

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Abderrahmane MIRA BEJAIA
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

Par :

Boudebza hicham

Tessada yacine

Thème

Fabrication de dispositif de prise d'outil sur la meule

Au hall de technologie

Soutenu le 27/06/2019 devant le jury composé de :

Mr.	Président
Mr.Dr A.Belamri	Rapporteur
Mr.	Examineur

Année Universitaire 2018-2019

Remerciements

On tient à remercier notre encadreur **Dr. Abdelatif BELAMRI** qui nous a apporté une aide précieuse, on lui exprime notre profonde gratitude pour sa grande disponibilité, ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés.

Nos vives remerciements vont à **Mlle Dr. Yasmina TESSADA**, Maître Assistante B à UMMTO.

Nos remerciements aussi s'adressent à tous Les enseignants du Département de Génie Mécanique de l'université Abderrahmane Mira de BEJAIA pour leurs efforts et orientations, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de

loin à notre formation et on tien a remercie aussi ceux qui travail au hall de technologie **Mr. Attoub Nourdine Mr. Khelfaoui Rabah Mr. Ouadfel Abdellah Mr.Ferhoune Riad Mr.boukou Smail**

Nos remerciement s'adressent aussi au membre du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner notre travail. **Dr. Sahali et Dr. Bensaid .**

En fin nos remerciements vont à nos familles et nos amis pour leur soutien moral et financière durant cette formation.

Mr. Hicham BOUDEBZA

Mr. Yacine TESSADA

Dédicace

On dédie ce modeste travail principalement à :

- mon cher père **Tessada Nacer** et à ma mère **Ourabah Nora** et à mes très chers sœurs

- mes amis **Bentara Lamine** et **Gaha laamri** et **Zaafa Sedam** et sans oublier **Boudebza hicham**

-Nos collègues d'étude.

Ce travail est le fruit de votre soutien et de vos encouragements.

Un grand merci

Tessada Yacine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail principalement à :

-Mon père Boudebza A.kader et ma mère boumaza fatima, a mes deux frères hamza et hafid et leurs femmes a ma petite sœur houda.

-Au collègues d'étude.

-Mes deux amis fares et yanis sans oublie mon binôme yacine.

Ce travail est le fruit de votre soutient et de vos encouragements.

Un grand merci.

BOUDEBZA Hicham

RESUME

Dans l'industrie mécanique, d'un côté la conception des produits à partir du cahier de charge du client requiert une longue durée et influe sur le coût du produit. De l'autre côté la fabrication du produit exige une compétence très élevée sur les machines conventionnelles. Pour cela il est nécessaire d'utiliser des systèmes d'aide informatiques spécialisés pour la conception et la fabrication de dispositif.

Dans notre travail, nous avons essayé de donner quelques notions fondamentales sur les notions essentielles à la compréhension du procédé d'usinage et des outils de coupe, Des rappels sur les éléments (outils, pièce et machine-outil) misent en œuvre dans le procédé d'usinage. Un rappel sur la description géométrique de l'outil de coupe (plans et angles d'outil selon le système de référence « outil en main », intérêt de chaque angle d'outil et la définition des conditions de coupe.

Ensuite une partie qui présente les notions essentielles à la compréhension de l'affutage. Des rappels sur les méthodes d'affutages, la rectification plane et cylindrique. Un rappel sur la meule avec toutes ses formes et différents grades, On a présenté aussi les différentes quantités de matière à retirer et la meilleure façon d'obtenir une bonne finition de surface.

Enfin une étude CAO/FAO a été présentée et une présentation du logiciel SolidWorks ainsi que les différentes étapes pour la conception du support pour affutage d'outil. Et la fabrication des différentes pièces qui composent ce support afin de déterminer les processus d'usinage.

Liste des figures

Figure 1 : Image de différentes opérations en rectification.....	5
Figure 2 : Configuration de la coupe orthogonale	5
Figure 3 : Illustration de la coupe orthogonale et oblique	6
Figure 4 : Condition de coupe en tournage	7
Figure 5 : Présentation des différents types d'outils : a) Fraises monobloc en acier rapide, b) Outils à charioter plaquettes brasée c) Outils à charioter à plaquettes amovibles	7
Figure 6 : Exemple d'outil de coupe	8
Figure 7 : Élément de l'outil	9
Figure 8 : Plan de l'outil : Pr : plan parallèle à la face d'appui de l'outil, Ps : plans tangent à l'arrête, Pf : plans de travail conventionnel.....	11
Figure 9 : Plans sur un outil en main [Norme NF E 66-502]	11
Figure 10 : les angles α , β et γ	11
Figure 11 : Angle d'arrête de l'outil.....	12
Figure 12 : Angle des faces	13
Figure 13 : Influence de l'angle d'inclinaison d'arrête le sens d'écoulement du copeau	14
Figure 14 : Influence de l'angle de dépouille.....	14
Figure 15 : Influence de l'angle de coupe le sens dégagement du copeau.....	15
Figure 16 : Position de l'angle de coupe en usinage [06]	15
Figure 17 : Composantes de tour.....	16
Figure 18 : Les outils de coupe de tournage ARS.....	17
Figure 19 : Composantes de la fraiseuse.....	17
Figure 20 : L'espace entre la meule et le support.....	24
Figure 21 : Le sens du déplacement de l'outil par rapport à la meule	25
Figure 22 : Le sens du déplacement de l'outil sur le support.....	25
Figure 23 : L'angle de pente d'affutage	26
Figure 24 : Chanfrein	26
Figure 25 : Formes de meule.....	28
Figure 26 : Les différentes protections individuelles	34
Figure 27 : Les différents dispositifs d'affutage	35
Figure 28 : Les trois concepts de base (SOLIDWORKS).....	41
Figure 29 : la base du dispositif (annexe 1).....	42
Figure 30 : support reliant entre la base et le support rotatif (annexe 2).....	42
Figure 31 : support rotatif (annexe 3).....	43
Figure 32 : support porte-outils (annexe 4)	43
Figure 33 : Plans de rotation et translation de l'outil	44
Figure 34 : Support pour affutage des outils	45
Figure 35 : Différentes outils	46
Figure 36 : Assemblage finale du dispositif sur la meule	46
Figure 37 : illustration des fixations et des chargements appliqués sur la pièce.....	47
Figure 38 : distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l'ensemble de la pièce, après exécution du calcul.....	48
Figure 39 : illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.....	48
Figure 40 : distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l'ensemble de la pièce, après exécution du calcul.....	49
Figure 41 : illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.....	50
Figure 42 : distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l'ensemble de la pièce, après exécution du calcul.....	51
Figure 43 : illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.....	51

Figure 44 : distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l'ensemble de la pièce, après
exécution du calcul.....52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les outils de coupe de tournage ARS	18
Tableau 2 : Les outils de fraisage ARS.	21
Tableau 3 : Étape pour l'affutage des outils.....	30
Tableau 4 : Les différents grades de meule.....	30
Tableau 5 : Échelle des grades de meule.....	32
Tableau 6 : Les spécifications des quantités de matières	33
Tableau 7 : Problèmes d'état de surface.....	34
Tableau 8 : Détail du maillage	49
Tableau 9 : détail de maillage	50
Tableau 10 : Détail du maillage	52

Liste des équations

Équation 1 : La vitesse de rotation	6
Équation 2 : La quantité de matière enlevée	6
Équation 3 : La relation entre les trois angles $\alpha + \beta + \gamma$	13

Abréviations

Symbole	Désignation
V _c	Vitesse de coupe
N	Mouvement de coupe
D	Diamètre de la pièce
f	Mouvement d'avance
ap	Profondeur de passe
Q	Quantité de matière à enlevée
A _γ	Face de coupe
A _α	Face de dépouille
S	Arête touchante principale
S'	Arête touchante secondaire
Pr	Plan parallèle de la face de l'outil
Ps	Plan tangent à l'outil
Po	Plan contenant la vitesse théorique V _c
Pn	Plan perpendiculaire à Po et à l'arête
Pf	Plan de travail conventionnel
α	Angle de dépouille principale
β	Angle de taillant
γ	Angle de coupe
ψ	Angle de direction complémentaire de l'arête
ARS	Aciers Rapides Supérieurs
ddl	Degré De Liberté

INTRODUCTION

Introduction

La conception du support pour affutage d'outil nécessite des connaissances approfondies d'un logiciel de CAO/DAO tel que SolidWorks.

La fabrication de pièce se fait par enlèvement de copeau sur les machines-outils conventionnelles. Cette fabrication prend beaucoup de temps de fabrication, et demande une grande expérience des opérateurs pour arriver à une qualité (précision) d'une pièce juste moyenne.

Dans ce contexte, ce travail a pour but de faire la conception et l'étude de fabrication d'un produit nouveau (support pour affutage d'outil).

Cette étude comprend trois chapitres :

Le premier chapitre présente les notions essentielles à la compréhension du procédé d'usinage et des outils de coupe.

Dans le second chapitre est consacré pour la présentation des différents affuteurs et de différents dispositifs d'affutage qui existent.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation du logiciel SolidWorks ainsi que les différentes étapes pour la conception du support pour affutage d'outil, d'où on a étudié la fabrication de support pour affutage d'outil par présentation de la gamme d'usinage du support.

Enfin, on a donné une conclusion générale sur ce travail.

CHAPITRE I
Les outils de coupe

Chapitre I : Les outils de coupes

Ce chapitre présente les notions essentielles à la compréhension du procédé d'usinage et des outils de coupe. Des rappels sur les éléments (outils, pièce et machine-outil) misent en œuvre dans le procédé d'usinage. Un rappel sur la description géométrique de l'outil de coupe (plans et angles d'outil selon le système de référence « outil en main », intérêt de chaque angle d'outil et la définition des conditions de coupe.

Y aura aussi une brève investigation sur les matériaux d'outils utilisés et l'affutage des outils de coupe, entre compréhension et les bonnes pratiques.

I.1 Généralité sur l'usinage

I.1.1 Les procédés d'usinage

L'évolution des machines-outils et l'outil de coupe ont permis d'améliorer leur rendement, leur sécurité, leur rigidité, leur dynamique (vitesse, accélération), leur puissance, et leur productivité [01].

Dans une première partie, les bases essentielles en usinage sont de définir les différents modes obtention de pièces mécaniques. Comme on l'a présenté auparavant, il existe trois principaux types (tournage ; fraisage ; rectification) dont deux qui mettent en jeu des outils de coupe à partir active possédant un à plusieurs arêtes tranchantes, par contre le troisième procédé il met en action un outil abrasif (meule) [01].

I.1.1.1 Tournage

Le tournage est le procédé d'usinage qui permet l'obtention de pièces de révolutions (de forme cylindrique ou/et conique) à l'aide d'outils tranchants sur des machines appelées tour [01].

I.1.1.2 Fraisage

Le fraisage est un procédé d'usinage où la génération de surfaces plane résulte de la combinaison du mouvement de rotation de l'outil de coupe (la fraise) et du mouvement d'avance donné à la pièce à usiner [01].

I.1.1.3 Rectification

La rectification est une opération de finition de surface plane ou cylindrique afin d'améliorer l'état de surface de la pièce semi-finie. L'outil mis en action est appelé meule et la matière est extraite par abrasion (figure 1) [02].



Figure.1. Image de différentes opérations en rectification [02]

I.1.2 Configuration d'usinage

En fonction du procédé de coupe étudié, les outils mis en jeu sont différents en forme et en géométrie. Cependant, afin d'étudier la formation du copeau ou d'établir des analyses et cela quel que soit le procédé, des hypothèses simplificatrices sur la configuration d'usinage et la géométrie des outils sont établies. Selon la géométrie de l'arrête de coupe, on peut considérer deux cas de la coupe soit orthogonale soit oblique [03].

I.1.2.1 Coupe orthogonale

La coupe orthogonale est la configuration la plus simple pour usiner une pièce. Cette configuration est actuellement est peut employer dans le monde industriel. En effet, dans la pratique, seuls quelques procédés classiques permettent d'obtenir ces conditions comme par exemple le rabotage, le tournage de tube en bout et l'usinage de palier [03].

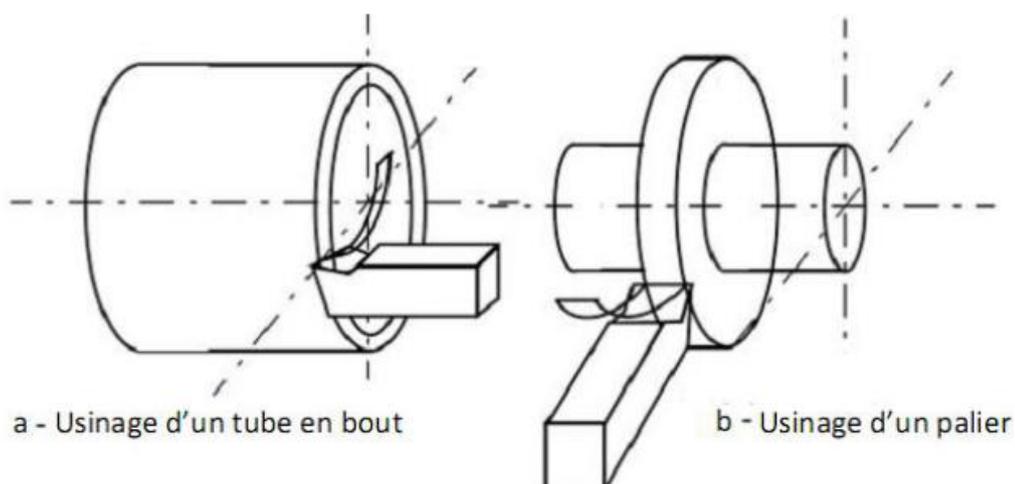


Figure.2. Configuration de la coupe orthogonale [03]

La figure N° 02 met en situation la coupe orthogonale au moment où l'outil coupe la matière avec une seule arête tranchante et lorsque cette dernière est perpendiculaire à la vitesse d'avance et à la vitesse de coupe V_c .

I.1.2.2 Coupe oblique

Une deuxième représentation schématique de la formation du copeau où on peut la rencontrer dans la plupart des procédés d'usinage sur machine-outil, est la coupe oblique (Figure N°3). En coupe oblique, l'arête de coupe est orientée d'un angle d'inclinaison par rapport à la normale de la direction de coupe (dans le plan contenant V_c et l'arête) [04].

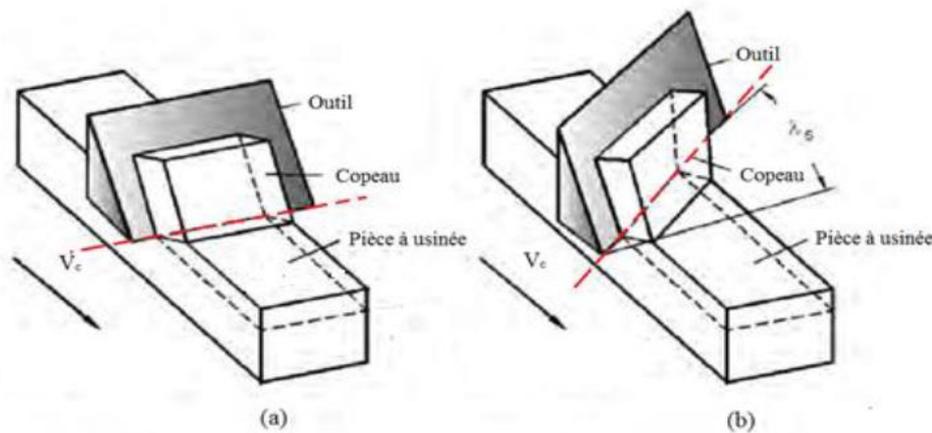


Figure.3. Illustration de la coupe orthogonale et oblique [04]

I.1.2.3 Les conditions de coupes

Pour pouvoir réaliser une pièce par enlèvement de matière trois grandeurs doivent être réunies (Figure 4) [05] :

Vitesse de coupe V_c ou N – mouvement primaire (mouvement de coupe)

La vitesse de rotation la broche est donnée par l'équation suivante :

$$N = V_c \cdot 1000 / \pi \cdot D$$

Équation 1 : La vitesse de rotation

Avec 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.

Mouvement d'avance f – mouvement secondaire

Profondeur de passe a_p – pénétration de l'outil en dessous de surface de travail d'original

Pour certaines opérations, la quantité de matière enlevée peut être déterminée comme suite :

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

Équation 2 : La quantité de matière enlevée

Où V_c : Vitesse de coupe ; f : vitesse d'avance et a_p : profondeur de passe.

