

1 RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA



FACULTÉ DE TECHNOLOGIE



DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : FABRICATION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

NOM PRÉNOM : IKKEN YOUVA

NOM PRÉNOM : IDJEDARENE SALIM

Thème :

**Fabrication de mâchoires de pince de prise bouteille
en plastique pour remplisseuse de détergents**

Soutenu le 06/07/ 2021 devant le jury composé de :

Mme ADJAUDI	Présidente
Mr BELAMRI	Rapporteur
Mr OURARI	Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2022-2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Populaire et Démocratique Algérienne République
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur

Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 Décembre 2020()*

fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom :

Prénom :

Matricule :

Spécialité et/ou Option :

Département :

Faculté :

Année universitaire :/.....

et chargé de préparer un mémoire de (*Licence, Master, Autres à préciser*) :

Intitulé :

.....

Déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le/...../.....

Signature de l'intéressé

(*) *Lu et approuvé*

.....

..

Remerciements

Nous commencerons par remercier et rendre grâce à Allah le tout puissant pour nous avoir donné le courage, la santé et le courage pour mener à terme notre travail.

Nous tenons à remercier notre encadrant M BELAMRI ABDELLATIF pour son aide.

Nous ne manquons surtout pas de remercier Mr METHIA pour son soutien.

Nous exprimons notre gratitude et notre reconnaissance à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation et département « GM » et à toute la promotion,

Ainsi qu'à nos familles et nos ami(e)s qui nous ont soutenus depuis le début

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui nous font l'honneur de juger ce modeste travail.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici nos sincères reconnaissances.



I. Youva & I. Salim -

Dédicace

*Je tiens à dédier cet humble travail à :
A ma tendre mère et mon très cher père*

Ma sœur Nawal

*Mes 3 frères Riad il m'a beaucoup aidé et Sofiane et
Hakim*

Mon cher oncle Kadji Belaid

Mon voisin Daoud Azrou

Mes chères amis Ryma et Micha et Arezki et Ali

Mon cher binôme Salim

 *- I. Youva -*

Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux
qui me sont chers,*

A MA CHÈRE MÈRE

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon
amour éternel et ma considération pour les sacrifices que
vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.
Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous
me portez depuis mon enfance et j'espère que votre
bénédictioin m'accompagne toujours. Que ce modeste
travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le
fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très
Haut,*

Vous accordez santé, bonheur et longue vie.

A LA MEMOIRE DE MON PÈRE

*Ce travail est dédié à mon père, décédé trop tôt, qui m'a
toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du
monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble
geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils
qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le
tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !*

 - I.Salim -

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Nomenclature

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction Générale..... 1

Chapitre I

Généralités sur l'usinage par voie conventionnelles et par voie numérique

Introduction	3
I.1. Définition de l'usinage	3
I.2. Histoire de (tour et fraiseuse) conventionnelles	3
I.2.1. Tour conventionnel	3
I.2.2. Fraiseuse conventionnelle	4
I.3. Le tournage conventionnel	5
I.3.1. Définition	5
I.3.2. Paramètres de coupe.....	5
A. Vitesse de coupe (V_c).....	5
B. Vitesse d'avance V_f et avance par tour f.....	6
C. Profondeur de passe (AP)	7
I.3.3. Les avantages du tournage conventionnel.....	7
I.3.4. Les inconvénients du tournage conventionnel	8
I.4. Le fraisage conventionnel	9
I.4.1. Définition	9
I.4.2. Les paramètres de coupe	9
A. Vitesse de coupe (V_C).....	9
B. Vitesse d'avance (V_f).....	10
I.4.3. Les avantages de fraiseuse	11
I.4.3.1. Polyvalence	11
I.4.3.2. Précision.....	11
I.4.3.3. Productivité élevée	11
I.4.4. Les inconvénients de fraiseuse.....	11
I.4.5. Coût élevé.....	12
I.4.5.1. Encombrement	12

Sommaire

I.4.5.2. Complexité d'utilisation	12
I.5. Les machines à commande numérique.....	12
I.5.1. Définition de la machine à commande numérique.....	12
I.5.2. Histoire de la CNC	13
I.5.3. Etat de l'art de machine-outil à commande numérique.....	13
I.5.4. Les avantages de la CN	16
A. Automaticité	16
B. Flexibilité.....	16
C. Sécurité	17
I.5.5. Les inconvénients de MOCN	18
I.5.6. Domain d'utilisation de MOCN.....	18
I.6. Comparaison entre MO conventionnelles et MOCN	18
Conclusion.....	19

Chapitre II

Description des mâchoires de pince de prise bouteille en plastique et des matériaux de fabrication : (des pinces de préhensions de bouteilles)

Introduction	21
II.1. Les mâchoires de pince de prise de bouteilles	21
II.1.1. Définition de mâchoires de pince de prise bouteilles en plastique	21
II.1.2. L'histoire des mâchoires de pince de prise bouteilles en plastique	21
II.2. Matériaux utilisés.....	22
II.2.1. Choix du matériau.....	22
II.2.2. Choix de l'alliage.....	23
II.2.2.1. L'aluminium 2017A.....	23
II.2.2.2. Caractéristiques de l'Aluminium 2017A	23
Conclusion.....	24

Chapitre III

Description des gammes de fabrication

Introduction	26
III.1. Par voie conventionnelle	26
III.1.1. Tournage conventionnel	26
III.1.2. Fraisage conventionnel.....	27
III.2. Par voie numérique.....	27
III.2.1. Phases de conception assistée par ordinateur (CAO)	27

Sommaire

A. Définition.....	27
B. Etapes de conception de la pièce sur SolidWorks	28
III.2.2. Phases de fabrication assistée par ordinateur (FAO).....	28
A. Définition.....	28
B. Etapes de fabrication de la pièce avec VisualCam	29
III.2.3. Fraiseuse numérique emco concept mill 55	31
III.2.4. Le choix de l'outil de coupe	32
III.2.5. Simulations et résultats des différentes stratégies d'ébauche et de finition	34
III.2.5.1. Pour la phase 1 de la première face	34
III.2.5.1.1. Simulation des stratégies d'ébauche.....	34
A. Stratégie offset mixed	34
B. Stratégies offset spiral clim (down cut)	34
C. Stratégies linéaire mixed.....	35
D. Stratégies spiral clim (down cut)	35
E. Stratégies radial mixed.....	36
F. Stratégies high speed clim (down cut)	36
III.2.5.1.2. Parallel finichn (mixed).....	37
A. Simulation de la stratégie de Parallel finichn (mixed).....	37
B. Simulation de la stratégie de Parallel finichn climb (down cut).....	37
III.2.5.2. Pour la phase 2 de la première face	38
III.2.5.2.1. Simulation des stratégies d'ébauche.....	38
A. Stratégie offset mixed	38
B. Stratégie offset spiral clim (down cut).....	38
C. Stratégie linear mixed	39
D. Stratégie liniar climb (down cut)	39
E. Stratégie high speed	40
F. Stratégie radial mixed.....	40
III.2.5.2.2. Simulation de la stratégie de finition mixed.....	41
III.2.5.3. Pour la deuxième face	41
III.2.5.3.1. Simulation des stratégies d'ébauche.....	41
A. Horizontal roughing offset mixed.....	41
B. Offset spiral Linear climb (down cut).....	42
C. Linear climb (down cut).....	42
D. Spiral climb (down cut)	43

Sommaire

E. Radial mixed	43
F. High speed climb (down cut)	44
III.2.5.3.2. Simulation de la stratégie de finition mixed	44
III.2.5.4. Simulation de la stratégie de perçage (drill)	45
III.2.6. Choix de la stratégie d'ébauche	45
III.2.7. Génération des programmes d'usinage	46
III.2.7.1. Les fichiers G-code	46
III.2.7.2. Le fonctionnement du G-Code Le principe est simple	46
III.2.8. Programmes d'usinage	49
III.2.8.1. Première face	49
A. Ebauche Partie 1	49
B. Finition Partie 1	50
C. Ebauche Partie 2	51
D. Finition Partie 2	52
III.2.8.2. Deuxième face	53
A. Ebauche Deuxième face	53
B. Finition Deuxième face	54
III.2.9. Perçage	55
Conclusion	55

Chapitre IV

Résultats d'usinages et comparaison des méthodes

Introduction	57
IV.1. Résultats d'usinage par voie conventionnelle	57
IV.2. Résultats d'usinage par MOCN	62
IV.3. Comparaison des méthodes d'usinage	63
IV.4. Point de vue qualité d'usinage	63
IV.5. Mise en plan de la mâchoire de pince	65
Conclusion	65
Conclusion Générale	66
Références bibliographiques	68
Annexes	71

Nomenclature

Nomenclature

Symboles	Définition	Unité (SI)
V_c	Vitesse de coupe	m/min
D	Diamètre de pièce ou de l'outil.	mm
N	Vitesse de rotation ou Vitesse de broche	tr/min
V_f	Vitesse d'avance	mm/min
F	Avance par tour	mm/tr
A_p	Profondeur de passe	mm
R	Rayon	rad
F	Avance par dent	mm
Z	Nombre de dent	-
Abréviations		
MOCN	machines-outils à commande numérique	
MO	machines-outils	
CNC	Machine à commande numérique	
MIT	Massachusetts Institute of Technologie	
CFC	cubique à faces centrées	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Les différentes étapes de développement de la CN.....	15
Tableau 2: Composition chimique de certains alliages usuellement utilisés	24
Tableau 3: Normalisation Alliages aluminium 2017A	24
Tableau 4: Quelques caractéristiques des alliages d'aluminium	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5: Capacité de la machine mill 55	33
Tableau 6: Tableau comparatifs de point de vue temps et coût d'usinage.....	45
Tableau 7: Les fichiers G-code	48
Tableau 8: Résultats d'usinage de la pièce par Tour conventionnel	57
Tableau 9: Résultats d'usinage de la pièce par Fraiseuse conventionnelle.....	59
Tableau 10: Résultats d'usinage de la pièce par MOCN	62
Tableau 11: Comparaison des méthodes d'usinage de la pièce en fonction du temps d'usinage et de l'état de surface	63
Tableau 12: Point de vue qualité d'usinage	63

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1 : Un tour en 1911, type de machine-outil utilisée pour fabriquer d'autres machines	5
Figure 2 : La première fraiseuse en 1818	5
Figure 3 : Tour conventionnelle	5
Figure 4 : Présentation de vitesse de coupe.....	6
Figure 5 : Présentation vitesse d'avance [9].....	7
Figure 6 : Profondeur de passe [9]	7
Figure 7 : Fraiseuse conventionnelle.....	9
Figure 8 : La vitesse de coupe [12]	10
Figure 9 : L'avance [12].....	11
Figure 10 : Première MOCN en 1952	15
Figure 11 : Productivité comparée de diverses machines en fonction de leur degré d'automatisation	19
Figure 12 : Pièce finie sur SolidWorks.....	28
Figure 13 : Cotations de la pièce réalisée avec SoliWorks	28
Figure 14 : Nouveau document solidworks.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 15 : Esquisse soliworks	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Les fonctions.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17 : Arbre de création Feateure Manager.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 18 : Configuration de la machine choisit	Erreur ! Signet non défini.
Figure 19 : Définition du brut.....	29
Figure 20 : Positionnement de l'origine sur le brut.....	29
Figure 21 : Définition d'origine programme	Erreur ! Signet non défini.
Figure 22 : Définition d'outil (Flat Mill).....	30
Figure 23 : Définition de la vitesse de coupe et de l'avance par dent.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 24 : Définition de la profondeur de passe	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25 : Machine-outil emco concept mill 55 [15].....	31
Figure 26 : Caractéristiques de la machine-outil Mill 55 [15]	32
Figure 27 : Choix des vitesses de coupe en fonction de l'outil et la matière[16].....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28 : Schéma simple d'une machine à commande numérique.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures

Figure 29 : Outils ARS 4 dents de diamètre 6mm.	33
Figure 30 : Outil bombé ARS de diamètre 5 mm.....	33
Figure 31 : Parcours d'outil offset mixed.....	34
Figure 32 : Parcours d'outil offset spiral clim (down cut)	34
Figure 33 : Parcours d'outil linear mixed.....	35
Figure 34 : Parcours d'outil spiral clim (down cut)	35
Figure 35 : Parcours d'outil radial mixed.....	36
Figure 36 : Parcours d'outil high spiral clim (down cut)	36
Figure 37 : Parcours d'outil parallel finichn mixed.....	37
Figure 38 : Parcours d'outil Parallel finichn climb (down cut).....	37
Figure 39 : Parcours d'outil offset mixed.....	38
Figure 40 : Parcours d'outil offset spiral.....	38
Figure 41 : Parcours d'outil linear mixed.....	39
Figure 42 : Parcours d'outil liniar climb (down cut).....	39
Figure 43 : Parcours d'outil high speed.....	40
Figure 44 : Parcours d'outil radial mixed.....	40
Figure 45 : Parcours d'outil finition mixed	41
Figure 46 : Parcours d'outil offset mixed.....	41
Figure 47 : Parcours d'outil Linear climb (down cut).....	42
Figure 48 : Parcours d'outil Linear climb (down cut).....	42
Figure 49 : Parcours d'outil Spiral climb (down cut).....	43
Figure 50 : Parcours d'outil Radial mixed	43
Figure 51 : Parcours d'outil High speed climb (down cut)	44
Figure 52 : Parcours d'outil finition mixed	44
Figure 53 : Parcours d'outil perçage drill.....	45
Figure 54 : Mâchoire de pince.....	65

Introduction Générale

Introduction Générale

Dans le domaine de la fabrication industrielle, les machines-outils à commande numérique (MOCN) et les machines-outils multi-opérateurs (MO) jouent un rôle essentiel. Ces deux concepts représentent des avancées majeures dans la technologie des machines-outils, offrant des avantages significatifs en termes de précision, d'efficacité et de flexibilité.

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) sont des équipements automatisés utilisés pour façonner, découper et usiner différents matériaux tels que le métal, le bois, le plastique, etc. Ces machines sont contrôlées par des ordinateurs et des logiciels spécifiques qui leur permettent de réaliser des opérations complexes avec une grande précision et une répétabilité élevée. Les programmes informatiques spécialement conçus permettent de programmer les mouvements et les actions de la machine, ce qui offre une flexibilité et une automatisation accrues par rapport aux machines-outils conventionnelles.

D'autre part, les machines-outils multi-opérateurs (MO) sont des équipements conçus pour permettre à plusieurs opérateurs de travailler simultanément sur une même machine. Cette approche permet d'optimiser l'utilisation des machines-outils, de réduire les temps d'arrêt et d'accroître la productivité globale de l'atelier de fabrication.

L'objectif de ce travail consiste à réaliser une étude comparative entre les machines à commande numérique (CNC) et les machines conventionnelles telles qu'un tour et une fraiseuse, en fonction du temps d'usinage et de la qualité de surface, dans le cas de fabrication d'une pince de préhension de bouteilles en plastique.

Pour présenter cette étude, nous avons scindé ce manuscrit en quatre chapitres présentés comme suit :

- Le premier chapitre consiste en une synthèse bibliographique sur la technologie des machines-outils à commande numérique (MOCN), en abordant leur classification, leur architecture, leur domaine d'utilisation et les différentes méthodes de programmation associées et les machines-outils conventionnelles (MO) ;
- Le deuxième chapitre présente la Description des mâchoires de pince de prise bouteille en plastique et de leur alliage de fabrication ;
- Le troisième chapitre présente des Description des gammes de fabrication par voie conventionnelle et par voie numérique
- Le quatrième chapitre Résultats d'usinages et comparaison des méthodes
- Enfin, nous concluons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur l'usinage par voie conventionnelles et par voie numérique

Introduction

Le tournage et le fraisage sont deux techniques de fabrication très courantes dans l'industrie mécanique. Elles sont utilisées pour façonner et transformer divers matériaux, tels que les métaux, les plastiques et les composites, afin de produire des pièces et des composants de précision.

Définition de l'usinage

L'usinage est une méthode de fabrication qui implique la réduction progressive des dimensions d'une pièce en enlevant de la matière à froid, sans déformation, à l'aide d'un outil de coupe. De nos jours, il existe plusieurs procédés pour obtenir des surfaces finies, tels que la rectification, le fraisage, le tournage, le tournage dur, et bien d'autres encore.

Histoire de (tour et fraiseuse) conventionnelles

L'histoire des tours et fraiseuses conventionnelles remonte à l'Antiquité, lorsque les premières machines-outils rudimentaires ont été développées. Voici un bref aperçu de l'évolution historique de ces machines :

I.1.1. Tour conventionnel

- Les premiers tours, appelés tours à main, sont apparus en Égypte ancienne vers 1300 av. J.-C. Ils étaient actionnés manuellement et utilisaient des outils de coupe en métal ou en pierre pour façonner les pièces.
- Au cours des siècles suivants, les tours ont connu des améliorations techniques. Les Romains ont développé des tours à roue, qui étaient actionnés par une roue à main ou un cheval, offrant une rotation plus régulière.
- Pendant le Moyen Âge, de nouveaux mécanismes ont été ajoutés aux tours, tels que des pignons et des leviers, pour faciliter le tournage de pièces plus grandes et plus complexes.
- Au XVIIIe siècle, la révolution industrielle a apporté des avancées significatives dans la conception et la construction des tours. L'invention du tour à métaux en 1775 par l'ingénieur britannique Henry Maudslay a marqué une étape majeure, permettant un tournage plus précis et une production en série.

I.1.2. Fraiseuse conventionnelle

- Les origines de la fraiseuse remontent à l'époque de la Renaissance en Europe. Les premières fraiseuses manuelles étaient utilisées pour tailler des engrenages et des roues dentées.
- Au XIXe siècle, des progrès importants ont été réalisés dans la conception des fraiseuses. L'invention de la fraiseuse universelle par l'ingénieur américain Joseph R. Brown en 1861 a permis d'effectuer une grande variété d'opérations de fraisage avec une seule machine.
- Dans les années 1980, l'introduction de la fraiseuse à commande numérique par les entreprises américaines Cincinnati Milling Machine Company et Kearney & Trecker Corporation a marqué le début de l'automatisation dans le domaine du fraisage.

Au fil du temps, les tours et fraiseuses conventionnels ont continué à évoluer, avec des améliorations dans les matériaux, la conception et la précision. Cependant, à partir des années 1960, l'introduction des machines-outils à commande numérique (CNC) a révolutionné l'industrie de l'usinage en offrant des capacités de programmation, d'automatisation et de contrôle supérieures. Les machines CNC ont graduellement remplacé les tours et fraiseuses conventionnels dans de nombreux domaines de l'industrie, offrant une meilleure productivité et une plus grande précision. Cependant, certains ateliers et industries continuent d'utiliser des tours et fraiseuses conventionnels pour des opérations spécifiques ou pour des raisons de coût.

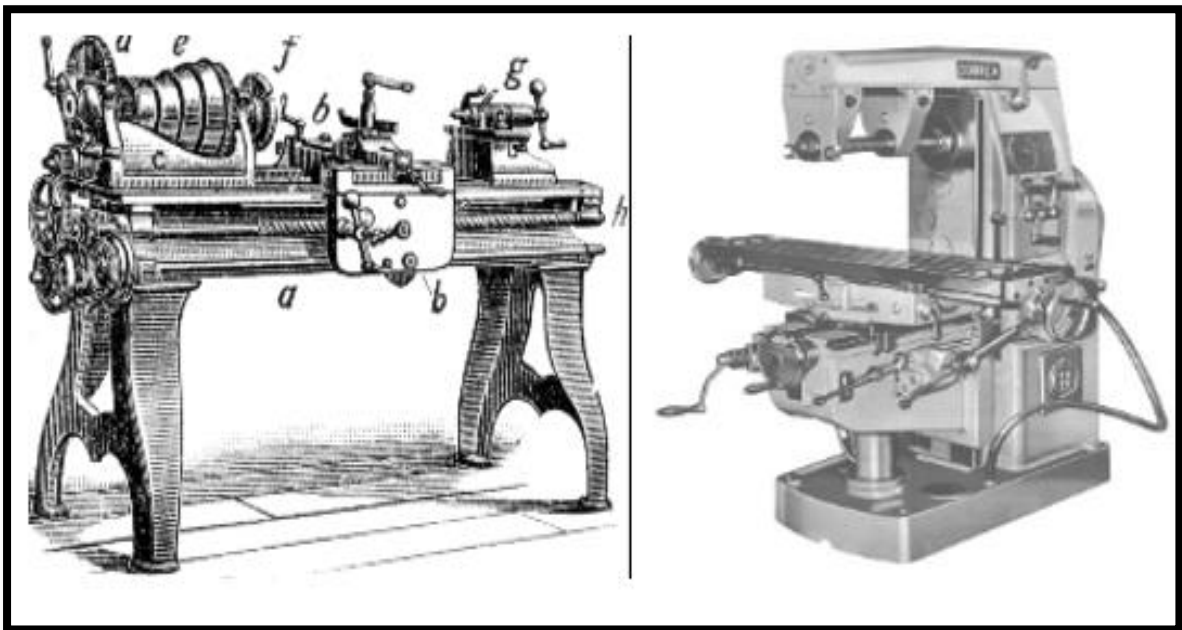


Figure I.1 : Un tour en 1911, type de machine-outil utilisée pour fabriquer d'autres machines

Figure I.2 : La première fraiseuse en 1818

Le tournage conventionnel

I.1.3. Définition

Le tournage est une méthode de fabrication mécanique qui consiste à enlever de la matière à l'aide d'outils à une seule arête de coupe. La pièce à usiner est soumise à un mouvement de rotation, appelé mouvement de coupe, qui est le principal mouvement impliqué dans le processus. L'outil, quant à lui, effectue un mouvement complémentaire de translation, rectiligne ou non, appelé mouvement d'avance, qui permet de définir le profil de la pièce [6]. La combinaison de ces deux mouvements, ainsi que la forme de la partie active de l'outil, permet d'obtenir des usinages de formes de révolution, tels que des cylindres, des plans, des cônes ou des formes de révolution complexes (voir figure) [7].



Figure I.3 : Tour conventionnelle (Hall de technologie ; Université de Bejaia).

I.1.4. Paramètres de coupe

A. Vitesse de coupe (V_c)

La vitesse de coupe correspond à la vitesse à laquelle le matériau en cours d'usinage se déplace par rapport à l'outil. Elle est habituellement exprimée en mètres par minute (m/min) [8].

Il convient de noter que la vitesse de coupe varie en fonction du diamètre de la pièce, même si la vitesse de rotation de la broche reste constante (voir figure I.4).

