

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلكايد – تلمسان –

Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de

MASTER En : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Par :

MEZIANE MOHAMMED ISLAM

CHIKH AYYOUB

Sujet

**Étude et réalisation d'un étau orientable pour
l'affûtage des outils de tour**

Soutenu le / 06 / 2026, devant le jury composé de :

Président	Amirat Mohammed	Pr	Université de Tlemcen
Encadrant	Belkaïd Mohammed	MAA	Université de Tlemcen
Co-Encadrant	Bendahou Mohammed	Ingénieur	Université de Tlemcen
Examineur	Belhadj Kacem Fadia	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2025/ 2026

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Allah Tout-Puissant pour Sa guidance et Son aide tout au long de ce travail.

*Pour commencer, nous tenons à adresser nos sincères remerciements à **M. BELKAID** et **M. BENDAHOU** pour leurs aides, leurs conseils, leur orientation, leur guidance ainsi que leurs encouragements et leurs précieux conseils durant la réalisation de notre mémoire dans les meilleures conditions.*

*Nous remercions également les membres du jury **Amirat Mohammed** et **Belhadj Kacem Fadia** pour leurs efforts et l'intérêt porté à notre travail.*

Sans oublier de remercier toute l'équipe de l'atelier de Génie Mécanique de Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, ainsi que tous nos professeurs du département et aussi l'équipe de RTO Sonatrach Oran qui ont contribué à notre formation.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos familles : nos parents pour leur amour et leur soutien, nos sœurs et nos frères, ainsi que nos amis pour leurs encouragements à poursuivre notre chemin et réaliser tous nos souhaits.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, qui ont toujours été une source de courage, de soutien et de motivation dans ma vie. Aucun mot ne pourra exprimer ma gratitude pour tous leurs sacrifices.

À mes sœurs, à toute ma famille, à mes amis, ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu durant mon parcours universitaire.

Que ce travail soit le fruit de leurs encouragements et de leur confiance.

CHIKH Ayyoub

Dédicace

Je dédie ce travail avec une immense gratitude à mes parents pour leur amour, leurs conseils et leur patience tout au long de mes études.

À mon frère et mes sœurs, à toute ma famille, à mes amis et à tous mes proches qui ont toujours cru en moi et m'ont encouragé à avancer et réussir.

Je remercie également toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à mon parcours et à la réalisation de ce mémoire.

MEZIANE Mohammed Islam

الملخص

تُعد عملية شحذ أدوات المخرطة من العمليات الأساسية في مجال التشغيل الميكانيكي، لما لها من دور مهم في ضمان جودة التشغيل وتحسين أداء أدوات القطع وإطالة عمرها الافتراضي. وتتطلب هذه العملية دقة كبيرة في ضبط زوايا القطع، غير أن اعتماد الشحذ اليدوي في العديد من الورش قد يؤدي إلى أخطاء في تحديد هذه الزوايا، مما ينعكس سلبًا على جودة التشغيل وكفاءة الأداة.

يهدف هذا العمل إلى دراسة وتصميم وإنجاز ملزمة دوارة مخصصة لتسهيل عملية شحذ أدوات المخرطة، حيث يتيح النظام المقترح إمكانية إجراء عدة حركات دورانية وانتقالية، بما يضمن تثبيت الأداة وتموضعها بدقة أثناء عملية الشحذ.

وقد تم تصميم الجهاز باستعمال برنامج **SOLIDWORKS**، من خلال إنجاز النمذجة ثلاثية الأبعاد، وتجميع مختلف الأجزاء، وإعداد الرسومات التقنية اللازمة للتصنيع. أما الجانب التطبيقي، فقد تم إنجازه في ورشة الجامعة، حيث صُنعت مختلف مكونات الجهاز وتم تجميعها واختبارها.

وأظهرت النتائج أن الجهاز المصمم يساهم في تحسين دقة عملية الشحذ، والحفاظ على زوايا القطع المطلوبة، مما ينعكس إيجابًا على جودة التشغيل ويزيد من العمر الافتراضي لأدوات القطع.

الكلمات المفتاحية: شحذ أدوات المخرطة، الملزمة الدوارة، زوايا القطع، **SOLIDWORKS**، جودة التشغيل.

Abstract

Sharpening lathe cutting tools is an essential step to ensure good machining quality and extend tool life. This operation requires high precision, particularly to maintain correct cutting angles. In many workshops, sharpening is still done manually, which can lead to angular errors and reduce tool performance.

The aim of this work is to study and design an orientable vise intended to facilitate the sharpening of lathe tools. The designed system allows several rotation and translation movements, ensuring accurate positioning of the tool during the operation.

The design was carried out using SOLIDWORKS software, including 3D modeling and assembly. The practical realization was carried out in our university's workshop, where the different parts were manufactured and assembled. This device aims to achieve more precise sharpening, improve machining quality, and extend tool life.

Keywords: Lathe tool sharpening – Orientable vise – Cutting angles – SOLIDWORKS – Machining quality

Résumé

L'affûtage des outils de tour est une étape essentielle pour garantir une bonne qualité d'usinage et prolonger la durée de vie des outils de coupe. Cette opération nécessite une grande précision, notamment pour respecter les angles de coupe. Dans de nombreux ateliers, l'affûtage est encore réalisé manuellement, ce qui peut entraîner des erreurs angulaires et réduire les performances des outils.

L'objectif de ce travail est d'étudier et de réaliser un étau orientable destiné à faciliter l'affûtage des outils de tour. Le système conçu permet plusieurs mouvements de rotation et de translation, afin d'assurer un positionnement précis de l'outil durant l'opération.

La conception a été réalisée avec le logiciel SOLIDWORKS, en passant par la modélisation 3D et l'assemblage et les mises en plan. La réalisation pratique a été effectuée dans l'atelier de notre université, où les différentes pièces ont été fabriquées et assemblées. Ce dispositif vise à obtenir un affûtage plus précis, à améliorer la qualité d'usinage et à augmenter la durée de vie des outils.

Mots-clés : Affûtage des outils de tour – Étau orientable – Angles de coupe – SOLIDWORKS – Qualité d'usinage

Table des matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Nomenclature

Introduction générale

Chapitre I : Généralités sur le tournage, les outils de coupe et l'affûtage 18

I.1. Introduction 19

I.2. Définition du tournage 19

I. 3. Les mouvements pièce/outil..... 19

I.4. Les opérations de tournage 20

I.5. Les outils de coupe en tournage 24

 I.5.1. Choix du matériau d'un outil de coupe 26

 I.5.2 Condition de coupe 28

 I.5.3 Les géométrie des outils de coupe..... 31

I.6. L'Affûtage des Outils de coupe..... 33

 I.6.1. Importance de l'affûtage des outils de coupe 33

 I.6.2. Principe et limites de l'affûtage manuel 34

I.7. Conclusion..... 35

Chapitre II : Analyse fonctionnelle de l'étau orientable pour affûtage

..... 36

II.1. Introduction 37

II.2. Analyse Fonctionnelle de l'étau orientable (cahier de charge)	37
II.2.1 Analyse du besoin.....	37
II.2.2 Diagramme Pieuvre	38
II.2.3 Diagramme Fast	40
II.2.4 Cahier de charge :.....	42
II.4. Conclusion	43
<i>Chapitre III : Conception et modélisation géométrique de l'étau orientable</i>	<i>44</i>
III.1. Introduction.....	45
III.2. Présentation générale de l'étau orientable.....	45
III.3. Spécifications techniques de l'étau orientable	46
III.3.1. Tolérances et état de surface	46
III.3.2. Degrés de liberté et mouvements requis	47
III.4. Description des différentes parties du système	47
III.4.1. Corps principal.....	47
III.4.2. Support rotatif.....	48
III.4.3. Porte-outil	49
III.4.4. Système de translation.....	50
III.5. Fonctionnement général de l'étau.....	51
III.6. Choix du matériau.....	51
III.7. Modélisation et assemblage de l'étau orientable sous SOLIDWORKS	52
III.8. Mise en plan des pièces mécaniques.....	53
Conclusion :.....	58
<i>Chapitre IV : Partie Réalisation</i>	<i>59</i>
IV.1. Introduction :.....	60
IV.2. Préparation des bruts	60

IV.3. Opérations d'usinage réalisées.....	61
IV.3.1. Tournage.....	61
IV.3.1.3. Perçage et alésage.....	63
IV.3.2. Fraisage — Rainurage	65
IV.3.3. Fraisage — Pièce 3 : Porte-outil	66
IV.3.4. Perçage et taraudage	68
IV.4. Assemblage final	72
IV.5. Conclusion	73
<i>Conclusion générale</i>	74
<i>Bibliographie</i>	76

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I.1 : Les trois mouvements pièce/outil en tournage (Mc, Ma, MP)	20
Figure I.2 : Le chariotage cylindrique et conique	20
Figure I.3: L'alésage cylindrique et conique.....	21
Figure I.4 : Dressage extérieur et intérieur.....	21
Figure I.5 : le perçage.....	22
Figure I.6 : Le rainurage intérieur et extérieur.....	22
Figure I.7 : Le chanfreinage intérieur et extérieur.....	23
Figure I.8 : Le tronçonnage.....	23
Figure I.9 : Le filetage intérieur et extérieur	24
Figure I.10 : Outils de tournage intérieur et extérieur	25
Figure I.11 : Surfaces et arêtes caractéristiques d'un outil de tournage	26
Figure I.12 : Outil de tournage en acier rapide supérieur (ARS/HSS)	27
Figure I.13: Conditions de coupe en tournage	30
Figure I.14: Plans sur un outil en main	31
Figure I.15 : Représentation des angles de coupe (α , β , γ) d'un outil de tournage en configuration de coupe positive	32
Figure I.16 : Principe de l'affûtage manuel d'un outil de tour.....	35

Chapitre II :

Figure II.1 : Schéma du besoin de l'étau orientable.....	38
Figure II.2 : diagramme pieuvre pour l'étau orientable.....	39
Figure II.3 : diagramme FAST pour l'étau orientable.....	41

Chapitre III :

Figure III.1 : Vue de face de l'assemblage final de l'étau orientable.....	46
Figure III.2 : La pièce verte – Corps principal.....	48
Figure III.3 : Vue de face de la pièce bleue avec le bras de manœuvre.....	49
Figure III.4 : Modélisation 3D de la pièce bleue avec la pièce rouge (support rotatif et porte-outil)	50
Figure III.5 : Guidage en translation par tiges cylindriques.....	51
Figure III.6 : Propriétés mécaniques du matériau 2024-T4 sous SOLIDWORKS.....	52
Figure III.7 : Différentes vues de l'assemblage de l'étau orientable sous SOLIDWORKS.....	53

Chapitre IV :

Figure IV.1 : Découpe du brut cylindrique en aluminium sur la scie à ruban.....	61
Figure IV.2 : Opération de dressage du brut sur le tour.....	62
Figure IV.3 : Opération de chariotage.....	63
Figure IV.4 : perçage avec foret Ø16 mm.....	64
Figure IV.5 : Opération d'alésage avec outil à alése.....	65
Figure IV.6 : Opération de rainurage sur la fraiseuse.....	66
Figure IV.7 : Opération de surfacage du porte-outil.....	67
Figure IV.8 : Opération de rainurage du porte-outil sur la fraiseuse.....	68
Figure IV.9 : Opération de perçage.....	69
Figure IV.10 : Opération de taraudage manuel	70
Figure IV.11: Opération de filetage manuel des tiges de guidage.....	71
Figure IV.12: Vue d'ensemble de l'étau orientable réalisé en atelier.....	72

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: Valeurs de la vitesse de coupe (m/min) en tournage selon le matériau usiné et le type d'outil.30

Tableau I.2: symboles et désignation des angles géométriques de l'outil de coupe.....32

Chapitre II

Tableau II.4 : Tableau de cahier de charge pour l'étau orientable43

Chapitre III

Tableau III.1: Spécifications techniques retenues pour la conception de l'étau.....47

Tableau III.2: Degrés de liberté, systèmes de commande et de blocage.....47

Chapitre IV

Tableau IV.1 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctions des perçages des composants de l'étau.....69

Liste des abréviations

ARS : Acier Rapide Supérieur

HSS : High Speed Steel

CBN : Cubic Boron Nitride

ISO : International Organization for Standardization

Ra : Rugosité moyenne arithmétique

AFNOR : Association Française de Normalisation

FP : Fonction Principale

FC : Fonction de Contrainte

FAST : Function Analysis System Technique

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur

NF : Norme Française

Ø : Diamètre nominal

Nomenclature

VC: Vitesse de coupe (m/min)
N : Vitesse de rotation (tr/min)
f : Avance de l'outil (mm/tr)
AP : Profondeur de passe (mm)
Q : Débit de matière enlevée
D : Diamètre de la pièce (mm)
 α : Angle de dépouille principal
 β : Angle de taillant
 γ : Angle de coupe
 Ψ : Angle de direction complémentaire de l'arête
MC : Mouvement de coupe
Ma : Mouvement d'avance
MP : Mouvement de pénétration
Ra : Rugosité moyenne de surface
Vf : Vitesse d'avance
Pr : Plan de référence
Ps : Plan sécant
Po : Plan orthogonal
Pn : Plan normal
Pf : Plan de travail
 π : Constante mathématique ($\approx 3,14159$)
E : Module d'élasticité (MPa)
Re : Limite d'élasticité (MPa)
Rm : Résistance mécanique à la traction (MPa)

Introduction générale

Introduction générale

L'usinage des métaux est l'un des procédés les plus importants dans la fabrication mécanique. Parmi les différentes opérations d'usinage, le tournage occupe une place essentielle dans la production de pièces cylindriques. La qualité de la pièce obtenue dépend directement des paramètres de coupe et de l'état de l'outil utilisé.

L'outil de coupe joue un rôle central dans le bon déroulement de l'usinage. Sa géométrie, en particulier les angles de coupe et de dépouille, a une influence directe sur les efforts de coupe, la qualité de surface et la durée de vie de l'outil. Un mauvais affûtage peut provoquer une usure rapide de l'arête coupante et une dégradation de la qualité d'usinage.

Dans beaucoup d'ateliers, l'affûtage est encore effectué manuellement, ce qui rend difficile le respect précis des angles géométriques de l'outil. Cette méthode approximative peut réduire la durée de vie de l'outil et nuire à la qualité des pièces usinées.

Pour remédier à ce problème, ce travail propose la conception d'un étau orientable, permettant un positionnement précis et stable de l'outil lors de l'affûtage. L'objectif est de passer d'un affûtage manuel approximatif à un affûtage contrôlé, afin d'améliorer les performances d'usinage et de prolonger la durée de vie des outils.

La démarche suivie repose sur une étude bibliographique, une analyse fonctionnelle, puis une conception assistée par ordinateur sous SolidWorks et réalisation pratique.

*Chapitre I : Généralités sur le
tournage, les outils de coupe
et l'affûtage*

I.1. Introduction

L'usinage est l'un des procédés les plus utilisés dans la fabrication mécanique. Il permet d'obtenir des pièces aux formes précises et aux états de surface conformes aux exigences industrielles.

Parmi les différents procédés d'usinage, le tournage est l'un des plus répandus. Il est particulièrement adapté à la fabrication de pièces de révolution et est utilisé dans de nombreux domaines industriels.

La qualité d'une opération d'usinage dépend de plusieurs facteurs, notamment le choix de l'outil de coupe, sa géométrie et la qualité de son affûtage. Un outil bien affûté permet d'améliorer l'état de surface, de réduire les efforts de coupe et de prolonger la durée de vie de l'outil.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les notions de base sur le tournage, les outils de coupe, leur géométrie et l'importance de l'affûtage.