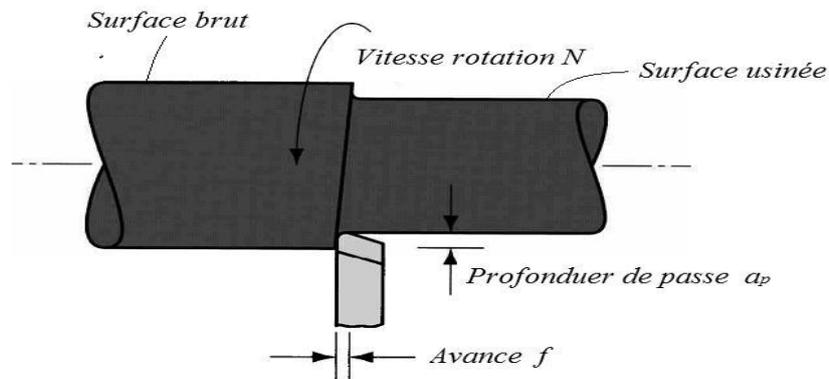


Figure.4 Condition de coupe en tournage [05]

I.2 Outils de coupe

Les fabricants d'outils de coupe fournissent aux artisans et manufactures des outils avec des géométries différentes et des prix différents selon les opérations d'usinage voulues (tournage, fraisage, perçage, ...etc.) et sous différents aspects : outils en bloc en acier rapide, outils à plaquettes brasées et en plaquettes amovibles. (Figure N°5) [01].

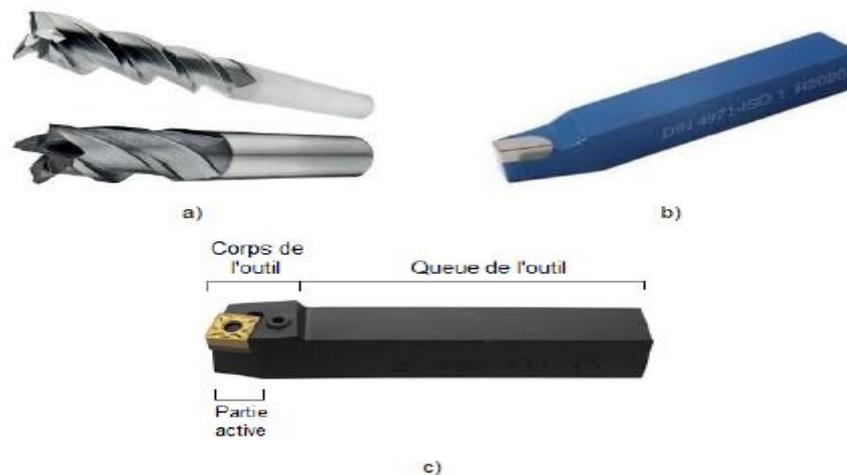


Figure.5 Présentation des différents types d'outils : a) Fraises monobloc en acier rapide, b) Outils à charioter plaquettes brasée c) Outils à charioter à plaquettes amovibles [01]

I.2.1 Définition des outils de coupe

Les outils coupants sont des instruments destinés à travailler la matière par enlèvement sous forme de copeaux. Il existe une très grande variété d'outils de coupe : différents types de

géométries, de matériaux et de revêtement. Malgré leur destination ainsi que leur aspect extérieur différent, n'importe quel outil comporte une partie active, c'est à dire celle qui enlève directement le copeau. La partie active de tous les outils de coupe, quel que soit sa forme ressemble à un outil de tournage classique. Tandis que les dents des outils de coupe spéciaux, tels que la meule ont des grains dont les arrêtes enlèvent les copeaux [01].

I.2.2 Propriétés des outils de coupe

On exige de l'outil d'avoir les propriétés suivantes :

- ✓ La pression d'exécution de la forme de la pièce à usiner.
- ✓ La précision des cotes à usiner.
- ✓ L'état de surface de la pièce à usiner.
- ✓ L'efficacité influence sur le rendement du travail.
- ✓ La solidité (stabilité).
- ✓ Le prix de revient bas.

I.2.3 Classification des outils de coupe

Les machines-outils utilisent une grande gamme d'outils d'usinage et cela selon le type d'opération et la forme de la pièce a réalisé. On distingue deux classes [01] :

I.2.3.1 Outils à arrête unique

Ce type d'outils a la particularité d'avoir une seule arrête tranchante, ils sont uniquement utilisés en tournage et en rabotage (Étau limeur), leur pointe est généralement arrondie pour former un rayon de bec d'outil (figure N° 6.a) [01].

I.2.3.2 Outils à arrête multiples

Ces outils comme leur nom l'indique possèdent plusieurs arrêtes tranchantes et sont de forme cylindrique. On les utilise dans les opérations de parcage, d'alésage et de fraisage où le mouvement de coupe est leurs attribué (figure N° 6.b) [01].

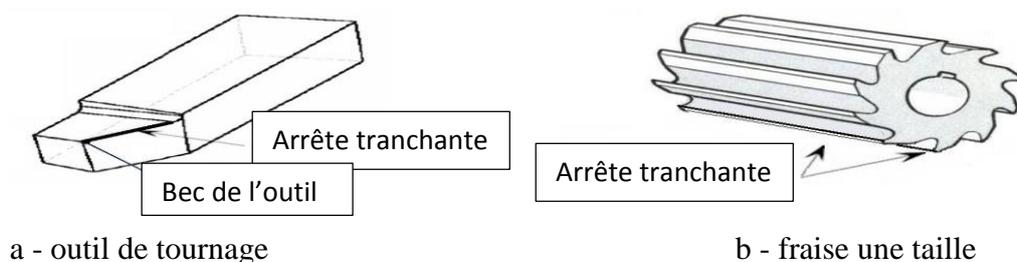


Figure.6 Exemple d'outil de coupe [01].

En général un outil de coupe est constitué d'un corps et d'une queue, cette dernière est de section circulaire ou carrée et a pour rôle le maintien de l'outil au porte-outil (la tourelle en tournage, la broche en fraise et perçage) [01].

I.2.4 Éléments de l'outil

Les principaux éléments des différents outils sont semblables. Un outil de coupe peut être caractérisé par une géométrie d'arrête et une orientation dans l'espace définie par des angles de coupe normalisés. Généralement, dans un outil de coupe on trouve les éléments suivants (voir figure N°7) [06] :

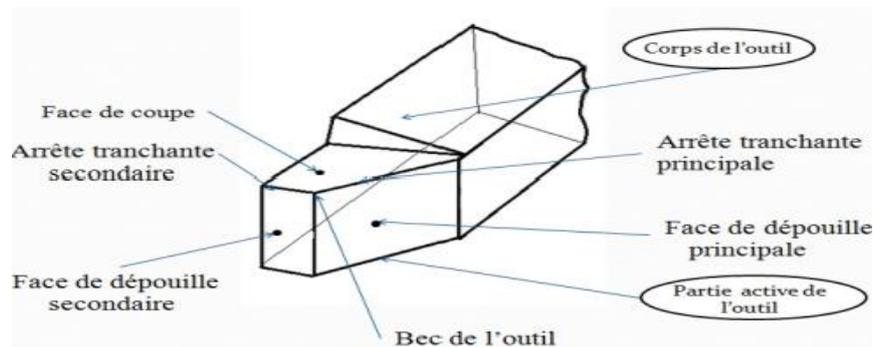


Figure.7 Élément de l'outil [06].

I.2.4.1 Corps de l'outil

C'est la partie de l'outil qui porte éléments composants l'outil (éléments coupants où les plaques) et qui sert à sa fixation et à mise en position sur la machine [06].

I.2.4.2 Partie active de l'outil

C'est la partie qui intervienne directement dans l'opération de coupe. La partie active de l'outil est composée de la face de coupe, des faces en dépouille et des arrêts tranchantes [06].

a. Face de coupe A_y

C'est la surface sur laquelle glisse le copeau lors de la coupe [06].

b. Face de dépouille A_α

C'est la surface devant laquelle passe la surface coupée par l'outil. On distingue la face en dépouille principale et la face en dépouille secondaire. La face en dépouille principale est celle dont l'intersection avec la face de coupe donne l'arrête tranchante principale [06].

c. Arrête tranchante principale S

C'est l'arrête tranchant destiné à l'enlèvement de la matière. Elle résulte de l'intersection de la face de coupe $A\gamma$ et de la face en dépouille principale $A\alpha$ [06].

d. Arrête tranchante secondaire S'

C'est une arrête qui commence à l'extrémité de l'arrête principale et qui s'étend dans une autre direction. Elle résulte de l'intersection de la face de coupe $A\gamma$ et de la face en dépouille secondaire $A\alpha'$. Certains outils possèdent plusieurs arrêtes secondaires [06].

e. Bec de l'outil

C'est la partie où se rejoignent l'arrête principale et l'arrête secondaire. Cette partie peut être droite, arrondie, ou vive [06].

I.2.5 Forme et géométrie des outils de coupe

Les outils de coupe se caractérisent par leurs matériaux et les différents paramètres géométriques de sa partie active. Il est nécessaire de définir les différents angles caractéristiques de l'outil. Ces derniers sont établis selon les plans de références dans le système de l'outil en main [01].

I.2.5.1 Plans références d'outil en main

Les plans établis pour observer les différentes sections orthogonales de la partie active de l'outil (figure N°8 ;9) sont les suivantes [07] :

– Pr : plan parallèle à la face d'appui de l'outil :

Plans passant par le point considéré de l'arrête et contenant l'axe de l'outil ou parallèle au plan de base servant de face d'appui au corps de l'outil ;

– Ps : plans tangent à l'arrête, au point considéré, et perpendiculaire au plans de référence de l'outil Pr ;

– Po : plan contenant la vitesse de coupe théorique V_c au point de l'arête et perpendiculaire à Pr et perpendiculaire à Ps (Po est incliné par rapport à Vf).

– Pn : plan perpendiculaire à Po et perpendiculaire à l'arête.

– Pf : plans de travail conventionnel c'est le plan perpendiculaire au plans de référence de l'outil Pr, au point considéré de l'arrête, et parallèle à la direction supposée d'avance de l'outil ;

– P_p : Plans vers l'arrière de l'outil c'est un plan perpendiculaire au plans de référence de l'outil P_r et au plans de travail conventionnel P_f , au point considéré de l'arête

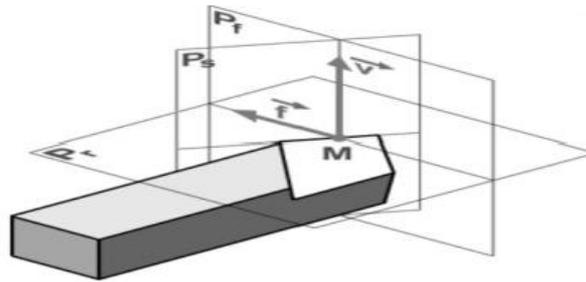


Figure.8 Plan de l'outil : P_r : plan parallèle à la face d'appui de l'outil, P_s : plans tangent à l'arête, P_f : plans de travail conventionnel [08].

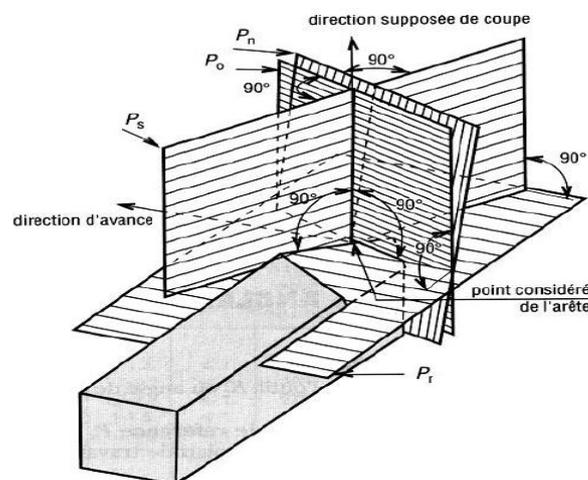


Figure.9 Plans sur un outil en main [08].

À partir de ses plans on peut définir des systèmes d'angles selon chaque section voulue en notant toujours les désignations d'angles suivants :

- α : angle de dépouille principal
- β : angle de taillant
- γ : angle de coupe

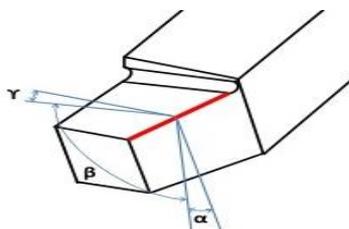


Figure.10 les angles α , β et γ [01]

Pour distinguer les angles de coupe d'un plan à l'autre, on attribue l'indice du plan choisi pour chaque angle observé dans sa section.

Exemple : Sur le plan P_f , les angles observés sont : α_f , β_f et γ_f . [01]

I.2.6 Définition des principaux angles et leurs influences sur la coupe

I.2.6.1 Les principaux angles

a- Angle de l'outil

- I. Angle de direction d'arrête de l'outil K_r : angle aigu mesuré dans le plan de référence Pr , entre le plan de d'arrête Ps et le plans de travail Pf . Il est mesuré de Pf vers Ps et dans le sens où la trace Pr s'éloigne du bec de l'outil. [19]
- II. Angle d'inclinaison d'arrête de l'outil λ_s : angle aigu mesuré dans le plan d'arrête Ps , entre l'arrêt et le plan de référence Pr . Il est positif lorsqu'en s'éloignant de la pointe de l'outil l'arrête se trouve en dessous du plan Pr . [19]
- III. Angle de pointe de l'outil ϵ_r : C'est l'angle mesuré dans le plan Pr , entre le plan d'arrête Ps et le plans d'arrêt secondaire Ps' . [19]
- IV. Angle de direction d'arrête secondaire de l'outil K_r' : C'est l'angle, mesuré dans le plan Pr , entre le plan conventionnel de travail Pf et la projection de l'arrête secondaire dans le plan de référence de l'outil Pr . [19]

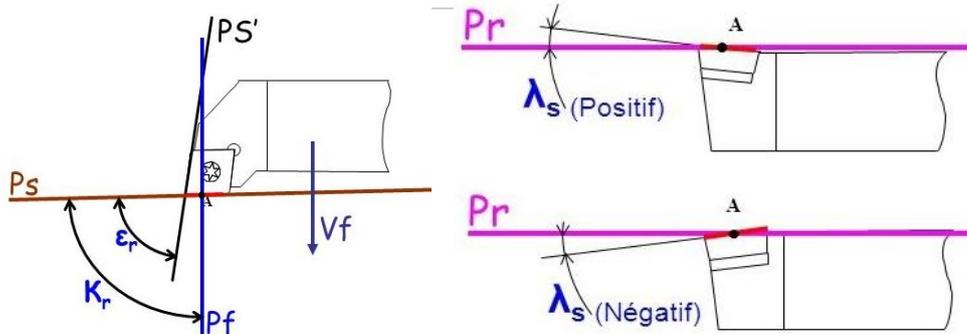


Figure.11 Angle d'arête de l'outil [19].

b- Angle des faces

La position des faces de coupe et de dépouille est définie dans des plans de sections particuliers qui passent tous par un point considéré de l'arrête. Lorsqu'on fait une section de l'outil par ces plans et quelques soit le plan considéré pour définir la section on trouve [19] :

- I. Angle de dépouille α : angle aigu entre la face de dépouille $A\alpha$ et le plan d'arrête Ps (Pse) ;

- II. Angle de taillant β : angle aigu entre la face de coupe $A\gamma$ et la face de dépouille $A\alpha$;
- III. Angle de coupe γ : angle aigu entre la face de coupe $A\gamma$ et le plan de référence Pr (Pre).

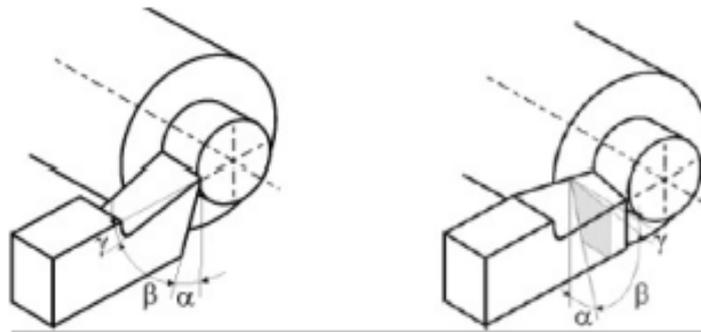


Figure.12 Angle des faces [19].

Dans un même plan de section, que ce soit dans le système de l'outil en main ou de l'outil en travail, ces trois angles sont liés par la relation :

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Équation 3 : La relation entre les trois angles $\alpha + \beta + \gamma$

Ces angles sont définis selon le besoin dans un des plans de section suivant :

Po (Poe) : plan orthogonal de l'outil (orthogonal en travail), plan perpendiculaire au plan de référence Pr (Pre) et au plan d'arrête Ps (Pse), au point considéré de l'arrête ;

Pn (Pne) : plan normal à l'arrête, plan perpendiculaire à l'arrête au point considéré ($Pn = Pne$) ;

Pf : plan de travail conventionnel (plan de travail Pfe) ;

Pp : plan vers l'arrière de l'outil (plan vers l'arrière en travail Ppe).

I.2.6.2 L'influence des angles sur la coupe

L'angle de direction d'arrête est un facteur déterminant dans le choix de la machine suivant sa puissance [09 et 10].

- Pour des valeurs $Kr < 90^\circ$ on a une entrée en contact progressif de l'arête de coupe avec la matière à usiner ;
- Pour des valeurs trop petites de Kr la longueur de contact arête de coupe/matière augmente, ce qui provoque également une augmentation des efforts de coupe ;

L'angle K_r influe aussi sur la direction d'évacuation des copeaux.