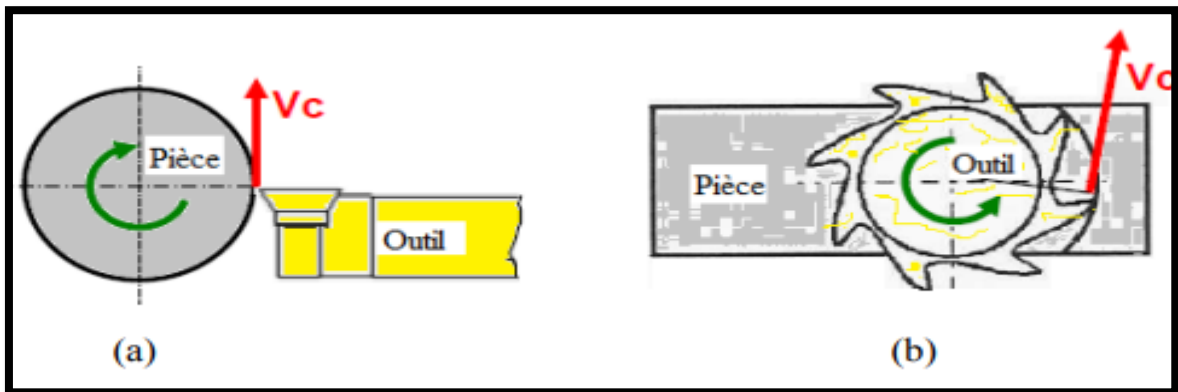


Figure I.4 : Présentation de vitesse de coupe

Il est essentiel de prendre soin de sélectionner la vitesse de coupe de manière appropriée. En effet, une vitesse de coupe trop basse entraîne une usure rapide de l'outil, tandis qu'une valeur élevée peut provoquer des vibrations indésirables [8].

La formule (I.1) ci-dessous donne la vitesse de coupe correspondante :

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} \text{ (m/min)} \dots \dots \dots \text{ (I.1)}$$

Avec :

V_c : Vitesse de coupe (m/min) ;

$\pi = 3,14$;

D : Diamètre de pièce (mm) ;

N : Vitesse de rotation (tr/min).

B. Vitesse d'avance V_f et avance par tour f

La formule (I.2) donne la vitesse d'avance V_f , qui est la distance parcourue par l'outil lorsqu'il fait un tour, exprimée en distance par avance par tour f (mm/tr). La vitesse d'avance de l'outil a un impact significatif sur la rugosité de surface de la pièce. Une faible vitesse d'avance permet d'obtenir une bonne finition de surface, mais entraîne une vitesse de traitement plus lente, tandis que des vitesses d'avance élevées entraînent une usure rapide de l'outil de coupe [9].

$$V_f = F \cdot N \text{ [mm/min]} \dots \dots \dots (I.2)$$

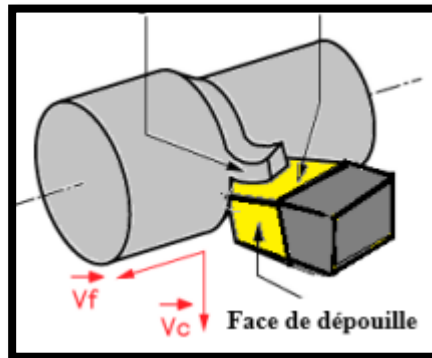


Figure I.5 : Présentation vitesse d'avance [9]

C. Profondeur de passe (AP)

La profondeur de coupe correspond à la quantité de matériau qui est enlevée de la surface d'un matériau lors d'un seul passage. Elle est mesurée en millimètres (mm). Une profondeur de coupe élevée peut entraîner des vibrations, des bruits forts et une usure accrue de l'outil, comme illustré dans la figure suivant [9].

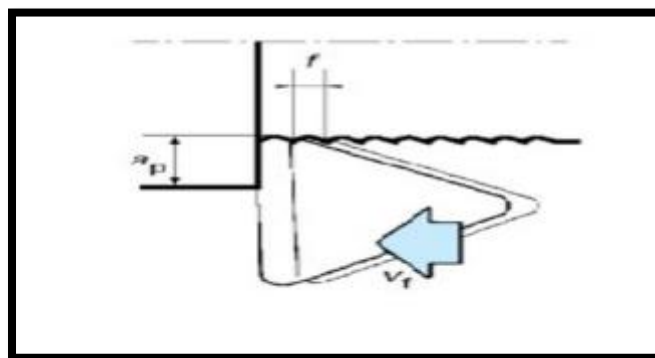


Figure I.6 : Profondeur de passe [9]

I.1.5. Les avantages du tournage conventionnel

Le tournage au tour conventionnel présente plusieurs avantages, notamment :

- Polyvalence : Les tours conventionnels sont capables d'usiner une grande variété de pièces de formes différentes, qu'il s'agisse de pièces cylindriques, coniques, filetées ou autres. Cela en fait un outil polyvalent pour les opérations de tournage.

- Coût : Comparé à d'autres machines-outils plus avancées, les tours conventionnels sont souvent plus abordables à l'achat et à l'entretien. Ils peuvent être une option économique pour les petites et moyennes entreprises qui ont des besoins de tournage simples.
- Facilité d'utilisation : Les tours conventionnels sont relativement simples à utiliser, surtout pour les opérations de base. Les opérateurs expérimentés peuvent rapidement maîtriser les techniques de base du tournage au tour.

I.1.6. Les inconvénients du tournage conventionnel

Le tournage au tour conventionnel, également appelé tournage manuel, présente certains inconvénients par rapport aux méthodes de tournage plus modernes et automatisées. Voici quelques-uns de ces inconvénients :

- Temps de production plus long : Le tournage manuel nécessite souvent plus de temps pour produire une pièce par rapport aux méthodes automatisées. Les opérateurs doivent effectuer chaque étape manuellement, ce qui peut ralentir le processus de fabrication.
- Compétences et expérience requises : Le tournage au tour conventionnel exige une grande expertise et une formation spécifique. Les opérateurs doivent maîtriser les compétences techniques nécessaires pour manipuler l'outil de coupe, contrôler les mouvements du tour et obtenir des finitions précises. L'acquisition de ces compétences peut demander du temps et de la pratique.
- Limitations de précision : Bien que les tours conventionnels soient capables de produire des pièces précises, ils peuvent présenter des limitations en termes de tolérances et de finitions de surface par rapport aux machines à commande numérique (CNC). Les variations dues à l'intervention humaine peuvent entraîner des erreurs et une précision moindre par rapport aux machines automatisées.

Le fraisage conventionnel

I.1.7. Définition

Globalement, le fraisage est un procédé mécanique de fabrication qui consiste à enlever de la matière en utilisant un outil rotatif doté de plusieurs arêtes tranchantes, tandis que la pièce se déplace linéairement (mouvement d'avance). Aujourd'hui, les outils de



fraisage sont généralement polyvalents et peuvent être utilisés dans différentes directions. Les fraises sont des outils de fraisage dotés de plusieurs arêtes de coupe, qui enlèvent des copeaux de métal. Les avantages du fraisage sont : une grande efficacité, une bonne finition des surfaces, une grande précision et une flexibilité élevée pour créer des formes variées. Le fraisage est principalement utilisé pour produire des surfaces planes, des épaulements et des rainures [10].

Figure I.7 : Fraiseuse conventionnelle (Hall de technologie ; Université de Bejaia).

I.1.8. Les paramètres de coupe

A. Vitesse de coupe (VC)

La vitesse de coupe, symbolisée par V_c , est étroitement liée au mouvement de coupe. Elle joue un rôle essentiel dans la formation des copeaux et dépend de plusieurs facteurs tels que la configuration d'usinage, le procédé utilisé et le couple entre l'outil et le matériau. [11]

La vitesse d'outil N (en tr/min) peut alors être déduite de l'équation (I.1) ci-dessus

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \text{ [tr/min]} \dots \dots \dots (I.3)$$

D : Diamètre de la fraise (mm).

N : Vitesse de broche (tr/min).

V_c : Vitesse de coupe (m/min).

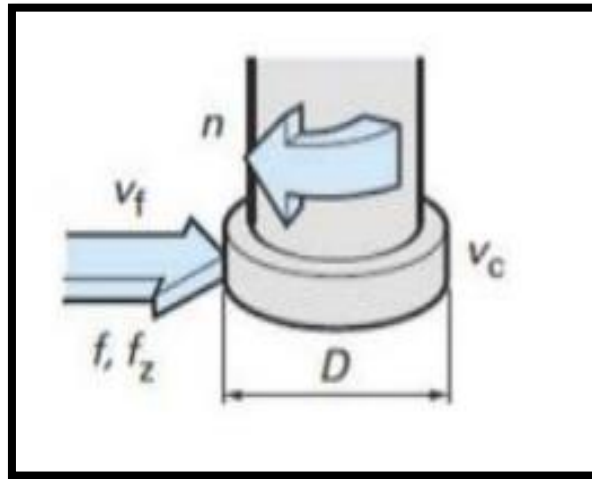


Figure I.8 : La vitesse de coupe [12]

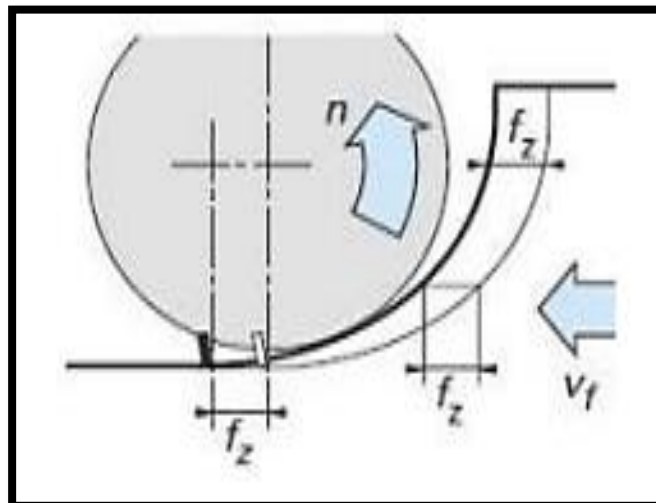
B. Vitesse d'avance (V_f)

La valeur affichée sur la machine correspond à la vitesse de déplacement de la pièce/outil. Cette mesure est obtenue en utilisant la formule suivante : [13].

$$V_f = F \cdot Z \cdot N \text{ [mm/min]} \dots \dots \dots (I.4)$$

N : Vitesse de rotation (tr/min) ;

F : Avance par dent (mm) ;



Z : Nombre de dents ;

V_f : Vitesse d'avance (mm/min).

Figure I.9 : L'avance [12]

I.1.9. Les avantages de fraiseuse

Le fraisage sur une fraiseuse offre plusieurs avantages importants. Voici quelques-uns d'entre eux :

I.1.9.1. Polyvalence

Les fraiseuses sont des machines polyvalentes qui peuvent réaliser une grande variété d'opérations de fraisage. Elles peuvent effectuer des découpes de différentes formes, des rainures, des filetages, des perçages et bien plus encore. Cela en fait un outil extrêmement utile dans divers domaines tels que l'industrie manufacturière, l'usinage de précision, la construction automobile, etc.

I.1.9.2. Précision

Les fraiseuses sont conçues pour fournir des résultats précis et reproductibles. Grâce à leur structure robuste et à leur système de guidage précis, elles permettent d'obtenir des tolérances très serrées et des finitions de haute qualité. Cela en fait un choix idéal pour les pièces nécessitant une grande précision dimensionnelle.

I.1.9.3. Productivité élevée

Les fraiseuses sont généralement équipées de commandes numériques (CNC) qui permettent d'automatiser le processus de fraisage. Cela permet d'augmenter considérablement la productivité, car les opérations peuvent être effectuées rapidement et de manière efficace. De plus, les fraiseuses CNC peuvent être programmées pour exécuter des tâches répétitives avec une grande précision, ce qui réduit les erreurs et les temps d'arrêt.

I.1.10. Les inconvénients de fraiseuse

Les fraiseuses, tout comme la plupart des machines-outils, présentent certains inconvénients. Voici quelques-uns des inconvénients courants associés à l'utilisation d'une fraiseuse :

I.1.11. Coût élevé

Les fraiseuses sont généralement des machines coûteuses, en particulier les modèles de haute précision ou spécialisés. L'investissement initial peut être prohibitif pour de nombreuses petites entreprises ou particuliers.

I.1.11.1. Encombrement

Les fraiseuses sont souvent de grandes machines qui occupent beaucoup d'espace. Cela peut poser des problèmes si vous avez un atelier ou un espace de travail limité.

I.1.11.2. Complexité d'utilisation

Les fraiseuses sont des machines complexes qui nécessitent une formation adéquate pour être utilisées correctement et en toute sécurité. Les opérateurs doivent comprendre les principes de base de l'usinage, ainsi que les paramètres spécifiques à régler sur la machine.

Les machines à commande numérique

Les commandes numériques par ordinateur (CNC) et les machines-outils conventionnelles, comme les tours et les fraiseuses, sont des éléments clés de l'industrie manufacturière. Dans ce chapitre, nous allons présenter brièvement les généralités des CNC.

I.1.12. Définition de la machine à commande numérique

La commande numérique (CN) est une technique qui utilise des codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaires au fonctionnement d'une machine ou d'un processus. Elle permet également d'automatiser les fonctions des machines avec une grande adaptabilité à différents types de travaux. Ainsi, la commande numérique est un exemple remarquable de l'intégration du traitement de l'information dans les activités de production.

En tirant pleinement parti des capacités de la micro-informatique, toutes les données sont traitées en temps réel, c'est-à-dire au moment de leur génération, de sorte que les résultats du traitement contribuent également à piloter le processus.

Après la première génération de commandes numériques à logique câblée, sont apparues les commandes numériques par calculateur (CNC) ou par ordinateur, qui intègrent un ou plusieurs ordinateurs spécifiques pour exécuter tout ou une partie des fonctions de commande.

Étant donné que tous les systèmes de commande numérique actuellement commercialisés contiennent au moins un microprocesseur, les termes CN et CNC peuvent être considérés comme des synonymes. [1]

I.1.13. Histoire de la machine-outil à commande numérique

Il y a 2000 ans avant Jésus-Christ, le tour était la plus ancienne machine-outil connue. Pendant l'âge du bronze, les artisans utilisaient des tours à arc, et plus tard, le tour de potier a été découvert. Aux alentours de l'an 1500, Léonard de Vinci a proposé des solutions basées sur un mouvement de rotation continu. Son tour, tout comme bon nombre de ses inventions, était en avance sur son temps.

Il a fallu attendre le XIXe siècle pour que les fondements de la mécanique moderne poursuivent cette évolution et aboutissent au tour automatique. Historiquement, les premières machines étaient donc des tours utilisés pour fabriquer des pièces cylindriques. Les tours actuels reposent toujours sur le même principe.

À la fin des années 70, l'apparition des premières commandes numériques a révolutionné le monde des machines-outils. Les types de machines (tours, fraiseuses) n'ont pas fondamentalement changé, mais les temps de reconfiguration de ces machines ont été considérablement réduits grâce au remplacement des butées réglables (mécaniques ou électromécaniques) par des butées logicielles.

L'utilisation des commandes numériques a également permis d'accroître la complexité des formes réalisables grâce à la combinaison de mouvements le long de plusieurs axes. Nous allons maintenant présenter quelques machines courantes et les surfaces qu'elles permettent de générer. [2]

I.1.14. Etat de l'art de machine-outil à commande numérique

Les travaux réalisés par Falcon et Jacquard à la fin du XVIIIe siècle ont démontré la possibilité de contrôler les mouvements d'une machine à l'aide d'informations transmises par un carton perforé. En 1805, ils ont développé le premier métier à tisser équipé de cette technique, qui peut être considéré comme un précurseur du contrôle numérique. Cependant, l'exploitation industrielle du contrôle numérique est liée au développement de l'électronique.

En 1947, à Traverse City dans l'État du Michigan, John Parsons a fabriqué des pales d'hélicoptère pour l'US Air Force en utilisant une méthode de reproduction. Pour façonner ses gabarits, il a utilisé une méthode de perforation avec de nombreux trous espacés régulièrement pour se rapprocher du profil théorique. L'emplacement et la profondeur de chaque trou étaient calculés précisément par un ordinateur IBM utilisant des cartes perforées. La finition de la surface était réalisée manuellement par des opérations de polissage.

Cependant, lorsque l'US Air Force a confié à John Parsons la fabrication de pièces encore plus complexes pour ses futurs avions supersoniques, il a réalisé que sa méthode était trop approximative. Il a compris qu'un usinage en continu en trois dimensions serait nécessaire pour obtenir la précision requise. Au printemps 1949, il a donc chargé le Massachusetts Institute of Technologie (MIT) de développer des systèmes de contrôle capables de piloter une machine qui recevrait des instructions intermittentes à partir d'un lecteur de cartes.

En septembre 1952, le MIT a officiellement présenté un prototype de fraiseuse Cincinnati à broche verticale, conçue pour effectuer des déplacements simultanés selon trois axes, dans le Servomécanismes Laboratoire. Étant donné que l'information mathématique était à la base du concept, on l'a appelée "commande numérique". Il a fallu encore quelques années, ainsi que des financements considérables de l'US Air Force et le soutien des chercheurs du MIT, pour rendre la première machine-outil à commande numérique (MOCN) véritablement opérationnelle [1] (voir figure I.1).

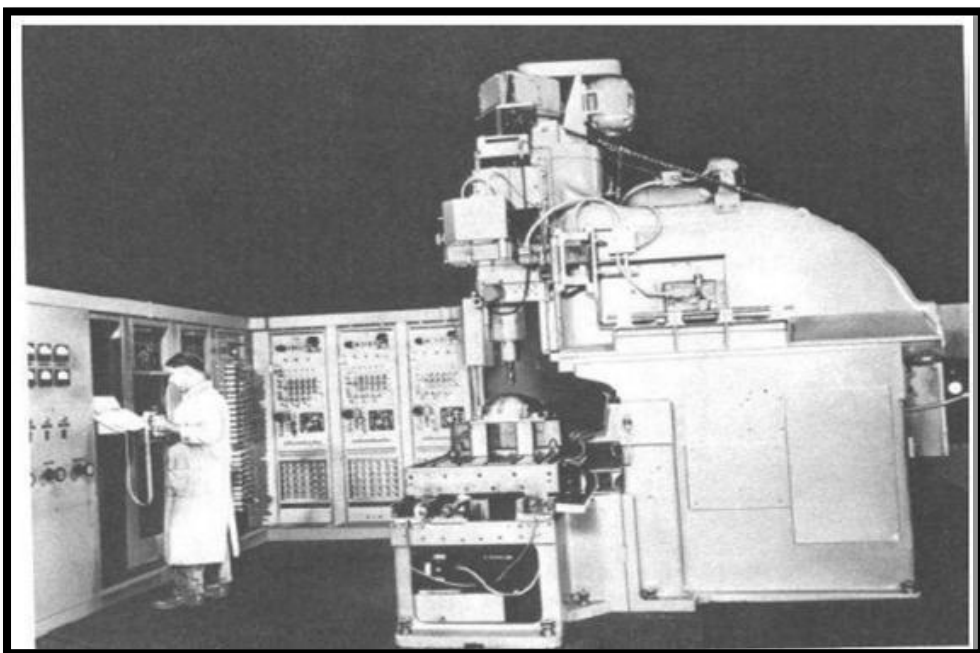


Figure I.10 : Première MOCN en 1952

Tableau I.1: Les différentes étapes de développement de la CN. [1]

Année	Les différentes étapes de développement de la CN.
1954	Bendix acquiert le brevet de Parsons et fabrique la première CN industrielle
1955	à Font du Lac (Wisconsin), le constructeur américain Giddins & Lewis commercialise la première MOCN.
1959	apparition de la CN en Europe (foire de Hanovre). Le MIT annonce la création du langage de programmation APT (Automatic Programed Tools).
1960	apparition du système DNC (Direct Numerical Control).
1964	en France, la Télémécanique Electrique lance la CN NUM 100 conçue à base de relais Téléstatic
1968	la CN adopte les circuits intégrés ; elle devient plus compacte et plus puissante. Le premier centre d'usinage est mis en vente par Kearney & Trecker (USA).
1972	les minicalculateurs remplacent les logiques câblées ; la CN devient CNC
1984	apparition de fonctions graphiques évoluées et du mode de programmation conversationnel, début de l'ère de la fabrication assistée par ordinateur (FAO).
1986	les CN s'intègrent dans les réseaux de communication, début de l'ère de la fabrication flexible (CIM : computer integrated manufacturing).
1990	développement des CN à microprocesseurs 32 bits

I.1.15. Les avantages de la machine-outil à commande numérique

A. Automaticité

L'un des principaux avantages d'une commande numérique (CN) est sa capacité à offrir aux machines un niveau élevé d'automatisation. Sur ces machines, l'intervention de l'opérateur nécessaire pour assurer la production de pièces peut être considérablement réduite, voire éliminée.

De nombreuses machines à commande numérique peuvent ainsi fonctionner sans aucune assistance pendant tout leur cycle d'usinage, permettant à l'opérateur d'être libre d'accomplir d'autres tâches en dehors du poste de travail. Cette caractéristique présente plusieurs avantages importants, notamment :

- Une diminution significative de la fatigue de l'opérateur ;
- Moins d'erreurs d'origine humaine ;
- Un temps d'usinage constant et prévisible pour chaque pièce d'une même série. [3]
[4]

B. Flexibilité

Puisqu'elles sont pilotées à partir d'un programme, les MOCN peuvent usiner des pièces différentes aussi facilement que l'on charge un nouveau programme. Une fois vérifié puis exécuté pour la première série, ce programme peut être facilement rappelé lorsque la même série se représente. Une MOCN se caractérise en outre par des temps de réglage très courts qui répondent parfaitement aux impératifs de la production en flux tendus.

La grande souplesse d'utilisation de la CN entraîne une quantité non négligeable d'autres avantages :

- Changement aisé du programme d'usinage des pièces ;
- Diminution du nombre des outils spéciaux et des outils de forme ;
- Réduction des temps de préparation et de réglage du poste de travail (la plupart des réglages, en particulier des outils, étant effectués hors machine) ;
- Prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) ;
- Définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage ;
- Réduction du nombre de prises de pièces du fait de l'universalité de la machine ;

- Diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
- Gain sur les surfaces au sol occupées dans l'atelier ;
- Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes ;
- Contrôle automatique des outils et des dimensions de pièces avec prise en compte par la CN des corrections à effectuer ;
- Prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) ;
- Définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage ;
- Réduction du nombre de prises de pièces du fait de l'universalité de la machine ;
- Diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
- Gain sur les surfaces au sol occupées dans l'atelier ;
- Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes ;
- Contrôle automatique des outils et des dimensions de pièces avec prise en compte par la CN des corrections à effectuer. [3] [4]

C. Sécurité

La CN a beaucoup contribué à améliorer la sécurité des machines :

- En premier lieu, parce qu'elle connaît très précisément l'enveloppe de travail dans laquelle doivent évoluer les outils (possibilité de mémorisation des courses maximales des organes
- Ensuite, parce qu'elle permet une simulation graphique hors usinage des programmes nouvellement créés pour vérification et détection des risques éventuels de collision ;
- Enfin, parce qu'en exerçant une surveillance permanente de l'usinage en cours, elle peut décider d'en interrompre le déroulement et d'alerter l'opérateur en cas d'incident.

