

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et productique

Par :

Slim Mouloud

Haddad Noureddine

Thème

Etude de conception et fabrication d'une tête visseuse

Soutenu le 01/07/2024 devant le jury composé de :

Melle.	Adjouadi Nora	Présidente
M.	Hadjou Madjid	Rapporteur
M.	Sahali Mohand Akli	Examineur

Année Universitaire 2023-2024

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience de réaliser ce travail.

En second lieu, c'est avec beaucoup de respect et d'appréciation qu'on remercie notre encadrant M. Hadjou Madjid, qui a toujours été présent pour nous accueillir et nous aider, et de nous avoir fait profiter de ses connaissances, ses précieux conseils, son encouragement durant toute la période de travail. Merci d'avoir accepté de nous encadrer.

Nos chaleureux remerciements vont aussi à l'entreprise FMIPA amran qui nous a ouvert ses portes afin de passer notre stage et nous a permis d'avoir accès à tout le matériel nécessaire afin de réaliser notre pièce.

On tient à remercier tout le personnel du hall de technologie y compris le prof Belamri Abdellatif pour son aide précieuse et le prof Methia Mounir pour son soutien et son aide.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils nous ont porté en acceptant d'examiner ce travail et de le développer par leurs propositions.

Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs soutiens durant nos études. Et Nous exprimons chaleureusement nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A la fleur de ma vie maman chérie

A mon cher papa j'espère que t'es fier de ce j'ai accompli jusqu'à présent

Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation, ma

formation et sans vous je n'aurais jamais été ce que je suis aujourd'hui.

A mes frères et sœurs Abdelhak et Lynda.

A mes chers amis le S..., Marzouk-K, Radouane-Chik, Yanis-H, Mahfi Ahmed Salim-S,

Salim-Idjedarene, Mon Cousin Rabah-B et Banor-B

Un grand merci Pour votre

Accompagnement au cours de cette année

A tous ceux qui ont contribué de près et de loin.



HADDAD Nouredine.

Dédicaces

Grace à dieu le tout puissant, qui m'a tracé la route et ma donnée le pouvoir et le courage de
continuer jusqu'à la fin

Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie j'ai achevé la réalisation de ce
modeste travail que je tien très chaleureusement à le dédier :

Aux plus chers de mon cœur...

- ❖ A ma chère mère Farida et à mon cher père Mohamed qui n'ont jamais cessé, de
formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse
atteindre mes objectifs, je vous aime

Puissent dieu tout puissant vous garde et vous procure bonne santé et longue vie et bonheur...

- ❖ A mes chers frères Nassim, Aimad, Nazim et Ghiles qui ont toujours été là pour moi,
avec leurs encouragements et leurs soutiens.
- ❖ A ma petite sœur Mayssa qui j'espère me fera plaisir avec sa réussite au baccalauréat.
 - ❖ Aux femmes de mes frères Karima, Hanane
 - ❖ A ma petite L adorée la plus sensible (MMLS)
 - ❖ A mes chers amis Syphax, Maxel et 3atrousse
- ❖ A mon cher binôme Noureddine pour sa coopération, sa patience, son travail et sa
compréhension tout au long de ce mémoire.

Et enfin, à toutes les personnes, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
travail, merci...



SLIM Mouloud.

Sommaire

Remerciements	i
Dédicaces.....	iii
Sommaire	iv
Table des figures	ix
Liste des tableaux	xii
Abréviations	xiii.
Introduction Générale	1
Chapitre I : Généralités sur l’usinage par voie conventionnelles et par voie Numérique....	3
I.1. Introduction	4
I.2. Définition de l'usinage.....	4
I.3. Histoire des machines-outils conventionnelles.....	4
I.3.1. Tour conventionnelle.....	4
I.3.2. Fraiseuse conventionnelle.....	4
I.4. Tournage conventionnel.....	6
I.4.1. Définition du tournage.	6
I.4.2. Paramètre de coupe.....	7
a. Vitesse de coupe.....	7
b. Vitesse d'avance.....	8
c. Profondeur de passe.....	9
I.4.3. Les avantages du tournage conventionnel.....	9
a. Polyvalence.....	9
b. Coût	9
c. Simplicité d'utilisation.....	10
I.4.4. Les inconvénients du tournage conventionnel.....	10
a. Durée de production plus longue.....	10
b. Compétence et expérience requise.....	10
c. Précision.....	10
I.5. Fraisage conventionnel	10

I.5.1.	Définition du fraisage conventionnel	10
I.5.2.	Paramètre de coupe.....	11
a.	Vitesse de coupe.....	11
b.	Vitesse d'avance.....	12
I.5.3.	Les avantages du fraisage conventionnel.....	13
a.	Précision et finition impeccable	13
b.	Polyvalence	13
c.	Durabilité	13
I.5.4.	Les inconvénients du fraisage conventionnel	14
a.	Coût élevé	14
b.	Limites de capacité	14
c.	Sécurité	14
I.6.	Commande numérique des machines-outils	15
I.6.1.	La machine à commande numérique	15
I.6.2.	Bref historique sur la commande numérique	15
I.6.3.	Utilisation de la commande numérique en fabrication	17
I.6.4.	Les avantages et inconvénients de la commande numérique	18
I.6.4.1.	Les avantages CNC	18
a.	Réduction du temps d'installation	18
b.	Réduction des délais	19
c.	Précision et répétabilité	19
d.	Contournage des formes complexes	19
e.	Outillages	19
f.	Temps de réduction et augmentation de la productivité	19
I.6.4.2.	Les inconvénients de CNC	20
I.6.5.	La comparaison entre les machines-outils conventionnelle et numérique	20
I.7.	Conclusion	21
	Chapitre II : Description de la tête visseuse et les matériaux de fabrication utilisé	22

II.1. Introduction	23
II.2. Présentation de la machine	23
II.2.1 Principe du fonctionnement de la gamme EXACTA	23
II.2.2. La remplisseuse bouchonneuse EXACTA/R	24
II.3. Principe de fonctionnement de la tête visseuse	24
II.3.1. Rôle de tete visseuse dans le système de remplissage	25
II.3.2. les composants de la tête visseuse	25
II.4. Matériaux utilisé.....	27
II.4.1. Choix du matériau.....	27
II.4.2. Choix de l'alliage.....	27
II.4.2.1 L'aluminium 2017A.....	27
II.4.2.2. Les propriétés de l'alliage 2017A	28
a. Propriété mécanique	28
b. Propriété de traitement.....	28
II.4.3. Caractéristique de l'alliage 2017A.....	29
II.4.3.1. Rôle de chaque élément de l'alliage.....	29
a. Cuivre.....	29
b. Magnésium.....	29
c. Manganèse.....	29
d. Silicium.....	29
e. Chrome.....	29
f. Titane.....	29
g. Fer.....	30
h. Zinc.....	30
I.4.4. Avantage de l'alliage 2017A.....	30
a. Haute résistance et ductilité.....	30
b. Durcissement structurale.....	30
c. Bonne aptitude au soudage et à l'usinage.....	30
d. Résistance à la corrosion.....	30
II.5. Conclusion.....	30
Chapitre III : Etude de conception de la tête visseuse.....	30
III.1. Introduction.....	32
III.2. Les étapes d'usinage conventionnel.....	32
III.2.1. Tournage conventionnel.....	32

III.2.2. Fraisage conventionnel.....	33
III.3. Les étapes d'usinage CNC.....	33
III.3.1. Conception assistée par ordinateur.....	33
III.3.2. Conception de la pièce sur SolidWorks.....	34
III.3.3 Fabrication de la pièce par ordinateur.....	35
III.4. Les étapes de fabrication de la pièce par VisualCam.....	35
III.4.1. Définition du brute.....	35
III.4.2. Définition de l'origine de la pièce.....	37
III.4.3. Définition de l'outil.....	37
III.5. Centre d'usinage CNC 3 axes Hyundai WIA KF 4600 II.....	38
III.6. Le choix de l'outil de coupe.....	40
III.7. Les étapes d'usinage et simulation sur un logiciel VisualCam.....	43
III.7.1. Création d'un support pour la pièce.....	43
III.7.2. Usinage et simulation de la rainure.....	45
III.7.3. Usinage et simulation de perçage de profile.....	47
III.7.4. Usinage et simulation de perçage de $\varnothing 10$ mm.....	49
III.7.5. Usinage et simulation de perçage de $\varnothing 8$ mm.....	51
III.8. Le fonctionnement de G-code.....	53
III.9. Conclusion.....	55
Chapitre IV : Gamme d'usinage de la tête visseuse.....	56
IV.1. Introduction	57
IV.2. Définition de la gamme d'usinage.....	57
IV.3. Réduction de la feuille	57
IV.3.1.1. Numération de gamme	57
IV.3.2. identification de la pièce	57
IV.3.3. Dessin de la pièce	58
IV.3.4. Spécification des phases	58
IV.3.5. Calcul de la vitesse de coupe tournage	59
IV.4. Gamme d'usinage de la tête visseuse	60
IV.5. Abréviation	63
IV.6. Comparaison des méthodes d'usinage	63
a. Par rapport à la structure et les caractéristiques.....	63
b. Par rapport aux caractéristiques principales	64
c. Par rapport à la commande.....	64

IV.7. Conclusion	66
Conclusion Générale.....	67
Références Bibliographiques	69
ANNEXES	72
Annexe A :	73
Annexe B :	74
Annexe C :	75
Annexe D :	76
Annexe E :	77
Annexe F :	78
Annexe G :	79
Annexe H :	80
Annexe I :	81
Annexe J :	82
Résumé/Abstract	83

Table des figures

Figure I.1 : le premier tour en 1818.....	6
Figure I.2 : la première fraiseuse en 1911.....	6
Figure I.3 : tour conventionnel NL26	7
Figure I.4 : présentation de la vitesse de coupe.....	8
Figure I.5 : présentation de la vitesse d’avance.....	8
Figure I.6 : profondeur de passe.....	9
Figure I.7 : fraiseuse MOMAC	11
Figure I.8 : présentation de la vitesse de coupe.....	12
Figure I.9 : vitesse d’avance.....	12
Figure I.10 : première MOCN 1952	16
Figure II.1 : gamme de la machine EXACTA « ronchi ».....	23
Figure II.2 : remplisseuse bouchonneuse « ronchi ».....	24
Figure II.3 : vue de la tête visseuse sur la machine « ronchi ».....	25
Figure II.4 : composant de la tête visseuse.....	26
Figure II.5 : aluminium EN AW-2017A.....	28
Figure III.1 : pièce finie sur SolidWorks.....	34
Figure III.2 : cotation de la pièce réaliser avec SolidWorks.....	35
Figure III.3 : Définition du brut de la pièce sur visualcam	36

Figure III.4 : le brute.....	36
Figure III.5 : positionnement de l'origine sur le brute.....	37
Figure III.6 : définition de l'outil (Flat Mill).....	38
Figure III.7 : machine numérique Hyundai WIA KF 4600 II.....	39
Figure III.8 : montage d'usinage.....	44
Figure III.9 : fixation de la pièce sur la table de la machine CNC.....	44
Figure III.10 : contrôle de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour la rainure.....	45
Figure III.11 : trajectoire de l'outil sur la rainure avec VisualCam.....	46
Figure III.12 : programme de la rainure.....	46
Figure III.13 : contrôle de la géométries, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour le perçage de profile.....	47
Figure III.14 : trajectoire de l'outil de perçage de profile sur VisualCam.....	48
Figure III.15 : programme de perçage de profile.....	48
Figure III.16 : contrôle de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour le perçage Ø10 mm.....	50
Figure III.17 : trajectoire de l'outil pour le perçage Ø10 mm.....	50
Figure III.18 : programme de perçage Ø 10 mm.....	51
Figure III.19 : contrôle de la géométries, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour le perçage Ø 8 mm.....	52
Figure III.20 : trajectoire de l'outil pour le perçage Ø 8 mm.....	52
Figure III.21 : programme de perçage Ø 8 mm.....	53

