الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE –YAHYA Fares- MEDEA

جامعة يحي فارس -المدية-

Faculté des Sciences et de la technologie

Département de Génie de la matière

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme de Master en Génie Mécanique

Option « *Conception Mécanique*»

THEME



Présenté par :

-SARAYA Ahlem.

-HASSIB Hadda.

Encadré par :

– Dr BACHENE Mourad.

PROMOTION : 2015 - 2016


بسم الله الرحمن الرحيم

REMERCIMENTS

*J*e remercier en premier lieu dieu qui lui seul nous a Guidé dans le sens durant notre vie et qui nous aide à réaliser ce modeste travail.

*P*remièrement et avant tout, nous adressons le grand remerciement à notre encadreur ***Mr : BACHENE Mourad*** pour m'avoir permis de réaliser ce travail et pour son aide, son accueil et sa disponibilité.

*N*ous voulons également remercier touts les étudiants de notre promotion en particulier (*SAMATI* et *BEN ALLAL*) nous souhaitons le bon courage à tout les étudiants pour finir leurs études.

*J*e n'oublie pas le groupe du département Génie de la matière, filière Génie Mécanique

*N*ous voulons également remercier tous en qui ont participé à la réalisation de ce mémoire en particulier nos parents.

*J*e ne peux pas commencer ce rapport sans penser à toutes qui on contribué, de prés ou de loin a ce travail.

Dédicaces

J'ai toujours pensé faire ou offrir quelque chose apparentes en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti des efforts rien que pour me voir réussir, et voila, l'occasion est venue.

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté, et de fierté, de sagesse et de patience.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à qui je dois de l'amour et la reconnaissance.

A ma très chère mère "*Rachida*"

A mon cher père "*Mhamed*"

A ma seul sœurs "*Maroua*"

*E*t mes frères "*Mohamed et Abderahim* "

A mes nièces et mes neveux

A toute ma famille "*SARAYA-ALLAN*"

A mon binôme *Hadda* et son famille.

A tous mes amis d'université *MEDEA* et surtout groupe *CONCEPTION.*

A tous ceux qui j'aime et qui m'aiment.

Ahlem.

Dédicace

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste
Travail aux aux personnes les plus chères au monde après mon
ALLAH pour leurs sacrifices.
Pour frapper le message de Le Secrétariat a informé la nation... et... pour le
Prophète de la miséricorde et de la lumière des mondes.

Prophète Muhammad paix soit sur lui

Ma chère mère, qui été à mes cotés et m a soutenu durant Toute ma vie.

À mon père qui a sacrifie toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis.
Merci mes parents
À mes chères frères : Smail ; Rachid
À Mes sœurs: Fati; Fatiha ; Souso ; Manale ;
À tout la famille HASSIB et amour et BOUKHALPHA et CHADDANI surtout mes oncles et tantes
À mon chère binôme Ahlem pour sa participation vive durant l'élaboration de ce travail et son famille.
À la lumière de ma vie Hamida
À mes chères amies : Iman ; Radhia; Hakima; Khadija; Malika et Safia
A tous les enseignants qui m'ont guidée tout au long de mon parcours scalaire et universitaire.
A Tous mes collègues des 2èmes années master C.M
À tous ceux qui j'aime et qui m'aiment.

HADDA

Résumé

L’affûtage des outils de coupe dans l’usinage des métaux est une opération indispensable, consiste à restantes les formes primitives de ces outils dans le but d’augmenter leur durée de fonctionnement basant les géométries des différents outils de coupe, une affûteuse universelle a été conçu par le logiciel SolidWorks. L’affûteuse proposée permet l’affûtage des outils de tournage, de fraisage et de perçage.

تجليخ أدوات القطع صناعة المعادن. هو عملية ضرورية تسمع بإعادة الأشكال الهندسية الأصلية لهذه الأدوات بهدف زيادة مدة استعمالها

انطلاقا من هندسة أدوات القطع قمنا بتصميم جلاخة جامعة بواسطة برنامج سوليدووركس هذه الآلة يمكن استعمالها في تجليخ أدوات الخراطة التفريز والتثقيب.

The sharpening cutting tools in machining of metals is an essential operation consists in remaining primitive forms of these tools in order to increase their service life based geometries of various cutting tools, has a universal grinder was designed by the SolidWorks software. The proposed sharpener allows sharpening tools for turning, milling and drilling.

Sommaire

Remerciement……

Dédicace…….

Résumé……...

Sommaire……...

Liste des figures……

Liste des tableaux.…….

Introduction générale…….……01

Chapitre I : Généralitées sur l'usinage

I.1. Introduction…….……..….02

I.2. Les différents types de machine……..…….…….……..03

I.2.1. Les type de machine…….……..…….....…03

I.2.2.Type de commande……..……..…...05

I.3. Les axes des déplacements.…….…….……...……..…..06

I.3.1. Tournage……..…..……..…..07

I.3.2.Fraisage……..…….……..07

I.3.3. Perçage ……...07

I.3. Les formes simples usinables……..…08

I.3.1.Tournage……..……...…..08

I.3.2. Fraisage……..…...…..09

I.3.3. Perçage ……...……09

I.4. Les différents types d'outils……..…….……..….....11

I.4.1. Outils de tournage…….....12

I.4.2. Outil de fraisage……..….13

I.4.3. Outils de perçage……14

Chapitre II : Les outils de coupe

II.1. Introduction……..…..…..…...15

II.2. Le matériau de coupe..……..……..…15

II.1.1. Caractéristiques principales des matériaux pour outils des coupes …..……15

II.2.2. Les différentes familles de matériaux pour outils de coupe ……..……..…16
II.2.2. 1. Les aciers rapides supérieurs (A.R.S)…….……...……16
II.2.2.2. Les carbures métalliques……..……...……..……18
II.2.3.3. Les céramiques……...……21
II.2.4.4. Les diamants……..……..…22
II.2.3. Le graphe représenté le matériau de coupe……..……...……..22
II.2.4. Tableau récapitulatif des matériaux outil……...…….…...23
II. 3.Usure des outils…….……...…….....….24
II.3.1. Les causes d'usure.…….…….……..24
II.3.2.Caractéristique de l'usure……24

Chapitre III : La meule

III.1. Introduction ……..…..……26
III.2 Les abrasifs……..…….……26
III.2.1.Définition …….……26
III.2.2. Présentation des abrasifs ……...……26
III.3. L'outil meule……...……..26
III.3.1. Mode d'action des meules…….……....26
III.3.2.Elément de coupe en rectification……..……...……..……..27
III.3.3.Caractéristiques de forme et de constitution d'une meule.……..……..28
III.3.4. Choix des caractéristiques de constitution…….…….……..32
III.4. Fabrication des meules……..…….……..…..35
III.5. Montage et centrage des meules.……..…….....35
III.5.1. Montage des meules..……35
III.5.2. Quelques solutions de montage……... 36
III.5.3. Centrage de meule…….……..……....38
III.6.Entretien des meules.…….……38
III.6.1. Protection.……..……...…….…...39
III.6.2. Utilisation.…….……..…..…39
III.7. Économie de l'usinage par abrasion.……...…….39
III.7.1. Avantages.…….……..……..39
III.7.2. Inconvénients.……..……...…….....…39

Chapitre IV : L'affutage

IV.1. Introduction…….…….……41
IV.2. Tourets et affûteuses…….……..……..41
IV.3. Travaux d'affûtage…...……43
IV.3.1. Affûtage d'un outil couteau à plaquette en acier rapide...……43
IV.3.2. Orientations de l'outil en vue de son affûtage……..……43
IV.4. Affûtage de l'outil prismatique……..….…….……44
IV.4.1. Justification de l'affûtage…….…….…… …….……44
IV.4.2. Les moyens d'affûtage…….…….……..……..44
IV.5. Angles d'outil …….…….45
IV.5.1. Définition des arêtes et des faces.…….….……...45
IV.5.2. Définition des plans de référence de l'outil…….…….46
IV.5.3. Définition des 3 plans…….…….…….46
IV.5.4. Position angulaires de l'arête de coupe……..……..…….47
IV.5.5. Définition partielle d'un outil……..…….…..….47
IV.6. Orientation de l'arête de coupe…….……...…….……48

Chapitre V : Conception et dessin

V.1. Description de l'affûteuse……...…….……51
V.2. Dessin d'assemblage……...…….……..51
V.3. Dessin définition…….52

Conclusion générale

Bibliographie

Liste des figures

Figure I – 01 : Machine de tournage.....02
Figure I – 02 : Machine de fraisage.....03
Figure I – 03 : Machine de perçage.....04
Figure I – 04 : Manivelle.....05
Figure I – 05 : Boite des vitesses.....05
Figure I – 06 : Commendes numérique.....06
Figure I – 07 : Les mouvements et les déplacements de pièce en tour.....06
Figure I – 08 : Les mouvements et les déplacements de pièce en fraiseuse…….....07
Figure I – 09 : Les mouvements et les déplacements de pièce en perceuse.....07
Figure I – 10 : Les opérations de tournage.....08
Figure I – 11 : Les opérations de fraisage.....09
Figure I – 12 : Les opérations de perçage.....10
Figure I – 13 : Forme outil de tournage.....11
Figure I – 14 : Outil de tournage.....11
Figure I – 16 : Outils de fraisage.....13
Figure I – 17 : Outils de perçage.....14
Figure II - 01 : Plaquettes fixée par brasage.....17
Figure II - 02 : Les outils en ARS.....17
Figure II - 03 : Plaquette carbure fixée par vis CHC.....19
Figure II - 04 : Fraise à outils rapportés.....19
Figure II - 05 : Foret hélicoïdal en carbure.....20
Figure II - 06 : Fraise 2 tailles en carbure.....20
Figure II - 07 : Les outils en carbure métalliques.....20
Figure II - 08 : Variation de la ténacité en fonction de la dureté.....22
Figure II - 09 : L'usure de pièce.....24
Figure II - 10 : Usure frontale et cratérisation en tournage.....25
Figure III - 01 : Mode d'action des meules.....27
Figure III - 02 : Élément de coupe abrasive.....28
Figure III - 03 : Caractéristiques des meules.....28
Figure III - 04 : Les formes desmeules.....29
Figure III - 05 a : Désignation d'une meule plate.....30
Figure III - 05 b : Désignation d'une meule boisseau cylindrique.....30
Figure III - 06 : Ejection de coupeaux l'hors de l'opération de l'affutage.....33
Figure III - 07 : Structure des meules.....33

Figure III – 08 : Fabrication d'une meule.....35
Figure III – 09 : Montage des meules.....35
Figure III – 10 a : Meule à segments.....36
Figure III – 10 b : Meule lapidaire collée.....37
Figure III – 10 c: Meule lapidaire: serrage périphérique.....37
Figure III – 11 : Centrage d'une meule.....38
Figure IV – 01 : Affûteuse.....41
Figure IV – 02 : Touret a meuler.....42
Figure IV – 03 : Instructions détaillées.....43
Figure IV – 04 : Fixation de l'outil.....43
Figure IV – 05 : Partie active.....44
Figure IV – 06 : Plan d'affûtage horizontal.....44
Figure IV – 07 : Plan d'affûtage vertical.....45
Figure IV – 08 : Les arêtes et les faces.....45
Figure IV – 09 : Outils à charioter en position d'usinage.....46
Figure IV – 10 : Position angulaire de l'arête de coupe.....47
Figure IV – 11 : L'angle de direction d'arête de coupe.....47
Figure IV – 12 : L'angle de direction complémentaire.....48
Figure IV - 13 : L'angle d'inclinaison de l'arête de coupe.....48
Figure IV – 15 a : Affûtage de la face de coupe avec meule plate.....49
Figure IV - 15 b : Affûtage de la face de coupe avec meule plate.....49
Figure IV – 16 : Affûtage de la face de coupe avec meule plate.....50

Liste des tableaux

Tableau II - 01 : Tableau de matériaux……...……..…...…16

Tableau II - 02 : composition chimique des principaux carbures…….…..….……18

Tableau II - 03 : Tableau récapitulatif des matériaux outil……...…….……..22

Tableau III - 01 : Tableau des symboles normal……..….....……31

Introduction générale

Dans le domaine particulier des fabrications mécaniques, le processus de réalisation d'un produit fait intervenir trois fonctions principales :

- La conception-construction ;
- L'étude et la préparation de la fonction ;
- La fabrication.

L'usinage est une famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques. On obtient des pièces d'une grande précision. Lors de l'usinage d'une pièce, l'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements relatifs entre la pièce et l'outil. La rectification est une opération qui consiste à lisser à la meule une surface après usinage.

Le terme d'affûtage est généralement employé pour la finition du tranchant de l'outil. Comme tout outil coupant, un foret doit avoir la bonne forme avant d'être affûté.

La mise en forme initiale implique souvent de retirer une assez grande quantité de métal comme par exemple lorsque vous modifiez l'angle de pointe d'un foret ou que vous reprenez un foret très usé ou cassé. Une fois la géométrie obtenue, vous maintenez le tranchant par un affûtage. Vous pouvez reproduire avec précision une forme existante et par conséquent simplement retoucher les tranchants

Le mémoire est structuré comme suit : dans le chapitre 1 nous avons présenté des généralités sur l'usinage au deuxième chapitre, présentation des outils de coupe ; dans le chapitre trois, description de la meule ainsi que leurs caractéristiques ; dans le chapitre quatre nous avons exposé l'affûtage et ses techniques ; finalement nous avons dans le chapitre cinq concerne la conception de l'affûteuse ainsi que des dessins définition

CHPITRE I

GENERALITEES SUR L'USINAGE

I.1. Introduction

L'usinage est une famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de manière à donner à la pièce brute la forme voulue, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision.

I.2. Les différents types de machine

I.2.1. Les types de machine

a) Le tour

Cette machine sert principalement à usiner des pièces de révolution. La pièce est fixée dans le mandrin. Celui-ci est mis en rotation par le moteur de broche. L'outil suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux. Ces petits éléments de matière sont appelés les copeaux.

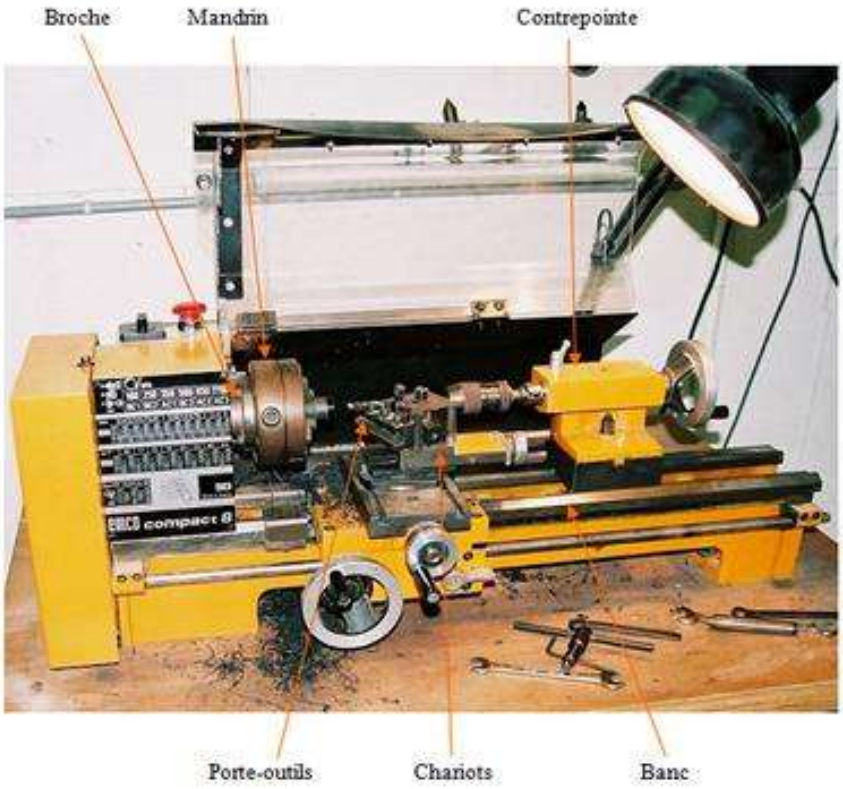


Figure I – 01 : Machine de tournage.

- ***Principales caractéristiques***

Longueur entre pointes : 0.5 m à plusieurs mètres, limitant la longueur des pièces usinables.

Hauteur des pointes : 100 à 400 mm, limitant le diamètre à usiner.

Puissance du moteur : 1 à 10 KW.

Vitesses de rotation de la broche : n = 80 à 1600 tr/mn .

Avances longitudinales ou transversales : a = 0.1 à 1 mm/tr.

b) La fraiseuse

Cette machine sert principalement à usiner des pièces prismatiques. La pièce est fixée dans l'étau. L'outil est mis en rotation par le moteur de broche, il suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux.

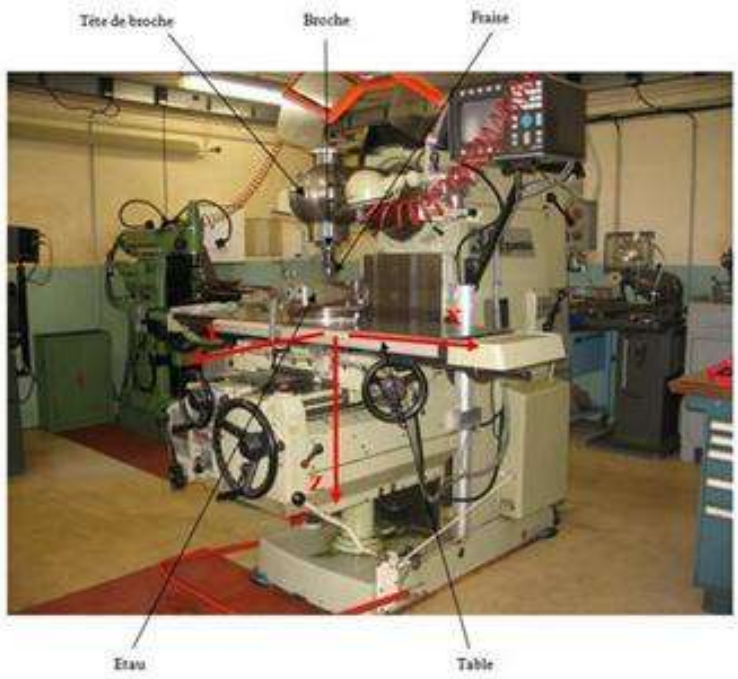


Figure I – 02 : Machine de fraisage.

- ***Principales caractéristiques***

Course de la table : 400 à 600 mm.

Course du chariot : 250 à 400 mm.

Hauteur entre la table et l'outil : 400 mm.

Puissance du moteur : 1.5 à 7 KW.

Vitesses de rotation de la broche : **n** = 50 à 1250 tr/mn .

Avances de la table et du chariot : **A** = 10 à 500mm/mn.

c) Perçage :

Le perçage est une opération qui consiste à foret un trou en pleine matière. On obtient en général les résultats suivants : (valeurs moyenne)

Le perçage est obtenu a l'aide d'un outil de coupe appelé foret.

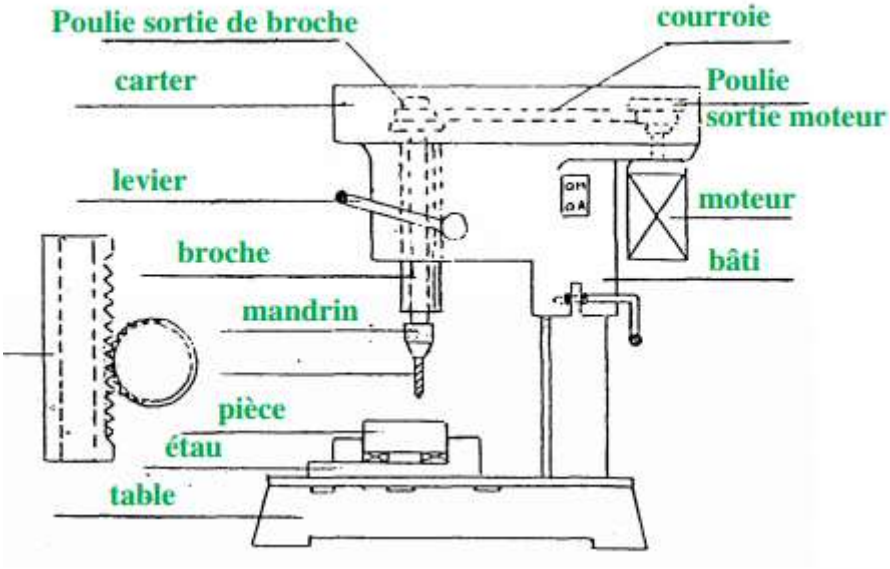


Figure I – 03 – Machine de perçage.