L'angle de direction d'arête secondaire K_r' est l'angle mesuré dans le plan de référence P_r entre et la face de dépouille et le plan de travail conventionnel P_f

L'angle d'inclinaison d'arête est l'angle mesuré dans le plan d'arête de l'outil P_s entre l'arête et le plan P_r :

- Les outils avec $\lambda_s < 0^\circ$ s'utilisent pour des usinages d'ébauche, en raison de la robustesse de l'arête de coupe, et de la bonne fragmentation des copeaux ;
- Les outils avec $\lambda_s > 0^\circ$ s'utilisent pour des usinages de finition, les valeurs du copeau minimum étant plus faibles.

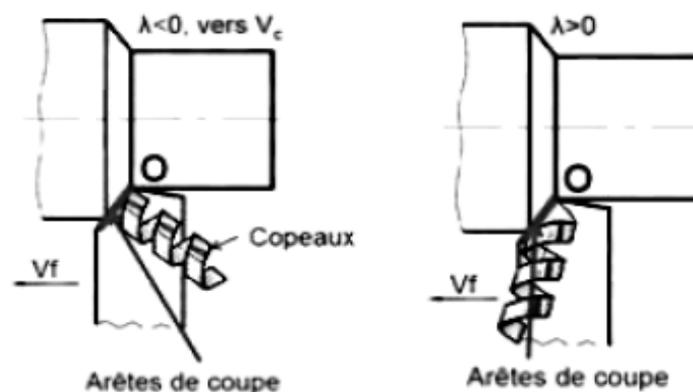


Figure.13 Influence de l'angle d'inclinaison d'arête le sens d'écoulement du copeau[01].

L'angle de dépouille α est l'angle entre le plan d'arête de l'outil P_s et la face de dépouille.

- Si l'angle α est trop grand, l'outil présente une arête trop fragile ;
- Si l'angle α est trop petit la surface de contact pièce/face de dépouille augmente, ce qui induit le risque de talonnage [09 et 10].

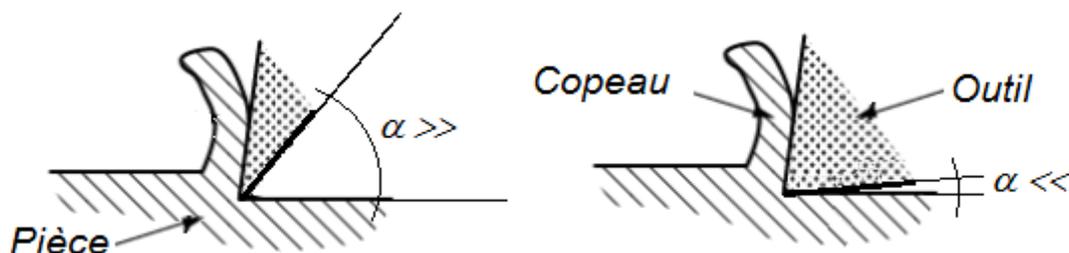


Figure.14 Influence de l'angle de dépouille [01].

L'angle de taillant β est l'angle entre la face de dépouille et la face de coupe.

L'angle de pointe ϵ est l'angle mesuré dans le plan de référence Pr entre la face de dépouille principale et la face de dépouille secondaire.

L'angle de coupe γ est l'angle entre la face de coupe et le plan de référence Pr . L'angle de coupe est un paramètre décisif dans la formation du copeau et selon le matériau à usiner, il peut passer d'une valeur positive à une valeur très négative. (Figure 16)

Un angle γ trop grand fragilise l'arête et provoque un écoulement continu de copeau ;

Un angle γ trop petit provoque le frottement du copeau sur la face de coupe ;

Des valeurs $\gamma < 0$ sont réservées aux outils en carbure métallique et en céramique, en raison de la bonne tenue aux efforts et du fait que les copeaux se brisent facilement. [09 et 10].

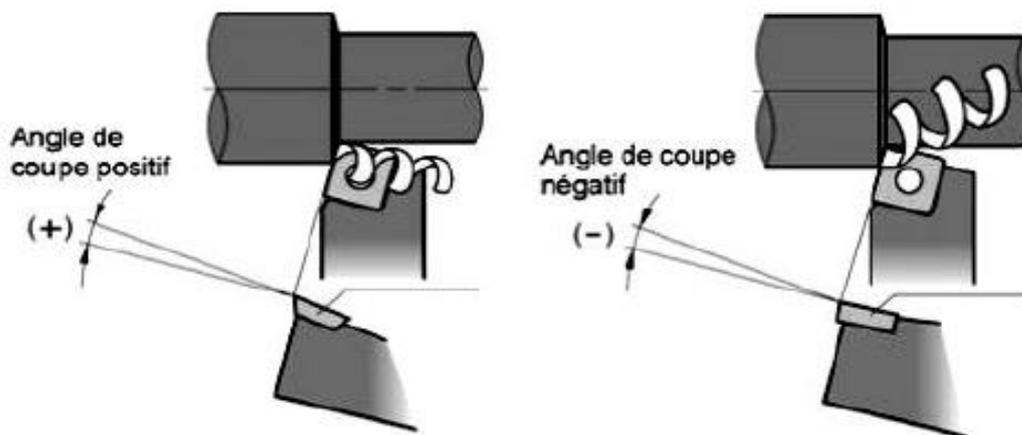


Figure.15 Influence de l'angle de coupe le sens dégageement du copeau [01].

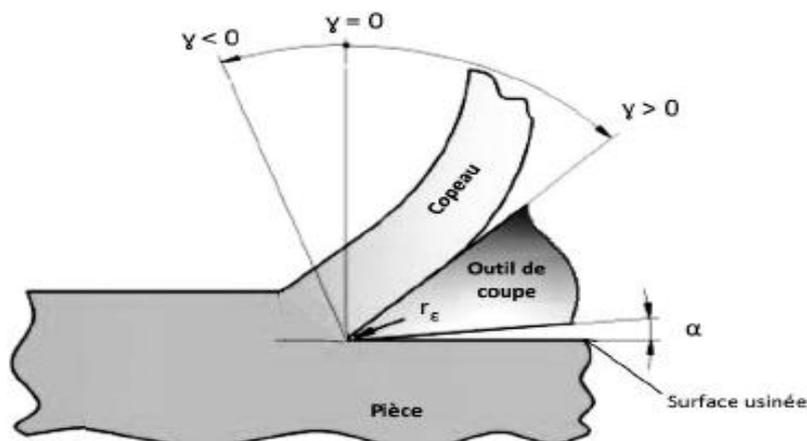


Figure.16 Position de l'angle de coupe en usinage [11]

I.2.7 Opérations d'usinage

En industrie les ateliers de fabrication mécanique sont dotés d'un parc de machines outil qui est à la disposition du bureau d'études et méthode, afin de planifier les modes opératoires pour l'obtention de pièces finies [01].

Chaque machine-outil est prédestinée pour des opérations d'usinages bien définies où on observe des faciès propres à chaque opération [01].

I.2.7.1 Les tours

Les tours permettent de réaliser des surfaces de révolution et hélicoïdales (filetage) : cylindres, cônes et plans (génératrice perpendiculaire à l'axe de révolution). L'utilisation principale de ces machines est l'usinage des arbres. La pièce, généralement tenu par le mandrin, a un mouvement de rotation (mouvement de coupe) transmis par la broche. L'outil peut se déplacer en translation suivant deux directions. Ces deux directions, perpendiculaires entre elles, appartiennent à un plan auquel l'axe de la broche est parallèle. Le premier mouvement de translation est parallèle à l'axe de la broche. Le deuxième mouvement de translation est perpendiculaire à l'axe de la broche. [17]

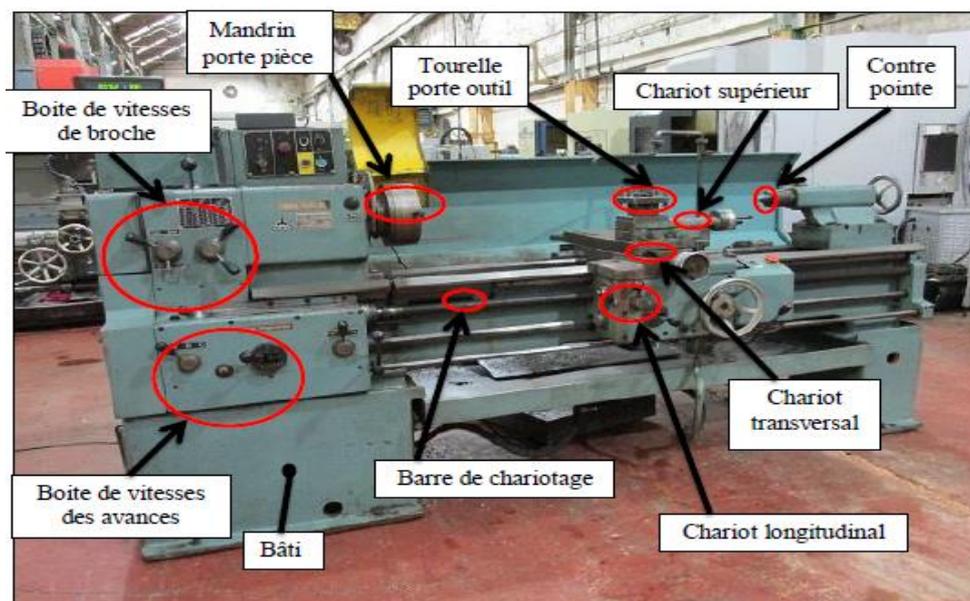


Figure.17 Composantes de tour [17].

a. Les outils de tournage

En tournage sur un tour on dispose de deux classes d'outils [01] :

- Outils intérieurs ;
- Outils extérieurs.

La figure 18 représente les différentes opérations d'usinage pouvant être exécutées sur les tours.

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

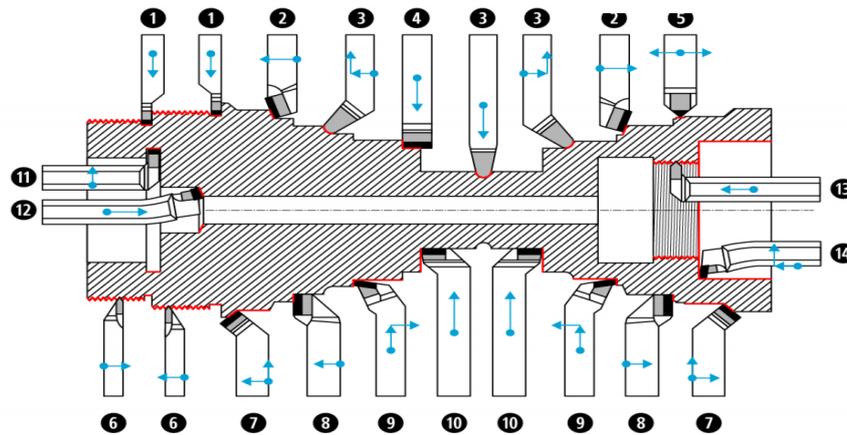


Figure. 18 Les outils de coupe de tournage ARS [09].

I.2.7.2 Les fraiseuses

La fraiseuse est une machine-outil permettant de réaliser des opérations d'usinage à l'aide d'une fraise. Elle peut également être équipée d'un foret, de taraud ou d'alésoir pour réaliser des opérations de perçage et taraudage.

La pièce à usiner est serrée dans l'étau. L'étau est positionné par l'intermédiaire de rainure en T puis serré sur la table. La table peut se déplacer suivant les axes X, Y et Z soit manuellement (à l'aide des volants) soit automatiquement (avec des moteurs électriques). Un cône de broche est fixé sur la fraise, l'ensemble est mis en position sur la broche et serré par une visse. La broche est entraînée en rotation par un moteur électrique indépendant. [16]



Figure.19 Composantes de la fraiseuse [17] .

a. Les outils de fraisages

Le tableau suivant représente quelques outils de fraisage [17]

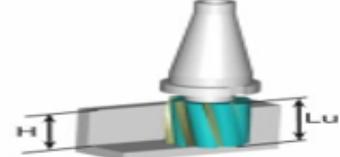
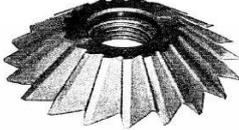
Foret	
Fraise 1 taille	
Fraise 2 tailles à queue cône	 <p>Longueur utile de la fraise : Lu Hauteur usinée : H ATTENTION : Lu > H</p>
Fraise 3 taille	
Fraise conique de forme	

Tableau 1 : Les outils de fraisage ARS [17].

I.2.8 Les matériaux d'outil

I.2.8.1 Carbures

Les outils carbures sont les plus utilisés actuellement. Il en existe de toutes formes pour chaque type de matériau et pour chaque type d'usinage. Ils se présentent sous la forme d'une plaquette que l'on vient fixer sur un porte outil. Le remplacement de la plaquette est donc très rapide [17].

Ils sont souvent revêtus d'un carbure plus dur. On obtient ainsi une plaquette dont le noyau est tenace et dont la surface extérieure [17].

Fabrication : par frittage de poudre, puis revêtement.

Composition : Noyau en carbure de tungstène (T° de fusion 2600°) ou en carbure de titane (3100°).

I.2.8.2 Cermets

Ce nom vient de céramique-métal car il représente les carbures ayant des particules de titane, de carbonitride de titane ou de nitrure de titane. Ces outils doivent être alliés à du carbure de Molybdène pour augmenter leur ténacité. Ils sont utilisés pour des grandes vitesses de coupe associées à de faibles avances, donc pour de la finition. Le matériau étant fragile, il ne faut pas d'interruption de coupe [17].

I.2.8.3 Céramique

Ce sont, pour les outils de coupe, les oxydes et les nitrures : oxyde d'aluminium et nitrure de silicium. Les céramiques ont une grande dureté (donc une faible ténacité) avec une grande stabilité à haute température et aucune réaction avec la matière usinée. Elles permettent un grand débit de matière, mais nécessitent une grande stabilité de la machine, un strict respect des conditions de coupe et une méthode d'usinage adaptée (approche de l'outil). [17]

I.2.8.4 Nitrure de Bore Cubique (CBN)

Le CBN offre une très grande dureté, c'est le matériau le plus dur après le diamant. Il comporte l'avantage par rapport au diamant de ne pas s'oxyder à haute température. Il est aussi utilisé pour faire des meules de rectification, pour usiner les pièces dures. [17]

Son utilisation requiert :

Une machine stable ;

Une grande rigidité de la pièce et de la porte pièce ;

Un arrosage.

I.2.8.5 Diamant

L'utilisation du diamant est fortement répandue comme constituant des meules, ou des grains de réaffûtage des meules. Il a un faible coefficient de frottement ce qui limite l'apparition d'arrêt rapportée (donc peut d'encrassage). Par contre, son énorme inconvénient réside dans sa non-stabilité à haute température. Un diamant soumis à une température de plus de 650° se transforme en un vulgaire morceau de graphite... On ne peut donc pas l'utiliser pour les matériaux ferreux. Par contre, il convient aux matériaux non ferreux s'usinant à basse température : alliage d'aluminium, de cuivre : de magnésium, résines thermodurcissables [17]

I.2.8.6 ARS

Les outils ARS (Acier rapides supérieurs) sont élaborés à partir d'un acier faiblement allié subissant un traitement thermique. Il est toujours utilisé pour certains types d'outils comme les fortes, ou les outils nécessitant un angle de tranchant très faible. Ils ne permettent pas une vitesse de coupe élevée car un échauffement trop important élimine la trempe de l'outil, et crée donc un effondrement rapide de l'arrête de coupe. [17]

Fabrication : par coulée en coquille ou par métallurgie des poudres ;

Composition : 0.7 % de carbone minimum, 4 % de chrome environ ;

Dureté : de 63 à 66 Hrc.

I.3 L'affutage des outils de coupe

Les opérateurs régleurs et techniciens d'usinage sont amenés à réaliser des opérations d'affutage au cours de l'activité d'usinage. Ils doivent être en mesure de réaffuter ou d'affuter les outils coupants tels que forets, outils de tour ARS sur touret à meuler en toute sécurité.

Cette activité permet de garantir la qualité de l'usinage et d'assurer toutes les bonnes conditions de travail demandé lors de l'enlèvement de matière [12].

I.3.1 Définition de l'affutage

L'affutage consiste en un enlèvement de matière sur les faces des outils. Les meules sont donc des outils d'usinage au même titre que les outils coupants à dents. Chaque grain constitue en quelque sorte un outil élémentaire [12].