Figure IV.1 : l'état de surface de la pièce sur un tour conventionnel.....	65
Figure IV.2 : les copeaux obtenus après usinage sur un tour conventionnel.....	66
Figure IV.3 : l'état de surface sur un centre d'usinage CNC.....	67
Figure IV.4 : les copeaux obtenus sur une machine CNC.....	67

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Les diverses étapes de l'évolution de la commande numérique.....	16
Tableau II.1 : Définition de chaque élément de la pièce.....	26
Tableau II.2 : Composition chimique de certains alliages usuellement utilisé.....	29
Tableau III.1 : Caractéristiques et capacité de la machine Hyundai WIA KF 4600 II.....	39
Tableau III.2 : Choix des outils.....	40
Tableau III. 3 : Les fiches du G-code.....	50

Abréviations

Symbole	Définition	unité (SI)
V _c	: vitesse de coupe	m/min
N	: vitesse rotation	tr/min
V _f	: vitesse d'avance	mm/min
f	: avance	mm/tr
a _p	: profondeur de passe	mm
L	: longueur	mm
D	: diamètre	mm
∅	: Diamètre	
π	: 3.14	
CN	: commande numérique	
CNC	: computer numerical control	
MOCN	: machine-outil à commande numérique	
FCN	: fraisage à commande numérique	
TCN	: tournage à commande numérique	
CUCN	: centres d'usinages à commande numérique	
MO	: machine-outil	
TIG	: Tungstène Inert Gas	
MIG	: Metal Inert GAS	
Cu	: Cuivre	
Mg	: Magnésium	
Mn	: Manganèse	
Si	: silicium	
Cr	: chrome	
Fe	: Fer	
Zn	: Zinc	
CAO	: Conception assisté par ordinateur	
FAO	: Fabrication assisté par ordinateur	
HSS	: High speed steel	
FR	: Fraise	

T	: Taraudage
F	: Foret
OS	: Ouvrier spécialiser
PC	: Pied à coulisse
PL	: Palmer
JP	: Jauge de profondeur
TF	: Tampon fileté

Introduction Générale

Introduction Générale

La fabrication industrielle consiste à trouver de nouvelles méthodes dont l'objectif est d'augmenter la productivité, d'assurer la qualité des pièces fabriquées en minimisant les coûts et en améliorant la fiabilité des produits proposés à la vente aux consommateurs.

L'usinage par enlèvement de matière sur les machines-outils conventionnelles (MO) prend beaucoup de temps lors de la fabrication des pièces et demande des opérateurs qualifiés pour atteindre une qualité juste moyenne d'une pièce.

L'arrivée des machines-outils à commande numérique (MOCN) a rendu l'usinage beaucoup plus facile en garantissant la précision demandée dans un temps optimisé qui résulte principalement de regroupement de plusieurs opérations sur la même machine sans démontage de la pièce. Par ailleurs, l'usinage CNC nécessite la maîtrise de la machine elle-même et de la programmation des cycles d'usinage selon le codage accepté par le calculateur.

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 tête visseuse ou de préhension de bouteille en plastique.

Pour présenter cette étude, le manuscrit est organisé en trois chapitres complémentaires :

- 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.
- Le deuxième chapitre présente une description de chaîne de production EXACTA/R ainsi que la bouchonneuse ou fonctionne notre pièce et aussi le choix du matériau utiliser.

- Le troisième chapitre présente des descriptions des gammes d'usinage par voie conventionnelle ainsi que par voie numérique.
- Le quatrième chapitre présente la gamme d'usinage et le résultat final de notre pièce.
- Enfin nous concluons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur l'usinage par voie conventionnelle et par voie numérique.

I.1. Introduction.

Le tournage et le fraisage sont deux procédés d'usinage couramment utilisés dans la fabrication mécanique pour façonner des pièces à partir de matériaux bruts tels que les métaux, les alliages, les plastiques, la céramique, afin de produire des pièces de haute précision.

I.2. Définition de l'usinage.

L'usinage est un procédé de fabrication consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement de la matière à froid et sans déformation en utilisant un outil de coupe. 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.

Le tournage et fraisage ce sont deux des procédés d'usinage. Ils occupent une très importante place dans la fabrication mécanique à cause de leurs simplicités et leurs possibilités de produire un grand nombre de formes géométriques [1].

I.3. Histoire des machines-outils conventionnelle.

L'histoire des machines-outils est intimement liée à l'évolution de la fabrication humaine. Depuis les premiers outils rudimentaires jusqu'aux machines-outils ultra précises d'aujourd'hui, ces machines ont joué un rôle crucial dans notre capacité à façonner le monde qui nous entoure. Voici un petit aperçu de l'évolution de ces machines :

I.3.1. Tour conventionnelle.

Le tour conventionnel, également appelé tour à métaux manuel, est une machine-outil qui a joué un rôle crucial dans l'histoire de l'usinage. Son évolution s'étend sur des millénaires, reflétant l'ingéniosité humaine et la quête constante de précision et de productivité.

- a. Préhistoire : Les premiers tours rudimentaires, fabriqués en bois et actionnés par la force humaine ou animale, sont apparus dès la préhistoire. Le tour à pied, inventé vers 3500 av. J.-C., marque un tournant majeur en permettant de façonner des pièces rotatives en bois, pierre et cuivre avec plus de précision.

- b. Pendant le Moyen Âge : L'arrivée de l'énergie hydraulique et éolienne propulse l'évolution du tour. Le tour à perche, apparu au 14^{ème} siècle, accroît la précision et la productivité. Les artisans de cette époque excellaient dans la fabrication d'horloges, d'armes et d'instruments scientifiques complexes.
- c. Au XVII^e siècle, La Révolution industrielle stimule l'innovation et l'utilisation du fer dans la fabrication des machines-outils. Le tour à métaux métallique, inventé par Jean-Wilkinson en 1775, permet l'usinage de pièces en acier et en fonte avec une plus grande précision et robustesse.
- d. Au cours du XIX^e siècle est marqué par l'essor du tour à chariot et du tour à fileter, qui intègrent des mécanismes plus sophistiqués pour le déplacement de l'outil de coupe et le filetage des pièces. L'utilisation de l'acier et la recherche de haute précision deviennent des priorités.
- e. Début du XX^e siècle, Le développement de l'électricité et du moteur électrique révolutionne l'usinage. Les tours manuels sont progressivement remplacés par des tours à moteur plus puissants qui permet une production en série plus efficace et précise. Le tour conventionnel moderne s'impose comme un outil indispensable dans les ateliers de mécanique.

I.3.2. Fraiseuse conventionnelle.

La fraiseuse conventionnelle, également appelée fraiseuse à commande manuelle, est une machine-outil qui a révolutionné l'usinage de pièces métalliques. Son histoire s'étend sur plus d'un siècle, marquée par l'ingéniosité humaine et la quête constante de précision et de productivité.

- a. Fin du XVII^e siècle (1775) : L'invention de la **perceuse à aléser** par **James Ramsden** pose les bases de la fraiseuse. Cette machine permet d'aléser des trous de précision avec un outil rotatif.
- b. Début du XIX^e siècle (1805) : La fraiseuse à copier est développée par **Eli Whitney**, permettant la reproduction précise de formes complexes.
- c. Milieu du XIX^e siècle (1862) : La fraiseuse universelle est inventée par **Joseph Brown**, combinant les mouvements de translation et de rotation de la pièce et de l'outil, ouvrant la voie à une grande variété d'usinages.

- d. Début du XXe siècle : Le développement de l'électricité et du moteur électrique révolutionne l'usinage. Les fraiseuses manuelles sont progressivement remplacées par des fraiseuses à moteur plus puissantes et précises
- e. Milieu et fin du XXe siècle : L'utilisation d'outils en carbure et l'amélioration des systèmes de graissage et de refroidissement permettent d'augmenter les vitesses de coupe et la précision d'usinage. L'arrivée des commandes numériques donne naissance aux fraiseuses à commande numérique (CNC), offrant une automatisation et une précision accrues.

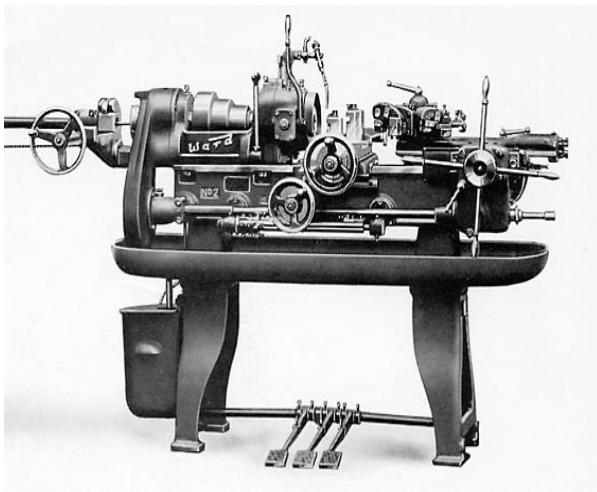


Figure I-1 : le premier tour en 1818

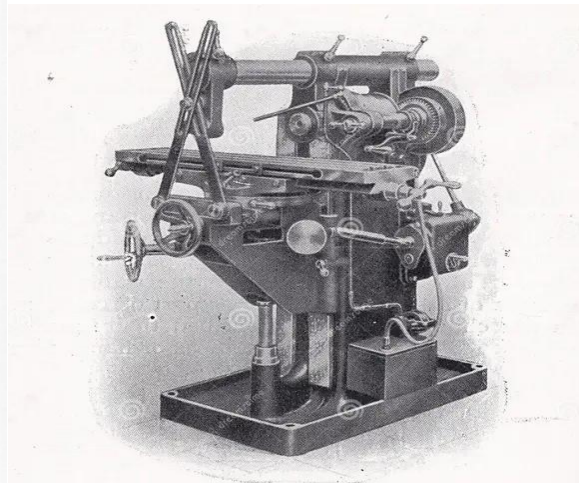


Figure I-2 : la première fraiseuse en 1911

I.4. Le tournage conventionnel.

I.4.1. Définition du tournage.

Le tournage est une technique mécanique de production qui implique l'élimination de matière à l'aide d'outils à une seule arête de coupe. Le mouvement de rotation de la pièce à usiner, connu sous le nom de mouvement de coupe, est le mouvement principal qui est impliqué dans le processus. De son côté, l'outil réalise un mouvement supplémentaire de translation rectiligne ou non, connu sous le nom de mouvement d'avance, qui permet de déterminer le profil de la pièce [5].

Si ces deux mouvements sont combinés avec la forme de la partie active de l'outil, on obtient des usinages de formes de révolution (cylindres, plans, cônes ou formes de révolution complexes) (voir la figure) [3].



Figure I-3 : tour conventionnel NL 26(entreprise FMIPA Fabrication mécanique -Akbou)

I.4.2 Paramètres de coupe.

a. Vitesse de coupe (Vc).

En tournage, la vitesse de coupe est la vitesse relative de l'outil par rapport à la pièce. Il s'agit donc de la vitesse tangentielle au point de la pièce coïncidente avec la pointe de l'outil.