- ***Principales caractéristiques***

Longueur entre pointes : 0.5 m à plusieurs mètres, limitant la longueur des pièces usinables.

Hauteur entre la table et l'outil : 250 à 800 mm.

Puissance du moteur : 0.5 à 5 KW.

Vitesses de rotation de la broche : n = 20 à 2500 tr/mn .

I.2.2. Type de commande

a) Manuelle ou conventionnelle

Le déplacement de l'outil sur la trajectoire d'usinage est réalisé par un opérateur. Pour cela, il utilise les manivelles permettant de générer les mouvements suivant les axes. Les mouvements ne sont possibles que sur un seul axe à la fois. (Fig. I - 04)



Figure I – 04 – Manivelle

Des moteurs permettent aussi de choisir des vitesses d'avance suivant les axes de déplacements. Le choix de ces vitesses s'effectue par l'intermédiaire d'une boite de vitesse mécanique. (Fig. I – 05)



Figure I – 05 : Boite de vitesses

b) Machine-outil à commande numérique

Le déplacement l'outil sur la trajectoire d'usinage est décrit par l'opérateur à l'aide d'un programme. On utilise pour cela les coordonnées des différents points de passage de l'outil par rapport à la piéce .les mouvements sont possibles sur plusieurs axes simultanément.

Les mouvements sur les axes sont générés par des moteurs qui permettent aussi de choisir des vitesses d'avence.le choix de ces vitesses s'effectue par un variateur .On dispose donc d'un large choix de vitesses



Figure I – 06 - Commendes numérique

I.3. Les axes de déplacements

Afin de décrire la trajectoire suivie par l'outil pour usiner la pièce, un système d'axe est normalisé .axes seront notamment utilises pour écrire des programmes de commande numérique .un programme sera très facilement transposable sur une autre machine CN.

Vous devez toujours savoir reconnaitre la broche d'une machine afin de placer correctement les axes : l'axe de broche correspond à l'axe Z de la machine.

I.3.1. Tournage

En tournage, l'axe de la broche correspond à l'axe de rotation du mandrin et de la pièce : c'est donc l'axe Z. l'axe X correspond à l'axe perpendiculaire à Z.

Le sens positif est donné suivent cette règle : la pièce étant la référence .l'outil s'éloignant de la pièce est en mouvement suivent le sens positif des axes.

Les axes Z et X définissent un plan .cela est suffisant pour décrire une trajectoire plane, et donc générer un volume de révolution autour de l'axe de révolution (qui est l'axe de broche).

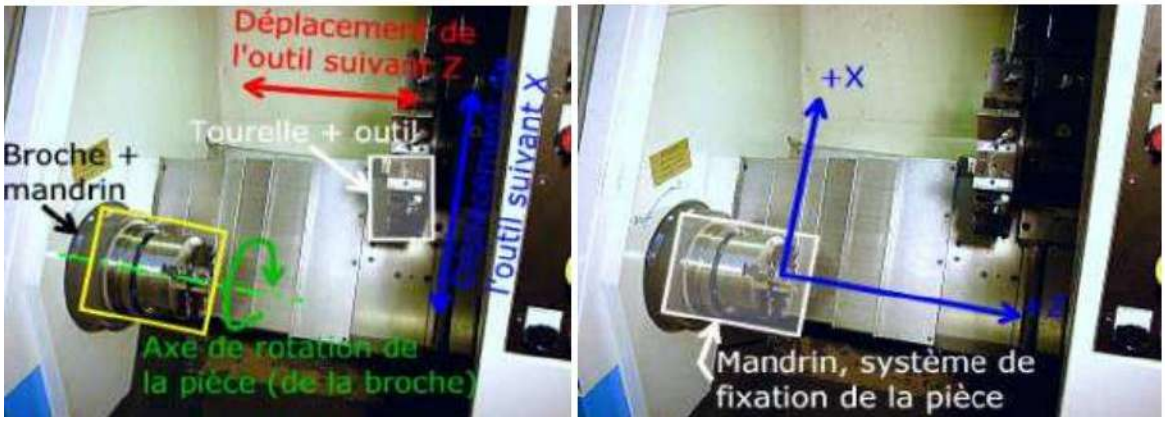


Figure I – 07 – Les mouvement et les déplacements de pièce en tour.

I.3.2. Fraisage

En fraisage, l'axe de broche correspond à l'axe de rotation de l'outil : c'est l'axe Z.

L'axe X correspond à l'axe perpendiculaire à Z qui permet la plus grande course.

L'axe Y correspond à l'axe perpendiculaire à Z et X.

Le sens positif est donné suivant cette règle : la pièce étant la référence, l'outil s'éloignant de la pièce est en mouvement suivant le sens positif des axes.

Les axes Z, X et Y définissent une base en 3 dimensions. (Fig. I - 08)

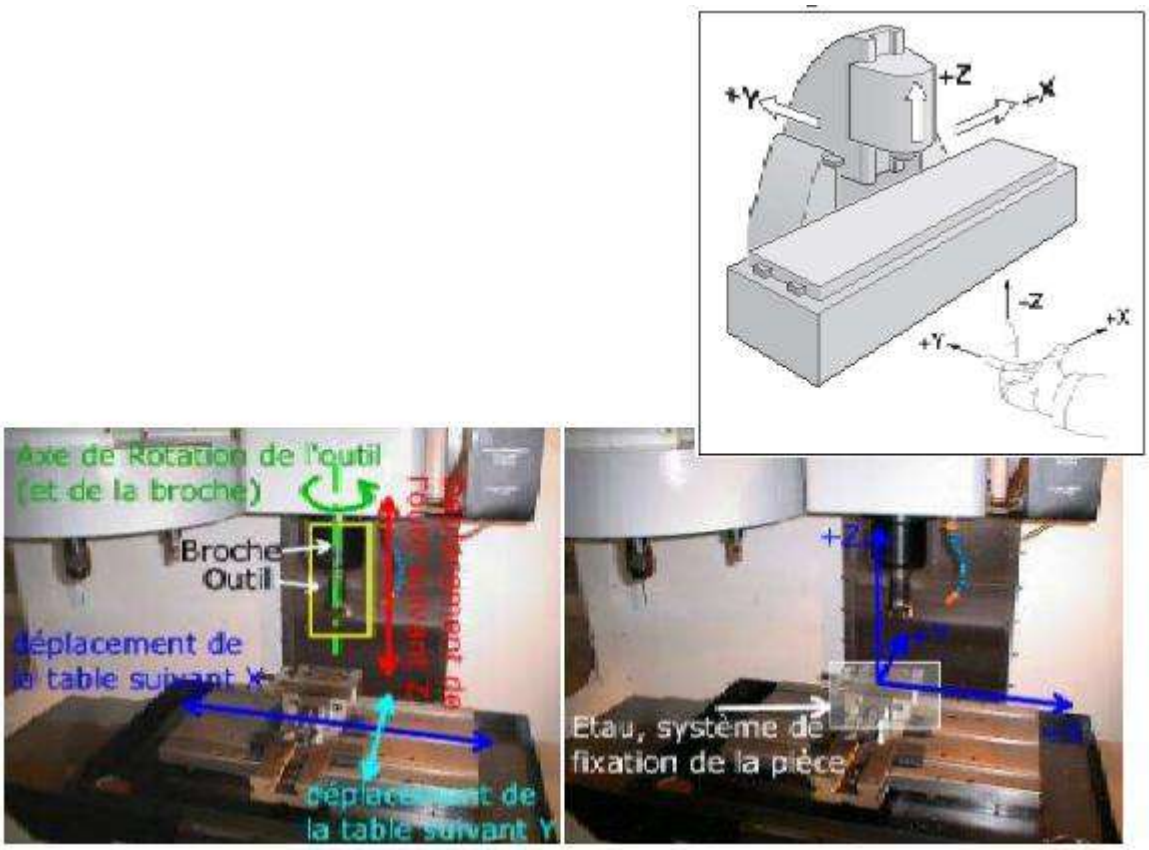


Figure I – 08 – Les mouvement et les déplacements de pièce en fraiseuse.

I.3.3. Perçage

Il est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement d'avance.



Figure I – 09 - Les mouvement et les déplacements de pièce en perceuse.

I.3. Les formes simples usinables

Le déplacement de l'outil suivant les axes définis précédemment permet de générer des formes usinées.

Dans le tableau ci-dessous sont rappelées les opérations élémentaires courantes. On trouve aussi le vocabulaire technique qui associé ces usinage.

I.3.1. *Tournage*

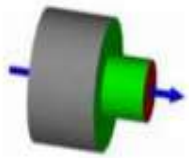
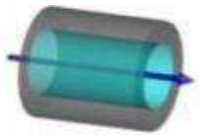
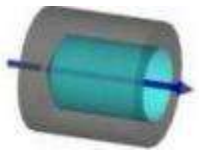
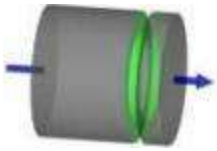
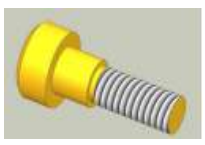
Dessin	opération
	Dressage C'est la réalisation d'un plan perpendiculaire à l'axe de la pièce. (surface rouge)
	Chariotage C'est la réalisation d'un cylindre ayant le même axe que celui de la pièce. (surface grise)
	Plan épaulé C'est l'association d'un dressage et d'un chariotage. (surface vert)
	Perçage C'est un trou dans la pièce. Il peut être débouchant ou borgne. Attention en tournage. L'axe du trou est confondu avec l'axe de la pièce.
	
	Gorge C'est l'association de 2 plans parallèles avec un cylindre (surface vertes)
	Surface quelconque C'est l'association de plusieurs surfaces élémentaires : sphère, cylindre, plan, cône…….
	Filetage Réalisation d'une hélice extérieure : le pas peut être quelconque. La section peut être différente d'un filetage classique (triangulaire).

Figure I – 10 – les opérations de tournage. [15]

IV.2. Fraisage

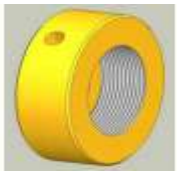
Dessin	Opération
	Surfaçage Le surfaçage c'est l'usinage d'un plan par une fraise. (surface rouge)
	Plans épaulés C'est l'association de 2 plans perpendiculaires (surfaces vertes)
	Rainure C'est l'association de 3 plans. le fond est perpendiculaire au deux autres plans. (surfaces vertes)
	Poche Le poche est délimitée par des sur faces verticales quelconques (cylindre et plan).c'est une forme creuse dans la pièce. (surface cyan)
	Perçage Ce sont des trous .ils sont débouchant (surface bleue) ou borgnes (surface jaune)
	Taraudage Filetage intérieur ; standard jusqu'à un diamètre de 20mm pas spéciaux possibles au-delà .les diamètres standards sont : 3,4, 5,6, 8, 10, 12, 14, 16,18 ,20mm.

Figure I – 11 – les opérations de fraisage. [15]

IV.3. Perçage

Terminologie

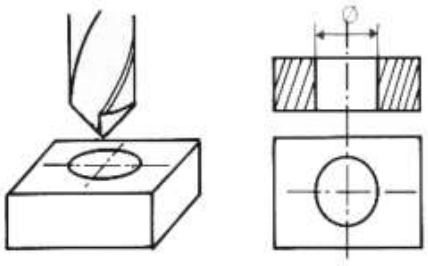
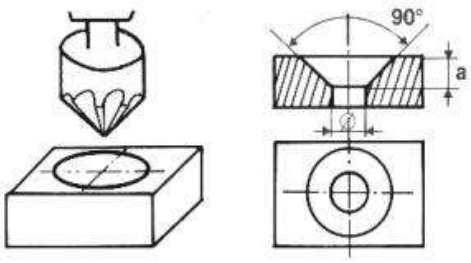
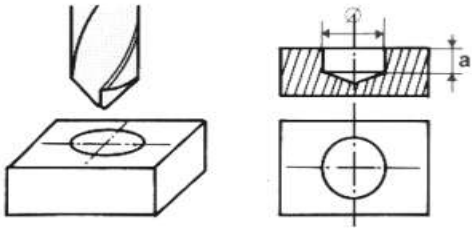
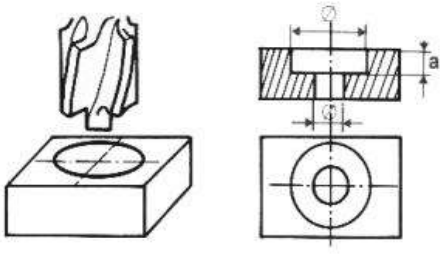
Dessin	Opération
	Trou débouchant
	Trou fraisuré
	Trou borgne
	Trou lamé

Figure I – 12 : Les opérations de perçage. [17]

I.4. Les différents types d'outils

I.4.1. Outils de tournage

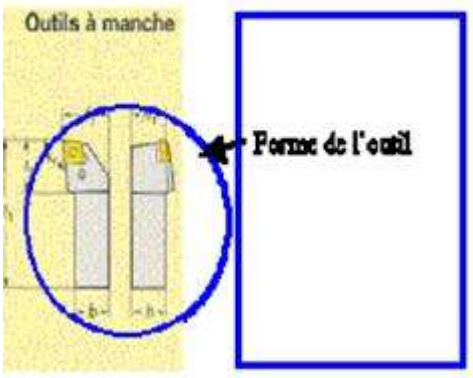
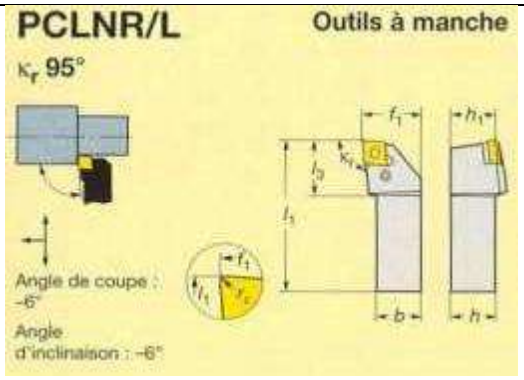
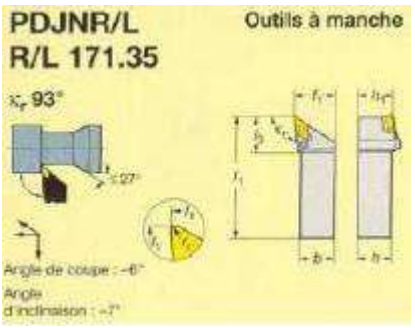


Figure I – 13 – Forme outil de tournage

Voici un tableau récapitulatif des outils que l'on retrouve à l'atelier. Vous trouverez la forme générale de l'outil, un schéma définissant succinctement les formes réalisables par l'outil et des flèches correspondant aux mouvements d'usinage possibles.

Type d'opération	Outils associés
Ebauche L'ébauche permet d'enlever un maximum de matière en un minimum de temps .Cet outil devra résister à d'importants efforts de coupe. IL EST donc massif	
Finition La finition est le dernier usinage d'une surface. On cherche le plus souvent une bonne qualité de surface : dimension. forme et rugosité dans les tolérances de la fabrication .les efforts sont plus faibles que pour une ébauche. l'outil est donc plus mince.	

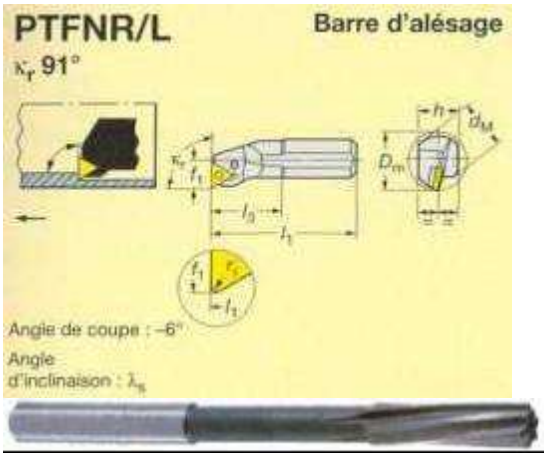
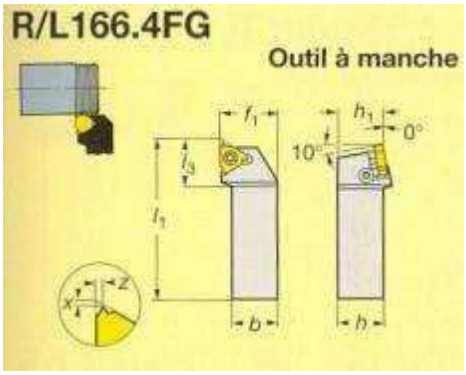
Perçage Cette opération définit l'opération d'un trou quelconque dans une pièce on y associe des outils de perçage : les forets.	
Alésage Cette opération définit l'obtention d'un trou de qualité dans une pièce .on y associe des outils de perçage bien précis : les alésoirs ou les outils à aléser et dresser.	
Filetage /taraudage ou gorge intérieur /extérieure on utilise un porte outil commun pour réaliser des filetages (taraudages), seule la plaquette carbure change en fonction du pas de filetage à obtenir ou de la largeur de la gorge à réaliser.	

Figure I – 14 – Outil de tournage. [15]

I.4.2. Outil de fraisage

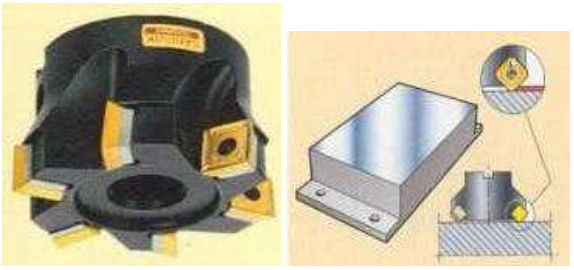
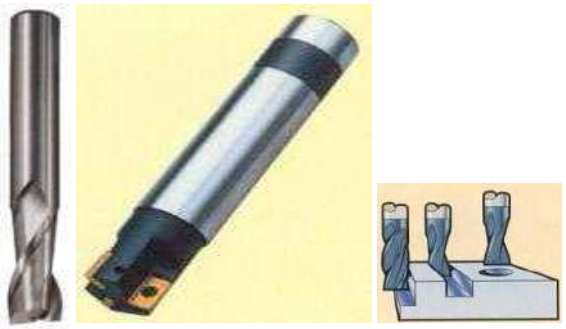
Type d'opération	Outils associés
Surfaçage Le surfaçage est l'opération qui consiste à obtenir un plan en fraisage .La fraise à surfacer permet donc de générer un plan qui sera perpendiculaire à l'axe de rotation de la fraise.	
Plan épaulé Les plans épaulés sont l'association de deux plans usinés (parfois par le même outil) qui sont perpendiculaires entre eux.	
Perçage Cette opération définit l'obtention d'un trou quelconque dans une pièce .on y associe des outils de perçage : les forets.	
Alésage Cette opération définit l'obtention d'un trou de qualité dans uns pièce .on y associe des outils permettant de terminer un perçage : les alésoirs.	

Figure I – 15 – outils de fraisage. [15]

I.4.3. Outils de perçage

Cette opération définit l'obtention d'un trou quelconque dans une pièce .On y associe des outils de perçage : les forets. (Fig. I - 17)

Foret à centrer	Foret à pointer	foret	alésoir	Frais à lamer
				
A utiliser pour situer l'axe d'une pièce en tournage	A utiliser pour positionner un perçage	Pour percer des trous (tolérance H10)	Pour la finition d'un trou de bonne qualité (tolérance H7)	Pour noyer une tête de vis CHC

Figure I – 16 - Outils de perçage. [15]

CHAPITRE II

LES OUTILS DE COUPEE

II.1. Introduction

Les outils permettent d'enlever le copeau. La géométrie de l'outil influe directement sur les formes usinables sur la pièce. Ceci vous sera présenté plus loin. Tout d'abord, on va s'attarder sur les outils eux-mêmes.

II.2. Matériaux de coupe

Il existe aujourd'hui une multitude de matériaux de coupe. Leur description serait longue et exhaustive, c'est pourquoi ne seront présentés dans cette partie que les matériaux utilisés en première transformation du bois.

II.2.1. Caractéristiques principales des matériaux pour outils des coupes :

- ***Propriétés mécaniques :***

La partie active de l'outil doit posséder une bonne :

- Résistance au frottement ⟹ Bonne résistance à l'usure.
- Résistance aux chocs ⟹ Bonne ténacité.
- Résistance à la pénétration ⟹ Bonne dureté.
- Résistance à la chaleur ⟹ Bonne dureté à chaude.
- Résistance aux pressions ⟹ Bonne résistance aux pressions.