I.3.2 Les étapes essentielles pour l'affûtage des outils

Pour affûter vos outils, il faut suivre trois grandes étapes, assez simples [12] :

Étapes	Mise en œuvre
Dégrossissage	<p>Destiné à redonner du tranchant, une forme à une lame abîmée.</p> <p>La meule est mise en route.</p> <p>L'outil ne doit jamais être laissé sur la meule sans mouvement :</p> <p>il se déplace parallèlement à l'axe de la meule,</p> <p>il ne doit pas bleuir et encore moins rougir, prévoyez une bassine avec de l'eau pour refroidir la lame assez souvent.</p> <p>Le dégrossissage peut se faire à la meule « à sec ».</p>
Affûtage	<p>Il permet de donner du fil à la lame.</p> <p>Lorsque l'affûtage est terminé, le fil peut « gratter » sous le doigt.</p> <p>La meule à eau est utilisée, plus lente, elle trempe dans le bac à eau et ruisselle sur la meule.</p> <p>La lame est « refroidie » constamment.</p> <p>L'outil est déplacé sur la meule régulièrement.</p> <p>La meule doit être dressée dès que cela est nécessaire.</p>
D'émorfilage	<p>Cette opération va retirer le morfil ou les petits morceaux de métal de la lame.</p> <p>Le d'émorfilage se fait à l'aide d'une meule en fibre de coton compressée que l'on enduit de pâte à roder abrasive.</p> <p>Le d'émorfilage peut aussi s'effectuer à l'aide d'une pierre à grains très fins.</p>

Tableau.2 Étape pour l'affûtage des outils [12].

CHAPITRE II
Affutage de la Meule

Chapitre II : Affutage de la meule

Ce chapitre présente les notions essentielles à la compréhension de l'affutage. Des rappels sur les méthodes d'affutages, la rectification plane et cylindrique. Un rappel sur la meule avec toutes ses formes et différents grades.

On a présenté aussi les différentes quantités de matière à retirer la meilleure façon d'obtenir une bonne finition de surface.

II.1 L'affutage

II.1.1 Méthode d'affûtage

L'affutage nécessite une méthode bien précise qui est comme suit [13] :

II.1.1.1 Les bases

Elle est la même pour les outils en acier rapide et les outils carbure à pastille brasée.

Seule change la constitution de la meule. En effet, les meules pour les aciers rapides seront plus dures que celles des carbures métalliques. Il est facile de les reconnaître, en général les meules pour carbure sont de couleur verte[13].

II.1.1.2 Règle générale

Ne jamais sauf pour des opérations très fines, utiliser les meules sur les faces qui constituent son épaisseur, les utiliser uniquement sur la partie cylindrique de la meule.

Cela pour éviter de détériorer et de diminuer l'épaisseur, la meule doit conserver toute l'intégrité de sa largeur, cela pourrait provoquer un éclatement de la meule lors de sa mise en route, puisque à ce moment-là, elle passe d'une situation statique à plus de 1000 tours. Il existe des meules spécifiques pour une utilisation sur une des faces de la meule, ce sont des meules lapidaires [13].

Il faut toujours affûter en appuyant légèrement sur la meule, et refroidir régulièrement l'outil, (dans de l'eau ordinaire, pour ne pas encrasser la meule), et ne jamais laisser l'outil en contact avec la meule sans mouvement de l'outil, cela pour éviter de "brûler" l'outil. Cela détériore les caractéristiques de l'outil et donc il ne coupera plus, ou très mal [13]

L'affûtage de la dépouille, cela se fait en trois étapes pour chacune des faces à dépouiller [13] :

1/ Réaliser le détalonnage de la face, par le "meulage" d'un angle plus important que l'angle de dépouille.

Cette opération est à réaliser surtout pour les outils carbure à pastille brasée.

En effet, il y a le corps de l'outil et la pastille, il faut donc dégager la partie en acier pour que lorsque vous affûtez la partie en carbure il n'y a que du carbure métallique, (les meules pour carbures sont plus tendre, et donc s'useraient plus vite au contact du corps de l'outil).

2/ L'ébavurage sous l'outil, cela pour éviter de se blesser avec, et cela est plus propre.

3/ L'affûtage de la dépouille de l'outil en fonction de la matière à usiner.

La plaquette doit toujours être le plus près possible de la meule, (espace maxi 2mm), cela pour éviter que la pièce (outil ou autre) ne vienne s'encaster, se coincer dans cet espace, et ne provoque un accident (figure 20)[13].

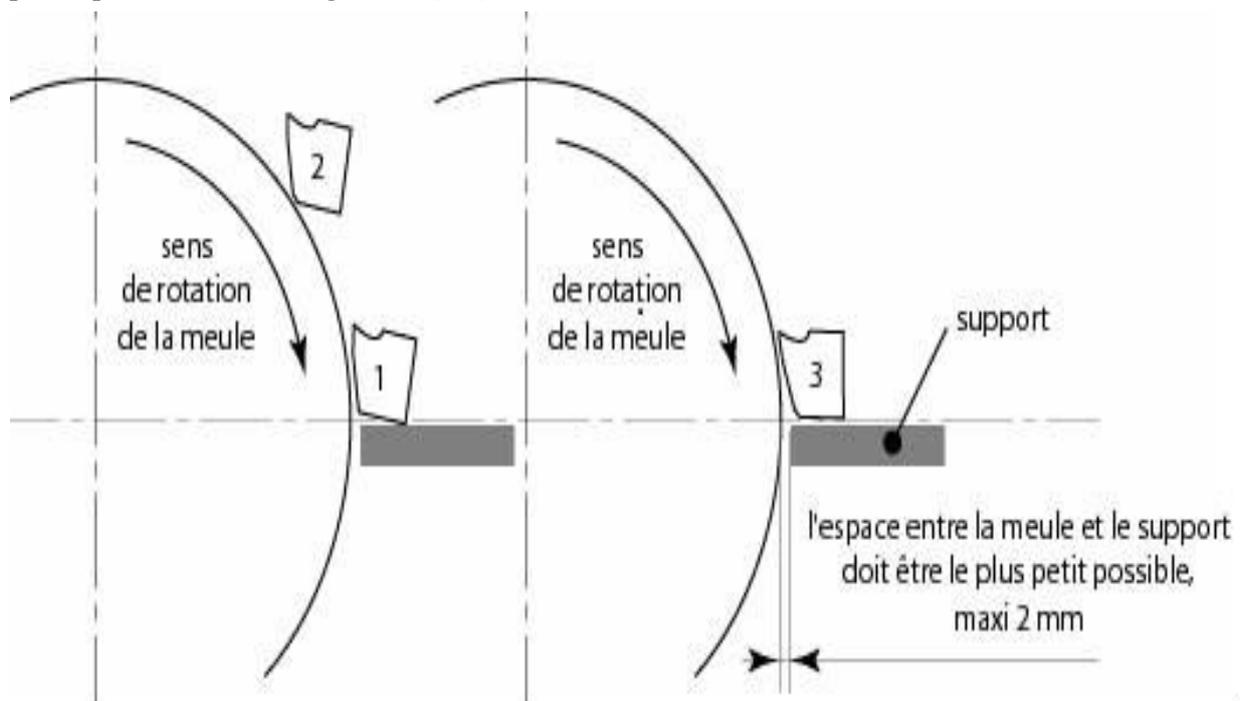


Figure. 20 L'espace entre la meule et le support [13]

Le sens de déplacement de l'outil est parallèle à l'axe de la meule, comme indiqué ci-dessous (figure21).

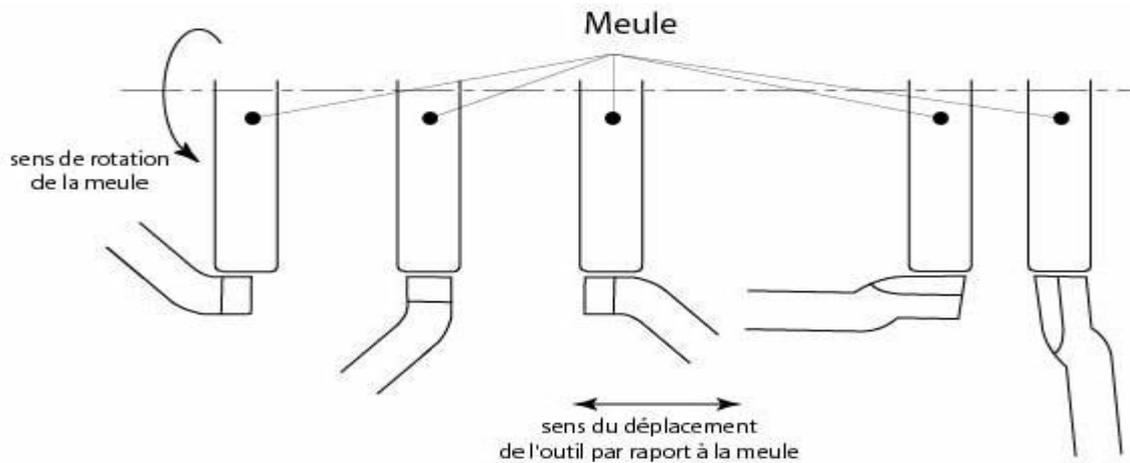


Figure. 21 Le sens du déplacement de l'outil par rapport à la meule [13]

Cette opération peut être réalisée avec une meule lapidaire, meule utilisable sur une des faces qui constitue son épaisseur. Pour cette méthode, le sens de déplacement de l'outil est perpendiculaire à l'axe de rotation de la meule. Il n'est dessiné que l'affûtage d'une face de dépouille, mais toutes les faces à dépouiller se réalisent de la même façon (figure22) [13]

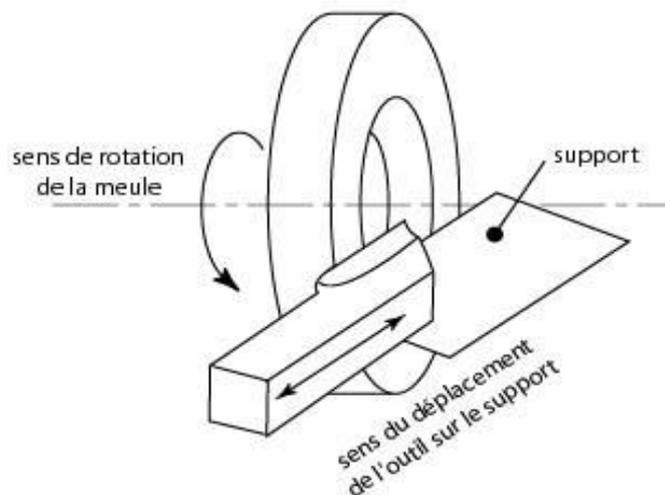


Figure. 22 Le sens du déplacement de l'outil sur le support [13]

Et enfin l'angle de pente d'affûtage se réalise dans l'angle légèrement arrondi de la meule, (cet arrondi se fait tout seul par l'usure de la meule) en effectuant un mouvement de balancier pour affûter toute la partie travaillante de l'outil (figure23) [13].

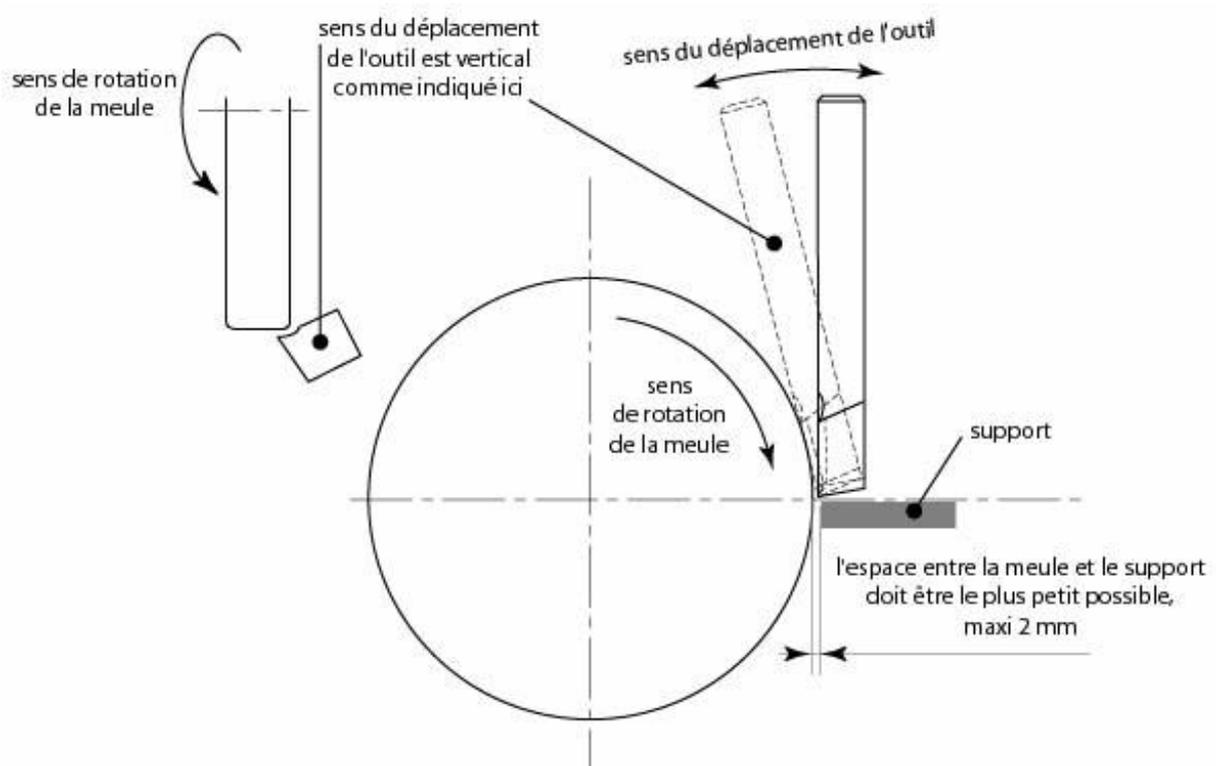


Figure. 23 L'angle de pente d'affûtage [13].

Sur tous les outils inter et exter, toujours réaliser un léger rayon ou mouchage (chanfrein de 0,2 à 0,3 mm) dans l'angle travaillant avec la pièce, pour d'une part qu'il soit moins fragile, et d'autre part permet un meilleur état de surface [13].

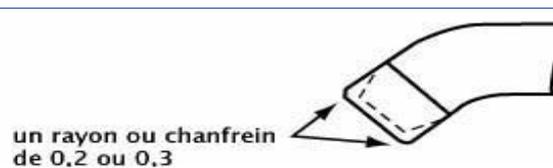


Figure. 24 Chanfrein [13]

II.1.2 Rectification plane et cylindrique

La rectification est une méthode d'usinage qui permet de redonner aux outils une forme précise et d'améliorer leur état de surface. Deux types de rectifications peuvent être réalisés : la rectification cylindrique ou plane. [14]

II.1.3 Du matériel d'affûtage pour la rectification cylindrique

La rectification est une opération indispensable pour assurer la longévité de vos outils et leur assurer un rendement optimal [15].

Les rectifieuses permettant de réaliser la rectification plane et cylindrique des pièces en acier trempé.

La rectification plane (meulage horizontal de la pièce) permet d'éliminer des couches de matériaux de 20 à 40 micromètres [15].

La rectification cylindrique permet quant à elle l'obtention d'une forme parfaite pour les pièces arrondies ou destinées à un fonctionnement par révolution.

Les différents types de machines d'usinage professionnelles qu'on peut trouver sur le marché sont [15] :

- une rectifieuse plane de la marque JONES-SHIPMAN
- une rectifieuse cylindrique de la marque DANOBAT
- une rectifieuse à commandes numériques de la marque SCHNEEBERGER

II.2 La meule

II.2.1 Définition de concepts

II.2.1.1 La meule :

Une meule est un outil de précision portant des milliers de points de coupe. Elle est constituée de grains d'abrasif maintenus ensemble par une matrice de liant, et séparés par des pores. Les grains d'abrasif constituent les points de coupe tandis que le liant est destiné à maintenir ensemble les grains. Les pores (espaces vides entre les grains) permettent la circulation du liquide de refroidissement et l'évacuation des copeaux du matériau usiné.

Lorsque la meule en rotation est mise en contact avec le matériau de la pièce, les grains abrasifs génèrent des petits copeaux.

Sous l'effet des efforts subis pendant le meulage, les grains d'abrasifs s'usent et s'émoussent, provoquant un dégagement de chaleur et une augmentation du frottement et de la pression nécessaire sur la meule.

II.2.1.2 L'abrasif

Les abrasifs synthétiques modernes permettent un contrôle précis des propriétés et de la forme des grains abrasifs, ce qui permet de fabriquer des meules aux caractéristiques de coupe constante.

II.2.2 Formes

Toujours sous la forme d'un cylindre, ses dimensions et formes en largeurs sont innombrables et adaptées à chaque usage (figure 25).

- Plate à bord plat ou de forme adaptée,
- en forme d'assiette,
- en forme conique,
- en forme de boisseau,
- en forme de boule,
- sur tige, longue de différents diamètres.



Figure. 25 Formes de meule

II.2.3 Taille des grains abrasifs

La granulométrie est d'une grande importance dans l'aptitude d'une meule à donner l'enlèvement de matière et la finition voulus.

Cette valeur est indiquée par un nombre qui augmente en proportion inverse de la taille des grains.

Les grains d'abrasifs

- les abrasifs dits conventionnels, l'alumine et le carbure de silicium,
- les abrasifs ultra durs tels que le nitrite de bore et le diamant.

Un grain d'abrasif se définit par de nombreux paramètres. Parmi ceux-ci on peut citer la forme, la rugosité, la structure cristalline, la conductivité thermique et la dureté.