I.2. Définition du tournage

Le tournage est une opération d'usinage qui consiste à enlever de la matière pour donner une forme précise à une pièce. Dans ce procédé, la pièce tourne sur elle-même (c'est le mouvement de coupe), tandis que l'outil se déplace en ligne droite (c'est le mouvement d'avance).

Grâce à ces deux mouvements, on peut réaliser différentes formes comme les cylindres, les cônes, les surfaces planes et même les filetages. La machine utilisée s'appelle le tour. L'outil peut travailler soit sur la surface extérieure de la pièce, soit à l'intérieur, selon le type d'opération qu'on veut faire. [1].

I. 3. Les mouvements pièce/outil

Le tournage repose sur la combinaison de mouvements relatifs entre la pièce et l'outil. La pièce effectue un mouvement circulaire continu et rapide autour de son axe, appelé mouvement de coupe (M_c), tandis que l'outil effectue un déplacement rectiligne uniforme et lent, appelé mouvement d'avance (M_a) [2]. Un troisième mouvement, dit mouvement de pénétration ou prise de passe (M_P), permet à l'outil de s'engager à la profondeur souhaitée dans la matière pour assurer l'enlèvement du copeau [2].

Durant le tournage, la pièce est maintenue en rotation dans le tour, et l'outil opère longitudinalement ou transversalement selon la surface à générer. La profondeur de passe p , la vitesse de coupe VC et l'avance f constituent les principaux paramètres qui régissent ce procédé [3].

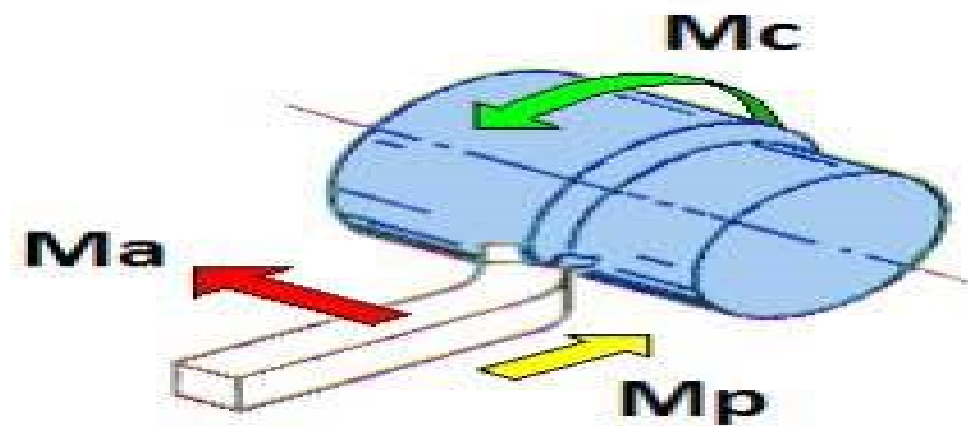


Figure I.1 : Les trois mouvements pièce/outil en tournage (M_c , M_a , M_p) [2].

I.4. Les opérations de tournage

- **Le chariotage** : Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure. [4].

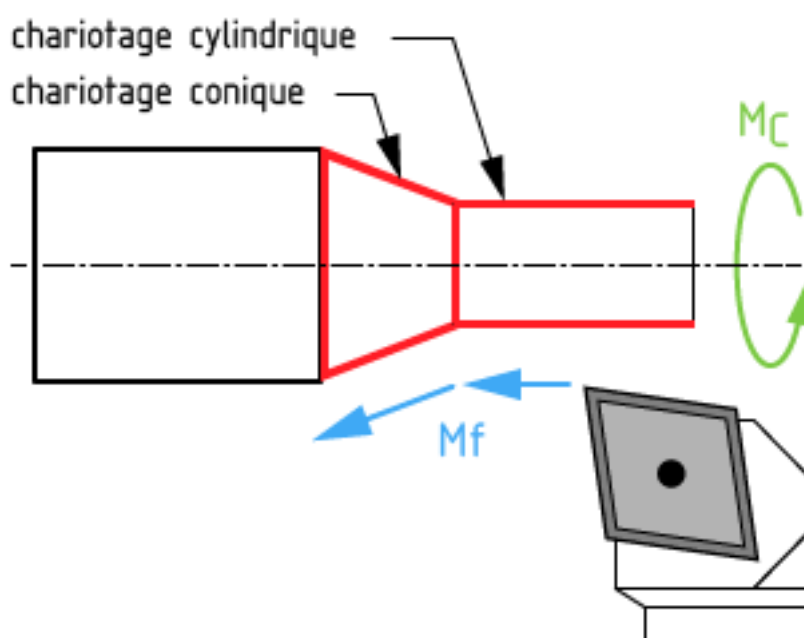


Figure. I.2 Le chariotage cylindrique et conique [5].

- **Alésage** : Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure. [4].

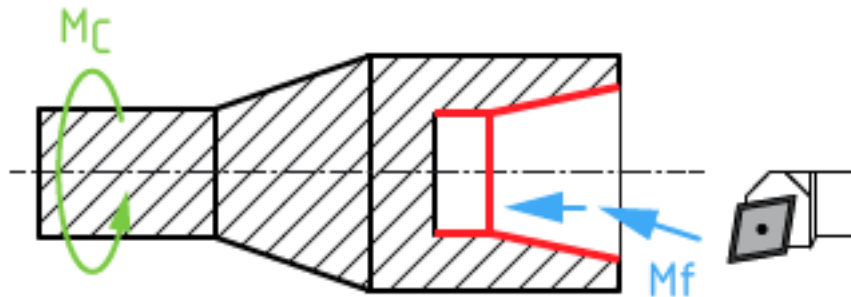


Figure. I.3 L'alésage cylindrique et conique [5].

- **Dressage** : Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure. [4].

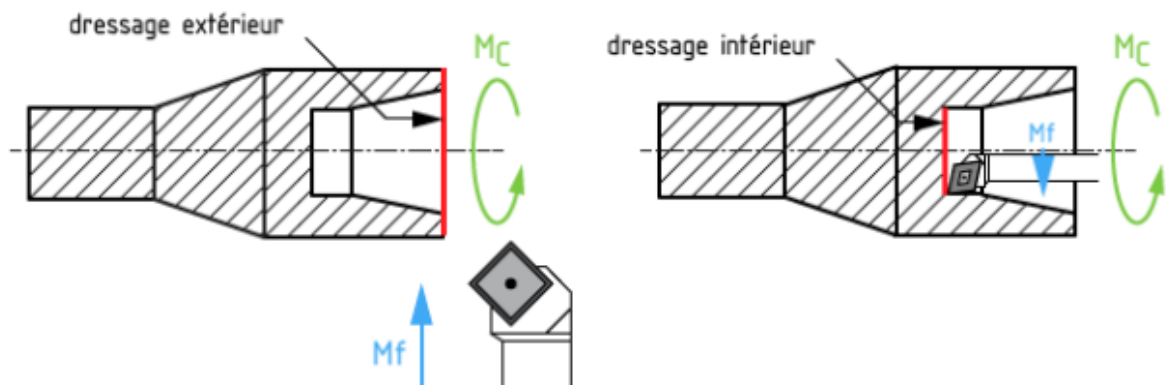


Figure. I.4 Dressage extérieur et intérieur [5].

- **Perçage** : Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt. [4].

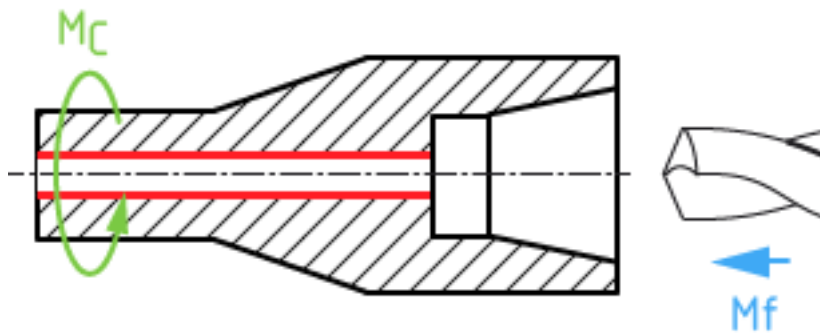


Figure I.5 : le perçage [5].

- **Rainurage** : Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un circlip ou d'un joint torique par exemple. [4].

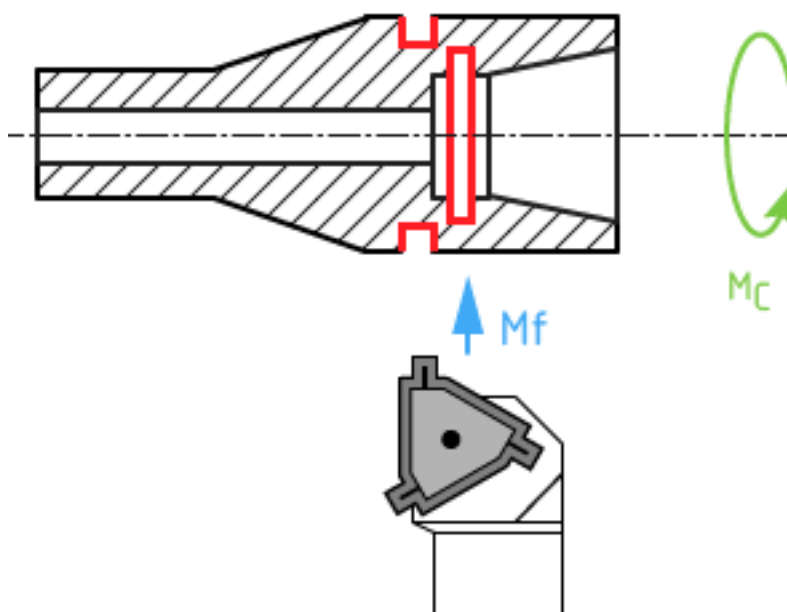


Figure. I.6 Le rainurage intérieur et extérieur [5].

- **Chanfreinage** : Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif. [4].

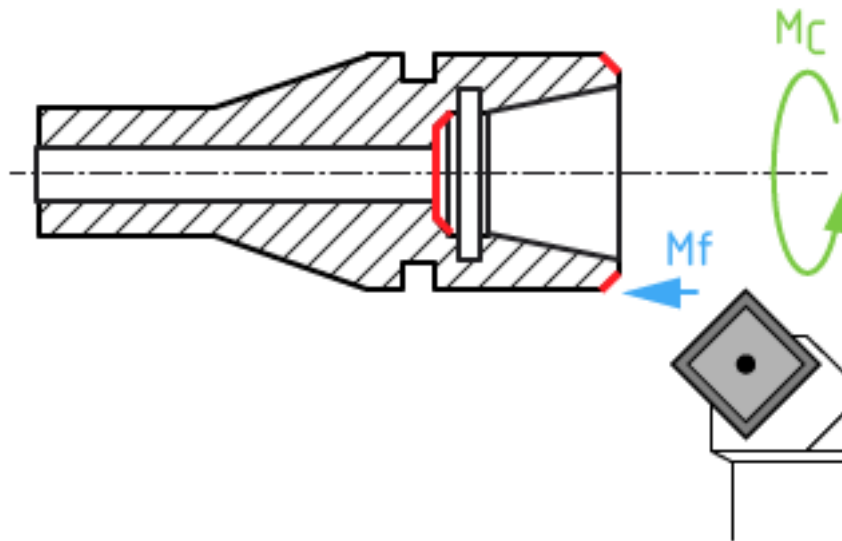


Figure. I.7 Le chanfreinage intérieur et extérieur [5].

- **Tronçonnage** : Opération qui consiste à couper ou séparer une pièce par une coupe transversal. [4].

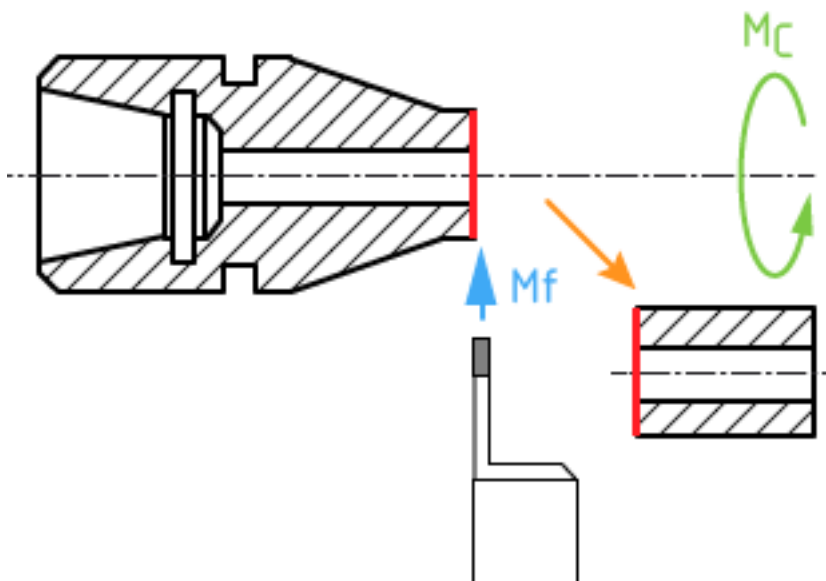


Figure. I.8 Le tronçonnage [5].

- **Filetage** : Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.[4].

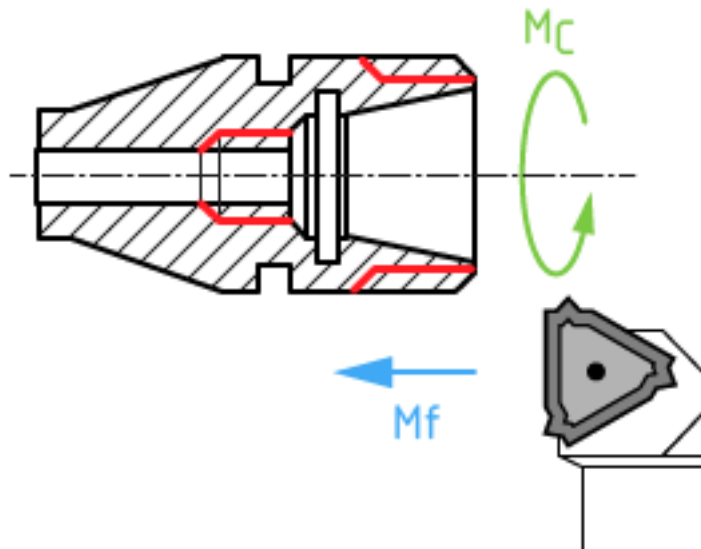


Figure. I.9 Le filetage intérieur et extérieur [5].

Chaque opération de tournage nécessite un outil approprié, choisi selon la forme à usiner.

I.5. Les outils de coupe en tournage

Les outils de coupe en tournage sont des éléments utilisés pour enlever de la matière d'une pièce en rotation afin d'obtenir la forme finale souhaitée. Ils jouent un rôle très important dans la qualité de l'usinage.

Ces outils se distinguent par leur géométrie et leur matériau, et ils sont spécialement conçus pour les opérations de tournage.

Le choix de l'outil dépend de plusieurs facteurs, comme la nature du matériau à usiner, la précision demandée et les conditions de coupe.



Figure. I.10 Les Outils des tournage intérieur et extérieur.

