



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ «ABBÈS LAGHROUR» DE KHENCHELA  
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE



Département Génie Mécanique

N° de série : .....

## Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master (L.M.D)

Spécialité : Génie Mécanique

Option : Construction mécanique

**Conception et fabrication**

**D'une Fraise à deux tailles**

**Réalisé par :**

- BOUCHERIT Abdelkarim
- DOUKHANE Belkacem

**Dirigé par :** Dr. ABBOUDIA

**Membres de jury :**

Dr. GHILANI Laala	M.A.A	Université de khenchela	président
Mr. CHITOUR Mourad	M.A.A	Université de khenchela	Examineur

Présenté le ...../...../2022

Année Universitaire 2021-2022

# Remerciement

---

Dieu merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation de ce mémoire de Master et qui nous ont permis d'achever ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr. ABBOUDI.A pour sa disponibilité, ses précieux conseils et orientations et sa grande contribution à l'aboutissement de ce travail .On le remercie pour nous avoir donné la chance de vivre cette expérience.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr GHILANI.L et Mr CHITOUR.M qui nous feront l'honneur pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons également exprimer nos sincères remerciements à Mr. ZEGHDANI ZOUHIR, qui a nous a dirigés tout au long de cette période de recherche eta contribué de près et de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Nous remercions tous les enseignants du Département de génie mécanique pour leurs accompagnement au long de notre étude.

Nous tenons également à remercier et à montrer notre gratitude à tout le staff de l'ECMK et spécialement l'ingénieur :MERAH Mourad.

Nous remercions les proches qui, grâce à un petit SMS, un mail ou une parole nous a apporté soutien et force.

*« Le monde devrait remercier cette étonnante cohorte de gens qui font toujours preuve d'une insolente et illogique gentillesse ». (Hélène Thomas)*

# Dédicace

Mon premier remerciement vient à Allah  
qui m'a donné la force et les moyens  
de préparer ce travail.



- ✚ A mes très chers **parents**, pour leur soutien tout au Long, A ma mere **Aicha** ;
- ✚ A mes enseignants : **Abboudi, Ghilani, Chitour, Berkia et Allaoui**. et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie
- ✚ Mon très cher frère **Ahmed** .et mes chères sœurs:
- ✚ Mes sincères salutations pour mon binôme de toujours : **Kassa**
- ✚ Je dédie aussi ce travail précieusement à mes amis: **ZEGHDANI Zouhir ;OUANNESS Oussama ; BAR Chafer ;BELGHOUL Heythem ; GHILANI Amin ; KHANNAB Riadh ; KEZIZ Lazher et tous mes amis de Cafeteria Youssef**
- ✚ A tous mes enseignants du primaire à l'enseignement supérieur et **Mr Merah** l'ingenieur de l'EMAK
- ✚ A toute ma famille et les personnes que je n'ai pas pu citer



✚  
**BOUCHERITA**

# Dédicace

*Mon premier remerciement vient à Allah qui m'a donné*

*la force et les moyens de préparer ce travail.*

- *A mes très chères parents, pour leur soutien tout au long de mes études, et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie*
- *Mes très chers frères : KAMEL ; HOUSSEM ; FAICEL pour leurs soutiens. et mes chères sœurs: DONIA ; WAHIBA*
- *Je dédie ce travail à ma chère femme celui qui recueilli un amour sincère: BELFEDLAOUI safa*
- *Mes sincères salutations pour mon binôme de toujours : BOUCHERTIT Abdelkarim*
- *Je dédie aussi ce travail précieusement à mes amis:*
- *ZEGHDANI Zouhir ; 3okcha ; Chaher ; Heythem ; Minou ; Riadh ; harroudi ; Mo7mo7 ; Kfirou ; Zattar ; Oussama ; Karim<sup>3</sup>*
- *A Tous les membres de l'organisation R.E.A.L le bureau de la wilaya de Khenchela.*
- *A tous mes enseignants du primaire à l'enseignement supérieur.*
- *A toutes les personnes que je n'ai pas pu citer mais qui reste dans mon cœur.*

*A toutes les personnes chères à mon cœur.*

DOUKHANE.B

# SOMMAIRE

---

---

Remerciement.....	
Dédicace.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Introduction générale.....	1
I. Outils de coupe.....	3
I.1 Outils de tournage.....	3
I.1.1 Machine de tournage.....	4
I.2 Outils de perçage.....	5
I.3 Outils de mortaisage.....	5
I.3 Outils d'alésage.....	5
I.4 Fraisage .....	6
I.4.1 Techniques de fraisage.....	6
Fraisage en bout.....	6
Fraisage roulant.....	6
I.4.2 Caractéristiques des fraises.....	7
I.4.3 Les outils de fraisage.....	7
I.4.4 Les outils ARS.....	9
I.4.4.1 Fraises mono taille.....	9
I.4.4.2 Fraises à deux tailles.....	9
I.4.4.2.1 Nombre des dents des fraises.....	10
I.4.4.3 Fraise à trois tailles.....	11
I.5. Notion de fraisage.....	11
I.5.1 Paramètres de coupe.....	12
I.5.3 Surfaçage.....	13
I.5.4.1 Aciers rapides.....	14
I.5.4.1.1 Acier au nickel chrome.....	14
I.5.4.1.2 Acier non alliés en carbone.....	14
I.5.4.1.3 Acier à faible teneur en carbone.....	15
I.5.4.1.4 Acier à moyen carbone.....	15
I.5.4.1.5 Acier à haute teneur en carbone.....	15
I.5.4.2 Carbures métalliques.....	15
I.5.4.3 Carbures revêtus.....	15
I.5.4.4 Céramiques.....	16
II la machine à commande numérique(CNC).....	18
II.1 Description générale de la machine a commande numérique(CNC).....	18
II.2 Historique.....	18
II.3 Domaine d'utilisation de MOCN (CNC).....	18
II.4 Principe de fonctionnement d'une MOCN (CNC).....	19
II.4.1 Programmation.....	20
II.4.1.1 Structure d'un programme ISO.....	20

Mode de programmation d'un tournage.....	22
Mode de programmation d'un fraisage.....	23
III. Réalisation d'une fraise a deux tailles.....	25
Introduction.....	25
III.1. Données de départ.....	26
III.1.1. Dessin de définition.....	26
III.1.2. Caractéristique des matériaux utilisés de la pièce moulée.....	27
III.1.3. Gamme d'usinage.....	28
1ère phase : Débitage de la matière.....	28
2ème phase : Tournage.....	29
3ème phase : Soudage en bout.....	31
4ème phase : Le recuit.....	31
5me phase : Deuxième tournage.....	31
6eme phase : Tournage par C.N.C.....	32
7eme phase : Traitement thermique.....	33
8eme phase : Sablage.....	33
9eme phase : Rectification.....	33
10eme phase : Affutage.....	34
III.2 Contrôle final.....	34
III.3 Le programme de cette phase en (CAM WORKS) LANGAGE ISO.....	35
Gamme d'usinage de la fraise à deux tailles.....	47
III.4.3.1 Simulation de la fraise à deux tailles (étude statique).....	61
Contraintes normales.....	62
Contraintes tangentielles.....	63
Déformations.....	65
Contrainte Von. Mises : (VM).....	68
Conclusion.....	70
Liste des références.....	72
Annexe.....	74

Figure 1 : la structure d'un tour .....	03
Figure 2 : le procédé de mortaisage.....	04
Figure 3 :procédé d'alésage.....	05
Figure 4 :principe de fraisage en bout .....	05
Figure 5 :principe de fraisage roulant.....	06
Figure 6 : Fraise deux tailles ARS. ....	07
Figure 7 : fraise mono-taille à surfacer.....	07
Figure 8 : Fraise deux tailles à plaquettes rapportées.....	07
Figure 9 : Fraise 3 tailles. ....	07
Figure 10 : Fraise conique.....	07
Figure 11 :exemple d'une fraise à deux tailles.....	08
Figure 12 : le nombre des dents des fraises .....	09
Figure 13 :l'angle des dents des fraises.....	10
Figure 14 : les différents types des fraises a 3 T.....	10
Figure 15 :Surfaçage en fraisage.....	11
Figure 16 :Surfaçage d'une pièce en fraisage.....	12
Figure 17 :sens de déplacements du la machine CNC. ....	17
Figure 18 :Décomposition d'une machine numérique. ....	18
Figure 19 : Structure d'un programme ISO. ....	20
Figure. 20 :forme 3D de la pièce .....	24
Figure.21 :Dessin de définition.....	25
Figure 22 :Débitage de la matière brute (partie active ) .....	28
Figure 23 :Débitage du conemorce (support) .....	28
Figure 24 : dimensions de support après chariotage et dressage .....	29
Figure 25 : dimensions de la tête après chariotage et dressage .....	29
Figure 26 : les dimensions de la pièce après soudage.....	30
Figure 27 : Dimensions de la pièce après dressage. ....	30
Figure 28 : la forme de la pièce après la réalisation d'un chanfrein.....	31
Figure 29 : la forme de la pièce après la réalisation d'un chanfrein.....	31
Figure 30 : les dimensions résultantes après tournage C.N.C .....	32
Figure 31 : la forme de la pièce après traitement thermique.....	32
Figure 32 : les caractéristiques des dents de la fraise .....	33

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Mode de programmation d'un tournage. ....	21
Tableau 2 : Mode de programmation d'un fraisage. ....	22
Tableau 3: Composition chimique du substrat utilisé. ....	26
Tableau 4 : Caractéristiques mécaniques du substrat. ....	26
Tableau 5 : Compositions chimiques de W18 (%).....	27
Tableau 6 : résumé des résultats de dureté après contrôle de qualité. ....	34

## *Introduction générale*

## Introduction générale

---

On appelle usinage toute opération de mise en forme par enlèvement de matière destinée à conférer à une pièce des dimensions et un état de surface (écart de forme et rugosité) situés dans une fourchette de tolérance donnée. D'un point de vue économique, le secteur industriel de l'usinage a une importance non négligeable puisqu'il produit environ 2,5 % du produit national brut d'un pays développé. L'usinage concerne au premier chef les matériaux métalliques et la plupart des objets métalliques d'utilisation courante ont subi une ou plusieurs opérations d'usinage. Ces opérations s'insèrent dans la succession des opérations de mise en forme à deux niveaux principalement soit comme opération de :

- Découpe d'une ébauche destinée à être laminée, forgée, emboutie...
- Mise à la cote de pièces préalablement moulées, frittées, embouties, ou assemblées par soudage ;

Elles peuvent alors précéder ou suivre des traitements thermiques et/ou de surface Il faut noter qu'une catégorie importante (d'un point de vue industriel et économique) de pièces usinées, avec très souvent de grandes difficultés techniques, est constituée des outillages de mise en forme. Lors de la conception d'une pièce, le constructeur doit veiller à ce que ses différentes formes soient réalisables afin éviter, plus tard, toute complication. De ce fait, la connaissance des différents procédés de fabrication qui existent se montre nécessaire. Le choix de la technique dépend, de la complexité de la pièce, les matériaux utilisés, le temps de réalisation, le coût de fabrication...etc.

Notre objectif, en procédant à ce travail, est d'utiliser les moyennes possibles pour la conception et la réalisation d'une fraise cylindrique 2T à queue conique , nous avons proposé une gamme d'usinage développée, a l'aide des mesures expérimentales fiable basé sur des logiciels numériques, Conception et Fabrication Assisté par Ordinateur « CFAO » et des Machines-Outils à Commande Numérique «MOCN».

Ce manuscrite est divisé en trois chapitres :

- Le 1<sup>er</sup> chapitre : donne une idée générale sur les différents procédés d'usinage mécanique et rappels sur les notions de base de la fabrication mécanique;
- Le 2<sup>e</sup> chapitre : est réservé à l'étude approfondie des techniques de fraisage, la géométrie ; la conception d'une fraise, et leur endommagement.
- Le 3<sup>e</sup> chapitre donne une présentation générale de la gamme d'usinage et le profil des contraintes de **Von mises** appliquées sur l'arrête tranchante de la fraise considérée. Cette recherche sera parachevée par une conclusion générale.

*Chapitre I /  
Etude de conception des outils de fraisage*

## I. Outils de coupe

L'usinage par enlèvement de matière consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement du métal à froid et sans déformation en utilisant un outil. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et l'instrument avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines dites machines-outils pour réaliser l'usinage d'une pièce. [1]

Pour fabriquer les pièces mécaniques entrant dans la composition de tous nos objets du quotidien, la matière doit être façonnée de façon très précise selon les plans du bureau d'étude à l'origine de la conception. Cette phase de fabrication que l'on désigne globalement sous le terme d'usinage met en œuvre de nombreuses techniques particulières qui varient en fonction de la forme que l'on souhaite donner à la matière, le type de matière usinée, la taille des pièces à usiner et le nombre de pièces à réaliser (unitaire ou en série). Généralement, l'usinage de matière telle que la fonte ne nécessite pas une grande précision, par contre, les pièces réalisées en matières techniques comme l'aluminium, le téflon, le quartz... doivent être réalisées avec des tolérances de précision de l'ordre du micron. [2]

### I.1 Outils de tournage

Le tournage est un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) mettant en jeu des outils à arête unique. La pièce est animée d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe), qui est le mouvement principal du procédé, l'outil est animé d'un mouvement complémentaire de translation (rectiligne ou non) appelé mouvement d'avance, permettant de définir le profil de la pièce. [3]

#### I.1.1 Machines de tournage

Le tournage s'effectue sur machine dite tour (fig.1) :

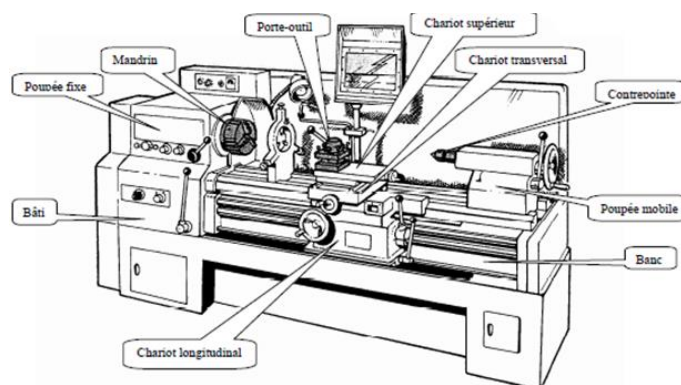


Figure 1 : la structure d'un tour

Les types de tour employés dans l'industrie sont :

a) Les tours traditionnelles :

- les tours parallèles ;
- les tours revolver ;
- les tours en l'air ;
- les tours verticaux ;
- les tours multibroches.

b) Les tours modernes :

Sont des tours à commande numérique.

### **I.2 Outils de perçage**

Le mortaisage est l'action de créer un trou de la forme de la mortaise dans le but d'y loger un tenon. Comme les autres techniques d'usinage, le mortaisage exige de grandes compétences techniques. En effet, pour que la mortaise et le tenon soient parfaitement unis, il est essentiel de réaliser un mortaisage extrêmement précis. [4]

### **I.3 Outils de mortaisage**

Le mortaisage consiste à réaliser un trou de forme spécifique (la mortaise) dans lequel viendra se fixer une pièce à encastrier (le tenon). Le mortaisage réclame une extrême précision d'exécution puisque la mortaise et le tenon doivent être parfaitement encastrables. Le moindre jeu peut affaiblir le montage. Le mortaisage est réalisé avec une mortaiseuse fonctionnant sur le principe du rabotage vertical. La pièce à mortaiser est serrée dans un étau. Elle est attaquée par l'outil de coupe en mouvement. [5]



Figure 2 : le procédé de mortaisage

### I.3 Outils d'alésage

L'alésage est l'opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique de qualité à l'intérieur d'une pièce.



Figure 3 : procédé d'alésage

### I.4 Fraisage

Pour meilleure fabrication d'une pièce mécanique, il est impératif de maîtriser la globalité du processus de fabrication des pièces mécaniques. En conséquence, il est impératif de maîtriser conjointement les procédés (tournage, fraisage, perçage, entre autres), les moyens et le processus de fabrication (gamme d'usinage, stratégie d'usinage, planification et ordonnancement des séquences et opérations). Cette maîtrise globale est la seule façon d'aboutir à une prédétermination efficace du processus techniquement et économiquement fiable [6]

#### I.4.1 Techniques de fraisage

##### ☐ Fraisage en bout

Pour ce type d'usinage la surface à réaliser est perpendiculaire à l'axe de la fraise. La capacité de coupe est supérieure à celle réalisée par le fraisage en roulant. La qualité de l'état de surface est meilleure.

