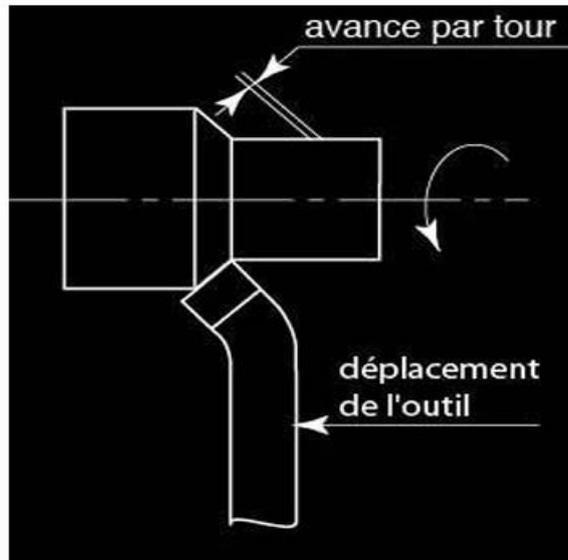


Figure I.13: Avance par tour. [24]

I.5.3. Profondeur de passe (a_p)

La profondeur de passe est définie comme la distance radiale entre la surface brute de la pièce et la surface usinée par l'outil (figure II.14). Elle est exprimée en millimètres (mm). Elle influence le taux d'enlèvement de matière, la durée d'usinage et la qualité de la surface usinée. [25]

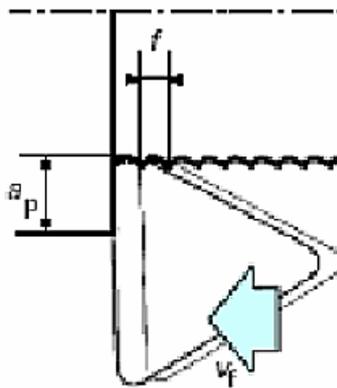


Figure I.14 : Profondeur de passe. [25]

I.6. Les outils de coupe

Les outils coupants constituent des dispositifs mécaniques conçus pour façonner des pièces par arrachement de matière sous forme de copeaux. [11] On distingue plusieurs catégories d'outils, telles que : Aciers rapides supérieurs ARS, Carbures métalliques, Cermets, Céramiques, Nitrure de bore cubique NBC, Diamant.

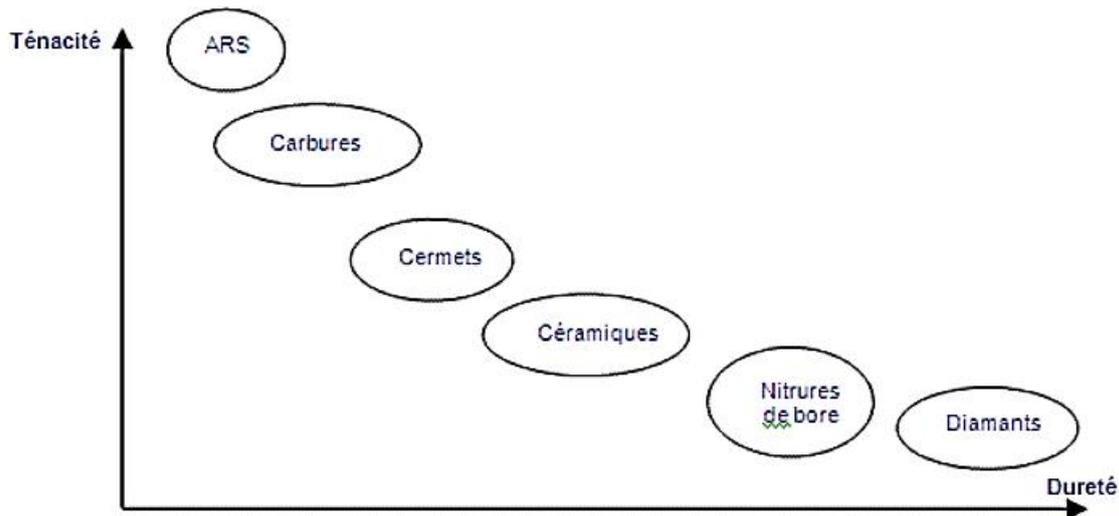


Figure I.15: Disposition des matériaux d'outil selon la ténacité et la dureté. [14]

I.6.1. Acier rapide ARS

Les outils en acier rapide (AR) ou acier rapide supérieur (ARS) sont fabriqués à partir d'un acier faiblement allié ayant subi un traitement thermique spécifique. Leur composition métallurgique varie, mais ils présentent généralement une teneur en carbone comprise entre 0,7 et 1,6 %, en tungstène entre 12 et 20 %, en molybdène entre 3,5 et 10 %, et des traces de vanadium et de cobalt. Ces éléments confèrent à ces outils une dureté élevée, essentielle pour l'usinage des matériaux durs. [15]

I.6.2. Carbures métalliques

Les outils en carbures métalliques sont constitués d'une matrice métallique dure et d'une phase dure, formées par des carbures métalliques tels que le carbure de tungstène (phase α) et des carbures de titane, de tantale ou de niobium (phase γ). Ces carbures sont liés entre eux par un élément métallique, généralement du cobalt (phase β), présent dans une proportion de 8 à 20%. La taille des grains de carbure varie de 0,2 à 1 micromètre. [16]

I.6.3. Cermets

Les outils Cermets constituent une catégorie d'outils de coupe performants offrant une combinaison unique de dureté, de résistance à l'usure et de stabilité thermique, les rendant particulièrement adaptés à l'usinage à grande vitesse et à haute température allant jusqu'à 1000°C de matériaux durs et difficiles à usiner. Leurs duretés sont de l'ordre de 1500 à 2000 HV. [17]

I.6.4. Céramiques

Les outils en céramique constituent une catégorie d'outils de coupe performants offrant une combinaison unique de dureté, de résistance à l'usure et de stabilité thermique, les rendant particulièrement adaptés à l'usinage en coupe continue à grande vitesse de matériaux durs et difficiles à usiner, tout en produisant une excellente qualité de surface. [17]

I.6.5. Nitrure de bore cubique NBC

Le Nitrure de Bore Cubique (NBC) se positionne comme un matériau d'exception pour l'usinage et le meulage des matériaux durs, grâce à sa combinaison unique de dureté extrême, de résistance à l'oxydation à haute température et de propriétés de coupe performantes. [19]

I.6.6. Diamant

Le diamant se distingue comme un abrasif de choix pour les applications exigeant une dureté, une précision et une durabilité exceptionnelles, notamment dans l'usinage de matériaux durs, fragiles ou sensibles à la chaleur. [18]

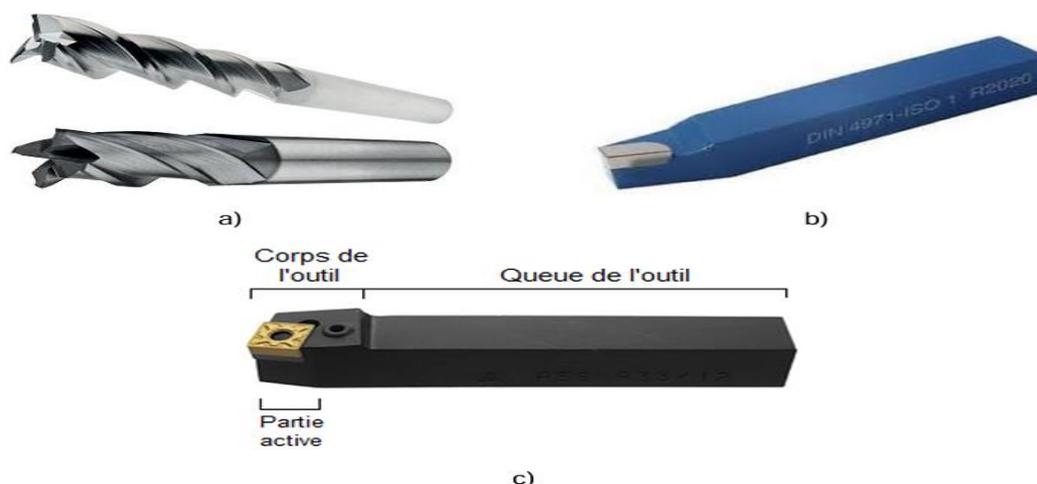


Figure I.16: Présentation des différents types d'outils. a) Fraises monobloc en acier rapide, b) Outils à charioter plaquettes brasées c) Outils à charioter à plaquettes amovibles. [20]

I.7. Conclusion

Le présent chapitre s'est attaché à exposer les principes fondamentaux de l'usinage, en mettant l'accent sur les différentes machines-outils, procédés de fabrication employée dans ce domaine, condition de coupe et les différents outils de coupe.

Chapitre II : Calcul et dimensionnement géométrique de la clé excentrique.

II.1. Introduction

Dans ce chapitre on déterminera les dimensions à donner à la clé après avoir déterminé sa géométrie et les différents efforts qui s'exercent lors du serrage.

II.2. Présentation de la clé excentrique

La clé excentrique proposée permet de serrer des écrous ou des vis de dimensions différentes. Le profil en came du manche est réalisé de façon que la droite AD conserve une direction fixe (30° par rapport au manche), quel que soit l'écrou. Les éléments géométriques de la clé excentrique sont représentés sur la figure II.1. Les paramètres nécessaires à la définition complète de cette géométrie sont :

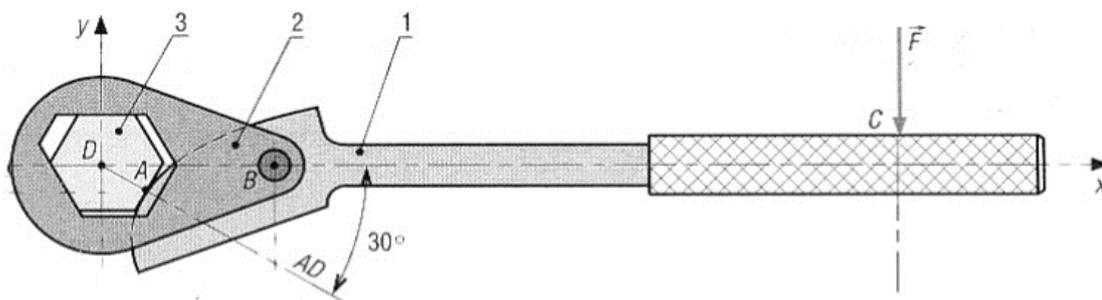


Figure II.1 : Géométrie de la clé excentrique.

- **1** : le manche avec came de la clé.
- **2** : la noix de la clé.
- **3** : l'écrou.
- **D** : le centre de la noix.
- **A** : le point de contact entre la came du manche et l'écrou 3.
- **B** : le point d'assemblage des deux pièces.
- **F** : la force appliquée au point C.

Cette catégorie de clé est spécifiquement conçue pour le serrage et le desserrage des écrous et boulons munis d'une tête hexagonale et carrée d'un diamètre allant de M8 jusqu'à M16.