La dureté des matériaux susceptibles d'être usinés (Tab. II - 01)

Tableau II - 01 : tableau de matériaux [4]

Matériaux de coupe	Valeur moyenne de la dureté			Température maxi d'utilisation en degré
	Du matériau de coupe		Du matériau usiné	
	HRC ou HV	Knopp	HRC	
- Acier rapide	64 à 68HRC		30	550
- Acier rapide revêtus	80 HRC (1040 HV)		40	600
- Carbure métalliques	1300à1800HV	17 à 18	50	800
- Céramique à base d'alumine et titane		28	60	1400
- Céramique à base de Nitrure de bore		43 à 46	72	1000 à 1200
- Diamant		56 à 102	Pas de limite	

II.2.2. Les différentes familles de matériaux pour outils de coupe :

On trouve :

- ✓ Les aciers rapides supérieurs (A.R.S).
- ✓ Les carbures métalliques.
- ✓ Les céramiques.
- ✓ Les diamants.

II.2.2.1.Les aciers rapides :

a. Définition : les aciers rapides sont des aciers fortement alliée comprenant des éléments chimiques d'addition permettant d'améliorer les caractéristiques de l'outil (la dureté et la résistance à l'usure) qui contiennent :

0,8 à 1,7 % de carbone : assure la dureté après la trempe

4% de chrome : favorise la pénétration da la trempe (trempabilité) et la résistance à la l'oxydation

1 à 4% da vanadium : ralentit l'abaissement de la dureté à chaud.

6 à 20% de tungstène : assure une grande résistance à l'usure.

0.8 à 8% de molybdène : même rôle que le tu.

4 à 12% de cobalt : assure la stabilité chimique et une résistance aux chocs.

b. Présentation :

Ils sont très chers, ils se présentent sous forme :

— *O***utils à tranchant unique** *:* Il composé de 2 matériaux différent soudés par brasage. Comme l'outil couteau ARS

Très souvent seule la partie active est réalisée en acier rapide. Le corps est en acier de nuance XC 38 à XC 48 (R_m= 700 à 8000 N/mm^2). La partie active se présent sous forme d'une plaquette fixée par brasage sur le corps (fig. 02).

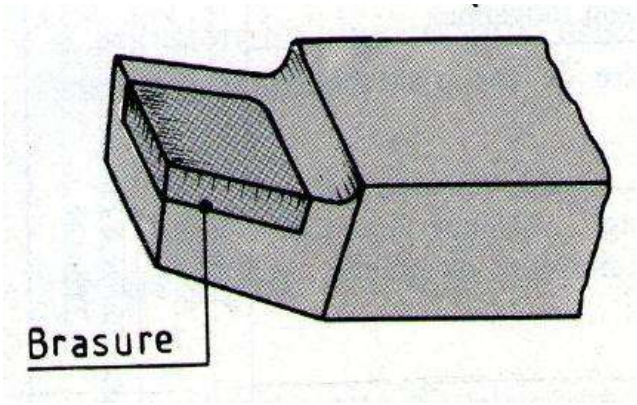


Figure II-01- Plaquettes fixée par brasage [4]

— **Outils à tranchants multiples** *:* outil constitué d'un seul matériau (fraise, forets, alésoirs, etc.). Dans pratiquement tous les cas, ils sont monoblocs.

Foret ARS	Fraise 2 tailles ARS	Fraise 3 tailles ARS
		

Figure II – 02 – Les outils en ARS [17]

c. Caractéristique principale des aciers rapides non revêtus

Ils conservent leur dureté jusqu'à 550°.

Ils ne sont pas recommandés pour usiner des matériaux dont la dureté est supérieure à HRC 30.

Ils ne sont pas sensibles à l'écaillage, on peut donc obtenir par affûtage une arête de coupe très vive ce qui permet pour les travaux de retouche d'enlever une épaisseur minimale de copeau de 0,02 mm.

II.2.2.2.Carbures métalliques :

a. Définition : les carbures métalliques sont des produits obtenus par frittage de carbures : de tungstène, de titane, de tantale et de niobium réduits en poudre et associés par un liant (le cobalt). La composition chimique des carbures métalliques une importance capitale sur leur comportement en cours d'usinage (Tab. II - 02)

Tableau II- 02- composition chimique des principaux carbures. [4]

Emplois	**symboles**	**Composition**			**Dureté HV 30**
		***WC% Env.**	**TiC + TaC %environ**	**Co% Env.**	
Métaux Ferreux à copeaux longs	P01	33	59	8	1650
	P10	55	38	9	1600
	P20	76	14	10	1500
	P30	82	8	10	1450
	P40	74	12	14	1350
Métaux ferreux à coupeaux ou longs	M10	84	10	6	1700
	M20	82	10	8	1550
	M30	80	8	10	1450
	M40	79	6	15	1350
Métaux ferreux à copeaux courts et non ferreux	K01	92	4	4	1800
	K10	92	2	6	1650
	K20	92	2	6	1550
	K30	93	0	7	1400
	K40	88	0	12	1300

*-WC : carbure de tungstène. -TaC : carbure de tantale. -TiC : carbure de titane. -Co : cobalt.

b. présentation :

Il existe de plusieurs nuances de plaquettes selon :

- le type de matière usinée : P pour acier (bleu).
  M pour inox (jaune).
  K pour fonte et alliage léger (rouge).
- le type de travail réalisé (ébauche ou finition).

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.

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

Présentation

Les carbures métalliques sont chers, ils se présentent sous forme :

- De plaquette brasées ou fixées mécaniquement sur un corps d'outil en aciers : outils de tour, de rabotage, fraises à outil rapportés. (Fig. 03 - 04)



Figure II - 03 - Plaquette carbure fixée par vis CHC [4]



Figure II - 04- Fraise à outils rapportés [4]

Le coût des carbures est élevé, on les trouve sous forme :

- De plaquette fixée sur le corps d'outil en acier par brasage (outil de tour, forets) ou plus fréquemment par un dispositif mécanique (outils de tour, de rabotage, fraises à outil rapportés, etc.),
- Les outils monoblocs dans le cas de fraises 2 tailles et de hélicoïdaux de petits diamètres. (Fig. 05 - 06)

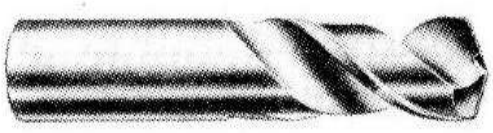




Figure II - 05 - Foret hélicoïdal en carbure. **Figure II - 06 - Fraise 2 tailles en carbure.**

Ils possèdent une grande dureté qui permet l'usinage d'acier dont la dureté dépasse :

HRC=45(R_m=1400N/mm^2).

Ils permettent de travaille avec des vitesses de coupe quatre à six fois supérieure à celles des aciers rapides.

Les carbures sont sensibles à l'écaillage, l'arête de coupe n'est jamais vive, elle possède un léger rayon ou chanfrein.

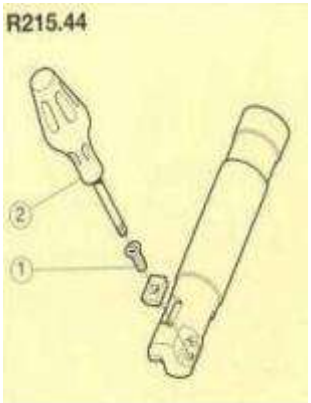
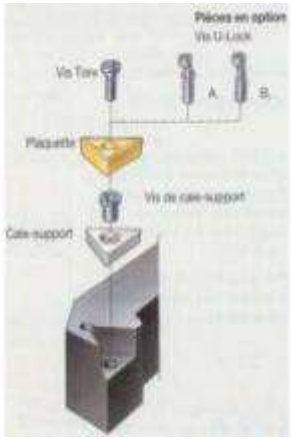
Fraise à surface	Fraise 2 tailles	Outil d'ébauche
		

Figure II – 07- Les outils en carbure métalliques. [16]

II.2.2.3. Céramiques :

***a. Définition* :** Les céramiques se présente sous forme de plaquettes obtenues par frittage.

La solution la plus ancienne utilise une poudre d'alumine ($Al_2\ O_3$) avec comme liant de l'oxyde de chrome.

La solution la plus récente utilise une poudre à base de nitrure de bore. Il existe plusieurs types de céramique :

- Céramiques "blanches" : fonte et acier en finition
- Céramiques "marron foncé" : acier trempé et superalliage en finition
- Céramiques "grises" ou SIALONS : fonte en ébauche
- Céramiques renforcées ou WHISKERS : pour matière très dure

b. Présentation :

Elles se présentent uniquement sous forme de plaquettes fixées sur un corps d'outil par un dispositif mécanique.

c. Caractéristique principales des céramiques :

Température limite d'utilisation 1400°.usinage de matériau dont la dureté maximale et voisine de :

- 60HRC pour les céramiques à base d'alumine
- 72 HRC pour les céramiques à base de nitrure de bore.

Absence de copeau adhérent la coupe. Très bonne acuité de l'arête de coupe, ce qui autorise éventuellement un copeau minimum d'épaisseur voisine de 0,01mm.

Obtention d'une bonne rugosité (R_a=0,8µm).

Utilisation de vitesses de coupe 3 à 5 fois supérieures à celles admises pour les carbures.

Elles ont l'inconvénient d'être d'une utilisation plus délicate que celle des carbures, par exemple :

- Elles sont plus sensibles aux chocs,
- Elles nécessitent des machines robustes et puissantes.

II.2.2.4. Le Diamant :

a. ***Définition :*** d'origine naturelle ou synthétique, c'est le matériau le plus dur que l'on connaisse et de ce fait il constitue un excellent outil de coupe. Son prix d'achat très élevé en limite l'utilisation dans les ateliers de fabrication mécaniques.

b. ***Présentation :*** il se présente sous forme de grain brasé à l'extrémité d'un corps en acier on l'utilise pour certains travaux de finition

Il peut usiner tous les métaux quelle que soit leur dureté .son prix de revient est élevée

Et il se présenter sous forme de :

- Poudre collée sur un support en fonte pour les meules destinées à l'affutage des outils carbures,
- D'un grain serti ou brasé sur un corps pour les outils à tranchant unique (outil à charioter, grain d'alésage, etc.). ces outils sont réservés pour les travaux de finition .Ils permettent d'obtenir une très bonne rugosité et une grande précision.

II.2.3. Relation ténacité – dureté

La ténacité en fonction de la dureté des outils de coupe.

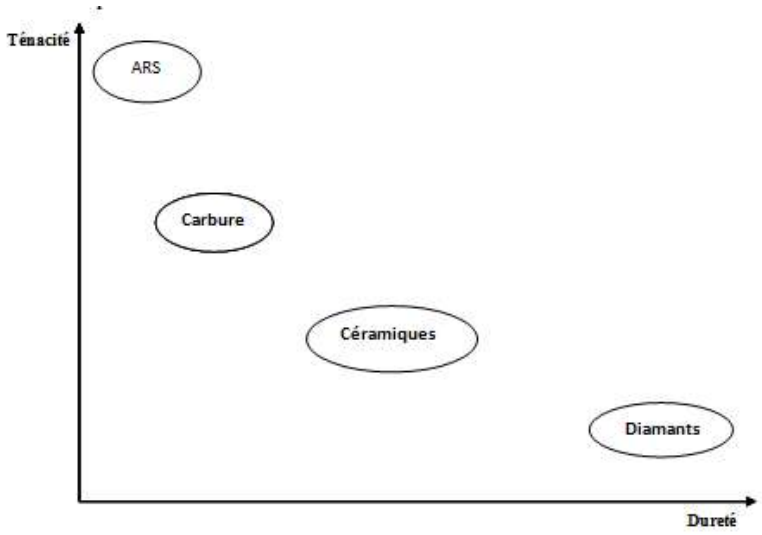


Figure II - 08 – variation de la ténacité en fonction de la dureté. [17]

II.2.4. Matériaux outil

Tableau II - 03 - Tableau récapitulatif des matériaux outil [4]

Constitution de l'outil		Présentation de l'outil	Matière usinée	Limites d'emploi	Conditions machine			Rugosité R_a en µm	Copeau mini en mm
						Puissance	Vitesse de broches		
Aciers rapides (alliages de 1 à 2 % de C, Cr, W, Mo, Va, etc.		Barreaux traités / Pastilles brasées (réaffûtables) Plaquettes à jeter	Tous métaux jusqu'à ≈ 30 HRC	Échauffement de l'arête Résistance à chaud limitée Dureté limitée	normale	P_x*	V_x	1,6, exceptionnellement 0,8	En travaux série 0,1 En travaux unitaire 0,01
Carbures	Poudres de TiC TaC W frittées avec Co	Pastilles brasées / Barreaux amovibles (réaffutables) Plaquettes à jeter Barreaux monoblocs	Toutes matières y compris aciers et fontes traités, Alliages Abrasifs (jusqu'à ≈ 50 HRC)	Plus fragiles que les aciers rapides Résistant moins bien aux chocs	Rigide	4 à 6 P_x	4 à 6 V_x	1,6	0,3
	Revêtus de carbure de titane	Plaquettes à jeter							
Céramique	Alumine Nitrure de bore	Plaquettes à jeter	Acier Fontes et autres matériaux (jusqu'à ≈ 72 HRC)	Faible résistance aux chocs	Très rigide	10 à 20 P_x	10 à 20 V_x	0,4 à 0,1	0,05 à 0,01
Diamant	Naturel ou synthétique	Serti Barreau aggloméré	Cuivreux Matériaux abrasifs Matières plastiques Alliages légers	Coût élevé Mauvaise résistance aux chocs Faible enlèvement de matière	Rigide	Réservé aux travaux de finition	20 V_x	0,4 à 0,1	0,01

P_X : Puissance absorbée par la coupe à section de coupeau égale.

II.3. Usure des outils :

L'usure provient des sollicitations mécaniques et thermiques.

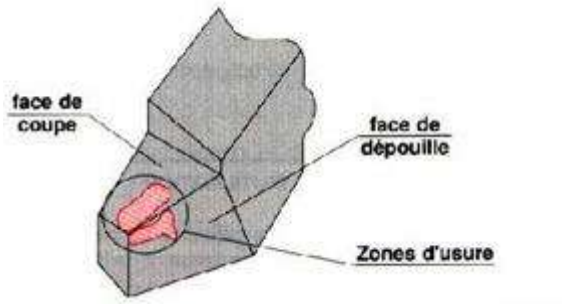


Figure II - 09 – L'usure de pièce [4]

II.3.1. Les causes d'usure

Les causes de l'usure et le type d'usure permettent d'avoir des notions sur la manière dont travaille l'outil.

• **usure par abrasion** : C'est une usure mécanique classique due au frottement entre la pièce et l'outil.

• **usure chimique** : La migration d'atomes entre l'outil et le copeau et les réactions chimiques qui en découlent sont la conséquence de la température et de la pression dans la zone de coupe.

• **usure par adhésion:** Le copeau colle (quasi soudure) au métal et arrache des morceaux de métal à l'outil.

• **contraintes thermiques** : Dans la zone très ponctuelle de formation du copeau la température peut atteindre entre 400 et 700 °C.

• **contrainte mécaniques pures** : elles sont dues aux vibrations (fatigue par flexion alternée), aux chocs et à la pression.

II.3.2. Caractéristique de l'usure :

L'usure se caractérise par :

- Un effondrement brutal de l'arête de coupe qui provient d'une inadaptation :

- des conditions de coupe (ex : vitesse trop grande) ou de la géométrie de l'outil (ex :γ trop grand)

II.3.3. Résumé des critères d'usure retenus

On retient en général :

- la défaillance brutale de l'arête de coupe ;
- la largeur moyenne de l'usure en dépouille, symboleVB_B.

✓ ***Outils en carbure métallique ou en céramique***

On retient les deux critères précédents avec en plus la profondeur du cratère **KT** (Fig. II - 09).

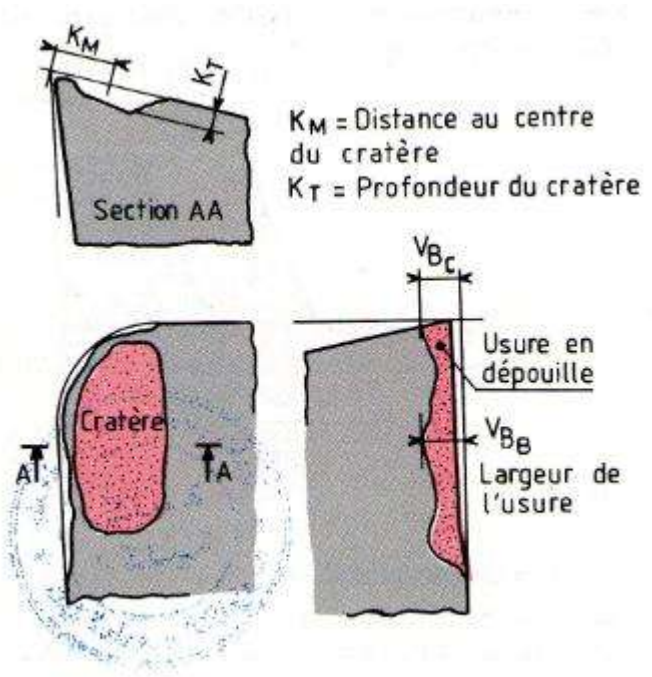


Figure II - 09 - Usure frontale et cratérisation en tournage [4]

✓ **L'arête rapportée ou coupeau adhérent**

Au cours de l'usinage. Il peut se former par couches successives sur l'arête de coupe de l'outil .un amas métallique en forme de coin .on l'appelle copeau adhérent ou arête rapportée.

CHAPITRE III

LA MEULE

III.1. Introduction

Dans l'usinage par abrasion les outils de coupe sont remplacés par des cristaux d'abrasifs très durs et aux arêtes coupantes, généralement agglomérés sous forme de meule tournante.

III.2.Les abrasifs

III.2.1.Définition :

Les matériaux abrasifs sont constitués par des cristaux de matériaux durs dont les arêtes vives sont susceptibles de couper les métaux.

Le choix de l'abrasif est lié à la dureté du métal à usiner, on trouve la même règle que pour l'usinage à l'outil de coupe :

Dureté de l'abrasif > dureté du métal à usiner

III.2.2. Présentation des abrasifs :

- Poudres et pates, utilisés en rodage et polissage.
- Agglomérés sous forme de :

A. Meules.

Meules utilisées en :

Ébarbage et tronçonnage. Pour ces travaux d'ébauche, les meules doivent permettre d'enlever rapidement la matière

Affûtage. La dureté de l'abrasif doit être attentivement choisie en fonction de la dureté du matériau à usiner.

Rectification. Dans les opérations de finition, les meules utilisées ne permettent pas un débit important de matière mais assurent la précision en dimension, rugosité et forme.

B. Bâtons rodoirs :

Ils sont utilisés en superfinition.

C. D'abrasifs collés :

Sur bande de toile ou sur papier. Ils servent au polissage et au ponçage.

III.3. L'outil meule

III.3.1. Mode d'action des meules

On peut considérer la meule comme un outil de coupe constitué de millions de grains d'abrasifs agglomérés par un liant. Chaque grain agit à la façon d'un micro-outil unique qui coupe et gratte des micro-copeaux (Fig. III - 01)

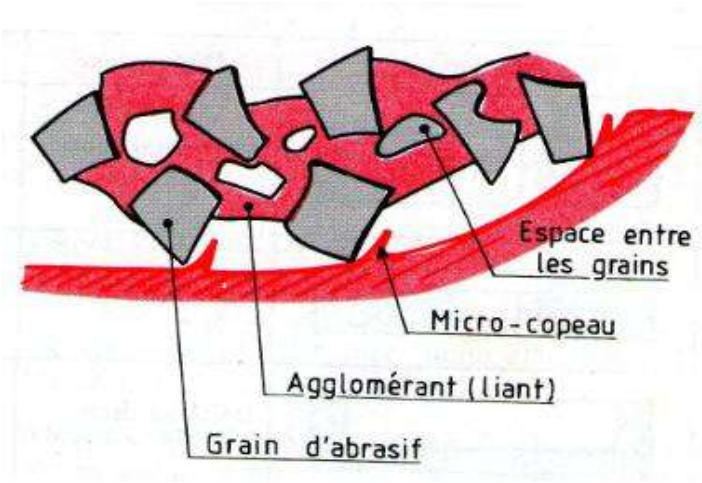


Figure III – 01 – Mode d'action des meules [4]

Sous forme la pression, les chocs et le frottement, les grains d'abrasifs s'émoussent et se fracturent présentant ainsi de nouvelle arêtes de coupe ; à la longue, le grain de détache de son liant et fait place à un nouveau grain.

La liant retient le grain avec une fores plus ou moins grande. Cette force de liaison est un critère important dans le choix d'une meule.

III.3.2. Elément de coupe en rectification

On retrouve tous les éléments de coupe relatifs à l'outil de coupe (V, a, p) plus le mouvement de rotation très rapide appliqué à la mule. (Fig. III - 02)

V_m. Vitesse de la meule : 1200 à 3600 m/mn.