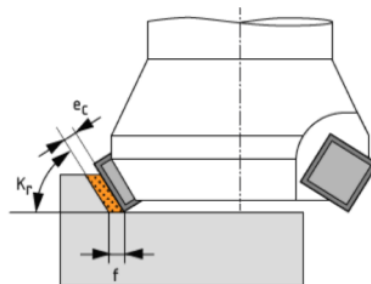


Figure 4 : principe de fraisage en bout

## ❑ Fraisage roulant

Pour ce type d'usinage la surface à réaliser est parallèle à l'axe de la fraise, elle est réalisée par une génératrice de l'outil de coupe. On peut travailler respectivement: le fraisage en opposition

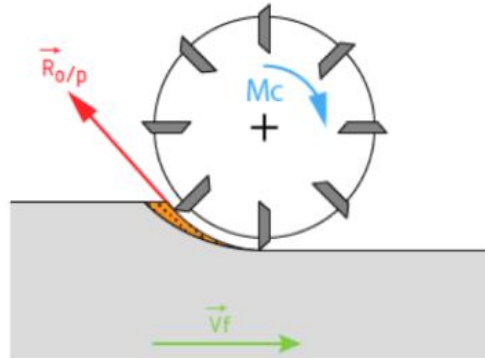


Figure 5 : principe de fraisage roulant

### I.4.2 Caractéristiques des fraises

Les caractéristiques des fraises sont [7] :

- **La taille** : Suivant le nombre d'arêtes tranchantes par dent, on distingue les fraises : une taille, deux tailles ou trois tailles.
- **La forme** : Suivant le profil des génératrices par rapport à l'axe de l'outil, on distingue : Les fraises cylindriques, coniques et les fraises de forme.
- **La denture**. Suivant le sens d'inclinaison des arêtes tranchantes par rapport à l'axe de la fraise, et les dentures à double hélice alternée. Si l'arête tranchante est parallèle à l'axe de la fraise, la denture est droite. Une fraise est également caractérisée par son nombre de dents.
- **Les dimensions** : Pour une fraise deux tailles : diamètre et hauteur taillée.
- Pour une fraise trois tailles : diamètre de l'outil, épaisseur, diamètre de l'alésage. Pour une fraise conique pour queue d'aronde : l'angle, le diamètre de l'outil et l'épaisseur.
- **Le mode de fixation** : A trou lisse ou taraudé, à queue cylindrique ou conique.
- **Construction** : Les fraises peuvent être à denture fraisée (ex. : fraise conique deux tailles  $\alpha 60^\circ$ ), ou à denture détalonnée et fraisée (ex. : fraise-disque pour crémaillères). Elles sont en acier rapide. Pour les fraises à outils rapportés sur un corps de fraise, les dents fixées mécaniquement sont en acier rapide, ou le plus souvent en carbure métallique.

I.4.3 Les outils de fraisage :

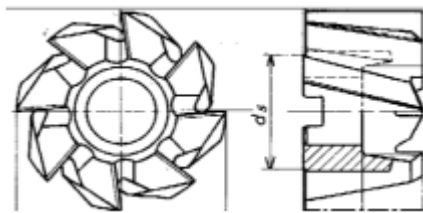


Figure 6 : Fraise deux tailles ARS.

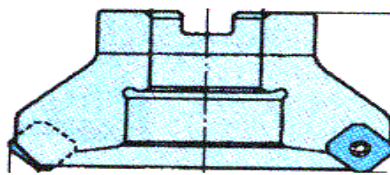


Figure 7 : fraise mono-taille à surfacer.



Figure 8 : Fraise deux tailles à plaquettes rapportées.

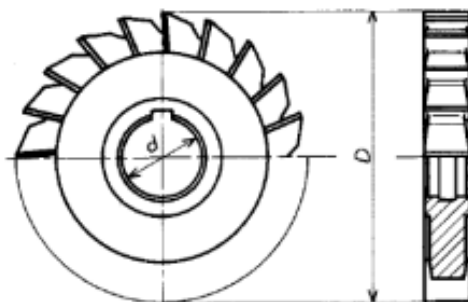


Figure 9 : Fraise 3 tailles.

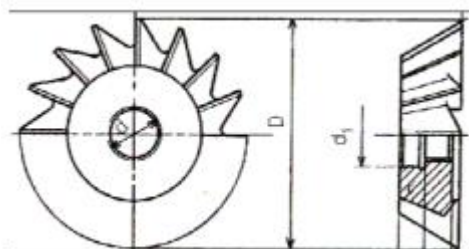


Figure 10 : Fraise conique.

### 1.4.4 Outils ARS

Les outils ARS sont des outils entièrement en acier. La partie coupante s'appelle l'arrête de coupe, elle s'affûte lorsqu'elle est usée. Les fraises se classent en plusieurs catégories en fonction des opérations qu'elles peuvent réaliser.

#### I.4.4.1 Fraises mono taille

Ce genre de fraises ne possède des dents que sur la périphérie. On l'utilise pour fraiser des surfaces parallèles à l'axe de la fraise. Elles existent en diamètre avec alésage cylindrique ou queue conique et longueur variables pour satisfaire les besoins de l'atelier.

#### I.4.4.2 Fraises à deux tailles

Est une fraise de diamètre inférieur à la hauteur et pouvant usiner sur des hauteurs importantes. Les fraises à deux tailles sont conçues pour travailler radialement. Il est alors préférable d'éviter de plonger verticalement, malgré que certaines fraises soient munies d'une ou plusieurs lèvres de coupe permettant de couper au centre de l'outil, puisque la vitesse de rotation au centre est nulle. Dans le cas d'un contournage de l'extérieur d'une pièce, il est souvent possible de plonger dans le vide, à l'extérieur de la matière brute, et d'engager l'outil radialement dans la matière, ce qui correspond au cas idéal. Lors de l'usinage d'une poche fermée, il est impossible d'accéder latéralement à la matière, à moins qu'un trou d'accès ait été percé. Il est alors nécessaire d'effectuer une plongée verticale ou alors en rampe, linéaire ou hélicoïdale. La plongée verticale est à éviter, tandis que la plongée en rampe linéaire est choisie lorsque la dimension de la poche le permet. La plongée en rampe hélicoïdale permet quant à elle d'accommoder les poches plus restreintes. L'angle de la plongée est en général inférieur ou égal à  $5^\circ$  et l'avance de coupe n'est pas réduite [8].

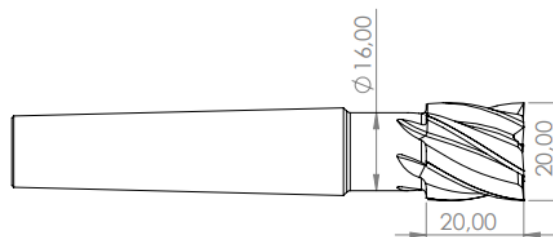


Figure 11 : exemple d'une fraise à deux tailles

#### I.4.4.2.1 Nombre des dents des fraises

La sélection de votre fraise ne s'arrête pas au choix du modèle. Il faut également choisir le bon nombre de dents selon l'utilisation que vous souhaitez en faire. Une fraise possède de 2 à 5 dents [10] :

→ **2 dents**

- Grande poche à copeaux mais petit diamètre d'âme • Bons résultats en ébauche et en rainurage ;
- Également utilisé pour plonger et percer dans les alliages d'aluminium et dans les matériaux avec des copeaux longs.

→ **3 dents**

- Fraises les plus couramment utilisées ;
- Excellent choix pour le rainurage et les descentes en rampe dans les matériaux ferreux et les alliages résistants à la chaleur.

→ **4 dents**

- Géométrie courante, utilisée pour le fraisage mixte et le contournage ;
- Grande rigidité d'outil due au diamètre d'âme important ;
- Moins bonne évacuation des copeaux en rainurage qu'avec une fraise à trois dents.

→ **5 dents ou plus**

- Principalement pour la finition en contournage et bon état de surface ;
- Permet de grandes avances ;
- Coupe douce car il y a toujours une dent en prise avec la matière ;
- Existents aussi pour l'ébauche pour des diamètres d'outil > 20 mm
- 



Figure 12 : le nombre des dents des fraises

MOINS DE 25°	25 À 35°	40 À 50°	AU DESSUS DE 50°
<p>Pour l'ébauche et la finition dans les grands diamètres</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ utilisé dans les aciers et les fontes et pour tous les matériaux lorsque de grands diamètres d'outils doivent être utilisés</li> <li>+ faibles efforts de coupe axiaux (intéressant pour les grands diamètres d'outils)</li> <li>- pas adapté pour les rainurages profonds à cause de l'évacuation radiale des copeaux</li> <li>- chocs dus au contact non continu entre l'outil et la pièce à usiner</li> </ul>	<p>Choix de base pour l'ébauche et la finition dans tous les matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ utilisation générale, avec une bonne répartition des efforts de coupe</li> <li>- pas toujours très productif</li> </ul>	<p>Pour l'ébauche et la finition des alliages non-ferreux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ grande profondeur de passe dans les alliages ferreux si combiné avec un petit nombre de dents</li> <li>+ contact permanent entre les dents et la pièce</li> <li>- bords fragiles</li> <li>- efforts de coupe axiaux importants dans les opérations d'ébauche avec les grands diamètres d'outil</li> </ul>	<p>Pour la finition des matériaux trempés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ très bonne qualité de surface et grande productivité si combiné avec un grand nombre de dents</li> <li>- bords fragiles si pas de chanfreins ou de rayons sur les bords</li> </ul>

Figure 13 : l'angle des dents des fraises

### I.4.4.3 fraise à trois tailles :

La fraise 3 tailles (Figure 14) sert à exécuter des rainures avec des faces latérales parfaitement parallèles, car la flexion de la fraise et son affûtage n'influe pas sur le profil de la rainure, contrairement au rainurage à l'aide d'une fraise 2 tailles.

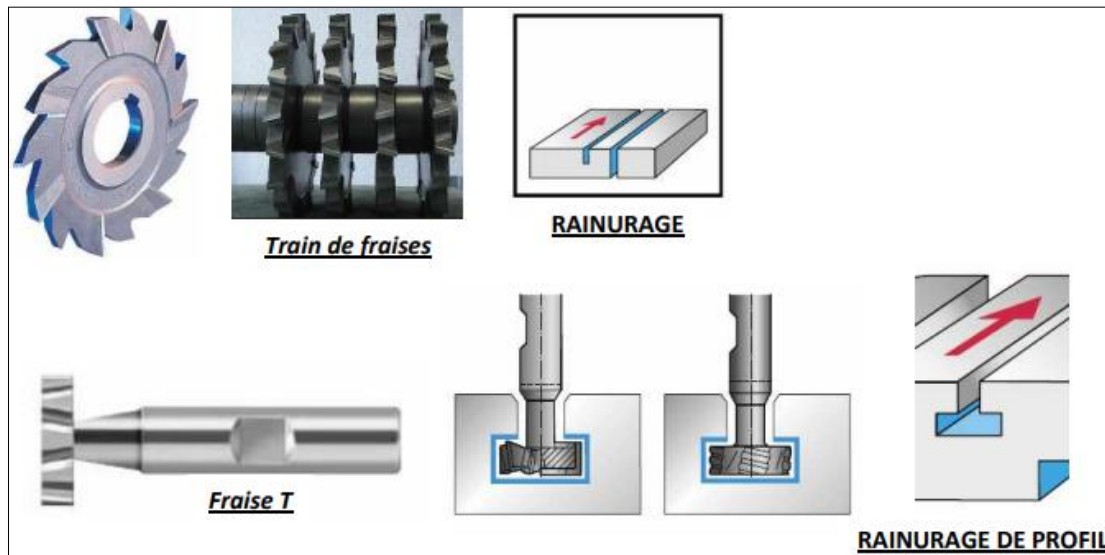


Figure 14 : les différents types des fraises à trois tailles.

### I.5. Notion de fraisage

Le Fraisage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière. Il se caractérise par le recours à une machine-outil : la fraiseuse. L'outil classiquement utilisé est la fraise. En fraisage, l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : rotation de l'outil de coupe d'une part, et avance de la pièce à usiner d'autre part. La fraiseuse est particulièrement adaptée à l'usinage de pièces prismatiques et permet également, de réaliser tout type de formes mêmes complexes. Les fraiseuses actuelles sont fréquemment automatisées. Dans l'industrie, les ouvriers fraiseurs qualifiés effectuent fréquemment des travaux de tournage complémentaires [7].

#### I.5.1 Paramètres de coupe

La génération de surface est reliée à la combinaison d'un mouvement de coupe circulaire ( $M_c$ ) attribué à l'outil et d'un mouvement d'avance ( $M_f$ ) rectiligne attribué à la pièce figure (...). La surface obtenue est influencée par les stries engendrées par ( $M_c$ ) et ( $M_f$ ).

L'état de surface usinée et le temps d'usinage dépendent en grande partie du choix des paramètres de coupe qui peuvent être résumé en [10]:

- Vitesse de coupe ( $V_c$ ).
- Avance par dent ( $f_z$ ).
- Profondeur de passe ( $a_p$ ).

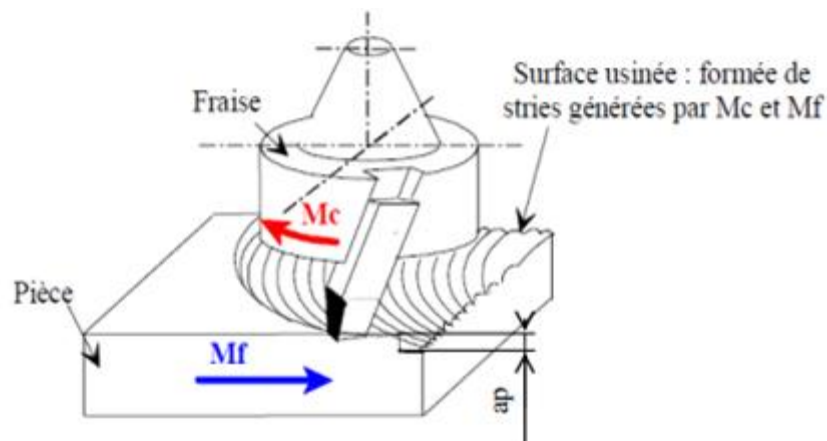


Figure 15 : Surfaçage en fraisage.

#### a- La vitesse de coupe ( $V_c$ ) [m/min]:

C'est la vitesse relative de la pièce par rapport à la pointe d'une dent. Il s'agit d'un paramètre d'outil faisant partie des conditions de coupe, qui assure que l'opération est effectuée de manière efficace.

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

- D : Le diamètre de la fraise [mm],
- n : Fréquence de rotation,

**b- Fréquence de rotation (n) [tr/min]:**

C'est le nombre de rotations par minute effectuées par la fraise (montée sur la broche). Elle représente un paramètre qui se calcule pour être affiché sur la machine.

**c- La vitesse d'avance (Vf) :**

C'est la vitesse de déplacement de la pièce par rapport à l'outil pour le déplacement des trois axes X, Y et Z en distance par unité de temps [mm/min].

$$V_f = Z \cdot f_z \cdot n \quad (I.2) \quad Z : \text{Nombre de dent de la fraise, } f_z : \text{Avance par dent,}$$

**d- L'avance par dent (fz) [mm/dent] :**

C'est un paramètre propre au mode d'enlèvement de la matière en fraisage. Elle correspond à la distance linéaire parcourue par l'outil lorsqu'une dent donnée est en prise. La valeur de l'avance par dent est calculée à partir de la valeur de l'épaisseur de copeau maximale recommandée.

**e- La profondeur de passe (ap) [mm]:**

C'est l'engagement de l'outil dans la pièce. Elle correspond à la quantité de métal enlevée par l'outil sur la face de la pièce.

**I.5.3 Le surfacage**

Le surfacage selon [11] est une opération qui consiste à obtenir un plan en fraisage. L'outil utilisé est une fraise à surfacer qui permet de générer un plan qui sera perpendiculaire à l'axe de rotation de la fraise.

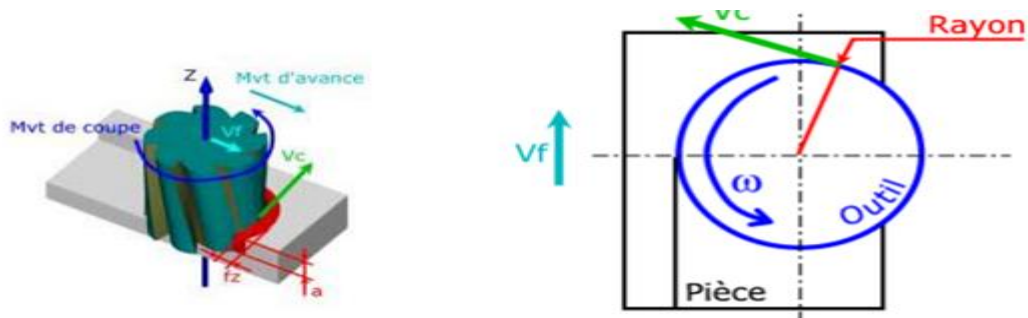


Figure 16 : Surfacage d'une pièce en fraisage

#### **I.5.4 Les Matériaux de coupe**

Le choix du matériau de coupe est d'une importance primordiale pour l'obtention des performances désirées. Les matériaux utilisés au début dans les travaux d'usinage d'une manière générale, et dans le fraisage particulièrement sont les aciers rapides supérieurs (ARS) ou (HHS en anglais) et les carbures métalliques (CM).