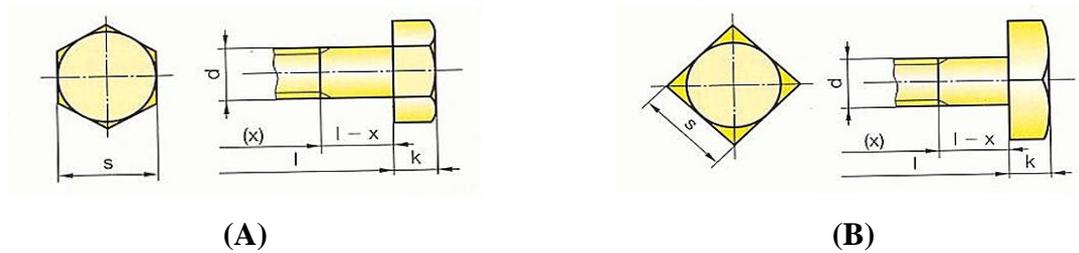


Figure II.2 : (A)Boulon à tête hexagonale, (B)Boulon à tête carrée. [9]

Tableau II.1 : Domaine d'application de la clé excentrique en termes de diamètre des boulons. [9]

d	Pas	s	K
M8	1,25	13	5,3
M10	1,5	16	6,4
M12	1,5	18	7,5
M16	2	24	10

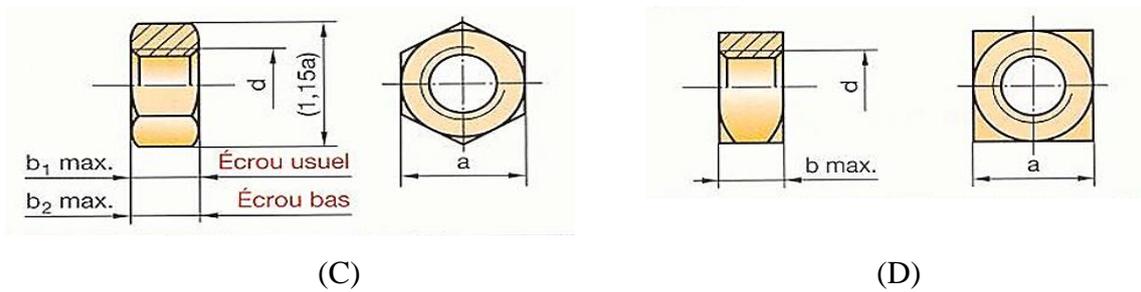


Figure II.3 : (C)Écrou à tête hexagonale, (D)Écrou à tête carrée. [9]

Tableau II.2 : Domaine d'application de la clé excentrique en termes de diamètre des écrous. [9]

d	a	b1	b2
M8	13	6,8	4
M10	16	8,4	5
M12	18	10,8	6
M16	24	14,8	8

II.3. Les calculs dimensionnels

II.3.1. Dimensionnement du manche avec came 1

- **Cas 1** : Calcul des actions exercées en A et B lors du serrage de l'écrou avec $S=24$ mm en tenant compte du frottement au point A entre le profil de la came du manche (1) et l'écrou (3).

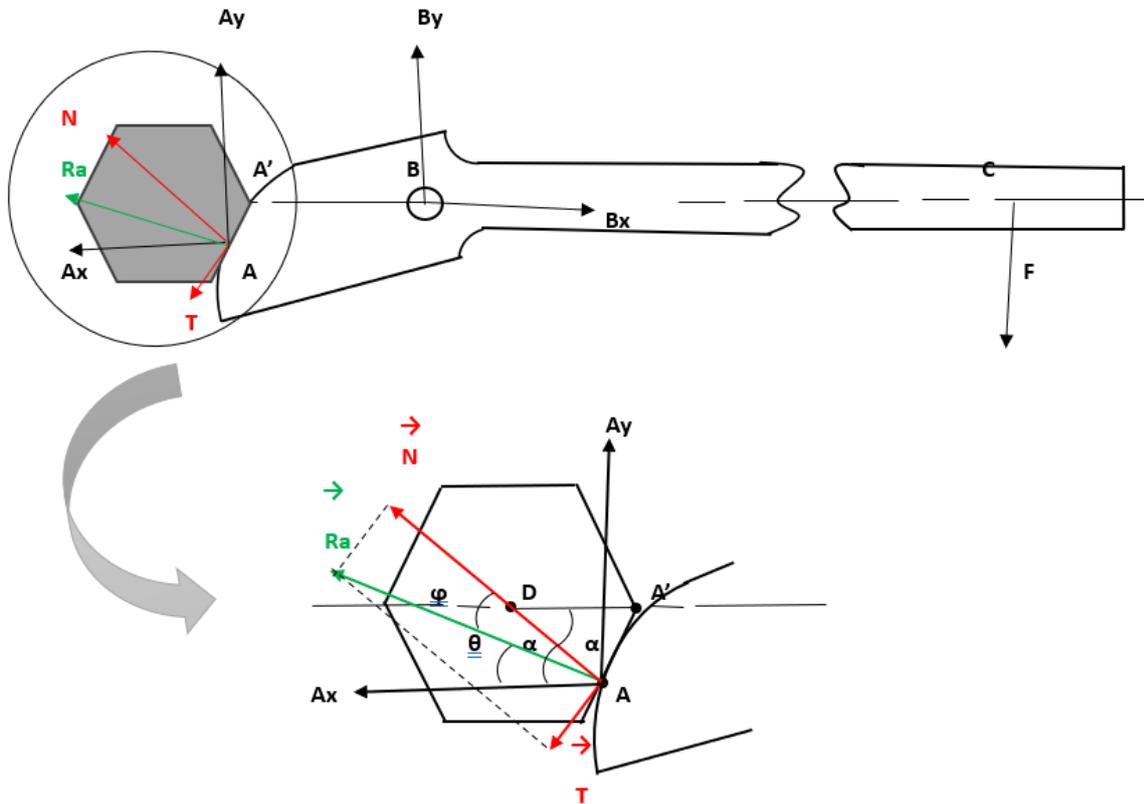


Figure II.4 : Schéma du profil du manche avec l'écrou M16.

- \vec{N} : Réaction normale.
- \vec{T} : Force de frottement.
- \vec{Ra} : Résultante (\vec{N} , \vec{T}).
- φ : Angle du cône de frottement.

Le coefficient de frottement : $\tan \varphi = \frac{T}{N} = 0,15$

$$\varphi = 8,5^\circ$$

La droite AD conserve une direction fixe (30° par rapport au manche (1)), quel que soit l'écrou.

❖ **Données :**

- $F = 10\text{daN}$
- $BC = 145\text{mm}$
- $DB = 25\text{mm}$
- $A'A = 5\text{mm}$
- Le coefficient de frottement en A est $f=0,15$
- $\alpha = 30^\circ$
- $\varphi = 8,53^\circ$

❖ **Matériau :** Acier XC48.

Isolons le manche (1)

$$(1) \overrightarrow{\Sigma_{f/x}} = \vec{0}$$

$$\overrightarrow{B_x} + \overrightarrow{RA_x} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe des X :

$$\sum F/X = B_x - RA_x = 0$$

$$= B_x - RA \cos \theta = 0 ;$$

$$\text{avec } \theta = \alpha - \varphi = 30 - 8,53 = 21,5$$

$$= B_x - RA \cos 21,5^\circ = 0$$

$$\sum F/X = B_x - 0,93 RA = 0$$

Donc : $B_x = RA_x = 0,93 RA$

$$(2) \overrightarrow{\Sigma_{f/y}} = \vec{0}$$

$$\overrightarrow{B_y} + \overrightarrow{RA_y} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe des X :

$$\sum F/Y = B_y + RA_y - F = 0$$

$$= B_y + RA \sin \theta - F = 0 ;$$

$$\text{avec } \theta = \alpha - \varphi = 30 - 8,53 = 21,5$$

$$= B_y + RA \sin 21,5^\circ - F = 0$$

$$\sum F/X = By + 0,37 RA - F = 0$$

$$\text{Donc : } By = F - 0,37 RA$$

Pour qu'il y ait équilibre, la somme des moments par rapport à l'axe de pivotement B soit nulle.

$$(3) \sum \overrightarrow{M_{f/B}} = \vec{0}$$

$$\sum M_{F/B} = (F \cdot BC) - (RA_y \cdot A'B) - (RA_x \cdot A'A) = 0$$

Avec :

$$RA_x = RA \cdot \cos 21,5^\circ = 0,93 RA$$

$$RA_y = RA \cdot \sin 21,5^\circ = 0,37 RA$$

$$\sum M_{F/B} = (F \cdot BC) - (0,37 RA \cdot A'B) - (0,93 RA \cdot A'A) = 0$$

Calcul de A'B :

$$\text{On a : } A'B = 25 - DA'$$

$\tan 30^\circ = A'A/DA' = 5/DA'$; ce qui implique que :

$$DA' = 5 / \tan 30^\circ = 5 / 0,58 = 8,62 \text{ mm}$$

$$\text{Donc : } A'B = 25 - DA' = 25 - 8,62 = 16,4 \text{ mm}$$

(3) s'écrit donc :

$$\sum M_{F/B} = F \cdot BC - 0,37 \cdot RA \cdot 16,4 - 0,93 \cdot RA \cdot 5 = 0$$

$$= F \cdot BC - 6,07 \cdot RA - 4,65 \cdot RA = 0$$

$$\sum M_{F/B} = F \cdot BC - 10,72 RA = 0 \quad \text{soit } RA = (F \cdot BC) / 10,72$$

❖ Application numérique :

$$F = 10 \text{ daN}$$

$$BC = 145 \text{ mm}$$

$$RA = (10 \times 145 / 10,72) = 135,26 \text{ daN}$$

Donc :

$$(1) B_x = R_{Ax} = 0,93 RA = 0,93 \times 135,26 = 125,8 \text{ daN}$$

$$(2) B_y = F - 0,37 RA = 10 - 0,37 \times 135,26 = -40,05 \text{ daN}$$

$$(3) R_{Ay} = RA \sin 21,5^\circ = 135,26 \times 0,37 = 50,05 \text{ daN}$$

❖ Récapitulatif :

$$✓ R_{Ax} = 125,8 \text{ daN}$$

$$✓ R_{Ay} = 50,05 \text{ daN}$$

$$✓ R_{Bx} = 125,8 \text{ daN}$$

$$✓ R_{By} = -40,52 \text{ daN}$$

$$✓ RA = 135,26 \text{ daN}$$

$$\begin{aligned} \text{Soit } RB &= \sqrt{(R_{Bx})^2 + (R_{By})^2} \\ &= \sqrt{125,8^2 + 40,52^2} \end{aligned}$$

$$✓ RB = 132,16 \text{ daN}$$

❖ Calcul du couple de serrage sur l'écrou :

$$C = \text{Force } F \text{ (N)} \times \text{distance } DC \text{ (m)}$$

$$DC = DB + BC$$

$$= 25 + 145 = 170 \text{ mm}$$

$$DC = 0,170 \text{ m}$$

❖ Application numérique :

$$F = 10 \text{ daN} = 100 \text{ N}$$

$$C = 100 \times 0,170$$

$$C = 17 \text{ N.m}$$

- Cas 2 :** Calcul des actions exercées en A et B lors du serrage de l'écrou avec $S=13\text{ mm}$ en tenant compte du frottement au point E entre le profil de la came du manche (1) et l'écrou (3).

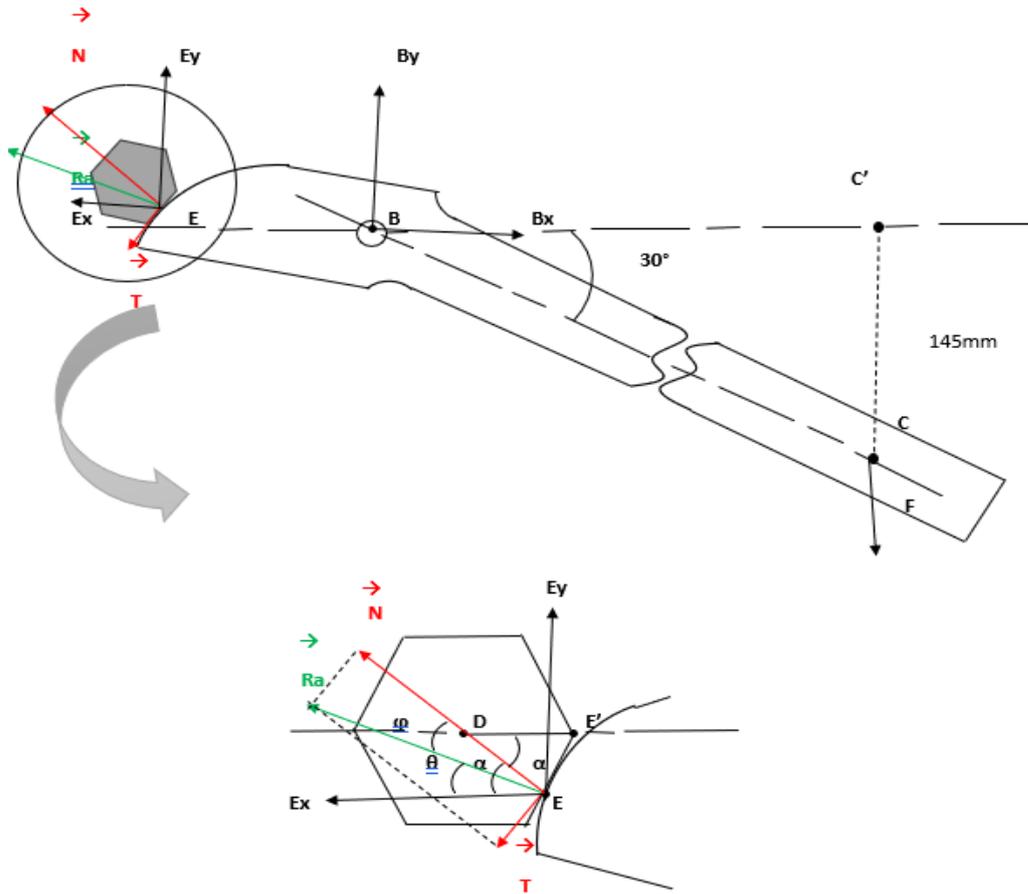


Figure II.5 : Schéma du profil du manche avec l'écrou M8.