Les constructeurs prévoient des dispositifs de protection très élaborés (contre les projections de copeaux ou de liquide d'arrosage, notamment) qui ne s'imposent pas nécessairement sur une MO conventionnelle. [3] [4]

I.1.16. Les inconvénients de MOCN

- Investissement initial plus important ;
- Rentabilité pas immédiate ;
- Amortissement impose souvent un travail en 2 ou 3 équipes ;
- Programmation et électronique demandant de la qualification ;
- Fausse fragilité de l'électronique. [4]

I.1.17. Domain d'utilisation de MOCN

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).

- Perçage taraudage ;
- Tournage, alésage ;
- Fraisage.

Comparaison entre MO conventionnelles et MOCN

Lorsqu'on compare une machine-outil conventionnelle à une machine-outil à commande numérique (MOCN), on peut considérer que le temps d'usinage des copeaux est assez similaire pour les deux types de machines. Cependant, la productivité comparée entre différentes catégories de machines, qui varient selon leur niveau d'automatisation, c'est-à-dire le temps d'usinage des copeaux ramené au temps réel de production, diffère considérablement en raison de la réduction significative des temps non productifs observée sur les machines à fort taux d'automatisation. [5]

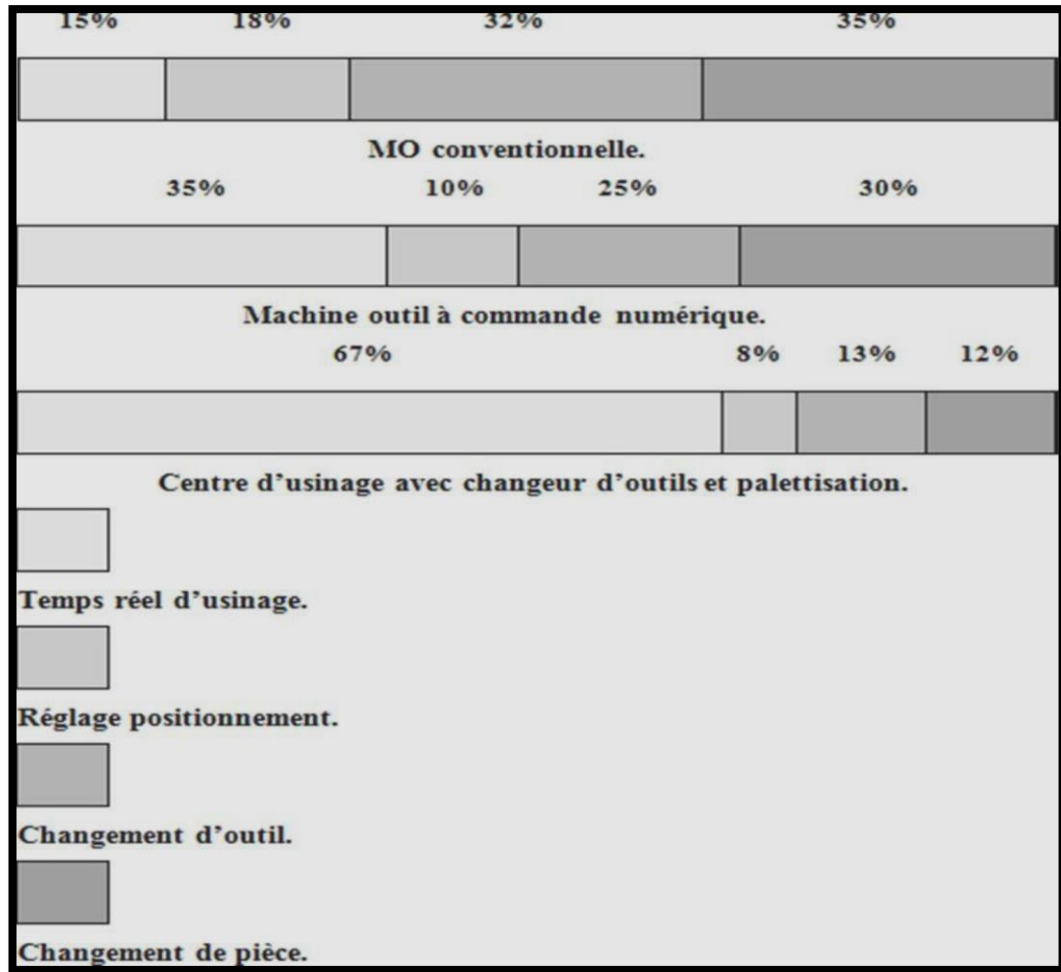


Figure I.11 : Productivité comparée de diverses machines en fonction de leur degré d'automatisation

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les généralités et l'histoire des machines-outils à commande numérique (CNC) et des machines-outils conventionnelles, ainsi que leurs différences d'utilisation.

Nous avons distingué entre le tour conventionnel et la fraiseuse. Dans le tour, la vitesse de rotation (N) est déterminée pour la pièce, tandis que l'avance (V_f) est appliquée à l'outil. En revanche, dans la fraiseuse, la vitesse de rotation (N) est attribuée à l'outil, tandis que l'avance (V_f) est destinée à la pièce.

Chapitre II

Description des mâchoires de pince de prise bouteille en plastique et des matériaux de fabrication

Introduction

L'étude de fabrication des mâchoires d'une pince de prise de bouteille en plastique pour une remplisseuse de détergents est un sujet pertinent dans le domaine de la fabrication mécanique industrielle et de précision. Cette étude vise à concevoir et fabriquer des mâchoires efficaces et précises qui permettront de saisir les bouteilles en plastique de manière fiable lors du processus de remplissage des détergents. L'entreprise Amran, spécialisée dans la fabrication mécanique industrielle et de précision, est responsable de cette étude. Tout d'abord, il est essentiel de réaliser une étude préliminaire pour comprendre les spécifications et les exigences des mâchoires de la pince.

En conclusion, l'étude de fabrication des mâchoires d'une pince de prise de bouteille en plastique pour une remplisseuse de détergents est une tâche complexe qui nécessite une approche méthodique et précise.

Les mâchoires de pince de prise de bouteilles

Les mâchoires de pince de prise bouteille en plastique généralement connue sous le nom de pince étau, est un outil essentiel dans de nombreux domaines, tels que la construction, la plomberie, l'électricité et la mécanique. C'est un dispositif mécanique conçu pour saisir et maintenir fermement les objets de différentes tailles et formes.

I.1.18. Définition de mâchoires de pince de prise bouteilles en plastique

Est un dispositif mécanique utilisé pour saisir et déplacer des bouteilles. Elle est généralement équipée de deux mâchoires articulées qui se referment pour saisir la bouteille de manière sécurisée. Les pinces à mâchoires sont souvent utilisées dans l'industrie pour manipuler des bouteilles dans des lignes de production, des entrepôts ou des installations de conditionnement.

I.1.19. L'histoire des mâchoires de pince de prise bouteilles en plastique

L'histoire de mâchoires de pince de prise bouteilles en plastique utilisées pour déplacer les bouteilles remonte aux premières industries de mise en bouteille au début du 20e siècle. À l'époque, les opérations de manutention dans les usines de fabrication de boissons étaient principalement réalisées à la main, ce qui était lent et nécessitait beaucoup de main-d'œuvre.

Dans les années 1920, des améliorations technologiques ont commencé à être

apportées pour automatiser le processus de manutention des bouteilles. C'est à cette époque que les pinces à mâchoires ont été introduites. Ces pinces étaient généralement fabriquées en acier et étaient conçues pour saisir les bouteilles par leur goulot.

Les mâchoires de pince de prise bouteille en plastique fonctionnaient en utilisant un mécanisme de levier ou un système hydraulique pour exercer une pression sur les mâchoires, ce qui permettait de saisir et de soulever les bouteilles en toute sécurité. Elles étaient souvent utilisées en combinaison avec des convoyeurs et d'autres équipements de manutention pour faciliter le transfert des bouteilles d'une étape du processus de production à une autre.

Au fil des ans, La mâchoires de pince de prise bouteille en plastique ont continué à évoluer pour s'adapter aux besoins changeants de l'industrie des boissons. Des matériaux plus légers et plus durables, tels que l'aluminium et les alliages spéciaux, ont commencé à être utilisés dans leur fabrication. Les systèmes de contrôle automatisés ont également été intégrés, ce qui a permis une manipulation plus précise des bouteilles et une amélioration de l'efficacité globale du processus de mise en bouteille.

De nos jours, les mâchoires de pince de prise bouteille en plastique sont largement utilisées dans l'industrie des boissons, que ce soit pour la mise en bouteille de sodas, d'eau, de bières ou d'autres boissons. Elles sont un élément essentiel des lignes de production modernes, permettant un transfert rapide et efficace des bouteilles tout en réduisant le risque de casse ou de dommages

Matériaux utilisés

I.1.20. Choix du matériau

Depuis sa découverte en 1854, symbolisée par la présentation d'un petit lingot chimiquement obtenu à l'Académie des sciences par le chimiste français Sainte- Claire Deville, l'aluminium a connu un développement remarquable. Cependant, c'est en 1886 que le véritable essor industriel de l'aluminium et de ses alliages a commencé, grâce à l'invention du procédé d'électrolyse de l'aluminium par Paul Héroult en France et Charles Martin Hall aux États-Unis [3].

Aujourd'hui, l'aluminium est le métal non ferreux le plus largement utilisé, avec une consommation annuelle d'environ 25 millions de tonnes. Il trouve notamment de nombreuses applications dans les secteurs du transport, du bâtiment, de l'emballage, de l'industrie électrique et de l'aéronautique [4].

L'aluminium et ses alliages sont caractérisés par :

- Une masse volumique relativement faible ($2,7 \text{ g/cm}^3$ par rapport à $8,940 \text{ g/cm}^3$ pour le cuivre) ;
- Une température de fusion de 660 °C ;
- Une excellente conductivité électrique et thermique ;
- Une bonne résistance à la corrosion dans de nombreux environnements courants, y compris l'atmosphère ambiante.

Sa facilité relative de mise en œuvre et sa capacité à être recyclé sont également des atouts importants.

I.1.21. Choix de l'alliage

L'alliage retenu pour la fabrication des mâchoires de pince dans cette étude est l'aluminium 2017 A.

I.1.21.1. L'aluminium 2017A

L'aluminium 2017 A est un alliage d'aluminium de haute résistance, qui est largement utilisé dans l'industrie de l'usinage en raison de ses nombreuses qualités et avantages. Voici quelques-uns des avantages de l'usinage de l'aluminium 2017 A :

- Légèreté : L'aluminium est un matériau très léger, environ un tiers du poids de l'acier. Lorsqu'il est utilisé dans des applications nécessitant une réduction de poids, comme l'aérospatiale ou l'automobile, l'aluminium 2017 A permet de réduire le poids global des composants sans compromettre la résistance.
- Excellente usinabilité : L'aluminium 2017 A est connu pour sa bonne usinabilité. Il peut être facilement formé, découpé, tourné, fraisé et percé, ce qui en fait un choix populaire pour les opérations d'usinage. Il répond également bien aux traitements de finition, tels que l'anodisation ou la peinture.
- Haute résistance : L'aluminium 2017 A est un alliage traitable thermiquement qui offre une résistance élevée. Cela en fait un matériau idéal pour les applications nécessitant une résistance mécanique élevée.

I.1.21.2. Caractéristiques de l'Aluminium 2017A

L'alliage d'aluminium 2017A est un matériau durci par précipitation. La température la plus appropriée pour le traitement en solution de l'alliage est de 500 °C (la plage de température acceptable est comprise entre 490 °C et 520 °C). La dureté maximale et la

Chapitre II Description des mâchoires de pince de prise bouteille en plastique et des matériaux de fabrication

résistance ultime à la traction la plus élevée résultant du vieillissement naturel ont été obtenues après 72 heures. Le vieillissement artificiel à 180 °C provoque une augmentation suffisante de la dureté après 6 heures. Le vieillissement naturel du matériau provoque une augmentation de 20 % de la résistance ultime à la traction (par rapport à l'état de sursaturation) (voir les tableaux 1, 2,3) [5]

Tableau II.1: *Composition chimique de certains alliages usuellement utilisés*

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
0,20 à 0,80	max	3,5 à	0,40 à	0,40 à	0,1	0,25	-
	0,7	4,5	1,0	1,0			

Tableau II.2: *Normalisation Alliages aluminium 2017A*

Europe EN 573	France AFNOR	Allemagne DIN	Grande Bretagne BS
2017 A AlCu ₄ MgSi	2017 A	AlCuMg1	2017 A

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une brève description des mâchoires de pince, ainsi que du matériau et alliage choisis pour leur réalisation.

Chapitre III

Description des gammes de fabrication

Introduction

Le tournage et le fraisage sont deux techniques de fabrication très courantes dans l'industrie mécanique. Elles sont utilisées pour façonner et transformer divers matériaux, tels que les métaux, les plastiques et les composites, afin de produire des pièces et des composants de précision.

La conception et la fabrication assistées par Ordinateur (CFAO) est une technologie qui utilise des systèmes informatiques, à la fois matériels et logiciels, pour faciliter la conception et la fabrication dans le domaine mécanique. Au fil du temps, cette technologie évolue vers une intégration et une interaction accrues entre la conception et la fabrication. Dans le futur, son objectif principal sera l'automatisation de l'industrie

Les gammes d'usinages par voie conventionnelle

I.1.22. Tournage conventionnel

Les opérations de tournage, sont réalisées sur un tour conventionnel au niveau de l'entreprise de fabrication mécanique industrielle et précision Amrane sise à Akbou. La matière première (Aluminium 2017A) nous a été fournie par ladite entreprise. Les barres d'aluminium avaient comme dimensions initiales : L=130mm ; D=70mm.

Les gammes d'usinage retenues pour le tournage sont décrites ci-dessous :

- Dressage de 10 mm avec une vitesse de rotation $N=5000$ tr/min;
- Perçage à un diamètre $D=30$ mm avec une vitesse de rotation $N=250$ tr/min;
- Chariotage sur une longueur de 55 mm pour obtenir un diamètre de 52 mm ;
- Alésage de 20 mm avec $N = 250$ tr/min ;
- Alésage de 1.6 mm avec une vitesse $N = 400$ tr/min ;
- Alésage de 0.4 mm avec $N=700$ tr/min pour obtenir un diamètre de 32 mm ;
- Alésage d'un diamètre de 36 mm sur une longueur de 68 mm, avec $N=300$ tr/min ;
- Alésage d'un diamètre de 50 mm sur une longueur de 39.7 mm, avec $N=300$ tr/min ;
- Angle de 40° avec $N=250$ tr/min ;
- Alésage d'un diamètre de 53 mm, sur une longueur de 12 mm, avec $N=250$ tr/min.

I.1.23. Fraisage conventionnel

Les différentes opérations de fraisage sont effectuées sur une fraiseuse conventionnelle au niveau de la même entreprise. Ces opérations seront réalisées sur les deux mâchoires de la pince.

L'outil choisit pour le fraisage est une fraise de 12 mm avec 6 dents.

Les gammes d'usinage retenues pour le fraisage sont décrites ci-dessous :

- Surfaçage de la pièce de 2 mm sur les deux côtés, avec une vitesse de rotation (N=1000 tr/min) ;
- Finition de la pièce en enlevant 0.1 mm de matière, avec une vitesse de rotation (N=1200 tr/min) ;
- Surfaçage des deux mâchoires 0.1 mm, avec une vitesse de rotation de N=1000 tr/min;
- Effectuer une rainure avec une vitesse de rotation N=400 tr/min ;
- Réaliser un chanfrein de 45° avec une vitesse de rotation à N=500 tr/min ;
- Perçage avec une fraise de 5 mm à une vitesse de rotation de 400 tr/mn ;
- Réaliser un autre chanfrein sur une longueur de 55 mm à N=500 tr/min ;
- Chanfreinage pour le perçage à l'extérieur de la pièce avec une perceuse pour les deux mâchoires.

Les gammes d'usinage par voie numérique

La conception et la fabrication assistées par Ordinateur (CFAO) est une technologie qui utilise des systèmes informatiques, à la fois matériels et logiciels, pour faciliter la conception et la fabrication dans le domaine mécanique. Au fil du temps, cette technologie évolue vers une intégration et une interaction accrues entre la conception et la fabrication. Dans le futur, son objectif principal sera l'automatisation de l'industrie.

I.1.24. Phases de conception assistée par ordinateur (CAO)**A. Définition**

En effet, le terme CAO (Conception Assistée par Ordinateur) est utilisé dans le langage de l'ingénierie depuis les années soixante-dix. Il englobe un large éventail de domaines dans lesquels l'ordinateur peut être utilisé pour assister le processus de conception. La CAO permet aux concepteurs et ingénieurs d'utiliser des logiciels spécifiques pour créer, modifier, analyser et optimiser des modèles et des dessins techniques.

B. Etapes de conception de la pièce sur SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception qui permet de concevoir des pièces en 2D et 3D, présente une fonctionnalité très puissante qui consiste à refléter tout changement apporté à une pièce dans la mise en plan ou les assemblages associés à cette pièce. [13]

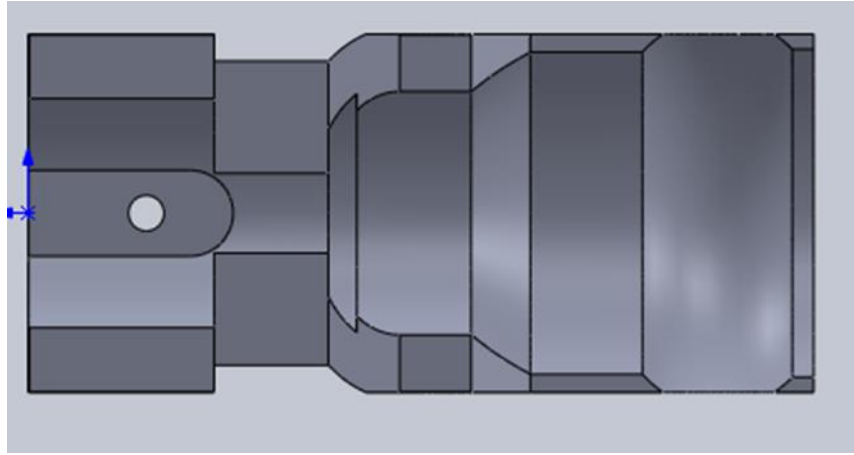


Figure III.12: Pièce finie sur SolidWorks.

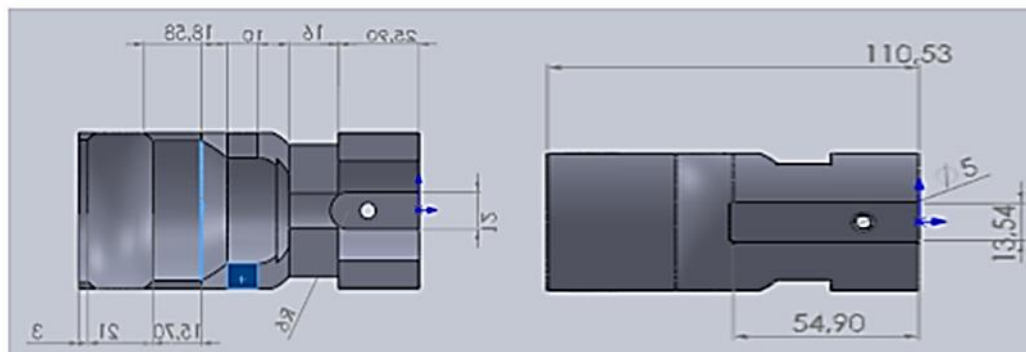


Figure III.2: Cotations de la pièce réalisée avec SolidWorks

I.1.25. Phases de fabrication assistée par ordinateur (FAO)

A. Définition

Visualcam est un logiciel de fabrication assistée par ordinateur (FAO) qui s'intègre avec visualcam, un logiciel de modélisation 3D. visual cam est spécifiquement conçu pour les industries de la conception, de l'ingénierie et de la fabrication, offrant des fonctionnalités avancées pour la programmation et la génération de trajectoires d'outils pour les machines-outils à commande numérique (CNC).

B. Etapes de fabrication de la pièce avec VisualCam

Définition du brut

Dans notre situation, le brut fait référence à un bloc dont les dimensions sont de 110mm de longueur, 50 mm de largeur et 40 mm de hauteur.

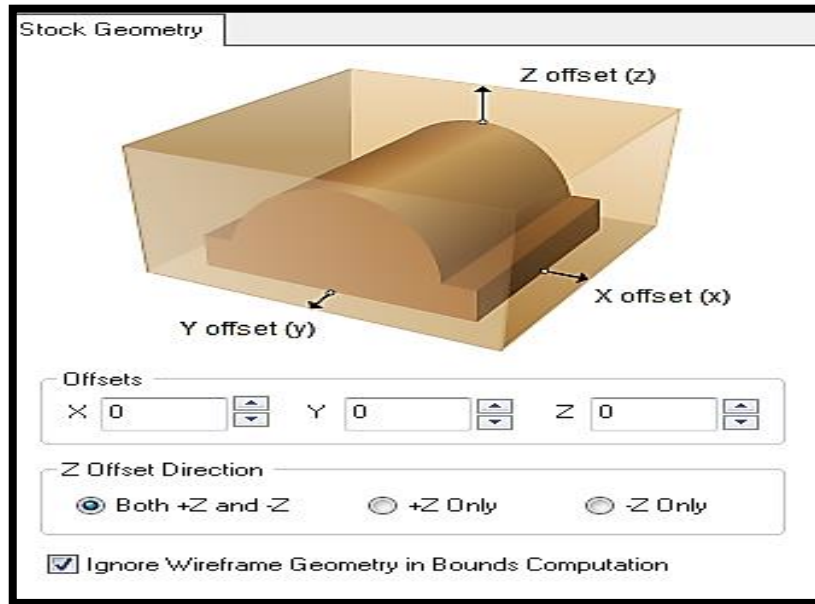


Figure III.4: Définition du brut.

Définition d'origine programme

Cette commande nous permet de spécifier l'emplacement d'origine du programme, qui est dans notre cas positionné dans le centre supérieur du brut, comme indiqué sur la figure.