II.2.4 Le liant

C'est la matière qui permet l'agglomération des grains de la meule. Deux propriétés essentielles de la meule dépendent du liant choisi : la force de rétention des grains actifs et la rigidité du corps de la meule. On dénombre un certain nombre de liants parmi lesquels on peut citer les :

- Liants céramiques ou vitrifiés employés pour presque toutes les meules de rectification, notamment pour les meules classiques à base d'alumine et à grains en carbure de silicium.
- Liants rétinoides utilisés pour les meules diamant et les meules au nitrure de bore cubique.
- Liants caoutchouc sont à base de caoutchouc naturel. Ils donnent des corps de meules souples. Les applications sont limitées, entre autre aux meules pour la rectification à grande vitesse de gorges de roulement et pour les finitions.
- Liants gomme laque sont employés pour la fabrication de meules minces de tronçonnage et de meules destinées au polissage.
- Liants métalliques disposent d'une grande résistance métallique et sont utilisés pour les abrasifs les plus durs de type diamant et nitrure de bore.
- Liants à base de magnésie possédant une résistance mécanique relativement faible.
- Liants silicates utilisés pour les meules effectuant des travaux de surfacage ou d'affûtage à grande surface de contact.

II.2.5 Grades de meule

Le grade indique la résistance relative du liant, qui retient les grains abrasifs d'une meule. Le grade est représenté dans la spécification par des lettres en ordre alphabétique du plus dur au plus tendre. En ce qui concerne le grade (tableau 3), il est recommandé de respecter les règles suivantes :

UTILISER UNE MEULE TENDRE	UTILISER UNE MEULE DE GRADE DUR
<ul style="list-style-type: none"> - Pour les matériaux durs tels que les aciers traités et les carbures - Pour les grandes surfaces de contact - Pour enlèvement de matière rapide 	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les matériaux tendres - Pour les surfaces de contact petites ou étroites - Pour une durée de vie accrue

Tableau. 3 Les différents grades de meule

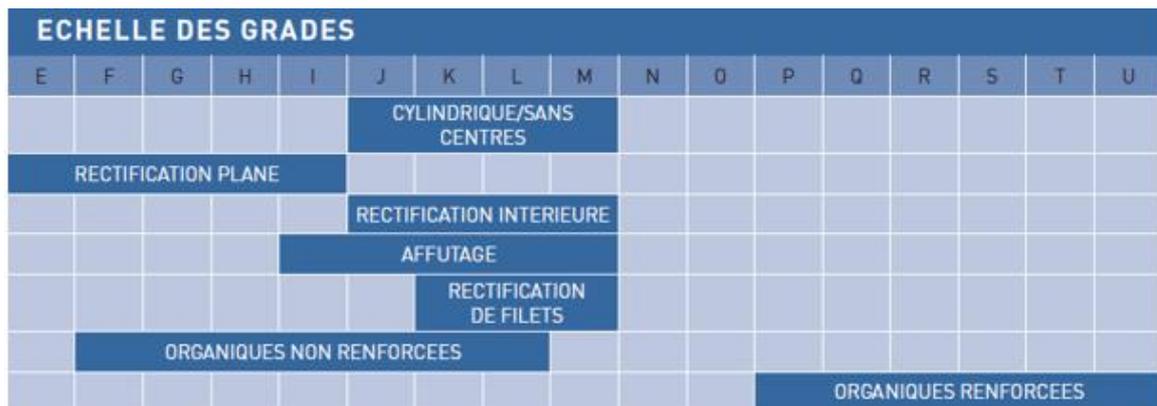


Tableau. 4 Échelle des grades de meule

II.2.5.1 Choisir le bon produit

Neuf paramètres sont à prendre en compte lors du choix d’une meule pour une application donnée :

- Le matériau à meuler, son type et sa dureté
- La quantité de matière à enlever
- La géométrie de la pièce et l’état de surface désiré
- La machine, son type, sa puissance et son état
- Les vitesses de rotation et d’avance

- La surface de contact
- Le liquide d'arrosage éventuellement utilisé, meulage sous arrosage ou à sec
- La sévérité de l'opération de meulage
- La méthode de dressage

II.2.5.2 Matériau à rectifier

Le type de matériau influe sur le choix de l'abrasif, la taille du grain et le grade. Les abrasifs à base d'alumine sont ceux qui conviennent le mieux à la rectification des matériaux à forte résistance à la traction comme l'acier et les fontes ductiles. Les types d'alumine les plus friables sont préférés pour les aciers les plus durs et pour les applications à grande surface de contact.

Les abrasifs à carbure de silicium sont les produits les mieux adaptés pour rectifier et couper les matériaux à faible résistance à la traction et les matériaux non métalliques.

De la dureté du matériau dépend le degré de pénétration de l'abrasif. C'est pourquoi il faut des meules à granulométrie plus fine pour les matériaux durs, et à granulométrie plus grossière pour les matériaux plus tendres.

Pour une meilleure efficacité, le grade doit être adapté à la dureté du matériau. De manière générale, plus le matériau est dur, plus le grade de la meule doit être tendre.

II.2.6 Quantité de matière à retirer

Ces paramètres influent sur le choix de la granulométrie et du type de liant.

Les applications à fort enlèvement de matière, ébarbage par exemple, nécessitent des meules à gros grains, en général de 12 à 24 (tableau 5).

Les finitions et les tolérances serrées fixées pour les pièces nécessitent des granulométries plus fines.

La dernière finition est souvent obtenue par planage. On cesse d'appliquer une profondeur de passe, et on laisse la meule travailler jusqu'à ce que les étincelles cessent presque complètement.

TAILLE DES GRAINS			GRADE			STRUCTURE		LIANT
GROS	MOYEN	FIN	TENDRE	MOYEN	DUR	FERME	OUVERT	
12	30	80	E	I	Q	5	10	VS
16	36	90	F	J	R		11	VXP
20	46	100	G	K	S		12	VXPM
24	54	120	H	L	T			VTECH
	60			M				
	70			N				
				O				
	60		EH				17	VTX
			XH				20	
	60	80		J	L			VX
				K				

Tableau. 5 Les spécifications des quantités de matières

II.2.6.1 État de surface

L'état de surface obtenu par rectification dépend fortement de la granulométrie de la meule.

D'autres paramètres peuvent affecter l'état de surface obtenu, notamment les suivants :

- Les opérations avec débit de matière important par profondeur de passe donnent des finitions situées dans la partie des plus gros grains de la gamme
- Les applications de rectification en plongée imposent de choisir une granulométrie plus fine d'une taille que celle indiquée
- La technique de dressage et le type de matériau peuvent aussi influencer sur l'état de surface obtenu

II.2.7 Les bonnes pratiques pour obtenir de meilleures finitions de surface

Il est possible d'obtenir des rugosités plus fines que celles indiquées en changeant de technique de dressage.

On peut, d'une part, réduire l'avance du dresseur à chaque tour de la meule, mais aussi réduire l'avance et la vitesse transversale lors du meulage lui-même, ce qui a pour effet de réduire l'enlèvement de matière. Cette dernière solution ne trouvera évidemment qu'une application limitée en production, mais elle pourra s'avérer très utile dans les ateliers d'outillage.

II.2.7.1 Machine

La rapidité de l'enlèvement de matière dépend de la puissance de la machine. Toute dégradation de l'état des roulements et des glissières de la machine risque d'engendrer des vibrations et, par voie de conséquence, une usure prématurée de la meule. On peut compenser partiellement ce phénomène avec une meule de grade plus dur ou un abrasif plus résistant, mais

la solution la plus efficace consiste à apporter à la machine la maintenance recommandée par son fabricant.

II.2.7.2 Liquide d’arrosage

Le meulage à sec avec des meules vitrifiées nécessite des meules plus tendres d’un ou deux grades que le meulage sous arrosage.

II.2.7.3 Problèmes d’état de surface

Un grand nombre des problèmes rencontrés dans la rectification sont liés à des défauts d’état de surface.

Le tableau suivant décrit certains problèmes courants dans ce domaine, et suggère quelques solutions permettant d’y remédier.

FACETTES REGULIEREMENT ESPACEES Immédiatement après dressage	
Cause	Vibrations de la machine
Solution	Vérifier l’usure des roulements de la machine
FACETTES REGULIEREMENT ESPACEES Après un certain temps	
Cause	Meule trop dure
Solution	Utiliser un grade plus tendre
STRIES	
Cause	Meule déséquilibrée
Solution	Équilibrer la meule
FACETTES	
Cause	Meule mal dressée
Solution	Dresser la meule
FACETTES IRREGULIERES	
Cause	Meule mal fixée
Solution	Serrer le montage de la meule
Cause	Centres de la pièce desserrés
Solution	Régler les centres
SPIRES D’AVANCE	
Cause	Techniques de dressage
Solution	Vérifier que le diamant est tranchant et bien fixé
Cause	Techniques de dressage
Solution	Vérifier le parallélisme du dresseur
FINITION TROP GROSSIERE	
Cause	Granulométrie trop grossière
Solution	Effectuer un dressage fin, à faible vitesse transversale
Cause	Meule trop tendre
Solution	Réduire la vitesse de travail. Utiliser une meule plus dure
Cause	Présence de métal sur la meule
Solution	Dresser plus fréquemment. Utiliser une meule plus ouverte et plus tendre

Tableau. 6 Problèmes d’état de surface

II.2.7.4 Protection individuelle

Porter des lunettes de sécurité, des protections auditives, des gants de sécurité, des masques anti poussière et, si les conditions de meulage sont sévères, une protection faciale supplémentaire, Porter obligatoirement un tablier et des chaussures de sécurité (figure 26).



Figure. 26 Les différentes protections individuelles

II.3 Le dispositif d'affutage

II.3.1 Dispositif de fixation de l'outil sur affuteuse

Le dispositif de fixation de l'outil sur affuteuse se fait comme suit [16] :

II.3.1.1 Le support d'affutage

Ce dispositif se prête particulièrement bien à l'affûtage d'outil (fraise, foret, outil à plaquette brasé et amovible).

Le trou de fixation comporte un méplat augmentant la force de serrage, Le verrouillage du dispositif s'effectue facilement avec l'angle voulu.

Il est constitué de deux parties métalliques, l'une destinée à la fixation de l'outil, l'autre assure le réglage de la longueur de dépouille et le positionnement du support.



La meule

Support d'affutage de foret



Support d'affutage de gouges, tournevis

La meule



Support d'affutage de ciseaux

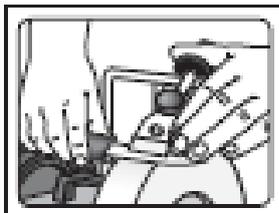
La meule

Figure. 27 Les différents dispositifs d'affutage

II.3.1.2. Différents dispositifs d'affûtage

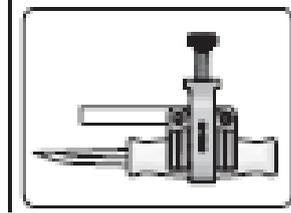
a. SVM-45 : Dispositif pour couteaux [16]

Pour la plupart des couteaux. Longueur de lame min. 60 mm. Aussi pour planes droites de tonneliers.



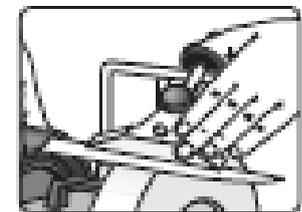
b. SVM-00 : Dispositif pour mini-couteaux [16]

Permet d'affûter les tous petits couteaux tels que les canifs, les couteaux de sculpteur. S'utilise avec le dispositif SVM-45.



c.SVM-140 : Dispositif pour couteaux longs et fins [16]

Stabilise une lame fine. Longueur de lame min. 160 mm.



d.SVX-150 : Dispositif pour ciseaux [16]

Pour ciseaux et taille-haies. Aussi pour fers de rabot électrique.



f.SVS-38 (SVS-32) : Dispositif pour outils courts [16]

Pour gouges de sculpture droites et burins min. longueur 45 mm. Aussi pour machines électriques à porte-outil vibrante.

SVS-38 : Largeur d'outil max 38 mm.

SVS-32 : Largeur d'outil max 32 mm.



g.SVD-186 (SVD-185) : Dispositif pour gouge [16]

Pour gouge en forme d'angle, gouges de sculpture et burins. Largeur d'outil max. 36 mm. Aussi pour lames de racloir.



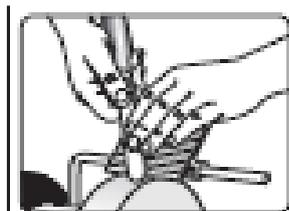
h.SVS-50 : Dispositif Multi [16]

Pour planes rectangulaires ou ovales, grains d'orge, bédanes et gouges à dégrossir. Gouges et ciseaux de sculpture droites jusqu'à 50 mm.



i.SVD-110 : Support d'affûtage [16]

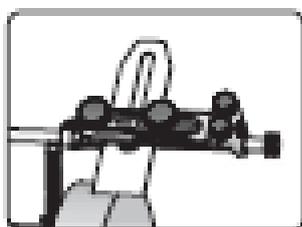
Pour racloirs, planes à genoux et planes de tonneliers, courbées, grattoirs, outils de creusage et lames de wastringues.



j.SE-77 (SE-76) : Dispositif pour tranchants droits [16]

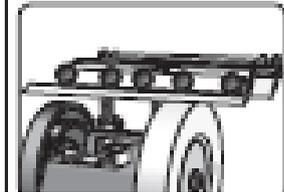
Pour fers de rabot et ciseaux à bois. Positionne l'outil automatiquement pour un biseau à 90°.

Largeur d'outil max. 77 mm.



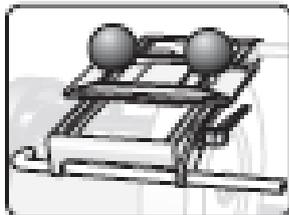
k.SVH-320 : Dispositif pour fers de dégau-**rabot** [16]

Pour fers en acier HSS de toute longueur. Largeur min. 13 mm. Aussi pour couteaux de machines à onglets.



l.SVP-80 : Dispositif pour fers de toupie [16]

Affûte toutes marques de fer de toupie avec trous de fixation à entraxe 24, 30 et 38 mm. Largeur d'outil max 100 mm.



m.DBS-22 : Dispositif pour affûtage de forets [16]

Pour l'affûtage des mèches de forage. Une pointe à 4 facettes pour une précision et une efficacité optimales. Des instructions distinctes sont fournies avec le produit.



CHAPITRE III

Conception du dispositif d’affutage

Chapitre III : Conception du dispositif d’affutage

III.1 Dispositif d’affutage

Grace au dispositif d'affûtage qu'on a fabriqué, vous pourriez monter votre outil de coupe dans le dispositif de contrôle d'affûtage.

Le dispositif est conçu pour assurer un affûtage sûr et précis de la plupart des outils tranchants. Vous pourriez affûter votre outil spécifique à la forme et à l'angle voulus, et répéter l'affûtage selon besoin.

Les dispositifs se montent sur le support universel qui permet de maintenir un angle constant par rapport à la pierre à affûter. Entre autres avantages, cela augmente significativement la précision et l'efficacité.

III.2 La conception du dispositif

La conception du support a été réalisée par une conception CAO sous le logiciel SolidWorks version 2017. Par conséquent, ce chapitre a été introduit par une première partie donnant une vision générale sur le logiciel CAO/DAO « SolidWorks ».

Ensuite, une deuxième partie qui traite la méthode de la conception en 3D du support en donnant tous les détails ainsi que les différentes étapes de conception.

III.2.1 Définition du logiciel SolidWorks

SolidWors est un outil de conception de modélisation volumique paramétrée.

Le logiciel SolidWorks 2017 a été choisi pour sa capacité à réaliser différentes formes de notre support ; de plus il nous a permis d’enregistrer le dessin sous différents formats (DXF, STL, STEEP, etc...).

III.2.2 Le fonctionnement du logiciel SolidWorks

SolidWorks est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan (figure 28). Toute modification d'un quelconque niveau peut se répercuter sur les fichiers concernés.

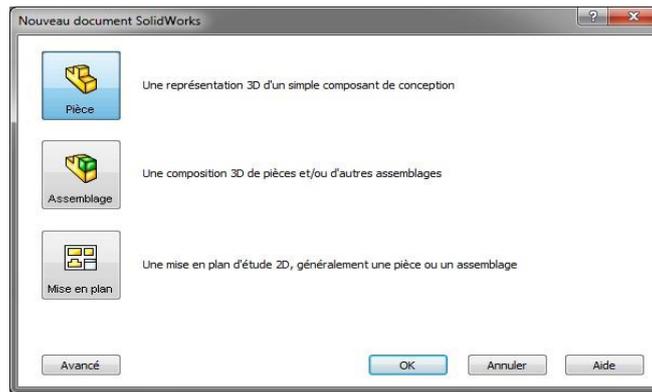


Figure. 28 Les trois concepts de base (SOLIDWORKS).

Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique. De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SolidWorks. Des utilitaires orientés métiers (tôlerie, bois, BTP...), mais aussi des applications de simulation mécanique ou d'image de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle.