$$(1) \vec{\Sigma}_{f/x} = \vec{0}$$

$$\vec{B}_x + \vec{RE}_x = \vec{0}$$

Projection sur l'axe des X :

$$\sum F/X = B_x - RE_x = 0$$

$$= B_x - RE \cos \theta = 0 ;$$

$$\text{avec } \theta = \alpha - \varphi = 30 - 8,53 = 21,5^\circ$$

$$= B_x - RE \cos 21,5^\circ = 0$$

$$\sum F/X = B_x - 0,93 RE = 0$$

Donc : $\mathbf{B_x} = \mathbf{R_{Ex}} = 0,93 \mathbf{RE}$

$$(2) \overrightarrow{\Sigma_{f/y}} = \vec{0}$$

$$\overrightarrow{B_y} + \overrightarrow{RE_y} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe des X :

$$\Sigma F/Y = B_y + RE_y - F = 0$$

$$= B_y + RE \sin \theta - F = 0 ; \quad \text{avec } \theta = \alpha - \varphi = 30 - 8,53 = 21,5$$

$$= B_y + RE \sin 21,5^\circ - F = 0$$

$$\Sigma F/X = B_x + 0,37 RE - F = 0$$

Donc : $\mathbf{B_y} = \mathbf{F} - 0,37 \mathbf{RE}$

Pour qu'il y'ait équilibre, la somme des moments par rapport à l'axe de pivotement B soit nulle.

$$(3) \overrightarrow{\Sigma M_{f/B}} = \vec{0}$$

$$\Sigma M F/B = (F \cdot BC') - (RE_y \cdot E'B) - (RE_x \cdot E'E) = 0$$

Avec :

$$RE_x = RE \cdot \cos 21,5^\circ = 0,93 RE$$

$$RE_y = RE \cdot \sin 21,5^\circ = 0,37 RE$$

$$\Sigma M F/B = (F \cdot BC') - (0,37 RE \cdot E'B) - (0,93 RE \cdot E'E) = 0$$

$$\text{Avec : } BC' = BC \cdot \cos 40^\circ = 145 \times 0,766 = 111,07 \text{ mm}$$

$$\text{Et } EE' = 4 \text{ mm}$$

(3) s'écrit donc :

$$\Sigma M F/B = F \cdot BC' - 0,37 \cdot RE \cdot 31 - 0,93 \cdot RE \cdot 4 = 0$$

$$= F \cdot 111,07 - 11,47 \cdot RE - 3,72 \cdot RE = 0$$

$$\sum M_{F/B} = F \cdot 111,07 - 15,19 RE = 0 \quad \text{soit } RE = (F \cdot 111,07) / 15,19$$

Avec $F = 10 \text{ daN}$

$$RE = 111,07 \times 10 / 15,19$$

$$RE = 73,12 \text{ daN} < RA = 135,26 \text{ daN}$$

$$B_x = R_{ex} = 0,93 RE = 68 \text{ daN}$$

$$R_{ey} = 0,37 RE = 27,05 \text{ daN}$$

$$B_y = F - 0,37 RE$$

$$= 10 - 27,05$$

$$B_y = -17,05 \text{ daN}$$

❖ Conclusion :

Donc le dimensionnement pour que les éléments de la clé excentrique résistent aux efforts de serrage se fera en prenant en considération les valeurs des actions exercées lors du serrage de l'écrou de plus grand diamètre $S=24\text{mm}$.

II.3.2. Calcul du diamètre de l'axe B

La condition de résistance au cisaillement de l'axe B doit satisfaire à :

$$FB/S \leq R_p/s$$

Où :

- **FB** : est l'effort de cisaillement exercé sur l'axe B qui égale à l'effort calculé $RB=132,16\text{daN}$
- **S** : est la section de l'axe B $= \pi \cdot d^2/4$; **d** est le diamètre de l'axe en mm
- **R_p** : est la limite de rupture de l'acier XC48
- **s** : coefficient de sécurité, on prend $s = 3$

Donc : $FB/S \leq R_p/4$ donc la section la section doit être $S \geq 4 \cdot FB/R_p$

❖ Application numérique :

$$FB = RB = 132,16 \text{ daN}$$

$$R_p \text{ de XC48} = 75 \text{ daN/mm}^2$$

$$S \geq 3 \times 132,16 / 75 = 5,3 \text{ mm}^2$$

$$S \geq 3,14 \times d^2/4$$

$$\text{Soit : } d \geq \sqrt{(3.S / 3,14)}$$

$$d \geq 2,25 \text{ mm}$$

Pour des raisons de sécurité on prend un diamètre normalisé **d = 5mm**.

II.3.3. Calcul de l'épaisseur de la came

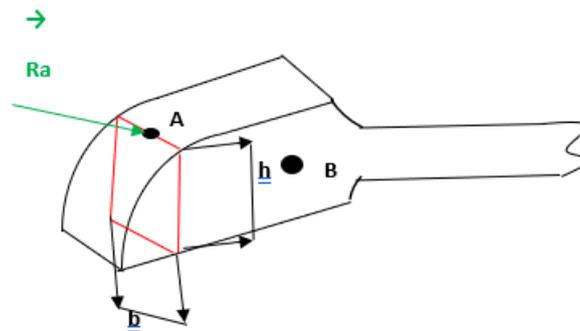


Figure II.6 : Schéma pour une section rectangulaire de dimension b et h.

L'équation de la condition de résistance à la flexion est :

$$M_f / (I_{\alpha, \beta} / v) \leq R_e$$

On peut réécrire l'équation comme suit :

$$(I_{\alpha, \beta} / v) \geq M_f / R_e$$

Où :

- **Mf** : est la distance maximale entre la fibre neutre et la fibre la plus éloignée de la came.
- **(I $_{\alpha, \beta}$ / v)** : est le moment d'inertie de la section transversale de la came.
- **Re** : est la limite d'élasticité.

Exprimer le moment d'inertie ($I_{\alpha, \beta / v}$) en fonction de la largeur (b) et de la hauteur (h) :

Le moment d'inertie d'un rectangle plein est donné par la formule (voir la figure ci-dessus) :

$$(I_{\alpha, \beta / v}) = ((b \cdot h^3) / 12) / (h/2)$$

$$(I_{\alpha, \beta / v}) = (b \cdot h^2) / 6$$

En remplaçant ($I_{\alpha, \beta / v}$) par son expression dans l'équation de la condition de résistance à la flexion, on obtient :

$$(b \cdot h^2) / 6 \geq M_f / R_e$$

En isolant b dans cette équation, on obtient :

$$b \geq (6 \cdot M_f) / (h^2 \cdot R_e)$$

❖ Application numérique :

$$b \geq (6 \times 135,26 \times 200) / (25^2 \times 70)$$

$$b \geq 3,7 \text{ mm}$$

Pour des raisons de sécurité on prend un diamètre normalisé **b=7mm**.

II.3.4. Calcul du diamètre du manche

L'équation de la condition de résistance à la flexion est :

$$M_f / (I_{\alpha, \beta / v}) \leq R_e$$

On peut réécrire l'équation comme suit :

$$(I_{\alpha, \beta / v}) \geq M_f / R_e$$

Où :

- **M_f** : est la distance maximale entre la fibre neutre et la fibre la plus éloignée de la came.
- **(I_{α, β / v})** : est le moment d'inertie de la section transversale de la came.
- **R_e** : est la limite d'élasticité.

Exprimer le moment d'inertie ($I_{\alpha, \beta / v}$) en fonction du diamètre (d)

Le moment d'inertie d'une barre pleine circulaire est donné par la formule :

$$(I_{\alpha, \beta / v}) = ((\pi \cdot d^4) / 64) / (d/2)$$

$$(I_{\alpha, \beta / v}) = (\pi \cdot d^3) / 32$$

En remplaçant ($I_{\alpha, \beta / v}$) par son expression dans l'équation de la condition de résistance à la flexion, on obtient :

$$(\pi \cdot d^3) / 32 \geq M_f / R_e$$

En isolant d dans cette équation, on obtient :

$$d^3 \geq (32 \times M_f) / (\pi \cdot R_e)$$

$$d \geq \sqrt[3]{(32 \times M_f) / (\pi \cdot R_e)}$$

❖ **Application numérique :**

$$d \geq \sqrt[3]{(32 \times 20000) / (\pi \cdot 70)}$$

$$d \geq 6,62 \text{ mm}$$

Pour des raisons de sécurité on prend un diamètre normalisé **$d=15\text{mm}$** .

II.3.5. Dimensionnement de la noix 2

Le profil de la pièce (2), pour serrer des écrous ou boulons de diamètre allant jusqu'à M16 soit $s = 24\text{mm}$.

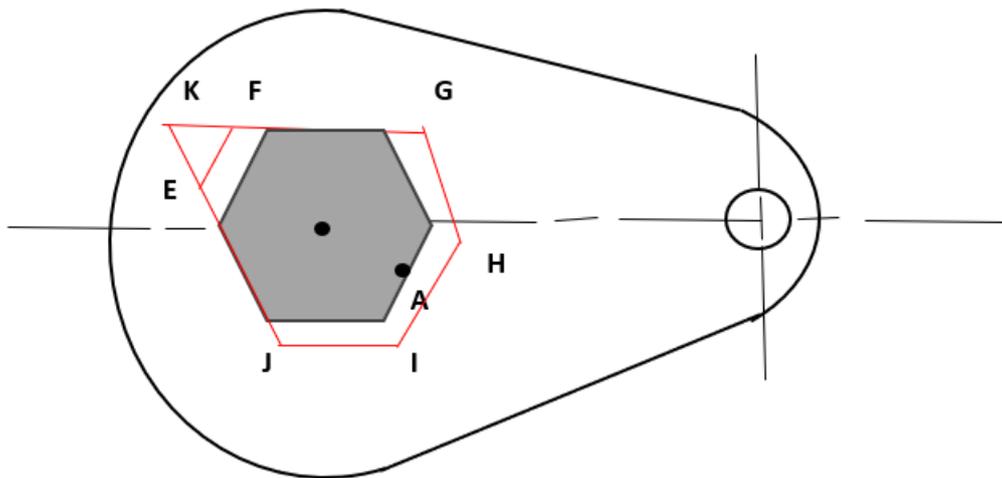


Figure II.7 : Schéma du profil de la noix de la clé.

❖ Angles :

- $\widehat{EKF} = 60^\circ$
- $\widehat{EFG} = 120^\circ$
- $\widehat{FGH} = 120^\circ$
- $\widehat{GHI} = 120^\circ$
- $\widehat{HIJ} = 120^\circ$
- $\widehat{IJE} = 120^\circ$
- $\widehat{JEF} = 120^\circ$

❖ Segments :

- $\overline{FG} = 20\text{mm}$
- $\overline{GH} = 14\text{mm}$
- $\overline{HI} = 14\text{mm}$
- $\overline{IJ} = 14\text{mm}$
- $\overline{JE} = 20\text{mm}$

Calcul de la cote EF de l'hexagone :

EKF est un triangle équilatéral,

$$\widehat{EKF} = 60^\circ.$$

Exemple : pour boulon M8 soit S=

13mm

$$KM = S/2 = 13/2$$

$$KM = 6,5\text{mm}$$

$$KF^2 = FM^2 + KM^2$$

❖ **Application numérique :**

$$a^2 = (a/2)^2 + (6,5)^2$$

$$a^2 - (a^2/4) = (6,5)^2$$

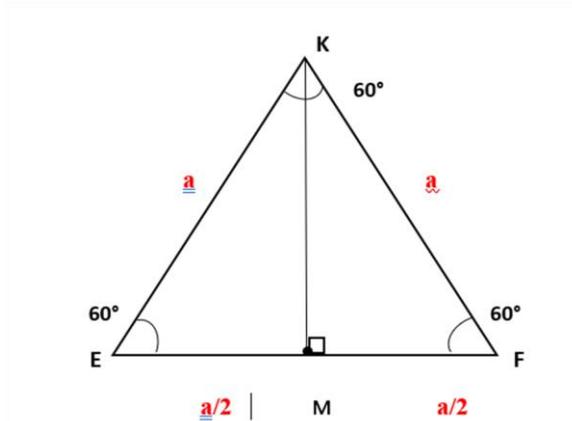
$$3a^2/4 = 42,25$$

$$a^2 = (42,25 \times 4)/3$$

$$a = \sqrt{(42,25 \times 4)/3}$$

$$a = 7,5\text{mm}$$

$$\text{Donc } a = EF = 7,5\text{mm}$$



II.4. Conclusion

Ce chapitre a pour objectif de déterminer les dimensions des deux composants de la clé afin de garantir leur résistance aux différentes sollicitations auxquelles elles sont exposées.