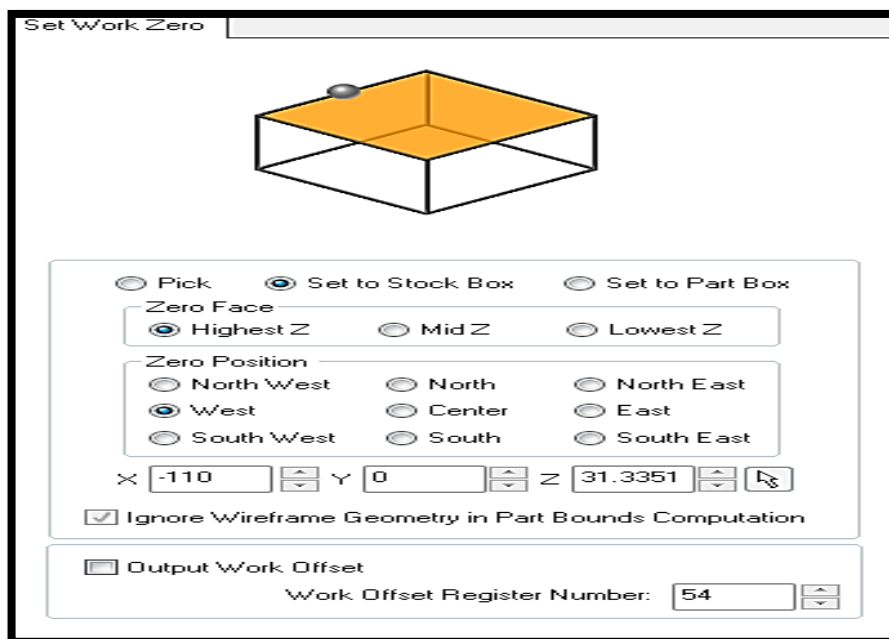


Figure III.5: Positionnement de l'origine sur le brut.

❖ Définition des outils

Dans cette fenêtre de dialogue, il est possible de choisir l'outil requis. Pour toutes les stratégies d'usinage, nous utilisons un outil de type "Flat Mill" avec un diamètre de 8 mm.

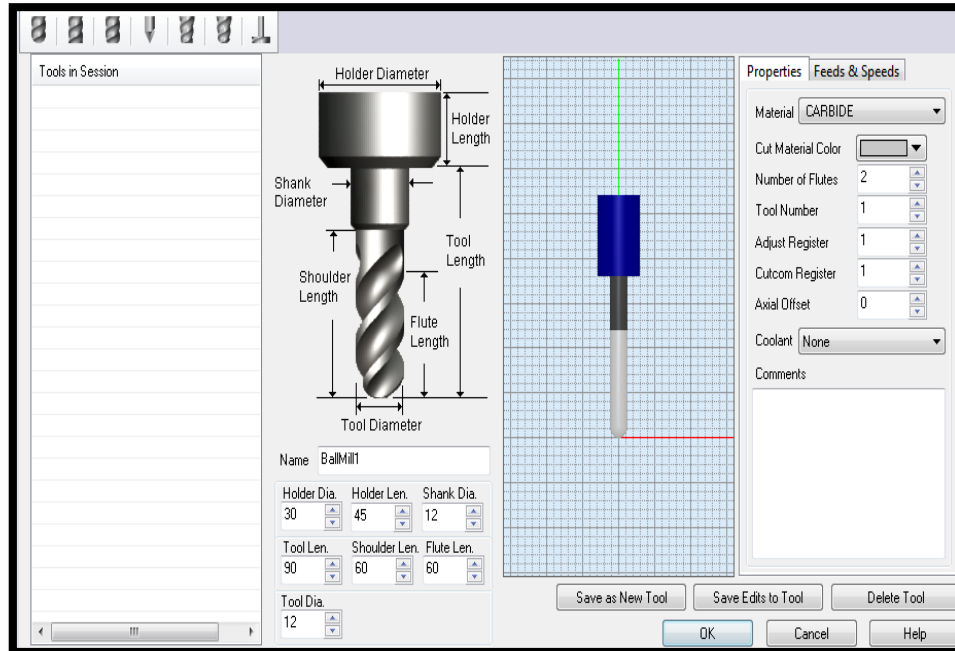


Figure III.6: Définition d'outil (Flat Mill)

I.1.26. Fraiseuse numérique emco concept mill 55

L'EMCO Concept Mill 55 est une fraiseuse de table compacte bien adaptée à la formation CNC et possède presque toutes les caractéristiques d'une machine industrielle : en option avec changeur d'outils 8 stations avec bras pivotant et système de pick-up, dispositif d'indexation CN comme quatrième axe, lubrification minimale et technologie de contrôle de pointe.



Figure III.7: Machine-outil emco concept mill 55 [15]

Working area	
Positioning range X axis longitudinal	190 mm (7.48")
Positioning range Y axis latitudinal	140 mm (5.51")
Positioning range Z axis vertical	260 mm (10.24")
Effective Z axis travel	120 mm (4.72")
Spindle nose-table distance	77 - 337 mm (3.03 - 13.26")
Milling table	
Clamping area (L x W)	420 x 125 mm (16.54 x 4.92")
Maximum table load	10 kg
2 T-slots to DIN 650	11 mm (0.43")
T-slots gap	90 mm (3.54")
Milling spindle	
Bearing type	tapered roller bearings
Tool changer (optional, ex works)	
Number of tool stations	8
Max. tool weight	1 kg
Max. tool diameter	Ø 40 mm (1.57")
Tool swivel arm traverse speed	10 m/min (0.39 ipm)
Tool clamping	automatic
Milling spindle drive	
Three-phase asynchronous motor, power rating	0,75 kW
Milling spindle drive	
Speed range (infinitely variable)	150 – 3500 min ⁻¹
Torque max.	3,7 Nm (2.72 ft/lbs)
Speed with optional run-up spindle	14 000 min ⁻¹
Feed drives	
3-phase step motors in X/Y/Z axes with step resolution	0,5 µm

Figure III.8: Caractéristiques de la machine-outil Mill 55 [15]

I.1.27. Le choix de l'outil de coupe

Parmi plusieurs possibilités on a choisi un outil ARS (Acier Rapide Supérieure) avec 4 dents et un diamètre de 8mm, ce choix a été effectué par rapport à la matière à usiner, la disponibilité des outils de coupe, leurs coûts, temps d'usinage et des conditions de coupe à respecter.



Figure III.9: Outils ARS 4 dents de diamètre 6mm.

Figure III.10: Outil bombé ARS de diamètre 5 mm

Nous avons choisi une fraise bombée à ARS de diamètre 5 mm pour effectuer l'opération de finition

Tableau III.1: Capacité de la machine mill 55

Course du chariot X	[mm]	190
Course du chariot Y	[mm]	140
Course du chariot Z	[mm]	260
Course utile verticale du chariot (Z)	[mm]	120
Surface d'ablocage (L x l)	[mm]	420 x 125
Charge maxi de la table	Kg	10

I.1.28. Simulations et résultats des différentes stratégies d'ébauche et de finition

I.1.28.1. Pour la phase 1 de la première face

I.1.28.1.1. Simulation des stratégies d'ébauche

A. Stratégie offset mixed

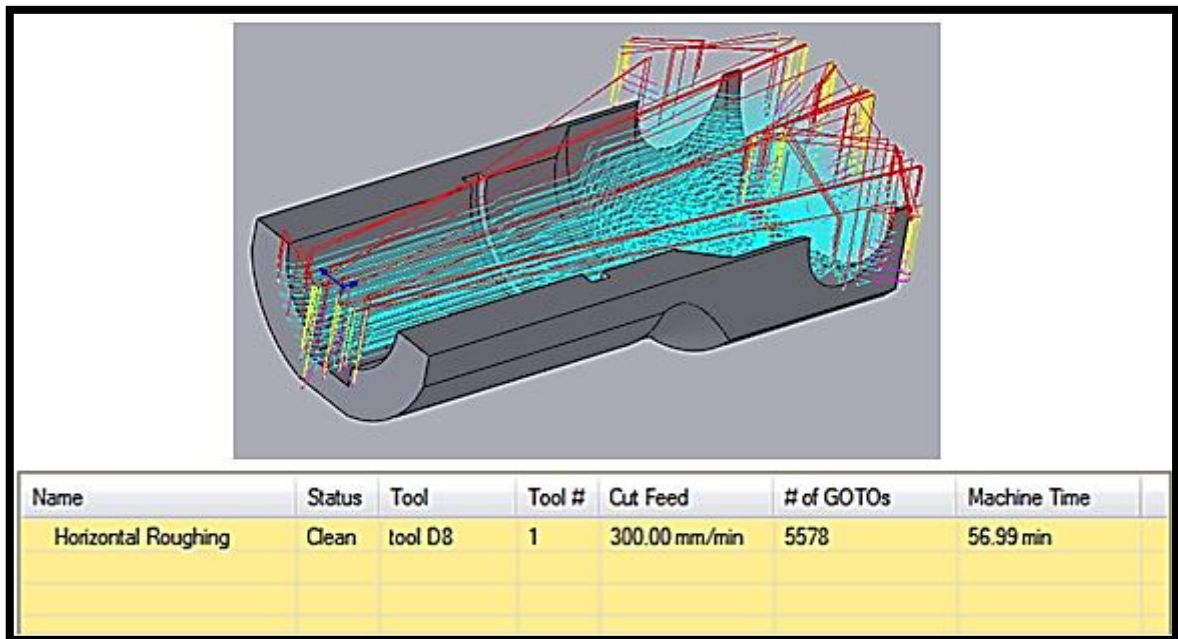


Figure III.11: Parcours d'outil offset mixed

B. Stratégies offset spiral clim (down cut)

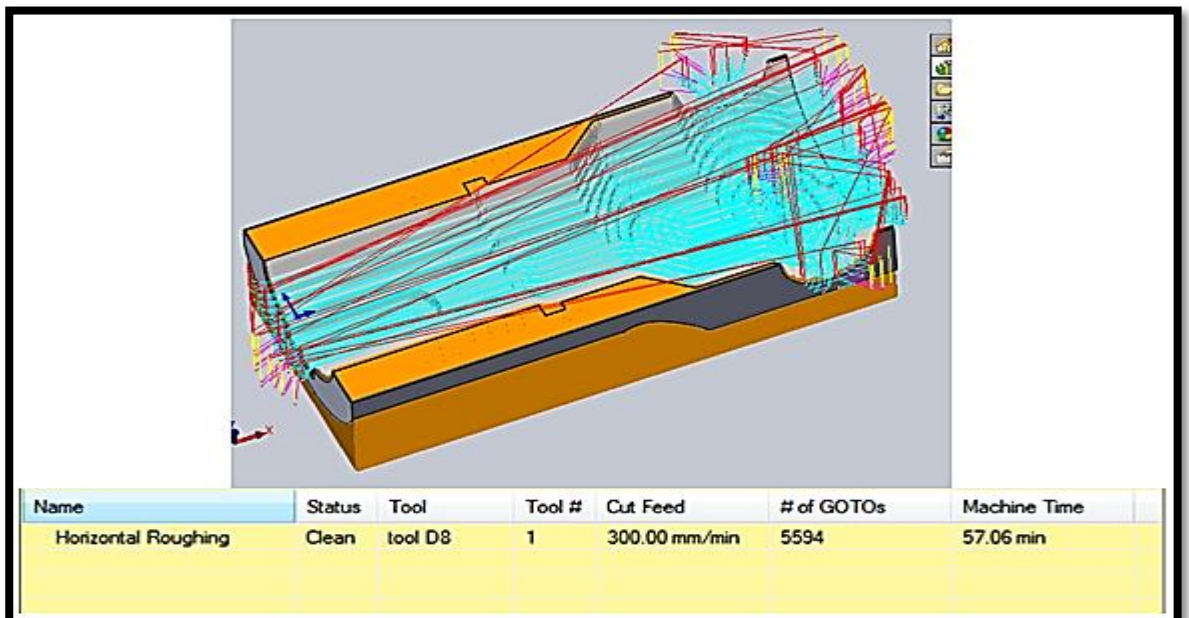


Figure III.12: Parcours d'outil offset spiral clim (down cut)

C. Stratégies linéaire mixed

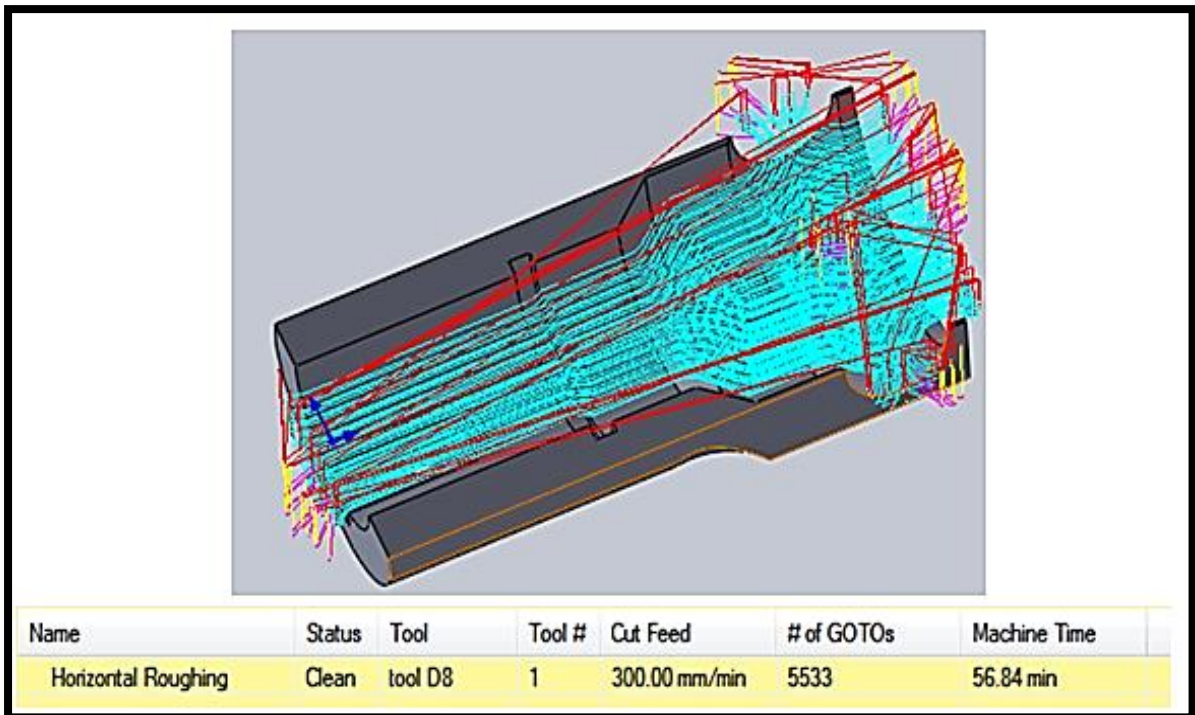


Figure III.13: Parcours d'outil linear mixed

D. Stratégies spiral clim (down cut)

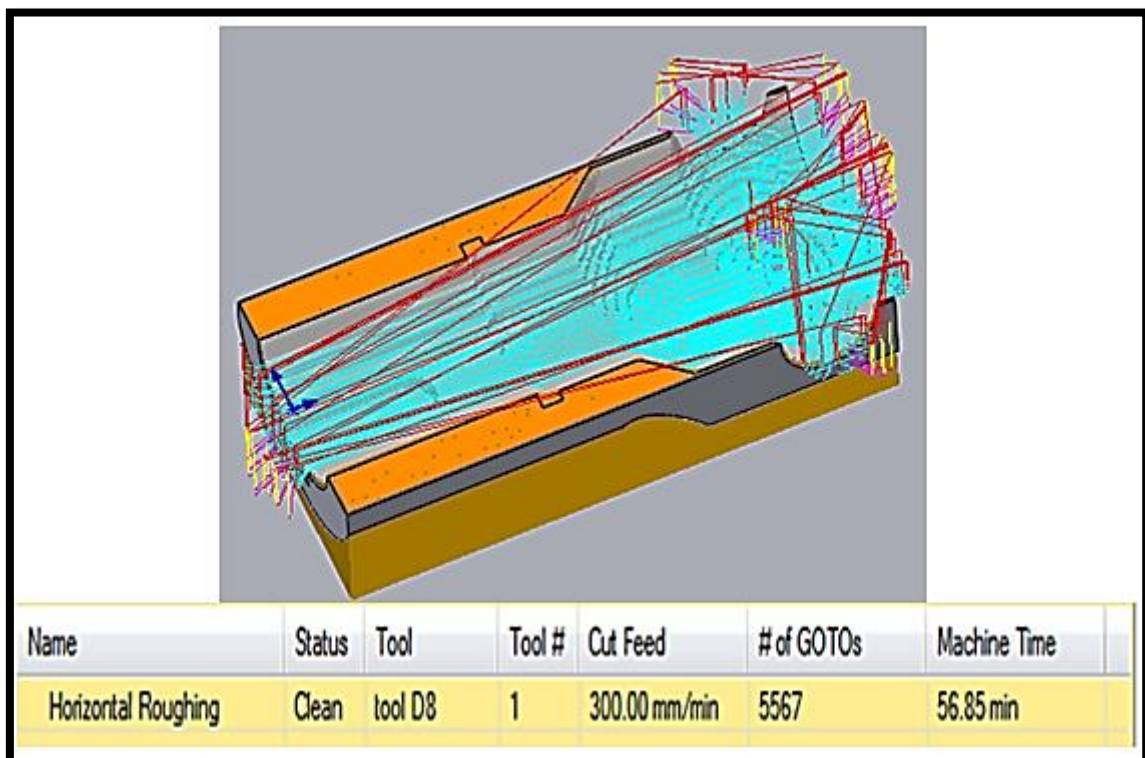


Figure III.14: Parcours d'outil spiral clim (down cut)

E. Stratégies radial mixed

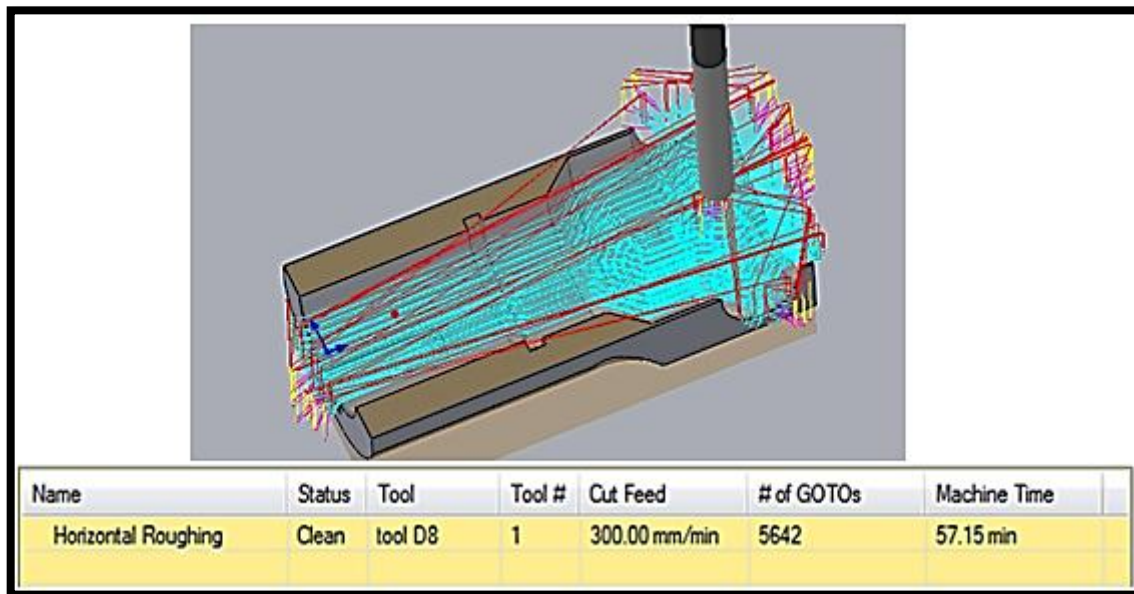


Figure III.15: Parcours d'outil radial mixed

F. Stratégies high speed clim (down cut)

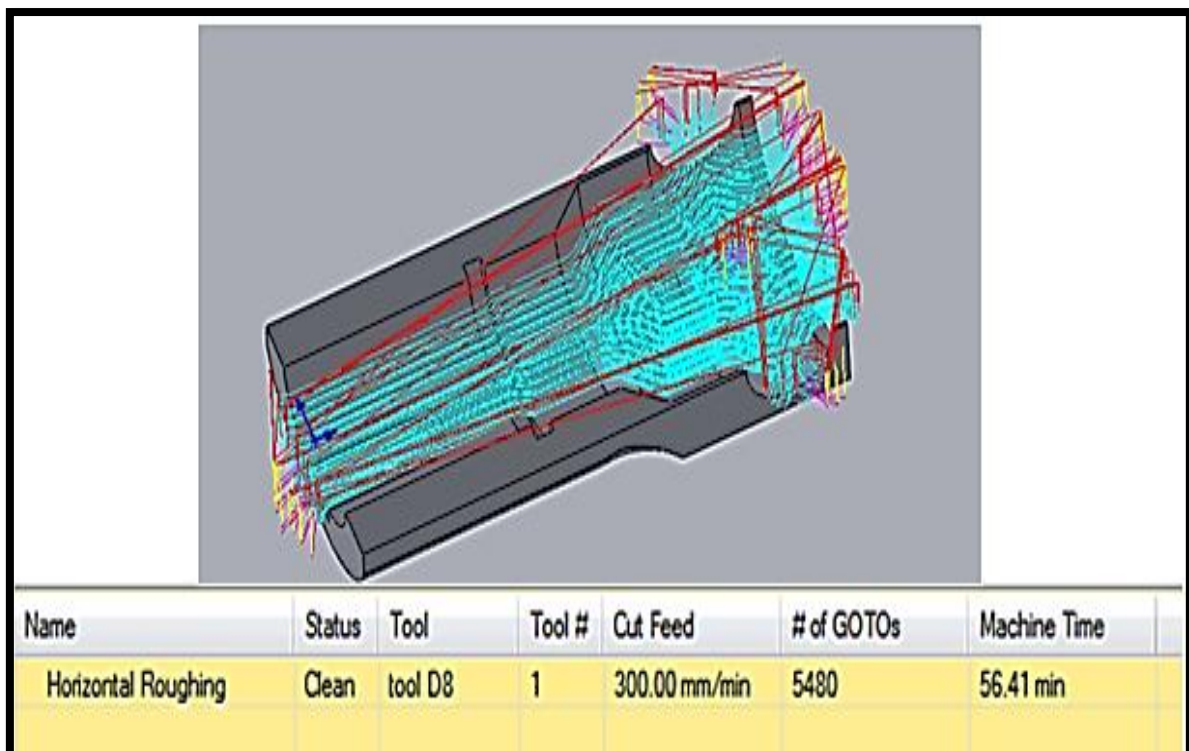


Figure III.16: Parcours d'outil high spiral clim (down cut)

I.1.28.1.2. Parallel finichn (mixed)