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, Cette vitesse qui s'exprime toujours en mètres par minute (m/min) se calcule ainsi [4] :

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

Avec :

Vc : vitesse de coupe (m/min) ;

D : Diamètre de la pièce (mm) ;

N : vitesse de rotation (tr/min) ;

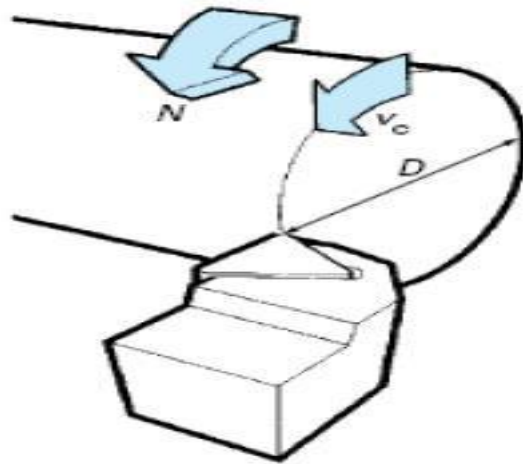


Figure I.4 : Présentation de la vitesse de coupe [12]

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

La vitesse d'avance V_f (mm/min), est la vitesse à laquelle la machine déplace l'outil par rapport au bâti. L'avance par tour f (mm/tr) est la valeur du déplacement de l'outil, lorsque la pièce a effectué une révolution. C'est une donnée clé pour la qualité de la surface usinée. L'avance influe non seulement sur l'épaisseur des copeaux, mais également sur la manière dont ils se brisent. La vitesse d'avance V_f est donnée par la formule (I.2) suivante [12] :

$$V_f \text{ (mm/min)} = f \text{ (mm/tr)} \times N \text{ (tr/min)} \dots\dots\dots (I.2)$$

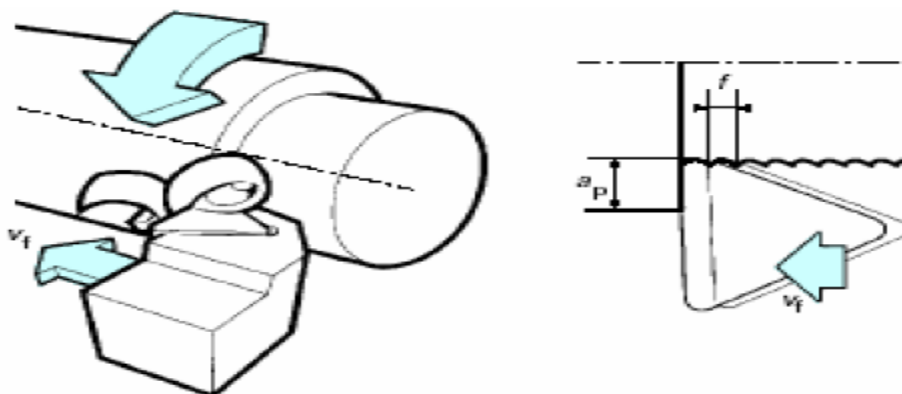


Figure I.5 : Présentation de la vitesse d'avance [7]

c. Profondeur de passe (a_p).

La profondeur de passe est notée a_p en (mm) Correspond à la longueur de l'arête de coupe engagée dans la matière, dans le cas de la coupe orthogonale, et à la différence entre le rayon de la pièce avant et après usinage, dans le cas du tournage. La profondeur de coupe est toujours mesurée perpendiculairement à la direction de l'avance et non pas suivant l'arête de l'outil [6].

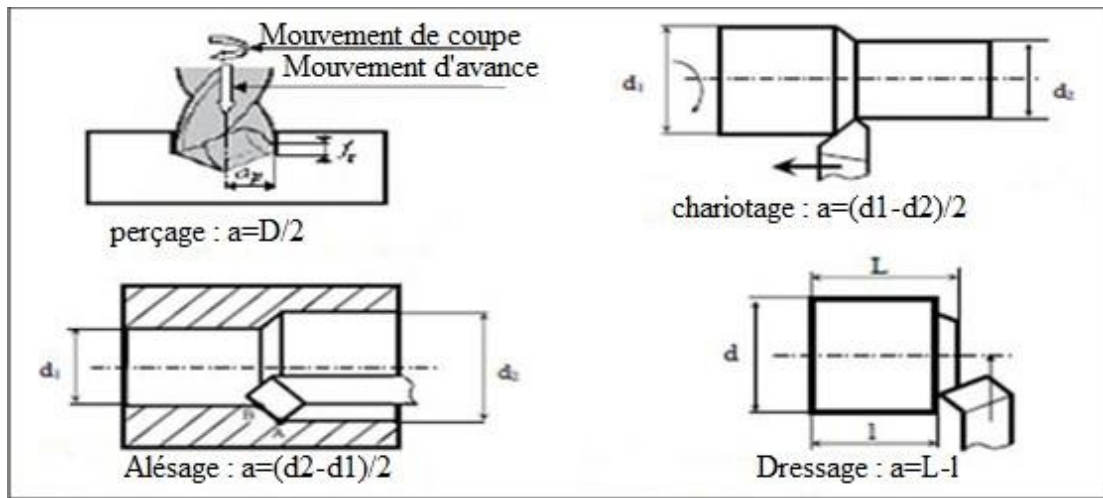


Figure I.6 : Profondeur de passe [6].

I.4.3. Les avantages du tournage conventionnel.

Le tournage traditionnel offre de nombreux bénéfices, tels que :

- a. Polyvalence :** Les tours conventionnels sont capables d'usiner une grande variété de pièce de formes complexes, Cela en fait un outil polyvalent pour les opérations de tournage.
- b. Cout :** En comparaison avec d'autres machines-outils plus sophistiquées, les tours traditionnels sont souvent plus économiques à l'achat et à la maintenance. Les petites entreprises qui ont besoin d'un tour simple peuvent être intéressées par cette option économique.

- c. **Simplicité d'utilisation** : Les tours classiques sont pratiques à utiliser, en particulier pour les tâches de base. Les novices ont la possibilité de se familiariser rapidement avec les techniques de base du tournage.

I.4.4. Les inconvénients du tournage conventionnel.

Le tournage dans le tour traditionnel, aussi connu sous le nom de tournage manuel, comporte certains désavantages par rapport aux techniques de tournage :

- a. **Durée de production plus longue** : Le processus de tournage manuel demande souvent d'avantage de temps pour fabriquer des pièces par rapport à la méthode automatisée, car chaque opération est effectuée manuellement.
- b. **Compétence et expérience requise** : Le tournage nécessite une expertise considérable et une formation particulière. Il est essentiel que les opérateurs possèdent les compétences techniques requises pour utiliser les outils de coupe. Il est possible que l'acquisition de ces compétences nécessite du temps et de la pratique.
- c. **Précision** : Les machines à commande numérique (CNC) peuvent produire des pièces de haute précision, mais elles peuvent avoir des tolérances et des finitions de surface différentes par rapport au tour traditionnel. L'intervention humaine peut causer des erreurs et une précision inférieure par rapport aux machines automatisées.

I.5. Fraisage conventionnel.

I.5.1. Définition du fraisage.

Le fraisage est un procédé de fabrication mécanique 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 [10]. Cela facilite l'élimination de la matière sous forme de copeaux afin de donner forme à la pièce. Le fraisage présente de multiples bénéfices tels qu'un rendement élevé, une finition de surface exceptionnelle et une précision remarquable, ce qui permet de fabriquer des pièces aux formes complexes.

Les appareils de fraiseuse modernes sont fréquemment automatisés et programmés par commande numérique, ce qui renforce encore davantage leur efficacité et leur flexibilité. Le fraisage s'est donc imposé comme l'un des principaux moyens d'usinage employés dans le secteur industriel [13].



Figure I.7 : Fraiseuse MOMAC (entreprise FMIPA Fabrication mécanique -Akbou)

I.5.2. Paramètres de coupe.

a. Vitesse de coupe (V_c).

La vitesse de coupe V_c dans le fraisage est la vitesse à laquelle un point de l'arête tranchante de l'outil se déplace par rapport à la pièce travaillée, Cette vitesse de coupe est cruciale pour déterminer la performance de l'outil, en fonction du matériau usiné et du type d'opération de fraisage réalisée. Elle est exprimée en mètres par minute (m/min) et se calcule en fonction de la formule ci-dessus [9] :

$$V_c = \frac{\pi \times N \times D}{1000} \text{ (m/min) } \dots\dots\dots (I.3)$$

d : Diamètre de la fraise (mm) ;

N : vitesse de la broche (tr/min) ;

D : Diamètre de la pièce (mm) ;

a : profondeur de passe (mm) ;

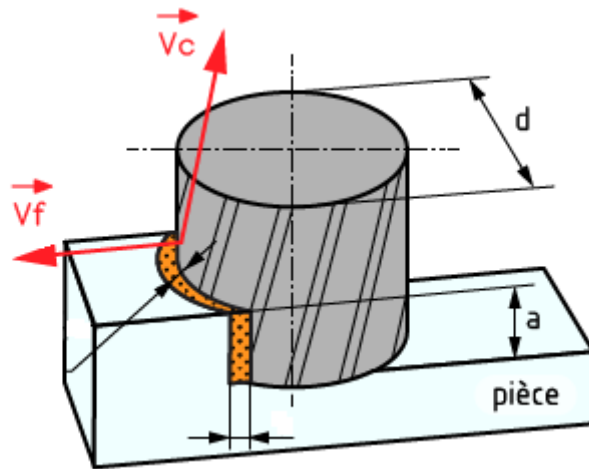


Figure I.8 : Présentation de la vitesse de coupe [8]

b. Vitesse d'avance (V_f).

La vitesse d'avance (V_f) dans le fraisage est la vitesse linéaire à laquelle la pièce ou l'outil se déplace pendant l'opération de fraisage. Elle est généralement exprimée en millimètres par minute (mm/min). Pour déterminer la vitesse d'avance optimale, on utilise généralement l'avance par dent (f_z), exprimée en (mm/dent). Cette valeur, combinée à la vitesse de rotation de la broche N en (tr/min) et au nombre de dents de l'outil (Z), permet de calculer la vitesse d'avance (V_f) selon la formule ci-dessus [11] :

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

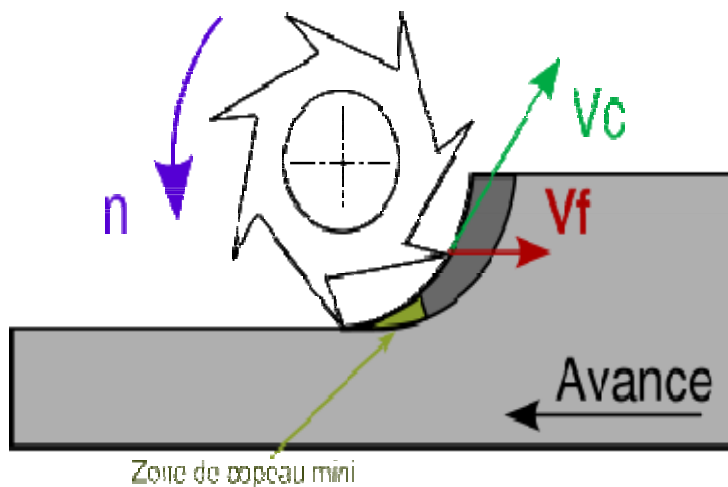


Figure I.9 : Vitesse d'avance [19].

I.5.3. Les avantages du fraisage conventionnel.