Chapitre III : Simulation sur SolidWorks.

III.1. Introduction

Ce chapitre constitue une composante clé de la présente étude, en ce qu'il s'attache à valoriser les calculs effectués. En effet, ces derniers permettent d'aboutir à une précision accrue du produit dans un délai réduit. Cette avancée technique démontre la pertinence indéniable des logiciels de CAO dans le domaine de la conception de produits.

III.2. La modélisation géométrique

La modélisation géométrique des deux composantes de la clé excentrique avec le logiciel SolidWorks passe par 3 étapes :

- Création des pièces en model 2D (2 dimensions).
- Création des pièces en model 3D (3 dimensions).
- Assemblage des pièces.

III.3. Description géométrique des pièces

- **Le manche avec came**

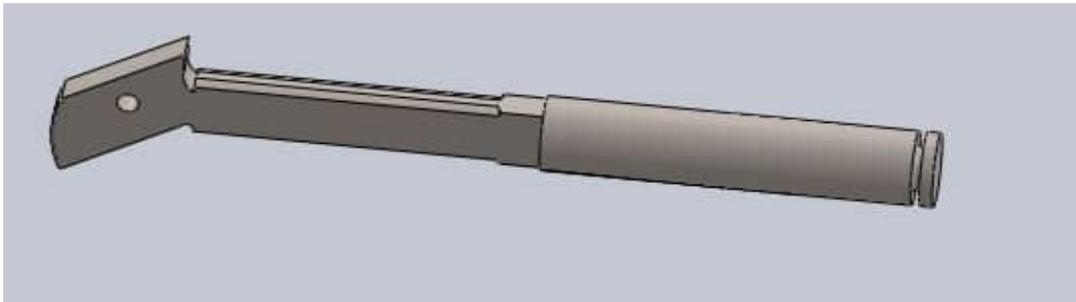


Figure III.1 : Modèle CAO du manche avec came.

- **La noix**

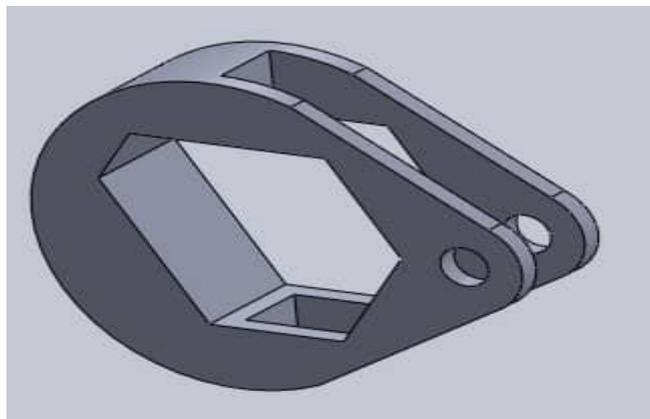


Figure III.2 : Modèle CAO de la noix.

III.4. La modélisation numérique

Dans le cadre de notre étude, nous avons recours à la méthode des éléments finis (MEF) afin d'analyser le comportement des pièces soumises à des sollicitations. Pour mener à bien cette analyse, nous avons opté pour l'utilisation du logiciel de simulation numérique SolidWorks.

III.4.1. Etude de la résistance de la clé excentrique a la flexion

III.4.1.1. Pour le manche

➤ **Les forces appliquées :**

Les chargements appliqués sur le bras du manche sont montrés par la figure suivante :

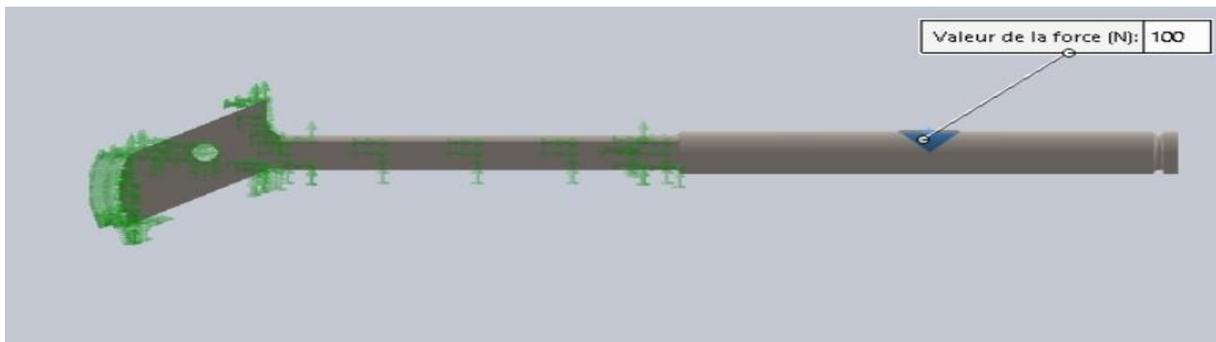


Figure III.3 : Chargements appliqués sur le bras du manche.

Dans cette configuration, un bras supporte une charge totale de 100 N. Les points de fixation à l'avant représentent les points d'application de la réaction de l'écrou.

- ✓ Flèches vertes : Représente les points de fixation géométrique (la réaction de l'écrou).
- ✓ Flèche bleu : Représente une masse de 100 N.

➤ **Les résultats :**

- **Contrainte Von Mises.**

SolidWorks permet le calcul et la visualisation des contraintes de Von Mises et de leur répartition le long du bras par la méthode des éléments finis. Cette étape vise à évaluer la résistance et le comportement mécanique du bras sous les charges appliquées, en tenant compte des conditions aux limites d'encastrement et d'appui simple. Pour ce faire, la contrainte

maximale de Von Mises obtenue par simulation numérique est comparée à la contrainte admissible, définie comme la limite élastique du matériau du bras, défini comme suit :

$$\sigma_{ad} = \frac{Re}{s} = \frac{350}{3} = 116.7 \text{ MPa}$$

Avec :

- ✓ Re : limite d'élasticité de l'acier XC48.
- ✓ S : coefficient de sécurité en prend s=3.

La figure suivante montre les résultats de visualisation de la contrainte Von Mises :

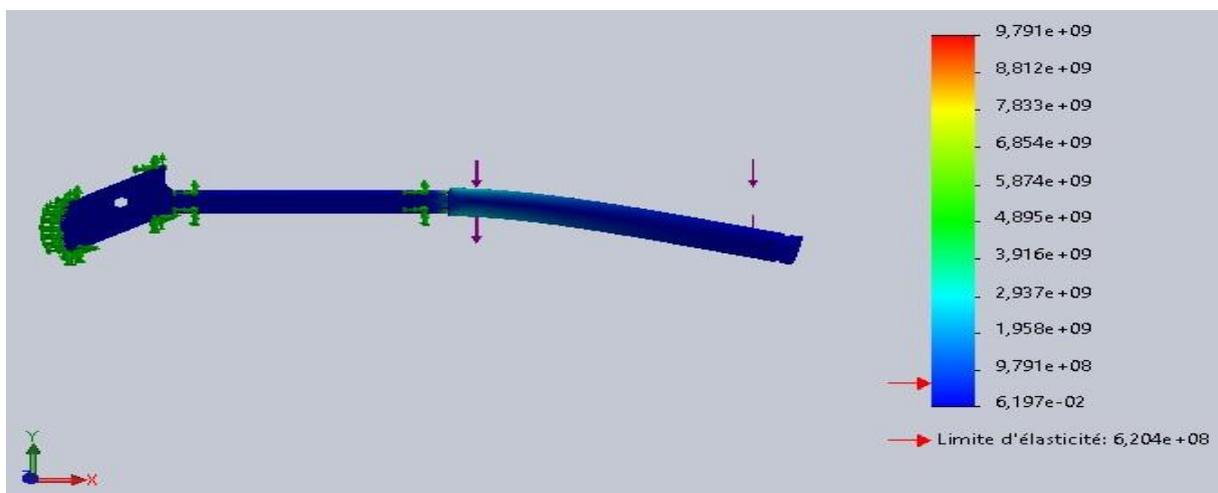


Figure III.4 : Contrainte Von Mises sur SolidWorks.

Le logiciel de simulation nous donne un résultat de la valeur de la contrainte de flexion de

$$\sigma_{max} = 97.91 \text{ MPa} < \sigma_{ad} = 116.7 \text{ MPa}.$$

L'analyse des résultats révèle que la contrainte de Von Mises maximale obtenue est de 97.91 MPa, inférieure à la contrainte admissible de 116.7 MPa du matériau XC48 utilisé pour la fabrication du bras de clé. Cette observation confirme que le bras présente des propriétés mécaniques satisfaisantes en termes de résistance à la flexion, avec un facteur de sécurité de 3.

- **Le déplacement total.**

La figure suivante nous montre les résultats de visualisation de déplacement total :

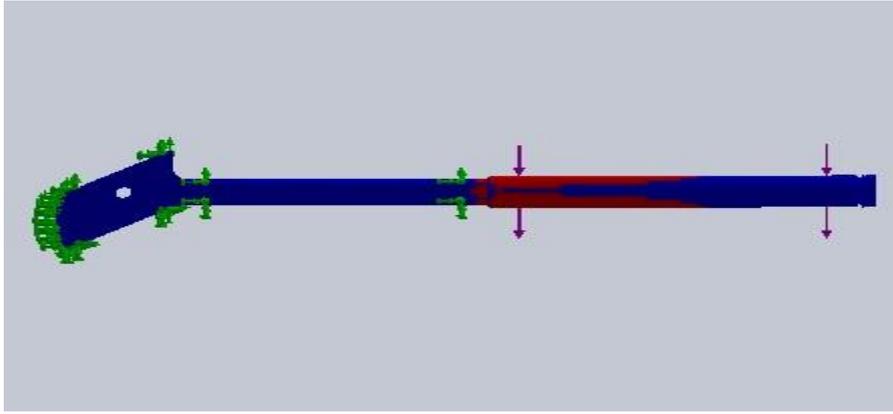


Figure III.5 : Déplacement total.

Le logiciel de simulation SolidWorks nous donne :

Déplacement = 0.2 mm.

➤ **Conclusion.**

L'analyse des contraintes de Von Mises confirme la capacité de la structure du bras à résister aux sollicitations appliquées. Cette validation atteste de la rigidité structurelle et de la fonctionnalité sécurisée du bras.

III.4.1.2. Pour la came

➤ **Les forces appliquées :**

Les simulations préliminaires ont révélé que les contraintes maximales surviennent lors de la sollicitation en flexion du bras de la clé. Par conséquent, une analyse approfondie sera menée afin de déterminer les valeurs de ces contraintes lorsque la came est soumise à ces efforts.

Les chargements appliqués sur la came du manche sont montrés par la figure suivante :

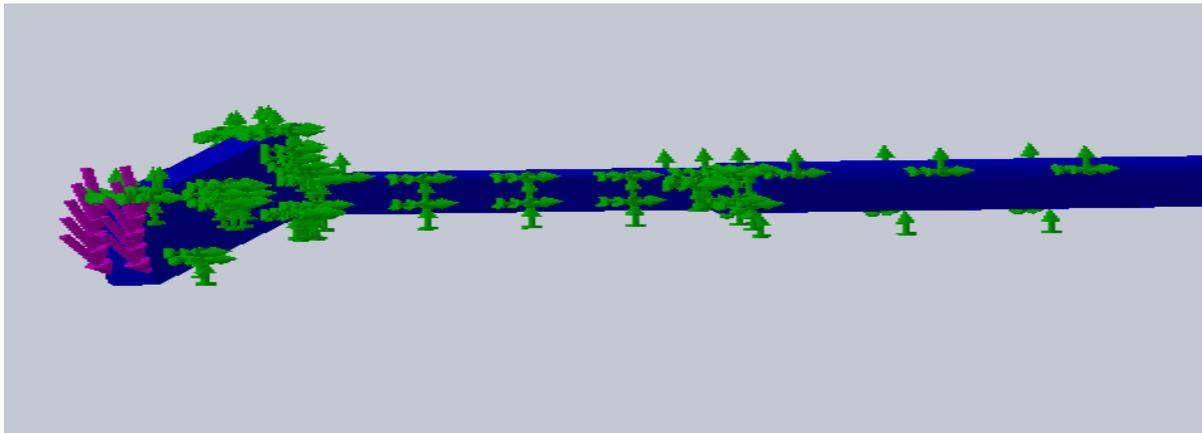


Figure III.6 : Chargements maximales appliqués sur la came.