La géométrie de la partie active de l'outil de coupe se compose à la fois de l'arête principale, de la face de coupe et de la face de dépouille, qui ont toutes un impact sur le processus d'usinage et la qualité de la surface usinée. (Figure. I.15)

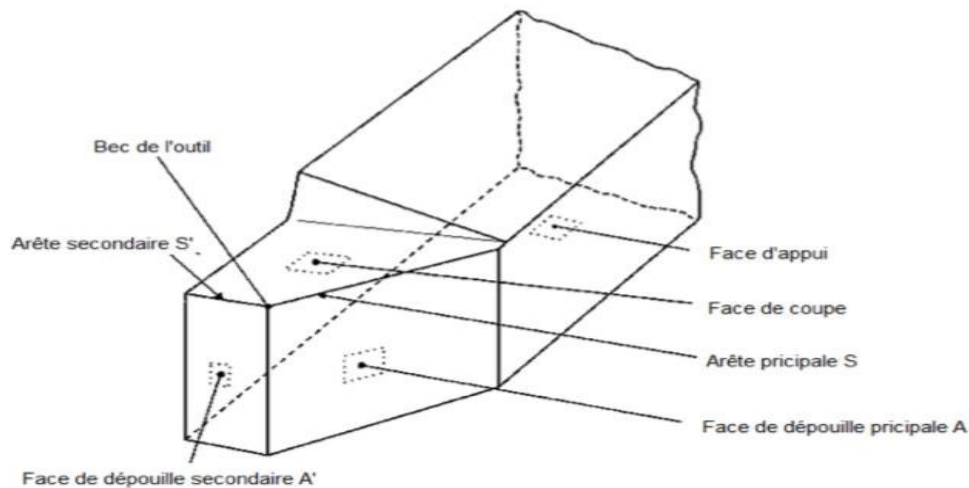


Figure. I.11 Surfaces et arêtes caractéristiques d'un outil de tournage [6].

I.5.1. Choix du matériau d'un outil de coupe

Le choix du matériau et de la nuance de coupe joue un rôle très important dans la réussite d'une opération d'usinage. Pour faire un bon choix, il faut connaître les propriétés principales des matériaux de coupe et comprendre leurs performances selon l'application.

Le choix dépend de plusieurs critères comme la matière à usiner, la forme et la taille de la pièce, les conditions de coupe (vitesse, avance...), ainsi que l'état de surface demandé.

Les matériaux de coupe se différencient par leurs propriétés mécaniques et thermiques. En général, un bon matériau de coupe doit avoir :

- Une grande dureté pour résister à l'usure et garder sa forme.
- Une bonne ténacité pour éviter la casse.
- Une neutralité chimique pour ne pas réagir avec la matière usinée.
- Une stabilité chimique pour résister à l'oxydation et aux hautes températures.
- Une bonne résistance aux chocs thermiques.

Ces caractéristiques permettent d'assurer une bonne durée de vie de l'outil et une meilleure qualité d'usinage. [7]

I.5.1.1 L'acier rapide supérieur (ARS / HSS)

L'acier rapide, désigné par HSS (High Speed Steel), est l'un des matériaux les plus utilisés en tournage traditionnel. Il contient des éléments d'alliage comme le tungstène, le molybdène et le chrome, ce qui lui confère une bonne ténacité et une résistance satisfaisante à la chaleur jusqu'à environ 600°C [8]. Les outils en HSS sont faciles à affûter, ce qui les rend particulièrement adaptés aux travaux d'affûtage manuel _ contexte directement lié à notre étude.



Figure I.12: Outil de tournage en acier rapide supérieur (ARS/HSS)

I.5.1.2 Le carbure métallique (carbure cémenté)

Le carbure métallique, souvent présenté sous forme de plaquettes amovibles, est aujourd'hui le matériau le plus répandu dans l'industrie. Il est composé principalement de carbure de tungstène (WC) lié par du cobalt. Sa dureté élevée et sa résistance à l'usure lui permettent de travailler à des vitesses de coupe bien supérieures à celles de l'HSS, pouvant dépasser 300 m/min [9]. Les plaquettes sont classées selon les normes ISO en groupes P, M et K selon le matériau usiné.

I.5.1.3 Les céramiques et le CBN

Pour les applications à haute performance, on utilise des matériaux encore plus durs comme les céramiques (Al_2O_3) ou le nitrure de bore cubique (CBN). Ces matériaux supportent des températures très élevées et permettent d'usiner des pièces trempées, mais ils sont fragiles et coûteux [10]. Leur utilisation reste donc réservée aux opérations de finition sur des matériaux durs.

Remarque :

Dans ce mémoire, on s'intéresse uniquement à l'affûtage manuel des outils en ARS (HSS). Ce matériau peut être réaffûté facilement sur une meule après usure, ce qui permet de redonner à l'outil sa forme et ses angles de coupe.

Les outils en carbure peuvent aussi être affûtés, mais ils demandent des meules spéciales en diamant. Dans la plupart des cas, on préfère remplacer la plaquette usée par une nouvelle, car c'est plus simple et plus économique.

Concernant les outils en céramique et en CBN, ils sont très durs mais aussi fragiles. À cause de cela, l'affûtage manuel est presque impossible.

C'est pour cette raison que ces matériaux ont été mentionnés seulement pour comparaison, tandis que notre travail se concentre sur les outils en ARS.

I.5.2 Condition de coupe

Les conditions de coupe en tournage regroupent les différents paramètres qui définissent comment se déroule une opération d'usinage. Ces paramètres ont une grande influence sur la qualité de la pièce usinée et sur la durée de vie de l'outil. On distingue trois paramètres principaux :

- **La vitesse de coupe (VC)** : correspond à la vitesse de déplacement de la surface de la pièce par rapport à l'outil. Elle est exprimée en m/min. Plus la vitesse de coupe est élevée, plus la productivité augmente, mais l'outil s'use également plus vite.
- **L'avance (f)** : représente le déplacement de l'outil pour chaque tour effectué par la pièce. Elle s'exprime en mm/tr. Ce paramètre agit directement sur l'état de surface : une faible avance produit une surface plus lisse, tandis qu'une avance importante laisse une surface plus rugueuse.
- **La profondeur de passe (AP)** : est l'épaisseur de matière retirée à chaque passage de l'outil. Une grande profondeur de passe permet d'enlever plus

de matière en moins de temps, ce qui améliore la productivité, mais elle demande un effort de coupe plus important.

La vitesse de rotation de la pièce peut être calculée à partir de la relation suivante :

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

Où :

N est la vitesse de rotation (tr/min) et D le diamètre de la pièce (mm).

La quantité de matière enlevée est donnée par :

$$Q = V_c \cdot f \cdot a_p$$

Ces paramètres influencent directement plusieurs aspects de l'usinage, notamment :

- l'état de surface de la pièce,
- la durée de vie de l'outil,
- la température de coupe,
- les efforts mécaniques et les vibrations.

Par ailleurs, le choix des conditions de coupe dépend de plusieurs facteurs, comme la nature du matériau usiné, le type d'outil utilisé (ARS, carbure, céramique) ainsi que la rigidité de la machine.

Enfin, on distingue généralement deux types d'usinage :

- **L'ébauche** : caractérisée par une grande profondeur de passe et une avance élevée pour enlever rapidement la matière.
- **La finition** : qui utilise des paramètres plus faibles afin d'obtenir une meilleure qualité de surface.

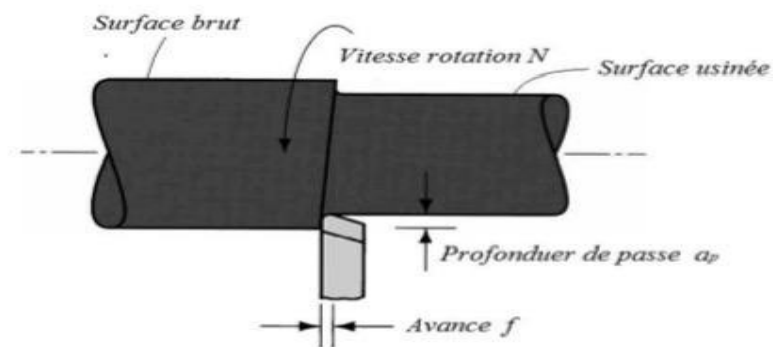


Figure. I.13 Conditions de coupe en tournage [11]

Le choix de la vitesse de coupe dépend principalement du matériau de la pièce ainsi que du type d'outil utilisé. Le tableau suivant présente quelques valeurs indicatives utilisées en tournage :

Matériau de la pièce	Outil ARS (HSS) VC (m/min)	Outil Carbure Vc (m/min)
Acier doux	20-40	80-150
Acier mi-dur	15-30	60-120
Fonte	10-20	40-80
Aluminium	15-25	60-100

Tableau I.1 : Valeurs de la vitesse de coupe (m/min) en tournage selon le matériau usiné et le type d'outil. [11].

Interprétation du tableau

En observant ce tableau, on remarque que la vitesse de coupe varie selon le matériau usiné. Par exemple, les matériaux durs comme l'acier dur nécessitent une vitesse de coupe faible afin de limiter l'usure de l'outil et d'éviter une température trop élevée.

En revanche, les matériaux tendres comme l'aluminium permettent d'utiliser une vitesse de coupe plus élevée, ce qui aide à travailler plus rapidement et à réduire le temps d'usinage.

On constate également que les outils en carbure supportent des vitesses de coupe plus importantes que les outils en ARS, grâce à leur meilleure résistance à la chaleur et à l'usure.

Enfin, il faut savoir que ces valeurs sont approximatives et peuvent changer selon les conditions réelles de travail, comme la rigidité de la machine, la lubrification et la précision demandée.

I.5.3 Les géométrie des outils de coupe

Les outils de coupe se caractérisent par leur matériau et par la géométrie de leur partie active. Pour bien comprendre cette géométrie, il est indispensable de définir un système de plans de référence, appelés plans en main, qui permettent d'observer et de mesurer les différents angles de l'outil.

On définit cinq plans principaux :

- P_r : plan de référence, parallèle à la face d'appui de l'outil.
- P_s : plan sécant, tangent à l'arête de coupe et perpendiculaire à P_r .
- P_o : plan orthogonal, contenant la direction de la vitesse de coupe V_c ; il est perpendiculaire à P_r et à P_s .
- P_n : plan normal à l'arête, perpendiculaire à P_o et à l'arête de coupe.
- P_f : plan de travail, perpendiculaire à P_r et parallèle à la vitesse d'avance V_f .

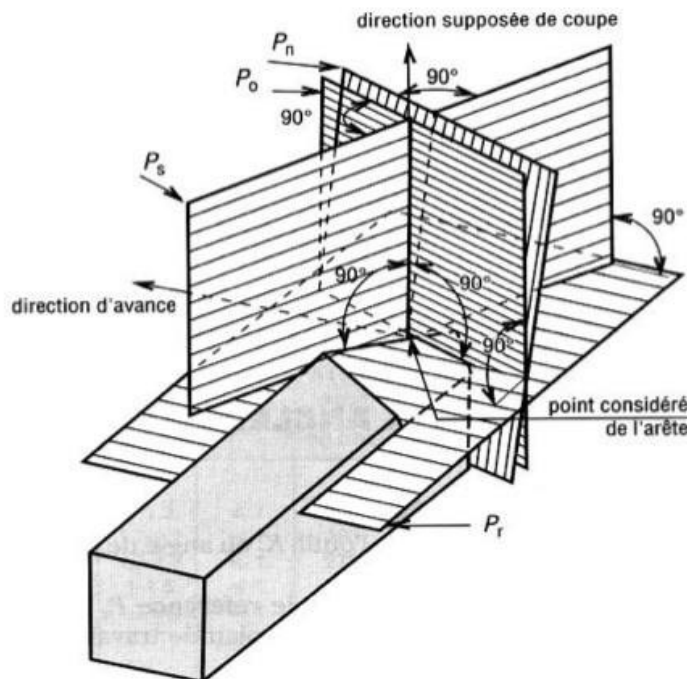


Figure. I.14 Plans sur un outil en main [6].

À partir de ces plans, on peut définir les angles géométriques de l'outil. Les principaux sont :

Symbole	Désignation
A	Angle de dépouille principal
B	Angle de taillant
Υ	Angle de coupe
Ψ	Angle de direction complémentaire de l'arête

Tableau I.2: symboles et désignation des angles géométriques de l'outil de coupe

Dans le cas général, un outil de coupe est dit à coupe positive lorsque les angles géométriques vérifient la relation : $\alpha + \beta + \Upsilon = 90^\circ$

Cette relation traduit un équilibre géométrique essentiel au bon déroulement de l'opération d'usinage. En particulier, lorsque $\Upsilon > 0$, la formation et l'évacuation du copeau sont facilitées, ce qui réduit les efforts de coupe et améliore la qualité de surface.[12].

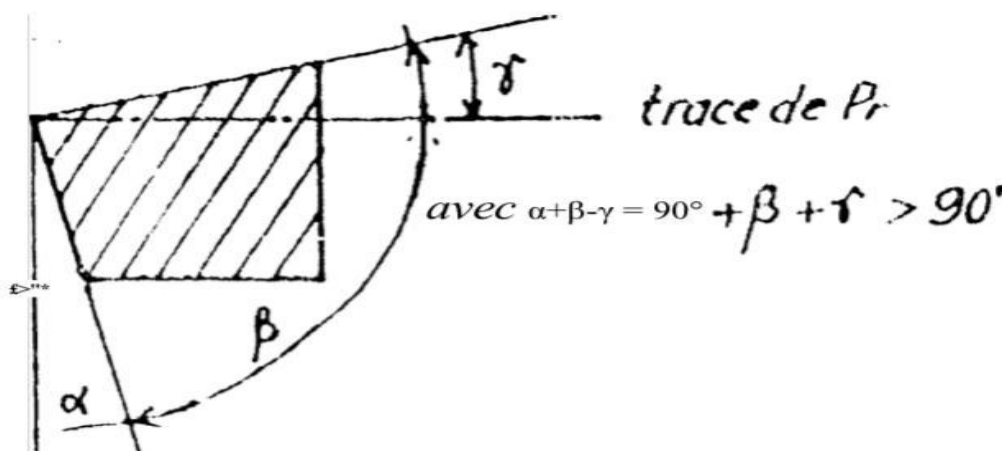


Figure. I.15 Représentation des angles de coupe (α , β , γ) d'un outil de tournage en configuration de coupe positive [13]

Remarque

Le choix de ces paramètres géométriques dépend de plusieurs facteurs : la nature de la pièce à usiner, le matériau de l'outil, le type d'opération réalisée (ébauche, finition...) et les exigences de qualité du produit fini.

I.6. L'Affûtage des Outils de coupe

I.6.1. Importance de l'affûtage des outils de coupe

L'affûtage des outils de coupe est une étape essentielle dans les opérations d'usinage, car il influence directement la qualité de la surface obtenue ainsi que la durée de vie de l'outil. En effet, un outil bien affûté permet de réduire les efforts de coupe, d'améliorer la précision dimensionnelle et d'obtenir un meilleur état de surface.

Dans la pratique, il existe différents types d'outils, notamment les outils en carbure et les outils en acier rapide (HSS). Les outils en carbure sont performants mais nécessitent des conditions de coupe élevées et sont plus difficiles à affûter. Par contre, les outils traditionnels en HSS sont plus faciles à affûter et à entretenir, ce qui les rend adaptés aux ateliers et aux travaux de petite dimension.

De plus, la géométrie de l'outil, en particulier les angles de coupe, joue un rôle très important dans le comportement de l'outil lors de l'usinage. Un mauvais affûtage peut entraîner une mauvaise qualité de coupe, une usure rapide de l'outil et même endommager la pièce. C'est pourquoi il est nécessaire de bien maîtriser les techniques d'affûtage afin d'assurer de bonnes performances en usinage.[12].

I.6.2. Principe et limites de l'affûtage manuel

L'affûtage manuel est une méthode très utilisée dans les ateliers. Cependant, il demande beaucoup d'attention et de précision de la part de l'opérateur afin de respecter les angles de l'outil (angle de coupe, angle de dépouille, etc.). La figure (I.16) montre le principe général de cette opération.