Utilisation de la fraiseuse offre de nombreux avantages qui en font un outil précieux pour les professionnels et les amateurs :

a. Précision et finition impeccable :

- i. Fabrication de formes complexes :** La fraiseuse offre une grande liberté de mouvement pour réaliser des formes complexes et précises, à la différence des tours qui se limitent aux formes cylindriques ou coniques.
- ii. Des tolérances dimensionnelles extrêmement serrées :** sont assurées par la fraiseuse grâce à sa structure rigide et à sa précision de mouvement, ce qui répond aux exigences des applications les plus exigeantes.
- iii. Des surfaces lisses et précises :** sont obtenues grâce à la fraiseuse, ce qui réduit le besoin de finition ultérieure.

b. Polyvalence :

- i.** La fraiseuse a la capacité de fabriquer une grande diversité de matériaux, allant des métaux durs tels que l'acier trempé aux matériaux tendres tels que l'aluminium et les plastiques.
- ii.** L'utilisation de diverses fraises permet de réaliser diverses opérations d'usinage, telles que le fraisage, le perçage, l'alésage, le surfacage, le rainurage et le contournage.
- iii.** Une configuration modulable permet à la fraiseuse d'être équipée d'accessoires et d'options supplémentaires afin d'élargir ses capacités et de satisfaire des besoins particuliers.

c. Durabilité :

i. Construction solide :

En général, les fraiseuses sont élaborées pour être robustes et résister à une utilisation intensive dans des environnements industriels exigeants.

ii. La maintenance régulière d'une fraiseuse :

Est relativement simple et abordable, assurant ainsi une durée de vie prolongée à la machine.

iii. Un retour sur investissement rapide :

En augmentant la productivité et en réduisant les coûts de main-d'œuvre, l'achat d'une fraiseuse permet d'obtenir un retour sur investissement rapide.

d. Productivité élevée

La plupart des fraiseuses sont équipées de commandes numériques CNC qui facilitent l'automatisation du processus de fraisage. Cela entraîne une augmentation significative de la productivité, car les tâches peuvent être réalisées rapidement et de manière efficace. De plus La fraiseuse permet d'utiliser au maximum les matériaux en minimisant les chutes et en optimisant les formes des pièces.

I.4.4. Les inconvénients du fraisage conventionnel.

Malgré ses nombreux avantages, la fraiseuse présente également certains inconvénients qu'il est important de considérer avant son utilisation :

- a. Coût élevé :** L'achat d'une fraiseuse, en particulier d'un modèle performant ou CNC, représente un investissement initial non négligeable. De plus que Le coût des fraises et autres outils de coupe peut être élevés, en particulier pour les matériaux durs ou les opérations complexes.
- b. Limites de capacité :** La fraiseuse est limitée par la taille des pièces qu'elle peut usiner. Ainsi l'usinage de certains matériaux, comme les matériaux extrêmement résistants ou fragiles, peut être difficile ou nécessiter des outils et des méthodes particulières.
- c. Sécurité :**
 - i. Risques d'accidents :** L'utilisation d'une fraiseuse implique des risques d'accidents comme les projections de copeaux, les coupures et les blessures par écrasement. Et Respect strict des consignes de sécurité tel que le port d'équipements de protection individuelle (EPI) et le respect scrupuleux des consignes de sécurité sont essentiels pour minimiser les risques.
 - ii. Encombrement et bruit :** La fraiseuse occupe un espace de travail considérable, ce qui peut causer des soucis dans les ateliers ou les espaces de travail limités, tandis que le fonctionnement d'une fraiseuse génère un bruit important, cela nécessite parfois une installation de protections acoustiques ou le déplacement de la machine dans un espace dédié.

I.6. Commande numérique des machines-outils.

I.6.1. La machine à commande numérique.

La machine numérique est d'une technique utilisant des données composées des codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaire à la conduite d'une machine ou d'un procédé. C'est également une méthode d'automatisation des fonctions de machine ayant pour caractéristique principale une très grande facilité d'adaptation à des travaux déférents. A ce titre, la CN constitue l'un des meilleurs exemples d'intégration de traitement de l'information dans les activités de production [14].

I.6.2. Bref historique sur les commandes numériques.

En 1947, dans l'État du Michigan, John Parsons fabrique pour le compte de l'US Air Force des pales d'hélicoptère par reproduction. Pour façonner ses gabarits, il utilise une méthode consistant à percer plusieurs centaines de trous faiblement espacés de manière à approcher le profil théorique. Mais, lorsque l'US Air Force confie à ce même Parsons la réalisation de pièces de formes encore plus complexes pour ses futurs avions supersoniques, celui-ci réalise que sa méthode est trop approximative et que seul un usinage continu en 3 dimensions sera en mesure de donner satisfaction.

Au printemps 1949, il confie alors au Massachusetts Institute of Technology (MIT) le soin de développer des asservissements capables de piloter une machine qui recevra des instructions intermittentes à partir d'un lecteur de cartes.

Cette machine, une fraiseuse prototype à broche verticale figure (I.10), conçue pour exécuter des déplacements simultanés suivant 3 axes, est officiellement présentée en septembre 1952 dans le Servomécanismes Laboratory du MIT. L'information mathématique étant la base du concept, on lui donne le nom de numerical control. [15] [16].

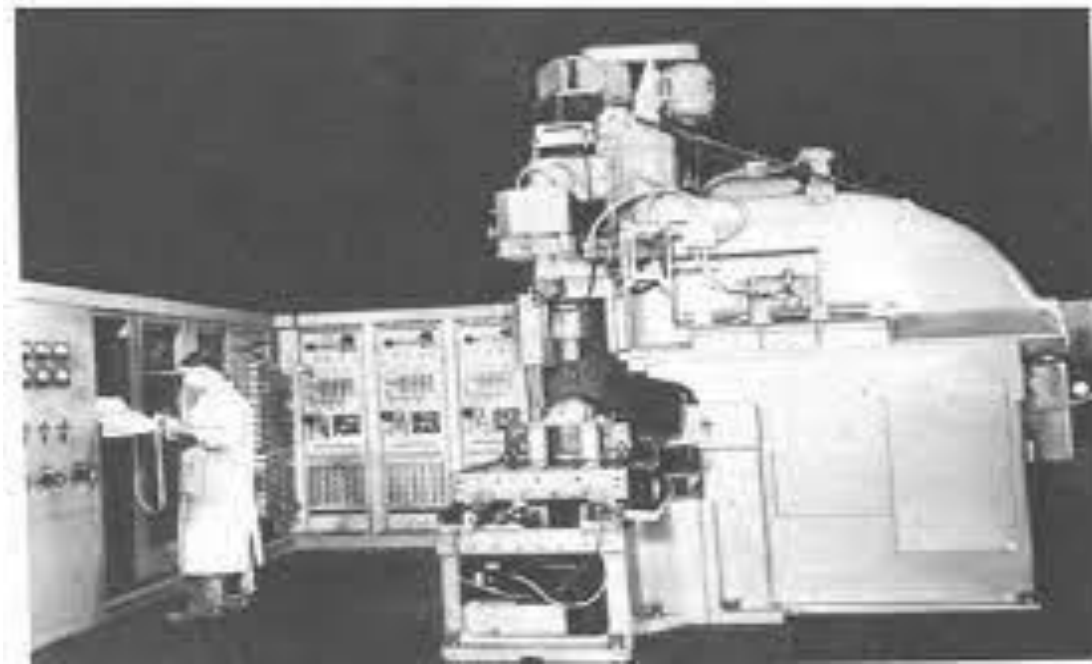


Figure I.10 : Première MOCN en 1952. [16]

Tableau I.1 : Les diverses étapes de l'évolution de la commande numérique. [14]

1954	Bendix acquiert le brevet de Parsons et fabrique la première CN industrielle.
1955	Le constructeur américain Giddins & Lewis commercialise la première MOCN.
1959	Apparition de la CN en Europe.
1964	En France, la télémechanique Electrique lance la CN NUM100 conçue à base de relais
1968	La CN adopte les circuits intégrés ; elle devient plus compacte et plus puissante.
1972	Les min-calculateur remplacent les logiques câbles, la CN devient une CNC.

1976	Développement de CN à microprocesseur.
1984	Apparition de fonction graphique évoluée et du mode de programmation conversationnel.
1986	Les CN s'intègre dans les réseaux de communication, c'est le début de l'ère de la fabrication flexible (CIM).
1990	Développement de CN à microprocesseur 32 bits.

I.6.3. Utilisation de la commande numérique en fabrication mécanique.

Dans le domaine de la fabrication mécanique, le terme « commande » désigne l'ensemble des matériels et logiciels ayant pour fonction de donner les instructions de mouvements à tous les éléments d'une machine-outil à savoir [15] :

- L'outil (ou les outils) d'usinage équipant la machine,
- Les tables et palettes où sont fixées les pièces,
- Les systèmes de magasinage et de changement d'outil,
- Les dispositifs de changement de pièce,
- Les mécanismes connexes pour le contrôle ou la sécurité, l'évacuation de copeaux....

Les commandes numériques sont employées le plus fréquemment :

- En fraisage à commande numérique (FCN) ;
- En tournage à commande numérique (TCN) ;
- Dans les centres d'usinages à commande numérique (CUCN) ;
- En rectification à commande numérique ;

- En électroérosion à commande numérique ;
- En robotique ; etc.

Les commandes numériques sont de plus en plus utilisées dans les procédés de fabrication mécanique ou il est requis de déplacer un ou des mobiles dont les mouvements sont interpolés avec des contraintes de vitesse très faibles ou très élevées (de 0.001 m/min à 130 m/min) avec de très grande précision de trajet ou de positionnement (<0.001 mm). De plus, certains procédés actuels requièrent de mouvoir non pas trois, quatre, Cinq axes mais dix, vingt axes et même plus. Il n'est pas donc pas rare de voir une commande numérique piloter simultanément trente axes. Enfin, la puissance des microprocesseurs actuels ou circuits permet d'exécuter avec célérité les algorithmes complexes de cinématiques que requièrent par exemples les machines dites « hexapodes ».

Les machines-outils spécialisées (aléseuses-perceuses, fraiseuses) à CN ont évolué en centres d'usinage à CN permettant d'usiner des formes complexes sans démontage de la pièce. Ces centres d'usinages sont généralement équipés de magasins d'outils (touvelles, tables, chaîne) sur lesquels sont disposés les différents outils. Les changements d'outils équipant la (ou les) tête (s) d'usinage sont programmés en fonction de la définition numérique de la pièce.

I.6.4. Les avantages et inconvénients de la commande numérique.

I.6.4.1. Les avantages CNC.

Les principaux domaines dans lesquels un opérateur doit s'attendre à des améliorations sachant que chaque domaine n'offre qu'un potentiel d'amélioration [17] :

a. Réduction du temps d'installation

Il y a plusieurs cas où le temps de configuration d'une machine CNC peut être réduit d'une façon spectaculaire sachant que c'est une opération manuelle qui dépend d'une façon considérable des performances de l'opérateur CNC, notamment sur les types de montage, les pratiques générales de l'atelier d'usinage. Par ailleurs ce principe devrait être pris en considération de tout superviseur, opérateur et programmeur d'atelier d'usinage.

b. Réduction des délais

Une fois qu'un programme est écrit et testé, il peut être réutilisé après un certain temps. Le temps de traitement pour la première exécution est plus long, mais il est quasiment nul pour les exécutions suivantes. Même si la machine passe à un composant de conception qui nécessite un changement de programme, cela peut être fait rapidement et réduire les délais de livraison.