V_P . Vitesse de la pièce : 5 à 20 m/mn.

a. Avance par tour ou par course de pièce : 0.2 à 10 mm.

p. Profondeur de pénétration à chaque passe : 0.001 à 0.2 mm.

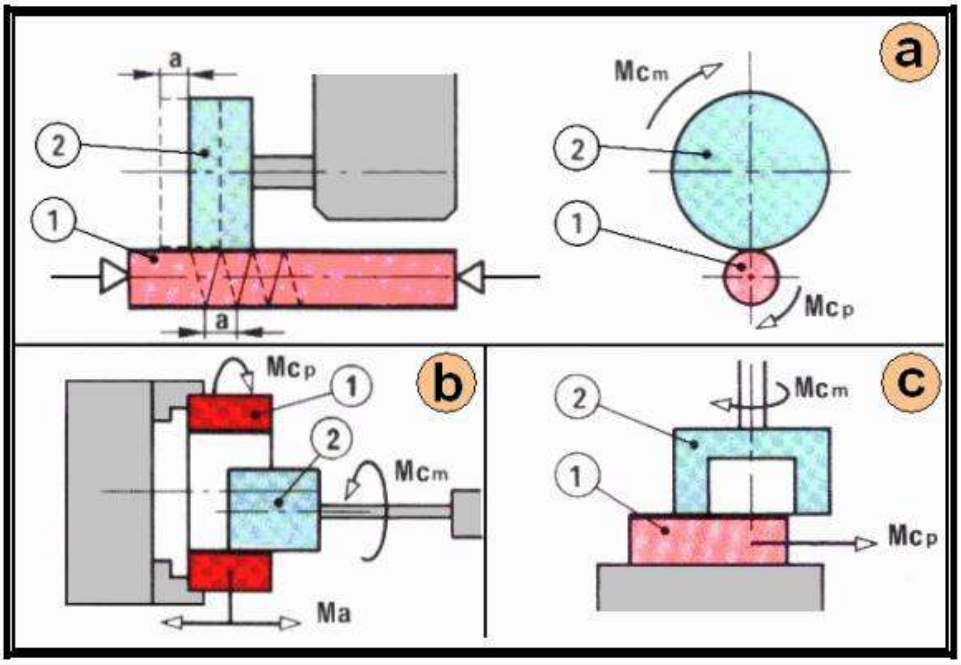


Figure III – 02 - Élément de coupe abrasive. [5]

a) Rectification cylindrique extérieure. b) Rectification cylindrique intérieure. c) Rectification plane de face. (1)Pièce ; (2) Meule. Mouvements de coupe Mc_m , de la meule (vitesse V_m) ; Mc_p, de la pièce (vitesseV_P). Mouvement d'avance M_a (avance a) par tour (ou par course) de la pièce Elément de coupe abrasive.

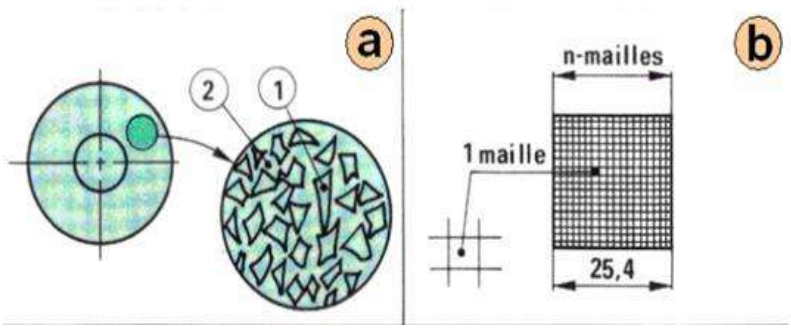
III.3.3. Caractéristiques de forme et de constitution d'une meule :

a. Observation

Les couleurs sont différents. Les fabricants utilisent un code de couleur pour permettre à l'utilisateur de repérer plus facilement les nuances de meule.

Les grains d'abrasifs sont de grosseurs différentes

Chaque meule est choisie en nature et forme selon l'usinage à effectuer. Tous les fabricants utilisent les mêmes modes de désignation. (Fig. III - 03)



a) Structure. (1) Cristal abrasif. (2) Agglomérant

b) Grain (grosseur du cristal)= n → nombre de mailles par pouce du tamis correspondant.

Figure III- 03 : Caractéristiques des meules [5]

b. Caractéristique géométrique

- ***Les Formes des meules*** (Fig. III - 04)

Elles sont choisies en fonction de l'utilisation de la meule. On trouve des meules adaptées aux travaux : de tronçonnage, d'affûtage, de rectification, de retouche.

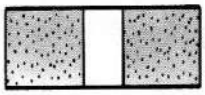
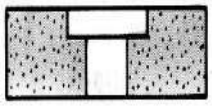
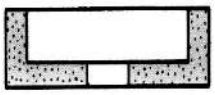
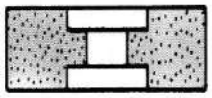
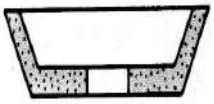
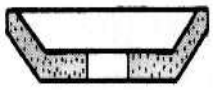
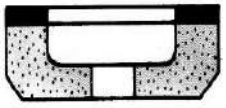
Forme	désignation	Principale utilisations
	Plate ou disque	Rectification cylindrique, sans pointes, intérieure, plane et meulage occasionne.
	A embrèvement (un coté)	Rectifieuses cylindriques, sans pointes, intérieures et plane. L'embrèvement sert de logement au flasque de montage.
	Boisseau droit	Affûteuse d'outils et de fraise et rectification plane sur rectifieuses.
	A embrèvement (deux cotés)	Rectifieuses cylindriques, sans pointes et plane. Les embrèvements servent de logements aux flasques de montage
	Boisseau conique	Affûteuse d'outils et de fraise. Sert essentiellement à l'affûtage des fraises et des alésoirs.
	Assiette	Affûteuse d'outils et de fraise. Sa mince rive permet l'affûtage des outils à rainures étroites.
	Meules sur tige	Utilisées sur rectifieuses cylindriques intérieures et sur les meuleuses portatives pour les travaux d'outillage (moule).
	Meule boisseau droit à support métallique	Affûtage des outils en carbure et en céramique.

Figure III – 04 : Les formes des meules. [4]

- ***Les dimensions***

Elles sont choisies en fonction de la machine et du genre de travail à exécuter.

Désignation d'une meule plate : D×E×A ; (Fig. 05 a)

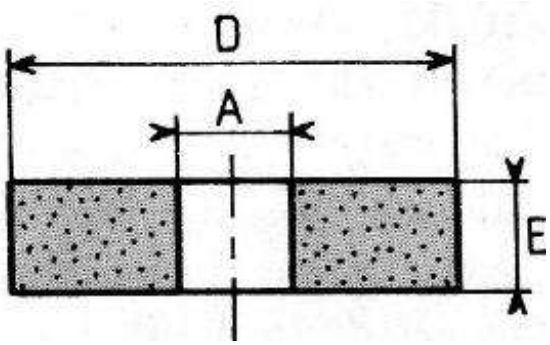


Figure III – 05 a - Désignation d'une meule plate. [4]

Désignation d'une meule boisseau cylindrique : D×E×A, on précise en outre les épaisseurs B et F. (Fig. 05 b)

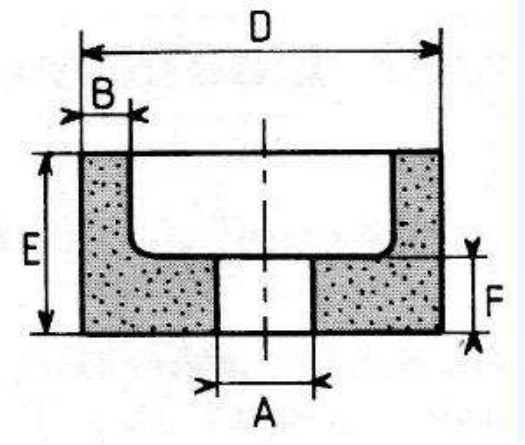
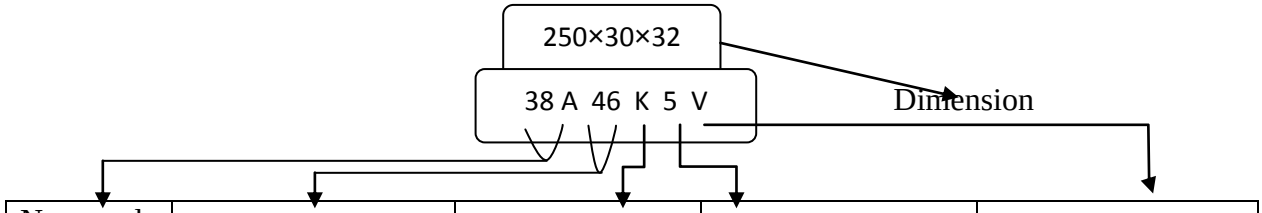


Figure III – 05 b - Désignation d'une meule boisseau cylindrique. [4]

c. Caractéristique de constitution

Elles sont au nombre de cinq. On les désigne par des chiffres et des lettres suivant un code normalisé (Tab. III - 01)

Tableau III – 01 – Tableau des symboles normal. [4]



Nature de l'abrasif	Grosseur du grain		Grade		Structure		Agglomérant	
A : Alumineux C : Siliceux D : diamant	8 à 24 30 à 80 100 à 180 280 à 320 400 à 600	Gros Moyen Fin Très fin Poudre	D à K L à O P à S T à Z	Tendre Moyen Dur Très dur	1 à 3 4 à 6 7 à12	Fermée Moyenne ouverte	V S R B M	Vitrifié Silicate Caoutchouc Rétinoïde Métallique

Nature de l'abrasif :

On distingue dans l'ordre des duretés décroissantes :

- Le diamant,
- Le nitrure de bore,
- Le carbure de silicium,
- L'alumine cristallisée, etc.

Grosseur du grain d'abrasif

La grosseur du grain d'abrasif est précisé par un chiffre qui indique le nombre de grains qui bout à font une longueur d'un pouce (25,4mm) du tamis correspondant à cette grosseur (n˚4 à 180 et au-delà).

Agglomérant

C'est le matériau qui lie les grains d'abrasif entre eux. Suivant sa nature, les grains sont retenus avec plus ou moins de force, ils auront donc la possibilité de se détacher plus ou facilement.

Le grade

Le grade caractérise le force avec laquelle l'agglomérant retient les grains d'abrasif.

La structure

La structure caractérise l'espacement entre les grains d'abrasif, elle définie le rapport R=1 à 12.

$$R = \frac{Volume\ total\ de\ la\ meule}{Volume\ des\ cristaux\ contenus}$$

III.3.4. Choix des caractéristiques de constitution

a. Choix de la nature de l'abrasif :

Ce choix dépend de la dureté du matériau à meuler et de sa résistance limite élastique à la traction.

Abrasifs alumineux ⟶ usinage des aciers de toutes nuances, des bronzes phosphoreux.

Abrasifs siliceux ⟶ usinage des fontes, des alliages d'aluminium, des laitons de certains carbures métalliques.

Abrasifs diamant ⟶ usinage des corps très durs : carbures métallique, céramique, taillage et affûtage des meules.

Abrasifs en nitrure de bore ⟶ affûtage des outils en carbures métalliques et céramique.

b. Choix de la grosseur du grain d'abrasif

Se choix dépend de :

- **La rugosité recherchée sur la surface à usiner.**

Les grains fins permettent d'obtenir de bonne qualité des surfaces, les gros grains laissent des sillons.

- **La quantité de matière à enlever.**

Les meules à gros grains permettent des débits de matière plus importants.

- **L'aire de contacte entre la meule et la pièce.**

Plus la superficie de contact est grande, plus on choisit un gros grain (Fig. III - 06)

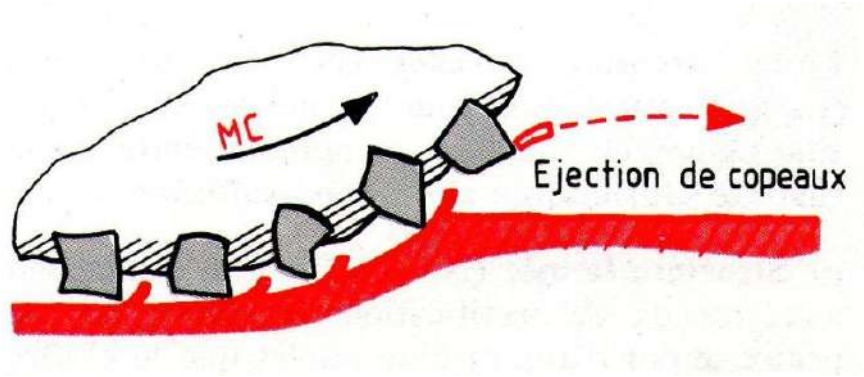


Figure III - 06 – Ejection de coupeaux l'hors de l'opération de l'affûtage. [4]

- **La dureté du métal à usiner :**

La grosseur du grain sera d'autant plus faible que la dureté du métal à travailler sera grande.

c. Choix de l'agglomérant

- Rétinoïde pour

— Les meules qui craignent les chocs :

Meule minces de tronçonnage

Meule utilisées sur les machines portatives

— Les meules qui doivent tourner à grande vitesse.

- Métallique pour les meules à poudre de diamant.

d. Choix da la structure (Fig. III - 07) ***:***

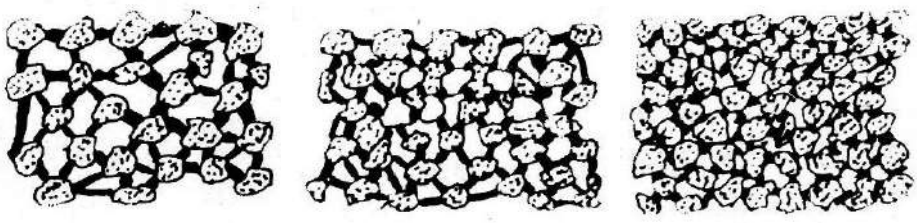


Figure III – 07 – Structure des meules. [4]

- **Structure ouverte** (N^{os} 7 à 1) l'espace entre deux grains est important pour le logement des copeaux ce qui permet :

— Un gros débit surtout pour les matériaux à faible limite élastique,

— Un travail correct (sans bourrage) même quand l'aire de contact outil-pièce est importante.

- **La structure moyenne** (N^{os} 4 - 5, 6). Cette structure est utilisée pour les meules d'affutage.

Elle assure un excellent compromis entre : une rugosité satisfaisante et un débit suffisant.

- **Structure fermée** (N° s 0 à 3). Elle correspond aux travaux de rectification, les débits de copeaux seront d'autant plus faibles que le chiffre caractéristique sera faible.

e. Choix du grade :

Ce choix dépend de plusieurs facteurs.

- **Dureté de la matière**

Pour travailler les matières dures, il faut choisir des meules à grande faible (on dit encore : grade «tendre») afin que les grains d'abrasif usés puissent se détacher facilement. Réciproquement pour les métaux tendres on utilisera un grade plus élevé (on dit encore : grade plus «dur»).

- **Aire de contact pièce meule**

On choisir un grade faible si l'aire de contact est importante, réciproquement on choisira un grade plus élevé si l'aire de contact est faible.

Si une meule se lustre (c'est-à-dire se charge de métal) c'est l'indice qu'elle possède un grade trop élevé ou que la grosseur du grain est trop faible. Il faut la remplacer par un grade moins élevé et un grain plus gros.

Si une meule s'use rapidement c'est que son grade est trop faible, les grains d'abrasif se détachent avant d'être usés.

- **Etat de la machine**

Sur certaines machines peuvent apparaître des vibrations dues : soit à un jeu excessif dans l'arbre porte-broche, soit à un manque de rigidité.

Ces vibrations favorisent le détachement des grains d'abrasif. Dans ce cas, il faut employer un grade plus élevé.

III.4. Fabrication des meules

Le mélange abrasif + liant est mis en forme dans un moule puis durci et enfin calibré (Fig. III - 08).

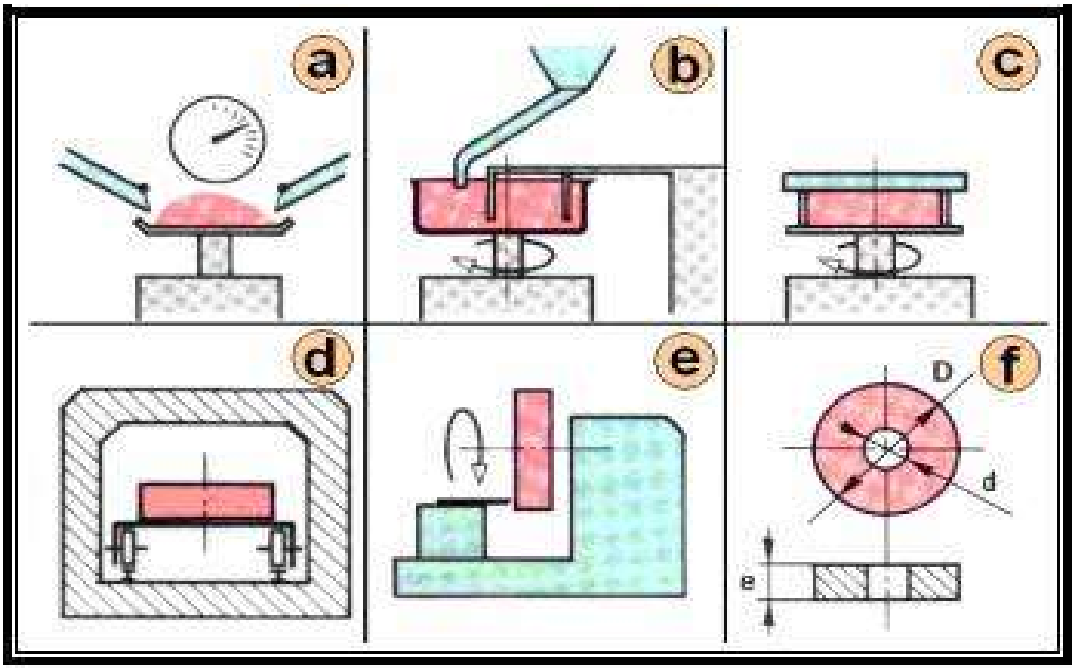


Figure III – 08 - Fabrication d'une meule. [5]

a) Pesée des constituants. b) Malaxage. c)Moulage à la presse. d) Cuisson au four.

e) Mise en forme à l'outil. f) Produit obtenu. Dimensions D. d. e.

III.5. Montage et centrage des meules

III.5.1. Montage des meules (Fig. III - 09)

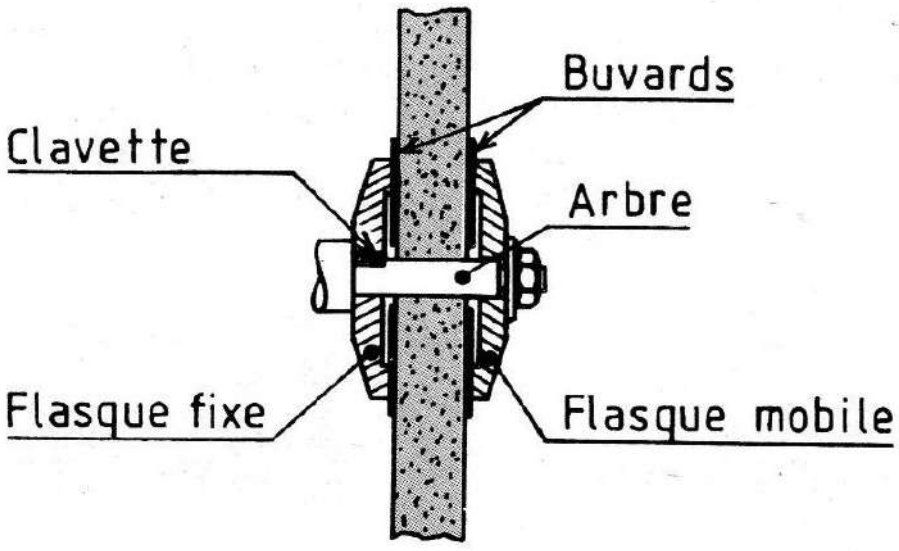


Figure III – 09 – Montage des meules. [4]

- Les meules doivent se monter librement sur l'arbre, sans jeu excessif.
- Les sens du filetage de la broche de la machine doit être tel que l'écrou maintenant les flasques tende à se serrer par inertie lors de la mise en marche.
- Les flasques de serrage doivent être de même diamètre; le flasque d'appui étant claveté sur l'arbre. Les flasques doivent serrer seulement sur leur périphérie selon deux couronnes identiques, avec interposition de buvards.
- Le flasque mobile doit pouvoir coulisser et osciller sur l'arbre.
- La vitesse maximale d'emploi indiquée sur la rondelle en papier buvard ne doit jamais être dépassée.