##### **I.5.4.1 Aciers rapides**

La base des outils AR (acier rapide) ou ARS (aciers rapides supérieurs) est un acier faiblement allié qui a subi un traitement thermique, plusieurs outils en RAS sont disponibles, on les distingue par leur composition métallurgique, en général ils ont une teneur en carbone de 0,7 à 1,6 %, en Tungstène de 12 à 20 %, en molybdène de 3,5 à 10 % et des traces de vanadium et Cobalt pour avoir plus de duretés. L'usinage par les outils en ARS s'effectue à faible vitesse de coupe pour éviter l'échauffement trop important et aussi éviter que l'outil de perdre ses caractéristiques (la trempe dispersée), une usure rapide de l'arête soit observée. [12]

##### **I.5.4.1.1 Acier au nickel-chrome**

Les aciers au nickel-chrome sont en général austénitiques. Après certaines phases de travail, dans certains cas après soudage, il arrive que ces aciers subissent un traitement d'hypertrempe (réchauffage à 1 100 °C environ), pour remettre en solution des composés intermétalliques et/ou chimiques qui auraient pu se former. L'hypertrempe est toujours suivie d'un refroidissement rapide pour traverser très rapidement les zones de températures où il pourrait se former des précipités, comme le carbure de chrome ( $Cr_{23}C_6$ ), ou des phases intermétalliques indésirables. Cette hypertrempe confère à l'acier les propriétés qu'il avait lors de son élaboration. [13]

##### **I.5.4.1.2 Acier non alliés en carbone**

Les aciers non alliés concerne, entre autres la teneur en carbone. L'élément affecte la dureté globale et la plasticité du matériau. Par conséquent, il est utilisé en différentes quantités pour obtenir l'effet souhaité. [14]

##### **I.5.4.1.3 Acier à faible teneur en carbone**

Aussi appelé acier doux dont la teneur en carbone est jusqu'à environ 0,3%. Il se caractérise par une plasticité et une ductilité élevées, ainsi qu'un traitement facile. Il est utilisé pour créer des éléments qui nécessitent un emboutissage et une mise en forme. [15]

#### **I.5.4.1.4 Acier à moyen carbone**

Un compromis entre résistance et ductilité. En raison de la teneur en carbone de 0,3 à 0,6%, il est plus dur que décrit précédemment, et donc plus difficile à traiter. Toutefois, il peut être renforcé par un durcissement et une trempe à la chaleur. Cet acier est utilisé pour la production des pièces automobiles. [14]

#### **I.5.4.1.5 Acier à haute teneur en carbone**

Le plus solide de cette division. Une teneur élevée en carbone (jusqu'à 0,6%) affecte la résistance à la coupe et à la flexion de cet alliage. Par conséquent, il est idéal pour la production de ressorts par exemple. Il peut être traité thermiquement pour durcir, cependant, cela augmente la sensibilité à l'écrasement. [16]

#### **I.5.4.2 Carbures métalliques**

Les principaux composants des outils en carbures métalliques sont le carbure de tungstène (phase  $\alpha$ ), et le carbure de titane, de tantale ou le niobium (phase  $\gamma$ ) et d'un élément de liaison entre les grains de carbure (taille de 0.2 à 1  $\mu\text{m}$ ) généralement du cobalt (phase  $\beta$ ) de l'ordre de 8 à 20%. [13] L'ajout du carbure de titane de tantale ou de niobium permet d'augmenter les propriétés à haute température (jusqu'à 1000°C) en réduisant le frottement, donc un choix de vitesses de coupe très importantes allant jusqu'à 100 m/min, Cet élément procure aussi à l'outil une durée de vie supérieure à celle des outils en AR ou ARS. La dureté des outils en carbure est de l'ordre de 80 à 90 HRC. [17]

#### **I.5.4.3 Carbures revêtus**

Les carbures métalliques frittés (obtenus par frittage) non revêtus présentent beaucoup d'avantages mais l'inconvénient majeur est sa faible ténacité. Ces propriétés sont inversement proportionnelles aux quantités de ses composants. Afin de remédier à ce problème, les outils à plaquettes en carbures revêtus ont été mis en œuvre où ils ont appliqué un matériau de revêtement. [18]

#### **I.5.4.4 Céramiques**

Les outils en céramique sont généralement des plaquettes frittées d'alumine  $Al_2O_3$  ou de Nitrure de silicium  $Si_3N_4$  dits plaquettes Sialon ou d'oxyde de chrome  $Cr_2O_3$ . Ils possèdent de bonnes caractéristiques thermomécaniques, ils sont favorables à l'usinage en coupe continue, mais à éviter dans le cas de coupe discontinue où l'outil présente des défauts d'ébréchure du bord des plaquettes et un craquage thermique car des outils fragiles. Ces outils acceptent un usinage à une vitesse de coupe de 500 m/min pour les aciers, et gardent ses caractéristiques jusqu'à des températures de  $1200^\circ C$ , donnant un excellent état de surface des pièces usinées. [19]

*Chapitre II /  
La machine à commande numérique CNC*

### II.1 Description générale de la machine a commande numérique(CNC)

La machine CNC (Computer Numerical Control) ou bien La machine à commande numérique est une machine contrôlée par ordinateur qui peut être utilisée pour fabriquer des pièces très précises. La machine enlève le matériau de la pièce avec un outil de coupe rotatif et pour ce faire, la machine guide l'outil dans les trois directions du système de coordonnées cartésiennes, c'est-à-dire le long des axes X, Y et Z. [20]

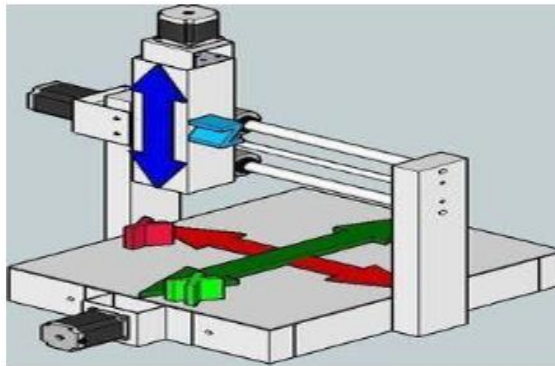


Figure 17 : sens de déplacements du la machine CNC.

### II.2 Historique

2000 ans avant Jésus Christ, la plus ancienne machine-outil jamais découverte est un tour. A l'âge du bronze, les artisans se servaient de tours à arc. Plus tard, le tour de potier sera découvert. Vers l'an 1500, Léonard de Vinci propose des solutions basées sur du tournage à mouvement continu. Son tour, comme beaucoup de ses inventions, est en avance sur son époque. Il faudra attendre le XIXème siècle pour que les bases de la mécanique moderne poursuivent cette évolution et débouchent sur le tour automatique. Historiquement les premières machines ont donc été des tours pour la fabrication de pièces de révolution. Les tours actuels sont toujours basés sur le même principe. [21]

### II.3 Domaine d'utilisation de MOCN (CNC)

Les MOCN sont employées dans de nombreux secteurs industriels (Métallurgie, Bois, Textile). Elle est aussi associée à de nouvelles technologies de façonnage (Laser, Électroérosion, Jet d'eau). Les principaux procédés de fabrication sont concernés :

- Perçage, taraudage ;
- Tournage, alésage ;

- Fraisage ;
- Rectification ;
- Oxycoupage, soudure en continu, par points ;
- Poinçonnage, cisailage. ;
- Affutage.

#### II.4 Principe de fonctionnement d'une MOCN (CNC)

Quel que soit le langage de programmation utilisé pour assurer la réalisation automatisée des pièces, une suite d'instructions établies dans un langage codé est le seul langage compréhensible par la machine-outil à commande numérique. A partir d'un programme d'usinage établi par un opérateur, le Directeur de Commande Numérique (DCN) fournit des ordres aux servocommandes des axes de la machine.

La position de l'outil est connue à tout moment grâce à des "moteurs pas à pas" sur les axes Ox, Oy et Oz ,Ce type de machine se compose donc de deux parties complémentaires (figure ..) [22] :

- ✓ La partie opérative ;
- ✓ La partie commande.

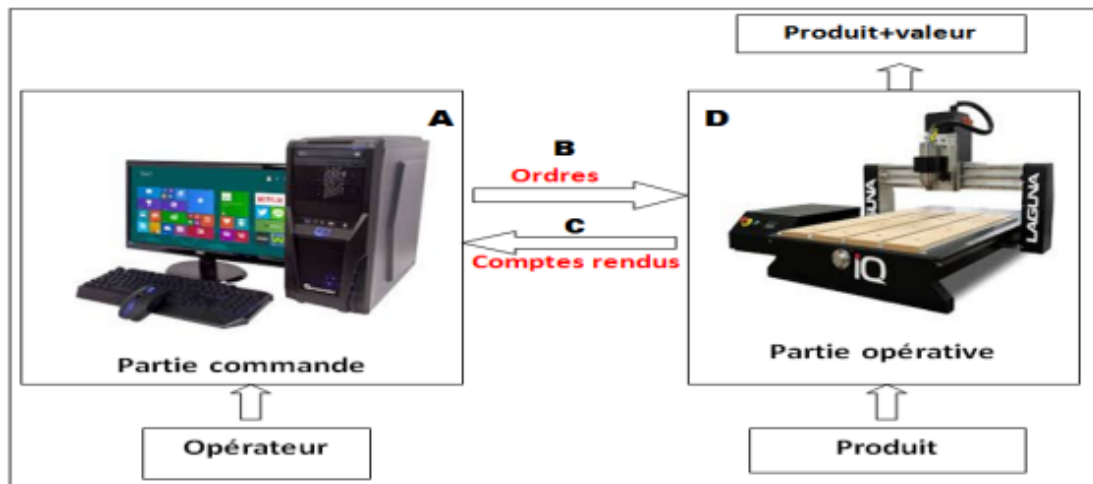


Figure 18 : Décomposition d'une machine numérique.

**Partie A :** L'unité centrale, le clavier, la souris, l'écran et un logiciel de CFAO constituent la partie commande

**Partie B :** La partie commande ordonne (ordres) des actions sur le système et son environnement

**Partie C** : La partie opérative renvoie (comptes-rendus) les états du système et son environnement.

**Partie D** : Le bâti, l'outil, le montage d'usinage et la pièce à usiner constituent la partie opérative.

Pour but de faire des usinages. La démarche est la suivante : lorsqu'on a une idée précise de la forme de la pièce que l'on souhaite fabriquer, il faut :

- programmer, à l'aide d'un ordinateur relié à la machine outil à commande numérique, la forme de la pièce(avec les différents usinages à réaliser : perçages, découpes....).
- définir les paramètres d'usinage : diamètre des outils, vitesse de coupe, origine de la pièce.
- transférer ces informations sur la machine.
- fixer la pièce sur la table de la machine .
- vérifier le respect de toutes les consignes de sécurité et lancer l'usinage de la pièce. A la fin de l'usinage, on doit contrôler la pièce. On peut, alors, fabriquer un grand nombre de pièces identiques.

#### **II.4.1 Programmation :**

Elle est réalisée selon le code ISO ou EIA, et permet de décrire les différentes opérations nécessaires à l'usinage d'une pièce. La MOCN reçoit des informations codées. C'est le langage de la machine qui est composé d'un vocabulaire contenant des mots. Un mot a plusieurs caractères :

→ La programmation peut être automatisée : logiciel de FAO (fabrication assistée par ordinateur), le procam 99 ou SOLID concept par exemple.

→ Actuellement on peut programmer une MOCN sans connaître le code ISO, en utilisant des schémas d'aide interactifs, c'est ce qu'on appelle le mode conversationnel.

##### **II.4.1.1 Structure d'un programme ISO**

La programmation structurée permet d'analyser et de concevoir plus rapidement un programme de commande numérique. En effet, toutes les opérations d'usinage font appel à un certain nombre de fonctions identiques (appel d'outil, rotation de broche, mise en route et arrêt de la lubrification, conditions de coupe, dégagement d'outil, etc.). [23]

Il est donc intéressant de choisir une structure de programmation commune pour toutes ces opérations, valable quelle que soit la machine utilisée et indépendante de la pièce à obtenir.

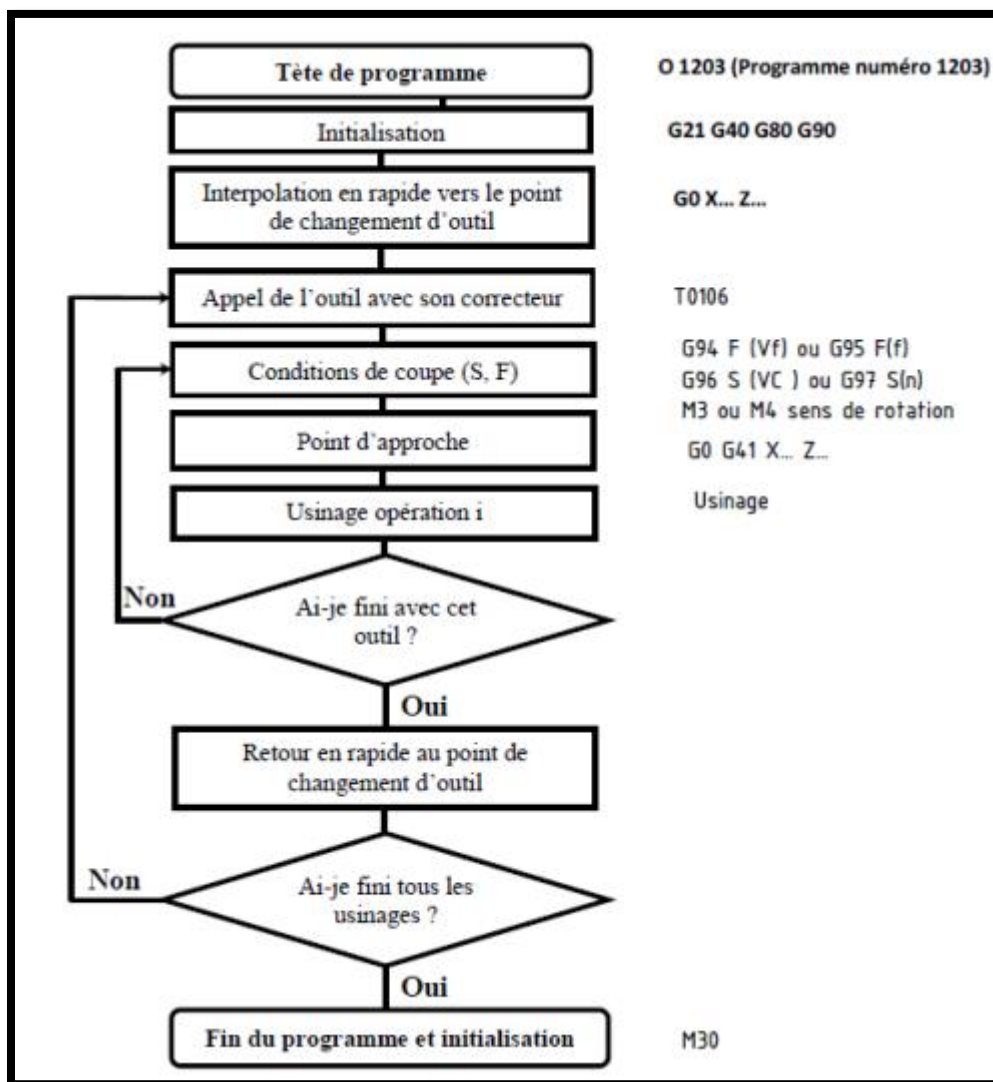
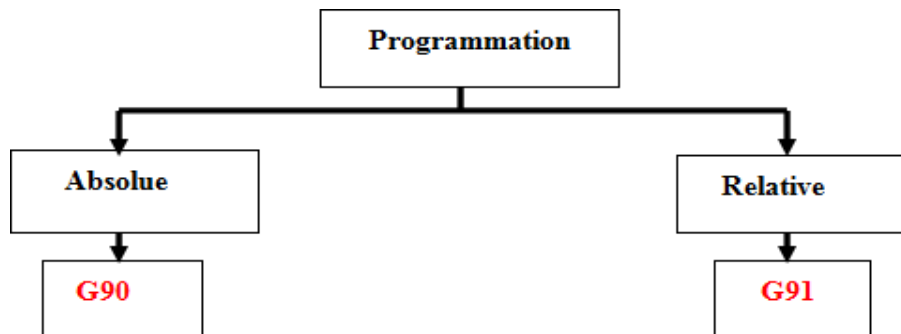


Figure 19 : Structure d'un programme ISO.

#### II.4.1.2 Mode de programmation

En programmation absolue, la cotation se réfère à l'origine du système de coordonnées après décalage total.

En programmation relative, la valeur numérique programmée de l'information de déplacement correspond à la distance à parcourir. Le signe indique le sens de déplacement.[24]



**Mode de programmation d'un tournage [24] :**

Tableau 1 : Mode de programmation d'un tournage

En G90	Position actuelle : <b>X40 Z0</b>	Position <b>X50 Z-40</b>	Position <b>Z1</b>
En G91		X5 mm sens (+) Z40 mm sens (-) <b>X5 Z-40</b>	Z41 mm sens (+) <b>Z41</b>

**Mode de programmation d'un fraisage:**

Tableau 2 : Mode de programmation d'un fraisage.

En G90	Position actuelle : <b>X10 Y30</b>	Position <b>X30 Y10</b>	Position <b>X60 Y30</b>
En G91		X20 mm sens (+) Y30 mm sens (-) <b>X20 Y-30</b>	X30 mm sens (+) Y20 mm sens (+) <b>X30 Y20</b>

**Appel d'outil et des correcteurs d'outil en tournage [FANUC]**

Syntaxe : N.. T0106

T: La fonction « T » appelle l'outil.

01: Appel ou chargement de l'outil n°1.