III.2.3 Les étapes de conception

III.2.3.1 Conception des pièces du dispositif

Ouvrir SolidWorks 

Lors de l'ouverture, cliquer sur nouveau document apparition de l'écran de démarrage : (3 possibilités sont proposées)

1. Pièce
2. Assemblage (de pièces)
3. Mise en plan (de pièces ou d'assemblage de pièces)

a. Création des pièces

- Sélectionner Pièce puis OK



- Sélectionner les plans, puis créer les esquisses est dessiné les formes des pièces qu'on a besoin avec les cotes nécessaires

- Puis on Clique sur les fonctions souhaiter (bossage extrudé, enlèvement de matière, ... Ext ...).
- On donne la valeur nécessaire de la fonction souhaité (bossage extrudé, enlèvement de matière,... Ext ...) puis on clique sur ok.

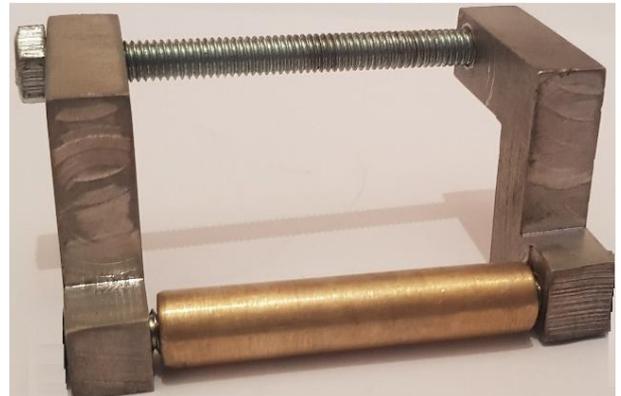
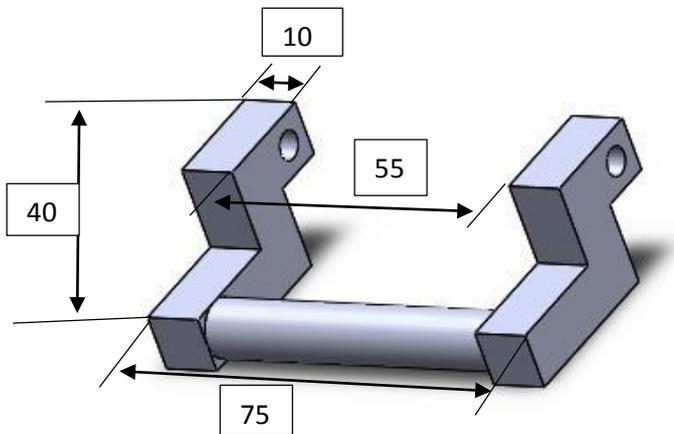


Figure. 29 bases du dispositif (annexe 1)

Le rôle de cette pièce est de maintenir le dispositif et le fixé sur la meule.

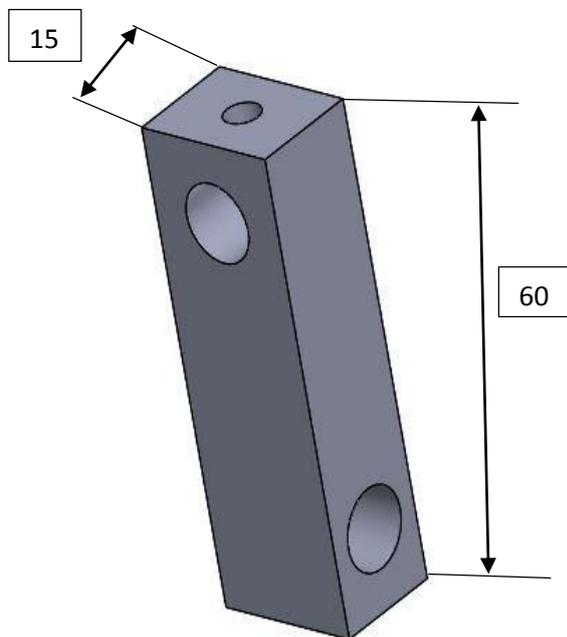


Figure. 30 support relie entre la base et le support rotatif (annexe 2)

Le rôle de cette pièce est de relier la base qui est fixé sur la meule avec le support rotatif et de donner au dispositif une rotation et une translation selon x

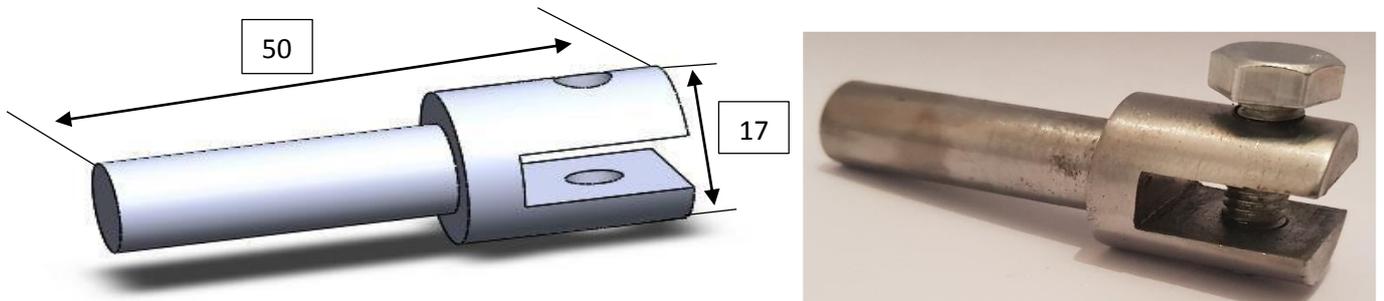


Figure. 31 support rotatif (annexe 3)

Le rôle de cette pièce est de fixer le support porte outil avec le support qui tient la base et de donner au support porte outil une rotation et une translation selon y

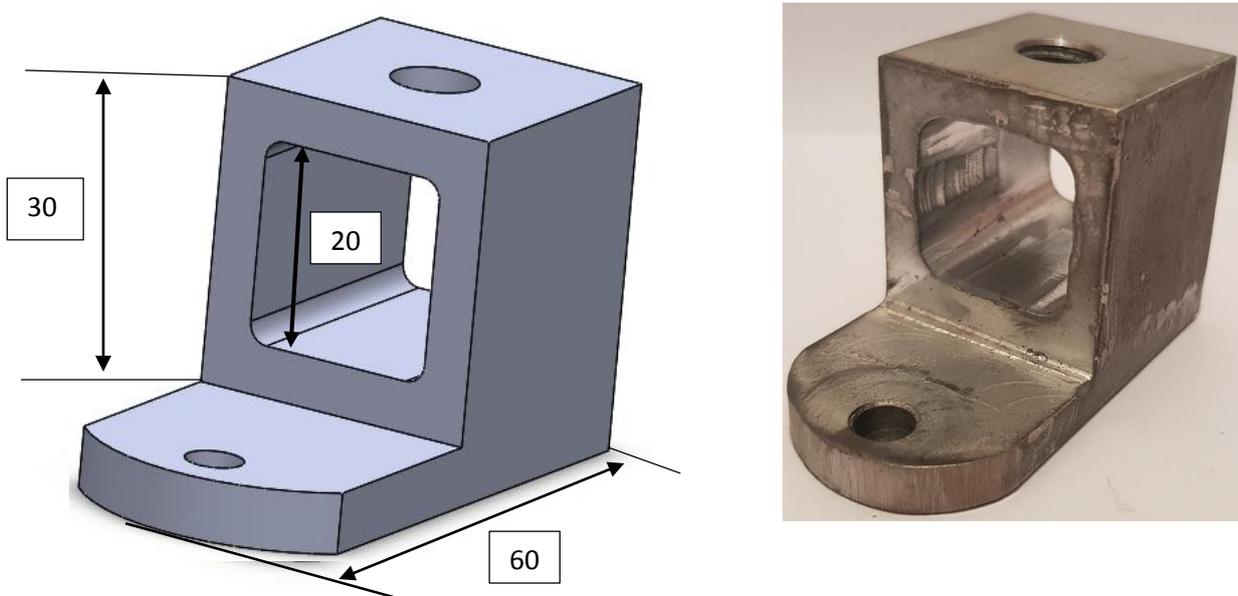


Figure. 32 support porte-outils (annexe 4)

Le rôle de cette pièce est de porter l’outil (foret, fraise, outil CNC) et de donner à l’outil une rotation selon z

III.2.4.1.2. Représentation de degré de liberté de dispositif

En générale en a 6 ddl pour un dispositif mais le dispositif qu’en a conçu et de 5 ddl.

Les différents ddl de dispositif sont comme suit :

Translation

Selon Z : ddl supprimer (le dispositif est réglé à la même hauteur de disque de la meule) Selon

X : ddl libre.

Selon Y : ddl fixable par une vis.

Rotation

Selon Z : ddl fixable par une vis.

Selon X : ddl libre.

Selon Y : ddl fixable par une vis.

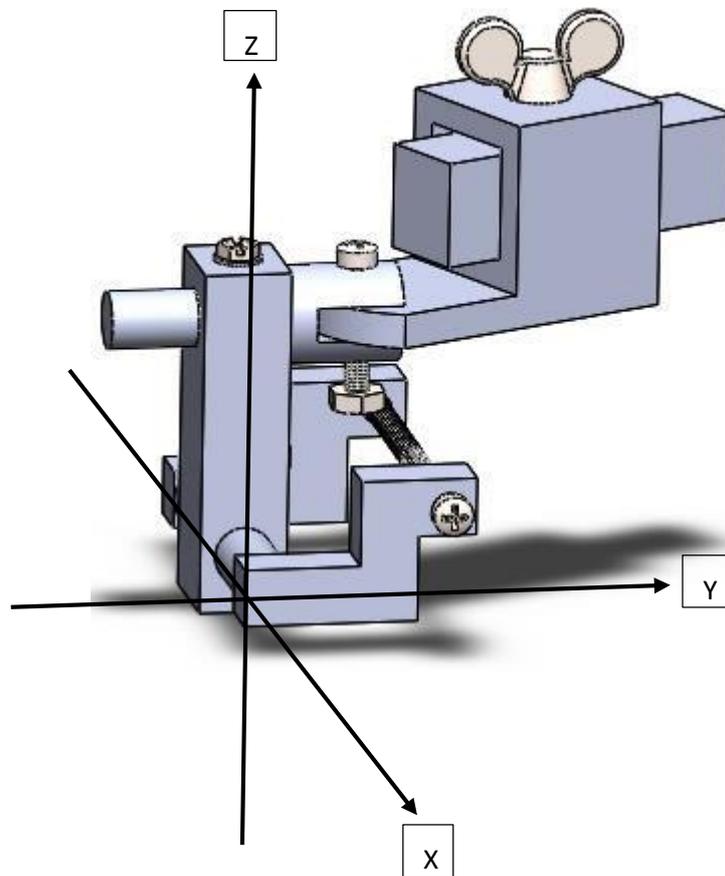


Figure. 33 Plans de rotation et translation de l’outil

b. Assemblages des pièces

Lorsque la conception des pièces est terminée nous aurons édité l’assemblage donc :

- Click sur crée un nouveau document 
- Sélectionner  assemblage puis 
- Click sur parcourir et ouvrir tous les pièces qu’on a créées
- Click sur contrainte et on fait l’assemblage

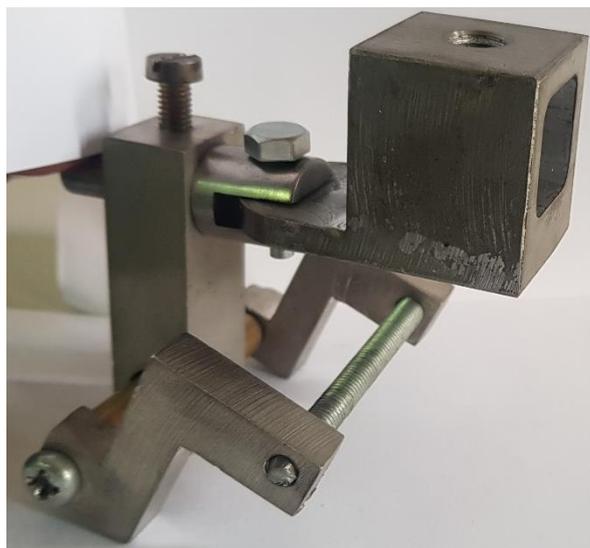
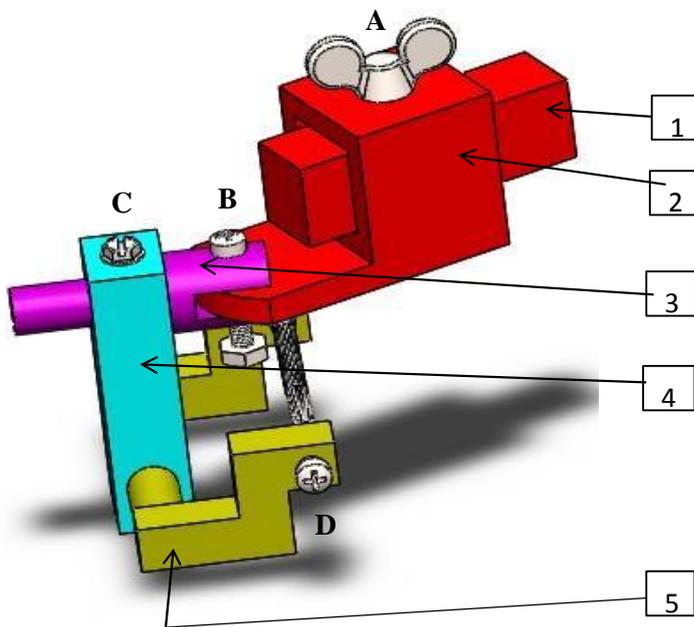


Figure. 34 Support pour affutage des outils

1- L’outil (foret, fraise 2 tailles, outil CNC)

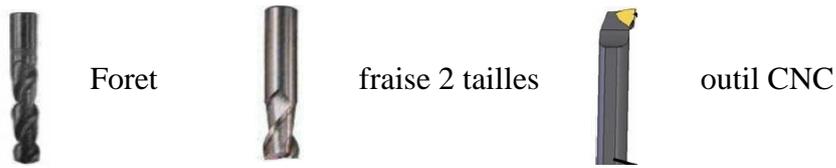


Figure. 35 Différentes outils

2- Support porte outil

3- Support rotatif

4- Support relieur entre la base et support rotatif

5- La base du support

A- Visse de serrage d’outil

B- Visse de serrage de la pièce 2 Visse de serrage de la pièce 3

C- Visse de serrage entre la base et le support de la meule

2.4.1.3 . Assemblage finale

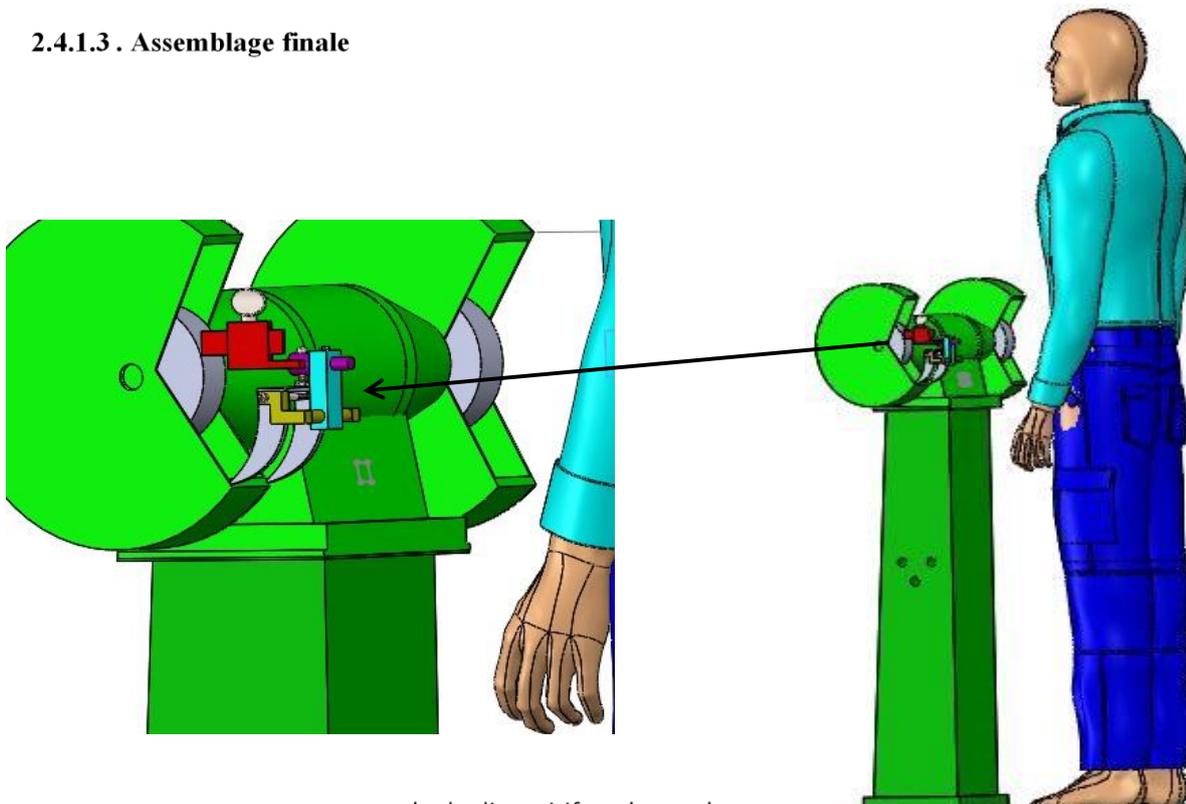


Figure. 36 Assemblage finale du dispositif sur la meule

c. Étude de résistance sur SolidWorks (simulation)

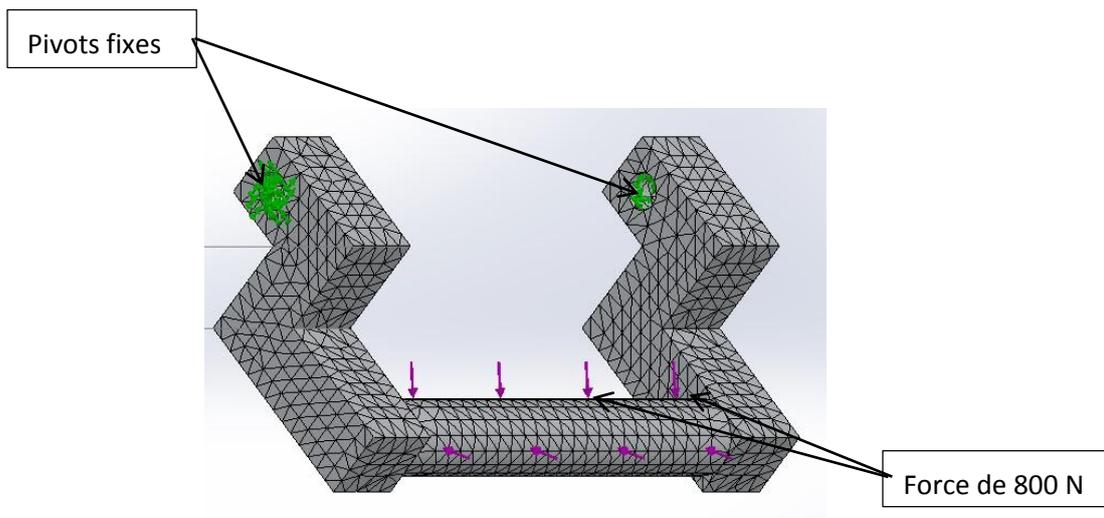


Figure. 37 illustration des fixations et des chargements appliqués sur la pièce.