A. Simulation de la stratégie de Parallel finichn (mixed)

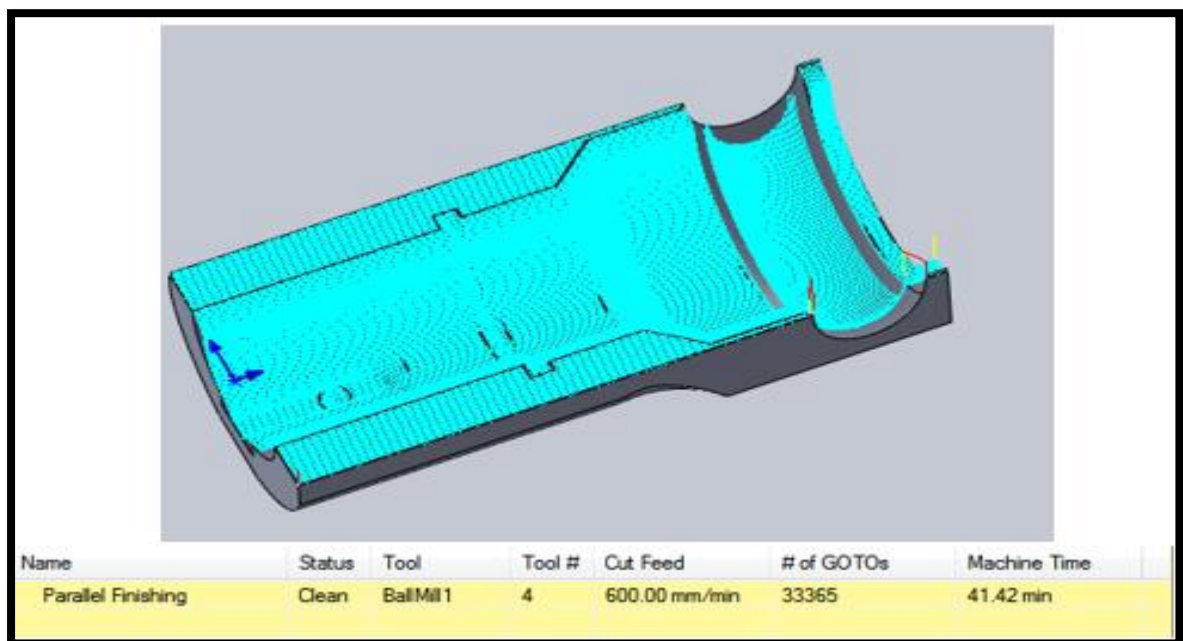


Figure III.17: Parcours d'outil parallel finichn mixed

B. Simulation de la stratégie de Parallel finichn climb (down cut)

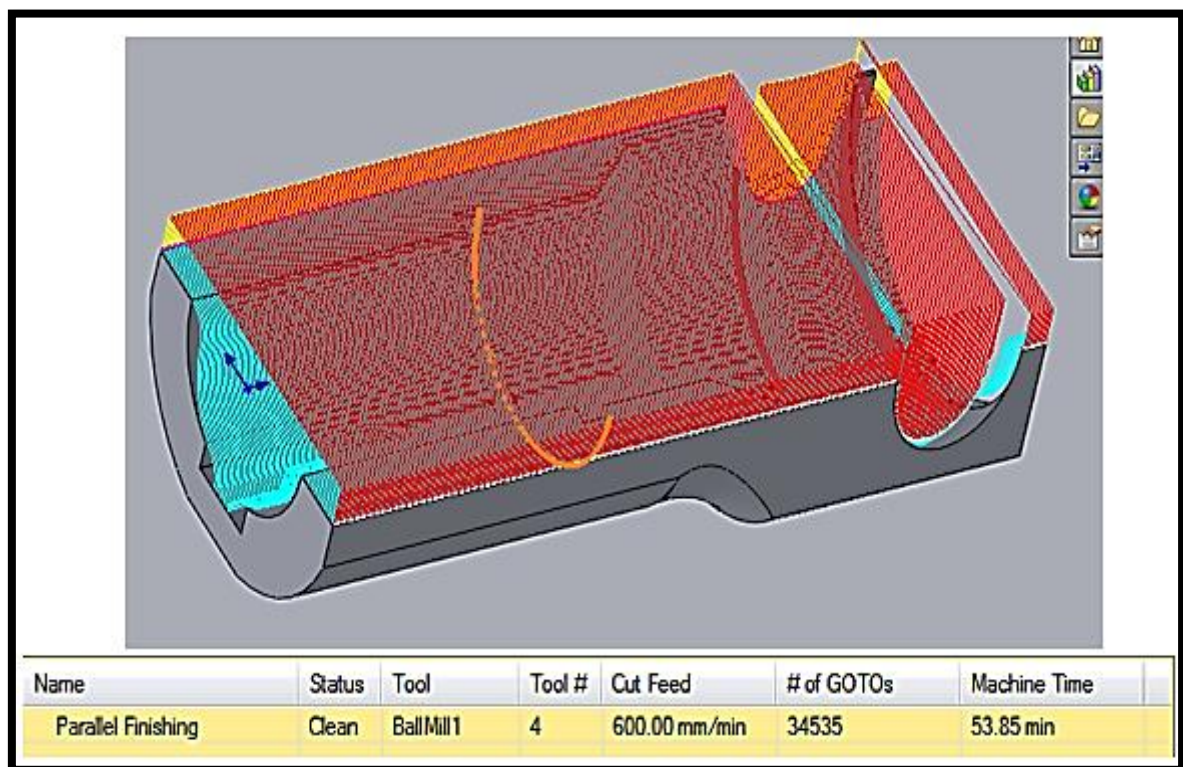


Figure III.18: Parcours d'outil Parallel finichn climb (down cut)

I.1.28.2. Pour la phase 2 de la première face

I.1.28.2.1. Simulation des stratégies d'ébauche

A. Stratégie offset mixed

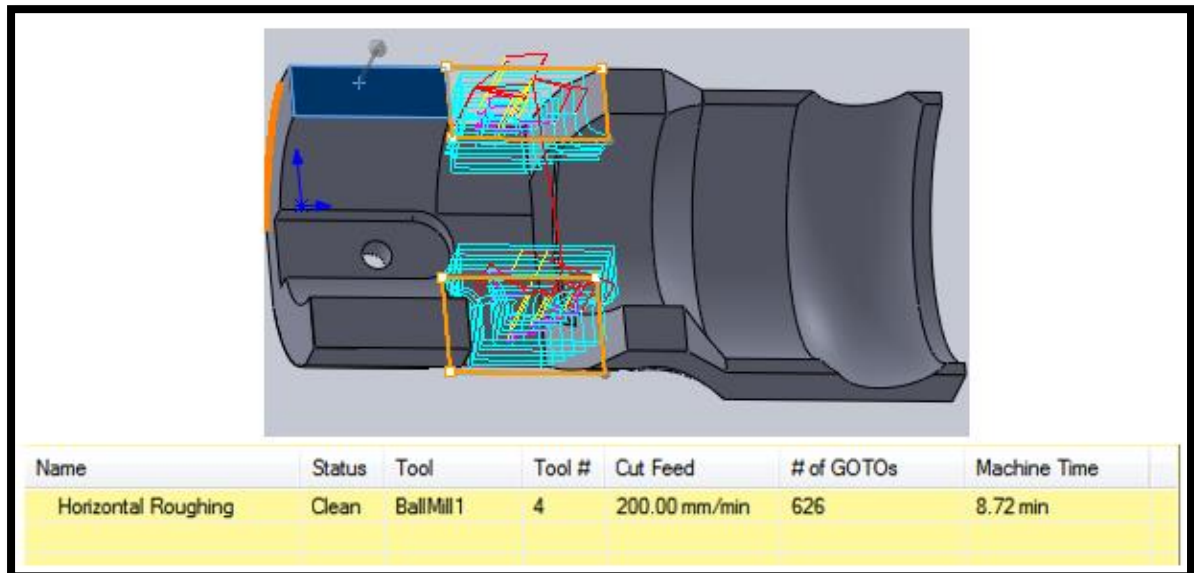


Figure III.19: Parcours d'outil offset mixed

B. Stratégie offset spiral clim (down cut)

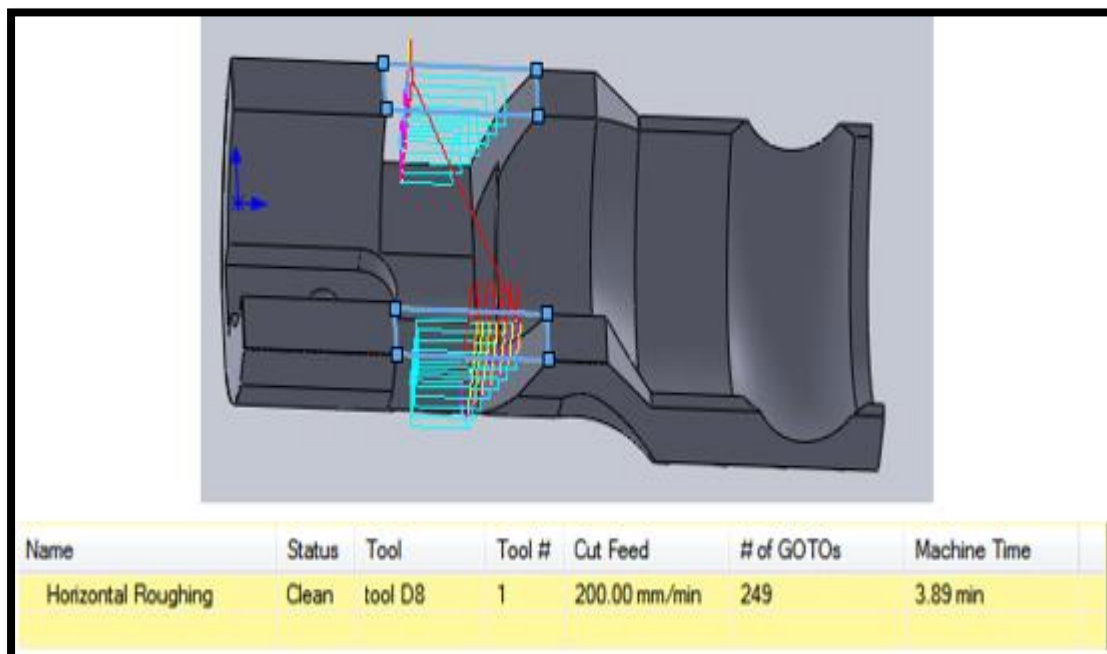


Figure III.20: Parcours d'outil offset spiral

C. Stratégie linear mixed

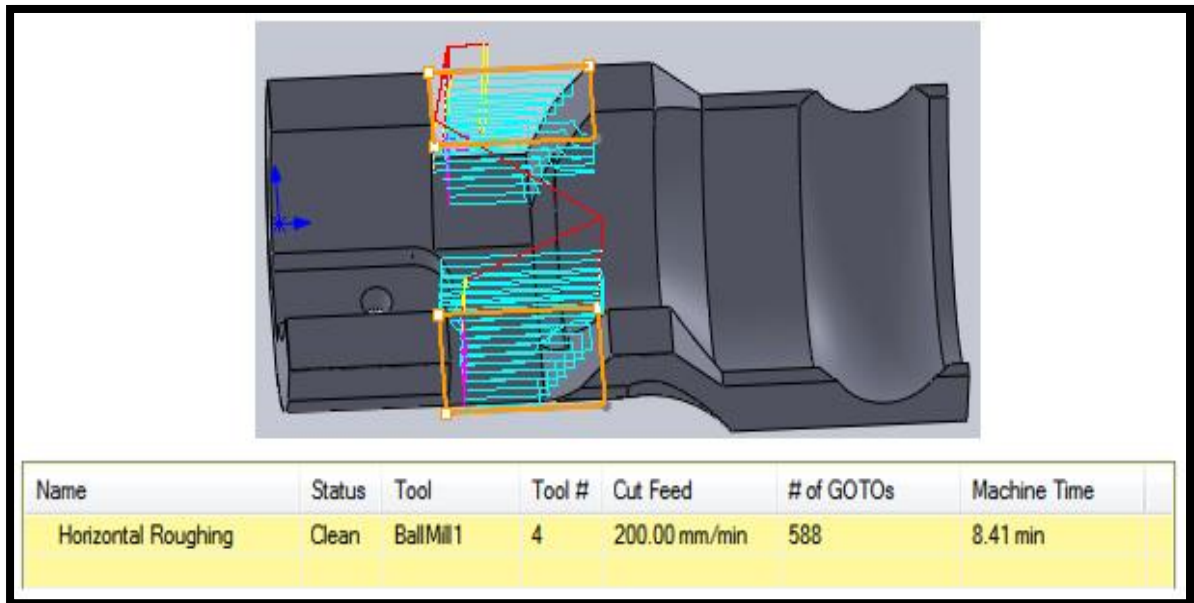


Figure III.21: Parcours d'outil linear mixed

D. Stratégie liniar climb (down cut)

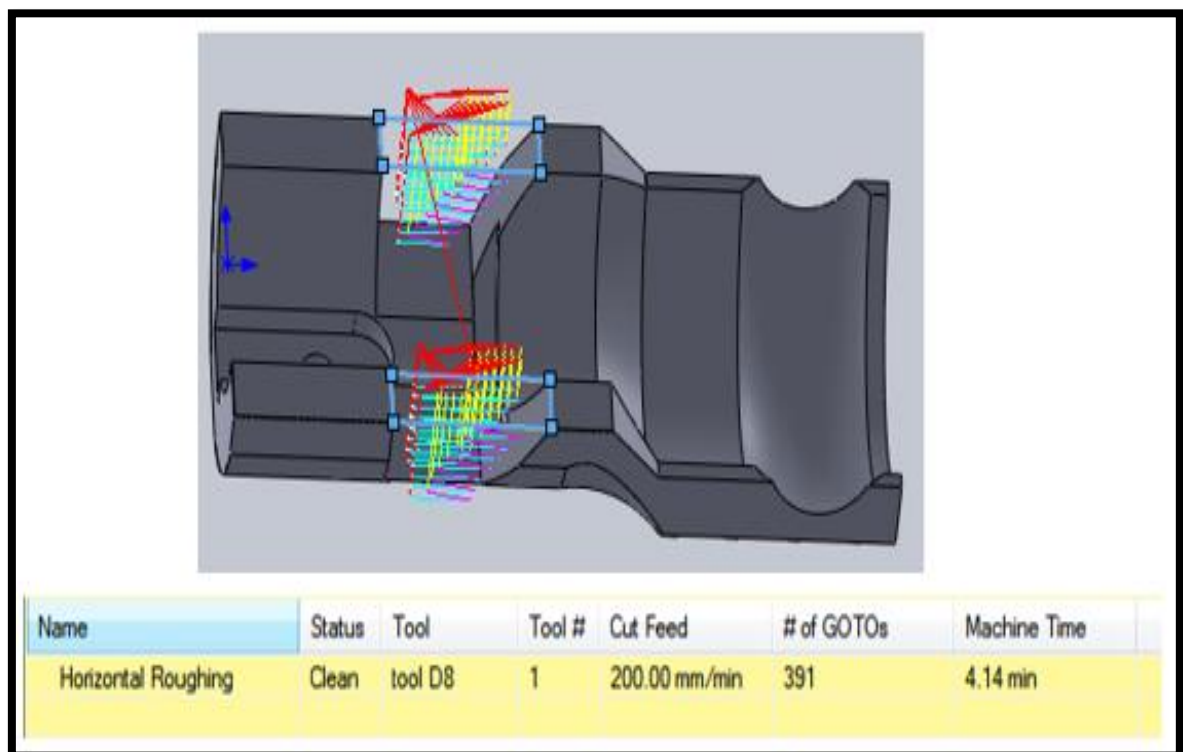


Figure III.22: Parcours d'outil liniar climb (down cut)