Cette configuration représente la came chargée avec un poids totale de 1353 N.

- ✓ Flèche verte : Représente les points de fixation géométrique.
- ✓ Flèches mauves : Représente une masse de 1353 N.

➤ **Les résultats :**

- **Contrainte Von Mises.**

SolidWorks offre la possibilité d'effectuer une analyse par éléments finis afin de calculer et visualiser les distributions des contraintes de Von Mises sur la came du manche.

La figure suivante montre les résultats de visualisation de la contrainte de Von Mises :

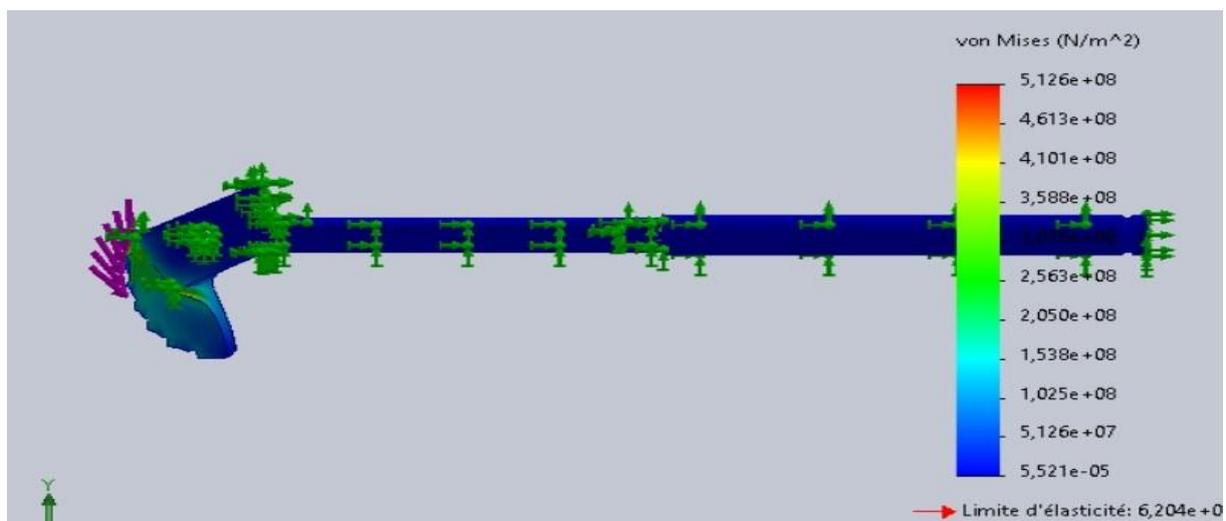


Figure III.7 : Contrainte Von Mises de chargement maximal sur SolidWorks.

Le logiciel de simulation nous donne un résultat de la valeur de la contrainte de Von Mises :

$$\sigma_{\max} = 18,493 \times 10^3 \text{ MPa.}$$

- **Le déplacement total.**

La figure suivante nous montre les résultats de visualisation de déplacement total :

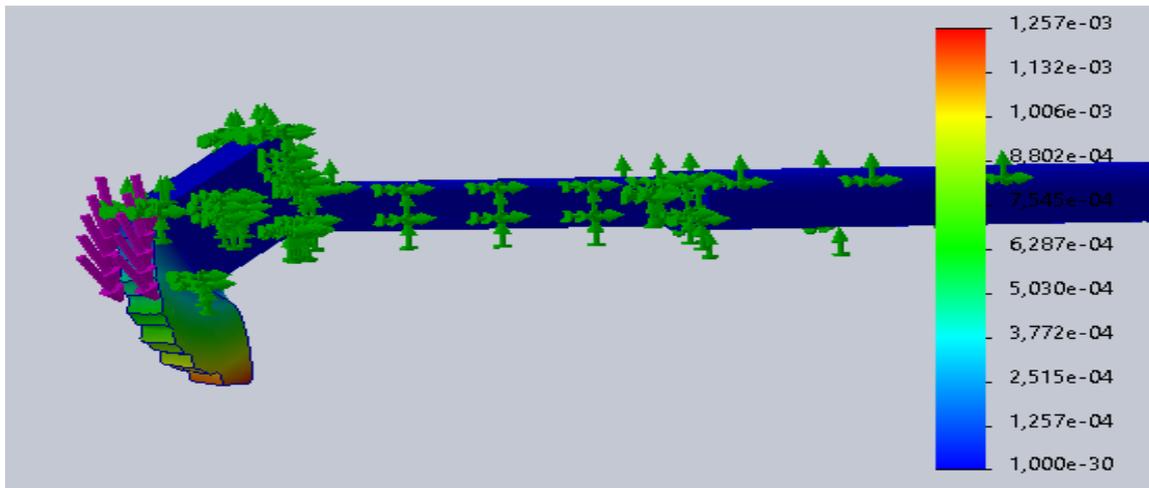


Figure III.8 : Déplacement total de la came sous chargements maximales.

Le logiciel de simulation SolidWorks nous donne :

$$\text{Déplacement} = 0.063 \text{ mm.}$$

➤ **Conclusion.**

L'analyse approfondie de la structure du manche avec came, menée à l'aide d'outils d'analyse par éléments finis et de simulations numériques rigoureuses, a permis de conclure que la conception actuelle présente une rigidité suffisante pour résister aux sollicitations appliquées sans risque de déformation excessive ou de déplacement indésirable.

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre on s'est concentré sur la validation de la robustesse (solidité) de la conception de la clé excentrique, une validation croisée méticuleuse a été effectuée en comparant les résultats obtenus par des calculs de Résistance des Matériaux (RDM) à ceux obtenus par le logiciel de simulation numérique SolidWorks Simulation.

Chapitre IV : Equipements et outillages utilisés.

IV.1. Introduction

Dans cette section, une exploration détaillée est entreprise sur les équipements de travail, les outils de coupe, et les matériaux utilisés dans l'étude.

IV.2. Equipements et préparation de la fabrication de la clé

La mise en œuvre de la fabrication de la clé exige une préparation méticuleuse des équipements, des outils de coupe et de la matière.

IV.2.1. Machine-outil



Figure IV.1 : Tour conventionnel Cazeneuve HB500/1500.

IV.2.1.1. Caractéristiques techniques du tour Cazeneuve HB500/1500 :

- Distance entre pointes (mm) : 1500.
- Hauteur des pointes (mm) : 250.
- Diamètre de passage maxi sur le banc (mm) : 500.
- Diamètre de passage maxi sur la coulisse transversale (mm) : 240.
- Diamètre de passage maxi dans le rompu (mm) : 650.
- Diamètre de passage maxi dans la broche (alésage de broche) (mm) : 41.
- Course maxi de la coulisse transversale (mm) : 280.
- Largeur de la coulisse transversale (mm) : 120.
- Course maxi du fourreau de contre pointe (mm) : 150.
- Diamètre du fourreau de la contre pointe (mm) : 70.
- Largeur du banc (mm) : 400.

- Course du petit chariot (mm) : 400.
- Largeur du petit chariot (mm) : 90.
- Vitesse de broche (tr/min) : 25 à 2000.
- Nombre de vitesse : 18.
- Mandrin 3 mors : manuel.
- Poids (kg) : 2000.



Figure IV.2 : Fraiseuse conventionnel almo 1.5.

IV.2.1.2. Caractéristiques techniques de la fraiseuse conventionnel almo 1.5 :

- **Table** : longueur (mm) 1000 ;
 - largeur (mm) 250.
- **Course manuelle** : longitudinale (mm) 740 ;
 - transversal (mm) 260 ;
 - vertical (mm) 380.
- **Course automatique** : longitudinale (mm) 710 ;
 - transversal (mm) 230 ;
 - vertical (mm) 360 ;
- **Avance** : nombre 18 ;
 - progression 1.25 ;

- longitudinale (mm/min) 16 – 800 ;
 - transversal (mm/min) 16 – 800 ;
 - vertical (mm/min) 6.3 – 315
 - rapide (mm/min) 2000 ;
 - moteur (kW) 1.1.
- **Bronche** : vitesse de rotation (tr/min) 45/2000 ;
- moteur (kW) 3.
- **Poids (Kg)** : 1900.



IV.2.1.3. Figure IV.3 : Mortaiseuse verticale.

IV.2.1.3. Caractéristiques techniques de la mortaiseuse :

- Course (mm) : 150.
- Mouvements : longitudinal ; transversal ; rotatif.
- Poids (kg) : 2700.

IV.2.2. Les différents outils de coupe utilisés

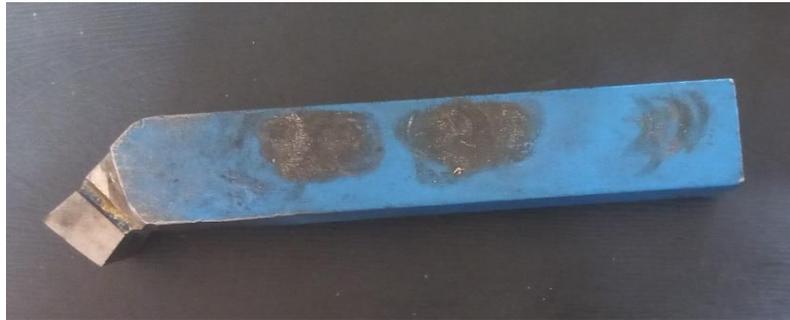


Figure IV.4 : Outil à dresser.



Figure IV.5 : Outil à charioter à plaquette en carbure.



Figure IV.6 : Outil de moletage en acier double molette et dents obliques.



Figure IV.7 : Alésoir.

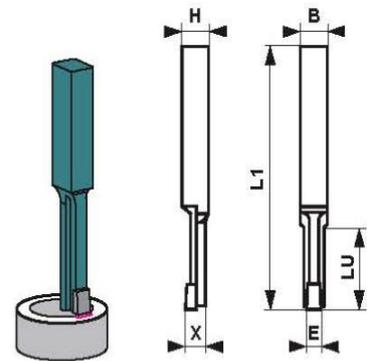


Figure IV.8 : Outil à mortaiser.



Figure IV.9 : Fraise scie.

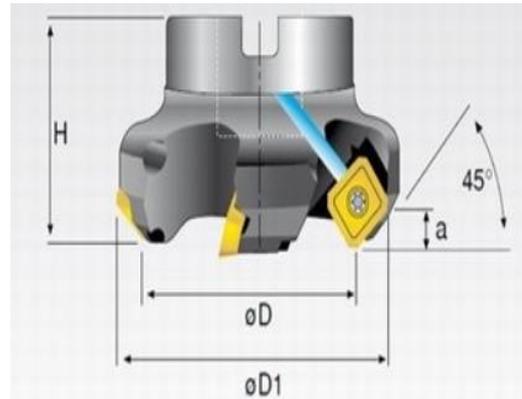


Figure IV.10 : Fraise à surfacer.



Figure IV.11 : Fraise type « taille 2 ».



Figure IV.12 : Foret de perçage $\varnothing 5\text{mm}$.

IV.2.3. Sélection du matériau pour l'usinage mécanique

La fabrication de clés requiert généralement l'emploi d'aciers forgés ou chrome vanadium, réputés pour leur résistance et leur durabilité exceptionnelles. Cependant, l'indisponibilité de ce matériau nous a contraint à explorer d'autres. L'acier XC48 est une alternative viable au chrome vanadium pour la fabrication de clés dans le cadre du projet de fin d'études, offrant un compromis acceptable entre les propriétés mécaniques et la disponibilité.