Les longs délais nécessaires à la conception et la fabrication d'outils spéciaux pour les machines d'aujourd'hui peuvent être réduits en organisant des programmes de composants et en utilisant un outillage simple.

c. Précision et répétabilité

La haute précision et la répétabilité de la technologie moderne les machines CNC ont été le seul avantage majeur pour de nombreux utilisateurs. Que le programme de morceau soit stocké (méthode originale), il reste prouvé, les modifications ne sont généralement pas nécessaires. Un programme particulier peut être réutilisé autant de fois que nécessaires sans prendre les données qu'il contient. En réalité, le programme doit prendre en compte des facteurs variables tels que l'utilisation de l'outil et la température de fonctionnement, il doit être maintenu en sécurité, avec très peu d'interférences du programme CNC.

d. Contournage de formes complexes

Les machines CNC et les centres d'usinage peuvent obtenir une variété de formes. De nombreux utilisateurs de CNC ont ses machines simplement pour traiter des pièces complexes. L'implication de la CNC dans l'aérospatiale et de l'automobile sont un bon exemple avec l'utilisation de certains logiciels qui sont aussi essentielle pour une génération de la trajectoire d'outils tridimensionnelle.

Des formes complexes, telles que des moules, peuvent être fabriqués sans avoir à produire un modèle pour le traçage en se fiant uniquement aux outils de modélisation.

e. Outillage

En utilisant des outils standard conçus spécifiquement pour les applications de commande numérique, il est possible de supprimer les outils « faits maison » non standard qui encombrer les bancs et les tiroirs autour des machines traditionnelles. La disponibilité des

outils standards dans le commerce est généralement plus rapide que celle des outils non standards.

Plusieurs outils standards individuels sont substitués aux outils à plusieurs étages tels que le foret pilote, le foret étagé, l'outil combiné et le contre-alésoir.

Souvent, ces outils sont moins coûteux et plus simples à trouver que les outils spécialisés ou non conventionnels

f. Temps de réduction et augmentation de la productivité

Le temps de coupe sur une machine CNC est généralement appelé temps de cycle et est toujours constant. Contrairement à l'usinage traditionnel, où les compétences, l'expérience et la fatigue personnelle des opérateurs peuvent varier, l'usinage CNC est contrôlé par un ordinateur.

La technologie de commande numérique offre une excellente opportunité d'augmenter considérablement la productivité de la fabrication et d'améliorer la qualité globale des pièces fabriquées.

I.6.4.2. Les inconvénients de CNC.

- Augmente le montant de l'investissement initial ;
- Pas de rentabilité immédiate ;
- L'amortissement demande fréquemment la collaboration de 2 ou 3 équipes ;
- La programmation est électronique et nécessite une qualification spécifique ;
- La fragilité de l'électronique est fautive. [18]

I.6.5. Comparaison entre les machines-outils conventionnelles et MOCN.

Les machines-outils conventionnelles (MOC) sont des équipements autonomes destinés à accomplir une tâche précise, tandis que les machines-outils à commande numérique (MOCN) sont contrôlées par ordinateur et programmées pour réaliser différentes opérations avec une grande précision. Comparons-les sur certains aspects essentiels : [2]

a. Répétabilité et Précision

La précision et la répétabilité des MOCN sont généralement supérieures à celles des MOC, car elles sont contrôlées par ordinateur et peuvent effectuer des mouvements avec une précision micrométrique.

b. Productivités

La productivité des MOCN est généralement supérieure à celle des MOC, car elles peuvent fonctionner de manière autonome une fois programmées, ce qui permet de réduire le temps d'arrêt entre les tâches et d'augmenter le débit de production.

c. La complexité de l'opération

La programmation et l'exploitation des MOCN peuvent demander une formation plus approfondie que celle des MOC, qui sont souvent plus simples à utiliser et à entretenir.

d. Coût de départ et d'entretien

En raison de leur technologie informatique intégrée, les MOCN ont généralement un coût initial plus élevé, mais peuvent entraîner des économies à long terme en termes de productivité et de réduction des coûts de main-d'œuvre. La nature mécanique des MOC entraîne généralement des coûts initiaux plus bas, mais peut également entraîner des coûts de maintenance plus élevés.

I.7. Conclusion.

Au cours de ce chapitre, nous avons fourni les caractéristiques générales de l'usinage et l'histoire des machines-outils conventionnelles et de commande numérique (CNC), ainsi que leurs différences.

La différence entre le tour et la fraiseuse conventionnelle réside dans le fait que dans le tour, la vitesse de rotation (N) est donnée pour la pièce, tandis que pour l'avance (V_f), elle est directement appliquée à l'outil. Par contre, lorsqu'il s'agit d'une fraiseuse, la vitesse de rotation (N) est attribuée à l'outil, tandis que l'avance V_f est réservée à la pièce.

Chapitre II

**Description de la tête
visseuse et les matériaux de
fabrication utilisés.**

II.1. Introduction

Notre étude se portera sur la machine remplisseuse et la tête visseuse de la bouchonneuse « ronchi » ainsi que la matière de la tête visseuse.

La machine a été spécialement développée pour le remplissage et capsulage des bouteilles de Pril Isis. Pour mener à bien ces opérations nous allons décrire tous les éléments qui composent la machine ainsi que leur fonctionnement, ce que nous allons exposer dans ce chapitre II.

II.2. Présentation de la machine.

II.2.1. Principe de fonctionnement de la gamme EXACTA.

La remplisseuse est une machine conçue pour le remplissage et le capsulage des bouteilles Contenant eaux, sodas, alcools et autres produits de la filière liquide.

Le remplissage et le bouchage du monobloc commence d'abord par le soufflage de la préforme avec de l'air chaud, elle sort sous une forme d'une bouteille conçue spécialement pour porter ce liquide (ISIS), puis les bouteilles sont récupérées par le convoyeur d'où est connecté mécaniquement un tapis roulant qui à son tour les envoie dans le système de lavage automatique (CIP nettoyage en place) et (SIP stérilisation en place), puis les bouteilles sont transmises vers la remplisseuse qui décharge dans les récipients la quantité préétablie de produit par des compteurs volumétriques inductifs à contrôle électronique, ce système de mesure est basé sur le principe de faraday dû à l'induction.



Figure II. 1* : Gamme de la machine EXACTA « ronchi » [20].

II.2.2. La remplisseuse bouchonneuse EXACTA/R.

Cette machine est conçue pour faire deux procédés essentiels, le remplissage et le bouchonnage en plus des capteurs qui sont implantés pour faire chaque mouvement et chaque procédure avec précision, le mini-ordinateur qui est avec elle contrôle tout par des algorithmes de précision.



Figure II. 2 : Remplisseuse bouchonneuse « Ronchi ».

II.3. Principe de fonctionnement de la tête visseuse.

La machine Ronchi EXTRA/R se compose de plusieurs têtes visseuses (bouchonneuses) qui assure l'opération de fermeture des bouteilles, cette machine est dotée d'une tourelle équipée de 4 à 30 têtes de bouchage pour atteindre des vitesses allant jusqu'à 600 (tr/min) [20].

Chaque tête de vis est équipée d'un servomoteur. Pour les bouchons à vis, la vitesse et le couple de serrage des vis pour chaque tête de vis sont réglés directement sur le panneau de commande opérateur.

Chaque tête faciale est réglable indépendamment, chaque paramètre peut être ajusté pendant le fonctionnement de la machine.

A la fin de chaque opération de bouchage, la valeur du couple qui vient d'être appliqué est affichée sur le panneau de commande de l'opérateur.

Le passage du vissage au visage est possible sur le panneau de commande.

Pour permettre l'alignement du bouchon rabattable, la boucheuse est équipée d'un dispositif d'affichage relié au système de rotation de la tête de bouchage.

Le bouchon est maintenu par des mors à vis via un système de griffes positives, assurant un contrôle et un positionnement parfait du bouchon sur le flacon.



Figure II.3 : Vue de la tête visseuse sur la machine « Ronchi ».

II.3.1. Rôle de la tête visseuse dans le système de remplissage.

Le rôle de notre pièce dans cette monobloc remplisseuse bouchonneuse a une étape très essentielle dans la chaîne de production. Cette pièce a la fonction de visser les bouchons après le remplissage des bouteilles d'un liquide, les bouchons sont portés par un petit tapis jusqu'à l'étoile qui ensuite les sélectionne un par un, puis vient le rôle de notre tête visseuse, elle prend les bouchons du tapis par la suite la tête visse les bouchons à grande vitesse sur les bouteilles.

II.3.2. Les composants de la tête visseuse.

Voici les principaux composants d'une tête de visseuse :

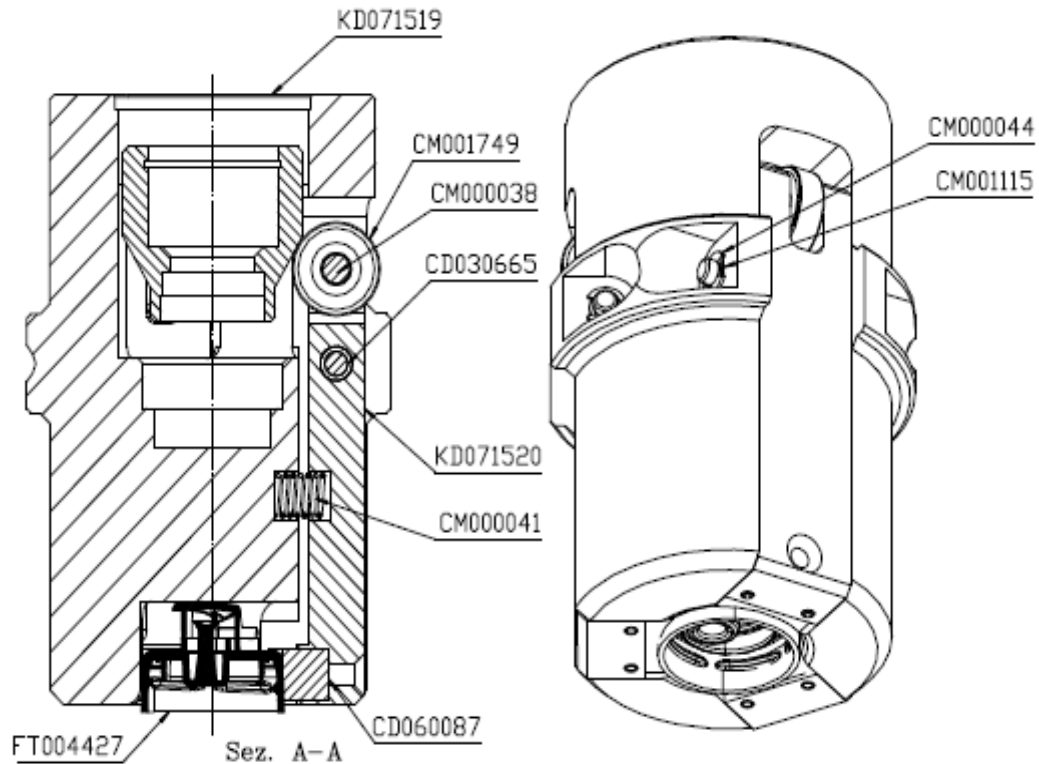


Figure II.4 : Composants de la tête visseuse [20].

Tableau II.1 : Définition de chaque élément de la pièce.

N° ARTICLE	N° PIECE	QTE
CD030665	PIVOT	3
CD060087	SECTEUR DE PRISE	3
CM000037	DOULLE	6
CM000038	VIS	3
CM000041	RESSORT DE COMPRESSION	3
CM000042	RONDELLE	3
CM000044	BAGUE DE BLOCAGE	6
CM001115	DOULLE	6
CM001749	PALIER RADIAL A BILLES	3
CM004303	GOUPLLE ELASTIQUE	6
FT004427	CAPSULE	1
KD071519	CORPS MANDRIN	1
KD071520	CROCHET	3

II.4. Matériau utilisé

II.4.1. Choix du matériau.