06: Appel ou chargement du correcteur n°6. [25

### ***Chapitre III:***

***Gamme d'usinage & modélisation numérique de la fraise étudiée.***

### III. Gamme d'usinage & modélisation numérique de la fraise étudiée

#### Introduction :

Le passage de l'idée à la réalisation effective d'une pièce mécanique fait intervenir trois fonctions principales mises en jeu pour la conception effective d'une pièce :

- la conception-construction ;
- l'étude et la préparation de la fabrication ;

Les principaux facteurs qui interviennent dans l'étude de fabrication sont :

- la qualité,
- l'importance de la série de pièces,
- le délai (durée de vie)
- le prix.

Après avoir défini la pièce à réaliser, le concepteur va mener une démarche d'optimisation de la gamme de fabrication, problème parfois extrêmement difficile, dont la solution se situe souvent à long (voir très long) terme.

Suite aux analyses effectuées sur la pièce modèle (La nuance et la dureté), on procède de leur réalisation en élaborant leur gamme de fabrication à savoir :

- (1) Dessin de définition;
- (2) Gamme d'usinage;
- (3) Traitement thermique;
- (4) Emballage et stockage.

#### ■ Sujet Traité :

Pour la partie pratique, il a été décidé avec les encadreurs (département projet et département sous-traitance) de faire la conception et la réalisation d'une fraise 2 tailles :

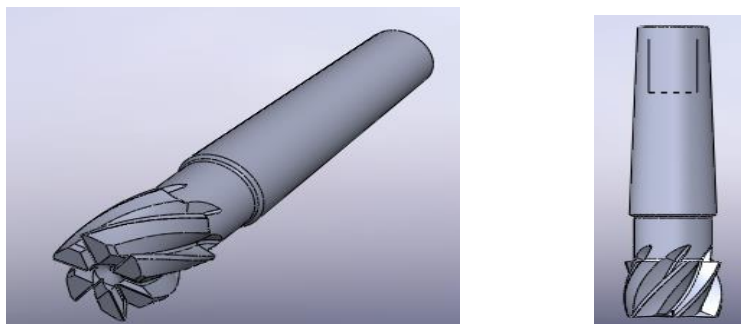


Figure. 20 : forme 3D de la pièce

#### III.1. Données de départ

Pour faire l'usinage des pièces par moulage on dispose des données suivantes :

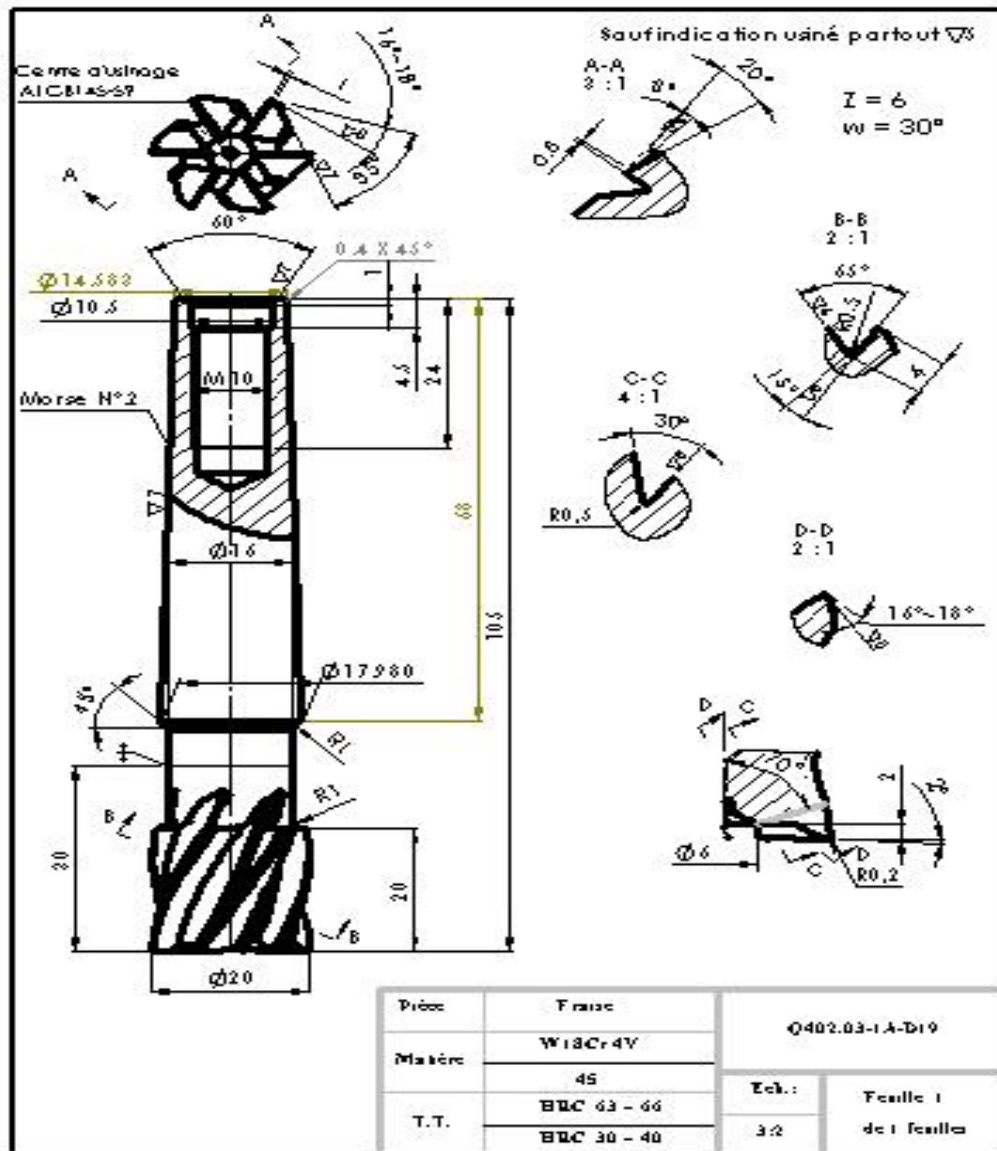
### III.1.1. Dessin de définition

Dessin établis par les services de préparation du travail des usines. Ils indiquent le procédé de fabrication choisi et tous les renseignements nécessaires à sa réalisation.

Le dessin est établi à partir du logiciel SolidWorks (version 2022), la pièce finalement porte les dimensions 105 x 20 ;

Le dessin suivant (Figure.20) résume les différents détails sur la pièce souhaitée :

Figure.21 : Dessin de définition



### III.1.2. Caractéristique des matériaux utilisés de la pièce moulée

La composition chimique de l'acier XC45 est donnée dans le tableau IV.1.

Tableau 3: Composition chimique du substrat utilisé.

Elément	Pourcentage (%)
C	0.42 ~0.50
Si	0.17 ~ 0.37
Mn	0.5 ~ 0.8
P	0.035
S	0.035
Cr	0.25
Cu	0.25
Ni	0.30

Caractéristiques mécaniques Les caractéristiques mécaniques du substrat sont mentionnées dans le tableau IV.2.

Tableau 4 : Caractéristiques mécaniques du substrat

Caractéristiques mécaniques	Valeurs
- Limite d'élasticité (Rs) en [ N/mm <sup>2</sup> ]	348
- Résistance de la traction en [ N/mm <sup>2</sup> ]	477
- Allongement (A) en [ %]	29

➤ CODE HSS: W18Cr4V (W18)

L'acier à grande vitesse en acier W18 est une sorte de tungstène à grande vitesse avec la nature exclusive de la dureté, dureté rouge et dureté chaude. il peut être utilisé pour la fabrication d'acier de moule de travail à froid, il a la bonne usinabilité pour la plupart des matériaux.

Tableau 5 : Compositions chimiques de W18 (%):

Elément	Pourcentage (%)
C	0,70-0,80
Si	0,2-0,4
Mn	0,10-0,40
W	17,50-19,00
Mo	<0,3
Cr	3,80-4,40
V	1,00-1,40

- Densité recuite (g / cm): 8,7
- Traitement thermique: Début: 1100 Finition: 900
- Utilisation: Pour la fabrication de fraises d'outils à grande vitesse, de forets, de fraises en bout, d'alésoirs, etc., et de tarauds, de matrices, de matrices à rouleaux, de lames de scie, etc.
- Température de recuit (C°) 840-860
- Température de soulagement du stress (C°) : 600-650
- Température de trempe (C°) : 1270-1285
- Liquide de refroidissement de trempe: ou refroidissement à l'huile ou refroidissement à l'air
- Température normale d'humeur (C°) : 550-570

### III.1.3. Gamme d'usinage

Pour réaliser notre pièce modèle (fraise de forme) on a suivi les différentes phases « voir les détails dans l'annexe »:

**1<sup>ère</sup> phase:** Débitage de la matière :

C'est la première opération d'usinage, elle se fait selon la nuance demandée et avec un bon de commande.

Dans nous travaille on utilise deux types de la matière première sous forme cylindrique :

D'une longueur de 100 mm Et un diamètre de 22 mm pour 1<sup>er</sup> partie et d'une longueur de 30 mm et un diamètre de 22 mm pour la deuxième partie

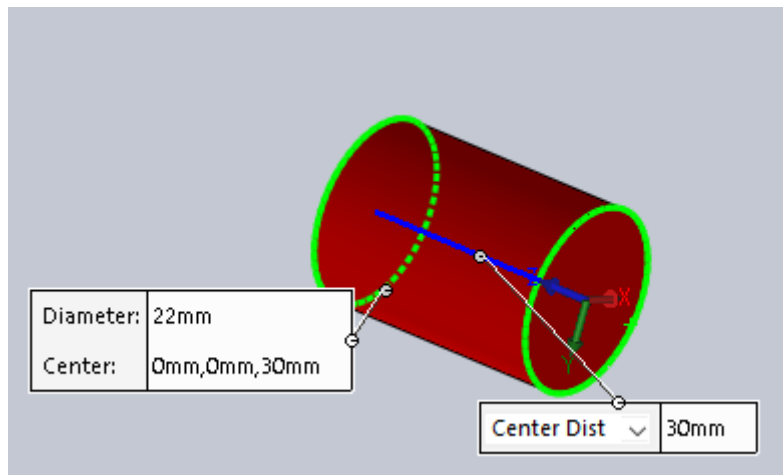


Figure 22 : Débitage de la matière brute (tete)

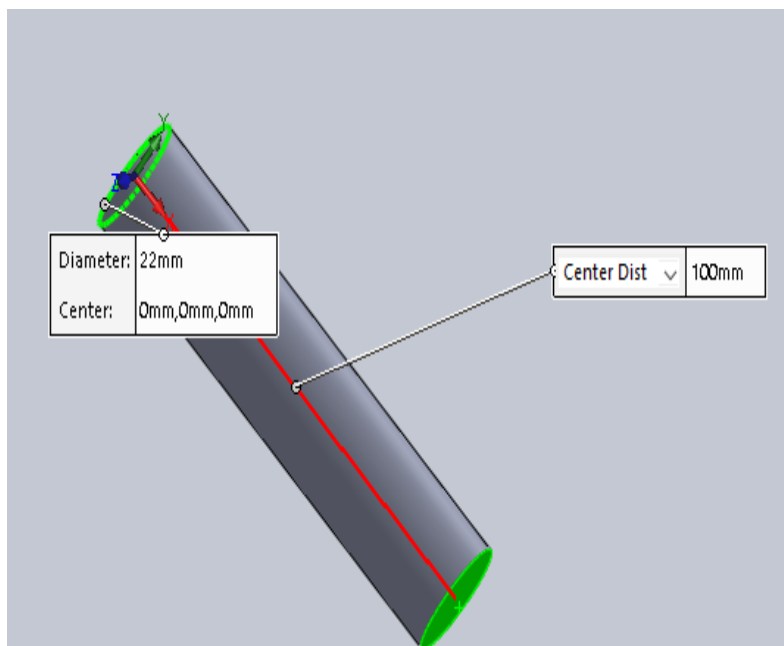


Figure 23 : Débitage du conmore (support)

### **2<sup>ème</sup> phase : Tournage :**

Dans notre travail ici nous travaillons sur la pièce afin que les dimensions soient les suivantes :

Un diamètre de 21 mm pour les 2 parties

Une longueur de 75 mm pour la 1<sup>ère</sup> partie et 30 mm pour la 2<sup>ème</sup> partie

Après les opérations de chariotage et dressage.

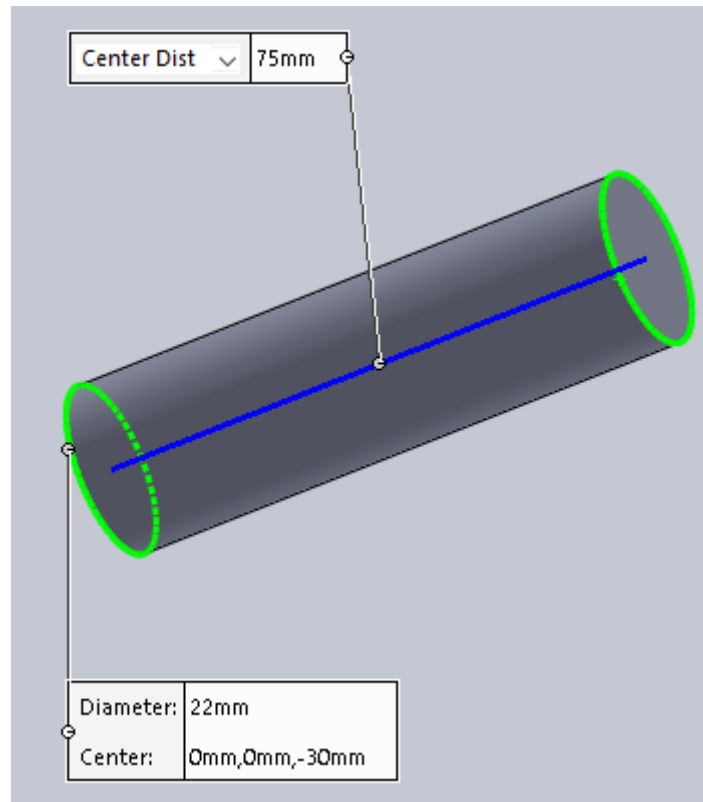


Figure 24 : dimensions de support après chariotage et dressage

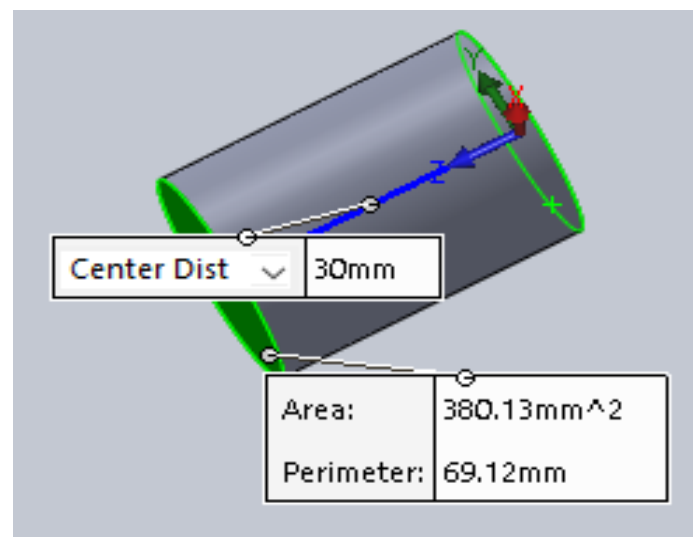


Figure 25 : dimensions de la tête après chariotage et dressage

**3<sup>ème</sup> phase : Soudage en bout :**

Le soudage en bout a permet d'assembler les deux parties en une seule pièce :

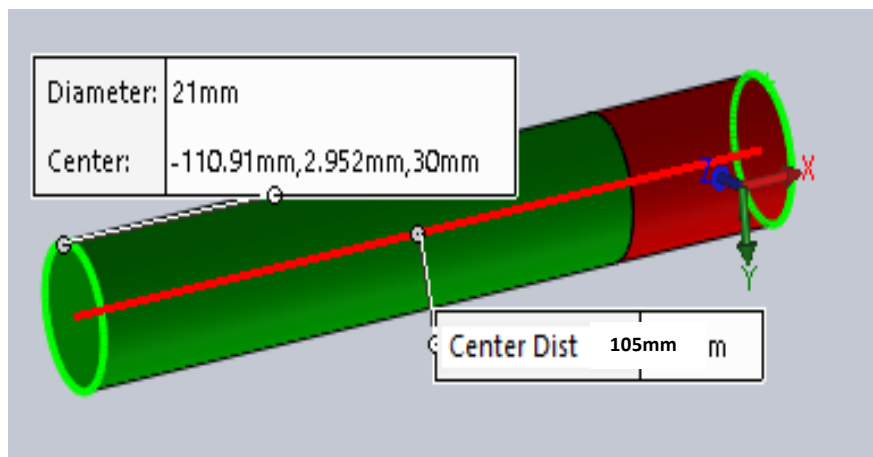


Figure 26 : les dimensions de la pièce après soudage

**4<sup>me</sup> phase : Le recuit :**

Dans un four recuit l'outil à été exposée a une température de 850°C pour 4 heures et après 500°C pour autre 4 heures aussi.