L'acier XC48 constitue un choix pour les applications nécessitant un acier économique, facile à usiner et présentant de bonnes propriétés mécaniques équilibrées. Sa polyvalence le rend adapté à une large gamme d'applications dans les domaines de la construction mécanique, de la fabrication d'outils et de la production de biens de consommation. [1]

Sa composition chimique est présentée dans le tableau IV.1 :

Tableau IV.1: composition chimique de la nuance XC48. [22]

Eléments	C	Mn	Si	Mo	P	S	Ni	Cr	Cu	Al
Pourcentage (%) en poids	0,51	0,59	0,20	0,024	0,017	0,019	0,034	0,32	0,011	0,015

Ses propriétés mécaniques sont résumées dans le tableau suivant (tableau IV.2) :

Tableau IV.2: propriétés mécaniques de la nuance XC48. [23]

Nuance de l'acier	Température (°C)		Dureté HV (0,5)		Caractéristiques de traction			Module de Young (MPa)	Densité (g/cm ³)
	Trempe	Revenu	Avant trempe	Après trempe	Rm (MPa)	Re (MPa)	A (%)		
XC48	800-850	500-650	210 à 230	260	600-750	350-450	15 à 20	205000	7,85

L'analyse comparative des résultats de l'essai de dureté mené dans le hall technologique et des données de référence met en évidence les observations suivantes :

Tableau IV.3: résultats de l'essai de dureté effectué au niveau du hall technologique.

Nuance de l'acier	Dureté HV (0,5) x50					
	Avant trempe			Après trempe		
XC48	Essai°1	Essai°2	Essai°3	Essai°1	Essai°2	Essai°3
	267	268	258	308	294	314
Moyenne	264,33			305,33		

IV.3. Conclusion

L'objectif de ce chapitre est d'identifier les équipements employés dans la production de la clé visant ainsi à optimiser les opérations pour les fabricants.

Chapitre V : Processus d'usinage de la clé excentrique.

V.1. Introduction

Ce chapitre présente la séquence d'opérations d'usinage détaillée requise pour la fabrication de la clé excentrique, en s'appuyant sur l'utilisation d'un tour, une mortaiseuse et d'une fraiseuse à 3 axes. L'objectif est de fournir une gamme d'usinage claire et précise à l'atelier d'usinage afin de garantir une réalisation conforme aux spécifications définies dans cette étude.

V.2. Opération d'usinage

La clé excentrique, illustrée sur la figure ci-dessous, se compose de deux éléments distincts un manche ergonomique assurant une prise en main confortable et une noix à forme excentrique permettant d'appliquer une force de rotation décentrée.

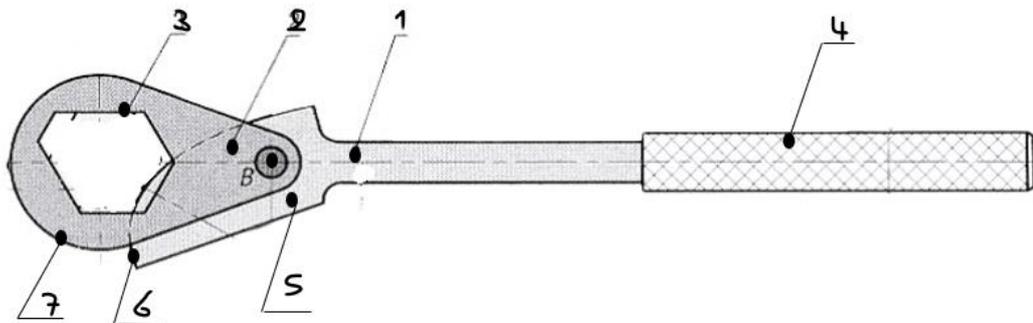


Figure V.1 : Dessin d'ensemble de la clé excentrique.

V.3. Phases d'usinage

V.3.1. Le manchon avec came

1. Initialement, sur un tour, une pièce brute cylindrique de matériau XC48 de diamètre $D=50\text{mm}$ et de longueur $L=250\text{mm}$, est préparée en vue d'un processus d'usinage. Une attention particulière est accordée à la fixation précise de l'outil et de cette pièce dans le mandrin, nécessitant l'usage adéquat d'une cale pour assurer son excentricité. Les paramètres de coupe essentiels, notamment la vitesse de coupe, l'avance et la profondeur de passe, sont sélectionnés conformément aux recommandations énoncées dans un tableau dédié. En conséquence, la vitesse de rotation de la pièce ainsi que l'avance de l'outil sont calculées en accord avec ces paramètres. Le processus de chariotage (1) est

alors entamé dans le but précis d'atteindre un diamètre de 18mm sur une longueur de 170mm. La figure ci-dessous présente une comparaison avant et après du manche.

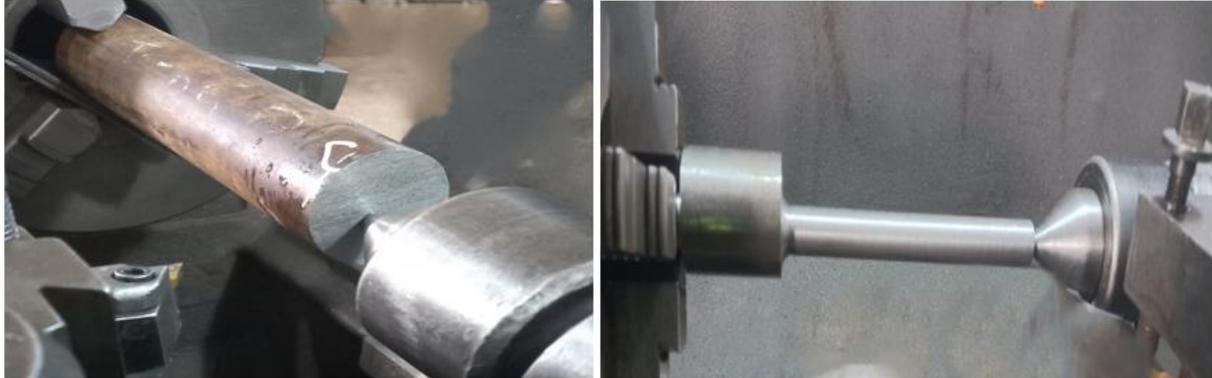


Figure V.2 : Comparaison avant et après du manche avec came.

Au terme de l'étape précédente, l'outil est remplacé par l'outil de moletage (figure IV.6) afin de procéder à la phase suivante (4). Cette dernière consiste en la réalisation d'un moletage sur une longueur de 100 mm. La figure suivante représente l'opération du moletage.

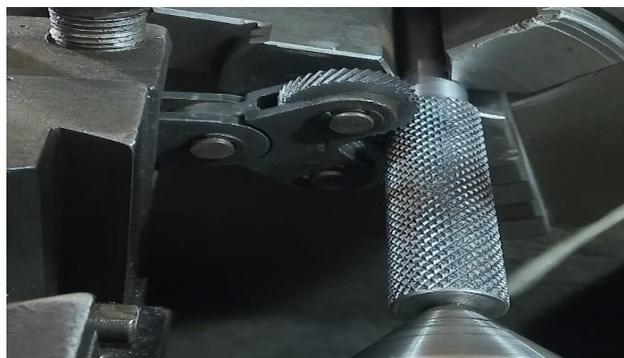


Figure V.3 : L'opération du moletage.

2. Dans le cadre d'un processus d'usinage sur une fraiseuse à trois axes, la pièce à usiner est fermement fixée sur l'étau à l'aide d'un moyen de bridage approprié comme la montre la figure ci-dessous. L'opération de surfacage (5) débute ensuite par l'utilisation d'une fraise à surfacer (figure IV.10) afin d'obtenir un méplat d'épaisseur de 7 mm.



Figure V.4 : L'opération de surfacage.

Une fois cette épaisseur atteinte, un outil de type "taille 2" (figure IV.11) est employé pour réaliser un arrondi de rayon 5 mm sur la pièce. Cette séquence d'étapes permet de façonner la surface de la pièce avec précision et selon les dimensions requises. La figure ci-dessous représente la réalisation de l'arrondi.



Figure V.5 : La réalisation de l'arrondi.

3. La première étape de cette opération consiste à réaliser un trou central à l'aide d'un foret de centrage. Cette étape permet de garantir un perçage précis et perpendiculaire à la surface de la pièce. Ensuite, comme le montre la figure suivante, un foret de 5 mm de diamètre (figure IV.12) est utilisé pour effectuer le perçage (B).



Figure V. 6 : L'opération du perçage.

4. La pièce est tout d'abord fixée solidement sur le plateau de travail par la surface plat comme le montre la figure ci-dessous. Cette étape garantit la stabilité de la pièce pendant l'usinage et permet d'obtenir une finition précise. Ensuite, la broche de la fraiseuse est orientée à un angle de 30 degrés. Cet angle d'inclinaison permet d'accéder à la surface de la pièce de manière optimale. Enfin, la surface de la pièce est usinée sur une longueur de 30 mm. Cette opération est réalisée à l'aide d'une fraise à surfer.



Figure V.7 : La réalisation des contours de la came.

5. Sur la rectifieuse, en tenant compte des diamètres des écrous et boulons qui seront utilisés ultérieurement, la meule de la rectifieuse est ensuite amenée en contact avec la surface de la pièce et la came (6) est usinée avec précision. Cette opération permet de créer une forme arrondie à l'extrémité de la pièce, en tenant compte des contraintes dimensionnelles imposées par les éléments de fixation. La figure suivante représente la forme finale du manchon.



Figure V.8 : La forme finale du manchon.

V.3.2. La noix

1. La fabrication de la noix de la clé débute par la sélection d'un brut de 50 mm de diamètre et 20 mm d'épaisseur. Cette pièce brute est ensuite usinée sur un tour afin d'obtenir une épaisseur finale de 13 mm. Un trou de 24 mm de diamètre est ensuite alésé au centre de la pièce à l'aide d'un alésoir (figure IV.7). Un second trou de 5 mm de diamètre est réalisé à 15 mm du centre de la pièce. Enfin, la forme hexagonale (3) de la pièce est usinée sur une mortaiseuse à l'aide de l'outil à mortaiser (figure IV.8). La figure suivante montre le résultat de ces opérations.



Figure V.9 : Le résultat de l'opération sur la mortaiseuse.

2. Dans cette étape on commence par l'usinage des faces sur une fraiseuse à 3 axes. Cette étape permet d'obtenir une surface plane (2) et précise, servant de base pour l'usinage ultérieur de la forme souhaitée. La précision des mouvements de la fraiseuse garantit une finition impeccable des faces de la pièce. Ensuite, la pièce est fixée sur un diviseur, un dispositif rotatif qui assure un positionnement précis pour l'usinage de la forme ronde. Cette étape est essentielle pour obtenir une symétrie

parfaite et une finition homogène de la forme arrondie (7) comme le montre la figure V.10.



Figure V.10 : La réalisation de la forme ovale.

3. L'étape finale de la fabrication de la noix consiste à usiner une rainure longitudinale au centre de la pièce avec l'outil scie (figure IV.9) comme le montre la figure ci-dessous. Cette rainure, d'une largeur de 7 mm, permettra d'assurer la liaison pivot entre la tête et le manche. L'usinage de la rainure est réalisé avec précision sur une fraiseuse, La profondeur et la largeur de la rainure doivent être conformes aux spécifications techniques du manche pivot pour garantir un assemblage solide et fonctionnel.



Figure V.11 : La réalisation de la rainure.

L'assemblage des deux éléments de la clé excentrique est assuré par une goupille cylindrique en acier inoxydable d'un diamètre de 5 mm, garantissant une liaison solide et durable tout en permettant un certain degré de démontage si nécessaire.



Figure V.12 : La forme finale de la clé excentrique.

V.4. Traitement thermique

La clé va subir un traitement thermique avant l'assemblage. Les pièces sont chauffées à une température de 800°C et puis elles sont refroidies brusquement dans l'huile de refroidissement. Par cette trempe l'acier acquiert de nouvelles propriétés mécaniques la résistance et la dureté augmentent (1), mais certains aciers restent fragiles et pour en atténuer le mauvais effet on leur fait subir l'opération du revenu à une température de 500°C puis la laisse refroidir à l'air libre.

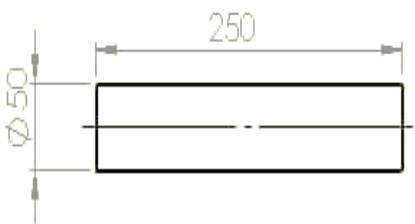
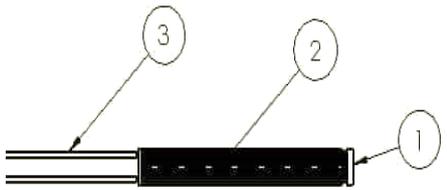


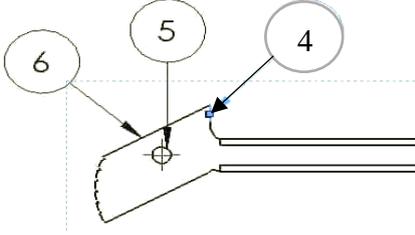
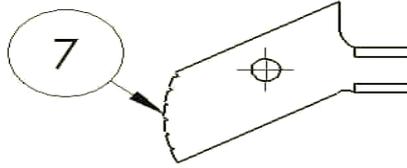
Figure V.13 : Traitement thermique.