L'aluminium a connu un développement remarquable depuis sa découverte en 1854, marquée par la présentation d'un petit ligot chimiquement obtenu à l'académie des sciences par le chimiste français saint-clairais Deville. Mais c'est en 1886 que l'aluminium et ses alliages ont connu un véritable développement industriel, grâce à l'invention du procédé d'électrolyse de l'aluminium par Paul H EROULT en France et Charles Martin Hall aux États-Unis. [21]

De nos jours, l'aluminium occupe une place prépondérante en tant que métal non ferreux, avec une consommation annuelle d'environ 25 millions de tonnes. Il trouve notamment de nombreuses applications dans les secteurs du transport et l'aérospatiale, bâtiment, Industrie pétrolière et gazière, défense, industrie automobile [23].

L'aluminium et ses alliages sont caractérisés par :

- Une masse volumique totalement faible (2.79g/cm^3) ;
- Une température de fusion entre $510 - 640^\circ\text{C}$;
- Une excellente capacité à résister à la corrosion dans de nombreux milieux courants ;
- Une conductivité électrique et thermique remarquable ;
- Facile à être recycler ;
- Module élastique qui est de (72500N/mm^2) ;
- Coefficient de dilatation linéaire qui est de (22.9m/mK) ;
- Coefficient de Poisson qui est de 0,33 ;

II.4.2. Choix de l'alliage.

II.4.2.1. L'aluminium 2017A.

L'alliage d'aluminium 2017A, également connu sous le nom d'EN AW 2017A, est un alliage d'aluminium durcissable à haute résistance utilisé dans diverses industries. Cet alliage nécessite un processus de traitement thermique, y compris une mise en solution et un vieillissement naturel ultérieur, pour atteindre son plein potentiel en termes de résistance. Il est couramment disponible sous des formes telles que des feuilles, des plaques, des barres, des profilés et des fils. L'alliage d'aluminium 2017A est réputé pour sa haute résistance, sa bonne formabilité et est largement utilisé en raison de ses propriétés légères. Il est reconnu pour sa résistance à la corrosion en atmosphères corrosives, ce qui en fait un choix privilégié pour les applications structurelles, rivalisant avec l'acier dans diverses industries. [22]



Figure II.5 : Aluminium EN AW-2017A [24].

II.4.2.2. Les Propriétés de L'alliage 2017A.

a. Propriétés mécaniques.

- i. **Haute résistance :** L'alliage 2017A offre une excellente résistance à la traction, à la compression et au cisaillement, ce qui le rend idéal pour les composants structurels soumis à des charges importantes.
- ii. **Bonne ductilité :** Malgré sa haute résistance, l'alliage 2017A conserve une certaine ductilité, lui permettant de se déformer sans se rompre sous des charges élevées.
- iii. **Ténacité :** L'alliage 2017A présente une bonne résistance à la propagation des fissures, ce qui le rend moins susceptible de se fissurer ou de se briser en cas de choc ou de fatigue.

b. Propriétés de traitement.

- i. **Durcissement structural :** L'alliage 2017A peut être durci thermiquement par un processus de traitement thermique en deux étapes : le recuit de mise en solution et le vieillissement. Ce traitement permet d'améliorer considérablement sa résistance et sa dureté.

- ii. **Bonne aptitude au soudage** : L'alliage 2017A peut être soudé par différents procédés, tels que le soudage TIG, MIG et par faisceau d'électrons.
- iii. **Bonne usinabilité** : L'alliage 2017A peut être usiné avec des outils de coupe standard, ce qui en facilite la fabrication de pièces complexes. [22]

II.4.3. Caractéristiques de l'alliage 2017A.

L'alliage d'aluminium 2017A (EN AW-2017A) est principalement constitué d'aluminium, mais il est également enrichi d'autres éléments d'alliage pour améliorer ses caractéristiques. Ainsi, selon la norme EN AW-2017A, la composition chimique nominale de l'alliage 2017A est la suivante [24] :

Tableau II.2 : Composition chimique de certains alliages usuellement utilisés.

Alliage	/	Al	Cu	Mg	Mn	Si	Cr	Ti + Zr	Fe	Zn	Ti	Autres éléments
		Min%	90,50	3.50	0.40	0.40	0.20	-	-	-	0.20	-
2017A	Max%	93,50	4,50	1.0	1.0	0.80	0.10	0.25	0.70	0.25	-	0.05

II.4.3.1. Rôle de chaque élément d'alliage.

Voici un aperçu du rôle de chaque élément d'alliage dans l'alliage 2017A [25] :

- a. **Cuivre (Cu)** : Le cuivre est l'élément d'alliage principal qui augmente la résistance et la dureté de l'alliage.
- b. **Magnésium (Mg)** : Le magnésium améliore la résistance et la dureté de l'alliage, et contribue également à la formation de précipités durcissant.
- c. **Manganèse (Mn)** : Le manganèse améliore la dureté et la résistance à la corrosion de l'alliage.
- d. **Silicium (Si)** : Le silicium augmente la résistance à la fatigue de l'alliage et aide à contrôler la formation de grains.
- e. **Chrome (Cr)** : Le chrome améliore la résistance à la corrosion et à l'oxydation de l'alliage.
- f. **Titane (Ti) + Zirconium (Zr)** : Le titane et le zirconium affinent le grain de l'alliage, ce qui améliore sa résistance et sa ductilité.

- g. Fer (Fe) :** Le fer est une impureté inévitable dans l'aluminium, mais il peut avoir un effet négatif sur la ductilité de l'alliage.
- h. Zinc (Zn) :** Le zinc est un autre élément d'impureté qui peut affecter la ductilité et la résistance à la corrosion de l'alliage.

II.4.4. Avantages de l'alliage 2017A.

- a. Haute résistance et ductilité :** L'alliage 2017A offre un excellent compromis entre résistance et ductilité, ce qui le rend adapté à une large gamme d'applications.
- b. Durcissement structural :** Le traitement thermique permet d'améliorer considérablement ses propriétés mécaniques.
- c. Bonne aptitude au soudage et à l'usinage :** L'alliage 2017A est facile à souder et à usiner, ce qui facilite sa fabrication.
- d. Résistance à la corrosion :** L'alliage 2017A présente une bonne résistance à la corrosion, ce qui le rend adapté aux environnements marins et industriels [25].

II.5. Conclusion.

Dans ce chapitre nous avons donné une brève description de la machine Ronchi EXACTA/R ainsi que la remplisseuse et bouchonneuse où notre pièce travaille.

Nous avons aussi présenté notre pièce ainsi que toutes les pièces qui se fixe avec la tête visseuse suivi des matériaux utilisés.

Chapitre III

Etude de conception de la tête visseuse.

III.1. Introduction

Le tournage et le fraisage sont deux procédés largement utilisés dans l'industrie mécanique.

Leur technologie est essentiellement utilisée pour manipuler divers matériaux avec une grande précision et les transformer en formes plus complexes.

La conception et fabrication assistée par ordinateur (**CFAO**) sont des outils informatiques, à la fois matériels et logiciels, qui facilitent la conception et la fabrication mécaniques. L'évolution de cette technologie au fil du temps consiste à intégrer et à interagir avec la conception et la fabrication, et l'objectif de tout cela à l'avenir est d'automatiser l'industrie.

III.2. Les étapes d'usinage conventionnel.

III.2.1. Tournage conventionnel.

Chez Amran, entreprise industrielle et de mécanique de précision basée à Akbou, les opérations de tournage sont réalisées sur des tours conventionnels. Nous avons reçu la matière première (Aluminium 2017) par l'entreprise dont les dimensions suivantes :

$L=125\text{mm}$; $D=90\text{mm}$.

Les gammes d'usinage choisies pour le tournage sont citées ci- dessous :

En gardant la même vitesse de rotation $N=715$ tr/min

- Dressage des deux côtés de la pièce avec une vitesse $N= 715$ tr/min ;
- Chariotage sur une longueur de 122 mm pour obtenir un diamètre de 80 mm ;
- Chariotage sur une longueur de 58 mm pour obtenir un diamètre de 70 mm ;
- Chariotage sur une longueur de 44 mm pour obtenir un diamètre de 70 mm ;
- Perçage avec un foret 25 mm sur une profondeur de 20 mm ;
- Alésage $\Phi 30$ mm sur une longueur de 20 mm ;
- Perçage avec un foret 25 mm sur une profondeur de 71 mm ;
- Alésage $\Phi 30$ mm sur une longueur de 63 mm ;
- Alésage $\Phi 41\text{mm}$ sur une longueur de 53 mm ;
- Alésage $\Phi 42$ mm sur une longueur de 3 mm ;

III.2.2. Fraisage conventionnelle.

Les opérations de fraisage sont effectuées sur une fraiseuse conventionnelle dans la même entreprise. Les opérations comprendront plusieurs types d'usinage comme rainurage, perçage de profil, perçage droit.

Les outils choisis pour le fraisage sont une fraise de 12 mm avec 4 dents, une fraise de 10 mm avec 6 dents, un foret de 8 mm, un deviseur avec un plateau de 40.

- Rainurage de 23 mm de largeur sur une longueur de 102 mm a une profondeur de 19.61mm. Cette opération se répète 3 fois sur un angle de 120°.
- Perçage avec une fraise de 10 mm sur une profondeur de 5 mm. Cette opération se répète 3 fois en respectant le même angle ;
- Perçage de profil avec une fraise de 12 mm à une profondeur de 15.92 mm, l'opération se répète 6 fois, 3 fois de droite en respectant l'angle de 120°, puis faire 90° avec le deviseur pour faire les trois perçages de gauche en respectant l'angle initiale.
- Perçage d'un diamètre 8 mm sur une profondeur de 3 mm.
- Perçage avec un foret de 8 mm sur une profondeur de 37 mm pour garder la coaxialité

III.3. Les étapes d'usinages CNC.

La CNC est une technologie d'automatisation qui utilise un logiciel informatique préprogrammé pour contrôler les outils mécaniques.

Des programmes informatiques personnalisés peuvent être utilisés pour exécuter plusieurs fonctions avec un seul outil.

De plus, le programme peut être modifié sans changer l'outillage [26].

III .3.1. Conception assistée par ordinateur.

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend tous les logiciels et techniques de modélisation géométrique utilisés pour concevoir, tester virtuellement et fabriquer des produits manufacturés et leurs outils de fabrication à l'aide d'ordinateurs et de techniques de simulation

Numérique [27]. Ce langage existe depuis les années soixante-dix.

III.3.2. Conception de la pièce sur SolidWorks.

Le logiciel SOLIDWORKS est une application de conception mécanique paramétrique 3D qui permet aux concepteurs d'esquisser rapidement des idées et d'expérimenter des caractéristiques et dimensions pour créer des modèles et des dessins précis [28].