- Le positionnement : L'outil doit être bien maintenu pour garder les bons angles pendant l'affûtage.
- La sécurité : La distance entre la meule et le support doit être très petite (moins de 2 mm) pour éviter tout danger.
- La cinématique : Il faut déplacer l'outil de manière régulière pour obtenir une surface correcte.
- La répétabilité : Avec l'affûtage manuel, il est difficile d'avoir toujours les mêmes angles, ce qui peut influencer la qualité de l'usinage et la durée de vie de l'outil.

Pour réduire ces problèmes (manque de précision et risques de sécurité), la conception d'un étau orientable devient une solution intéressante.

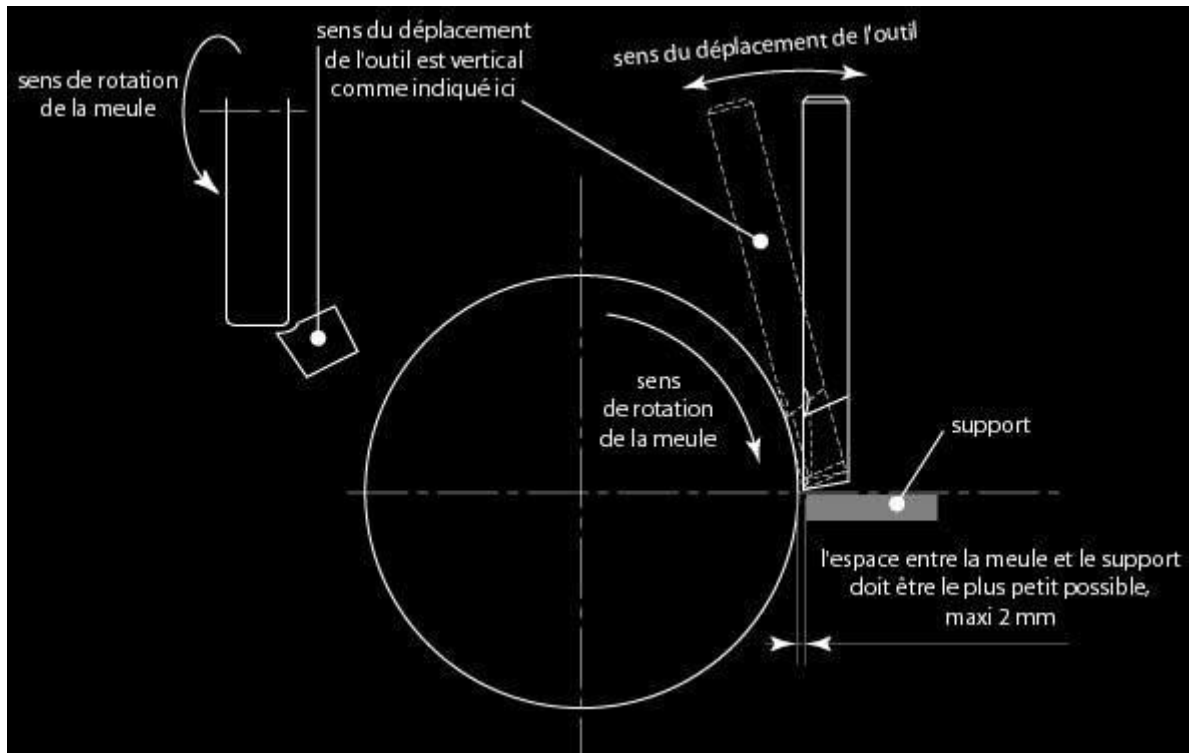


Figure I.16 Principe de l'affûtage manuel d'un outil de tour [14].

I.7. Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté les notions générales sur le tournage, les outils de coupe. Nous avons expliqué le principe du procédé de tournage et les différentes opérations réalisées sur tour.

Nous avons aussi étudié les outils de coupe, leurs matériaux, leur géométrie et les conditions de coupe, car ces paramètres influencent directement la qualité d'usinage.

Cependant, l'affûtage manuel des outils reste une opération délicate. Le manque de précision dans le réglage des angles peut provoquer des erreurs, diminuer la performance de l'outil et réduire sa durée de vie. Cette problématique montre la nécessité de trouver une solution pratique et précise pour améliorer cette opération.

Dans les chapitres suivants, nous allons proposer une solution à ce problème à travers l'étude et la réalisation d'un étau orientable précis, conçu pour assurer un meilleur contrôle des angles lors de l'affûtage.

Chapitre II : Analyse fonctionnelle de l'étau orientable pour affûtage

II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous attacherons à bien comprendre les exigences de notre projet avant d'entamer la conception. Notre projet consiste à concevoir un étau orientable pour l'affûtage d'outils de tour.

En pratique, l'affûtage manuel de ces outils présente souvent des difficultés : le maintien d'angles de coupe précis est complexe, ce qui nuit à la qualité de l'outil après affûtage et réduit sa durée de vie. De plus, l'absence d'un support d'outil stable pendant l'opération accroît la charge de travail de l'opérateur.

Pour remédier à ces problèmes, nous analyserons les exigences dans ce chapitre, définirons les fonctions que notre système devra remplir, puis établirons des spécifications fonctionnelles qui serviront de base au choix et à la justification de notre solution technique.

II.2. Analyse Fonctionnelle de l'étau orientable (cahier de charge)

C'est un document qui permet de présenter clairement le besoin du projet, en le traduisant en fonctions de service que le système doit assurer, ainsi que les contraintes à respecter.

Pour chaque contrainte, on définit des critères d'évaluation afin de vérifier si elle est bien satisfaite, avec un certain niveau d'importance et une flexibilité selon les conditions.

Dans notre projet, le cahier des charges sert à définir les fonctions nécessaires pour garantir le bon positionnement et l'orientation de l'outil de tournage, afin de faciliter son affûtage dans de bonnes conditions. [15]

II.2.1 Analyse du besoin

Selon la norme AFNOR X50-150, le besoin est défini comme « l'expression de la nécessité ou du désir éprouvé par un utilisateur » [16]

Pour analyser ce besoin, on se base sur deux idées principales :

- **Idée 1** : Le besoin est satisfait quand on utilise le produit qu'on va concevoir.
- **Idée 2** : Le besoin est satisfait quand l'état de la matière d'œuvre change.

Pour bien exprimer le besoin, on répond à trois questions simples :

- **À qui** le produit rend-il service ? → Au **client**
- **Sur quoi** le produit agit-il ? → Sur **la matière d'œuvre**
- **Dans quel but** ? → Pour satisfaire le **besoin**

On résume tout ça dans un schéma qu'on appelle le schéma du besoin.

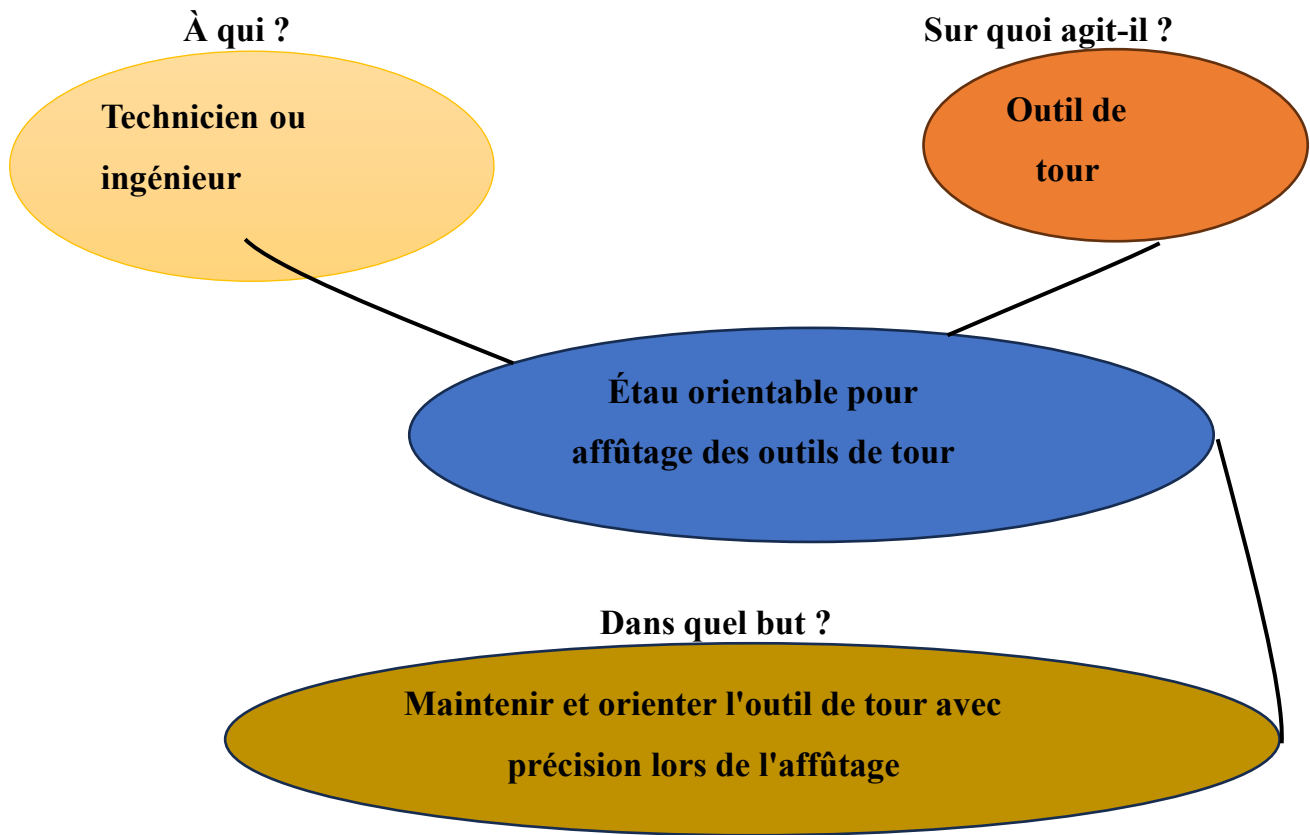


Figure II.1 : Schéma du besoin de l'étau orientable

II.2.2 Diagramme Pieuvre

Le diagramme pieuvre est un outil de l'analyse fonctionnelle qui permet de représenter les interactions entre un produit et son environnement extérieur. Il identifie deux types de fonctions :

La fonction principale (FP) : qui exprime le service rendu par le produit.

Les fonctions de contrainte (FC) : qui traduisent les exigences imposées par le milieu extérieur.

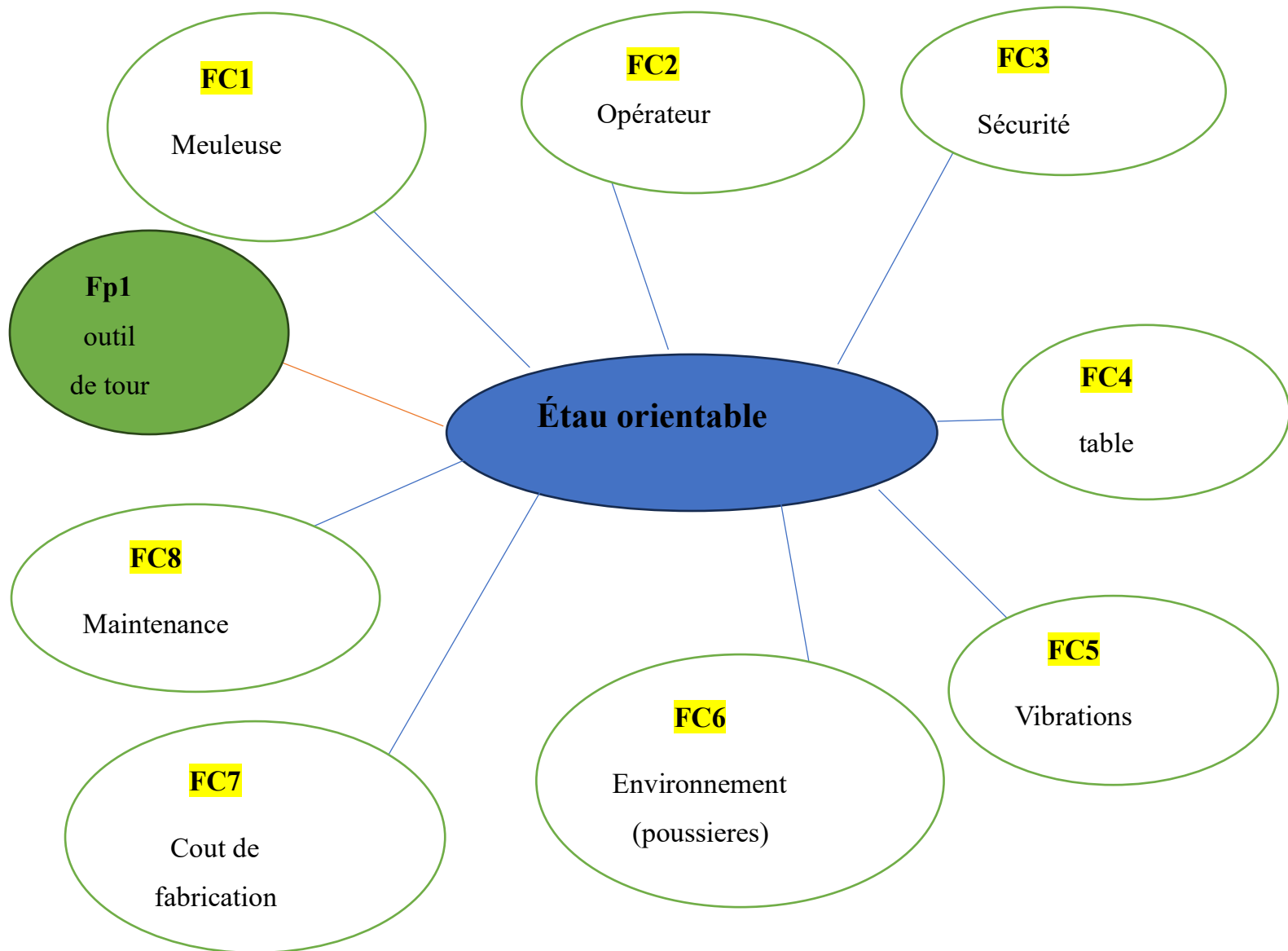


Figure II.2 : diagramme pieuvre pour l'étau orientable

❖ **Les Fonctions :**

- Fp1 : Maintenir l'outil de tour dans la position angulaire souhaitée pour permettre l'affûtage précis de ses faces (dépouille, coupe, direction).
- FC1 : S'adapter à la machine à affûter (meuleuse) et permettre le contact précis entre l'outil et la meule.
- FC2 : Être ergonomique et accessible pour l'opérateur lors du réglage et de la manipulation.

- FC3 : Ne pas présenter de danger pour l'utilisateur (arêtes vives, projections, stabilité).
- FC4 : Se fixer solidement sur le bâti ou la table de la machine à affûter.
- FC5 : Résister aux efforts et vibrations générés lors du meulage.
- FC6 : Fonctionner dans un environnement abrasif (copeaux, poussières de meulage).
- FC7 : Ne pas dépasser un coût de fabrication acceptable (matériaux et procédés adaptés).
- FC8 : Être démontable et maintenable facilement pour nettoyage et remplacement de pièces.