E. Stratégie high speed

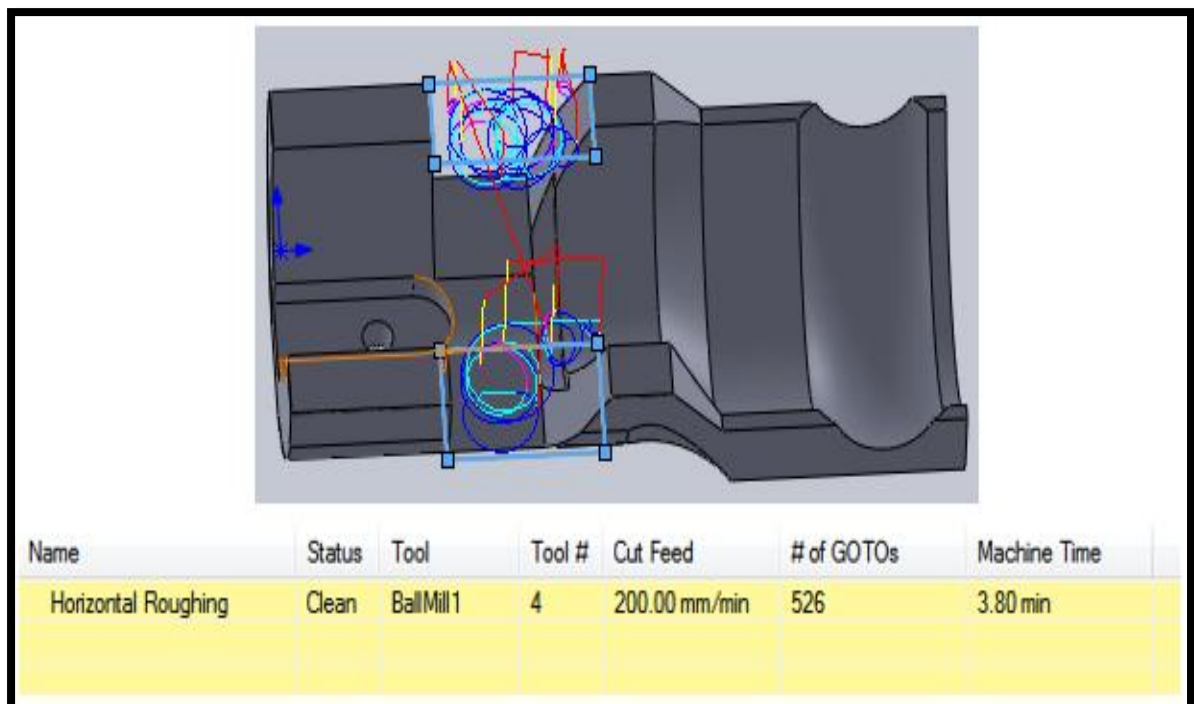


Figure III.23: Parcours d'outil high speed

F. Stratégie radial mixed

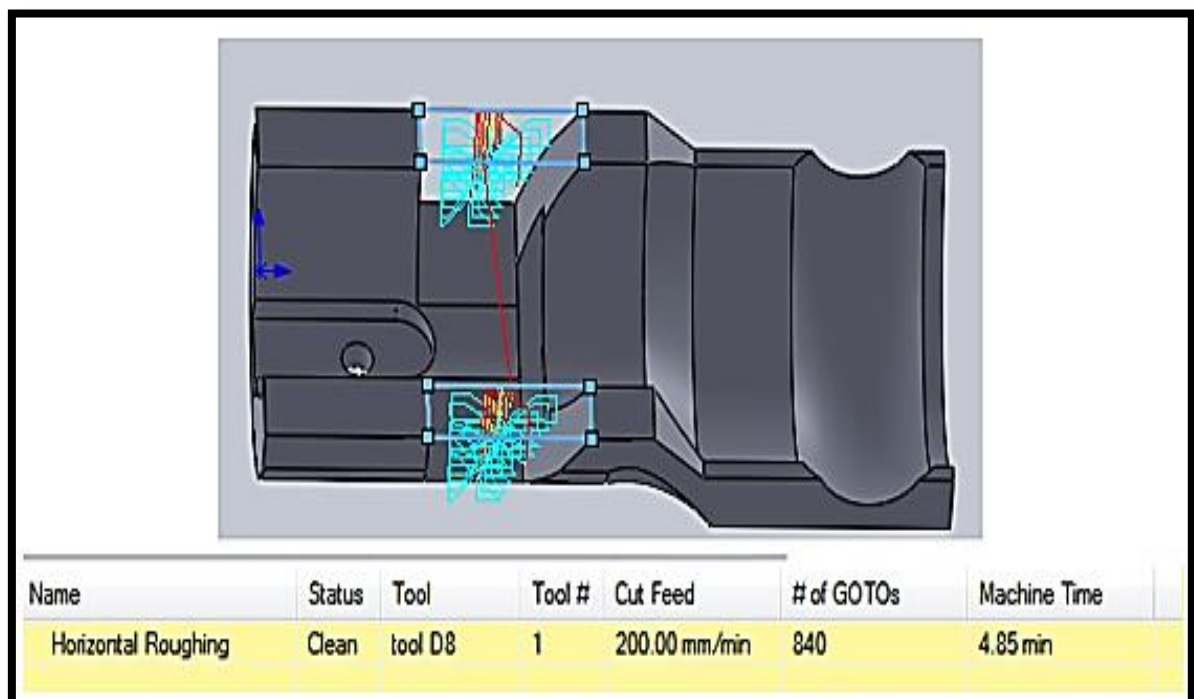


Figure III.24: Parcours d'outil radial mixed

I.1.28.2.2. Simulation de la stratégie de finition mixed

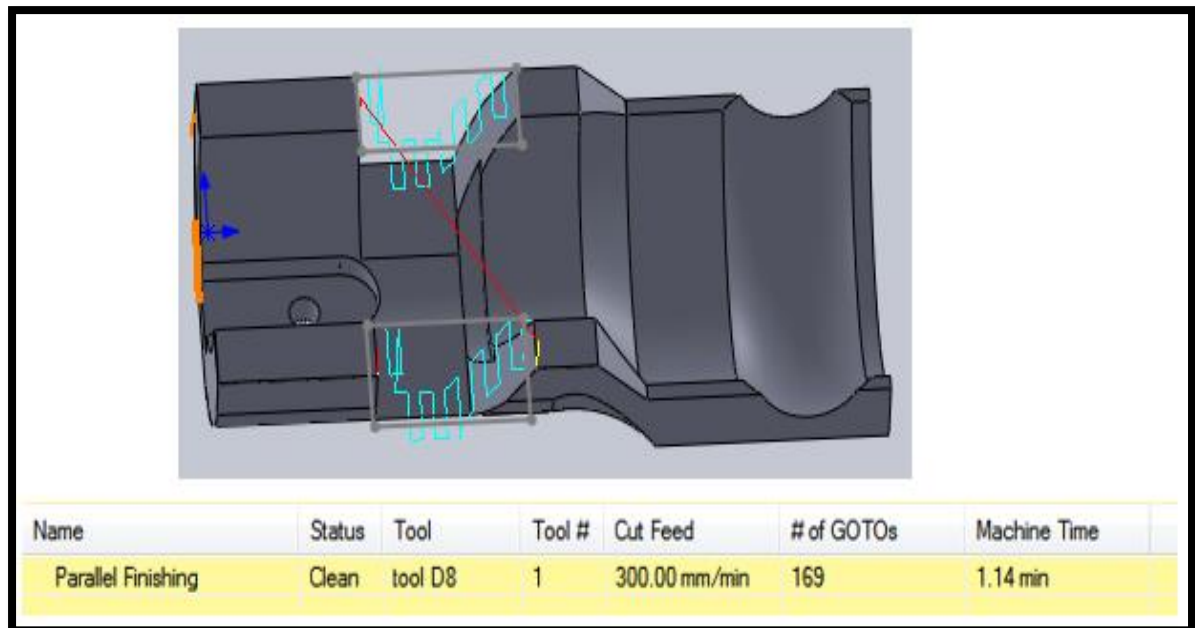


Figure III.25: Parcours d'outil finition mixed

I.1.28.3. Pour la deuxième face

I.1.28.3.1. Simulation des stratégies d'ébauche

A. Horizontal roughing offset mixed

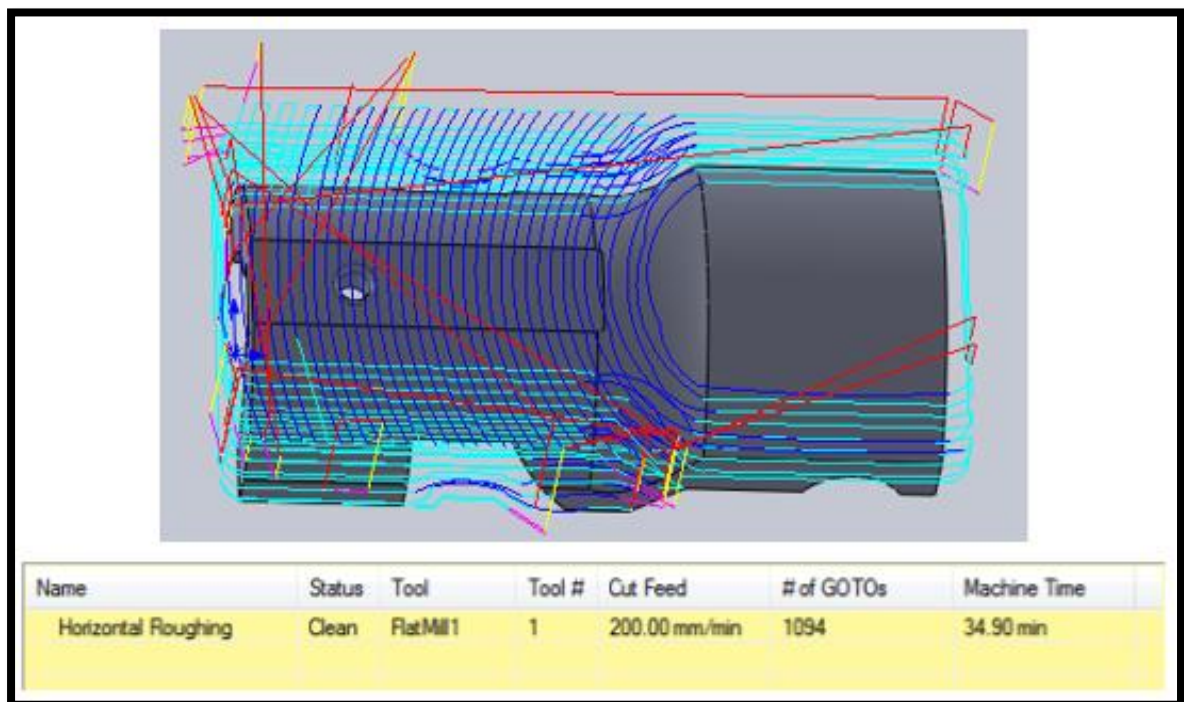


Figure III.26: Parcours d'outil offset mixed

B. Offset spiral Linear climb (down cut)

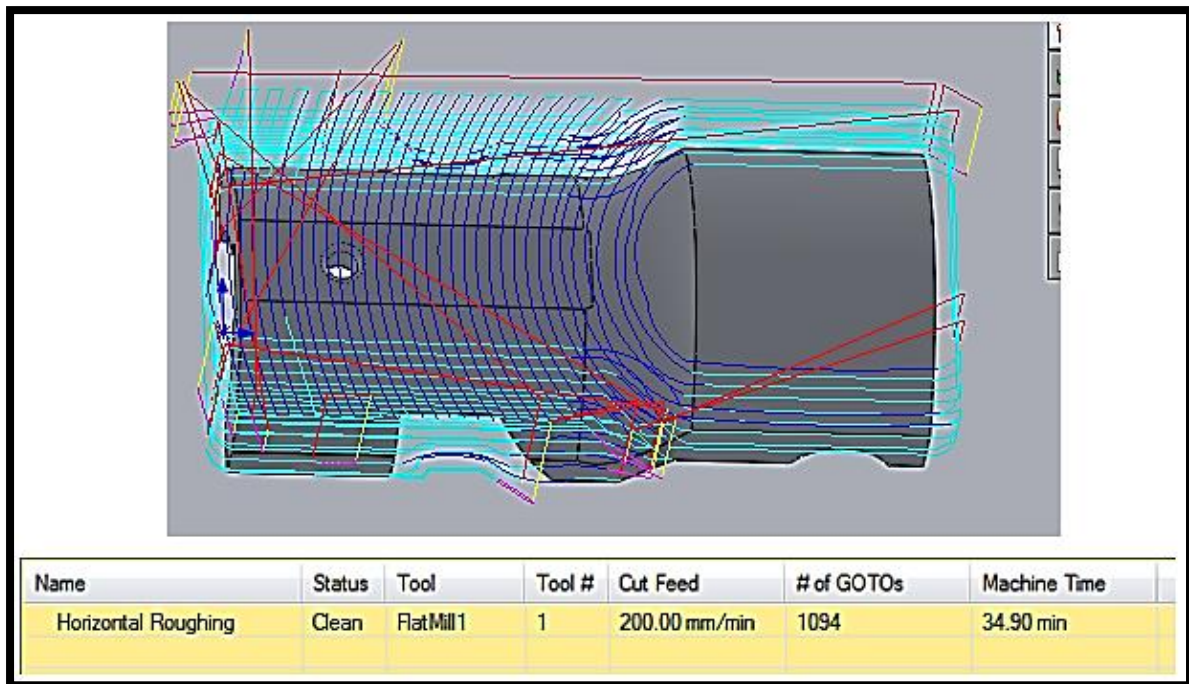


Figure III.27: Parcours d'outil Linear climb (down cut)

C. Linear climb (down cut)

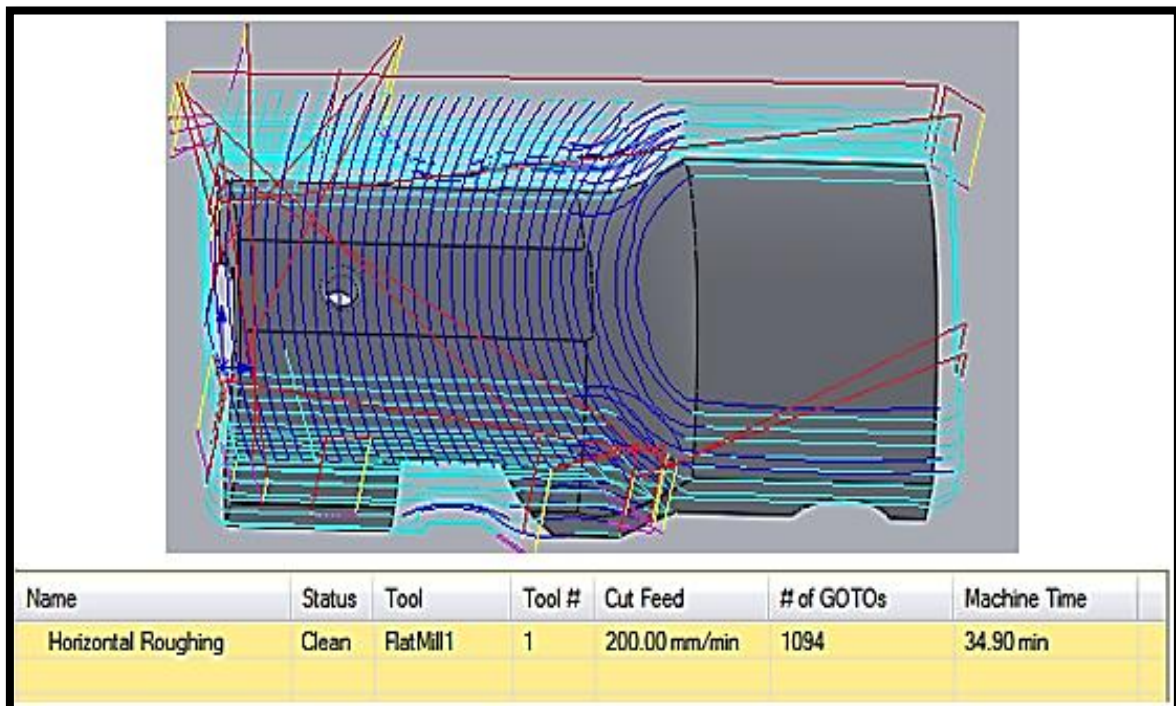


Figure III.28: Parcours d'outil Linear climb (down cut)

D. Spiral climb (down cut)

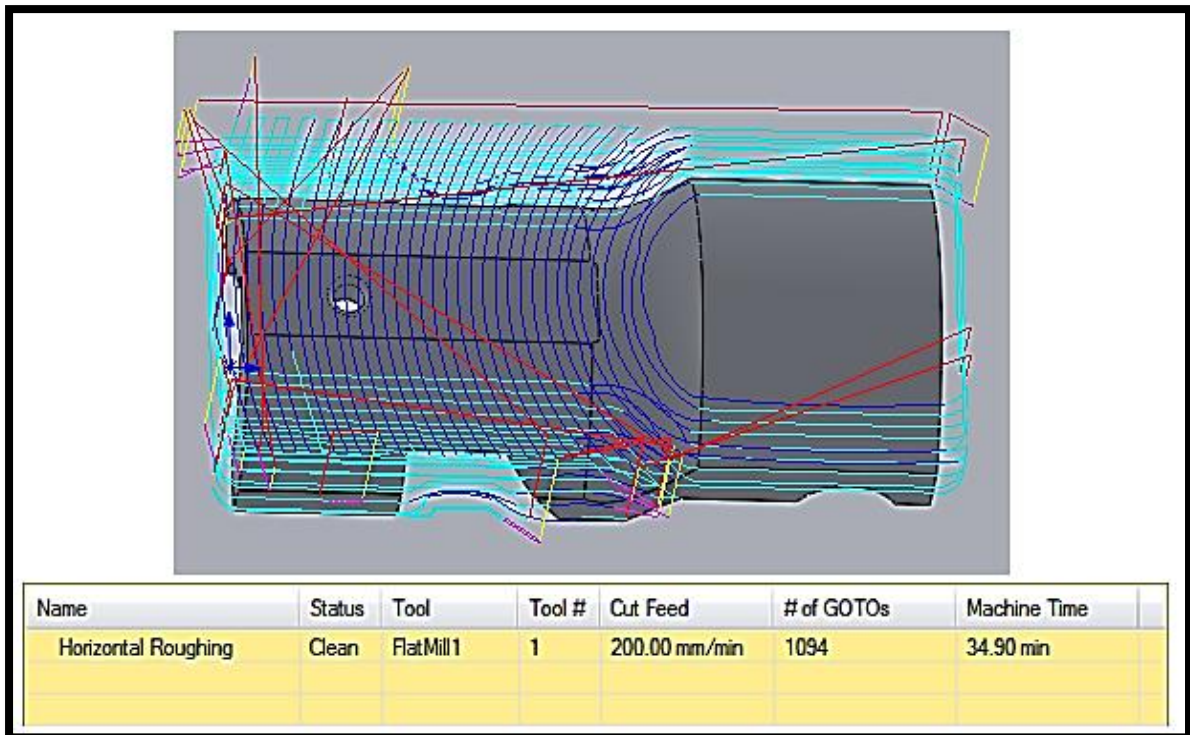


Figure III.29: Parcours d'outil Spiral climb (down cut)

E. Radial mixed

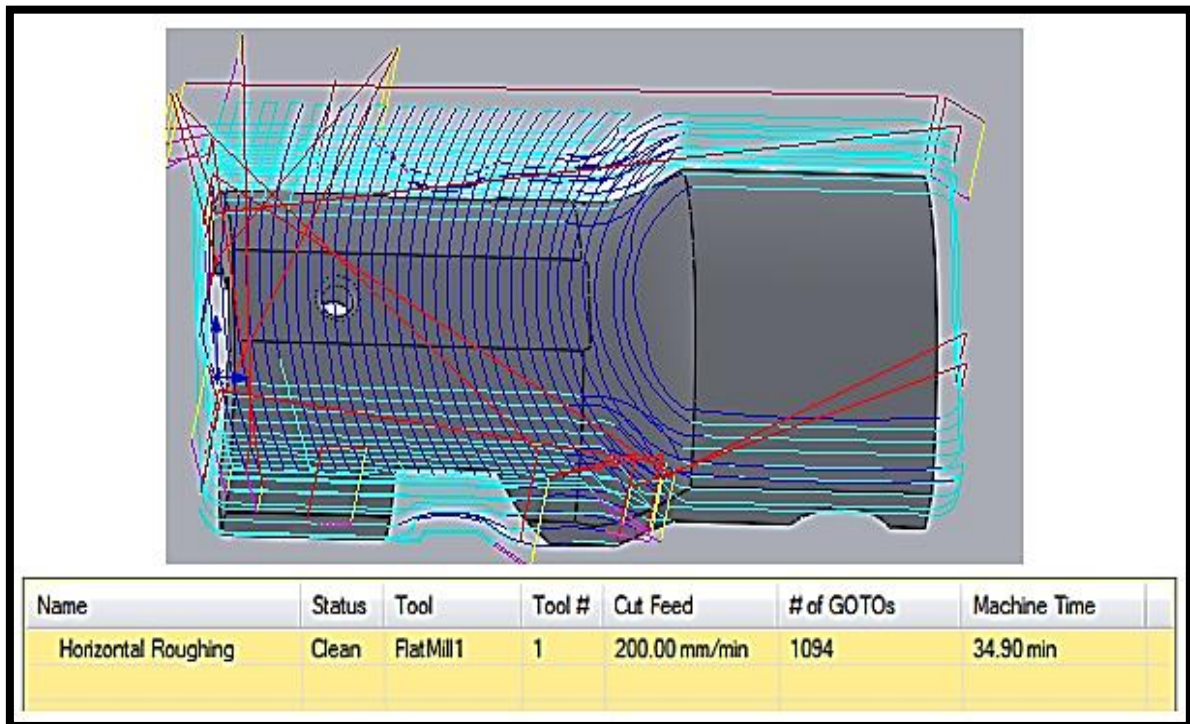


Figure III.30: Parcours d'outil Radial mixed

F. High speed climb (down cut)

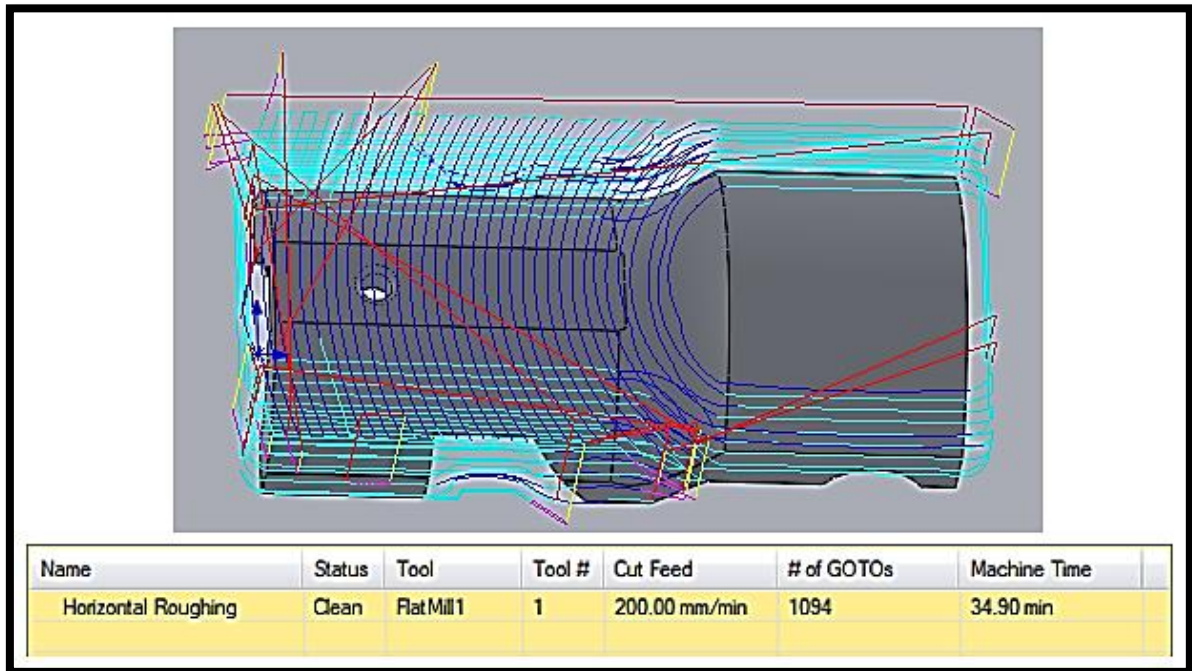


Figure III.31: Parcours d'outil High speed climb (down cut)

I.1.28.3.2. Simulation de la stratégie de finition mixed

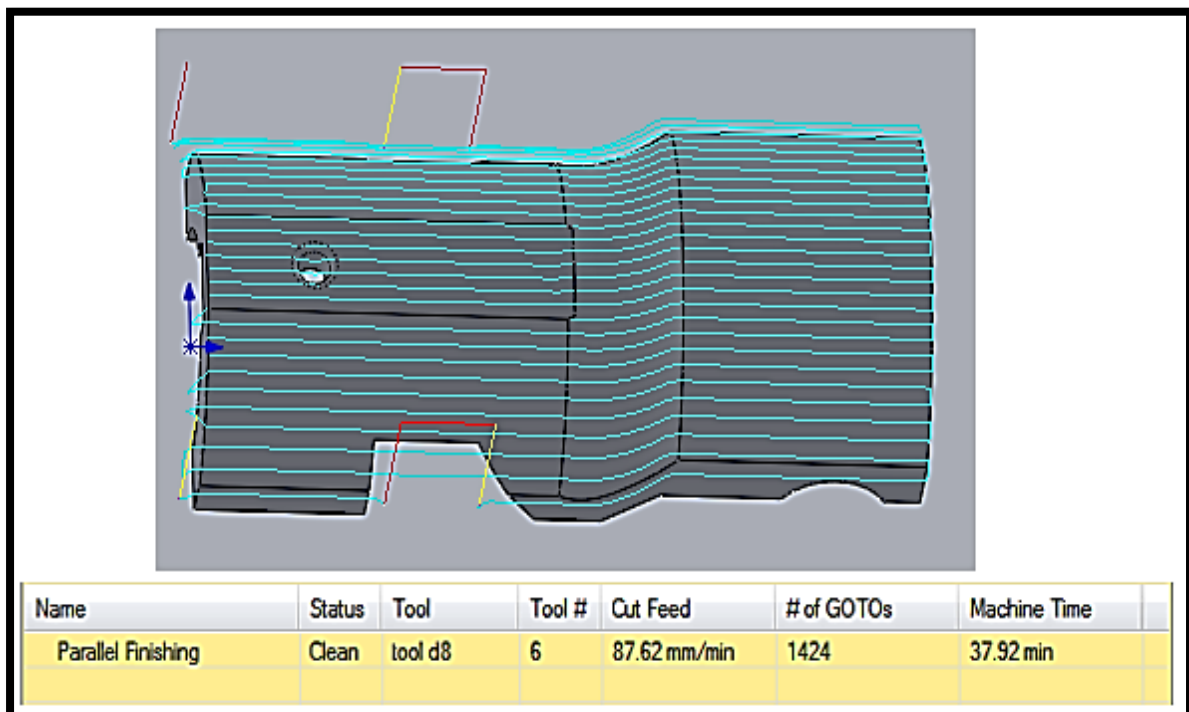


Figure III.32: Parcours d'outil finition mixed

I.1.28.4. Simulation de la stratégie de perçage (drill)

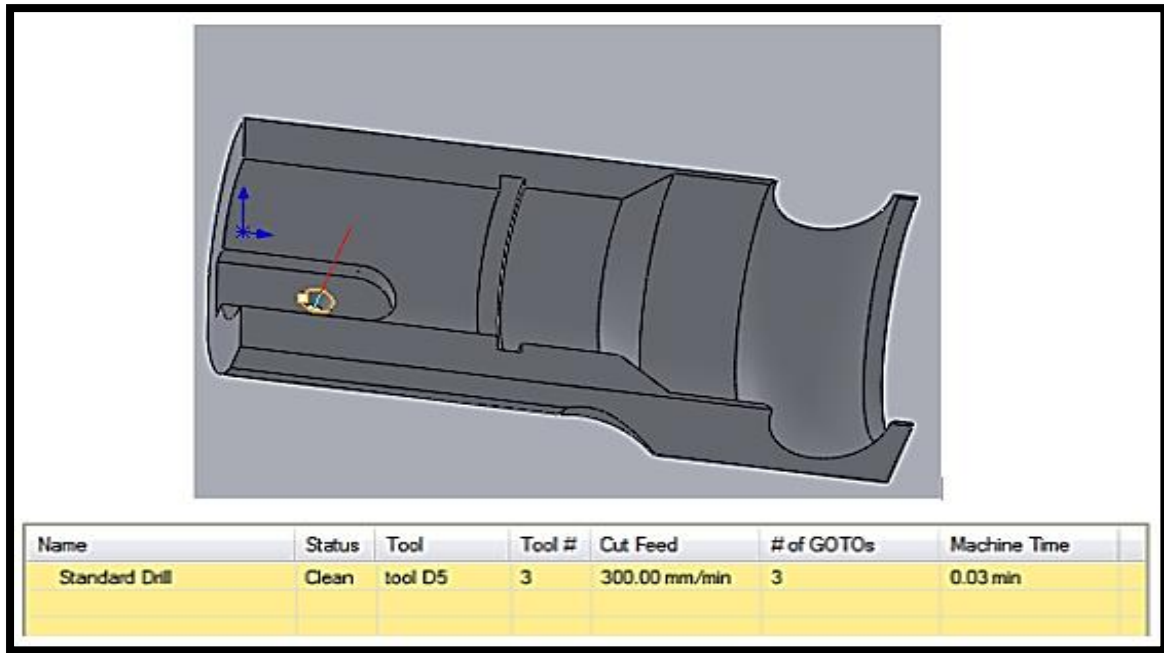


Figure III.33: Parcours d’outil perçage drill

I.1.29. Choix de la stratégie d’ébauche

Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez les durées de fabrication pour chaque stratégie ainsi que les coûts d’usinage, en supposant un coût horaire de fabrication de 100 DA par minute.

Tableau III.2: Tableau comparatifs de point de vue temps et coûts d’usinage.

Stratégie	Type de parcours d’outil	Temps d’usinage	Coûts d’usinage
Offset	Cuts climb down	56.99min	569.9DA
Offset spiral	Cuts climb down	57.06 min	570.6DA
Linear	Mixed	56.84 min	568.4DA
Spiral	Cuts climb down	56.85 min	568.5DA
Radial	Mixed	57.15 min	571.5DA
High spiral	Cuts climb down	65.41 min	654.1DA

D'après ce tableau, le temps d'usinage des différentes poches diffère d'une stratégie à l'autre.