**5<sup>me</sup> phase : Deuxieme tournage :**

-Sur une Tour parallèle une opération de chariotage a été effectuer pour l'obtention d'un diamètre de  $\varnothing 20$  mm et une opération de dressage de l'outil à une longueur de 105 mm

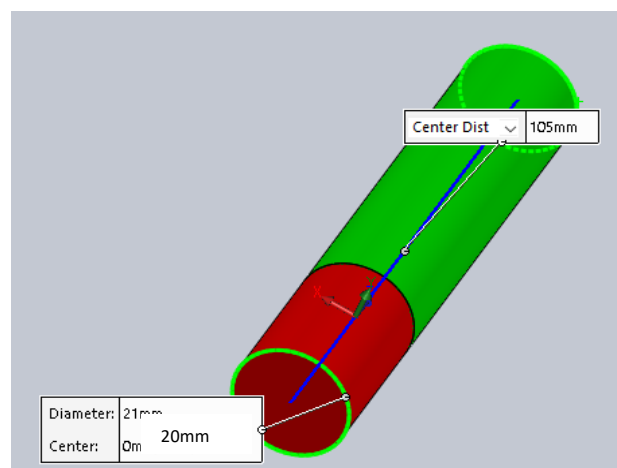


Figure 27 : Dimensions de la pièce après dressage.

Ensuite on passe vers centrer et tarauder la partie longue de l'outil avec M10 et en fin fait un chanfrein de 1x45°.

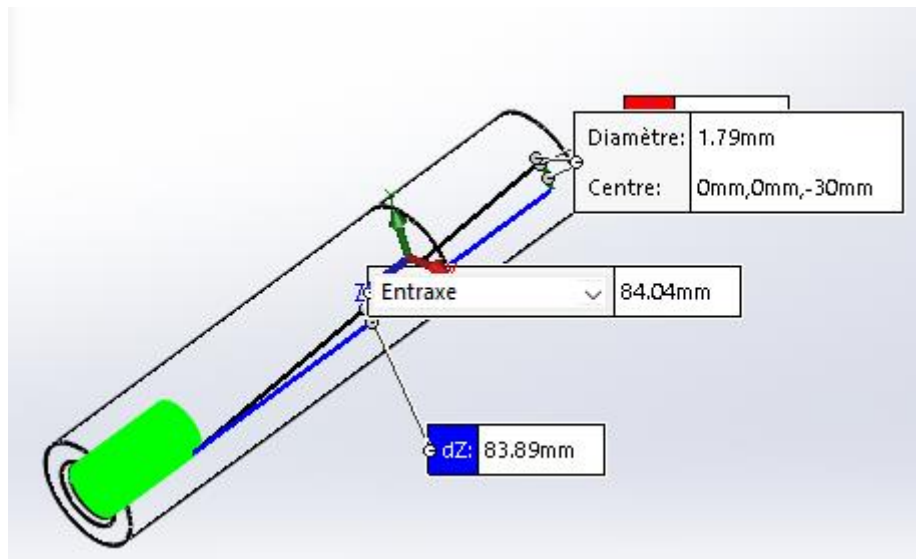


Figure 28 : la forme de la pièce après la réalisation d'un chanfrein

Création d'une chambre de  $\varnothing 6$  mm et sur le cône-morse on fait une opération d'ébauchage et perçage d'un trou de  $\varnothing 5.5$  mm à la tête de la fraise.

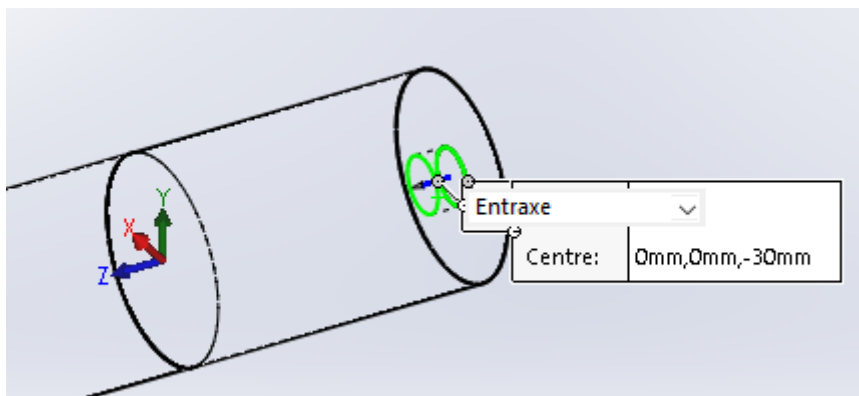


Figure 29 : la forme de la pièce après la réalisation d'un chanfrein

### **6<sup>ème</sup> phase : Tournage par C.N.C**

Le tournage par commande numérique a été effectué par l'opération de chariotage de  $\varnothing 20$  et  $\varnothing 16$ , 17 Après  $\varnothing 17.98$  et  $\varnothing 14.58$ .

La figure suivante représente les différentes dimensions finales :

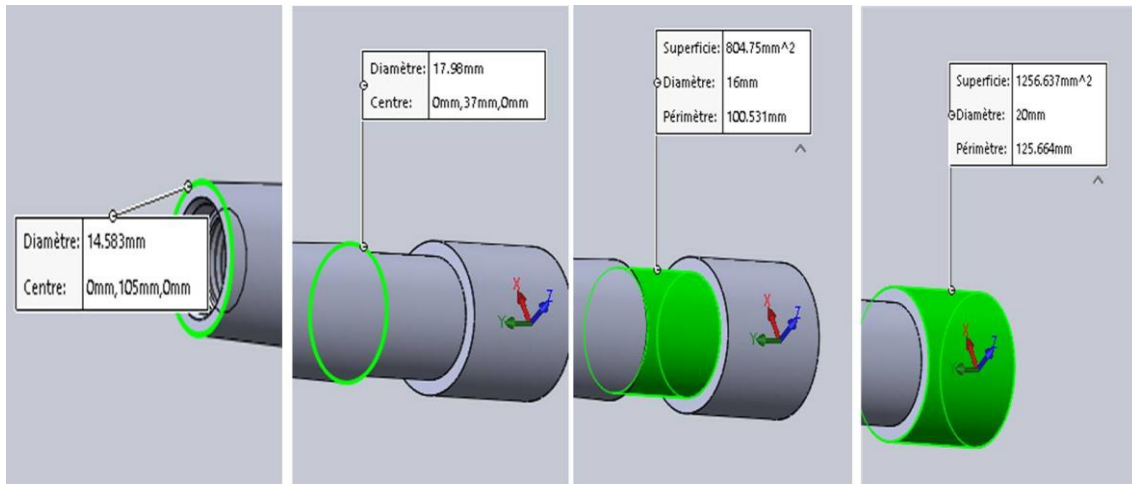


Figure 30 : les dimensions résultantes après tournage C.N.C

**7<sup>ème</sup> phase : Traitement thermique :**

Le traitement thermique se fait suivant le règlement technologique de traitement thermique :

- HRC 63-66 (W18Cr4V) ;
- HRC 30-40 (XC45).

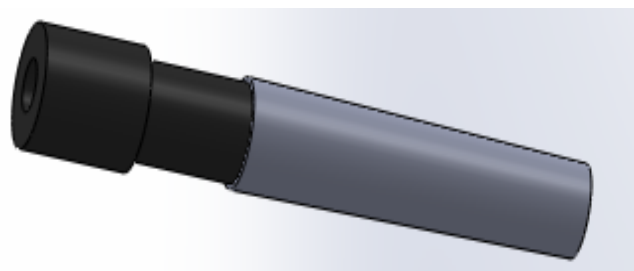


Figure 31 : la forme de la pièce après traitement thermique

**8<sup>ème</sup> phase : Sablage :**

Cette opération consiste à maitre la pièce sous un jet d'un mélange des différents cas libre de sable (grains), il a pour but d'éliminer les bavures causées par le traitement thermique et d'améliorer l'état de surface.

**9<sup>ème</sup> phase : Rectification :**

Elle se fait par :

- Rectification extérieur du cône morse N°02 ;
- Rectification extérieur de la partie active.

**10<sup>ème</sup> phase : Affutage :**

- Goujure en périphérie (Melle 342);
- Goujure en bout (Melle 276);
- Dos en périphérie (Melle 310);
- 4 Dépouille primaire en périphérie (Melle 317);
- Dépouille primaire en bout (Melle 317);
- Dépouille secondaire en bout (Melle 317).

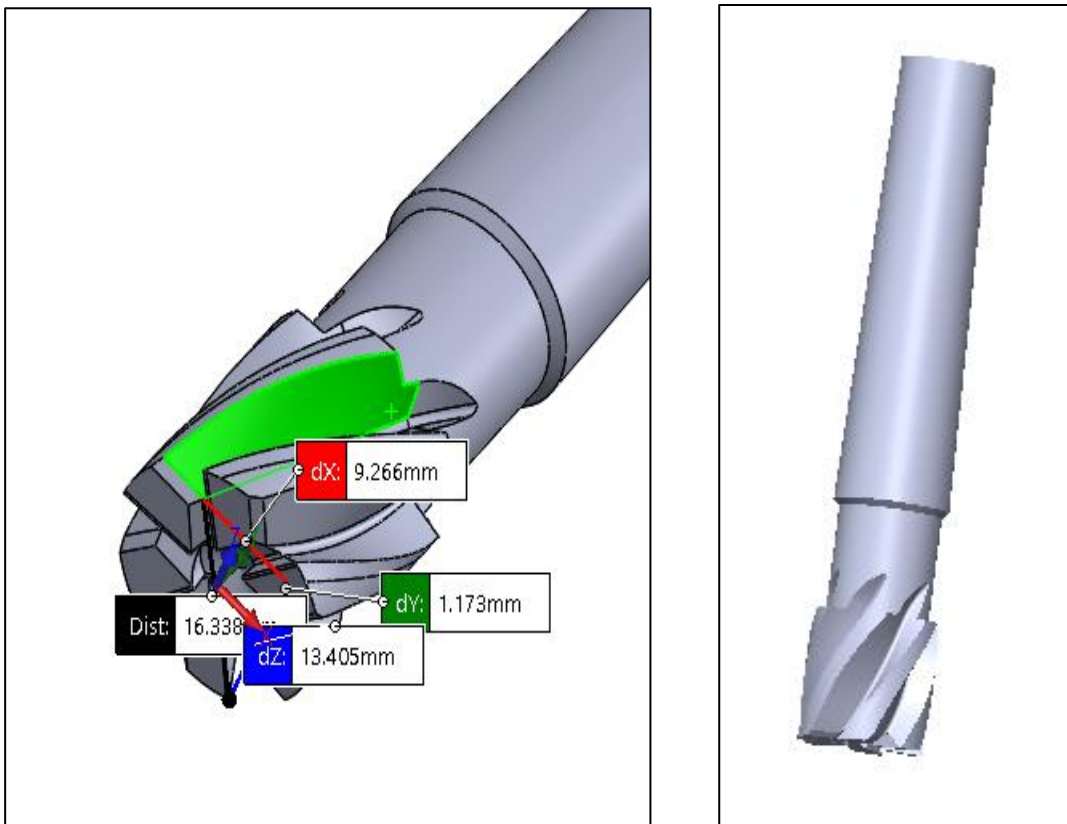


Figure 32 : les caractéristiques des dents de la fraise

**III.2 Contrôle final :**

A la fin, cette pièce fabriquée passe à un contrôle de dimensions et de dureté on utilisant plusieurs instruments (tableau suivant), un rapportaire d'angle d'outillage est effectué pour voir si les angles sont conformes.

Tableau 6 : résumé des résultats de dureté après contrôle de qualité

Pièce	Fraise
Matière	W18Cr 4V
	45
T.T	HRC 63~66
	HRC 30~40

### III.3 Le programme de cette phase en (CAM WORKS) LANGAGE-ISO :

%1

\$FRAISE 2 TAILLE\KARIM

(FRAISE 2 TAILLE\KARIM - 05/04/2022 10:38:49 - 6.02)

E30121=0

G54

L949=0

E30075=0

(Meule : 277 310 276 344)

G79 N9202

N9200

( DECALAGES POSSIBLES SUR LES AXES )

L177=0 ( LONGUEUR TOTALE )

L172=0 ( GOUJURE, CONICITE pour 100)

L188=0 ( Y /1/ GOUJURE EN PERI. )

L189=0 ( A /1/ GOUJURE EN PERI. )

L196=0 ( Z /1/ GOUJURE EN PERI. )

L109=0 ( DEPOUILLE, CONICITE pour 100)

L178=0 (Y DIAM DEP.PRIM.PERI)

L174=0 (X GOUJURE EN BOUT )

L176=0 (A GOUJURE EN BOUT )

L182=0 (Z GOUJURE EN BOUT )

L186=0 (Y LISTEL BOUT DEP.PRIM. BOUT)

L187=0 (X LISTEL EN BOUT)

N9201

N9202

N6002 G90 L0=0 L124=0

N6003 E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0 E67001=0

(ISO\_Annul\_Correct)

E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0

G90 G59 X0 Y0 Z0 A0 B0

N6004 G52 G0 Y150

G52 G0 X350 Z150 A0 B0

N6005

N6008

L104=0

E30117=0 E30118=0 E30119=0 E30120=0 E30121=0

(SETWHEEL)

(&W 277)

L111=1 (CHARGER MEULE POSTE 1)

G79 L111=E40001 N6515

M5 M64 G53

G90 G0

G52 X350

G52 Y150 Z150 B0

M239 (ARROSAGE)

G4 F0.5

(SETWHEEL)

(&W 277)

(&I)

G77 H32

(&J)

G54

N6515

(SETWHEEL)

(&W 277)

M221 G4 F0.1

M232 G4 F0.1

M233 G4 F0.1

M234 G4 F0.1

(ARROSAGE)

(&I ROTATION\_MEULE)

G97 S5887 M4 M64 M40 G4 F2.9 (Meule No 277, Poste No 01)

(&J FIN ROTATION\_MEULE)

G77 N9200 N9201 (OPERATION 1)

(METH.:A, Pr.PASSE:-, CYCLE:C, Meule:277)

\$ GOUJURE EN PERI.

E30120=1 E30117=0 E30118=0 E30119=0 E30116=0 E30122=6 E30123=1 E30124=1  
E30127=0

L191=0

E30119=0

N2000

L191=L191+1

E30119=E30119+1

G79 L191=1 N2001

G79 N2199

N2001

L110=0 L111=-0.8 L112=-3.44 L113=0

G79 N2199

N2199

N6020

N6021          E60001=L177\*1000          E61001=L188\*1000          E62001=L196\*1000  
E66001=L189\*5.73\*1000

E60001=L110\*1000+E60001    E61001=L111\*1000+E61001    E62001=L112\*1000+E62001  
E66001=L113\*1000+E66001

G90 G0 G52 XE70000 YE71000 ZE72000 AE76000

N6022

L0=0+L104

G59 AL0

L169=0

E30117=0

G77 N7020 N7025 S6 (NB DENTS)

G79 N6030

N7020

L100=0 L101=0 L102=0 L103=0

L169=L169+1

E30117=E30117+1

L170=0

E30118=0

G77 N8020 N8023 S1 (NB PASSES)

N7021

L0=-60+L0

G0 G59 X0 Y0 Z0 AL0

N7025

N8020

L100=L100+0 L101=L101+0 L102=L102+0 L103=L103+0 L108=L103+L0

G59 XL100 YL101 ZL102 AL108

G77 N10012 N10022

N8023

N6030

N6034 E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0 E67001=0

G79 L191<1 N2000

(SETWHEEL)

(&W 310)

L111=6 (CHARGER MEULE POSTE 6)

G79 L111=E40001 N6535

M5 M64 G53

G90 G0

G52 X350

G52 Y150 Z150 B0

M239 (ARROSAGE)

G4 F0.5

(SETWHEEL)

(&W 310)

(&I)

G77 H32

(&J)

G54

N6535

(SETWHEEL)

(&W 310)

M221 G4 F0.1

M232 G4 F0.1

M233 G4 F0.1

M234 G4 F0.1

(ARROSAGE)

(&I ROTATION\_MEULE)

G97 S6301 M4 M64 M40 G4 F3.1 (Meule No 310, Poste No 06)

(&J FIN ROTATION\_MEULE)

G77 N9200 N9201 (OPERATION 2)

(METH.:R, Pr.PASSE:-, CYCLE:-, Meule:310)

\$ DOS EN PERIPH

E30120=2 E30117=0 E30118=0 E30119=0 E30116=0 E30122=6 E30123=1 E30124=1  
E30127=0

L191=0

E30119=0

N2200

L191=L191+1

E30119=E30119+1

G79 L191=1 N2201

G79 N2399

N2201

L110=0 L111=-0.4 L112=-1.5 L113=0

G79 N2399

N2399

N6039 E60001=L177\*1000 E61001=L178\*1000

E60001=L110\*1000+E60001

E61001=L111\*1000+E61001

E62001=L112\*1000+E62001 E66001=L113\*1000+E66001

G90 G0 G52 XE70000 YE71000 ZE72000 AE76000

N6040

L0=0+L104

G59 AL0

N6041

L169=0

E30117=0

G77 N7040 N7045 S6 (NB DENTS)

N6042 G79 N6050

N7040

L102=0

L169=L169+1

E30117=E30117+1

L170=0

E30118=0

G77 N8040 N8041 S1 (NB PASSES)