II.2.3 Diagramme Fast

Le diagramme FAST (Function Analysis System Technique) est un outil complémentaire au diagramme pieuvre. Il permet de décomposer les fonctions d'un produit en solutions techniques spécifiques. Sa lecture se fait de gauche à droite, en répondant à deux questions : « Pourquoi ? » pour remonter vers les fonctions, et « Comment ? » pour remonter aux solutions. Cet outil aide le concepteur à faire le lien entre ce que le produit doit faire et la manière dont il va le réaliser.

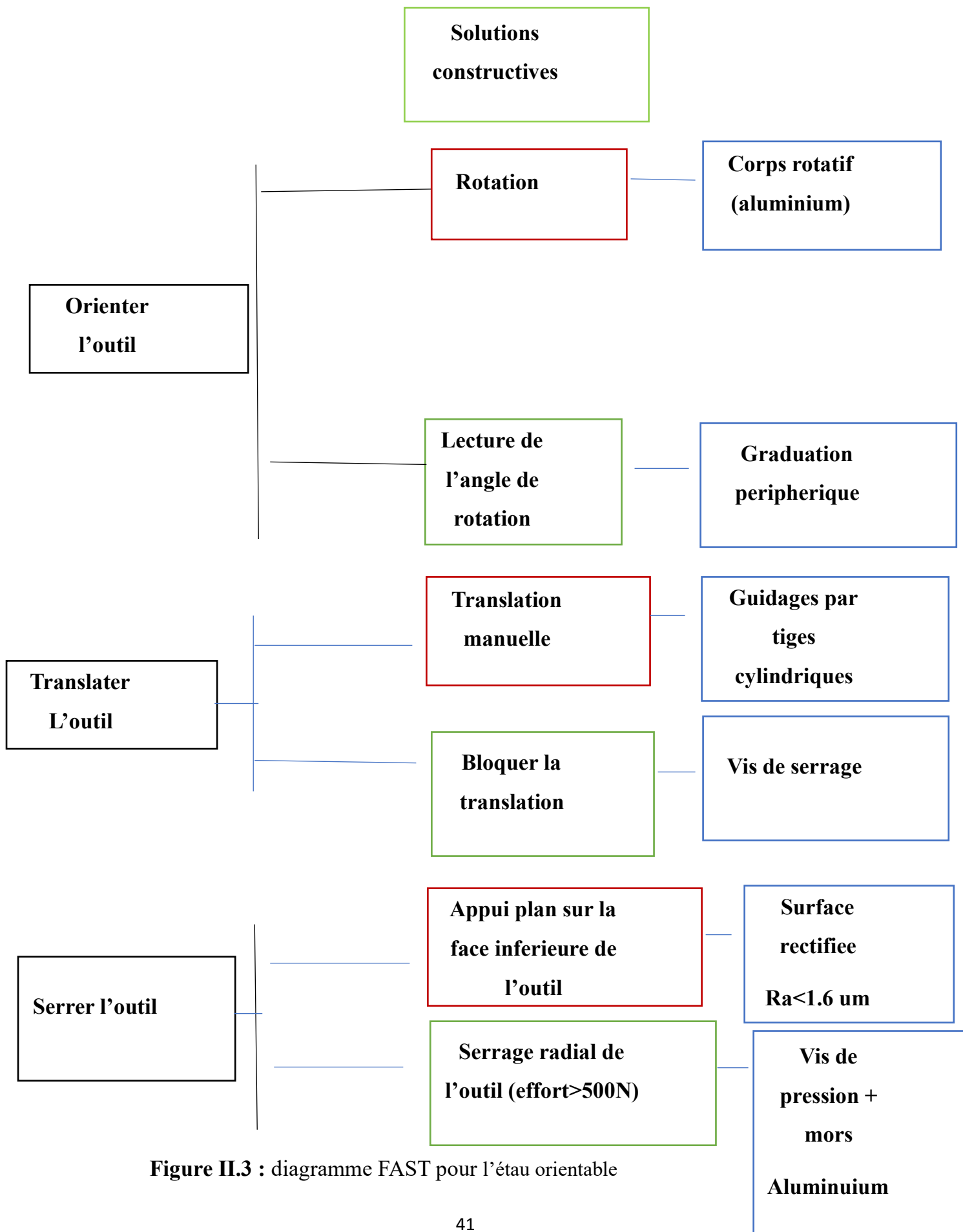


Figure II.3 : diagramme FAST pour l'étau orientable

II.2.4 Cahier de charge :

FC	Critères d'appréciation	Niveaux et flexibilité
FP1	• Réglage des angles d'affûtage. • Maintien de l'outil.	• Réglage précis des angles α, β et γ avec une précision de $\pm 0,5^\circ$. • Serrage stable sans déplacement pendant l'affûtage
FC1	• Adaptation aux outils standards. • Capacité de serrage.	• Compatible avec les outils de tour standards de petites et moyennes dimensions. • Serrage efficace des outils jusqu'à 16 mm de section.
FC2	• Facilité d'utilisation • Temps de réglage	• Réglage manuel simple sans outil spécial • Temps de réglage inférieur à 2 minutes
FC3	• Sécurité de l'opérateur • Bon maintien des pièces	• Absence d'arêtes vives et bon maintien des pièces • Vis de blocage avec contre-écrou de sécurité
FC4	• Stabilité du système • Encombrement	• Aucune vibration importante pendant l'affûtage • Dimensions compactes

Chapitre II Analyse fonctionnelle de l'étau orientable pour affûtage

FC5	• Résistance mécanique • Résistance aux vibrations	• Structure rigide en aluminium • Déformation faible durant le serrage et l'affûtage
FC6	• Guidage en translation • Précision de guidage	• Translation fluide avec jeu faible • Guidage par tiges cylindriques
FC7	• Précision de réglage des angles	• Graduation périphérique lisible
FC8	• Facilité de maintenance • Coût de fabrication	• Démontage simple des composants • Fabrication économique adaptée aux moyens universitaires

Tableau II. 4 : Tableau de cahier de charge pour l'étau orientable

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué une analyse fonctionnelle de l'étau réglable utilisé pour affûter les outils de tour. Nous avons pu comprendre les besoins de l'utilisateur et toutes les fonctions du système nécessaire dans cette affûtage.

D'une part, la conception de l'étau permettant de fixer, orienter et déplacer l'outil, il est possible de réaliser un affûtage optimal de celui-ci. À cause de plusieurs degrés de liberté de ce système, l'utilisateur peut facilement régler l'outil à une position et angle nécessaires.

Nous avons aussi eu l'occasion de proposer quelques solutions pratiques et simples telles que des guides circulaires, translation manuelle et fixation par vis.

Bien que notre système puisse comporter certains inconvénients comme rigidité et complexité mécanique, il reste assez pratique et simple à fabriquer.

***Chapitre III : Conception et
modélisation géométrique de l'étau
orientable***

III.1. Introduction

Au chapitre précédent, après avoir effectué l'analyse fonctionnelle et défini les exigences du système, ce paragraphe est déplacé à la phase de conception et modélisation géométrique d'un étau orientable qui sera utilisé pour l'affûtage des outils de tour.

Cette conception est principalement axée sur la facilitation du positionnement précis de l'outil pendant l'affûtage et sur la garantie des angles corrects ainsi que d'une bonne qualité de surface. Ce système intègre différents types de rotation et de translation, permettant d'orienter l'outil là où cela est nécessaire.

Pour ce projet, on a suivi la démarche classique d'un bureau d'études. On a commencé par fixer le cahier des charges et les critères techniques à respecter. Ensuite, on a choisi les meilleures solutions mécaniques pour assembler les pièces entre elles. Après ça, on est passé sur ordinateur pour dessiner chaque pièce et tout assembler en 3D sur **SolidWorks**. Finalement, nous avons vérifié que tout s'emboîtait correctement, que les dimensions étaient bonnes et que le mécanisme bougeait correctement sans aucun blocage.

III.2. Présentation générale de l'étau orientable

L'étau orientable est composé de quatre pièces principales, fabriquées entièrement en aluminium. Cet alliage a été choisi pour ses bonnes propriétés mécaniques et sa facilité d'usinage dans les conditions de l'atelier. Les quatre pièces forment une chaîne cinématique qui part de la corps principal (pièce verte) et se termine par la porte outil (pièce rouge). Chaque pièce joue un rôle précis et distinct dans le fonctionnement de l'ensemble.

Le système mécaniques assemblés afin de garantir :

- Un support rotatif
- Un corps principal fixe
- Le déplacement vertical d'un outil
- Un système de translation

Cela inclut le serrage correct de l'outil.

L'ensemble du système a été conçu dans le but de développer un affûtage plus précis stable, tout en facilitant le réglage des différents angles de coupe de l'outil concerné.

Ce principe de fonctionnement se compose de mouvements de rotation et de translation qui permettent à l'outil d'être en contact avec toutes les faces de la meule de manière appropriée.

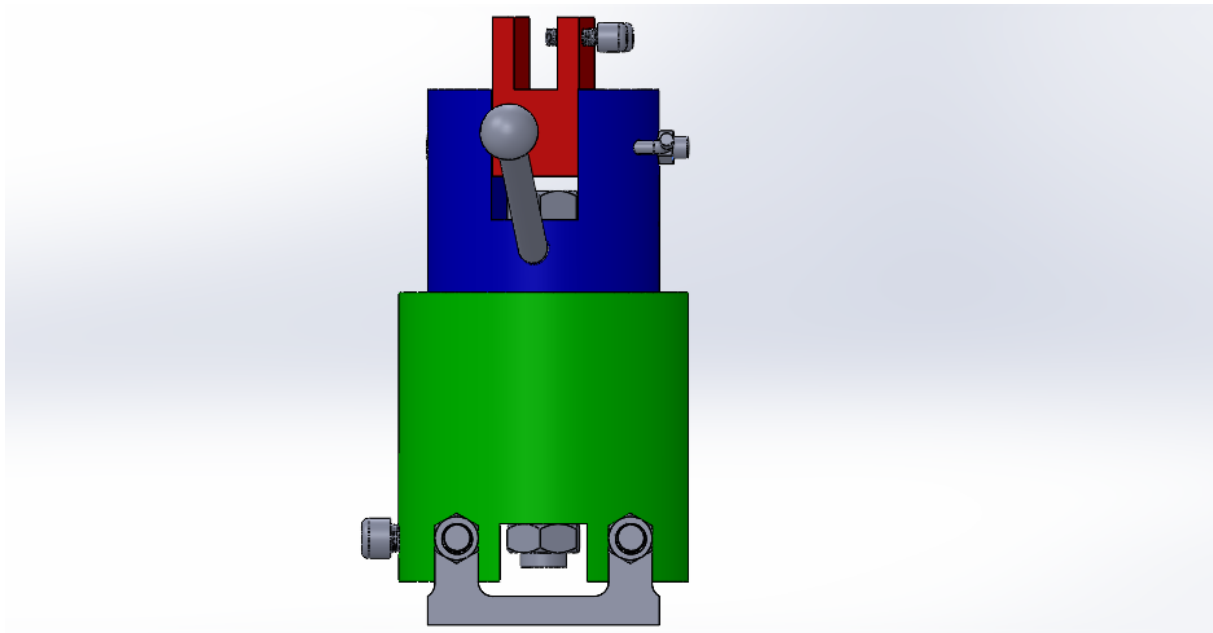


Figure III.1 : Vue de face de l'assemblage final de l'étau orientable

III.3. Spécifications techniques de l'étau orientable

Avant de commencer la modélisation, il est nécessaire de définir clairement les exigences auxquelles l'étau doit répondre. Ces spécifications résultent directement de l'analyse fonctionnelle du chapitre II et des conditions réelles d'utilisation de l'étau avec la meuleuse.

III.3.1. Tolérances et état de surface

Les faces fonctionnelles de l'étau, c'est-à-dire celles qui participent au guidage, au contact ou à la mise en position, doivent respecter une tolérance dimensionnelle de $\pm 0,5$ mm et une rugosité de surface $Ra \leq 1,6$ μm . Ces valeurs correspondent à un usinage de précision standard, accessible avec les machines conventionnelles disponibles en atelier. Le tableau III.1 résume les principales spécifications retenues.

Paramètre	Valeur	Justification
Tolérance dimensionnelle	$\pm 0,5\text{mm}$	Précision nécessaire pour le contact face/meule
Rugosité de surface Ra	Ra 1,6 μm	Qualité des faces fonctionnelles en contact.
Jeu pièce verte / bleue	0,05 – 0,08 mm	Permet la rotation libre de la pièce bleue sans blocage ni frottement excessif
Matériau	Aluminium	Légèreté, usinabilité, résistance suffisante.

Tableau III.1 : Spécifications techniques retenues pour la conception de l'étau

III.3.2. Degrés de liberté et mouvements requis

L'étau orientable doit permettre à l'opérateur d'ajuster la position de l'outil de tour dans l'espace afin que chacune de ses faces puisse être présentée correctement à la meule.

Le tableau III.2 présente les degrés de liberté de l'étau avec les solutions associées.

Degré de liberté	Type	Commande
Rotation $\pm 180^\circ$	Rotation	Bras de manœuvre
Translation verticale	Translation	Vis de réglage
Translation horizontale	Translation	Tiges cylindriques

Tableau III.2 : Degrés de liberté, systèmes de commande et de blocage

III.4. Description des différentes parties du système

III.4.1. Corps principal

La pièce verte constitue le corps fixe de l'étau. Elle est réalisée sous forme cylindrique afin de recevoir la pièce bleue dans son alésage central et de lui permettre de tourner librement. Une graduation angulaire est usinée sur sa face

supérieure circulaire, ce qui permet à l'opérateur de lire directement l'angle d'orientation lors du réglage.

La pièce verte est fixée sur le socle à l'aide de deux tiges cylindriques et d'écrous, garantissant une bonne rigidité de l'ensemble pendant l'affûtage.

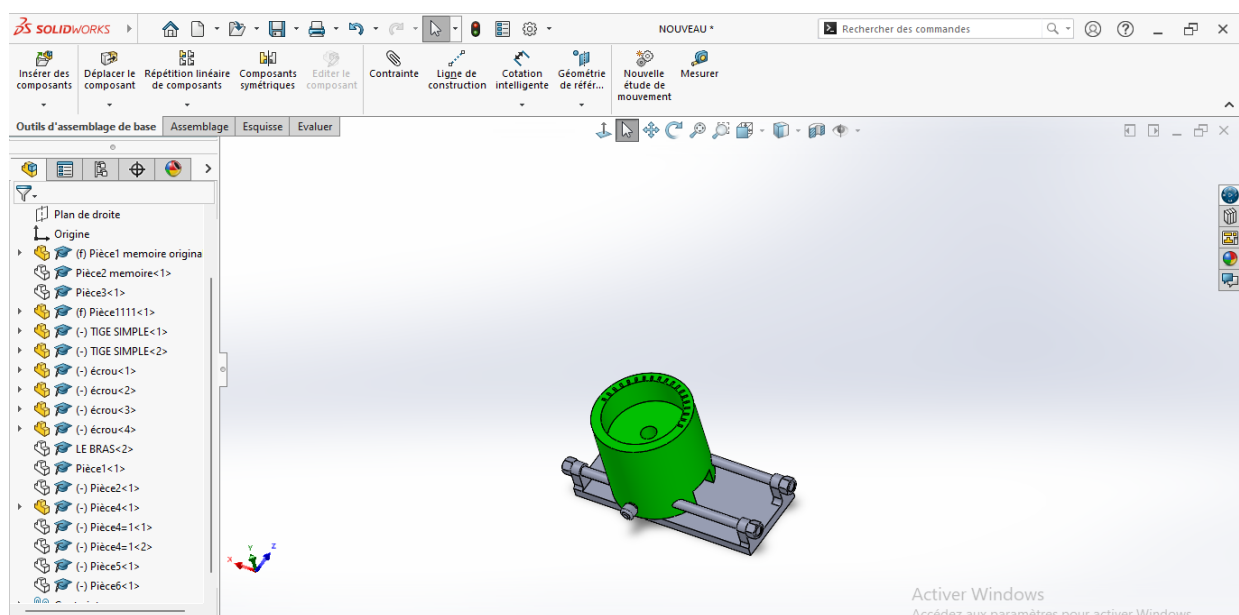


Figure III.2 : La pièce verte – Corps principal

III.4.2. Support rotatif

Le support rotatif (pièce bleue) est monté à l'intérieur du corps principal. Il représente l'élément principal responsable de l'orientation angulaire de l'outil.