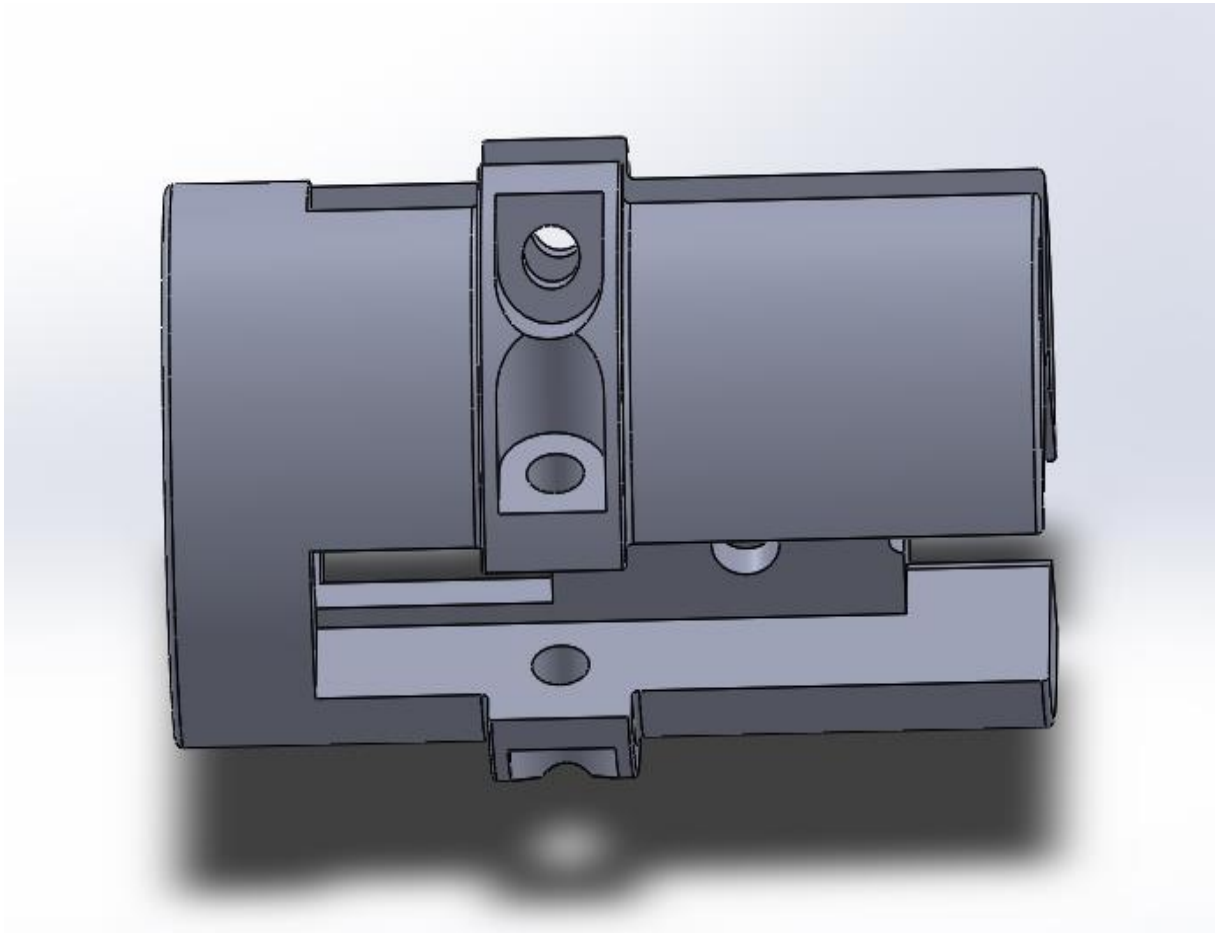


Figure III. 1 : pièce finie sur SolidWorks.

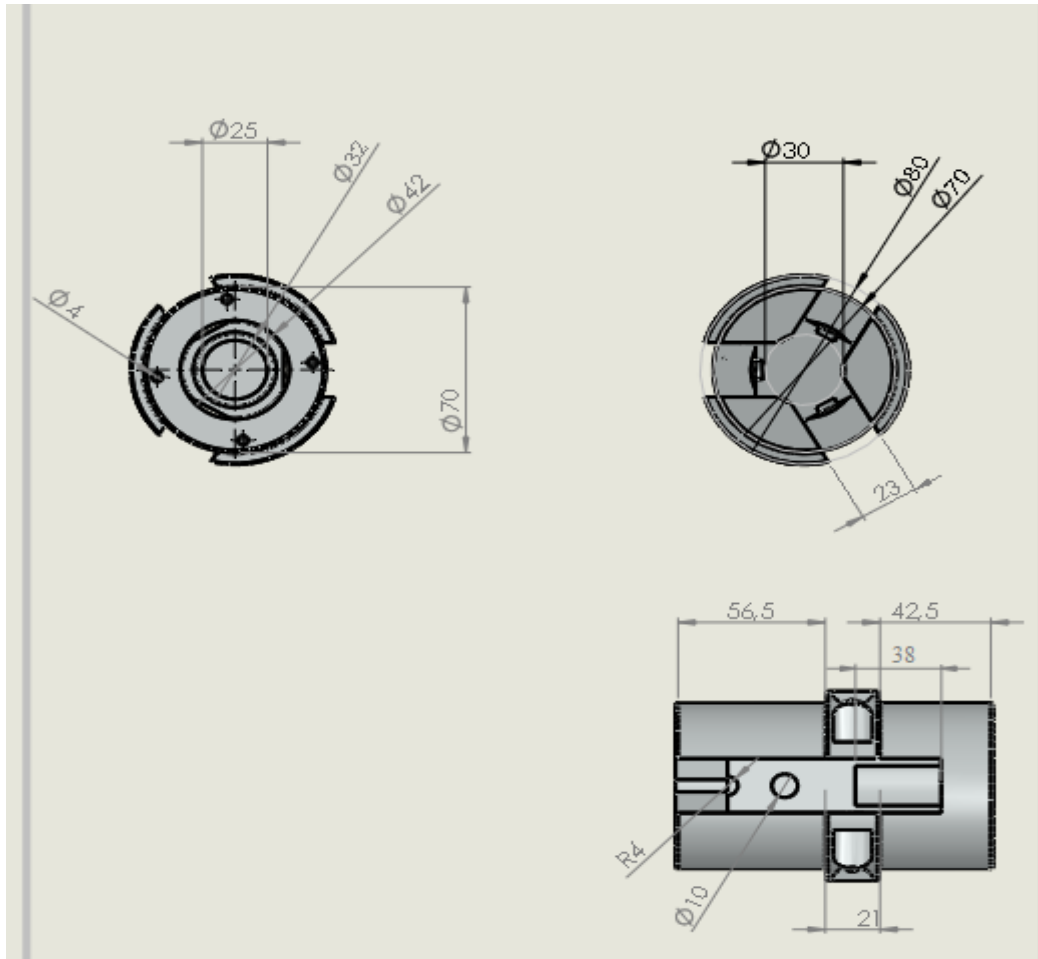


Figure III.2: cotation de la pièce réalisée avec SolidWorks.

III.3.3. Fabrication de la pièce par ordinateur.

Visual Cam est un logiciel de fabrication assistée par ordinateur (FAO) qui s'intègre à SolidWorks, un logiciel de modélisation 3D.

Ce logiciel est spécialement conçu pour les secteurs de la conception, de l'ingénierie et de la fabrication et offre des capacités avancées de programmation et de génération de parcours d'outils pour les machines-outils à commande numérique (CNC).

III.4. Les étapes de fabrication de la pièce par VisualCam.

III.4.1. Définition du brut.

Dans notre cas, le brut est un cylindre avec les dimensions de 125 mm longueur et 90 mm de diamètre.

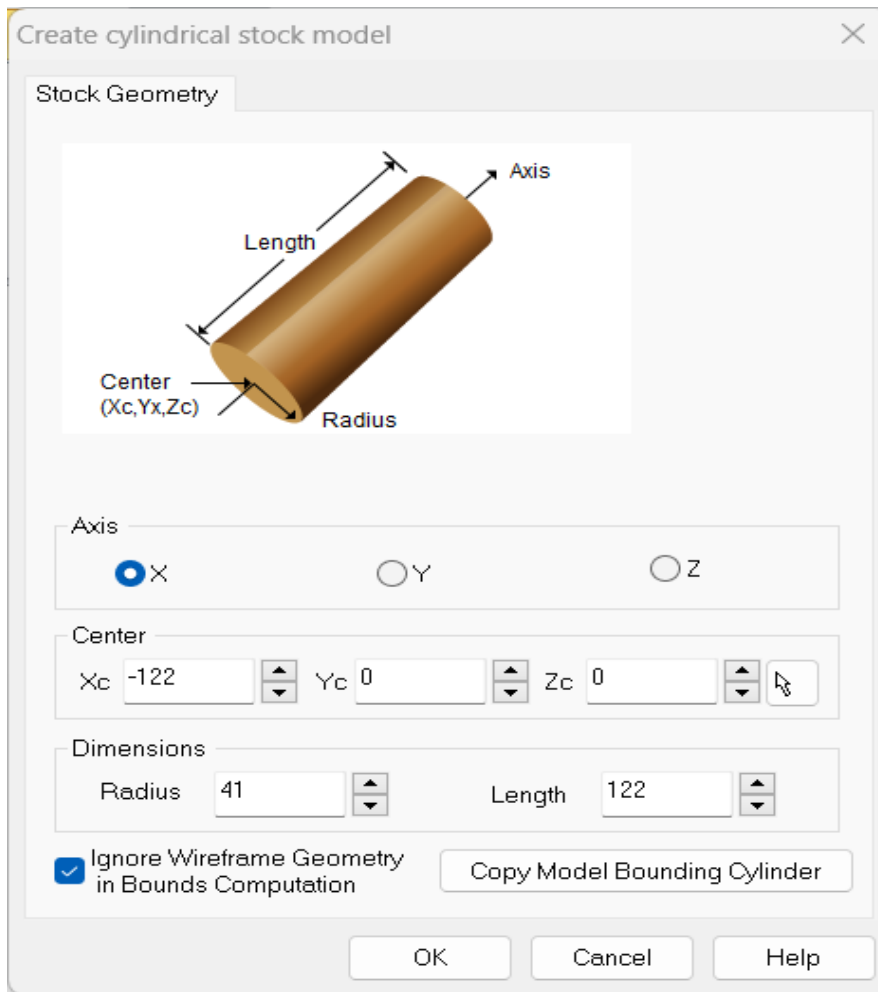


Figure III. 3 : définition du brut.

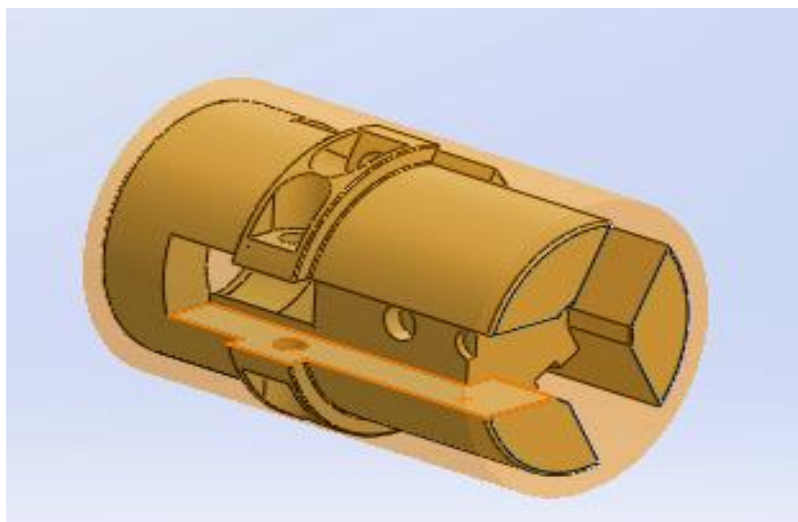


Figure III.4 : Définition du brut de la pièce sur visualcam.