N7041

L0=-60+L0

G0 G59 AL0

G59 Y0

N7045

N8040 L102=L102+0

G59 YL102

N8041 G77 N10032 N10042 S1

N6050

N6052 X238.658 Z36.863 B0

N6054 E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0 E67001=0

G79 L191<1 N2200

(SETWHEEL)

(&W 276)

L111=5 (CHARGER MEULE POSTE 5)

G79 L111=E40001 N6555

M5 M64 G53

G90 G0

G52 X350

G52 Y150 Z150 B0

M239 (ARROSAGE)

G4 F0.5

(SETWHEEL)

(&W 276)

(&I )

G77 H32

(&J )

G54

N6555

(SETWHEEL)

(&W 276)

M221 G4 F0.1

M232 G4 F0.1

M233 G4 F0.1

M234 G4 F0.1

(ARROSAGE)

(&I ROTATION\_MEULE)

G97 S6143 M4 M64 M40 G4 F3 (Meule No 276, Poste No 05)

(&J FIN ROTATION\_MEULE)

G77 N9200 N9201 (OPERATION 3)

(METH.:A, Pr.PASSE:D, CYCLE:-, Meule:276)

\$ GOUJURE EN BOUT

E30120=3 E30117=0 E30118=0 E30119=0 E30116=0 E30122=6 E30123=1 E30124=1  
E30127=0

L191=0

E30119=0

N2400

L191=L191+1

E30119=E30119+1

G79 L191=1 N2401

G79 N2599

N2401

L110=-0.5 L111=0 L112=0 L113=20

G79 N2599

N2599

N6057

L0=0+L104

G59 AL0

N6058 E60001=L177+L174\*1000 E62001=L182\*1000 E66001=L176\*5.73+0\*1000

E60001=L110\*1000+E60001 E61001=L111\*1000+E61001 E62001=L112\*1000+E62001  
E66001=L113\*1000+E66001

G90 G0 G52 XE70000 YE71000 ZE72000 AE76000

N6059 G0 X212.508

N6060 Y 20.517 Z 36.863 A 442.577 B 0

N6061 L1=0

L169=0

E30117=0

G77 N7060 N7065 S6 (NB DENTS)

N6062 G79 N6070

N7060

L100=0

L169=L169+1

E30117=E30117+1

L170=0

E30118=0

G77 N8060 N8061 S1 (NB PASSES)

N7062 G0 L1=L1+1 L0=-60+L0

G59 AL0 X0 Y0

N7065

N8060 L100=L100+0 L103=L100\*5.73+L0

G59 AL103

N8061 G77 N10052 N10092 S1

N6070 G59 A0

N6072 X258.033 (D2)

N6073 B0

N6074 E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0 E67001=0

G79 L191<1 N2400

(SETWHEEL)

(&W 344)

L111=2 (CHARGER MEULE POSTE 2)

G79 L111=E40001 N6575

M5 M64 G53

G90 G0

G52 X350

G52 Y150 Z150 B0

M239 (ARROSAGE)

G4 F0.5

(SETWHEEL)

(&W 344)

(&I)

G77 H32

(&J)

G54

6575

(SETWHEEL)

(&W 344)

M221 G4 F0.1

M232 G4 F0.1

M233 G4 F0.1

M234 G4 F0.1

(ARROSAGE)

(&I ROTATION\_MEULE)

G97 S6378 M4 M64 M40 G4 F3.1 (Meule No 344, Poste No 02)

(&J FIN ROTATION\_MEULE)

G77 N9200 N9201 (OPERATION 4)

(METH.:G, Pr.PASSE:-, CYCLE:-, Meule:344)

\$ DEP.PRIM.EN PERIPH.

E30120=4 E30117=0 E30118=0 E30119=0 E30116=0 E30122=6 E30123=1 E30124=1  
E30127=0

L191=0

E30119=0

N2600

L191=L191+1

E30119=E30119+1

G79 L191=1 N2601

G79 N2799

N2601

L110=0 L111=0 L112=0.1 L113=30

G79 N2799

N2799

N6079 E60001=L177\*1000 E62001=L178\*1000

E60001=L110\*1000+E60001 E61001=L111\*1000+E61001 E62001=L112\*1000+E62001  
E66001=L113\*1000+E66001

G90 G0 G52 XE70000 YE71000 ZE72000 AE76000

N6080

L0=0+L104

G59 AL0

N6081

L169=0

E30117=0

G77 N7080 N7085 S6 (NB DENTS)

N6082 G79 N6090

N7080

L102=0

L169=L169+1

E30117=E30117+1

L170=0

E30118=0

G77 N8080 N8081 S1 (NB PASSES)

N7081

L0=-60+L0

G0 G59 AL0

G59 Z0

N7085

N8080 L102=L102+0

G59 ZL102

N8081 G77 N10102 N10112 S1

N6090

N6094 E60001=0 E61001=0 E62001=0 E66001=0 E67001=0

G79 L191<1 N2600

(SETWHEEL)

(&W 344)

(SETWHEEL)

(&W 344)

M221 G4 F0.1

M232 G4 F0.1

M233 G4 F0.1

M234 G4 F0.1

(ARROSAGE)

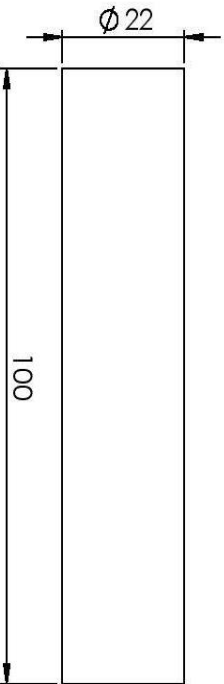
G77 N9200 N9201 (OPERATION 5)

(METH.:F, Pr.PASSE:-, CYCLE:-, Meule:344)

## La gamme d'usinage de la fraise à deux tailles :

### Sommaire :

Procédé technologique d'usinage																			
sert pour		pour produit unitaire		de rechange et acces		Total		de pièce unitaire		pour produit unitaire									
code de produit		code de pièce		procédé technologique		Fraise 2 taille		Feuille 1 de 1 Feuilles											
XC45_W18		Q402.03-14-D19																	
Durée		catégorie		Code		dimension à débiter		Nb pce d'une ébauche		poids en KG		poids pce unité en Kg		poids pr produit unité en KG					
Désignation d'opération										Désignation d'opération									
No De série		No Opéra		No De série		No Opéra													
1	1	1	1	15	15														
2	2	2	2	16	16														
3	3	3	3	17	17														
4	4	4	4	18	18														
5	5	5	5																
6	6	6	6																
7	7	7	7																
8	8	8	8																
9	9	9	9																
10	10	10	10																
11	11	11	11																
12	12	12	12																
13	13	13	13																
14	14	14	14																

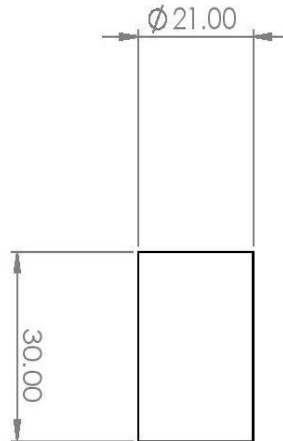
Fiche d'opération d'usinage		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Designation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles
		<b>XC 45</b>	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	01	
N°op.	Description	d'opération	Outil	couplant	Jauge	Jauge
1	Débitage		Scie			
						
<b>Equipement</b>						
Nom : Machine à scier ultradiam Type : TR 370 AP CNC Spécif. : Capac. :						
Designation et repère de porte-pièce et d'estampe Porte - Pièce						
Outil et matière auxiliaires						
Nb pce fab. pour 1 fois Mode de refroidis.						



Fiche d'opération d'usinage		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles
		W 18	Q402.03-1A-D19	Fraise	03	
		<b>Equipement</b> Nom : Machine à scier ultradram Type : TR 370 AP CNC Spécif. : Capac. : Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe :				
		Porte - Pièce Outil et matière auxiliaires				
		Nb pec fab. pour 1 fois Mode de refroidis.				
N°op.	Description	d'opération	Outil coupant	Jauge	Jauge	Jauge
1	Débitage		Scie			

Technical drawing showing a rectangular workpiece with a diameter of  $\varnothing 22.00$  and a length of 30.00.

Fiche d'opération d'usinage		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles
		<b>W 18</b>	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	04	
N°op.	Description	d'opération	Outil	Jauge	Equipement	
					Nom	tour de précision
					Type	C616A-1
					Spécif.	320*750
					Capac.	
					Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe	
					Porte - Pièce	
					Outil et matière auxiliaires	
					Nb pee fab. pour 1 fois Mode de refroidis.	
1	Chariotage et dressage		Outil à dresser	piéd à coulisse muni d'une jauge de diamètre		Jauge

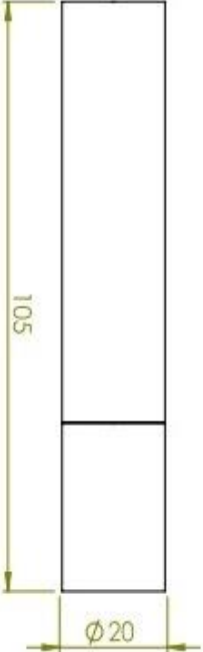


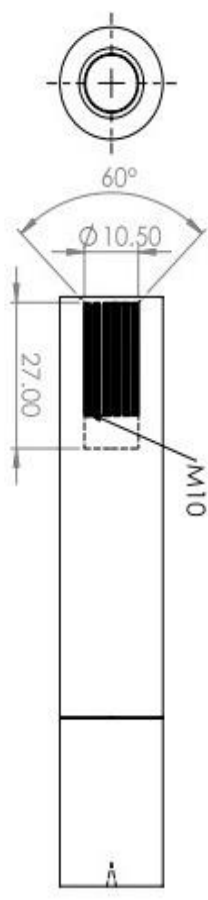
Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles	
		Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)		05	N°24	
N°op.	Description	d'opération	Outil	coupant	Jauge	Equipement	
						Nom	Machine soudage
						Type	BUT WELDER
						Spécif.	75KVVA
						Capac.	370V
						Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe	
						Porte - Pièce	
						Outil et matière auxiliaires	
						Nb pec. fab. pour 1 fois	
						Méth. de retravaux	
						Jauge	
1	Soudage en bout						

Technical drawing of a cylindrical part with a diameter of 21.00 and a length of 105.00. The drawing shows a central section with a blue hatched area labeled 'pièce02' and a top section labeled 'pièce01'.



Fiche d'opération d'usinage (assemblage)			Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Designation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles								
			XCA5 W18	Q402.03-1-A-D19	Pièce 01 (Fraise)	07	N°24								
N°op.	Description	d'opération	Outil	couplant	Jauge	Jauge									
1	Chariotage (Ø 20 mm)		outil iso02R1616P20		pied à coulisse muni d'une jauge de diamètre										
2	Dressage (dressage soudage en bout)		//												
					<p>Nb pec fab. pour 1 fois Moule de refroidis.</p>										
			<p>Equipement</p> <table border="1"> <tr> <td>Nom</td> <td>tour parallele</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>C616-1</td> </tr> <tr> <td>Spécif.</td> <td>320*750</td> </tr> <tr> <td>Capac.</td> <td></td> </tr> </table>		Nom	tour parallele	Type	C616-1	Spécif.	320*750	Capac.		<p>Designation et repère de porte-pièce et d'estampe</p>		
Nom	tour parallele														
Type	C616-1														
Spécif.	320*750														
Capac.															
			<p>Porte - Pièce</p>												
			<p>Outil et matière auxiliaires</p>												

Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles																
		XC45 W18	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	08																	
<b>N°24</b>																						
																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Equipement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nom</td> <td>tour parallèle</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>C616-1</td> </tr> <tr> <td>Spécif.</td> <td>320*750</td> </tr> <tr> <td>Capac.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Porte - Pièce</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Outil et matière auxiliaires</td> </tr> </tbody> </table>							Equipement		Nom	tour parallèle	Type	C616-1	Spécif.	320*750	Capac.		Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe		Porte - Pièce		Outil et matière auxiliaires	
Equipement																						
Nom	tour parallèle																					
Type	C616-1																					
Spécif.	320*750																					
Capac.																						
Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe																						
Porte - Pièce																						
Outil et matière auxiliaires																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nb pec fab. pour 1 fois</th> <th colspan="2">Mode de refroidis.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Nb pec fab. pour 1 fois		Mode de refroidis.													
Nb pec fab. pour 1 fois		Mode de refroidis.																				
N°op.	Description	d'opération	Outil coupant	Jauge	Jauge																	
1	centrage		foret a centrer	<p> pied à coulisse  muni d'une  jauge de  diamètre</p>																		
2	taraudage		taraud M10																			
3	chanfreinage 1x45°																					
4	chanfreinage Ø6mm																					
5	ébouchage de cone morse N02																					
6	perçage Ø8.5mm sur la longueur 30mm																					

Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles
		XC45 W18	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	09	
		<b>Equipement</b> Nom : tour CNC Type : smart - 8 - 225 Spécif. : Capac. : Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe :				
		Porte - Pièce Outil et matière auxiliaires				
		Nb pec fab. pour 1 fois Mode de refroidis.				
N°op.	Description d'opération	Outil	couplant	Jauge	Jauge	
1	Chariotage	T4		piéd à coulisse muni d'une jauge de diamètre		

Technical drawing of a turned part with the following dimensions and features:

- Outer diameter:  $\varnothing 20.00$
- Inner diameter:  $\varnothing 16.00$
- Shoulder diameter:  $\varnothing 17.98$
- Bottom diameter:  $\varnothing 14.58$
- Shoulder length: 1.00
- Chamfer angle:  $45^\circ$
- Chamfer radius: R1

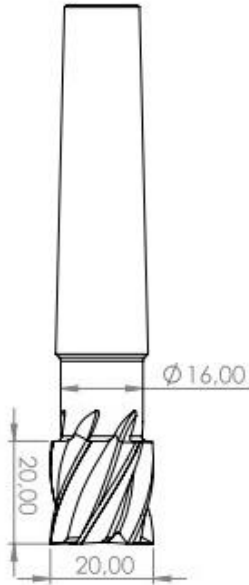
Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Designation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles																																																								
		XC45 W18	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	10																																																									
<b>NOTE</b> Exécuter suivant le réglage technologique de traitement thermique																																																														
N°op.	Description	d'opération	Outil	couplant	Jauge	Jauge																																																								
1	HRC 63 - 66 (W18Cr4V)																																																													
2	HRC 30 - 40 (45)																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>Equipement</b></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Nom</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Type</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Spécif.</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Capac.</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Designation et repère de porte-pièce et d'estampe</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">Porte - Pièce</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">Outil et matière auxiliaires</td> </tr> </table>							<b>Equipement</b>							Nom							Type							Spécif.							Capac.							Designation et repère de porte-pièce et d'estampe							Porte - Pièce							Outil et matière auxiliaires						
<b>Equipement</b>																																																														
Nom																																																														
Type																																																														
Spécif.																																																														
Capac.																																																														
Designation et repère de porte-pièce et d'estampe																																																														
Porte - Pièce																																																														
Outil et matière auxiliaires																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="7">Nb. pce fab. pour 1 fois</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Mode de refroidis.</td> </tr> </table>							Nb. pce fab. pour 1 fois							Mode de refroidis.																																																
Nb. pce fab. pour 1 fois																																																														
Mode de refroidis.																																																														

Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles																																																																													
		XC45 W18	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	11																																																																														
<b>N°24</b>																																																																																			
<b>SABLAGE</b>																																																																																			
N°op.	Description	d'opération	Outil	couplant	Jauge	Jauge																																																																													
1	SABLAGE																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>Equipement</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nom</td> <td colspan="5">machine de sablage</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Type</td> <td colspan="5">Q2513A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Spécif.</td> <td colspan="5">1300mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Capac.</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Designation et repère de porte-pièce et d'estampe</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">Porte - Pièce</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">Outil et matière auxiliaires</td> </tr> <tr> <td colspan="7"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Nb. pce fab. pour 1 fois</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mode de refroidis.</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>							<b>Equipement</b>							Nom		machine de sablage					Type		Q2513A					Spécif.		1300mm					Capac.							Designation et repère de porte-pièce et d'estampe							Porte - Pièce							Outil et matière auxiliaires							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Nb. pce fab. pour 1 fois</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mode de refroidis.</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>							Nb. pce fab. pour 1 fois							Mode de refroidis.						
<b>Equipement</b>																																																																																			
Nom		machine de sablage																																																																																	
Type		Q2513A																																																																																	
Spécif.		1300mm																																																																																	
Capac.																																																																																			
Designation et repère de porte-pièce et d'estampe																																																																																			
Porte - Pièce																																																																																			
Outil et matière auxiliaires																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Nb. pce fab. pour 1 fois</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mode de refroidis.</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>							Nb. pce fab. pour 1 fois							Mode de refroidis.																																																																					
Nb. pce fab. pour 1 fois																																																																																			
Mode de refroidis.																																																																																			