L'utilisation de la stratégie offset cuts, nous donne le temps le plus court par contre la Stratégie radial cuts climb down, donne le temps le plus long.

I.1.30. Génération des programmes d'usinage

I.1.30.1. Les fichiers G-code

Développé par l'EIA au début des années 1960 et finalement normalisé par l'ISO en février 1980, le G-code est un type de fonction utilisé dans le langage de programmation à commande numérique. Il contient les informations nécessaires pour positionner un outil dans les dimensions x, y et z. Le G-code est distinct du code M et du code T, qui contrôlent respectivement la machine et les outils. La version standard du G-code est connue sous le nom de RS-274D. Initialement développé pour les machines-outils utilisées dans le retrait de matière, le G-code est maintenant utilisé dans une vaste gamme de domaines de fabrication, avec des adaptations pour différentes applications telles que :

- Usinage par enlèvement de matière : tournage, fraisage, perçage, gravure, défouçage ;
- Découpe avec des outils tels que le couteau, le laser, le jet d'eau, le plasma, la flamme/oxydation ;
- Poinçonnage ;
- Impression 3D par dépôt de matière.

En résumé, le G-code est un langage de programmation simple dédié à la programmation des machines à commandes numériques via un ordinateur. Il est appelé G-code car toutes les lignes d'instructions commencent par une commande de type "G" suivie d'un numéro ("xx") indiquant le type d'opération à effectuer. Ce langage nous permet de créer des programmes simples à envoyer au contrôleur de la machine. Il est important de connaître les bases de ce langage. [18]

I.1.30.2. Le fonctionnement du G-Code

Nous écrivons une série de lignes contenant des instructions et des commandes qui demandent à la machine d'effectuer des mouvements dans l'espace en trois dimensions. Pour cela, nous utilisons un repère cartésien avec les axes de référence X, Y et Z. Voici quelques

codes individuels couramment utilisés qui, lorsqu'ils sont combinés, guident le mouvement de la machine :

- G00 : Positionnement rapide. Ce code provoque un déplacement rapide de la machine ;
- G01 : Interpolation linéaire. La machine se déplace en ligne droite pour effectuer l'usinage approprié (fraisage, découpe, etc.) ;
- G02 : Mouvement circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre. La machine effectue un mouvement circulaire vers la droite ou réalise le processus d'usinage approprié ;
- G03 : Mouvement circulaire dans le sens antihoraire. Ce code est similaire à G02, mais dans le sens inverse ;
- G17 : Sélection du plan XY ;
- G18 : Sélection du plan XZ ;
- G19 : Sélection du plan YZ. Ces codes permettent de manœuvrer la machine sur différents plans pour des mouvements coordonnés ;
- G20 : Programmation en pouces ;
- G21 : Programmation en millimètres.

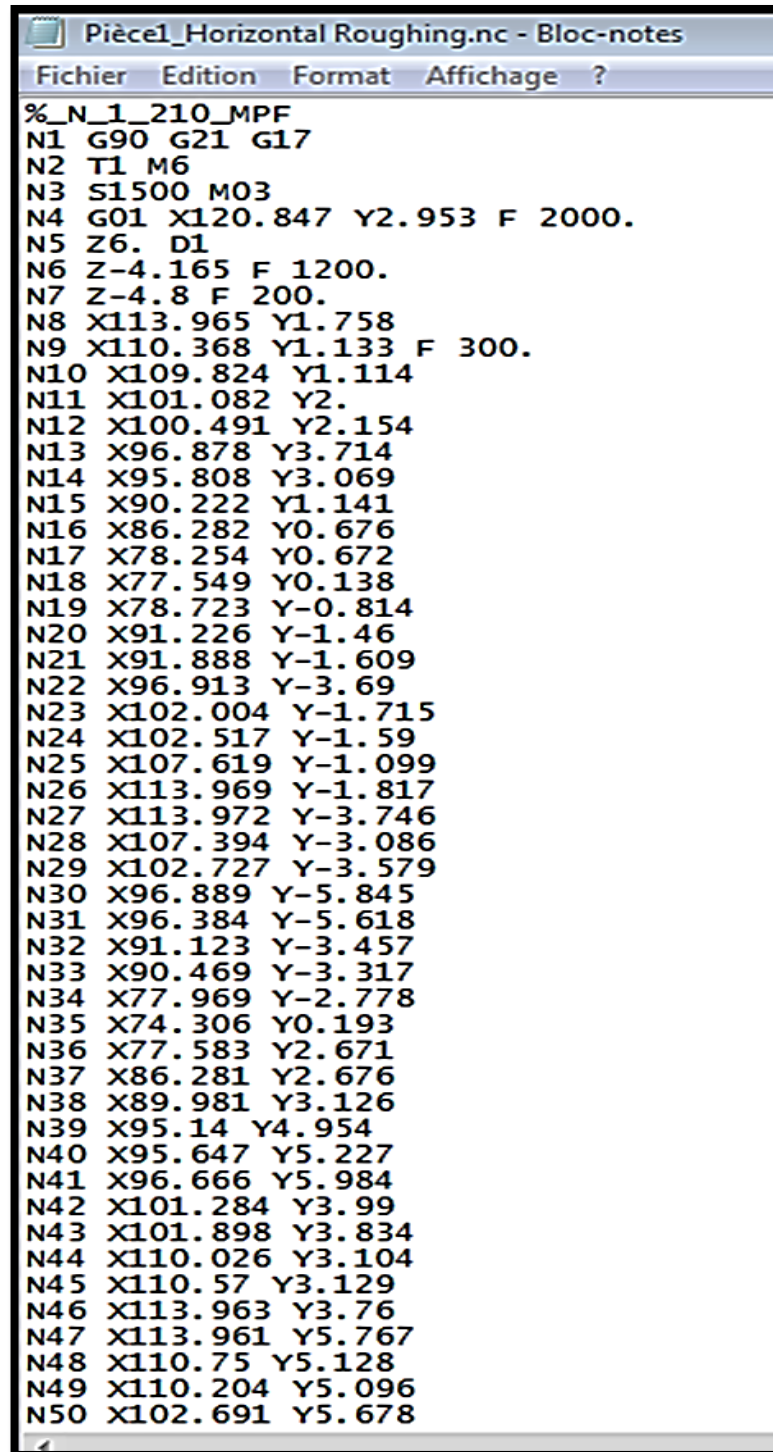
Tableau III.3: Les fichiers G-code [18]

G00	Déplacement rapide
G01	Interpolation linéaire
G02	Interpolation circulaire (sens horaire)
G03	Interpolation circulaire (sens anti-horaire)
G04	Arrêt programme et ouverture carter (pour nettoyer) (temporisation - suivi de l'argument F ou X en secondes)
G10/G11	G10/G11 Ecriture de données/Effacement de données
G17	Sélection du plan X-Y
G18	Sélection du plan X-Z
G19	Sélection du plan Y-Z
G20	Programmation en pouces
G21	Programmation en mm
G28	Retour à la position d'origine
G31	Saute la fonction (utilisé pour les capteurs et les mesures de longueur d'outil)
G33	Filetage à pas constant
G34	Filetage à pas variable
G40	Pas de compensation de rayon d'outil
G41	Compensation de rayon d'outil à gauche
G42	Compensation de rayon d'outil à droite
G90	Déplacements en coordonnées absolues
G91	Déplacements en coordonnées relatives
G94/G95	Déplacement en Pouce par minute/Pouce par tour
G96/G97	Vitesse de coupe constante (vitesse de surface constante)/Vitesse de rotation constante ou annulation de G96

I.1.31. Programmes d'usinage

I.1.31.1. Première face

A. Ebauche Partie 1



```
Pièce1_Horizontal Roughing.nc - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage  ?
%_N_1_210_MPF
N1 G90 G21 G17
N2 T1 M6
N3 S1500 M03
N4 G01 X120.847 Y2.953 F 2000.
N5 Z6. D1
N6 Z-4.165 F 1200.
N7 Z-4.8 F 200.
N8 X113.965 Y1.758
N9 X110.368 Y1.133 F 300.
N10 X109.824 Y1.114
N11 X101.082 Y2.
N12 X100.491 Y2.154
N13 X96.878 Y3.714
N14 X95.808 Y3.069
N15 X90.222 Y1.141
N16 X86.282 Y0.676
N17 X78.254 Y0.672
N18 X77.549 Y0.138
N19 X78.723 Y-0.814
N20 X91.226 Y-1.46
N21 X91.888 Y-1.609
N22 X96.913 Y-3.69
N23 X102.004 Y-1.715
N24 X102.517 Y-1.59
N25 X107.619 Y-1.099
N26 X113.969 Y-1.817
N27 X113.972 Y-3.746
N28 X107.394 Y-3.086
N29 X102.727 Y-3.579
N30 X96.889 Y-5.845
N31 X96.384 Y-5.618
N32 X91.123 Y-3.457
N33 X90.469 Y-3.317
N34 X77.969 Y-2.778
N35 X74.306 Y0.193
N36 X77.583 Y2.671
N37 X86.281 Y2.676
N38 X89.981 Y3.126
N39 X95.14 Y4.954
N40 X95.647 Y5.227
N41 X96.666 Y5.984
N42 X101.284 Y3.99
N43 X101.898 Y3.834
N44 X110.026 Y3.104
N45 X110.57 Y3.129
N46 X113.963 Y3.76
N47 X113.961 Y5.767
N48 X110.75 Y5.128
N49 X110.204 Y5.096
N50 X102.691 Y5.678
```


B. Finition Partie 1

```
Pièce1_Parallel Finishing.nc - Bloc-not
Fichier  Edition  Format  Affichage
%_N_1_210_MPF
N1 G90 G21 G17
N2 T4 M6
N3 S800 M03
N4 G01 X109.86 Y-20.341 F 20
N5 Z6. D4
N6 Z-3.179 F 1200.
N7 Z-3.779 F 400.
N8 Y-20.232 Z-5.996 F 600.
N9 Y-19.935 Z-7.985
N10 Y-19.466 Z-9.856
N11 Y-19.435 Z-9.957
N12 Y-18.779 Z-11.789
N13 Y-17.935 Z-13.573
N14 Y-16.935 Z-15.243
N15 Y-16.81 Z-15.422
N16 Y-15.81 Z-16.77
N17 Y-15.685 Z-16.931
N18 Y-14.56 Z-18.172
N19 Y-14.31 Z-18.435
N20 Y-13.06 Z-19.568
N21 Y-12.81 Z-19.78
N22 Y-11.31 Z-20.893
N23 Y-9.56 Z-21.941
N24 Y-7.81 Z-22.769
N25 Y-6.06 Z-23.398
N26 Y-5.81 Z-23.478
N27 Y-4.06 Z-23.916
N28 Y-3.81 Z-23.963
N29 Y-2.06 Z-24.222
N30 Y-1.56 Z-24.254
N31 Y-0.06 Z-24.327
N32 Y1.94 Z-24.235
N33 Y3.94 Z-23.944
N34 Y5.44 Z-23.571
N35 Y5.94 Z-23.441
N36 Y7.69 Z-22.815
N37 Y7.94 Z-22.707
N38 Y9.44 Z-21.998
N39 Y9.69 Z-21.866
N40 Y11.19 Z-20.967
N41 Y11.44 Z-20.796
N42 Y12.69 Z-19.869
N43 Y12.94 Z-19.677
N44 Y14.19 Z-18.544
N45 Y14.44 Z-18.305
N46 Y15.69 Z-16.926
N47 Y16.69 Z-15.584
N48 Y16.94 Z-15.235
N49 Y17.94 Z-13.562
N50 Y18.784 Z-11.777
```

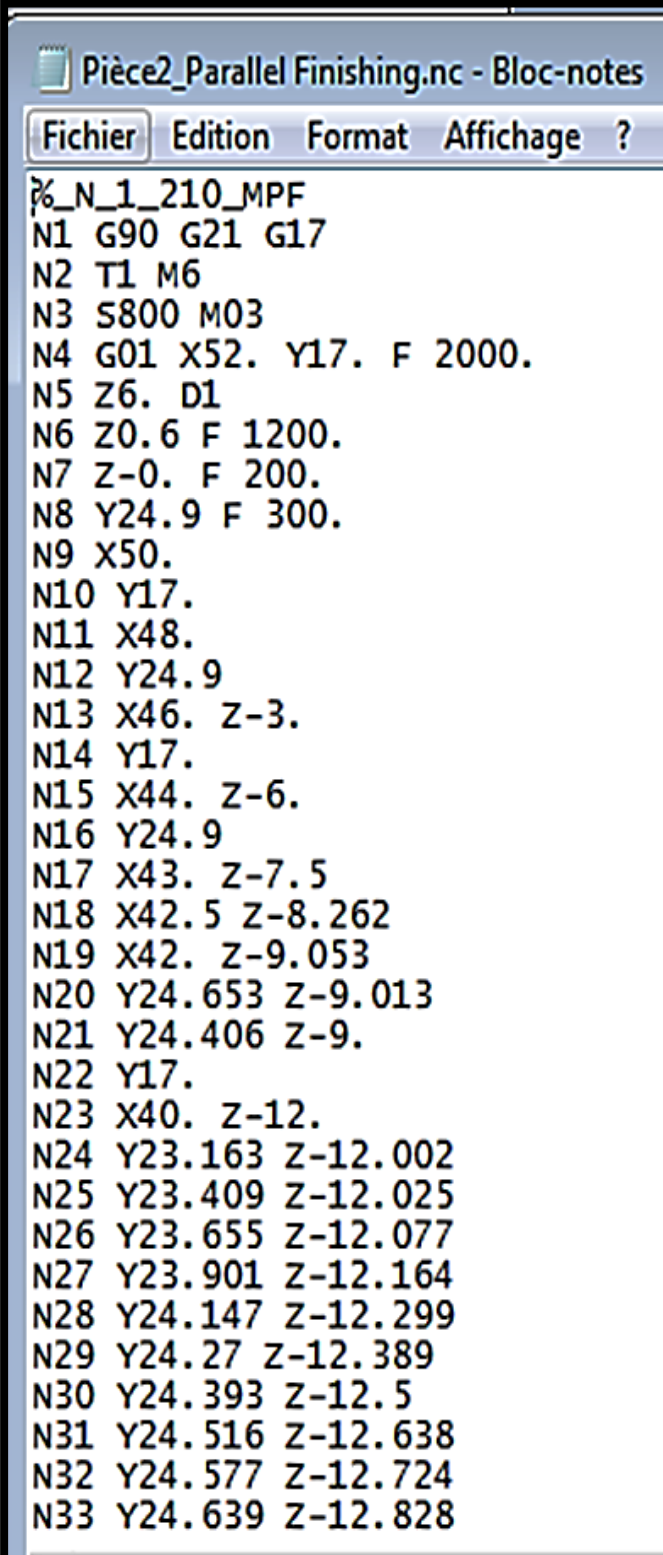
C. Ebauche Partie 2

```

Pièce2_Horizontal Roughing.nc - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
%_N_1_210_MPF
N1 G90 G21 G17
N2 T4 M6
N3 S800 M03
N4 G01 X39.467 Y-13.513 F 2000.
N5 Z6. D4
N6 Z-1.365 F 1200.
N7 Z-2. F 300.
N8 X51.672 F 200.
N9 Y-9.782
N10 X39.446 Y-13.372
N11 G17
N12 G03 X39.387 Y-13.242 I-0.479 J-0.141
N13 G01 X51.329 Y-5.568
N14 X45.851
N15 X39.294 Y-13.135
N16 G03 X39.174 Y-13.058 I-0.327 J-0.378
N17 G01 X42.595 Y-5.568
N18 X40.109
N19 X39.038 Y-13.018
N20 G03 X38.896 I-0.071 J-0.495
N21 G01 X37.824 Y-5.568
N22 X35.338
N23 X38.759 Y-13.058
N24 G03 X38.639 Y-13.135 I0.208 J-0.455
N25 G01 X32.082 Y-5.568
N26 X26.604
N27 X38.546 Y-13.242
N28 G03 X38.487 Y-13.372 I0.421 J-0.271
N29 G01 X26. Y-9.705
N30 Y-13.23
N31 X26.603 Y-13.237
N32 X27.222 Y-13.513
N33 X38.467
N34 G03 X38.487 Y-13.654 I0.5 J0.
N35 G01 X28.824 Y-16.491
N36 X28.813 Y-20.038
N37 X38.546 Y-13.783
N38 G03 X38.639 Y-13.891 I0.421 J0.27
N39 G01 X31.234 Y-22.436
N40 X34.891
N41 X38.759 Y-13.968
N42 G03 X38.896 Y-14.008 I0.208 J0.455
N43 G01 X37.684 Y-22.436
N44 X40.25
N45 X39.038 Y-14.008
N46 G03 X39.174 Y-13.968 I-0.071 J0.495
N47 G01 X43.042 Y-22.436
N48 X46.699
N49 X39.294 Y-13.891
N50 G03 X39.387 Y-13.783 I-0.327 J0.378

```

D. Finition Partie 2



The image shows a screenshot of a Notepad window titled "Pièce2_Parallel Finishing.nc - Bloc-notes". The window has a menu bar with "Fichier", "Edition", "Format", "Affichage", and "?". The main text area contains the following CNC code:

```
%;_N_1_210_MPF  
N1 G90 G21 G17  
N2 T1 M6  
N3 S800 M03  
N4 G01 X52. Y17. F 2000.  
N5 Z6. D1  
N6 Z0.6 F 1200.  
N7 Z-0. F 200.  
N8 Y24.9 F 300.  
N9 X50.  
N10 Y17.  
N11 X48.  
N12 Y24.9  
N13 X46. Z-3.  
N14 Y17.  
N15 X44. Z-6.  
N16 Y24.9  
N17 X43. Z-7.5  
N18 X42.5 Z-8.262  
N19 X42. Z-9.053  
N20 Y24.653 Z-9.013  
N21 Y24.406 Z-9.  
N22 Y17.  
N23 X40. Z-12.  
N24 Y23.163 Z-12.002  
N25 Y23.409 Z-12.025  
N26 Y23.655 Z-12.077  
N27 Y23.901 Z-12.164  
N28 Y24.147 Z-12.299  
N29 Y24.27 Z-12.389  
N30 Y24.393 Z-12.5  
N31 Y24.516 Z-12.638  
N32 Y24.577 Z-12.724  
N33 Y24.639 Z-12.828
```

I.1.31.2. Deuxième face

A. Ebauche Deuxième face

```

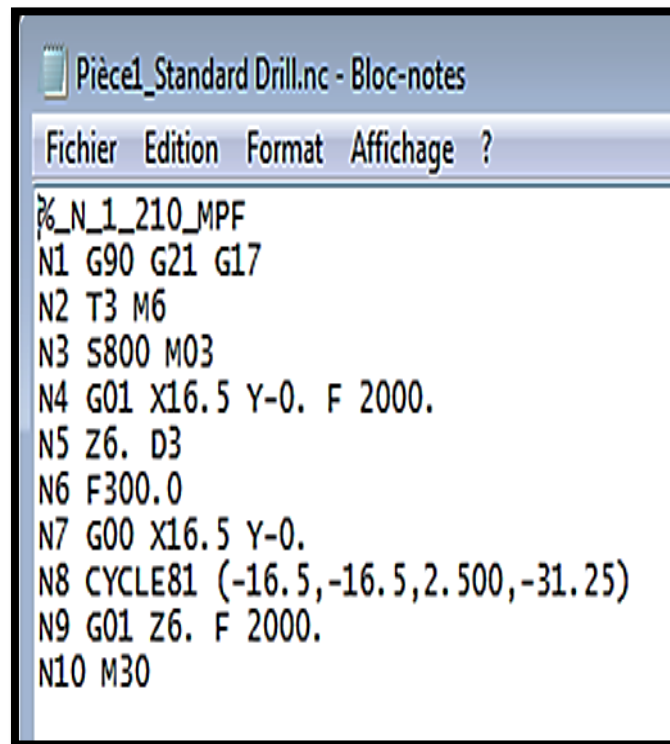
Pièce3_Horizontal Roughing.nc - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage  ?
%
O0
N1G40G49G80
(Horizontal Roughing)
N2(Tool Diameter = 8.0 Length = 90.0 )
N3G21T1M6
N4G54
N5 S1200M3
N6G90G1X-2.196Y-32.946 F1200.
N7G43Z36.H1
N8 Z28.635
N9 Z28. F300.
N10 X-3.776Y-26.142
N11 X-3.941Y-25.432 F200.
N12 X-3.951Y-16.747
N13 X-1.111Y-28.831
N14 X-1.044Y-28.859
N15 X0.939
N16 Z28.635 F1200.
N17 Z36.
N18 X1.232Y35.535
N19 Z28.635
N20 Z28. F300.
N21 X-0.856Y28.87
N22 X-3.993Y18.852 F200.
N23 Z28.635 F1200.
N24 Z36.
N25 X2.556Y-35.654
N26 Z28.635
N27 Z28. F300.
N28 X0.939Y-28.859
N29 G17
N30 G02X-2.871Y15.743I86.154J29.824 F200.
N31 G1X1.218Y28.929
N32 X3.269Y28.93
N33 X-0.959Y15.156
N34 G03X2.985Y-28.859I88.97J-14.212
N35 G1X5.033
N36 G02X0.954Y14.574I83.911J29.788
N37 G1X5.315Y28.931
N38 X7.358Y28.932
N39 X2.87Y13.999
N40 G03X7.084Y-28.859I87.023J-13.079
N41 G1X9.138
N42 G02X4.787Y13.429I81.721J29.777
N43 G1X9.396Y28.932
N44 X11.43Y28.933
N45 G03X6.739Y-11.258I65.662J-28.032
N46 G1X11.195Y-28.859
N47 X13.255
N48 G02X8.626Y12.307I79.589J29.791

```

B. Finition Deuxième face

```
Pièce3_Parallel Finishing.nc - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage  ?
%
O0
N1G40G49G80
  (Parallel Finishing)
N2(Tool Diameter = 8.0 Length
N3G21T6M6
N4G54
N5 S10000M3
N6G90G0X-3.003Y-27.06
N7G43Z31.908H6
N8 G1Z7.741 F175.24
N9 Z7.141 F65.715
N10 X-2.187 F87.62
N11 X-2.06Z7.352
N12 X-1.935Z7.542
N13 X-1.81Z7.717
N14 X-1.56Z8.03
N15 X-1.31Z8.295
N16 X-1.06Z8.512
N17 X-0.81Z8.683
N18 X-0.56Z8.811
N19 X-0.31Z8.897
N20 X-0.06Z8.941
N21 X0.19Z8.947
N22 X0.44Z8.917
N23 X25.627
N24 X25.94Z8.951
N25 X26.19Z8.942
N26 X26.44Z8.895
N27 X26.69Z8.808
N28 X26.94Z8.676
N29 X27.19Z8.5
N30 X27.44Z8.279
N31 X27.69Z8.009
N32 X27.94Z7.685
N33 X28.19Z7.304
N34 X28.286Z7.141
N35 Z7.741 F175.24
N36 G0Z31.908
N37 X42.706
N38 G1Z7.741 F175.24
N39 Z7.141 F65.715
N40 X42.744 F87.62
N41 X42.768Z7.352
N42 X42.784Z7.44
N43 X42.815Z7.57
N44 X42.877Z7.756
N45 X42.94Z7.9
N46 X43.065Z8.145
N47 X43.19Z8.331
N48 X43.315Z8.475
```

I.1.32. Perçage



```
Pièce1_Standard Drill.nc - Bloc-notes
Fichier  Edition  Format  Affichage ?
%N_1_210_MPF
N1 G90 G21 G17
N2 T3 M6
N3 S800 M03
N4 G01 X16.5 Y-0. F 2000.
N5 Z6. D3
N6 F300.0
N7 G00 X16.5 Y-0.
N8 CYCLE81 (-16.5, -16.5, 2.500, -31.25)
N9 G01 Z6. F 2000.
N10 M30
```

Conclusion

En conclusion, dans ce chapitre, nous avons distingué entre le tour conventionnel et la fraiseuse. Dans le tour, la vitesse de rotation (N) est déterminée pour la pièce, tandis que l'avance (V_f) est appliquée à l'outil. En revanche, dans la fraiseuse, la vitesse de rotation (N) est attribuée à l'outil, tandis que l'avance (V_f) est destinée à la pièce. Nous avons également abordé notre gamme de fabrication au sein de l'entreprise de fabrication mécanique industrielle et la précision Amrane (Akbou).