V.5. Gamme d'usinage

V.5.1. Du manche avec came

Gamme d'usinage	Ensemble : clé excentrique	
	Pièce : manche avec came	
	Matière : XC48	
	Nombre : 01	

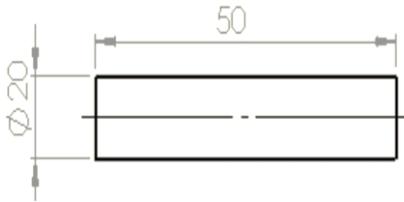
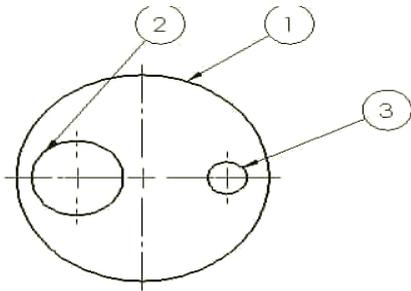
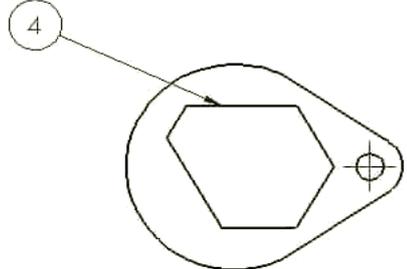
N° de phase	Désignation des phases, sous-phases et opérations	Machine-outil	Outils	Contrôle	Croquis
10	Débitage et contrôle du brute $\varnothing 50\text{mm}$ x 250mm	Tronçonneuse	Lame	P.C Mètre	
20	Tournage Finition 1,2,3.	T. P	Outil ARS Outil moletage	P.C	

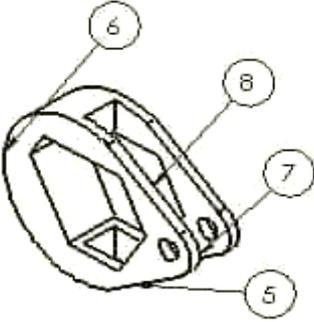
30	Fraisage Finition 4,5,6.	F. U	Fraise à surfacer Foret centrage Foret Ø5mm	P.C	
40	Rectification Finition 7.	Rectifieuse	Meule	P.C	

V.5.2. De la noix

Gamme d'usinage	Ensemble : clé excentrique	
	Pièce : la noix	
	Matière : XC48	
	Nombre : 01	

N° de phase	Désignation des phases, sous-phases et opérations	Machine-outil	Outillage	Contrôle	Croquis

<p>10</p>	<p>Débitage et contrôle du brute $\varnothing 50\text{mm}$ x 20mm</p>	<p>Tronçonneuse</p>	<p>Lame</p>	<p>P.C Mètre</p>	
<p>20</p>	<p>Tournage Finition 1,2,3.</p>	<p>T. P</p>	<p>Outil ARS Foret centrage Alésoir</p>	<p>P.C</p>	
<p>30</p>	<p>Mortaisage Finition 4.</p>	<p>M.V</p>	<p>Outil à mortaiser</p>	<p>P.C</p>	

40	Fraisage Finition 5,6,7,8.	F. U	Fraise à surfacier Fraise 2 taille Fraise scie	P.C	
----	---	------	---	-----	--

V.6. Conclusion

Ce chapitre présente les différentes phases de la gamme d'usinage des deux composants de la clé excentrique. Cette description détaillée permet à l'opérateur de réaliser les différents composants de la clé en respectant les différentes tolérances dimensionnelles de forme et de position.

Conclusion générale.

Conclusion générale

Dans le contexte d'une société en quête d'optimisation des processus et de réduction de l'impact environnemental, la clé excentrique se présente comme une innovation majeure, susceptible de révolutionner le domaine de l'outillage et d'apporter des bénéfices tangibles à la société dans son ensemble. En remplaçant la multitude de clés traditionnelles par une seule solution adaptable, la clé excentrique offre une alternative économique, pratique et durable. Son design ingénieux et sa fonctionnalité adaptative permettent de réduire considérablement l'encombrement des outils, d'optimiser l'espace de travail et de simplifier les processus de serrage et de desserrage.

L'intégration de la clé excentrique dans les différents secteurs d'activité, qu'il s'agisse du bricolage, de la maintenance, de l'industrie ou de l'artisanat, contribuerait à optimiser les processus, à réduire les coûts et à promouvoir une approche plus durable de l'outillage.

Cette innovation présente un potentiel de transformation considérable pour la société, en contribuant à une utilisation plus efficace des ressources, à une réduction de l'impact environnemental et à une amélioration des conditions de travail. Sa diffusion à grande échelle pourrait constituer un pas significatif vers une société plus performante.

En conclusion, la clé excentrique se positionne comme une innovation prometteuse, capable d'apporter des solutions concrètes aux défis actuels de l'efficacité, de la durabilité et du progrès. Son adoption par les particuliers, les professionnels et les industriels contribuerait à façonner un avenir plus responsable et respectueux de l'environnement, tout en stimulant la croissance économique et l'innovation.

Liste bibliographique.

Liste bibliographique.

- [1] E, SODANO. formulaire guide d'atelier de fabrication mécanique. Edition Dunod. (1972).
- [2] J. BASSINO, « Technologie en ouvrages métalliques –T.1 : Matériaux, usinage, machines » Edition Foucher. (1981).
- [3] PHILIPPE DEPEYRE, fabrication mécanique, Faculté des Sciences et Technologies Licence de Technologie et Mécanique, 2004-2005.
- [4] MAZOUZI MOUHEIDDINE et KARKOURI MOHAMMED, « Numérisation d'un tour conventionnel », mémoire master, université kasdi merbah – Ouargla, 2015.
- [5] A. TOUMINE, « Usinage », INSA de LYON, Groupe conception - productique, 2007.
- [6] A. CHEVALIER/ C. NEUVEGLISE/ H. RIBEROL. « Travaux pratiques Technologie Dessin ». Paris : Delagrave. (1981).
- [7] <https://previews.123rf.com/images/savanno/savanno1611/savanno161100200/66663044-vis-boulon-et-un-%C3%A9crou-vector-illustration-isol%C3%A9-sur-fond-blanc.jpg> consulté Mai 2024.
- [8] <http://www.solidworks.com/education> consulté Mai 2024.
- [9] A. CHEVALIER. Chevalier Guide du dessinateur industriel. Edition hachette Technique. (2004).
- [10] JOHN WILEY & Sons, Fundamentals of Modern Manufacturing, 2 nd edition Inc. M. P. Groover, 2002.
- [11] BAGUR, FRANÇOIS. Matériaux pour outils de coupe. Techniques de l'ingénieur, article bm7080, Paris, 1999.
- [12] GRUESCU, F. DEFOURNE, P. QUAEGEBEUR et J. F. ANTOINE, Préparation de production en productique mécanique - étude de fabrication et analyse d'usinage (3PMEFAU), SEMM (service enseignement et multimédia) / université lille1 – France, 2015.
- [13] <https://rodageguichard.com/notre-savoir-faire/rectification/rectification.html> consulté Mai 2024.
- [14] <http://e-learning.univ-tebessa.dz/moodle/mod/page/view.php?id=583> consulté Mai 2024.

- [15] EL LARBI, BENNEGADI MOHAMMED. Coupe des Métaux en Fabrication Mécanique et Productique. 2018.
- [16] J. L. BATTAGLIA, H. ELMOUSSAMI et L. PUIGSEGUR, Modélisation du comportement thermique d'un outil de fraisage : approche par identification de système non entier, C. R. Mécanique Vol. 330 (2002), 857-864.
- [17] A. SEBHI, Etude tribologique des outils de coupe et aciers, thèse de doctorat de l'Université Ferhat Abbès – Sétif – Algérie, 2013.
- [18] S. BENZAADA, Coupe des métaux, Université Mohamed Khider – Biskra –Algérie.
- [19] <http://e-learning.univ-tebessa.dz/moodle/mod/page/view.php?id=583> consulté Mai 2024.
- [20] <https://fr.scribd.com/document/617493757/CHAPITRE-II-Fabrication-Meca-2GM-Chitour-M> consulté Mai 2024.
- [21] <https://www.semanticscholar.org/paper/D%C3%A9veloppement-et-mise-en-%C5%93uvre-d'une-m%C3%A9thodologie-Sabri/ae2d7aac3dda5c5736ac538fb955c473f7d88c45/figure/4> consulté Mai 2024.
- [22] MOUMENI, OUAHIBA, MEHRI, MOUNA, KERKOUR, RACHIDA, et al. Experimental and detailed DFT/MD simulation of α -aminophosphonates as promising corrosion inhibitor for XC48 carbon steel in HCl environment. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2023, vol. 147, p. 104918.
- [23] FOUQUET, J. M. et COUASNON, J. C. Aciers de décolletage à haute résistance mécanique. Matériaux & Techniques, 1981, vol. 69, no 8-9, p. 294-296.
- [24] http://serge79.over-blog.com/article-la-vitesse-de-coupe_45528985.html consulté Mai 2024.
- [25] MADANI MOHAMMED SAÏD ET GHOUINI RABAH, Mémoire de fin d'études d'un diplôme de Master thème Amélioration des paramètres Technologiques de coupe en tournage.
- [26] PLANCHARD, D. Guide de référence SOLIDWORKS. Publications de DDC. 2017.
- [27] DHATT, GOURI ET TOUZOT, GILBERT. Une présentation de la méthode des éléments finis. Presses Université Laval, 1981.

Annexes.

Présentation de l'entreprise

Historique

Fondée à Akbou en 1994 par Smail MERAICHED, l'entreprise a su s'adapter aux exigences d'un marché en constante mutation, et à l'évolution des technologies pour la transformation des aciers. Leur détermination a toujours été génératrice de qualité, disponibilité, productivité et diversification.

L'entreprise MERAICHED est animée par une équipe dynamique qui met au service des clients l'accueil, la compétence, l'ensemble de ses moyens de production et un stock permanent de matière première pour assurer la meilleure solution. De plus, ses moyens informatiques importants permettent une information rapide et efficace.



Figure 1 : Entreprise CMMI.

Lieu géométrique

CMMI ETS MERAICHED est une unité industrielle privée implantée à Akbou Zone d'activité Taharacht Commune d'Akbou Wilaya Bejaia.

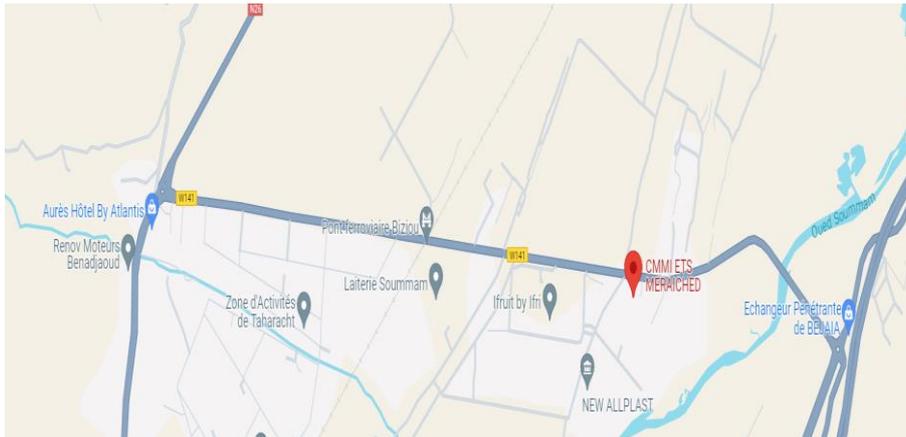


Figure 2 : Lieu géométrique de l'entreprise CMMI.