La figure indique les fixations que nous avons mis sur notre pièce, le choix des pivots fixes vient du fait que la pièce est supportée par un arbre de la meule et le chargement palier est mis en place vue que la pièce porte à ce niveau une masse de 80 kg et sous l’effet de la gravité cette masse agit vers le bas seulement d’où cet état de chargement.

Type de maillage	Standard, volumique
Qualité de maillage	Haute
Nombre d’éléments	36524
Nombre de nœuds	55567
Temps de maillage	4 seconds

Tableau.7 Détail du maillage

Le tableau suivant indique les détails du maillage type standard volumique, de la pièce étudié ou nous remarquons particulièrement un nombre de nœuds de 55567 et un nombre d’élément de 36524.

Distribution du coefficient de sécurité : CS min =54

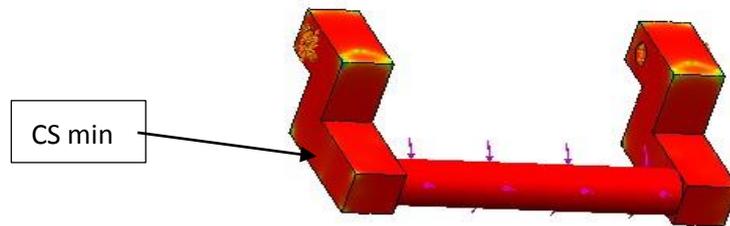


Figure.38 distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l’ensemble de la pièce, après exécution du calcul.

La figure montre la distribution du coefficient de sécurité sur tout le volume de la pièce allant de la valeur minimale (indiquée en rouge), vers la valeur maximale (indiquée en bleue), d’où notre coefficient de sécurité et de 54 nous pouvons dire que la résistance de notre pièce est nettement bonne.

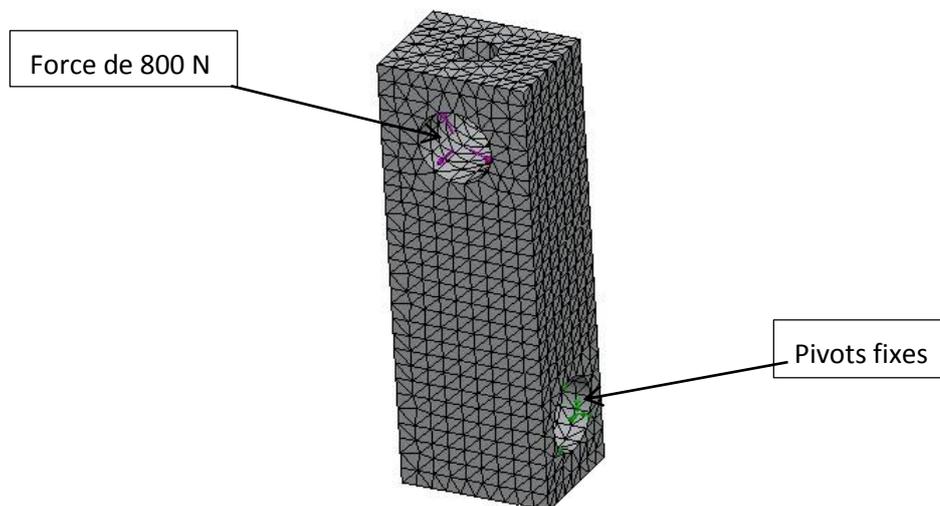


Figure 39 : illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.

La figure indique les fixations que nous avons mis sur notre pièce, le choix des pivots fixe vient du fait que la pièce est supportée par un arbre de la meule, et le chargement palier est mis en place vue que la pièce porte à ce niveau une masse de 80 kg et sous l’effet de la gravité cette masse agit vers le bas seulement d’où cet état de chargement.

Type de maillage	Standard, volumique
Qualité de maillage	haute
Nombre d’éléments	10991
Nombre de nœuds	17168
Temps de maillage	4 seconds

Tableau.8 détail de maillage

Le tableau suivant indique les détails du maillage type standard volumique, de la pièce étudié ou nous remarquons particulièrement un nombre de nœuds de 17168 et un nombre d’élément de 10991.

Distribution du coefficient de sécurité : CS min =54

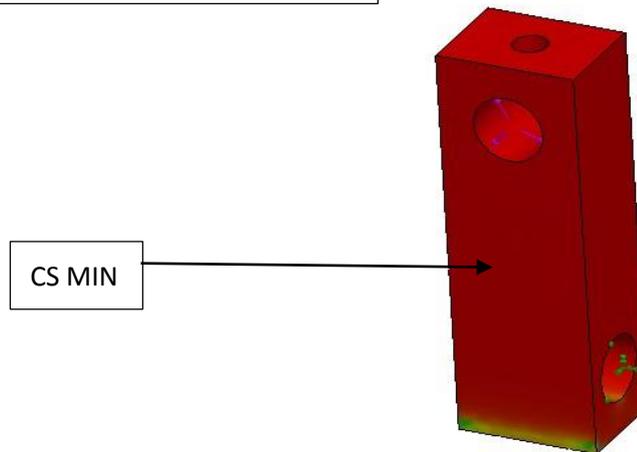


Figure.40 distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l’ensemble de la pièce, après exécution du calcul.

La figure montre la distribution du coefficient de sécurité sur tout le volume de la pièce allant de la valeur minimale (indiquée en rouge), vers la valeur maximale (indiquée en bleue), d’où notre coefficient de sécurité et de 3,3 nous pouvons dire que la résistance de notre pièce est nettement bonne.

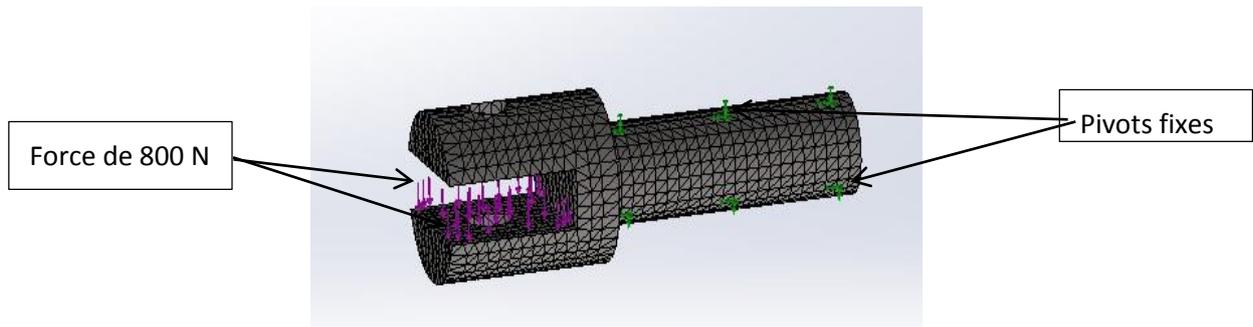


Figure.41 illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.

La figure indique les fixations que nous avons mis sur notre pièce, le choix des pivots fixe vient du fait que la pièce est supportée par un arbre de la meule et le chargement palier est mis en place vue que la pièce porte à ce niveau une masse de 80 kg et sous l’effet de la gravité cette masse agit vers le bas seulement d’où cet état de chargement.

Type de maillage	Standard, volumique
Qualité de maillage	haute
Nombre d’éléments	14782
Nombre de nœuds	23073
Temps de maillage	4 seconds

Tableau.9 Détail du maillage

Le tableau suivant indique les détails du maillage type standard volumique, de la pièce étudié ou nous remarquons particulièrement un nombre de nœuds de 23073 et un nombre d’élément de 14782.

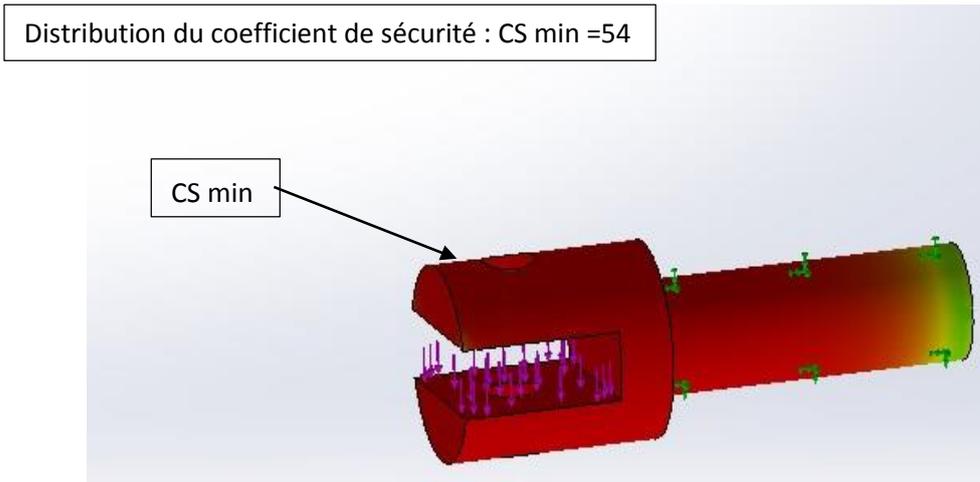


Figure.42 distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l’ensemble de la pièce, après exécution du calcul.

La figure montre la distribution du coefficient de sécurité sur tout le volume de la pièce allant de la valeur minimale (indiquée en rouge), vers la valeur maximale (indiquée en bleue), d’où notre coefficient de sécurité et de 3,2 nous pouvons dire que la résistance de notre pièce est nettement bonne.

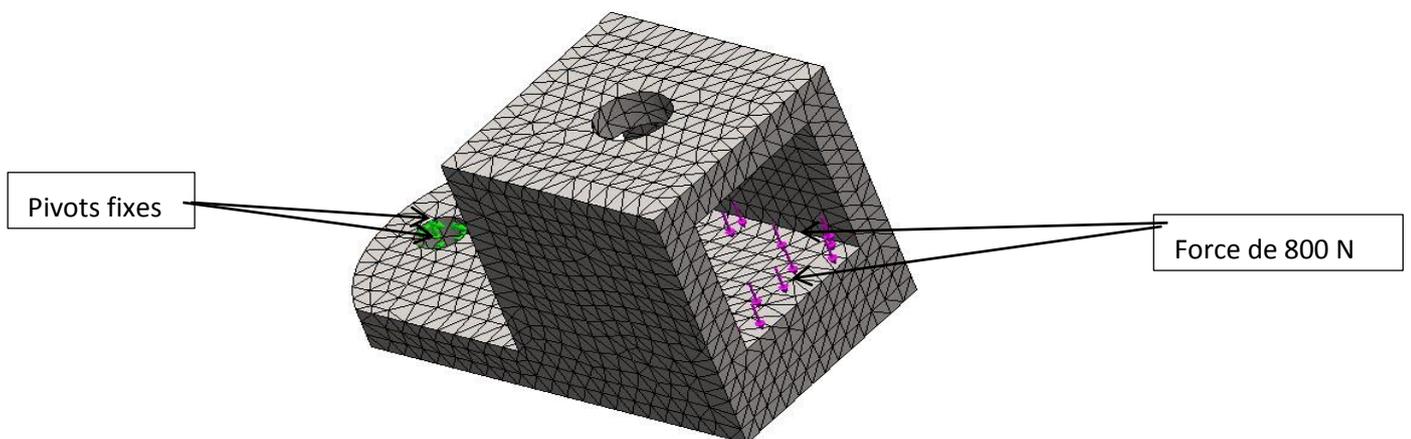


Figure.43 illustration des fixations et de chargement appliqués sur la pièce.

La figure indique les fixations que nous avons mis sur notre pièce, le choix des pivots fixe viens du fait que la pièce est supportée par un arbre de la meule, et le chargement palier est mis en place vue que la pièce porte à ce niveau une masse de 80 kg et sous l’effet de la gravité cette masse agit vers le bas seulement d’où cet état de chargement.

Type de maillage	Standard, volumique
Qualité de maillage	haute
Nombre d’éléments	13212
Nombre de nœuds	21148
Temps de maillage	4 seconds

Tableau.10 détail de maillage

Le tableau suivant indique les détails du maillage type standard volumique, de la pièce étudié ou nous remarquons particulièrement un nombre de nœuds de 21048 et un nombre d’élément de 13212.

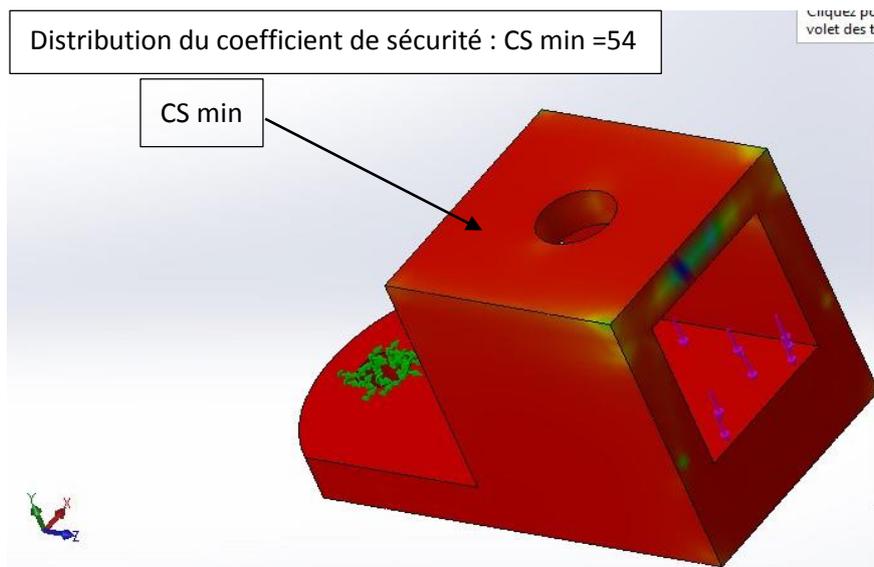


Figure.44 distribution du coefficient de sécurité obtenu dans l’ensemble de la pièce, après exécution du calcul.

La figure montre la distribution du coefficient de sécurité sur tout le volume de la pièce allant de la valeur minimale (indiquée en rouge), vers la valeur maximale (indiquée en bleue), d’où notre coefficient de sécurité et de 3,2 nous pouvons dire que la résistance de notre pièce est nettement bonne.

d. Mise en plans du dispositif

Une fois les pièces ou assemblages créés, il est possible de générer automatiquement les mise en plan (représentation 2D) avec insertion automatique des côtes et liaisons entre les vues 2D et le modèle 3D.

I. Étapes de création d'une mise en plan

- a.** Ouvrir un modèle de mise en plan et éditer un fond de plan
- b.** Insérer des vues standard d'un modèle de pièce
- c.** Ajouter des annotations de modèle et de référence
- d.** Ajouter une autre feuille de mise en plan
- e.** Insérer une vue nommée
- f.** Imprimer la mise en plan

CONCLUSION

Conclusion

Bibliographie

[01] M.BENNEGADI, Coupe des métaux en fabrications mécanique et productique, photocopié, université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, 2018.