III.5.2. quelques solutions de montage. (Fig. 10 a, b, c)

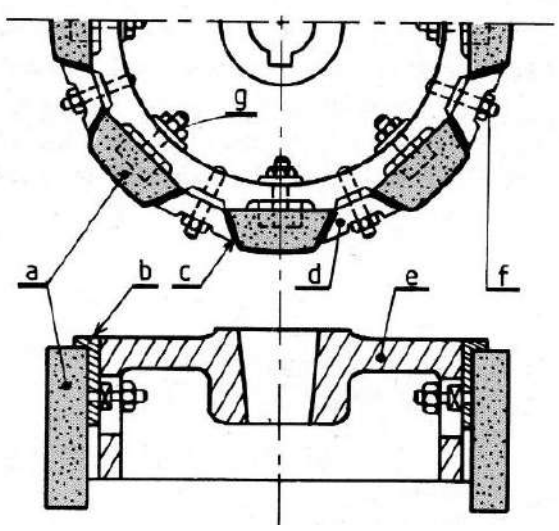


Figure III – 10 a – Meule à segments. [4]

a) Segment
b) Plaque de calage en hauteur
c) Buvard
d) Coin de serrage des segments
e) Tête porte segment
f) Gougeon de serrage
g) Fixation de la plaque de calage en hauteur

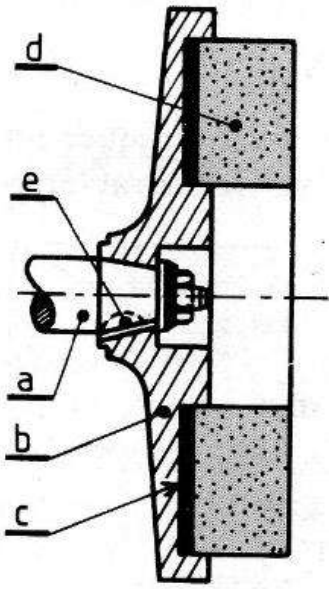


Figure III - 10 b – meule lapidaire collée. [4]

a- Arbre porte meule.

b- Plateau.

c- Ciment fondu.

d- Clavette d'entrainement.

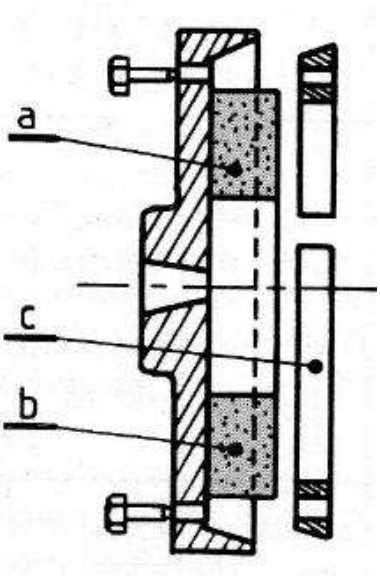


Figure III – 10 c – meule lapidaire : serrage périphérique. [4]

a- Plateau.

b- Meule.

c- Segment fendu.

III.5.3. Centrage de meule

Pour tirer le meilleur parti des possibilités des meules diamant et CBN, il est indispensable qu'au moment de leur mise en service, elles présentent un voile (meules travaillant sur le côté) ou un faux-rond (meules travaillant sur la périphérie) inférieurs à 0,01 mm.

Le faux-rond peut être partiellement éliminé lors du montage en procédant à un centrage de la meule. Celle-ci est à peine serrée entre les flasques et l'on procède à un premier contrôle du faux-rond à l'aide d'un comparateur (Fig. III - 11). Si celui-ci indique une valeur supérieure à 0,01 mm, on centre la meule en plaçant la partie excentrée à l'opposé du comparateur, puis on la fait rentrer de la moitié de la valeur du faux-rond en tapotant doucement avec un maillet en bois ou en matière plastique. On procède alors à un nouveau contrôle et la meule n'est serrée définitivement entre ses flasques que lorsque le faux-rond minimal a été atteint.

On peut alors procéder à son dressage pour éliminer l'excentration résiduelle (quelques micromètres).

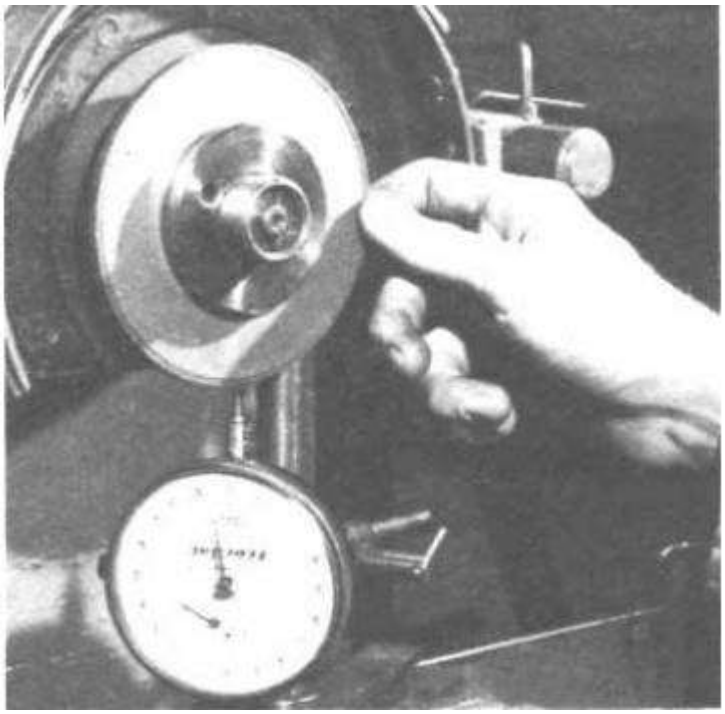


Figure III – 11 – Centrage d'une meule. [14]

III.6. Entretien des meules

Elles doivent être fréquemment retaillées pour conserver le mordant et le profil de la partie active. Cette opération est faite au moyen d'un diamant.

III.6.1. Protection

La rotation de la meule à très grande vitesse (V ≈60 m/s) la soumet à une force centrifuge, susceptible de provoquer son éclatement, surtout si l'équilibrage n'est pas parfait. L'opérateur est protégé grâce au carter qui enveloppe la meule sauf dans la zone de travail.

III.6.2. Utilisation :

La meule, toujours mouillée, doit tourner de soi vers l'extérieur assez lentement (un tour en 5 secondes environ). Dans l'autre sens, il y a risque de retourner le fil.

Tous les outils ne s'affûtent pas de la même façon :

Les cognées, les haches, les couteaux s'affûtent sur les 2 faces en reprenant le biseau existant. Plus le biseau est long, meilleur est la coupe.

Les planes, ciseaux à bois, herminettes, ne s'affûtent que sur le petit biseau.

La meule montée en bout de broche de machine tourne très vite et ses cristaux coupants enlèvent un petit copeau sur la pièce à usiner lorsqu'ils entrent en contact avec celle-ci. Lorsque l'arête s'use la force exercée sur le cristal augmente jusqu'à le déloger. Ainsi la meule diminuet-elle progressivement en dimensions et se déforme.

III.7. Économie de l'usinage par abrasion

III.7.1. Avantages

Précision. On peut enlever des couches très minces pour finir une pièce de haute qualité : passes p= 1 à 10 µ.

Possibilité de couper des matériaux très durs. Les meules façonnent les matériaux traités (finition après trempe) et affûtent les outils de coupe (acier rapide et même carbure dur).

III.7.2. Inconvénients

Lenteur de l'enlèvement du matériau. Pour enlever une même masse de matériau, le travail mécanique requis par l'abrasion est S à 10 fois plus grand que celui requis par la coupe à l'outil.

Chaque fois que cela est possible, il faut avoir dans le camp une meule à aiguiser en grès et de l'eau pour qu'elle baigne dedans ou pour l'arroser.

Une meule est un disque en grès fixé sur un axe terminé par une manivelle. Le tout est monté sur un châssis.

Les meules électriques ont l'inconvénient de brûler le fer ce qui le rend moins dur à l'endroit du tranchant. Les outils nécessitent alors un affûtage plus fréquent. Cependant elles accélèrent le travail pour des outils fortement endommagés (crans…). N'hésite pas à faire affûter tes outils par un rémouleur ou par une personne compétente car un mauvais affûtage peut avoir un effet désastreux.

CHAPITRE IV

L'AFFUTAGE

IV.1. Introduction

L'affûtage des outils est fait sur affûteuses (Fig. IV – 01). Les opérations de meulage grossier (ébavurage, ébarbage, dressage tourets à meuler.

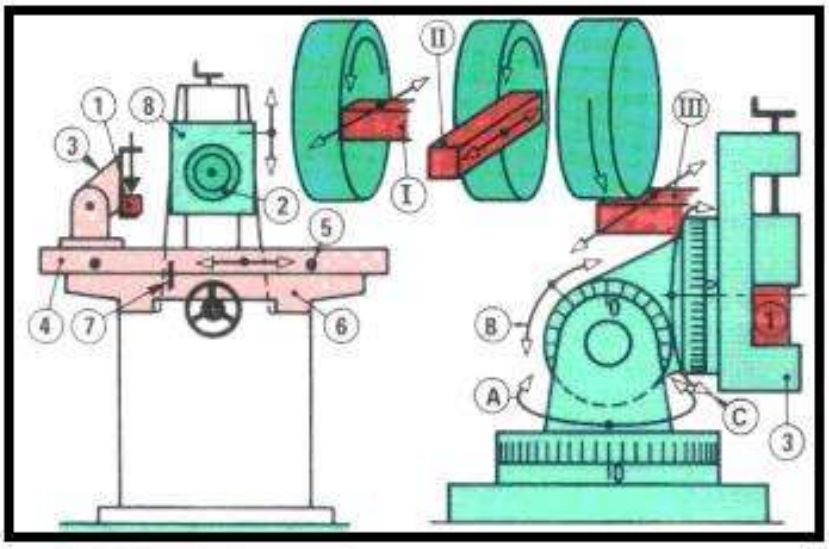


Figure IV – 01 – Affûteuse. [5]

Schéma. (1)Outil ; (2) Meule-boisseau ; (3) Support d'outils, à pivotements A, B, C, suivant trois axes ; (4) Table ; (5) Butées ; (6) Chariot avec butée fixe (7); (8) Chariot porte-meule.

Les meulages I, II se font en bout de meule ; l'inversion de Mc_m permet le meulage opposé à Il ; le meulage III est tangentiel.

IV.2. Tourets et affûteuses

Sur ces machines, chaque extrémité de l'arbre moteur reçoit une meule plate ou un lapidaire; certaines affûteuses ne reçoivent qu'une seule meule (Fig. IV 01 - 02). Chaque touret de meulage est spécialisé, soit pour le meulage de l'acier, soit pour le meulage des autres matériaux ; de même, les tourets à affûter et les affûteuses sont spécialisés, soit pour les outils en acier rapide, soit pour les outils en carbure. Ceci évite le changement des meules. Sur les tourets, la pièce posée sur le support, est tenue et déplacée manuellement. Sur les affûteuses, l'outil est fixé dans un support pivotant et orientable, solidaire d'une table et d'un chariot assurant les déplacements nécessaires; un système d'arrosage refroidit l'outil et la meule car l'échauffement modifie les caractéristiques mécaniques de l'acier rapide et produit des criques dans le carbure de tungstène.

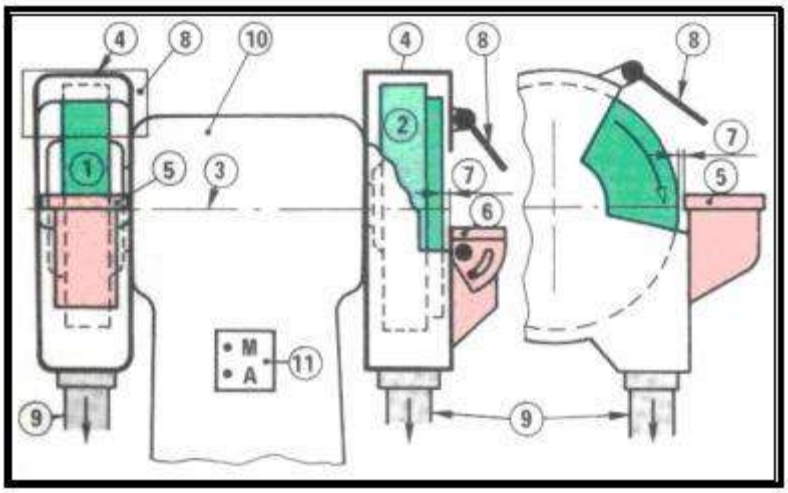


Figure IV – 02 – Touret à meuler. [5]

Schéma d'une machine simple. (1)Meule plate ; (2) Lapidaire ; (3) Axe de la broche ; (4)Carters. Supports de pièce réglables, en hauteur (5) et inclinable (6) ; (7) Distance meule-support : 2 à 3 mm ; (8) Ecran transparent en verre armé ; (9) Aspiration des poussières ; (10) Moteur ; (11) Contacteur

- **Meules et lapidaires**

Leur diamètre varie suivant la machine :

Touret à meuler : Ø 400 à 600 mm ;

Touret à affûter : Ø 180 à 250 mm ;

Affûteuses : Ø 100 à 180 mm.

Les caractéristiques sont appropriées au matériau à meuler, au débit et à l'état superficiel exigé.

- **Mouvements relatifs pièce-meule**

Trois mouvements simultanés sont nécessaires (Fig. IV – 03).

Mc_m : Mouvement de coupe circulaire continu de la meule ;

M_a : Mouvement d'avance de la pièce ;

Mc_p: Mouvement alternatif de la pièce, réduisant l'échauffement et régularisant l'usure de la meule.

IV.3.Travaux d'affûtage

IV.3.1. Affûtage d'un outil couteau à plaquette en acier rapide.

Analyse des opérations de la (Fig. IV - 03).

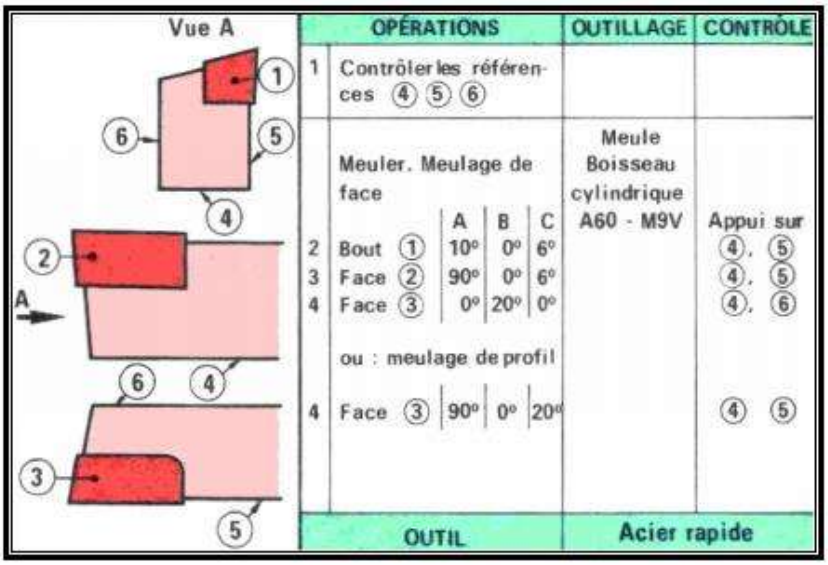


Figure IV – 03 - Instructions détaillées. [5]

Outil simple à plaquette rapportée en acier rapide.

L'arête tranchante doit être parallèle aux références : surfaces (4), (5) ou (6).L'affûtage est fait par meulage des surfaces (1), (2), (3) à position angulaire définie d'après les références et obtenue par es réglages A B, C, du support d'outil de l'affûteuse.

IV.3.2. Orientations de l'outil en vue de son affûtage

- **Supports universels d'affûtage**

Ils possèdent en général trois axes de rotation (Fig. IV - 04).

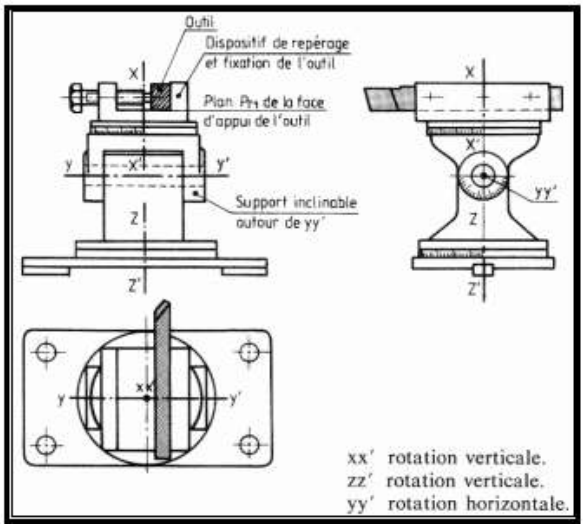


Figure III – 04 – Fixation d'outil. [5]

IV.4. Affûtage de l'outil prismatique

IV.4.1. Justification de l'affûtage

L'examen de la partie active d'un outil au travail (Fig. IV – 05) nous montre que le phénomène d'usure se fait sentir dans les zones en contact avec le métal à travailler. Quand l'arête de coupe est trop émoussée, la coupe devient plus difficile, il faut réaffûter l'outil pour redonner aux angles des faces et à l'arête de coupe leurs caractéristiques de départ.

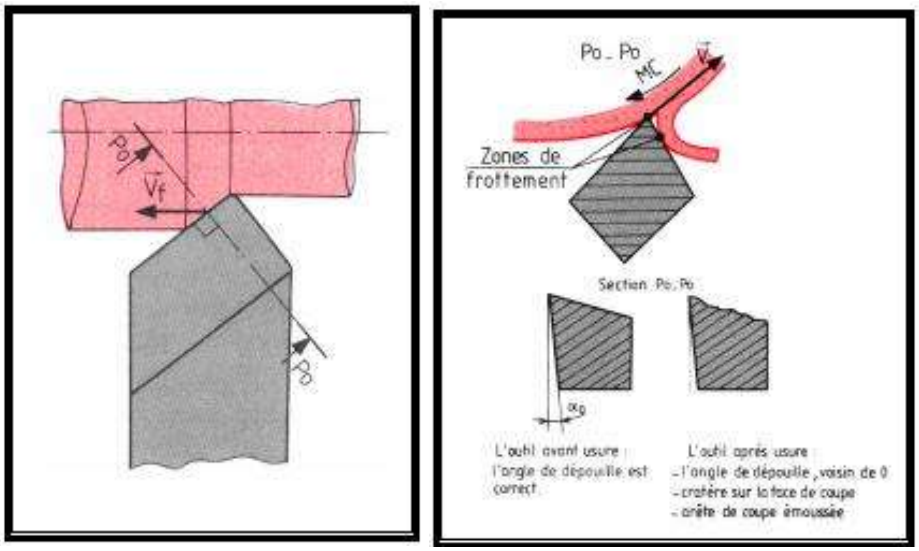


Figure IV – 05 - Partie active. [4]

IV.4.2. Les moyens d'affûtage

L'affûtage est réalisé sur une machine à affûter dont la meule travaille dans un plan :

- Horizontal (on utilise une meule cylindrique plate) (Fig. IV - 06);

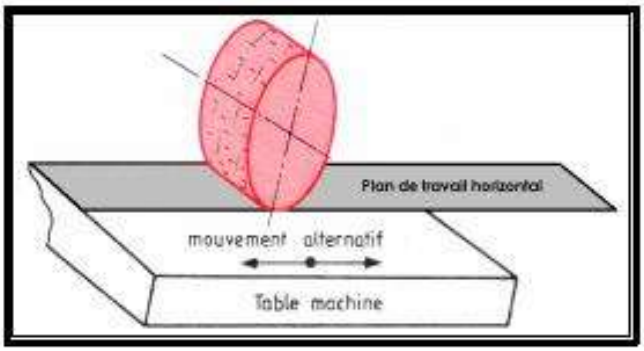


Figure IV – 06 – Plan d'affûtage horizontal. [4]

- Vertical (on utilise une meule boisseau) (Fig. IV - 07).