Dans les logiciels de FAO Le temps de fabrication et l'état de surface varient d'une stratégie à l'autre, comme illustré sur un logiciel visualcam et sa conception sur le logiciel SolidWorks.

Chapitre IV

Résultats d'usinages et comparaison des méthodes

Introduction



En général, le domaine de l'usinage préfère généralement les machines-outils à commande numérique plutôt que les machines conventionnelles, car c'est une technologie moderne qui a fait ses preuves.

Dans cette partie, nous allons présenter les différents résultats d'usinage de la pièce obtenus par voie conventionnelle et par MOCN. Par la suite nous allons faire une comparaison entre les deux méthodes en fonction de l'état de surface des pièces et du temps de fabrication.

Résultats d'usinage par voie conventionnelle

Les différentes opérations et résultats d'usinage de la pièce par la méthode conventionnelle (Tour, Fraiseuse) sont résumés et présentés dans les tableaux suivants.

Tableau IV.1: Résultats d'usinage de la pièce par Tour conventionnel

La machine	Opérations d'usinage	Temps	Illustrations
Tour conventionnelle	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dressage de 10mm ; ➤ Perçage D=30 mm à travers tout ; ➤ Chariotage sur une longueur de 55mm. 	5h	
	Usiner un rayon de 20mm	2 h et 30 min	
	Alésage de 32mm sur une longueur de 68 mm.	2 h et 30 min	


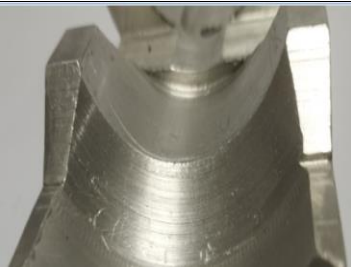
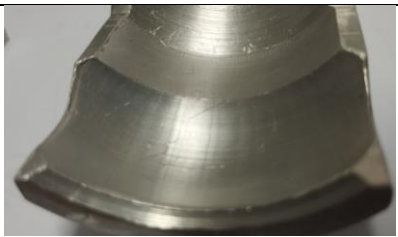






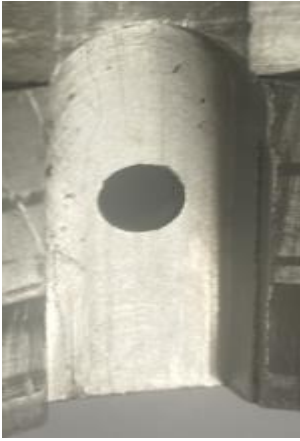
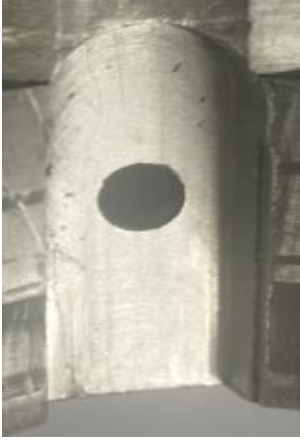



	Alésage de 50mm sur une longueur de 39.7mm.	2 h et 40 min	
	Angle de 40°.	2 h et 30 min	
	Alésage D=53mm sur une longueur de 12mm.	2 h et 30 min	
	Un rayon de 14.7 mm sur une longueur de 21 mm	2 h et 30 min	
	Une gorge 4 mm	2 h	
	Chariotage sur l'autre côté pour obtenir un diamètre de 49 mm	2 h et 30 min	

Tableau IV.2: Résultats d'usinage de la pièce par Fraiseuse conventionnelle

La machine	Opérations d'usinage	Temps	Illustrations
Fraiseuse conventionnel	Surfaçage de 2 mm pour les deux côtés	2h	
	<i>Couper la pièce en deux mâchoires avec une tronçonneuse crown</i>	1h et 30min	
	Surfaçage des deux mâchoires	1h et 30min	

	<p>Usinage d'une rainure et perçage des pièces</p>	<p>3h</p>	
	<p>Usinage de la deuxième rainure</p>	<p>2h</p>	
	<p>Un chanfrein de 45°</p>	<p>1h</p>	





	Mi plat de 0.5 mm sur une longueur de 55 mm	2h	
	<i>Chanfrein pour le perçage avec une presseuse pour les deux mâchoires</i>	50min	

D'après les résultats présentés sur les tableaux (IV.1 et IV.2), on remarque que l'usinage de la pièce par voie conventionnelle, nécessite deux machines (Tour et Fraiseuse) en plus d'autres outillages (Tronçonneuse et Perceuse). Cela engendre un temps total d'usinage de 34h et 3min.

Résultats d'usinage par MOCN

Les différentes opérations et résultats d'usinage de la pièce par MOCN sont résumés et présentés dans le tableau suivant.

Tableau IV.3: Résultats d'usinage de la pièce par MOCN

La machine	Opérations d'usinage	Temps	Illustrations
MOCN	Surface 1 : 1) Ligh speed climb 2) Parallel finichn	1) 56.41 min 2) 41.42 min	
	Surface 2 : 1) Ligh speed mixed 2) Finichn mixed	1) 3.80 min 2) 1.14 min	
	Surface3 : 1) Radial mixed 2) Finichn mixed	1) 34.90 min 2) 37.92 min	
	Surface4 : Perçage drill	0.03 min	

D'après les résultats présentés sur le tableau (IV.3), on remarque que l'usinage de la pièce par MOCN, nécessite une seule machine (Fraiseuse numérique), sans avoir besoins d'autres outillages. Cela engendre un temps total d'usinage de 148.62min.

Comparaison des méthodes d'usinage

La comparaison entre les résultats d'usinage de la pièce par voie conventionnelle (Tour, Fraiseuse) et par voie MOCN en fonction du temps d'usinage et de l'état de surface est résumée et présentée dans le tableau suivant.




Tableau IV.4: Comparaison des méthodes d'usinage de la pièce en fonction du temps d'usinage et de la qualité de surface



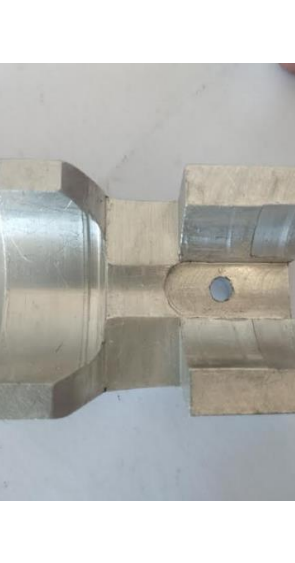



Méthodes	Machines et outils	Temps d'usinage	Illustrations
Conventionnelle	1. Tour 2. Tronçonneuse 3. Fraiseuse 4. Perceuse	2274 min	
MOCN	Fraiseuse	148.62min	

D'après ce tableau, nous constatons que le temps d'usinage sur machines-outils à commande numérique est plus court que celui sur machines-outils conventionnelles (tour, fraiseuse). De plus, l'état de surface obtenu est beaucoup meilleur par rapport aux machines conventionnelles.

Point de vue qualité d'usinage

Tableau IV.5: Point de vue qualité d'usinage

Méthode d'usinage	Première face	Deuxième face	Image copeaux
Tournage avec tour conventionnel			

<p>Tournage avec MOCN</p>			
<p>Fraisage avec fraiseuse conventionn el</p>			
<p>Fraisage avec fraiseuse MOCN</p>			

Mise en plan de la mâchoire de pince

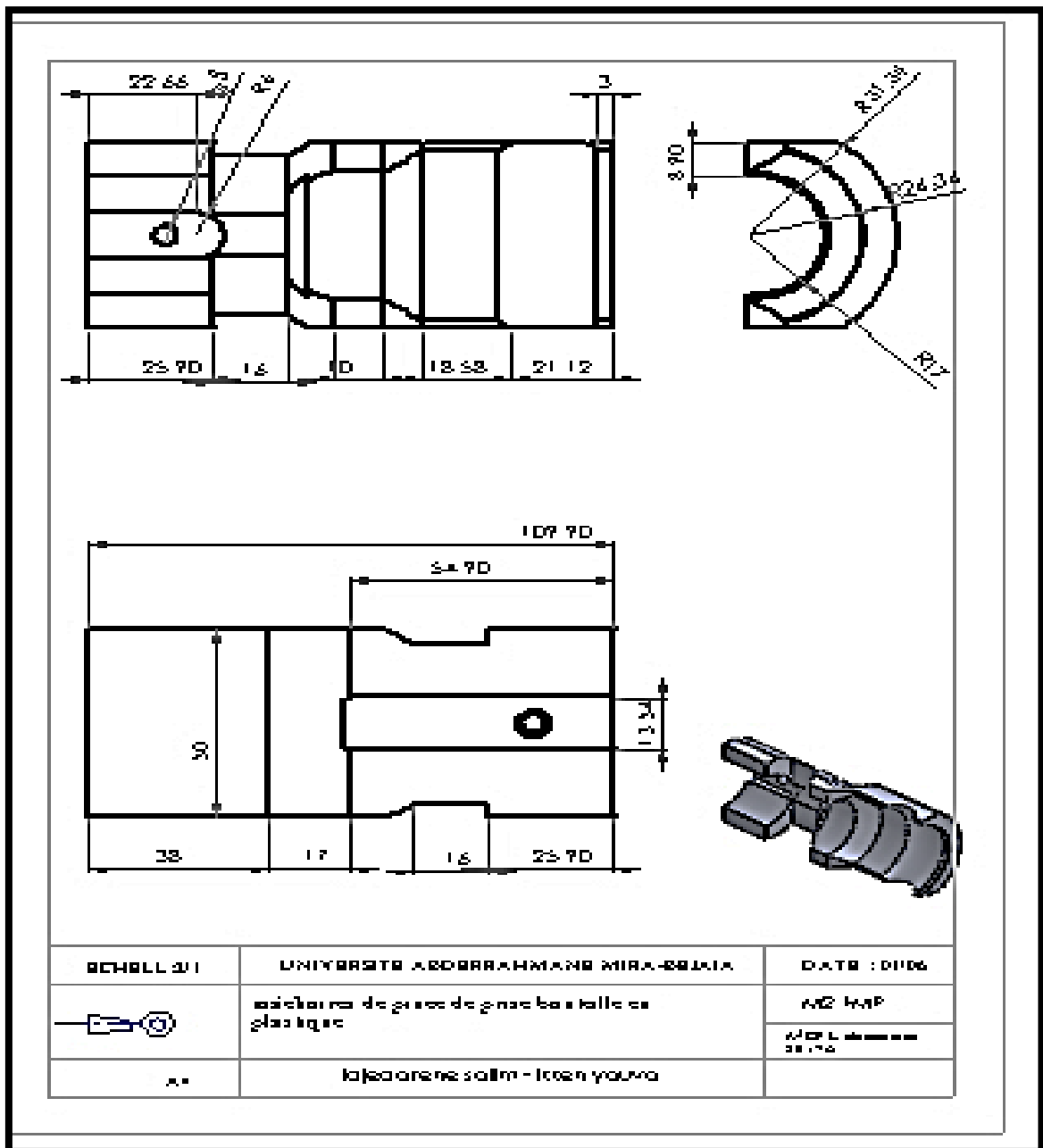


Figure IV.1: Mâchoire de pince

Conclusion

Ce chapitre apporte la preuve que les machines-outils à commande numérique sont supérieures aux machines-outils conventionnelles, que ce soit en termes de temps d'usinage, d'état de surface, de précision ou de productivité.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'objectif de ce travail consiste à comparer les machines à commande numérique (CNC) aux machines conventionnelles, en se basant sur l'usinage des mâchoires de pince en aluminium 2017A sur une machine-outil à commande numérique (MOCN) Emco Mill 55 située à l'Université Abderrahmane Mira - Bejaia.

Cette étude a démontré que les machines CNC sont supérieures aux machines conventionnelles en termes d'usinage des mâchoires de pince en aluminium. Elle nous a également permis de nous familiariser avec les dernières avancées en matière de commande numérique, de programmation assistée par ordinateur (CAO) et de stratégies d'usinage utilisant des systèmes de FAO et CFAO.

Nous avons commencé par concevoir la pièce à l'aide du logiciel Solidworks, qui permet de réaliser différentes formes. Ensuite, nous avons utilisé l'outil de FAO (Visual CAM) pour générer le programme de fabrication et simuler l'usinage en utilisant différentes stratégies.

Enfin, nous avons réalisé l'usinage des mâchoires à la fois sur un tour conventionnel et une fraiseuse en trois jours et demi, tandis qu'avec la CNC, cela a été accompli en une seule journée. De plus, la qualité de surface obtenue avec la CNC est supérieure à celle obtenue de manière conventionnelle, et les risques liés à l'intervention humaine sont réduits.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] https://www.google.dz/search?q=chapitre_1+Introduction+%C3%A0+la+commande+num%C3%A9rique&oq=chapitre_1&aqs=chrome.1.69i5912j014.5979j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- [2] <https://fr.scribd.com/document/54882596/Tournage-Fraisage-Machines-Outils>
- [3] Claude Barlier, Lionel Girardin, “Mémotech productique : matériaux et usinage” Ed. Casteilla, pp 406, 1992.
- [4] Jean-Pierre Urso “Mémotech : commande numérique” Educalivre, pp 334, 1999.
- [5] Andre Chevalier, Jacques Bohan, “Guide du technicien en productique” Hachette, pp 272,1988.
- [6] MRO CZKA, K., WÓJCICKA, A., et KURTYKA, P. 2017A aluminum alloy in different heat treatment conditions. Acta Metallurgica Slovaca, 2012, vol. 18, no 2-3, p. 82-
- [7] P.Umamaheswarraoa*, D.Ranga Rajub, KNS Sumanc, B.Ravi Sankard, ABrief Note on the Application of
- [8] C.varel, le comportement de l'aluminium et de ses alliages, Ed. Dunod technique, paris (2004) 25.
- [9] R. vennekens et EWE. Fweldl, notice d'information sur l'aluminium, deuxieme partie, institue de la belge de la soudure, avril 2003
- [10] MRO CZKA, K., WÓJCICKA, A., et KURTYKA, P. 2017A aluminum alloy in different heat treatment conditions. Acta Metallurgica Slovaca, 2012, vol. 18, no 2-3, p. 82-
- [11] Tournage mécanique, http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/tournage_mecanique.pdf
- [12] Article la vitesse de coupe <http://serge79.over-blog.com/article-la-vitesse-de-coupe->
- [13] Gaëtan ALBERT Docteur Spécialité : Mécanique Et Ingénierie Identification et Modélisation Du torseur Des Actions De Coupe En Fraisage
- [14] Fraisage sur petite fraiseuse. Guide méthodique micromécanicien, édition 2007.
- [15] http://jvr33.free.fr/pdf_laser/16_cnc/Proc%E9d%E9s_et_Techniques/Fraisage_sur_petite_fraiseuse.pdf.

Références bibliographiques

[16] Romain ginestou (romaing) ; livre, apprenez a utiliser solidworks, 2013.

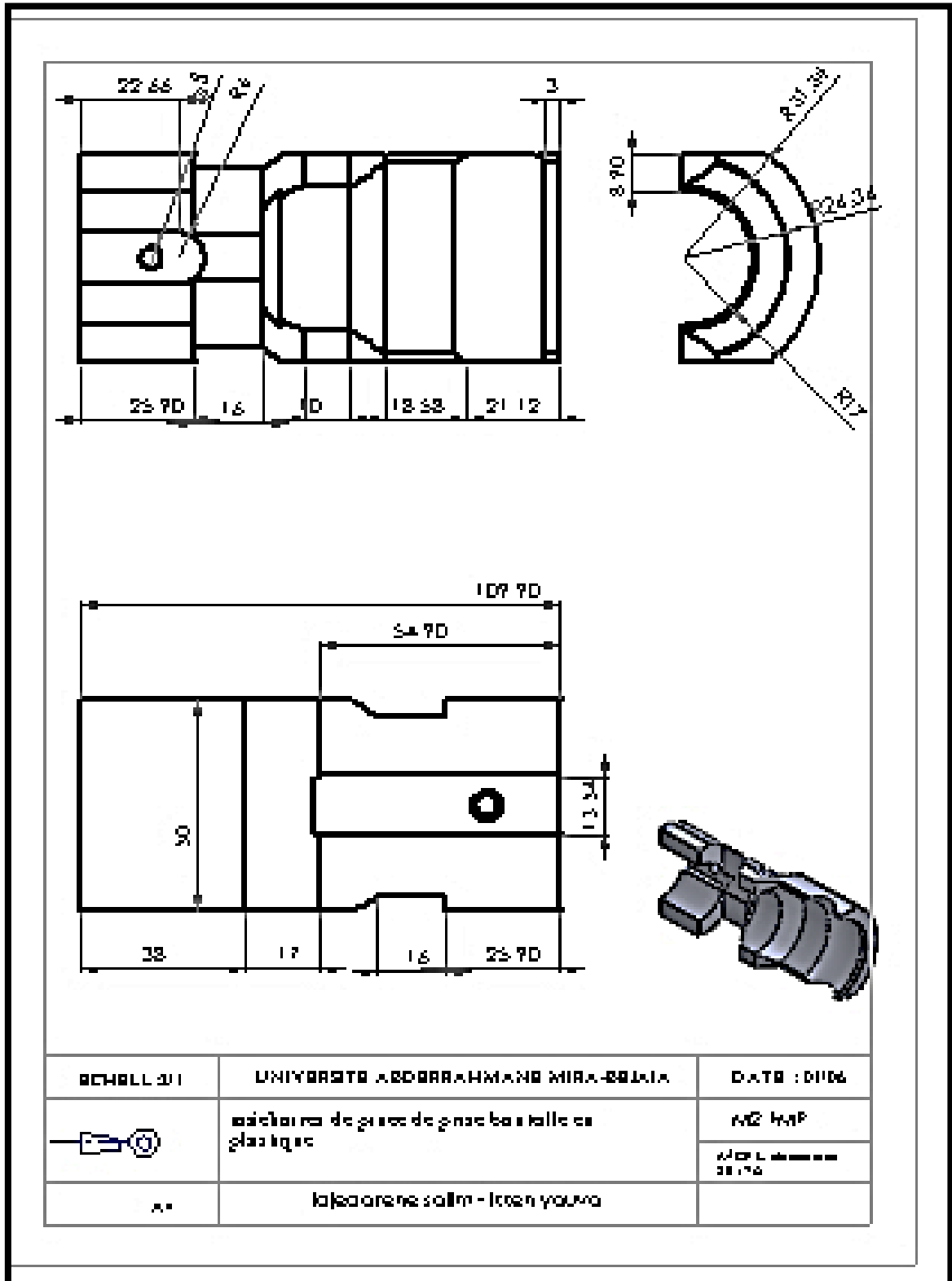
[17] Catalogue machine-outil à commande numérique

[18] Livre Magafor F 94134 FONTENY SOUS BOIS France p 41

[19] D.Samaini et R. Ben Kadi, 2015, Conception et réalisation d'une machine CNC, Mémoire de Master, Université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, Algérie.

Annexes

Annexe 01
Mâchoire de pince



Etude de fabrication de mâchoires de pince de prise bouteille en plastique pour remplisseuse de détergents

Résumé

L'étude de fabrication des mâchoires d'une pince de prise de bouteille en plastique pour une remplisseuse de détergents est un sujet pertinent dans le domaine de la fabrication mécanique industrielle et de précision. Cette étude vise à concevoir et fabriquer des mâchoires efficaces et précises qui permettront de saisir les bouteilles en plastique de manière fiable lors du processus de remplissage des détergents. L'entreprise Amran, spécialisée dans la fabrication mécanique industrielle et de précision, est responsable de cette étude. Tout d'abord, il est essentiel de réaliser une étude préliminaire pour comprendre les spécifications et les exigences des mâchoires de la pince.

En conclusion, l'étude de fabrication des mâchoires d'une pince de prise de bouteille en plastique pour une remplisseuse de détergents est une tâche complexe qui nécessite une approche méthodique et précise.

Abstract

The study of manufacturing the jaws of a plastic bottle gripper for a detergent filler is a relevant topic in the field of industrial and precision mechanical manufacturing. This study aims to design and manufacture effective and precise jaws that will allow plastic bottles to be reliably gripped during the process of filling detergents. Amran, a company specialized in industrial and precision mechanical manufacturing, is responsible for this study. First, it is essential to conduct a preliminary study to understand the specifications and requirements of the clamp jaws.

In conclusion, the study of making the jaws of a plastic bottle gripper for a detergent filler is a complex task that requires a methodical and precise approach.

المخلص

تعد دراسة تصنيع فكي قبضة الزجاجة لحشو المنظفات موضوعًا ذا صلة في مجال التصنيع الميكانيكي الصناعي والدقيق. تهدف هذه الدراسة إلى تصميم وتصنيع فكين فعالين ودقيقين يسمح بإمساك القوررة البلاستيكية بشكل موثوق أثناء عملية تعبئة المنظفات. عمران، شركة متخصصة في التصنيع الميكانيكي الصناعي والدقيق، مسؤولة عن هذه الدراسة. أولاً، من الضروري إجراء دراسة أولية لفهم مواصفات ومتطلبات فكي المشبك.

في الختام، تعد دراسة صنع فكي قابض القوررة البلاستيكية لحشو المنظفات مهمة معقدة تتطلب نهجًا منهجيًا ودقيقًا.