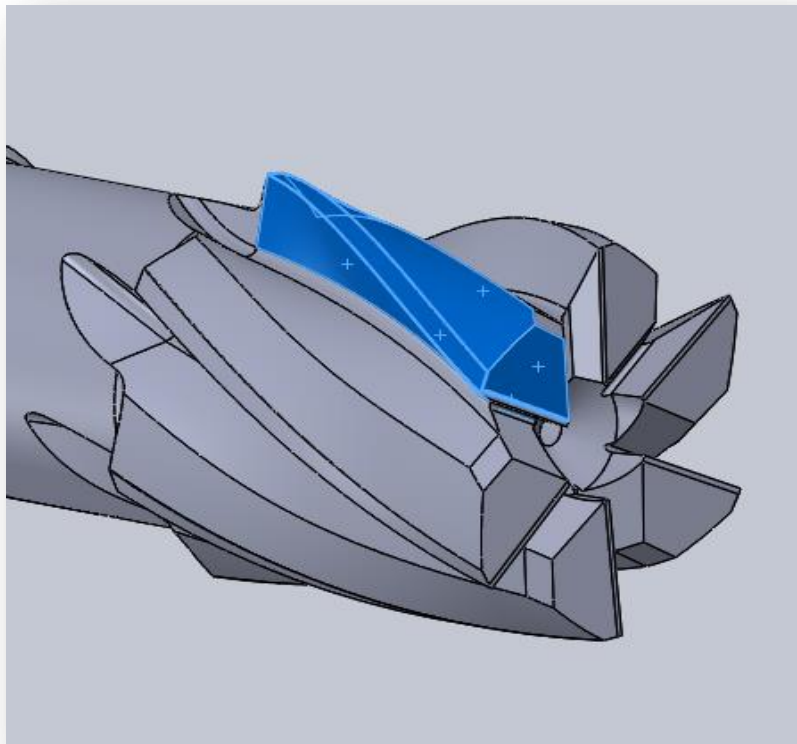
Fiche d'opération d'usinage (assemblage)		Code du produit	Code de pièce (ensemble)	Désignation de pièce (ensemble)	N° phase	Feuille 1 de 1 feuilles																
		<b>XC45 W18</b>	Q402.03-1A-D19	Pièce 01 (Fraise)	12																	
		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Equipement</th> </tr> <tr> <td>Nom</td> <td>rectifieuse extérieure</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>MMB 1420</td> </tr> <tr> <td>Spécif.</td> <td>200mm*500mm</td> </tr> <tr> <td>Capac.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Porte - Pièce</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Outil et matière auxiliaires</td> </tr> </table>					Equipement		Nom	rectifieuse extérieure	Type	MMB 1420	Spécif.	200mm*500mm	Capac.		Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe		Porte - Pièce		Outil et matière auxiliaires	
Equipement																						
Nom	rectifieuse extérieure																					
Type	MMB 1420																					
Spécif.	200mm*500mm																					
Capac.																						
Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe																						
Porte - Pièce																						
Outil et matière auxiliaires																						
		<table border="1"> <tr> <td>Nb. pec fab. pour 1 fois</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mode de refroidis.</td> <td></td> </tr> </table>					Nb. pec fab. pour 1 fois		Mode de refroidis.													
Nb. pec fab. pour 1 fois																						
Mode de refroidis.																						
N°op.	Description	d'opération	Outil coupant	Jauge	Jauge																	
1	Rectification ex de la cone morse N02		Meule cylindrique	Cone morse N02																		
2	Réctification ex de la partie active		Meule cylindrique																			



Fiche d'opération d'usinage (assemblage)			Code du produit		Code de pièce (ensemble)		Désignation de pièce (ensemble)		N° de phase		Feuille 1 de 1 feuilles																	
			XC45 W18		Q402.03-1A-D19		Pièce 01 (Fraise)		13																			
			<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Equipement</th> </tr> <tr> <td>Nom</td> <td>center d'arrivage</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>CA3+</td> </tr> <tr> <td>Spécif.</td> <td>CNC</td> </tr> <tr> <td>Capac.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Porte - Pièce</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Outil et matière auxiliaires</td> </tr> </table>										Equipement		Nom	center d'arrivage	Type	CA3+	Spécif.	CNC	Capac.		Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe		Porte - Pièce		Outil et matière auxiliaires	
Equipement																												
Nom	center d'arrivage																											
Type	CA3+																											
Spécif.	CNC																											
Capac.																												
Désignation et repère de porte-pièce et d'estampe																												
Porte - Pièce																												
Outil et matière auxiliaires																												
			Nb. pec fab. pour 1 fois		Mode de refroidis.																							
N°op.	Description	d'opération	Outil coupant	Jauge	Jauge																							
1	goujure en peripherie		Meule 342	Palmère																								
2	goujure en bout		Meule 276																									
3	dos en peripherie		Meule 310																									
4	Depouille primaire en peripherie		Meule 317																									
5	Depouille primaire en bout		Meule 317																									
6	Depouille secondaire en bout		Meule 317																									



### III.4.3.1 Simulation de la fraise à deux tailles (étude statique) :

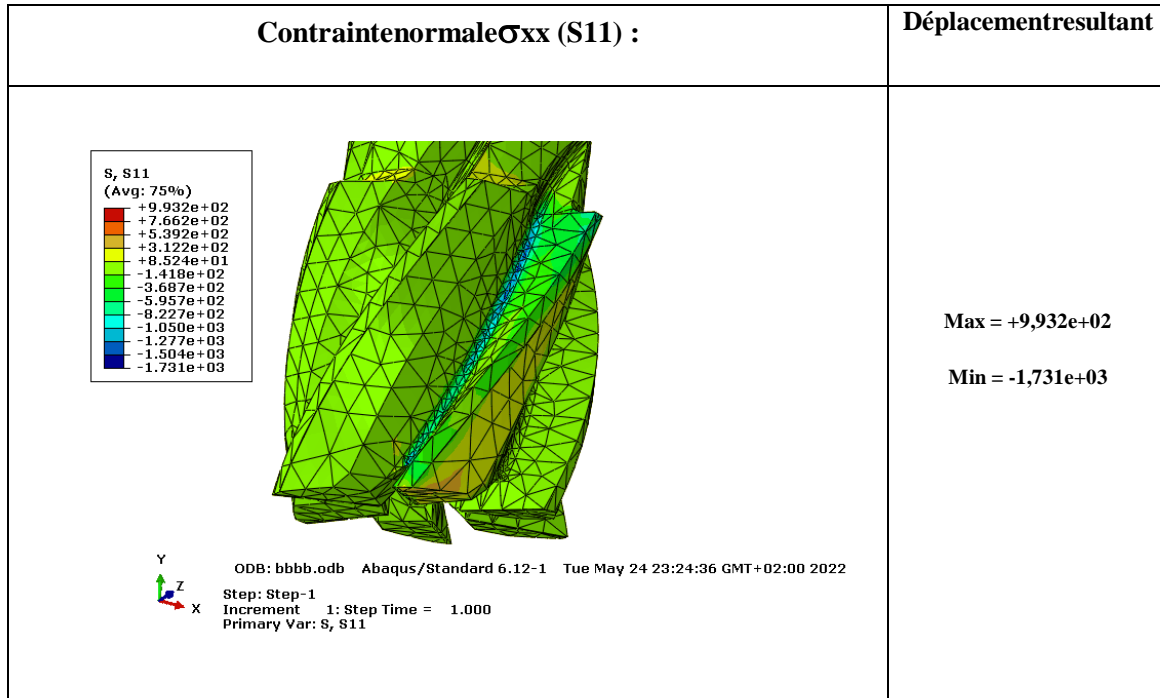


**Nom du modèle: fraise a deux tailles CONTRAINTE**

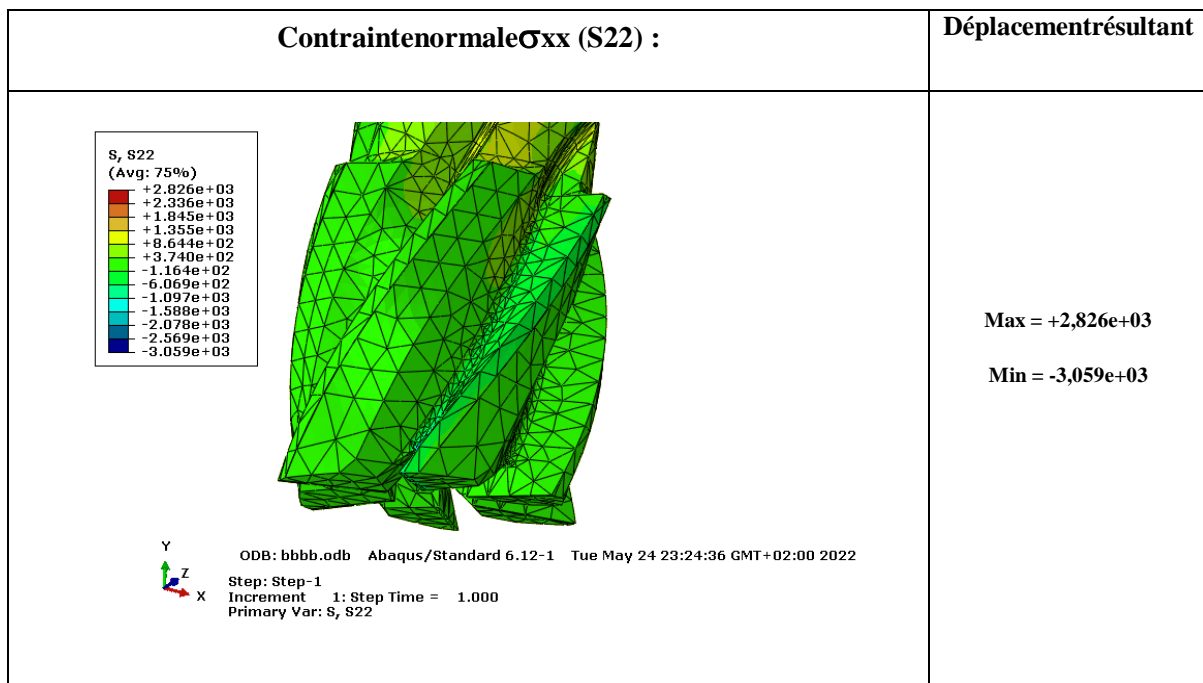
**Configuration actuelle: Défaut**

### Les contraintes normales :

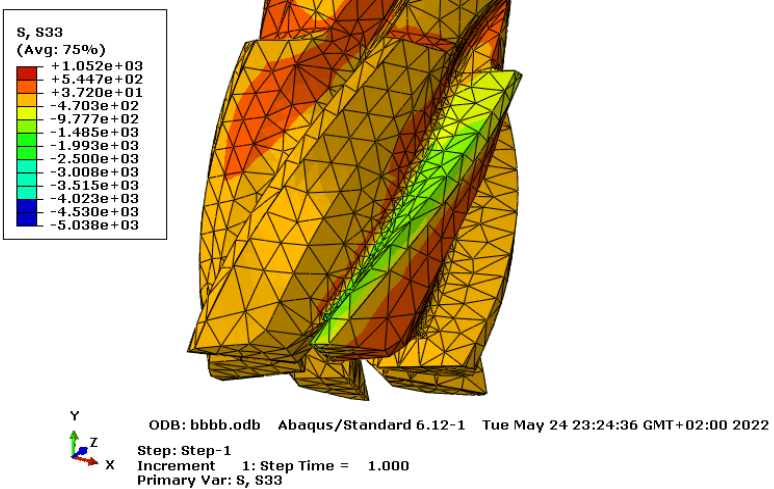
Contrainte normale  $\sigma_{xx}$  (S11) :



Contrainte normale  $\sigma_{xx}$  (S22) :

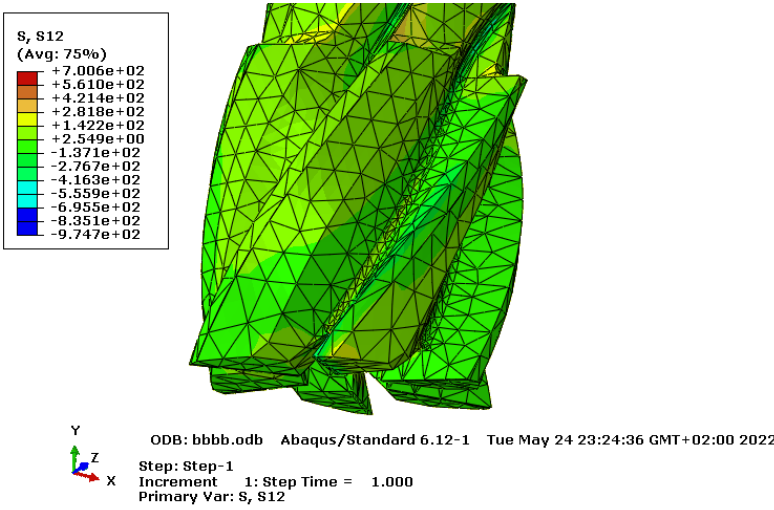


**Contrainte normale  $\sigma_{xx}$  (S33) :**

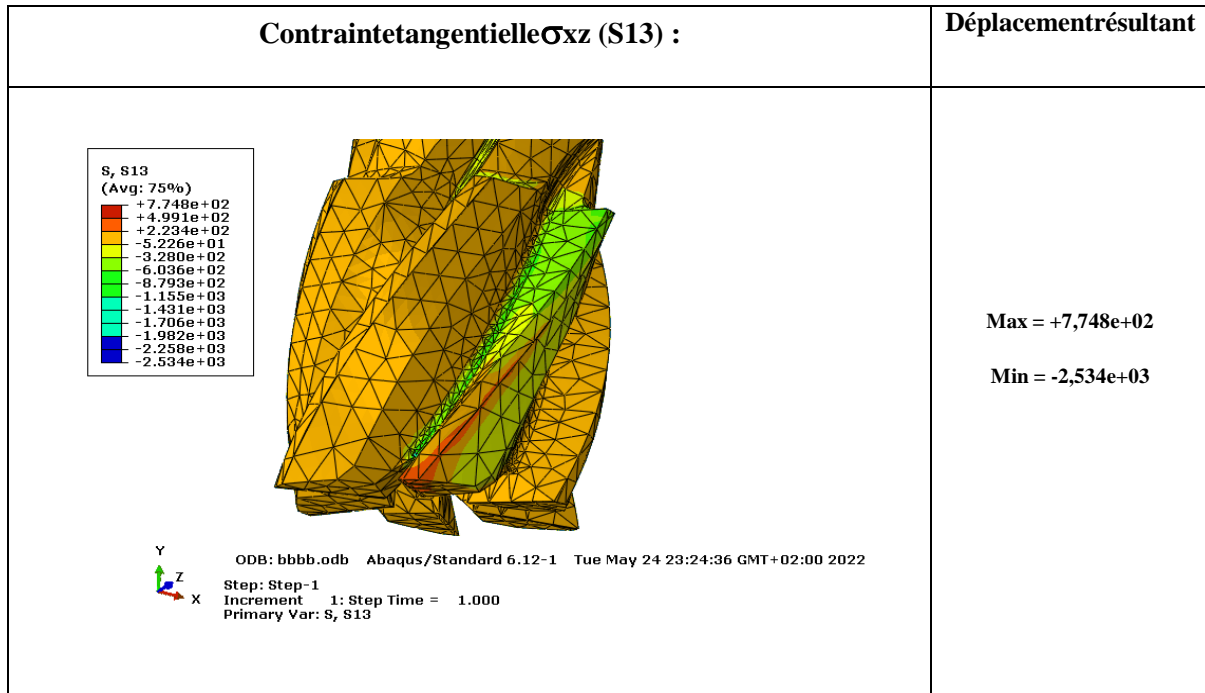
Contrainte normale $\sigma_{xx}$ (S33) :	Déplacement résultant
	<p>Max = +1,052e+03</p> <p>Min = -5,038e+03</p>

**Les contraintes tangentielles :**

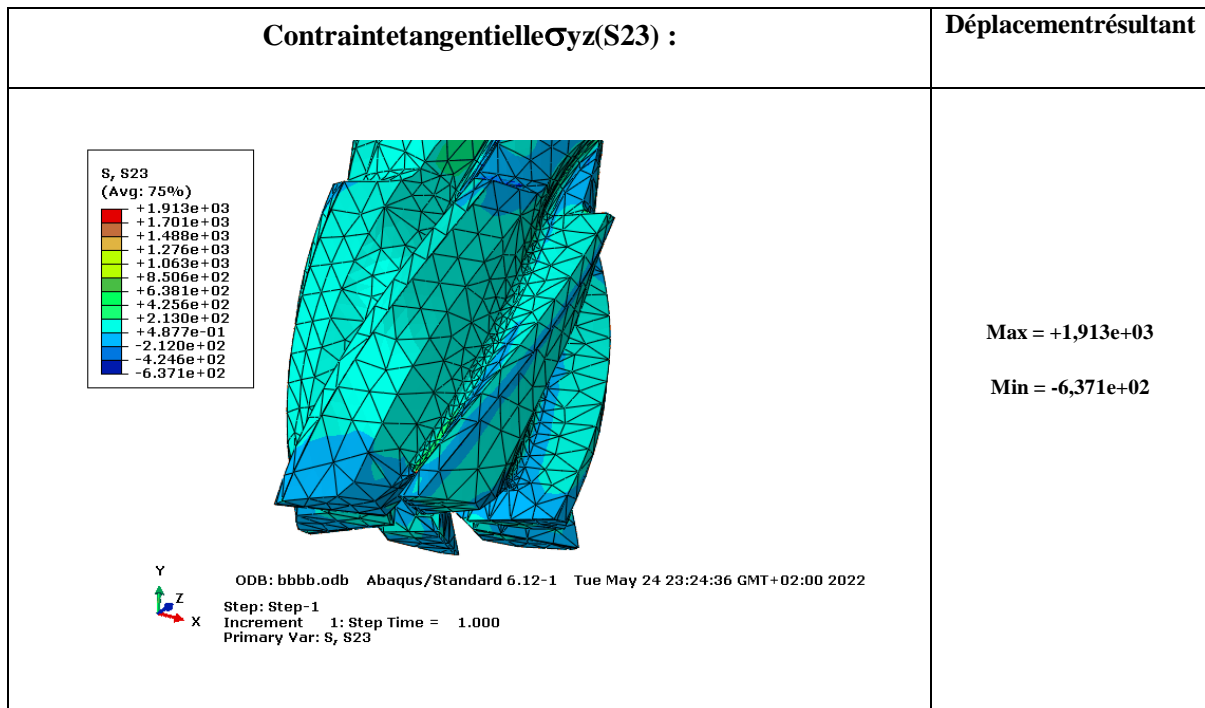
**Contrainte tangentielle  $\sigma_{xy}$  (S12) :**