[02] luxalp.com et impresa-web.fr

[03] C. Le Calvez, Étude des aspects thermiques et métallurgiques de la coupe orthogonale d'un acier au carbone, Thèse de doctorat de l'ENSAM – Paris, 1995.

[04] V.P. Astakhov, Geometry of Single-point Turning Tools and Drills / fundamentals and practical applications, Springer-Verlag – London, 2010.

[05] John Wiley & Sons, Fundamentals of Modern Manufacturing, 2nd edition Inc. M. P. Groover, 2002.

[06] BELLOUFI, Cours procédés de fabrication – Master / Maintenance industrielle, Université Kasdi MERBAH Ouargla – Algérie, 2010.

[07] P. DEPEYRE, Fabrication mécanique, Licence de Technologie et Mécanique, Faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion – France, 2005.

[08] M. HABAK, Etude de l'influence de la microstructure et des Paramètres de coupe sur le comportement en Tournage dur de l'acier a roulement 100Cr6, Thèse de doctorat de l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers / Paris 6 – France, 2006.

[09] GRUESCU, F. DEFOURNE, P. QUAEGBEUR et J. F. ANTOINE, Préparation de production en productique mécanique - étude de fabrication et analyse d'usinage (3PM-EFAU), SEMM (service enseignement et multimédia) / université lille1 – France, 2015.

[10] R. MOHAMMAD, Etude de l'évolution des caractéristiques des plaquettes de coupe en tournage à sec. Mise en place de critères d'aide à la décision du changement de plaquette. Application au cas de l'ébauche de turbines de pompage, thèse doctorat de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier – Toulouse – France, 2011.

[11] V. SONGMENE, Techniques avancées de mise en forme : Usinage I /SYS-849, Institut de technologie supérieur, Université du Québec – Canada, 2008.

[12] <https://meuleuse.ooreka.fr/comprendre/meuleuse-affutage>

[13] <http://serge79.over-blog.com/article-30478600.html>, 20 Avril 2009, Rédigé par serge79.

[14] <https://www.affutage-outils-service.fr/fr/rectification-cylindrique>

[15] <https://www.affutage-outils-service.fr/>

[16] <https://www.bordet.fr/dispositif-d-affutage-oneway,fr,4,200S1.cfm>

[17] AIT MOULA A LOUICHAOUI S Optimisations des conditions de coupe en utilisant la méthode des plans d'expériences pour l'usinage en tournage de l'acier X 35 Cr Mo V 5-1, mémoire de master 2, université de abderrahmane mira de bejaia, 2018.

[18].S. BENSAADA, Coupe des métaux, Université Mohamed Khider – Biskra –Algérie.

[19].http://profmpk.fr/Centres_interet/CI%2011%20La%20coupe%20des%20matériaux/Cours/2%20Geometrie%20de%20outil%20de%20coupe/Geometrie%20outils%20prof.pdf

[20]A. SEBHI, Etude tribologique des outils de coupe et aciers, thèse de doctorat de l'Université Ferhat Abbès – Sétif – Algérie, 2013.

[21] catalogue Norton abrasif agglomères Informations techniques
https://www.nortonabrasives.com/sgacommon/files/document/BROCHURE_CHOISIR_LE_BON_ABRASIF_AGGLOMERE.pdf

ANNEXES

**Cahier de charge de fabrication du dispositif de prise d'outil
sur la meule au hall de technologie**

Établie le : 23/04/2019

Préparé par :

-Mr. Tessada Yacine
-Mr. Boudebza Hicham

Encadré par :

-Dr. Belamri Abdelatif

Ce document constitue le cahier des charges concernant le dossier de fabrication de pièce mécanique à usiner.

Cet ensemble de pièces sera intégrés sur le nouveau dispositif d'affutage d'outils, développés au Hall de technologie à l'université d'Abderrahmane Mira de Bejaia.

1. Description :

1.1. Établissement de l'offre de prix

L'offre de prix doit être détaillée par lots puis par pièces.

1.2. Matériaux utilisé :

Matériaux légers, le dispositif ne doit pas être lourd car il est pris par l'opérateur.

1.3. Préparation :

Pour la réalisation des pièces, nous attirons l'attention sur les points suivants :

- Les pièces sont dessinées par logiciel CAO (SolidWorks) puis étudiées par SolidWorks simulation afin de calculer la résistance de l'ensemble des pièces créés et peut fournir sur demande les fichiers STEP des pièces (pour information).
- Mise en plan des pièces dessinés puis fournit en format PDF
- Les pièces devront être bien élaborés coté dimension pour bien assurer le fonctionnement du dispositif.
- La conception des pièces pourra éventuellement être adaptée en fonction du procédé d'usinage.

La prestation devra couvrir :

- Le contrôle dimensionnel des pièces.
- Le bon fonctionnement du dispositif.
- Réduire au max le coût du dispositif.
- L'aspect et le poids léger du dispositif.
- On propose que le dispositif ne doit pas passé 1kg.

2. Liste des pièces a réalisés :

Les pièces sont reparties en trois parties comme suit :

- support montable sur la meule disponible au hall.
- dispositif permettant d'avoir 5 ddl.
- dispositif permettant le montage et la fixation de l'outil.

Gamme d'usinage du dispositif

3. Matériel utilisé :

	Machine utilisé	Matière utilisé	Les outils	Paramètre de coupe
La base du dispositif	- Fraiseuse - Tour - Perceuse	- Aluminium	- Fraise Ø20	- N =1600 tr/min - VF =318.3 mm/min - AP =0.5mm
			- Outil à charioter - Foret à centrer - Foret 5Ø ; 10Ø - Taraud 6Ø	Tour : d =Ø10 - N =636.61 tr/min - VF =63.66 mm/min - AP =0.1mm
Support qui relie la base et le support rotatif	- Fraise - Perceuse	- Aluminium	- Fraise Ø20 - Foret Ø5 ; Ø10	Fraise : - N =1591.5tr/min - VF =318.3mm/min - AP =0.5mm
Support rotatif	- Tour - Fraiseuse - Perceuse	- Acier	- Outil à charioter à plaquette amovible. - Foret Ø5 - Fraise Ø6 - Taraud Ø6	Tour : D=Ø17 ; N =374.48tr/min VF =37.46mm/min ; AP =0.1mm (D=Ø10) N=636.61tr/min VF =63.66mm/min ; AP =0.1mm
Support porte outil	-Fraiseuse -Perceuse	- Acier	- Fraise Ø20 - Foret à centrer - Foret Ø10 ; Ø13 ; Ø18 ; Ø20	N =1591.5 tr/min VF =318.3 mm/min AP =0.5 mm

La vitesse de coupe pour les matières utilisées :

Vc = 100 m/min pour l'aluminium.

Vc = 20 m/min pour l'acier.

Les formules de coupe :

Fréquence rotation de la broche :

$$n = (1000 * Vc) / (\pi * D)$$

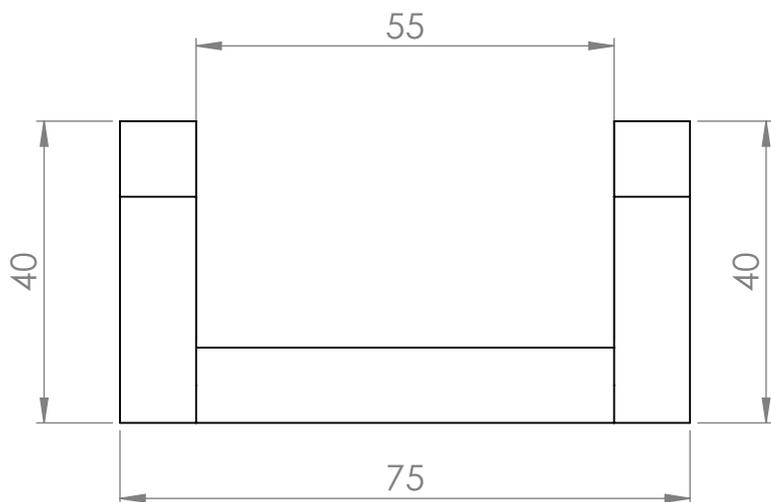
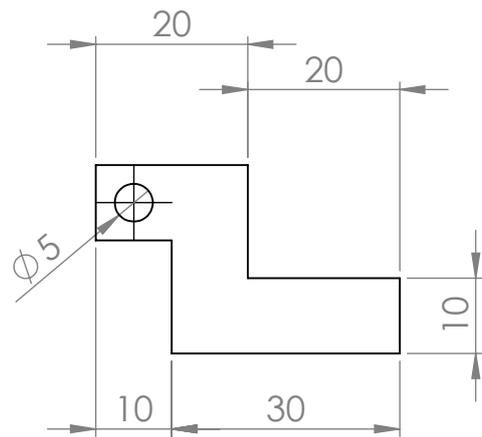
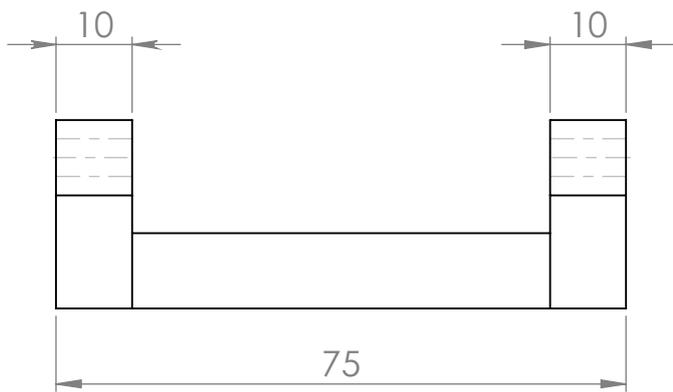
Vitesse d'avance en Tournage :

$$Vf = n * f$$

Vitesse d'avance en Fraisage :

$$Vf = n * fz * Z$$

Gamme d'usinage du dispositif



UNIVERSIE A.MIRA BEJAIA

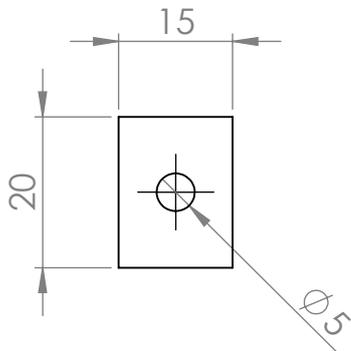
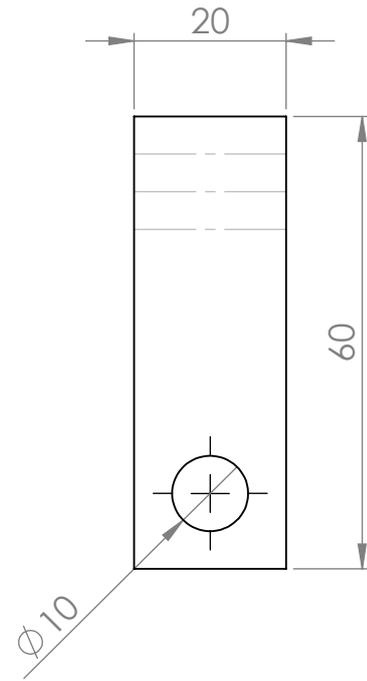
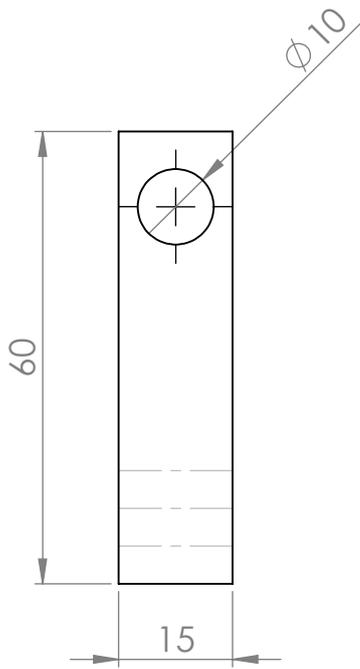
ECHELLE 1:1

BOUDEBZA hicham
TESSADA yacine

LA BASE DE DISPOSITIF

ANNEXE 1

2018/2019



UNIVERSIE A.MIRA BEJAIA

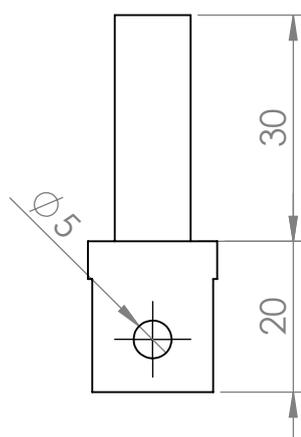
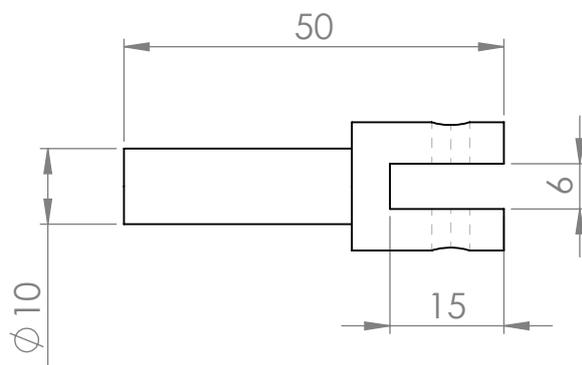
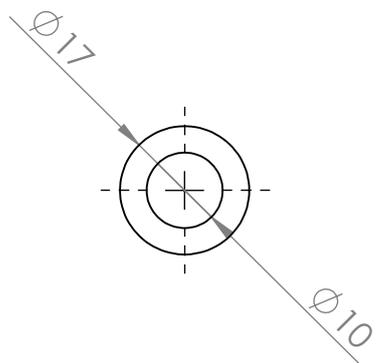
ECHELLE 1:1

**SUPPORT RELIANT ENTRE
LA BASE ET LE BLOC ROTATIF**

BOUDEBZA hicham
TESSADA yacine

ANNEXE 2

2018/2019



UNIVERSIE A.MIRA BEJAIA

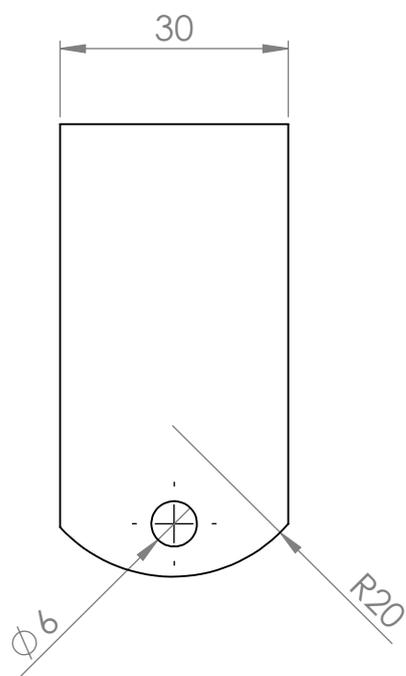
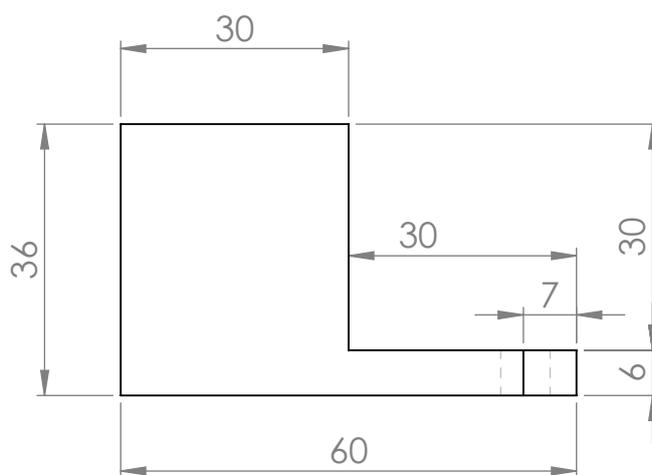
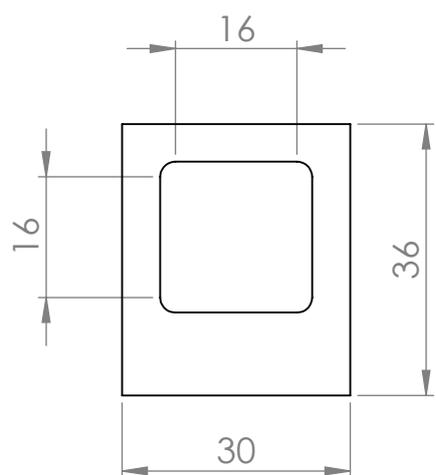
ECHELLE 1:1

BOUDEBZA hicham
TESSADA yacine

SUPPORT ROTATIF

ANNEXE 3

2018/2019



UNIVERSIE A.MIRA BEJAIA

ECHELLE 1:1

BOUDEBZA hicham
TESSADA yacine

SUPPORT PORTE OUTIL

ANNEXE 4

2018/2019