Cette pièce peut effectuer un mouvement de rotation autour de son axe grâce à un bras de manœuvre fixé latéralement. Ce bras facilite le réglage manuel de la position pendant l'opération d'affûtage.

Pour améliorer la précision du mouvement, un faible jeu mécanique a été conservé entre le support rotatif et le corps principal afin de limiter les frottements tout en assurant une rotation fluide.

Cette rotation permet d'orienter l'outil selon différents angles afin de faciliter l'affûtage des différentes faces de coupe.

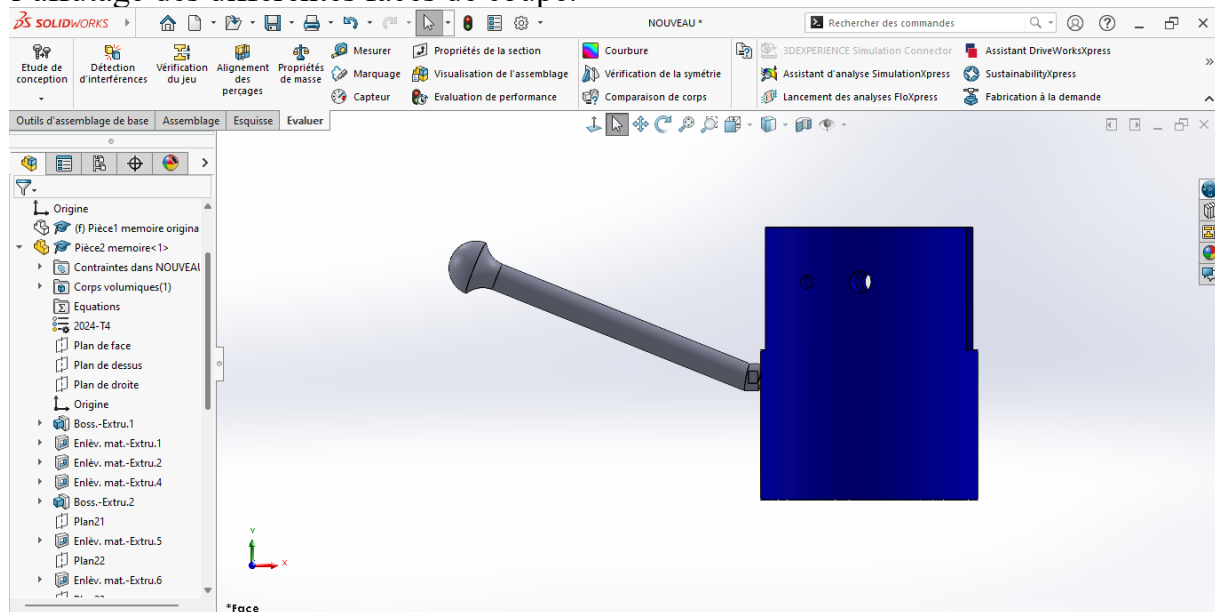


Figure III.3 : Vue de face de la pièce bleue avec le bras de manœuvre
III.4.3. Porte-outil

Le porte-outil (pièce rouge) est la partie destinée au maintien direct de l'outil de tour.

Cette pièce est montée dans une rainure réalisée dans le support rotatif. Ce guidage permet d'obtenir un déplacement vertical précis et stable.

Le porte-outil peut monter ou descendre selon la position souhaitée afin de régler la hauteur de l'outil devant la meule.

Le système comporte :

Une vis de réglage permettant le déplacement vertical, ainsi qu'une vis de blocage servant à immobiliser le porte-outil après le réglage.

Lors du fonctionnement, l'utilisateur desserre la vis de blocage puis effectue le réglage de hauteur avant de resserrer le système.

Le serrage de l'outil est assuré par deux vis supérieures permettant de maintenir correctement l'outil pendant l'affûtage.

Grâce à cette conception, le système assure :

- Une bonne stabilité,

- Un bon maintien
- Un positionnement précis de l'outil.

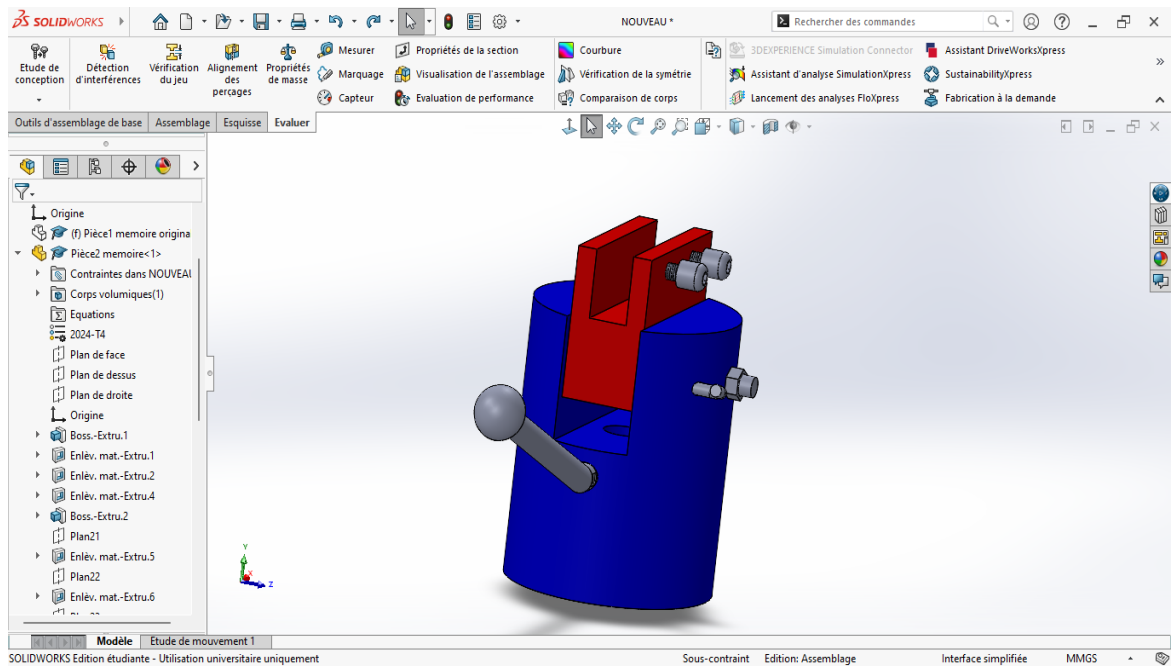


Figure III.4: Modélisation 3D de la pièce bleue avec la pièce rouge (support rotatif et porte-outil)

III.4.4. Système de translation

Le système de translation est situé dans la partie inférieure de l'étau. Il est composé principalement de tiges cylindriques permettant le déplacement horizontal de l'ensemble du système.

Cette translation permet de rapprocher ou d'éloigner l'outil par rapport à la meuleuse selon les besoins de l'opération d'affûtage.

Le guidage par tiges cylindriques assure :

- Un déplacement fluide
- Un faible jeu mécanique,
- Une meilleure précision de positionnement

Le déplacement manuel facilite également l'utilisation du système et permet un réglage rapide pendant le travail.

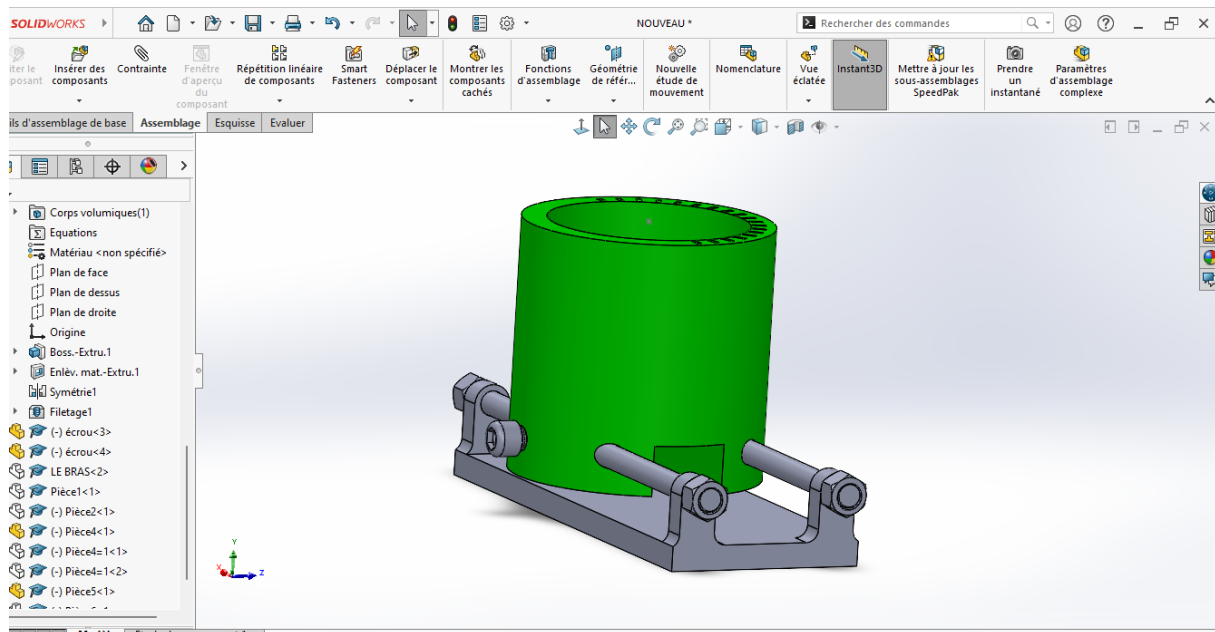


Figure III.5. Guidage en translation par tiges cylindriques

III.5. Fonctionnement général de l'étau

L'étau orientable fonctionne grâce à trois mouvements simples.

D'abord, une partie tournante permet de faire pivoter l'outil à gauche ou à droite pour choisir l'angle d'affûtage voulu, à l'aide d'un bras et de repères gradués.

Ensuite, le porte-outil monte ou descend pour placer l'outil à la bonne hauteur selon la face qu'on veut affûter.

Enfin, un système de translation pour un affûtage est plus précis et plus facile qu'en travaillant à la main.

III.6. Choix du matériau

Choisir le bon matériau est une étape clé pour fabriquer l'étau. C'est ce choix qui va déterminer la solidité des pièces, leur stabilité et leur facilité à être fabriquées (usinées).

Pour ce projet sur SOLIDWORKS, nous avons choisi l'**alliage d'aluminium 2024-T4**. C'est un type d'aluminium réputé pour être très solide.

Nous avons choisi ce matériau pour plusieurs raisons simples :

- Il est bien rigide (il ne se déforme pas facilement).
- Il est léger.

- Il est facile à couper et à mettre en forme (facile à usiner).
- Il résiste très bien aux efforts et à la pression quand on affûte les pièces.

En résumé, utiliser cet aluminium permet d'alléger tout le système tout en gardant l'étau bien stable pendant qu'on l'utilise.

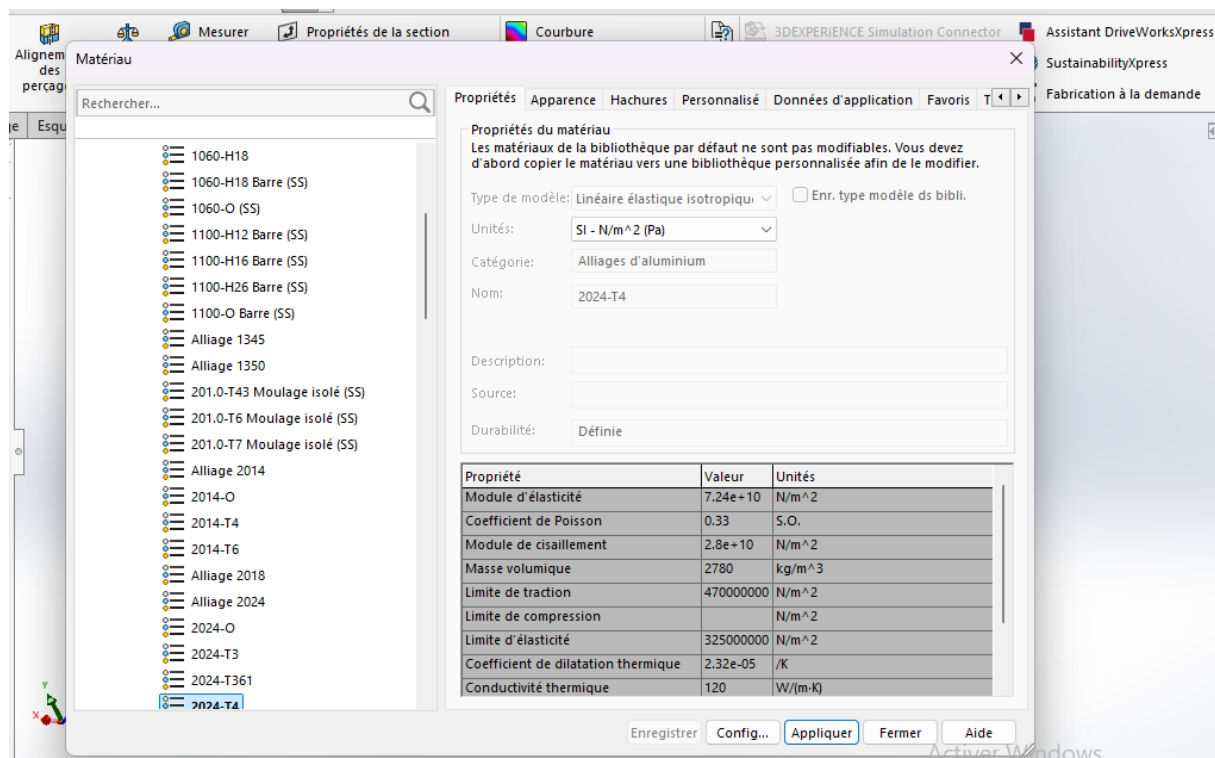


Figure III.6. Propriétés mécaniques du matériau 2024-T4 sous SOLIDWORKS

Ces valeurs confirment que le matériau choisi présente une bonne résistance mécanique avec une masse volumique faible, ce qui le rend adapté à la fabrication des pièces de l'étau orientable.

III.7. Modélisation et assemblage de l'étau orientable sous SOLIDWORKS

La modélisation des différentes pièces de l'étau orientable a été réalisée à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Au début, chaque pièce a été dessinée séparément selon les dimensions choisies pendant la conception. Plusieurs fonctions du logiciel ont été utilisées comme l'extrusion, la révolution, le balayage, les congés et le filetage afin d'obtenir les différentes formes mécaniques du système.

Après la modélisation des pièces, un assemblage complet de l'étau a été réalisé. Cette étape a permis de vérifier le bon montage des composants ainsi que le fonctionnement des différents mouvements du système.

Plusieurs contraintes d'assemblage ont été utilisées pendant cette étape, comme la contrainte coaxiale, coïncidente et la limitation d'angle. Ces contraintes permettent de reproduire les mouvements réels de l'étau, notamment la rotation du support, le déplacement vertical du porte-outil ainsi que le mouvement de translation.