Contrainte tangentielle $\sigma_{xy}$ (S12) :	Déplacement résultant
	<p>Max = +7,006e+02</p> <p>Min = -9,747e+02</p>

**Contrainte tangentielle  $\sigma_{xz}$  (S13) :**

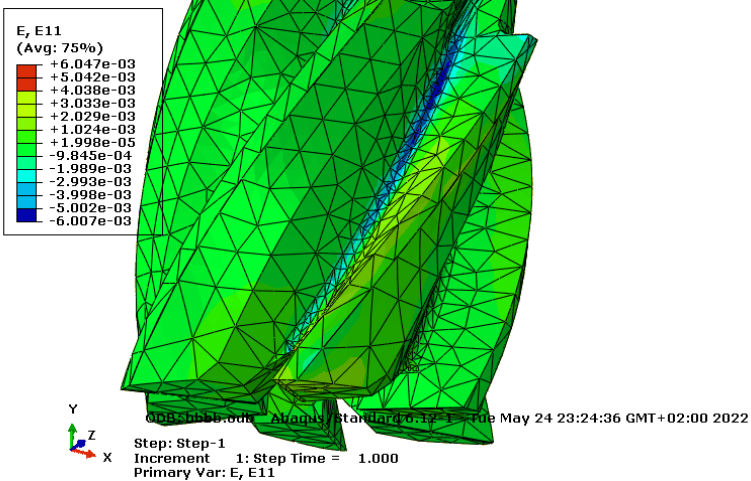


**Contrainte tangentielle  $\sigma_{yz}$ (S23) :**

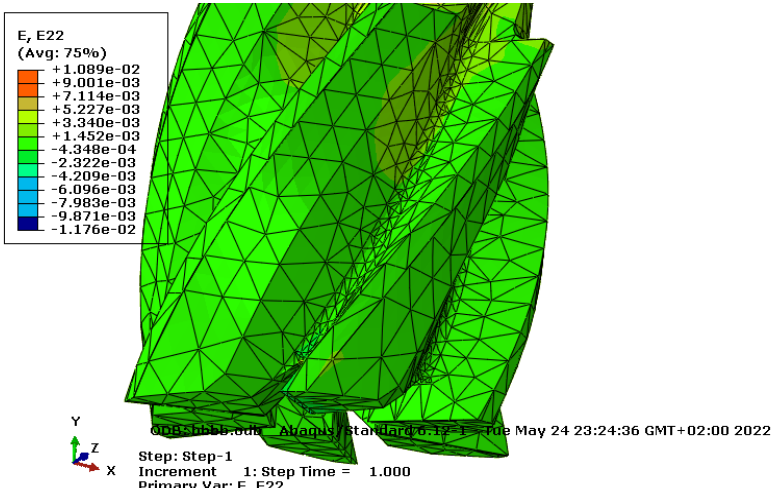


**Déformations :**

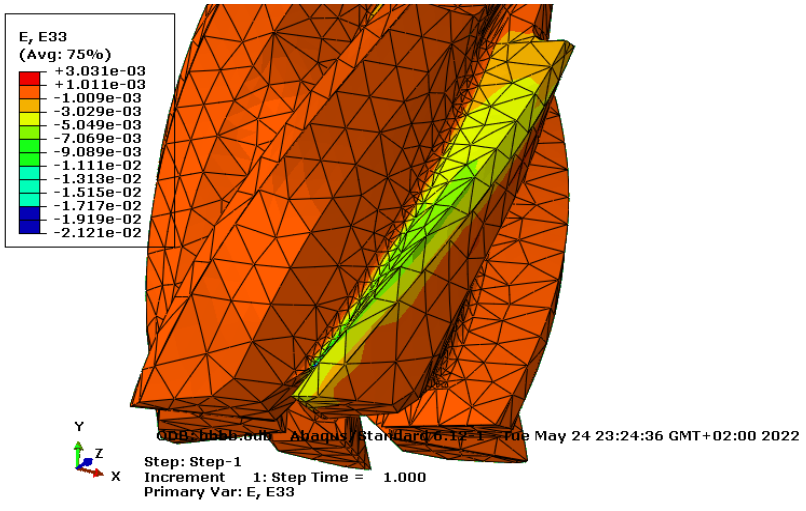
**→ Déformation  $\epsilon(11)$  :**

Déformation $\epsilon(11)$ :	Déplacement résultant
	<p><b>Max = +6,047e-03</b></p> <p><b>Min = -6,007e-03</b></p>

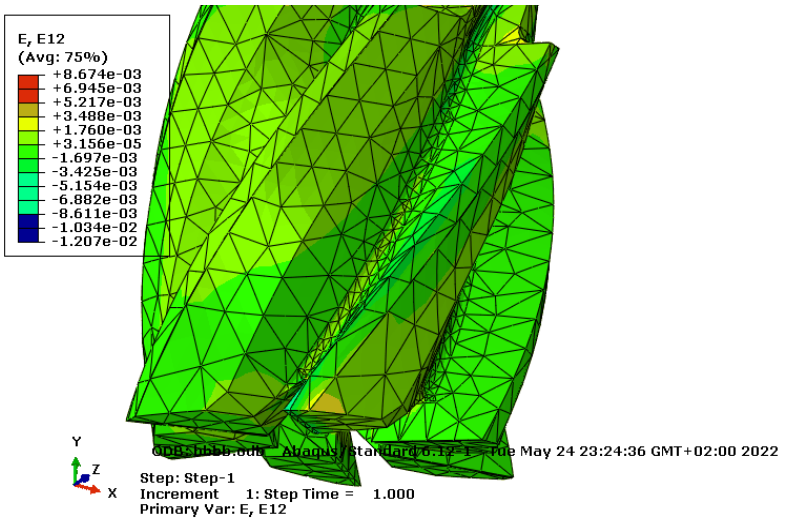
**→ Déformation  $\epsilon(22)$  :**

Déformation $\epsilon(22)$ :	Déplacement résultant
	<p><b>Max = +1,009e-02</b></p> <p><b>Min = -1,176e-02</b></p>

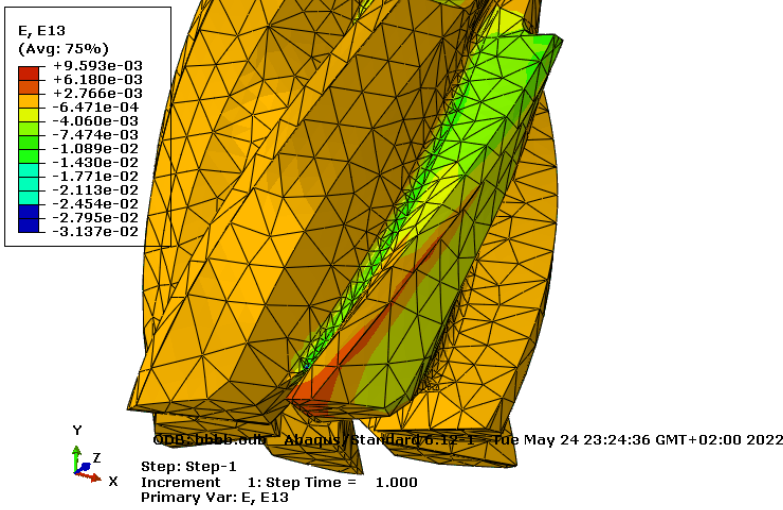
→ Déformation  $\epsilon(33)$  :

Déformation $\epsilon(33)$ :	Déplacement résultant
	<p>Max = +3,031e-03</p> <p>Min = -2,121e-02</p>

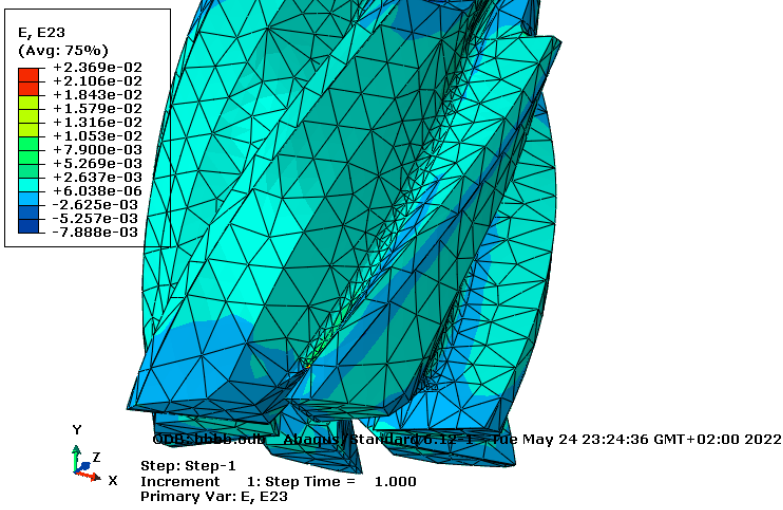
→ Déformation  $\epsilon(12)$  :

Déformation $\epsilon(12)$ :	Déplacement résultant
	<p>Max = +8,674e-03</p> <p>Min = -1,207e-02</p>

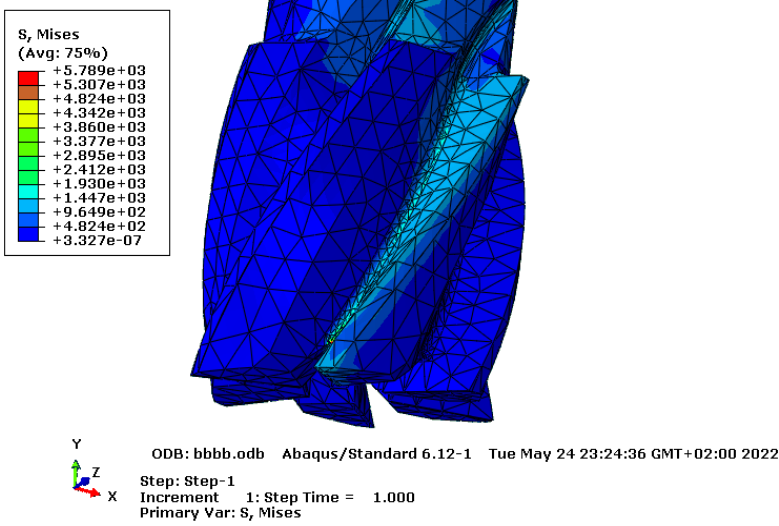
→ Déformation  $\epsilon(13)$  :

Déformation $\epsilon(13)$ :	Déplacement résultant
	<p>Max = +9,593e-03</p> <p>Min = -3,137e-02</p>

→ Déformation  $\epsilon(23)$  :

Déformation $\epsilon(23)$ :	Déplacement résultant
	<p>Max = +2,369e-02</p> <p>Min = -7,888e-03</p>

**Contrainte Von. Mises : (VM)**

Contrainte Von Mises : (VM)	Déplacement résultant
 <p> <b>S, Mises</b>  <b>(Avg: 75%)</b>            +5.789e+03            +5.307e+03            +4.824e+03            +4.342e+03            +3.860e+03            +3.377e+03            +2.895e+03            +2.412e+03            +1.930e+03            +1.447e+03            +9.649e+02            +4.824e+02            +3.327e-07         </p> <p>           ODB: bbbb.odb Abaqus/Standard 6.12-1 Tue May 24 23:24:36 GMT+02:00 2022            Step: Step-1            Increment 1: Step Time = 1.000            Primary Var: S, Mises         </p>	<p><b>Max = +5,789e+03</b></p> <p><b>Min = +3,327e-07</b></p>

# Conclusion

## *Conclusion générale*

---

L'apparition de l'usinage par enlèvement de copeaux, le secteur de la machine-outil a tourné une page de son histoire. Les pièces sont désormais usinées très rapidement, avec une précision toujours croissante. Seulement, l'usinage ne représente que 15% du temps total de production. Changement d'outils, acheminement de la pièce, etc...

Pour une performance maximale, l'usinage doit prendre en compte non seulement le temps d'usinage proprement dit (temps copeaux), mais également, et surtout, le temps hors d'usinage, qui représente à lui les 85% restants du temps de cycle total de production .

C'est pourquoi on essaye d'obtenir maintenant des pièces qui ne nécessitent pas d'usinage. Cela est possible avec les plastiques, mais les qualités techniques : résistance à la chaleur ou limite élastique sont encore loin d'égaliser celles de l'acier des alliages d'aluminium.

Actuellement parmi tous les axes de recherche en fabrication, on peut citer le processus de fabrication par enlèvement de copeaux qui offrent une grande importance dans la gamme d'usinage. La pièce usinée par enlèvement de matière est d'une précision supérieure. Tout d'abord les efforts de coupe sont réduits. Donc, la pièce subit moins de déformation. Ensuite les calories sont dissipées dans les copeaux avant d'avoir le temps de pénétrer dans la pièce. Moins de sollicitation en température, la pièce conserve sa stabilité dimensionnelle originale.

# Références

- [1] L. Rimbaud, G.Layes, J.Moulin, Guide pratique de l'usinage (tournage, fraisage).
- [2] André Chevalier, Guide du dessinateur industriel (chevalier).
- [3] R.Butin, M. Pinot, «Fabrication Mécanique Technologie, Tome 3» .
- [4] Gilles Prod'Homme, « Commande Numérique des Machines-Outils»,  
Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Mécanique, B 7130.
- [5] Sandvik-Coromant, «Fraisage », Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Mécanique,  
BM 7 082, 1997.
- [6] Jean-Pierre Cordebois, coll, «Fabrication par Usinage», DUNOD, 2003.
- [7] H.Longeot, L.Jourdan, Construction industrielle.
- [8] SwissMechanic, 4<sup>e</sup> édition-juin 2009 Version pour apprenant, n°d'art.21104f.
- [9] G.Sabatier, F.Ragusta, H.Antz, Manuel de technologie mécanique.
- [10] SolidWorks Education, Conception mécanique et technologie.
- [11] Éric Felder, Procédés d'usinage.
- [12] A.Chevalier, J.Bohan,A.Molina Guide pratique de l'usinage (tournage, fraisage).
- [13] P.Boudrie, La coupe des métaux version n°5 octobre 2004.
- [14] A.Maurel-Pantel, Etude expérimentale et modélisation par EM du procédé de  
fraisage 2009.
- [15] J.L.Jouret, Edition SOMAB NUM 1060 programmation.
- [16] A.Passeron,Techniques d'ingénieur, tournage.
- [17] Y. Altintas, Manufacturing Automation, Metal Cutting Mechanics, Machine Tool  
Vibrations and CNC Design, Cambridge University Press, 2000.
- [18] S. Engin, Y. Altintas, Mechanics and Dynamics of General Milling Cutters. Part  
II: Inserted Cutters, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol.  
41, pp. 2195-2212, 2001.
- [19] S.HwanSuh, S.Kyoon Kang, Dae-Hyuk Chung, Theory and design of CNC  
Systems.
- [20] Graham T.Smith, CNC machining technology 1design, Development and CIM  
Stratégies.
- [21] Y.Altintas (University of British Columbia), Manufacturing Automation  
Second Edition, Metal cutting mechanics, Machine tool vibration, and CNC design.

## Résumé :

La conception et la fabrication des pièces mécaniques est une activité qui pose de sérieux problèmes aux entreprises concernées, car elles doivent concevoir et usiner les produits dans les plus brefs délais avec des coûts de plus en plus bas.

La conception d'une fraise deux taille effectuée dans notre étude a été confirmée aux différents tests pour une utilisation ultérieure.

La simulation des différentes contraintes sur la pièce renseigne que la fraise a deux taille fabriquée résiste d'une façon très convenable dans les situations normales.

ملخص :

يُعد تصميم وتصنيع الأجزاء الميكانيكية نشاطاً بطرح مشكلات عويصة للشركات المعنية ، حيث يتعين عليها تصميم المنتجات وتصنيعها في أقصر وقت ممكن وبتكاليف منخفضة بشكل متزايد.

تم تأكيد تصميم الفريزة الثنائية من قطعتين والتي تم إجراؤها في دراستنا من خلال اختبارات مختلفة للاستخدام اللاحق.

تشير محاكاة الضغوط المختلفة على القطعة أن الفريزة السالف ذكرها تقاوم بطريقة مناسبة جداً هذه الضغوطات في المواقف العادية.