Qualité

Par leur expérience industrielle et leur savoir-faire, l'entreprise MERAICHD est le partenaire des plus grands donneurs d'ordre. Grâce à leur moyens humains et technique, et à leur organisation décrite dans le manuel qualité et les procédures de fonctionnement, l'entreprise MERAICHD a obtenu de la part de leur précieux clients des agréments leur permettent de travailler en assurance qualité. Ils apportent les garanties indispensables en matière de qualité du produit en répondant aux exigences les plus sévères du monde industriel.

Technique

L'entreprise MERAICHD propose une assistance à la conception de produits pour aider ses clients à développer des produits en étudiant leur faisabilité et en recherchant les solutions les plus appropriées pour l'obtenir au coût le plus réduit.

Leur atelier est équipé de :

- Tours et fraiseuses conventionnels de grande capacités.
- Une salle numérique composée d'un centre d'usinage et de tours.
- Salle de traitement de surface.
- Salle de soudage.

Activités

L'entreprise présente un éventail d'activités diversifiées, dont :

- Tous travaux d'usinage (tournage, fraisage, perçage, mortaisage, rectification.).
- Fabrication des pièces de petites et moyennes séries.

- Fabrication d'ensemble mécanique sur plans.
- Travaux de chaudronnerie et soudage.
- Travaux de tôle, découpe, pliage et formage sur presse excentrique.
- Traitement de surface par découpage.
- Revêtements anticorrosion.
- Fonderie.

Partenaires

Ils ont établi des partenariats avec de nombreuses entreprises dans ce domaine, telles que :

- ENAGEO.
- COSIDER.
- POL TV TG CENTRE.
- POL TV TG JIJEL.
- TRANS CANAL.
- SAF CER ALCAHYD.
- BMT BEJAIA.
- FOREMAYD SPA.
- SNTA ECDE CHLEF.
- D'autres clients.

Matières

Ils emploient une variété de matière adaptés à chaque application, par exemple :

Tous les type d'acier :

- Aluminium.
- Bronze.
- Fonte.
- Cuivre.
- Inox.
- Matière plastique (téflon, polyamide).

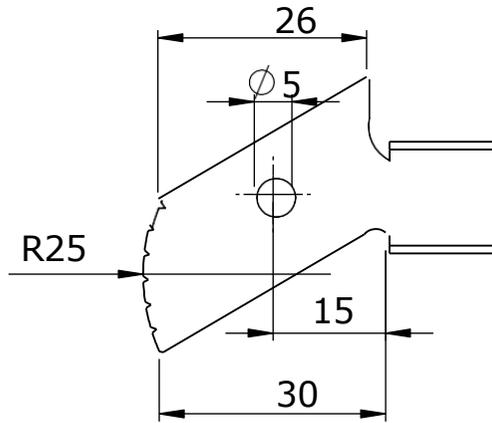
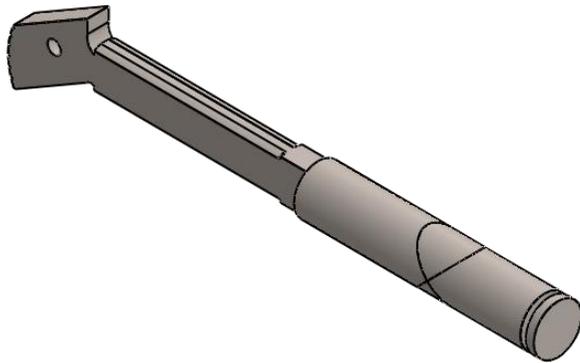
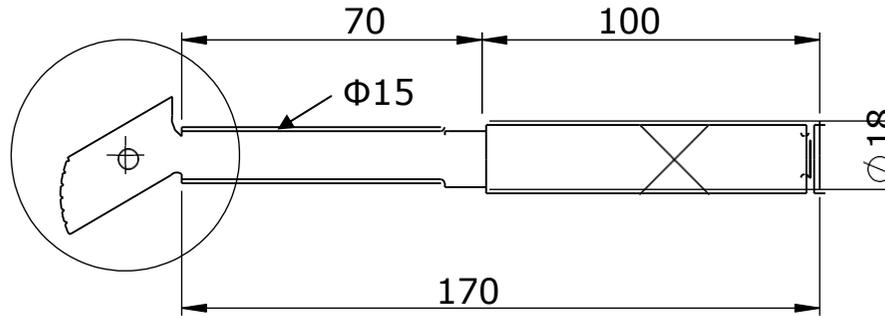
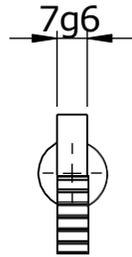


(a)



(b)

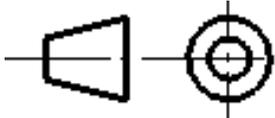
Figure 3 : Pièces réalisées par l'entreprise CMMI : (a) Tambour avec revêtement en caoutchouc, (b) Poulie pour pompe.

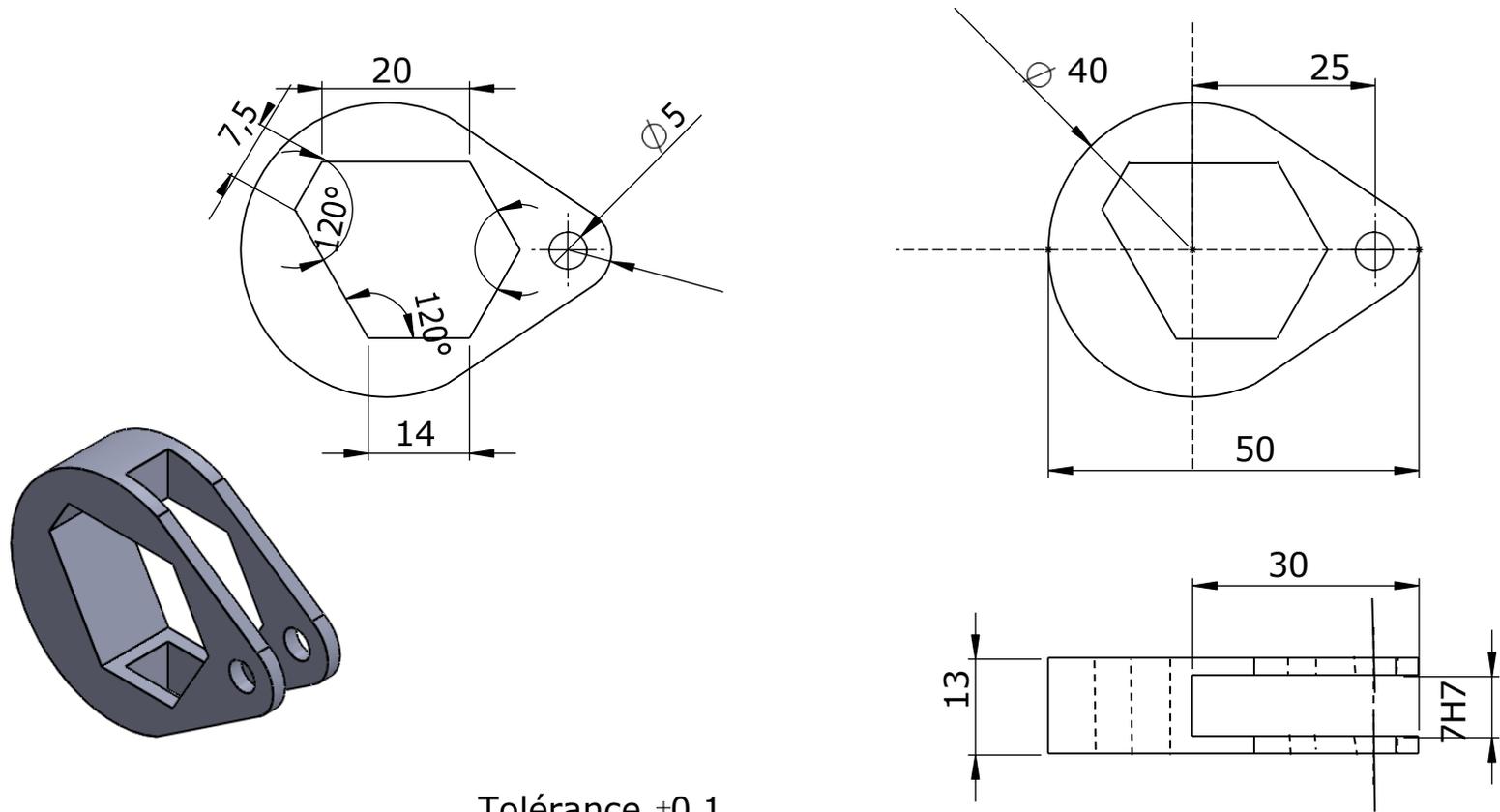


DÉTAIL A

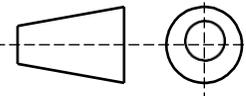
ECHELLE 1/1

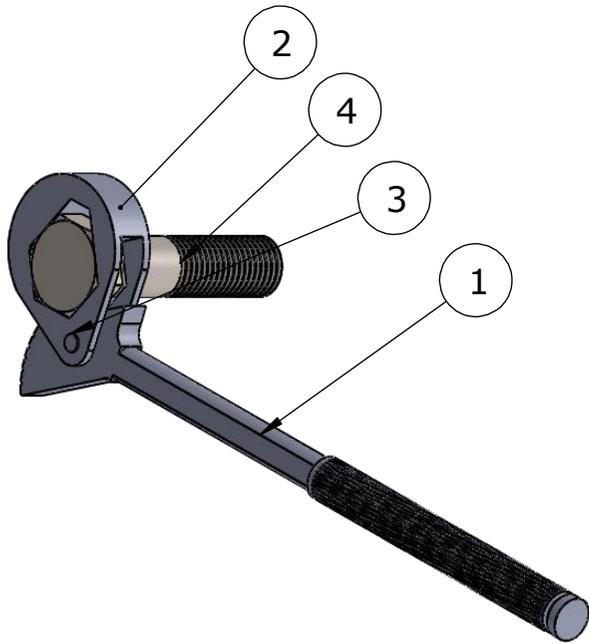
Tolérance : ± 0.1mm

ECHELLE 1/2	UNIVERSITE ABDRAHMANE MIRA BEJAIA	DATE 28/05/2024
	LE MANCHE AVEC CAME	M2 FMP
		MATIERE :XC48
	HAMITOUCHE LYDIA	FEUILLE 1/1



Tolérance ± 0.1

<p>ECHELLE 1/1</p>	<p>UNIVERSITE ABDRAHMANE MIRA BEJAIA</p>	<p>DATE 28/05/2024</p>
	<p>NOIX</p>	<p>M2 FMP</p>
		<p>MATIERE :XC48</p>
	<p>HAMITOUCHE LYDIA</p>	<p>FEUILLE 1/1</p>



4	Vis	1	/	/
3	La goupille	1	INOX	Traitement thermique Trempe à 800° Revenu à 500°
2	La noix	1	XC48	Traitement thermique Trempe à 800° Revenu à 500°
1	Le manche avec came	1	XC48	Traitement thermique Trempe à 800° Revenu à 500°
Repère	Désignation	Nombre	Matière	Observation

ECHELLE 1/2	UNIVERSITE ABDRAHMANE MIRA BEJAIA	DATE 28/05/2024
	Clé à excentrique	M2 FMP
		MATIERE : XC48
	HAMITOUCHE LYDIA	FEUILLE 1/1

Résumé

Le présent projet de fin d'études se consacre à l'étude de la conception et fabrication d'une clé excentrique de serrage. Ce projet présente les différentes étapes de l'étude de conception de cette clé. Tout d'abord, une analyse des types de vis et écrous que la clé peut serrer et desserrer a été effectuée. Ensuite, les dimensions appropriées ont été déterminées en calculant les efforts nécessaires. Par la suite, une étude de simulation numérique de la structure a été réalisée afin d'analyser son comportement mécanique sous l'effet des différentes forces appliquées. Enfin, une gamme d'usinage a été développée pour faciliter la fabrication de la clé.

Mots clé : Clé Excentrique, Conception et Dimensionnement, Simulation Numérique, Gamme d'usinage.

Abstract

This final year project focuses on the study and design of an eccentric tightening and manufacturing wrench. The project outlines the various stages of the wrench's design study. First, an analysis of the types of bolts and nuts that the wrench can tighten and loosen was conducted. Next, the appropriate dimensions were determined by calculating the required forces. Subsequently, a numerical simulation study of the structure was carried out to analyze its mechanical behavior under the influence of various applied forces. Finally, a machining process plan was developed to facilitate the wrench's manufacturing.

Keywords : Eccentric Wrench, Design and Sizing, Numerical Simulation, Machining Process Plan.