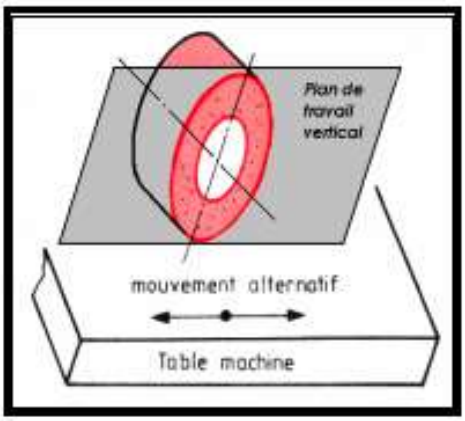


Figure IV – 07 - Plan d'affûtage vertical. [4]

IV.5. Angles d'outil

IV.5.1. Définition des arêtes et des faces

Lors du processus de coupe réel, le copeau est généralement détaché de la pièce par deux arêtes de l'outil qui sont :

- ✓ **L'arête principale :** qui correspond à la plus grande dimension de la section effective du copeau.
- ✓ **L'arête secondaire :** qui engendre la surface usinée de la pièce.

Ces deux arêtes sont parfois sécantes mais elles peuvent être raccordées par une courbe formant le bec de l'outil, caractérisé par son rayonR_ε .

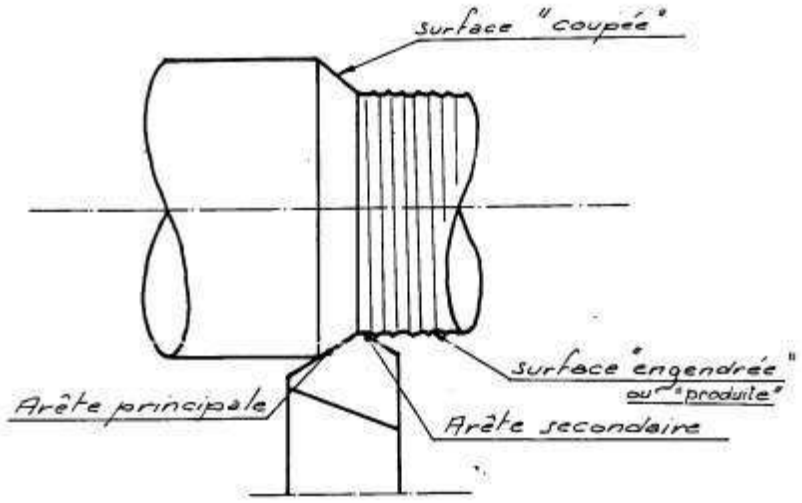


Figure IV - 08 - Les arêtes et les faces.

Le copeau glisse sur la face de coupe sensiblement perpendiculaire à l'arête principale.

Les faces en dépouille principale et secondaire sont respectivement en regard de la surface coupée et de la surface engendrée de la pièce.

Chaque arête résulte donc de l'intersection de deux surfaces : la face de coupe A_γ, la face en dépouilleA_α.

IV.5.2. Définition des plans de référence de l'outil

Par rapport à un point de l'arête de coupe, on fait passer 3 plans perpendiculairesP_f, P_s et P_r (Fig. IV - 09).

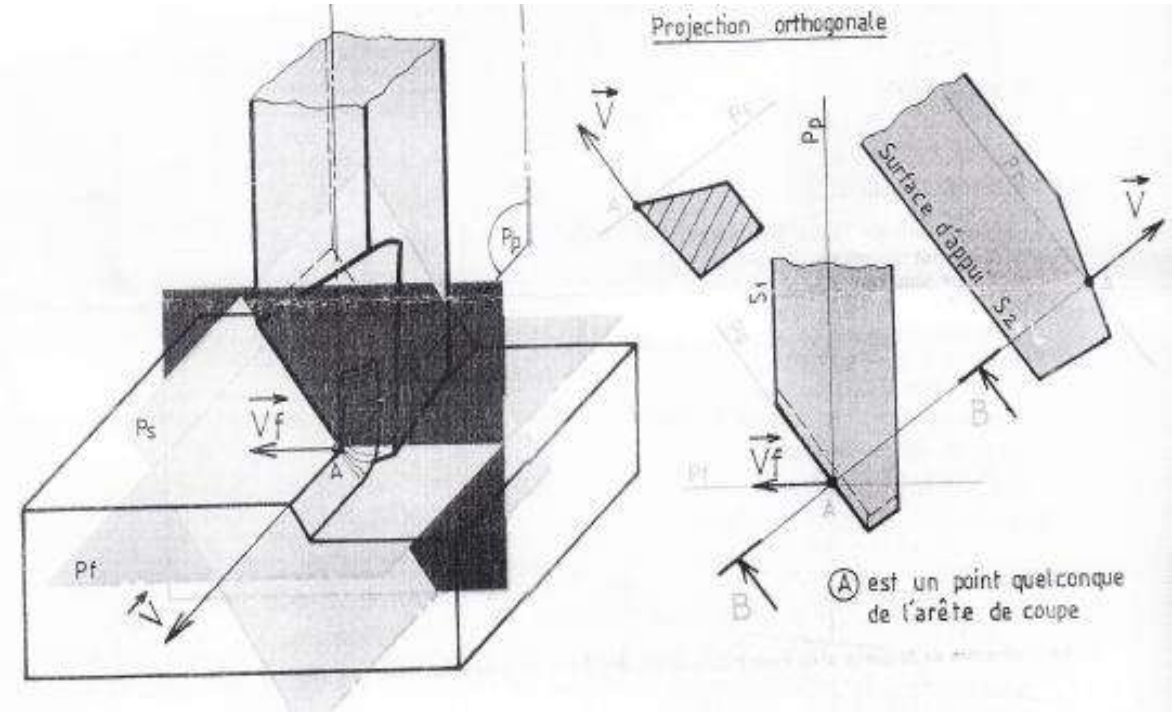


Figure IV - 09 - Outils à charioter en position d'usinage. [2]

IV.5.3. Définition des 3 plans :

- ***P_r Plan de référence de l'outil :*** plan passant par le point A de l'arête et perpendiculaire à la direction supposée du vecteur de coupe.
- ***P_s Plan d'arête de l'outil :*** plan perpendiculaire sur le plan P_r ou point considéré de l'arête et contenant la tangente à l'arête S.
- ***P_f Plan de travail conventionnel :*** plan perpendiculaire au plan P_r au point considéré de l'arête et parallèle à la direction supposée du vecteur d'avance.

IV.5.4. Position angulaires de l'arête de coupe

Imaginons un outil -pelle dont la partie active peut s'orienter autour d'un axe $x\,x'$ (Fig. IV - 10)

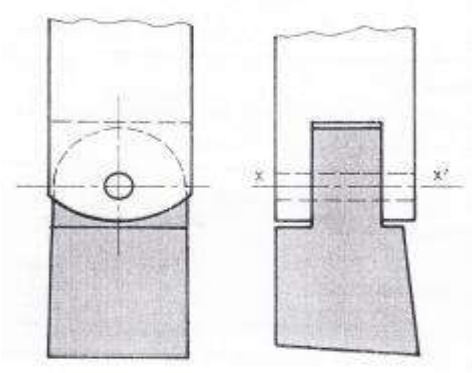


Figure IV - 10 : Position angulaires de l'arête de coupe. [2]

Orientons l'outil suivant 3 position (Fig. IV - 11) dans les 3 cas, seule la position de l'arête de coupe par rapport à $\overrightarrow{V_f}$ change ; elle est repérée par un angle

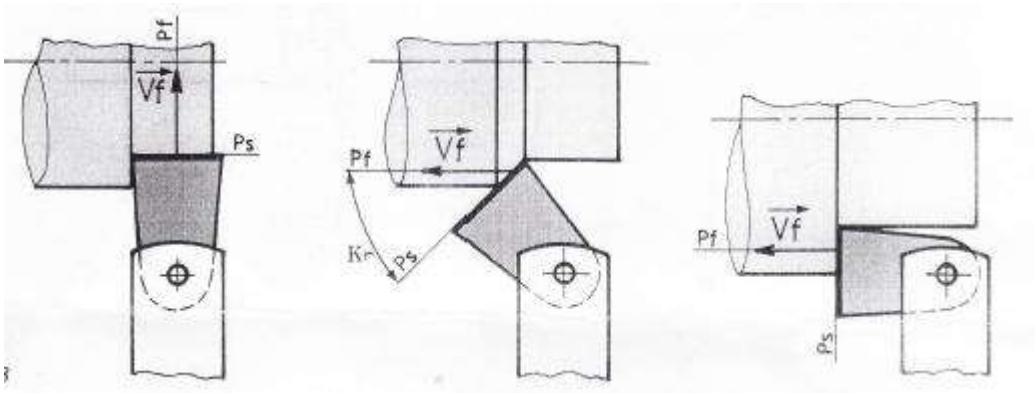


Figure IV - 11 : L'angle de direction d'arête de coupe. [2]

Angle de direction d'arête de l'outil : symbole K_r (se prononce kappa) ; c'est l'angle des deux plan $P_f\ et\ P_s$ mesuré dans P_r.

IV.5.5. Définition partielle d'un outil

On précise :

-la valeur de l'angle K_r dans le cas d'un outil à charioter.

-le sens de l'outil à droite ou à gauche en appliquant la règle : corps de l'outil vertical, partie active vers le base, face de coupe en regard de l'opérateur ; si l'arête

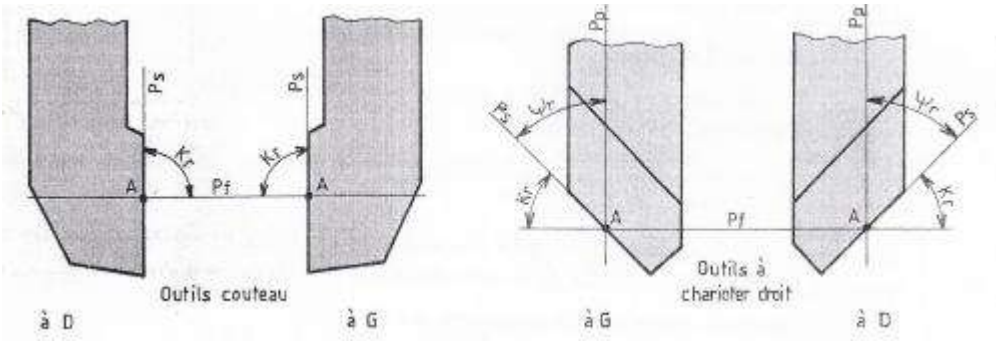


Figure IV - 12 - L'angle de direction complémentaire. [2]

Ψ_r : Angle de direction complémentaire, il est mesuré dansP_r , sa connaissance est utile pour les outils à charioter.

IV.6. Orientation de l'arête de coupe

IV.6.1.Angle d'inclinaison de l'arête de coupe

observation.les arête de coupe MN des 3 outils (Fig. IV - 13) sont inclinées différemment.

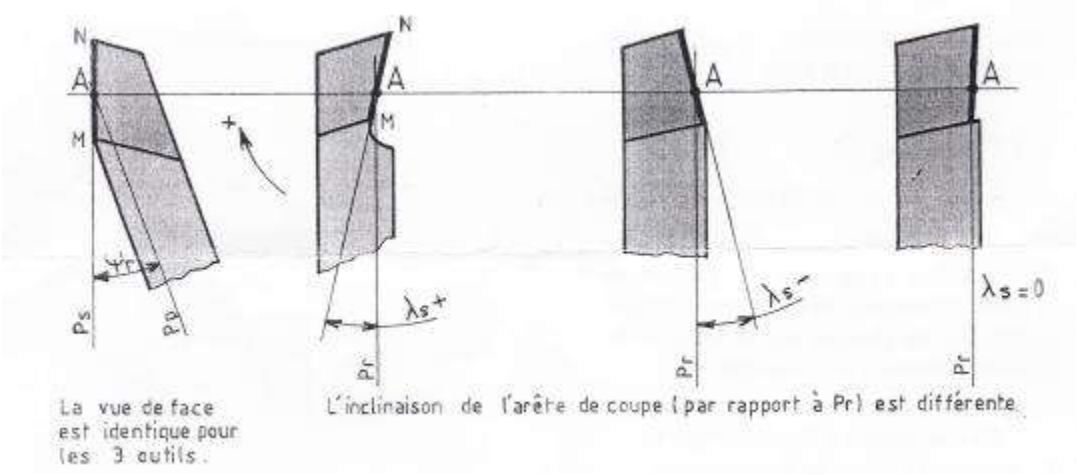


Figure IV - 13 - L'angle d'inclinaison de l'arête de coupe. [2]

- **Angle d'inclinaison de l'arête de coupe λ_s(lambda)** :c'est l'angle que fait l'arête de coupe S avec le planP_r , sa valeur est mesurée dans le planP_s . le sans des angles $\lambda_s$est repéré à partir de $P_r$et du sens de rotation$\curvearrowright$ +

  Il existe 3 solution : $\lambda_s < 0$, $\lambda_s > 0$ et $\lambda_s = 0$

a. Cas d'un outil à charioter $\lambda_s = 0$

Outil droit à charioter en acier rapide. (Fig IV – 14 a-b)

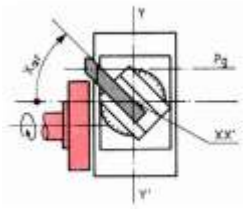
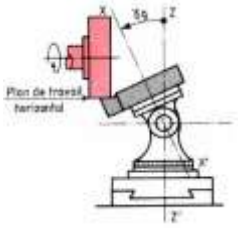
Opération	Nature de l'opération	justification	schémas
①	Monter l'outil dans le porte-outil, direction du corps ⊥ à yy'	Position de départe.	
②	Orienter autour de l'axe xx' de la valeur de l'angleX_{ar} .	L'intersection de la face de coupe avec la face d'appui (P_{r1}) est parallèle à l'axe yy'.	
③	Orienter autour de l'axe yy' de la valeur de l'angle γ_g	La face de coupe A_γ est dans le plan horizontal de travail de la meule.	

Figure IV – 15 a. Affûtage de la face de coupe avec meule plate (Plan de travail horizontal). [4]

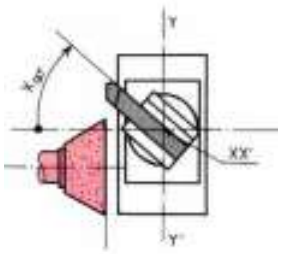
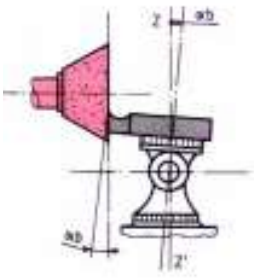
Opération	Nature de l'opération	justification	schémas
①	Monter l'outil dans le porte-outil, direction du corps ⊥ à yy'	Position de départe.	
②	Orienter autour de l'axe xx' de la valeur de l'angle X_{ar} .	L'intersection de la face de coupe avec la face d'appui (P_{r1}) est parallèle à l'axe de rotation yy'.	
③	Orienter autour de l'axe yy' de la valeur de l'angleα_b .	La face de coupe A_γ est dans le plan horizontal de travail de la meule.	

Figure IV - 15 b. Affûtage de la face de coupe avec meule plate. [4]

b. Cas d'un outil à charioter $\lambda_s \neq 0$

Outil droit à charioter à droite en acier rapide (Fig IV – 16).

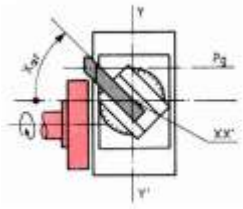
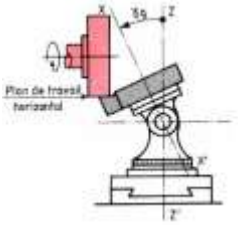
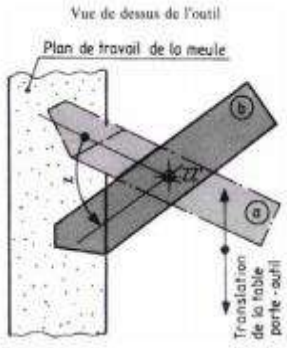
Opération	Nature de l'opération	justification	schémas
①	Monter l'outil dans le porte-outil, direction du corps ⊥ à yy'	Position de départe.	
②	Orienter autour de l'axe xx' de la valeur de l'angleX_{ar} .	L'intersection de la face de la face d'appui est parallèle à l'axe yy'($.P_g \perp yy'$)	
③	Orienter autour de l'axe yy' de la valeur de l'angle γ_g	La face de coupe A_α est dans le plan horizontal de travail de la meule.	
④	Amener la limite arrière de la face de coupe parallèle au mouvement de translation de la table par une rotation autour de l'axe zz'	Cette rotation permet un affûtage de la face de coupe sur toute la superficie. ⓐ position de l'outil à l'issue de la 3^e opération. ⓑ position de l'outil à l'issue de la 4^e opération.	

Figure IV – 16 - Affûtage de la face de coupe avec meule plate. [4]

CHAPITRE V

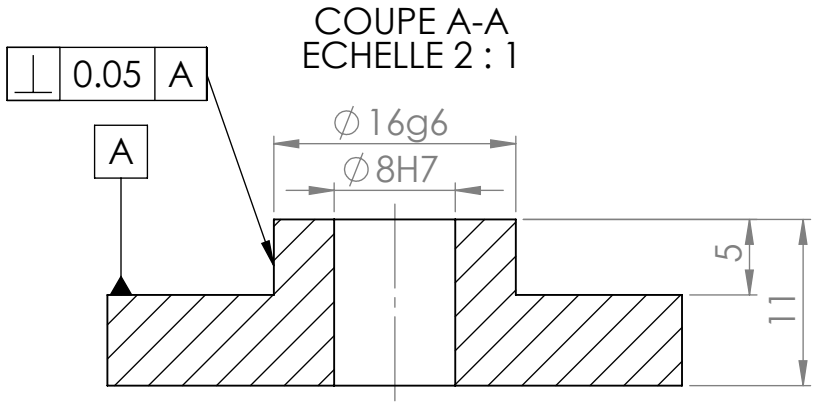
CONCEPTION ET DESSIN

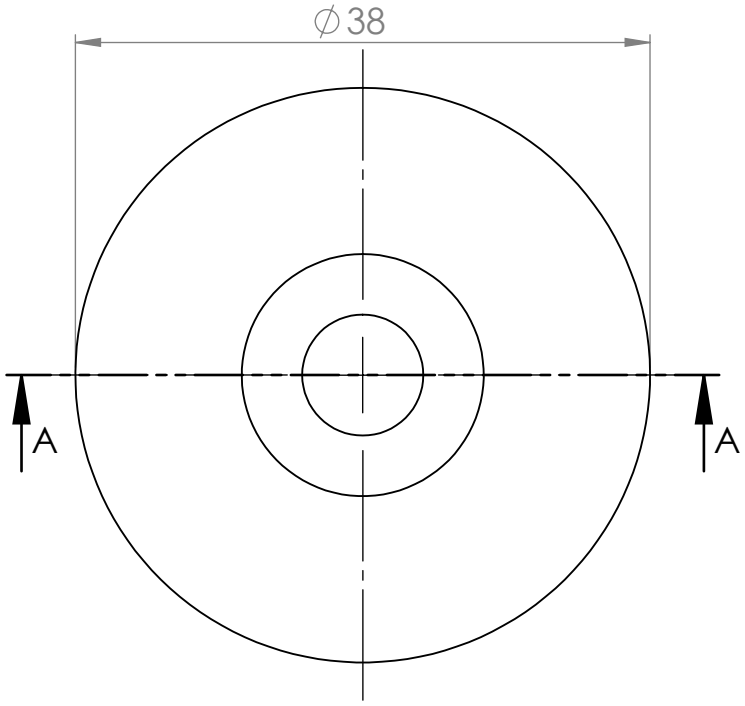
V. Description de l'affûteuse

L'affûteuse est composée de deux tables menées de deux mouvements longitudinal et transversal.

Une tête porte outil est fixée sur la table transversale permettant le déplacement angulaire de l'outil. (Suivant n'importe quel angle de coupe)

La meule est fixée sur moteur électrique permettant sa relation.