L'assemblage final obtenu permet de visualiser le fonctionnement général du système avant la phase de fabrication réelle.

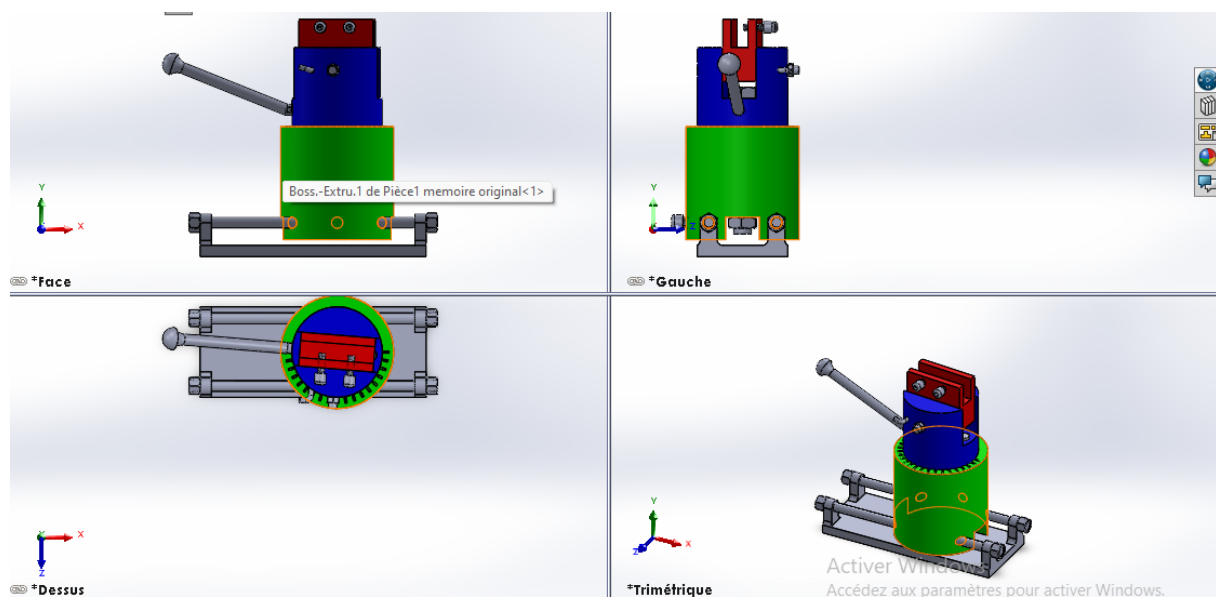
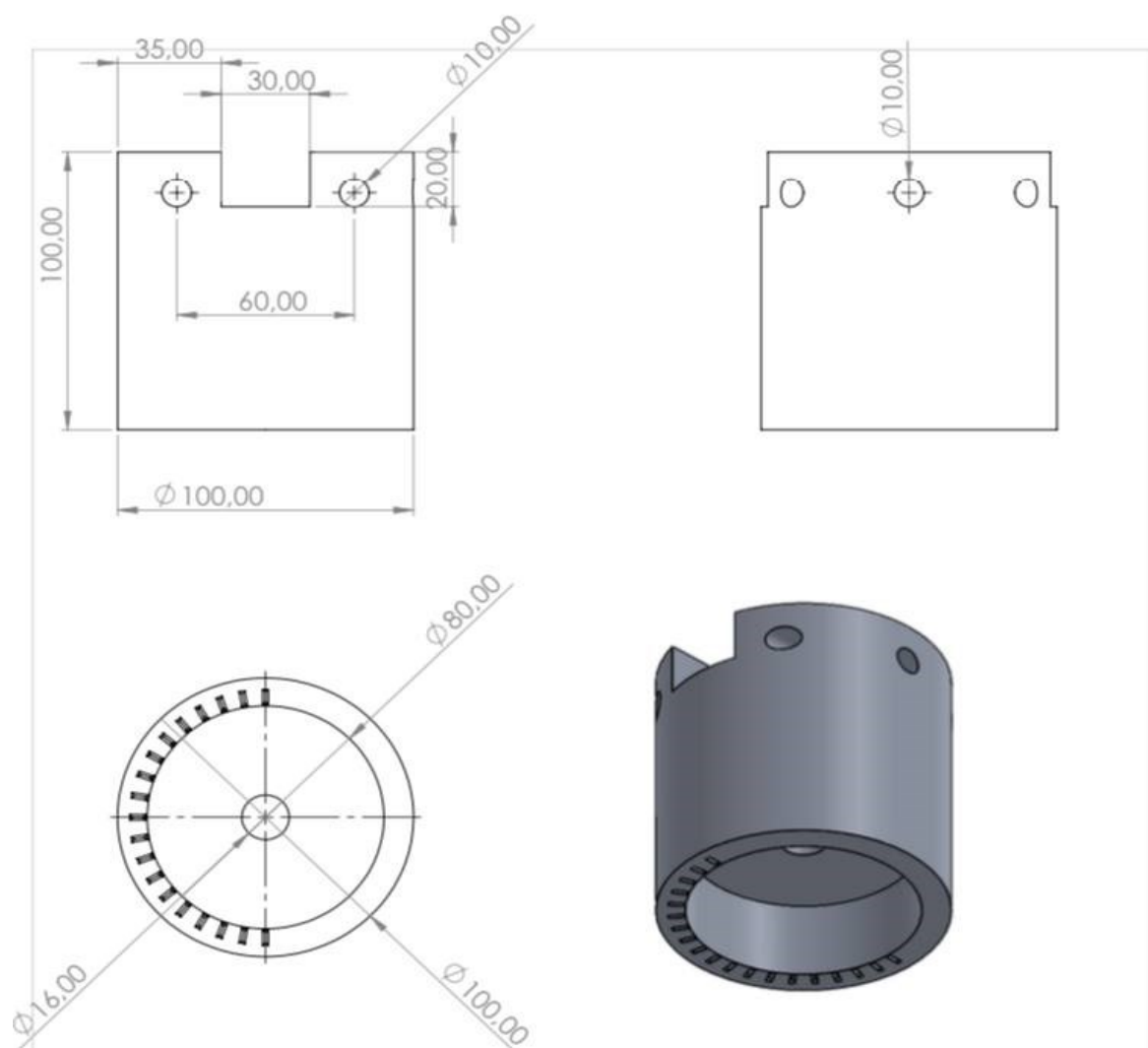


Figure III.7. Différentes vues de l'assemblage de l'étau orientable sous SOLIDWORKS

III.8. Mise en plan des pièces mécaniques

Après la phase de modélisation et d'assemblage, les mises en plan des différentes pièces mécaniques ont été réalisées sous SOLIDWORKS.



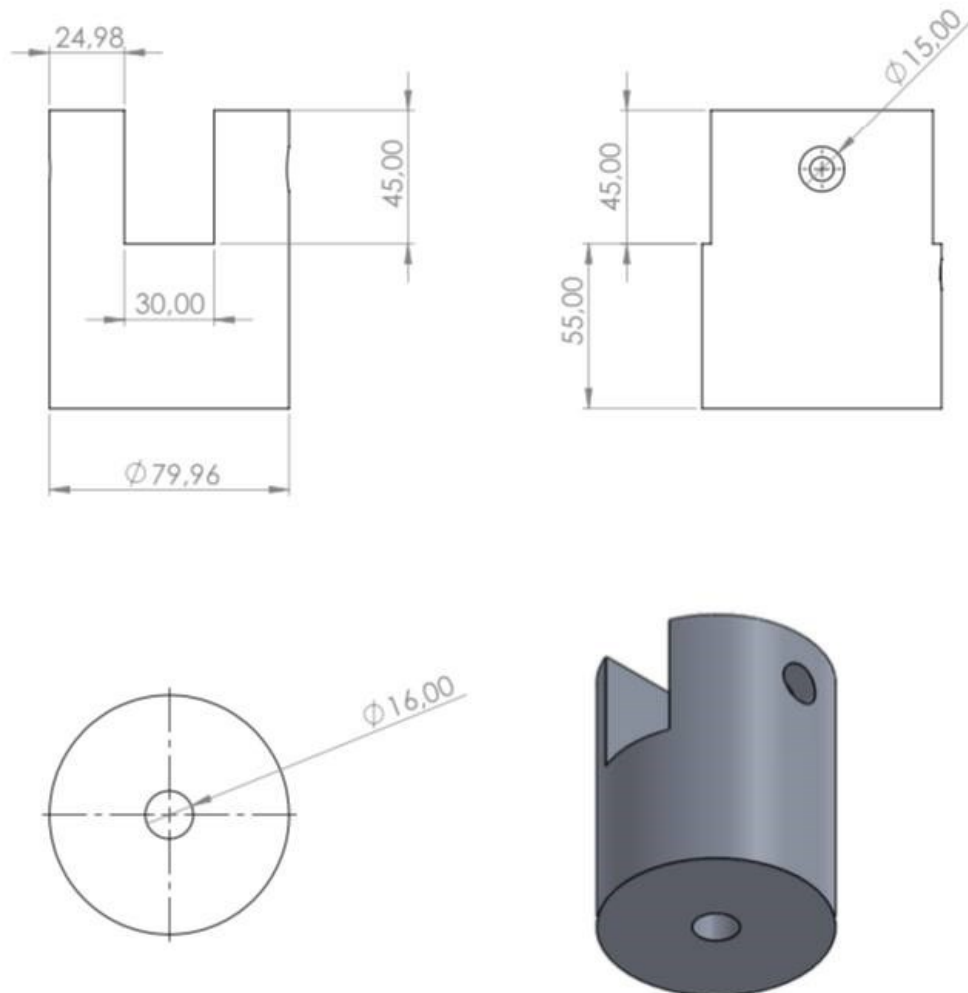
Université A.B.B CM Département de Génie mécanique

format	A4
Echelle	1:1
Date	Juin 2026

piece 1 :
Corps principal

Préparer par :

- Chikh Ayyoub
- Meziane
- Mohammed
- Islam



Université A.B.B CM Département de Génie mécanique



format

A4

Echelle

1:1

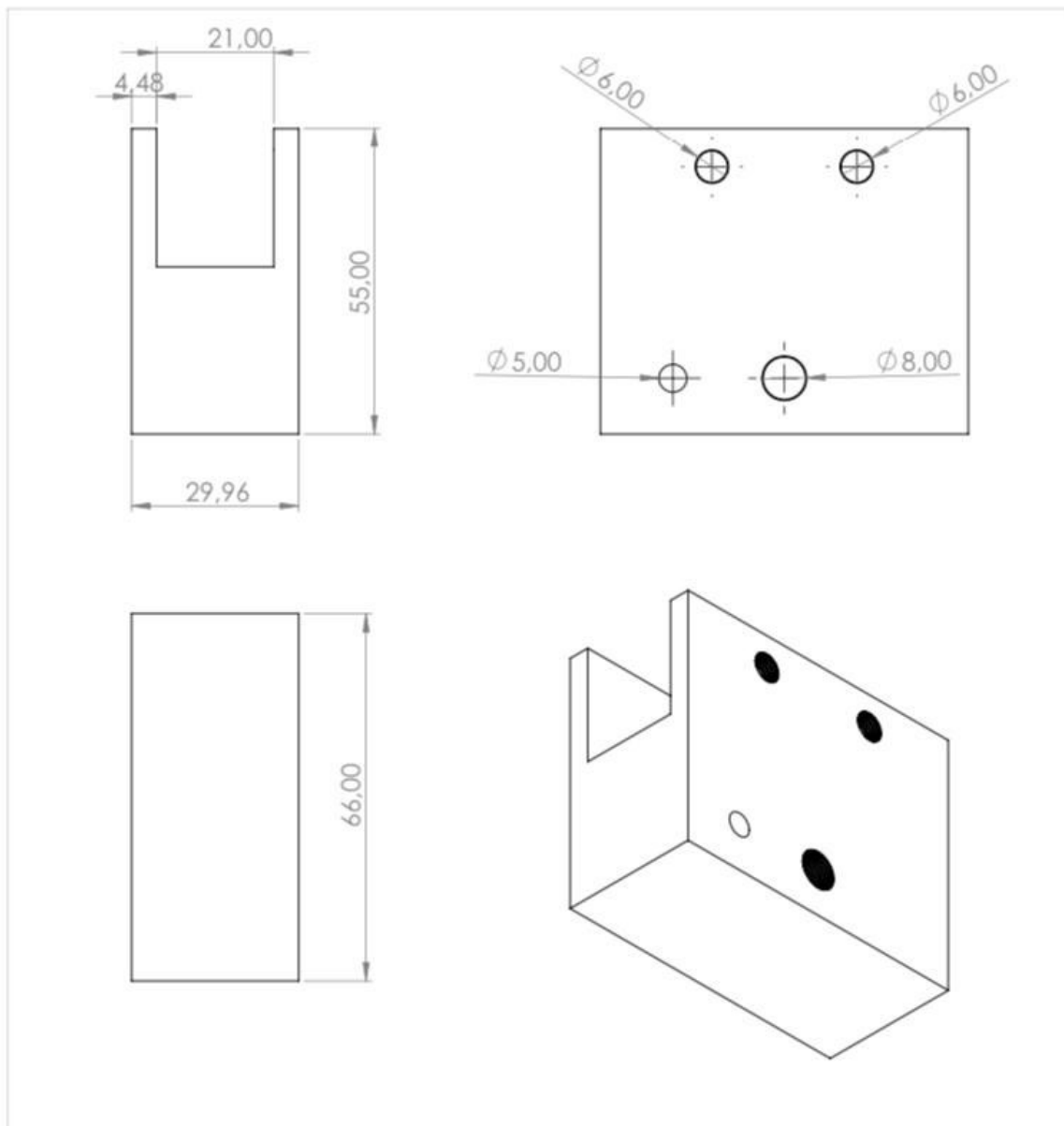
Date

Juin 2026

piece 2:
Support rotatif

Préparer par :

- Chikh Ayyoub
- Meziane
- Mohammed
- Islam



Université A.B.B CM Département de Génie mécanique

		piece 3: Porte d'outil	Préparer par : • Chikh Ayyoub • Meziane Mohammed Islam
format	A4		
Echelle	1:1		
Date	Juin 2026		



Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception complète de l'étau orientable pour l'affûtage des outils de tour.

Nous avons commencé par définir les spécifications techniques du système, notamment les tolérances dimensionnelles, l'état de surface et les degrés de liberté nécessaires au bon fonctionnement de l'étau. Ces spécifications découlent directement du cahier des charges établi au chapitre précédent.

Ensuite, nous avons décrit les quatre pièces principales du système : le corps principal, le support rotatif, le porte-outil et la pièce de translation. Chaque pièce a été conçue pour remplir un rôle précis dans la chaîne cinématique de l'étau.

Le choix de l'alliage d'aluminium 2024-T4 pour l'ensemble des pièces a été justifié par ses bonnes propriétés mécaniques, sa légèreté et sa facilité d'usinage dans les conditions de l'atelier universitaire.

Enfin, la modélisation et l'assemblage ont été réalisés sous SOLIDWORKS, ce qui nous a permis de vérifier le bon fonctionnement des différents mouvements du système avant de passer à la phase de fabrication.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter la réalisation concrète de l'étau, en détaillant les opérations d'usinage effectuées et les résultats obtenus.

Chapitre IV : Partie Réalisation

IV.1. Introduction :

Dans les chapitres précédents, nous avons effectué l'analyse fonctionnelle du système et réalisé sa modélisation complète sous SOLIDWORKS. Ce chapitre représente l'étape concrète de notre travail, où nous sommes passés de la conception sur ordinateur à la fabrication réelle des pièces dans l'atelier de génie mécanique de notre université.