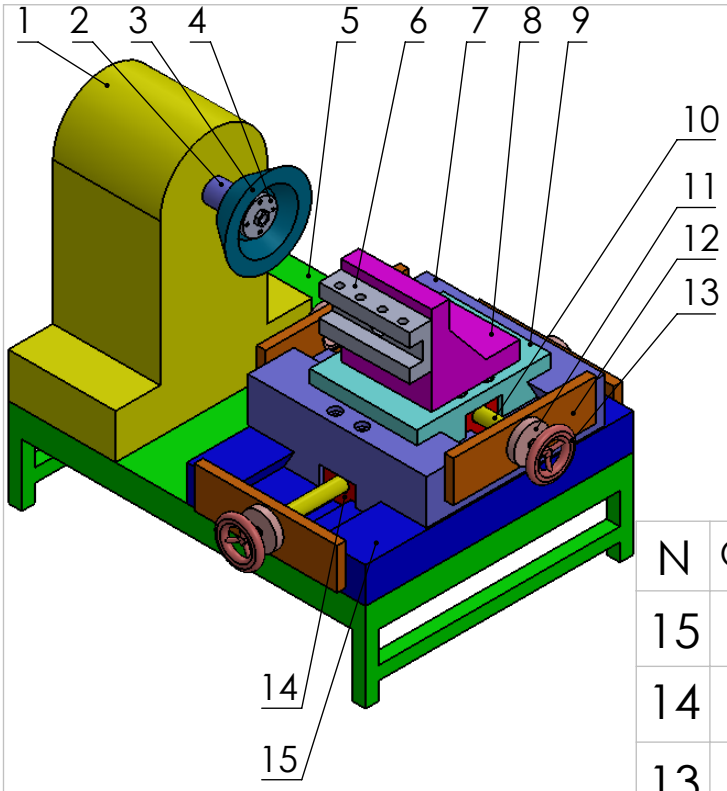




UNIVERSITE Dr YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 2:1	Couvercle	2015/2016
		N° : 16

SARAYA - HASSIB



N	Quantité	Désignation	Matériaux
15	1	Bati	A60
14	2	Noix	A60
13	2	Voulant	A60
12	4	Plaque	A60
11	4	couvercle	A60
10	2	Vis à transmition	A60
9	1	Table transversale	A60
8	1	Tete porte outil	A60
7	1	Table longitudinal	A60
6	2	porte outil	A60
5	1	Table	A60
4	1	Brutte	A60
3	2	Meule	Acheté
2	1	Arbre	A60
1	1	Moteur	A60

UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

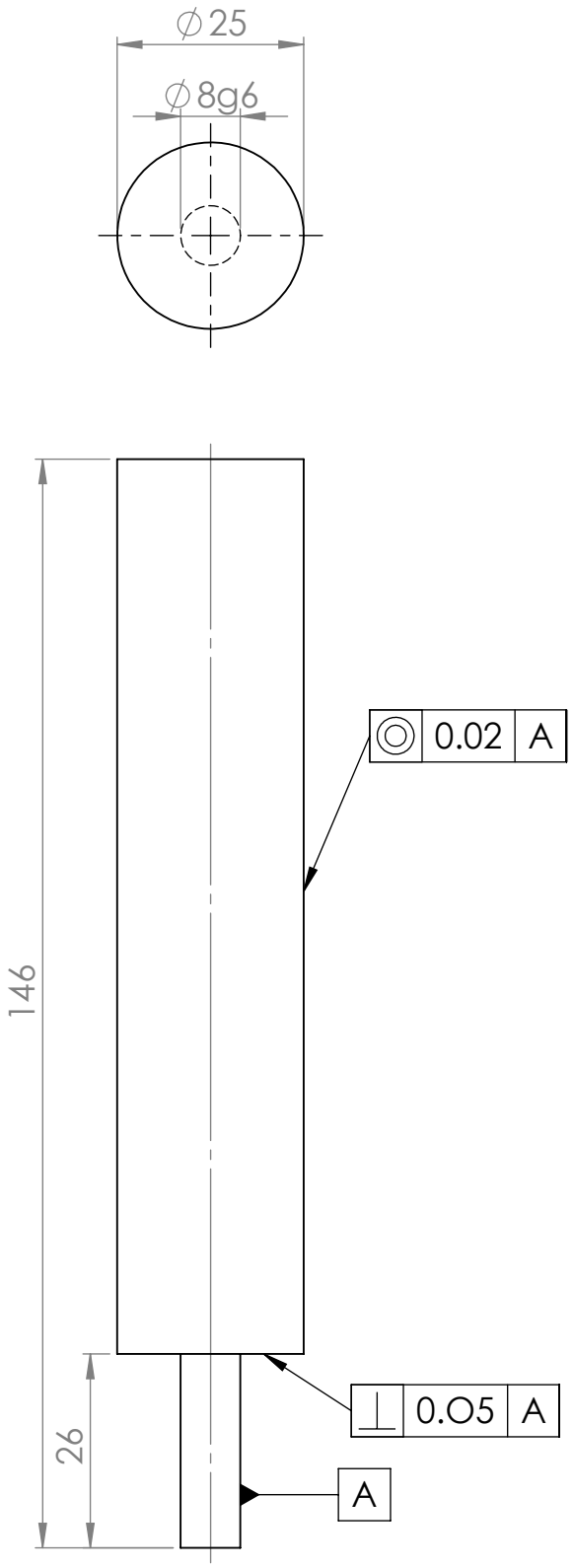
Echelle 1:6

Affuteuse universelle

2015/2016

Master 2 CM

SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 1:1

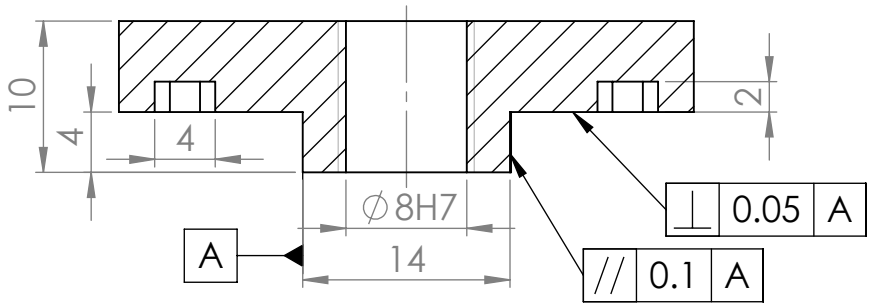
Arbre

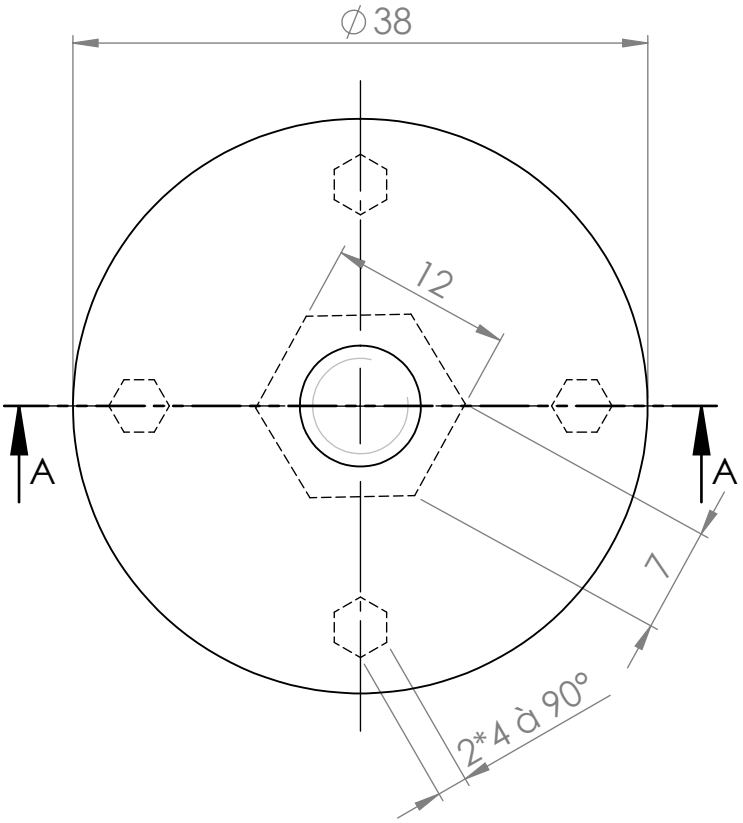
2015/2016

N° : 02

SARAYA - HASSIB

COUPE A-A
ECHELLE 2 : 1





UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

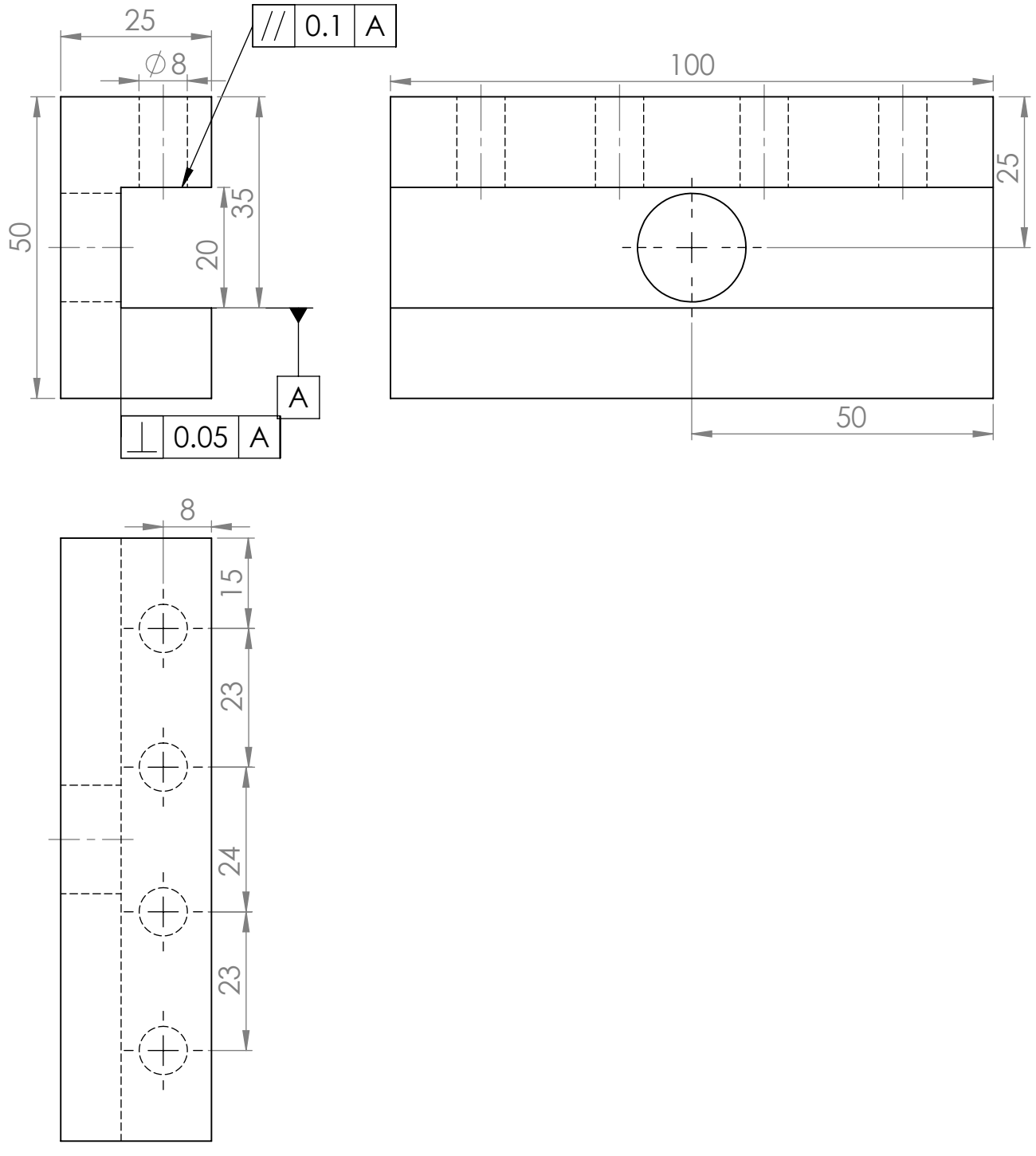
Echelle 2:1

Brutte

2015/2016

N° : 04

SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

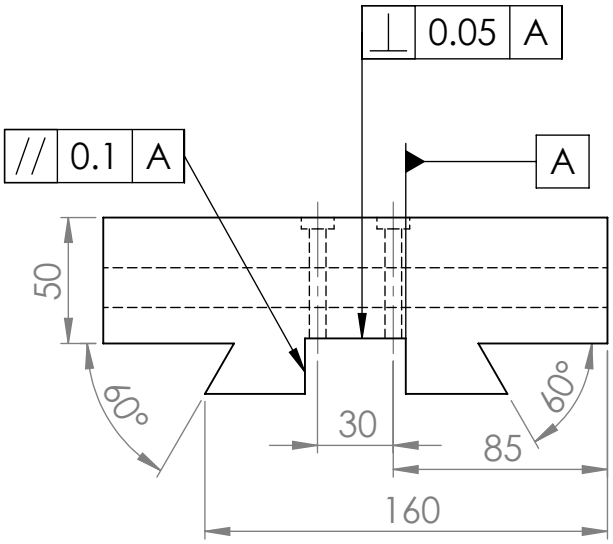
Echelle 1:1

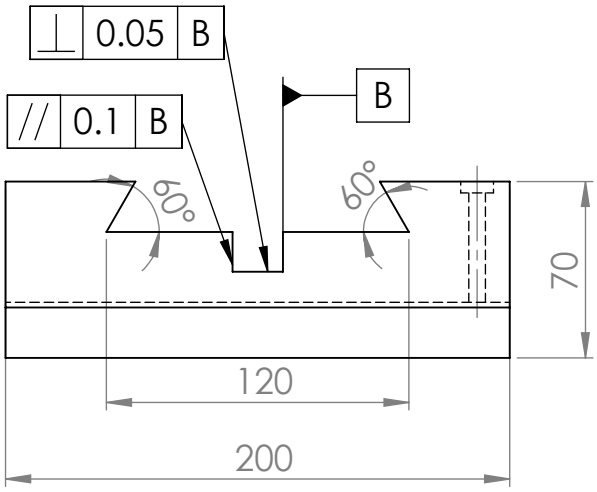
Porte outil

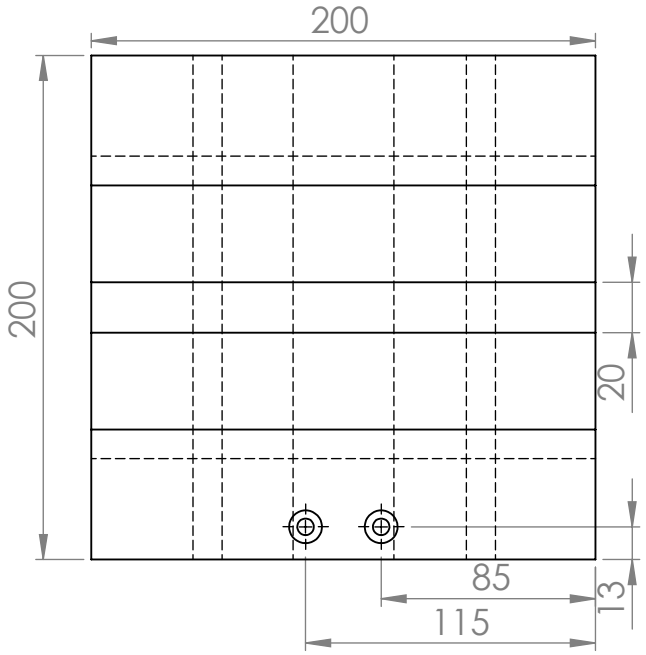
2015/2016

N° : 06

SARAYA - HASSIB







UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

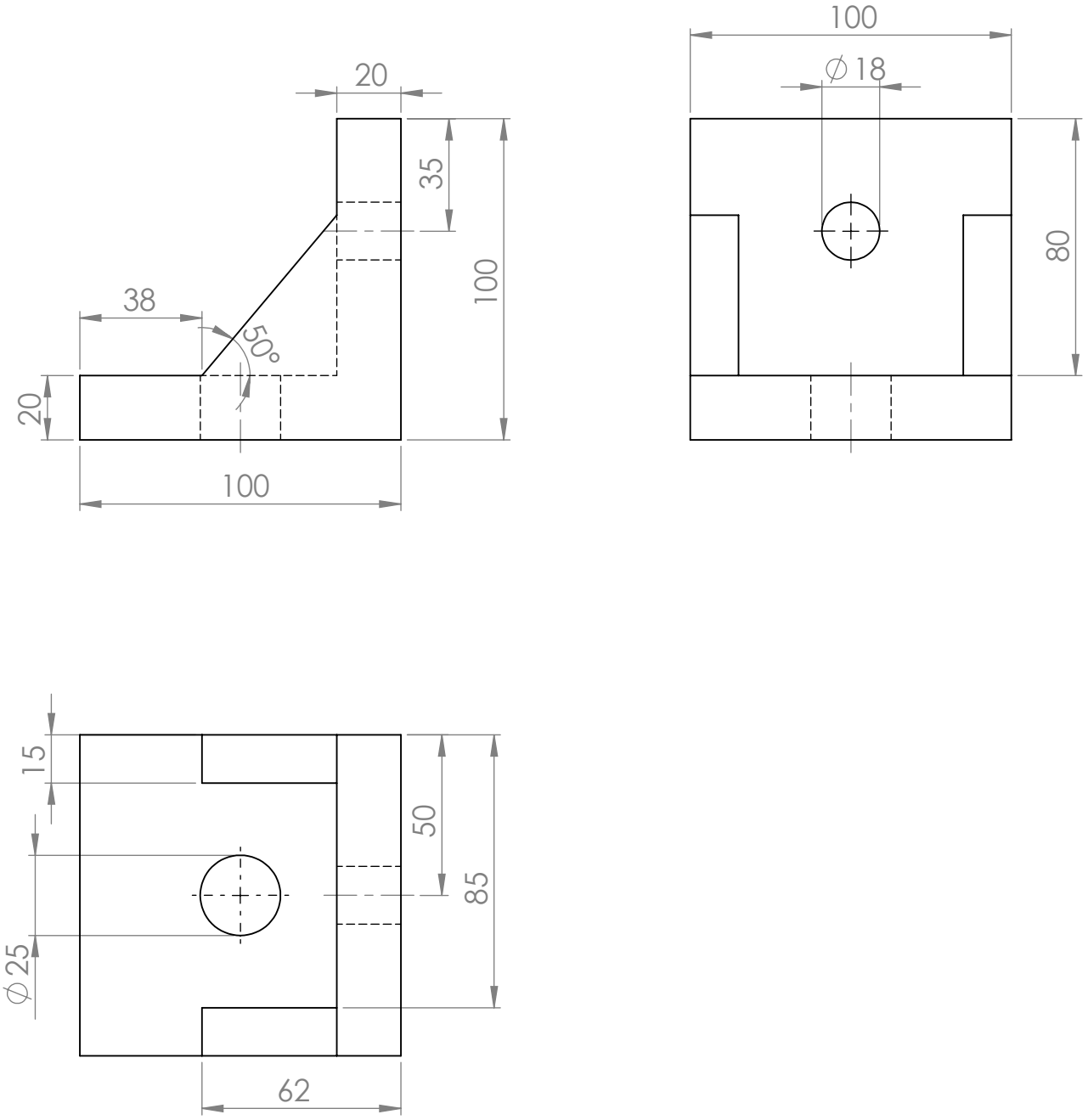
Echelle 1:3

Table longitudinale

2015/2016

N° : 07

SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

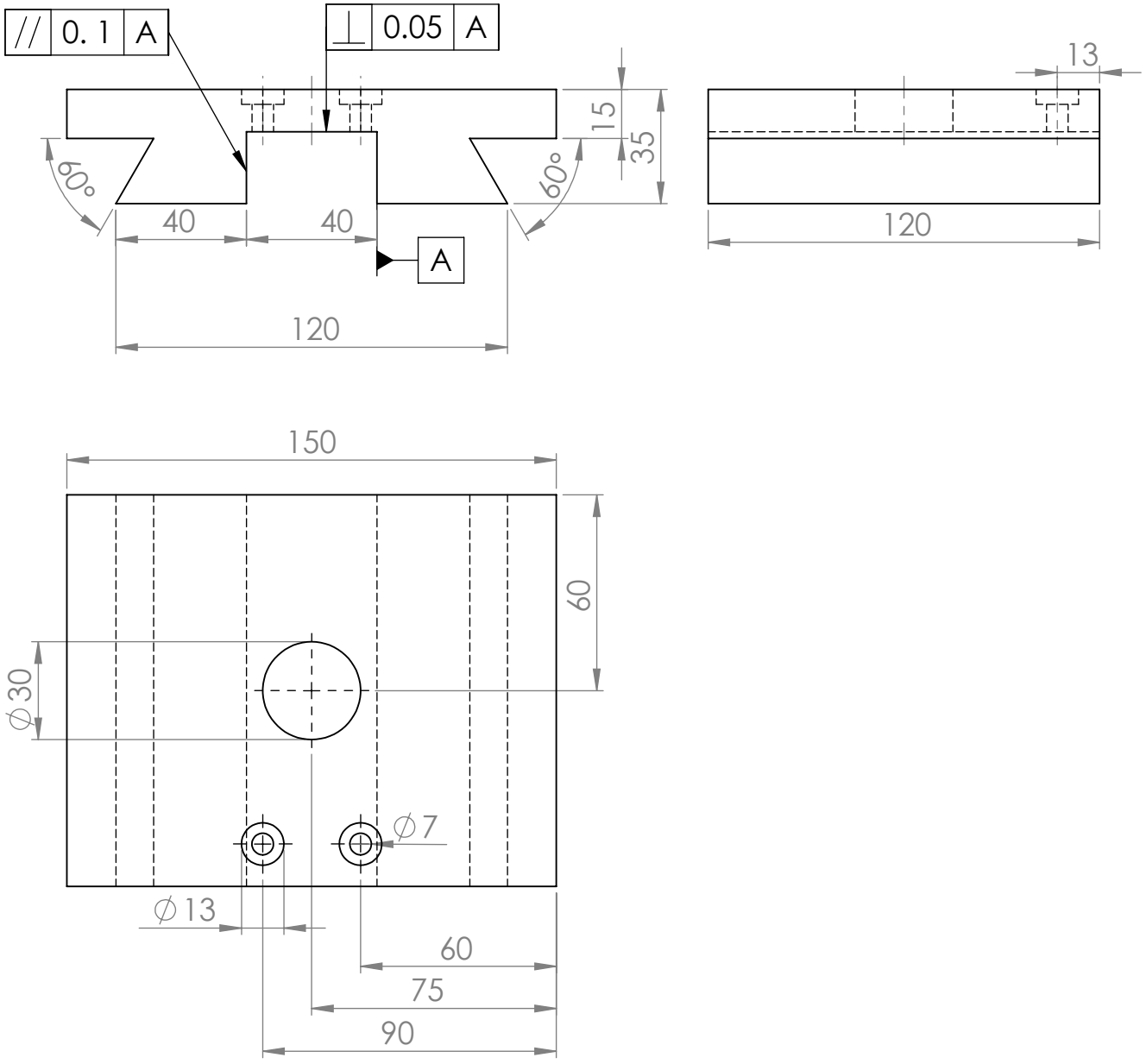
Echelle 1:2

Tête porte outil

2015/2016

N° : 08

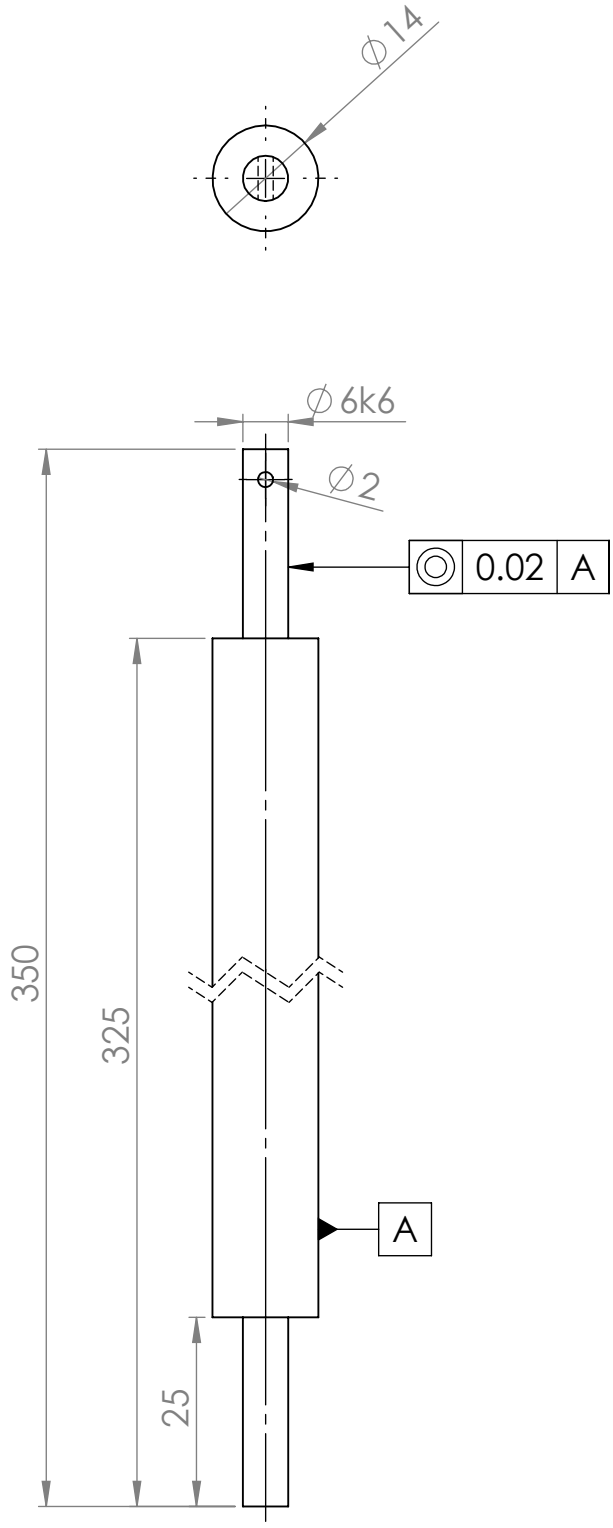
SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 1:2	Table transversale	2015 / 2016
		N° : 09

SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 1:1

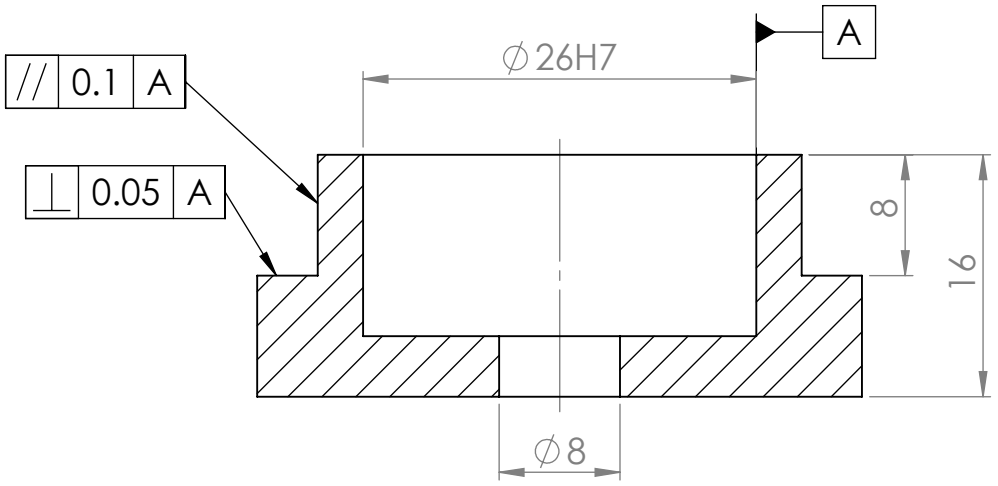
Vis à transmition

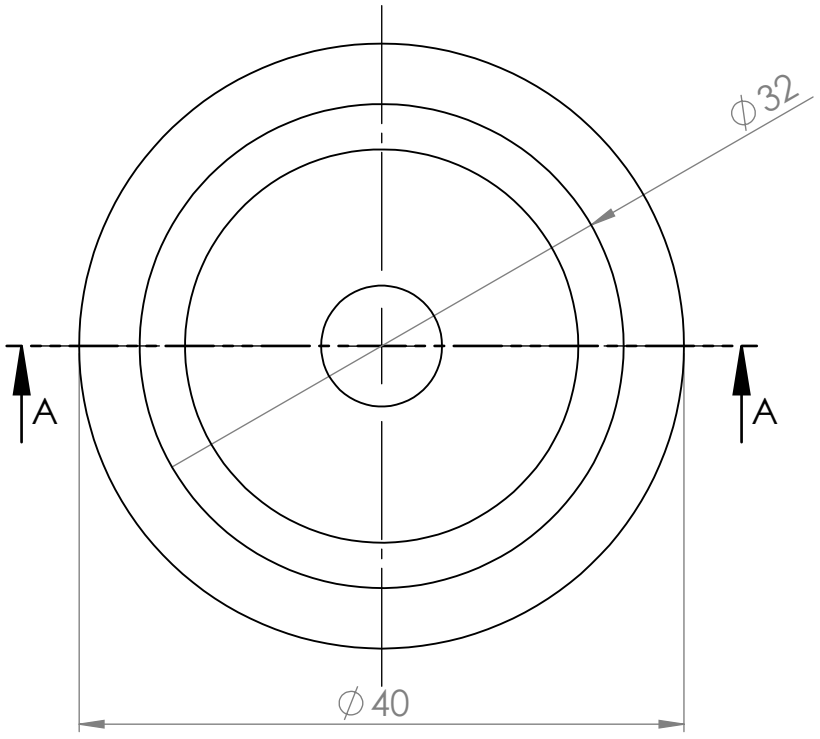
2015/2016

N° : 10

SARAYA - HASSIB

COUPE A-A

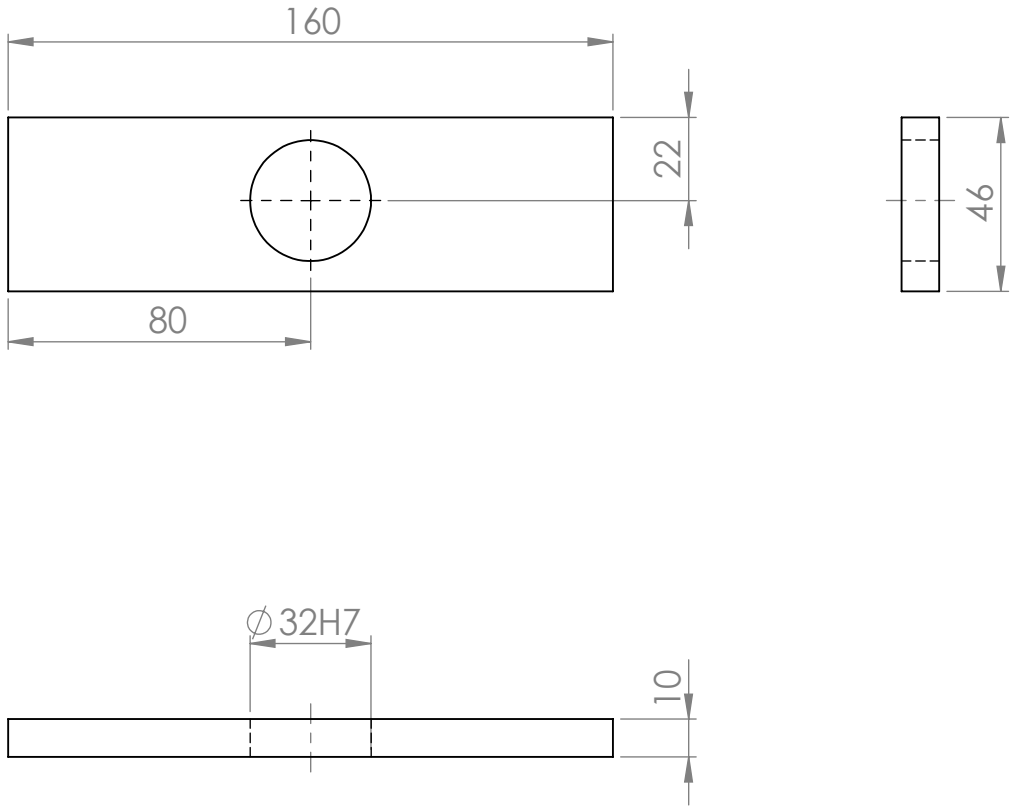




UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 2:1	Couvercle	2015/2016
		N°: 11

SARAYA - HASSIB



UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

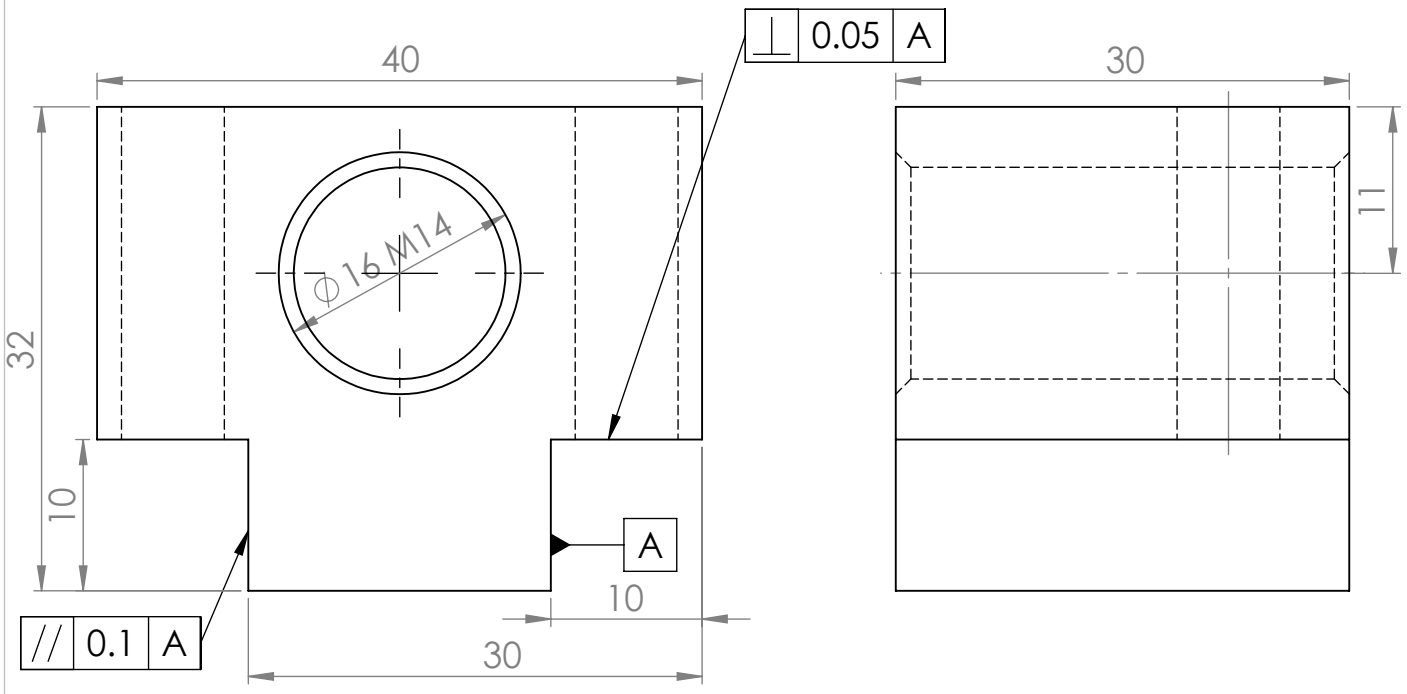
Echelle 1:2

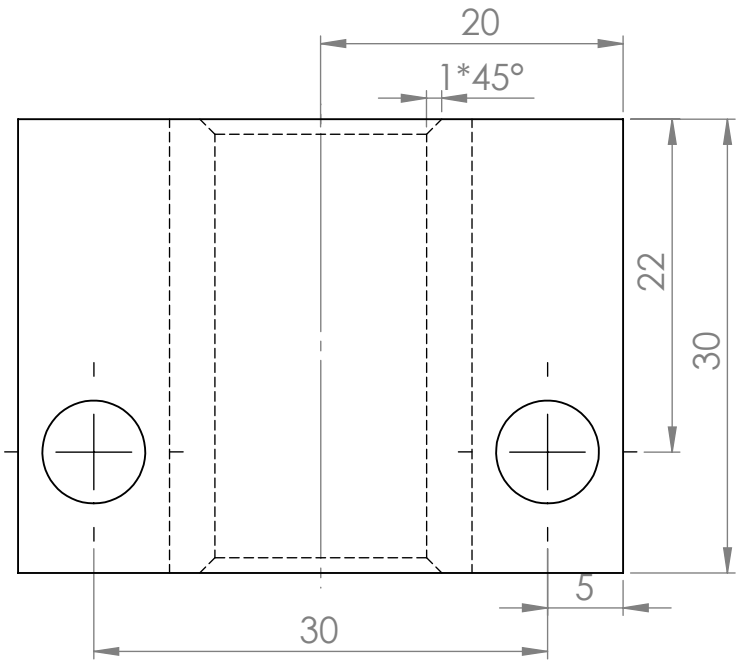
Plaque

2015/2016

N° : 12

SARAYA - HASSIB





UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

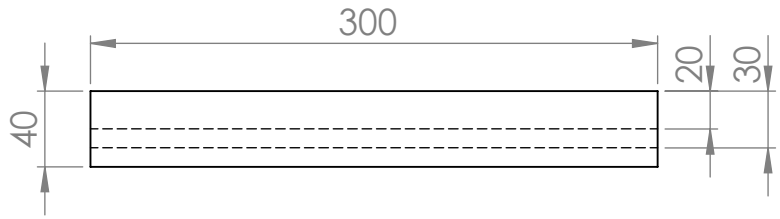
Echelle 2:1

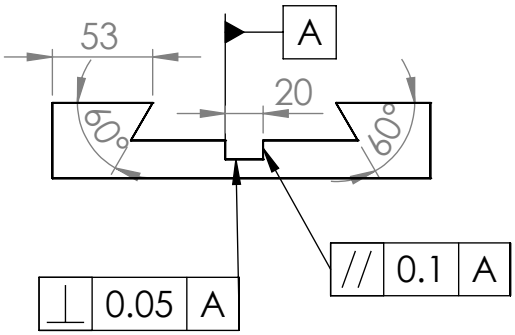
Noix

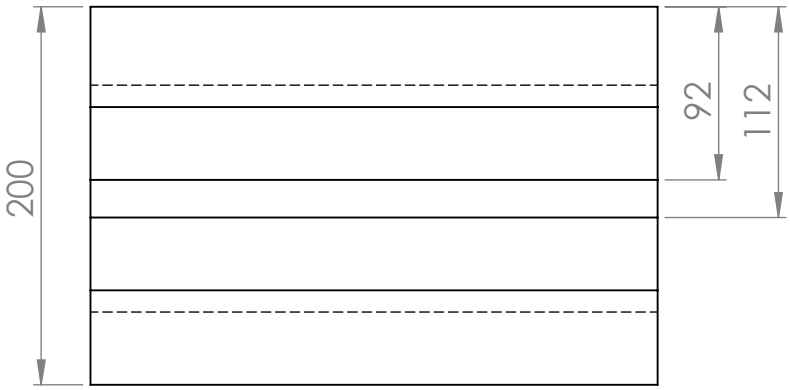
2015/2016

N°: 14

SARAYA - HASSIB







UNIVERSITE YAHIA Fares De MEDEA

Echelle 1:4

Bâti

2015 / 2016

N° : 15

SARAYA - HASSIB

Conclusion générale

Le terme d'affûtage est généralement employé pour la finition du tranchant de l'outil. Comme tout outil coupant, un foret doit avoir la bonne forme avant d'être affûté.

Dans ce mémoire, un modèle d'affûtage universelle a été conçu. Le logiciel SolidWorks a été utilisé, l'affûteuse a été dessinée en 3D et des dessins de définition ont été extraits, par la suite le modèle est simulé par SolidWorks simulation.

Tous en espérant sa réalisation dans le futur.

Bibliographie

[1] J.-P. Trotignon., Construction mécanique

[2] Butin, R., Pinot, M., Fabrications Mécaniques – Technologie, Les Editions Foucher, Paris Tom 1, 1981.

[3] Butin, R., Pinot, M., Fabrications Mécaniques – Technologie, Les Editions Foucher, Paris Tom 2, 1981.

[4] Butin, R., Pinot, M., Fabrications Mécaniques – Technologie, Les Editions Foucher, Paris Tom 3, 1981.

[5] Chevalier, A., Lecoeur, E., Technologie élémentaire, Delagrave ; Aoute 1987.

[6] François BAGUR., Techniques de l'Ingénieur - Matériaux pour outils de coupe, 10 octobre 1999, BM7080

[7] François BAGUR., Techniques de l'Ingénieur Matériaux pour outils de coupe – Données numériques, 10 octobre 1999, BM7080FOR

[8] Jacob, J., Malesson, Y., Ricque, D., Guide pratique de l'usinage – Fraisage, Hachette, Paris Tom2, 2004.

[9] Robert LÉVÊQUE, Techniques de l'Ingénieur - Aciers à outils – (Composition chimique et structure), 10 mars 2013, M4585

[10] Jean-Louis DOUZET., Techniques de l'Ingénieur - Abrasifs, 10 août 1990, B7050

[11] Alain PASSERON., Techniques de l'Ingénieur – Tournage, 10 avril 1998, B7086

[12] Éric FELDER., Techniques de l'Ingénieur - Usinage par abrasion -Analyses expérimentale et théorique, 10 avril 2009, BM7053

[13] http// www.wikipedia.com 02.03.2016

[14] http// www.les meules.com 28.03.2016

[15] http// www.usinage.com 02.04.2016

[16] http// www.outil de coupe.com 15.04.2016

[17] http// www.matériaux de coupe.com 15.04.2016

[18] http// www.angle d'outil.com 04.05.2016

[19] http// www.perçage.com 04.05.2016