La réalisation des pièces a nécessité plusieurs opérations d'usinage successives, effectuées sur les machines disponibles à l'atelier. Avant de commencer chaque opération, nous avons calculé les paramètres de coupe nécessaires, notamment la vitesse de rotation N à partir de la vitesse de coupe V_c et du diamètre de la pièce, en utilisant la relation vue au chapitre I.

Les opérations réalisées comprennent le tournage, le fraisage, le perçage et le taraudage. Chaque opération a été préparée soigneusement afin de respecter les dimensions et les tolérances définies dans les mises en plan du chapitre III.

Dans ce chapitre, nous allons présenter en détail les différentes étapes de fabrication réalisées.

IV.2. Préparation des bruts

La première étape de la réalisation a consisté à découper la matière première en tronçons de dimensions adaptées à chaque pièce. Cette opération a été effectuée à l'aide d'une scie à ruban (PEHAKA) disponible à l'atelier, en utilisant un brut cylindrique en aluminium.



Figure IV.1 : Découpe du brut cylindrique en aluminium sur la scie à ruban

IV.3. Opérations d'usinage réalisées

IV.3.1. Tournage

Le tournage a été réalisé sur un tour conventionnel disponible à l'atelier. Le brut cylindrique en aluminium de diamètre $\varnothing 110$ mm a été serré dans le mandrin trois mors du tour.

Avant de commencer, nous avons calculé la vitesse de rotation à appliquer en utilisant la relation suivante :

$$N = (1000 \times V_c) / (\pi \times D)$$

Pour un outil en carbure travaillant sur l'aluminium, nous avons choisi $V_c = 80$ m/min, ce qui donne :

$$N = (1000 \times 80) / (\pi \times 110) \approx 232 \text{ tr/min}$$

Le dressage a été la première opération effectuée. Elle a permis d'obtenir une surface plane et perpendiculaire à l'axe de la pièce, ce qui est indispensable comme référence pour les opérations suivantes.



Figure IV.2 : Opération de dressage du brut sur le tour

Le chariotage a suivi, permettant de ramener le diamètre extérieur de Ø110 mm à la cote finale de Ø100 mm, conformément aux dimensions définies dans la mise en plan de la pièce 1.



Figure IV.3 : Opération de chariotage

IV.3.1.3. Perçage et alésage

Après le chariotage, nous avons réalisé le perçage central de la pièce en deux étapes.

La première étape consistait à percer un avant-trou à l'aide d'un foret de diamètre Ø16 mm monté sur la contrepoupée du tour. Ce trou sert de guide pour l'outil à aléser utiliser ensuite.

La deuxième étape était l'alésage, réalisé avec un outil à aléser afin d'agrandir progressivement le diamètre intérieur jusqu'à la cote finale de Ø80 mm. Cet alésage est la surface fonctionnelle principale du corps, car c'est dans cet alésage que vient s'emboîter le support rotatif avec le jeu mécanique défini dans les spécifications.



Figure IV.4 : perçage avec foret Ø16 mm



Figure IV.5 : Opération d'alésage avec outil à alése

IV.3.2. Fraisage — Rainurage

Après les opérations de tournage, la pièce a été transférée sur la fraiseuse. Elle a été serrée dans un étau de fraisage afin de garantir un bon maintien pendant l'opération.

Le rainurage a été réalisé à l'aide d'une fraise en bout de diamètre Ø14 mm. Cette rainure de 30 mm de largeur et 20 mm de profondeur.

Avant de commencer, nous avons calculé la vitesse de rotation à appliquer :

$$N = (1000 \times V_c) / (\pi \times D) = (1000 \times 80) / (\pi \times 14) \approx 1819 \text{ tr/min}$$



Figure IV.6 : Opération de rainurage sur la fraiseuse

Remarque : Les opérations d'usinage réalisées sur le support rotatif (pièce 2) sont similaires à celles effectuées sur le corps principal. Nous avons suivi le même ordre : dressage, chariotage pour obtenir le diamètre extérieur $\varnothing 79,96$ mm, compatible avec l'alésage du corps principal, puis perçage central. Une rainure a ensuite été réalisée par fraisage sur la face supérieure du support rotatif, avec une profondeur de 45 mm et une largeur de 30 mm. Cette rainure est destinée à recevoir et guider le porte-outil lors de son déplacement vertical. Les paramètres de coupe ont été calculés de la même façon en adaptant uniquement le diamètre D dans la relation $N = (1000 \times V_c) / (\pi \times D)$.

IV.3.3. Fraisage — Pièce 3 : Porte-outil

La fabrication du porte-outil a débuté à partir d'un brut en aluminium. La pièce a été serrée dans l'étau de la fraiseuse pour toutes les opérations.

Le surfacage a été la première opération réalisée. À l'aide d'une fraise de taille de diamètre $\varnothing 20$ mm, nous avons usiné les faces de la pièce jusqu'à obtenir les

dimensions finales de $55 \times 29,96$ mm. Cette opération permet d'avoir des surfaces planes et perpendiculaires, servant de référence pour les opérations suivantes.



Figure IV.7 : Opération de surfacage du porte-outil

Le rainurage a ensuite été effectué sur la face supérieure de la pièce afin de réaliser le logement destiné à recevoir l'outil de tour. Cette rainure présente une largeur de 21 mm et une profondeur de 25 mm, conformément aux dimensions définies dans la mise en plan.



Figure IV.8: Opération de rainurage du porte-outil sur la fraiseuse

IV.3.4. Perçage et taraudage

Après les opérations de fraisage, nous avons réalisé les perçages nécessaires sur chaque pièce conformément aux dimensions indiquées dans les mises en plan.

Les diamètres utilisés sont les suivants :

Pièce	Diamètre du trou	Utilisation
Corps principal (P1)	Ø10mm ; Ø16mm	Passage des tiges cylindriques ; vis et écrou pour P1 et P2
Support rotatif (P2)	Ø16mm ; Ø15mm	Vis et écrou pour P1 et P2 ; vis pour port outil
Porte-outil	Ø5mm ; Ø6mm ; Ø8mm	Serrage d'outil
Pièce de translation	Ø10mm	Passage des tiges cylindriques

Tableau IV.1 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctions des perçages des composants de l'étau



Figure IV.9 : Opération de perçage

Le taraudage a été réalisé manuellement, la pièce étant maintenue dans un étau d'établi pendant toute l'opération. Cette méthode demande de la précision et de la régularité afin d'obtenir un filetage propre et bien centré, garantissant un bon assemblage des vis de serrage et de blocage.

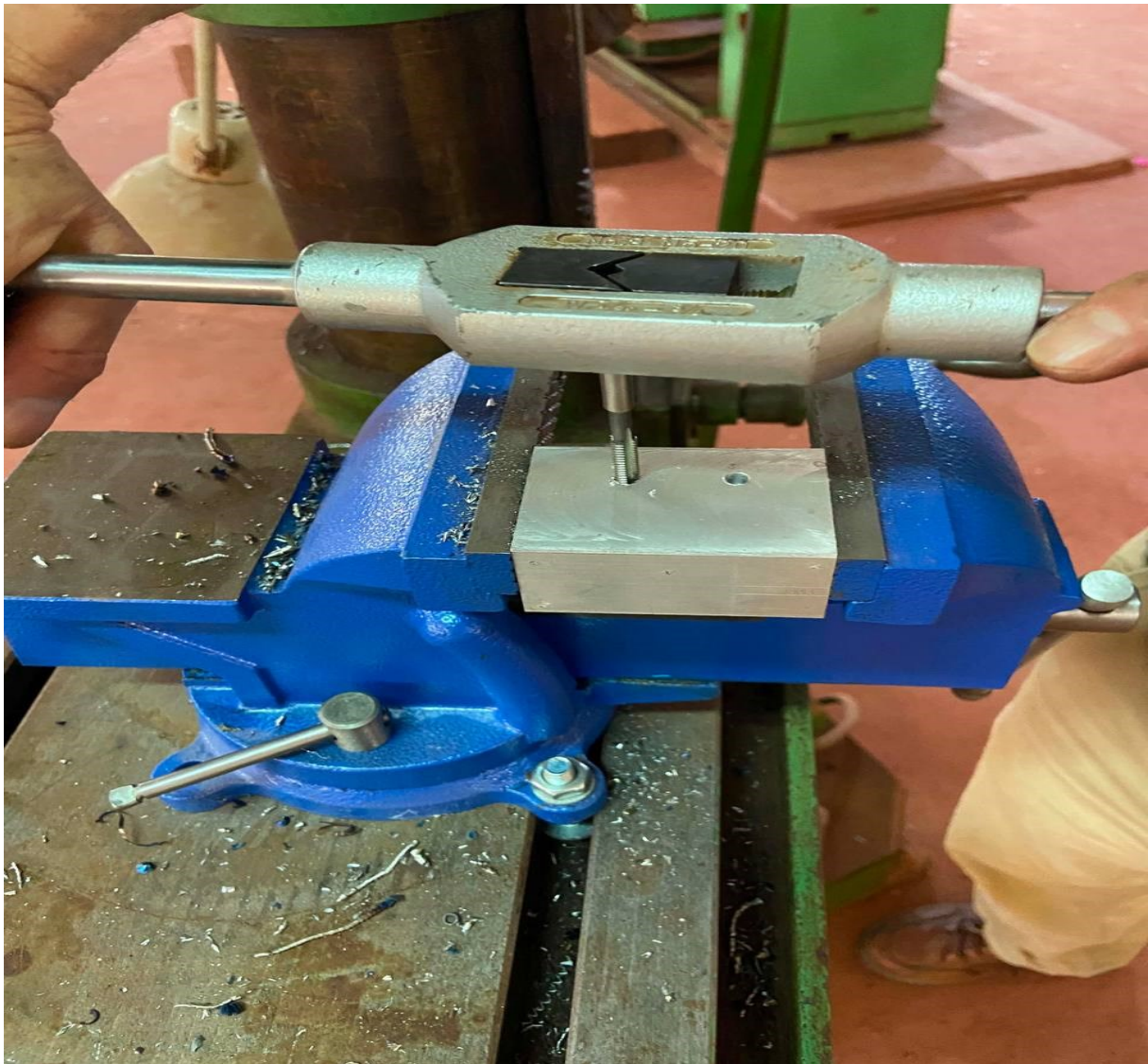


Figure IV.10 : Opération de taraudage manuel



Figure IV.11: Opération de filetage manuel des tiges de guidage

IV.4. Assemblage final



Figure IV.12: Vue d'ensemble de l'étau orientable réalisé en atelier

La figure ci-dessus présente les quatre composants principaux de l'étau orientable réalisés en atelier : le corps principal, le support rotatif, le porte-outil et le plateau de translation. Le corps principal et le support rotatif constituent l'ensemble cylindrique assurant le mouvement de rotation. Le porte-outil est fixé sur le support rotatif par deux vis, permettant le serrage de l'outil. Le plateau de translation, muni de deux tiges de guidage, assure le déplacement linéaire de l'ensemble.

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de fabrication des pièces de l'étau orientable, réalisées à l'atelier de génie mécanique de notre université.

Nous avons commencé par la découpe des bruts sur la scie à ruban, puis nous avons enchaîné les opérations d'usinage nécessaires pour chaque pièce : le tournage avec le dressage, le chariotage, le perçage et l'alésage, ainsi que le fraisage pour le surfacage et le rainurage. Toutes ces opérations ont été précédées par le calcul des paramètres de coupe, notamment la vitesse de rotation N , afin de travailler dans de bonnes conditions.

Ce travail pratique nous a permis de mieux comprendre l'importance d'un affûtage correct des outils. En effet, lors de l'usinage, nous avons pu constater directement qu'un outil mal affûté dégrade la surface de la pièce et réduit sa durée de vie. Cela confirme l'utilité de notre projet.

À la fin de toutes ces opérations, les pièces ont été assemblées pour obtenir l'étau orientable dans sa forme finale, prêt à être utilisé pour l'affûtage précis des outils de tour.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail avait pour objectif principal de concevoir et de réaliser un étau orientable destiné à faciliter l'affûtage des outils de tour. Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi une démarche structurée en quatre étapes principales. Dans le premier chapitre, nous avons présenté les notions de base sur le tournage, les outils de coupe et leur géométrie. Nous avons également expliqué l'importance de l'affûtage et les limites de l'affûtage manuel, ce qui a justifié la nécessité de concevoir un dispositif d'aide à l'affûtage.

Dans le deuxième chapitre, nous avons effectué une analyse fonctionnelle complète du système. Cette analyse nous a permis de définir clairement les fonctions que l'étau doit remplir, ainsi que les contraintes à respecter, à travers le diagramme pieuvre, le diagramme FAST et le cahier des charges.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté la conception de l'étau orientable sous SOLIDWORKS. Le système conçu est composé de quatre pièces principales en aluminium, permettant un positionnement précis de l'outil pendant l'affûtage.

Dans le quatrième chapitre, nous avons décrit les différentes opérations d'usinage réalisées à l'atelier pour fabriquer les pièces de l'étau. Ces opérations comprennent le tournage, le fraisage, le perçage et le taraudage. À la fin de ces opérations, les pièces ont été assemblées pour obtenir l'étau orientable dans sa forme finale.

Ce projet nous a permis d'acquérir une expérience pratique importante en conception mécanique et en fabrication. Il nous a également montré l'importance d'un bon affûtage des outils pour améliorer la qualité d'usinage et prolonger la durée de vie des outils.

Comme perspective future, il serait intéressant d'ajouter un système de graduation plus précis pour le réglage des angles, ainsi que d'étudier la possibilité d'adapter l'étau à d'autres types de machines à affûter.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Groover, M.P.**, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, 4ème edition, John Wiley & Sons, 2010.
- [2] **GARA Souhir**, Cours interactif : Le tournage, Institut Supérieur des Études Technologiques de Nabeul (ISET Nabeul), Génie Mécanique, 2015/2016.
- [3] **Kamel fedaoui**, Cours de Technologie de Fabrication, Université de Constantine (UMC).
- [4] **Université Ibn Khaldoun Tiaret**, Chapitre 02 : Tours de production, document pédagogique.
- [5] **Université de Lille**, (2014). Les principales opérations de tournage.
- [6] **Dr. BENNEGADI Mohammed El Larbi**, Coupe des Métaux en Fabrication Mécanique et Productique, Polycopié, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (USTO-MB), Faculté de Génie Mécanique, Département de Génie Mécanique, 2018.
- [7] **Sandvik Coromant**, – Matériaux de coupe (Materials of Cutting Tools)
- [8] **Sandvik Coromant**, Manuel technique d'usinage, 2010.
- [9] **Chevalier A.**, Guide du technicien en productique, Hachette Technique, 2004.
- [10] **Groover M.P.**, Fundamentals of Modern Manufacturing, 4^e éd., Wiley, 2010.
- [11] **Chevalier A.**, Guide du technicien en productique, Hachette Technique, Paris, 2004
- [12] **Barlier C., Girardin R.**, Technologie de fabrication — Usinage, Editions Casteilla, Paris, 2004.
- [13] **S. Bensaada**, Université de Biskra, Cours de coupe des métaux
- [14] **Serge79**, Méthode d'affûtage, Over-blog, 2009
- [15] **Université Frères Mentouri Constantine** ; Chapitre 1 : Cahier des charges, Cours de Dessin Industriel 2, Département PMI/LTS, 1ère Année / S2, 2021/2022.
- [16] **AFNOR**, Norme NF X50-150 : Analyse fonctionnelle — Caractéristiques fondamentales, Paris, AFNOR, 1991.

Bibliographie