III.4.2. Définition de l'origine pièce.

Cette commande nous permet de définir et spécifier l'origine de programme, qui se positionne dans le centre de la face supérieure de la pièce.

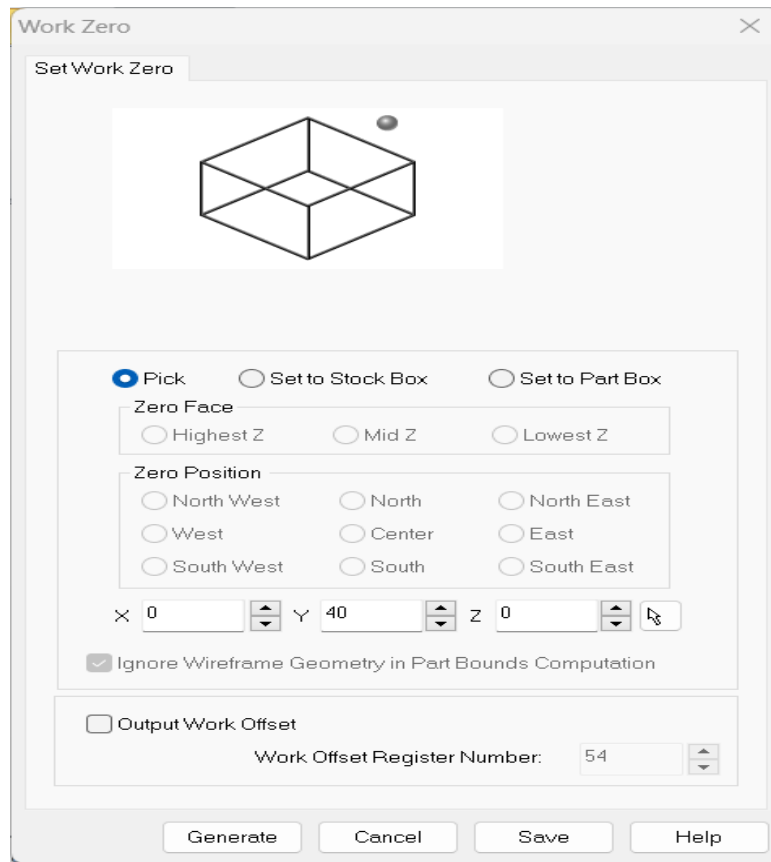


Figure III.5 : Positionnement de l'origine sur le brut.

III.4. 3. Définition d'outil.

Dans cette **Figure III.6** la fenêtre (Tool), elle ne donne la possibilité de choisir l'outil compatible à nos opérations d'usinage

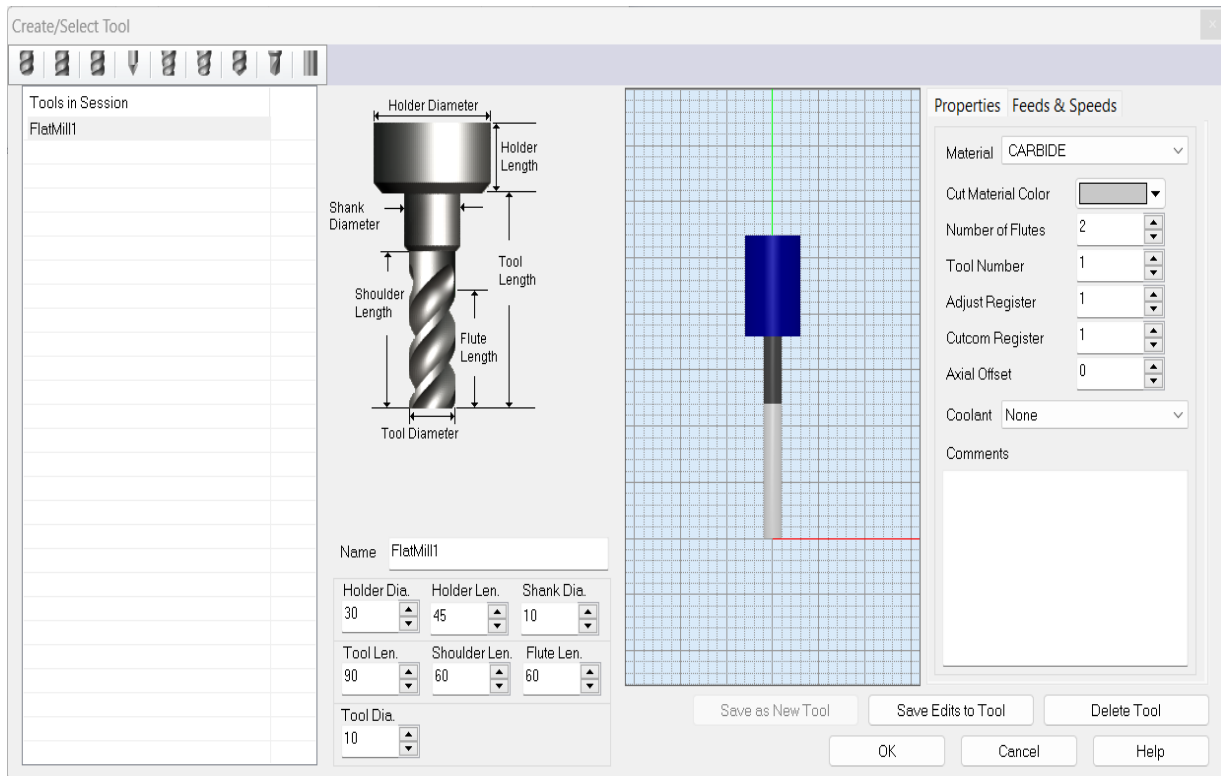


Figure III.6 : Définition de l'outil (Flat Mill).

III.5. Centre d'usinage CNC 3 axes Hyundai WIA KF 4600 II.

Le centre d'usinage Hyundai WIA kF 4600 II, conçue pour avoir une structure optimale particulièrement dans la rigidité du lit et de la colonne qui constitue une excellente performance dans les coupes intensives. Cette machine à pour dimension de la table d'une largeur de 460 mm et d'une longueur de 1050 mm, muni d'une colonne haute de l'axe Z. Cette option permet de traiter des produits plus gros. Équipée d'un changeur d'outil automatique d'un magasin d'outil qui contient 30 outils en standard et qui peut porter jusqu'à 40 outils en option, le temps de changement d'outil pour celle-ci est de 3.2 secondes. La broche est directement couplée à une révolution maximale de 12000 tr/min qui permet un traitement à grande vitesse. Avec la commande « HYUNDAI WIA FANUC - SMART PLUS » cette machine contient deux fonctions d'économie d'énergie (ECO) et d'optimisation de l'usinage (SMART) [29].



Figure III.7 : Machine numérique Hyundai WIA KF 4600 II [29].

Tableau III.1 : Caractéristiques et capacité de la machine Hyundai WIA KF 4600 II [29].




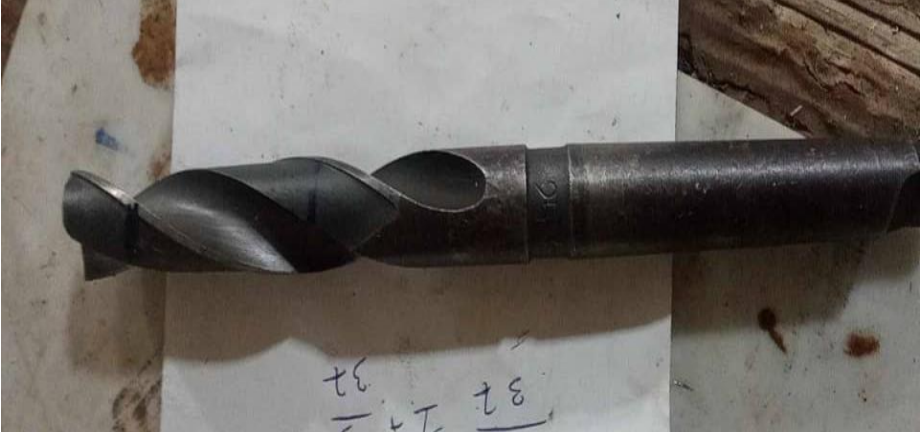
Table	Largeur	460 mm
	Longueur	1050 mm
Alimentation	Déplacements (x ; y ; z)	900/460/520 mm
	Vitesse de déplacements rapide (x ; y ; z)	36/36/30 mm
	Distance du dessus de la table au nez de la broche	150-670 mm
	Distance de la colonne au centre de la broche	585 mm
	Type coulissant	Guide LM à roulement
ATC	Nombre d'outils	30 à 40
	Porte outil	BBT40
	Diamètre d'outil max	3,1/125 mm
	Longueur de l'outil	300 mm

(Active transfert case)	Poids de l'outil max		8kg
	Méthode de sélection des outils		Aléatoire
	Tempe de changement d'outil	T-T	1.2 Sec
		C-C	3.2 Sec
Capacité Du réservoir	Réservoir du lubrifiant		4 L
	Réservoir de liquide de refroidissement		340 L
	Réservoir		Cylindre de surpression
Energie à fournir	Consommation d'aire 0.5 Mpa		110 l/min
	Alimentation électrique		20.8KW
	Epaisseur du câble d'alimentation		25 Sq
	Voltage		220/60 V/HZ
Machine	Espace au sol (h×L)		2.730 ×2.027 mm
	Hauteur		3028 mm
	Poids		5500Kg


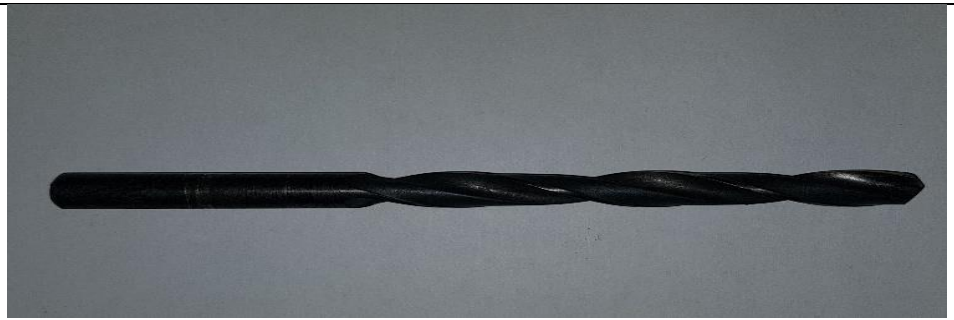

III.6. Le choix de l'outil de coupe.

Tableau III.2 : Choix des outils.

Opération	Outils	Illustration
USINAGE	Fraise en carbure Ø 12	

	<p>Fraise en carbure Ø10</p>	
	<p>Fraise en carbure Ø 08</p>	
	<p>Foret Hss Ø 04</p>	
	<p>Foret Hss Ø 25</p>	

	<p>Foret Hss Ø 22</p>	
	<p>Foret Hss Ø 15</p>	
	<p>Foret à Centrer</p>	
	<p>Outil à charioter à plaquette en carbure</p>	

	<p>Outil à Aléser</p>	
	<p>Foret Hss Ø 08</p>	
	<p>Taroudage M5</p>	

III.7. Les étapes d'usinage et simulation sur le logiciel VisualCam.

III.7.1. Création d'un support pour la pièce.

Pour usiner notre pièce sur CNC on a d'abord fabriqué la pièce ci-dessous afin de réaliser un montage d'usinage pour but d'éloigner la pièce du mandrin du diviseur et de pouvoir usiner la pièce en une seule prise.

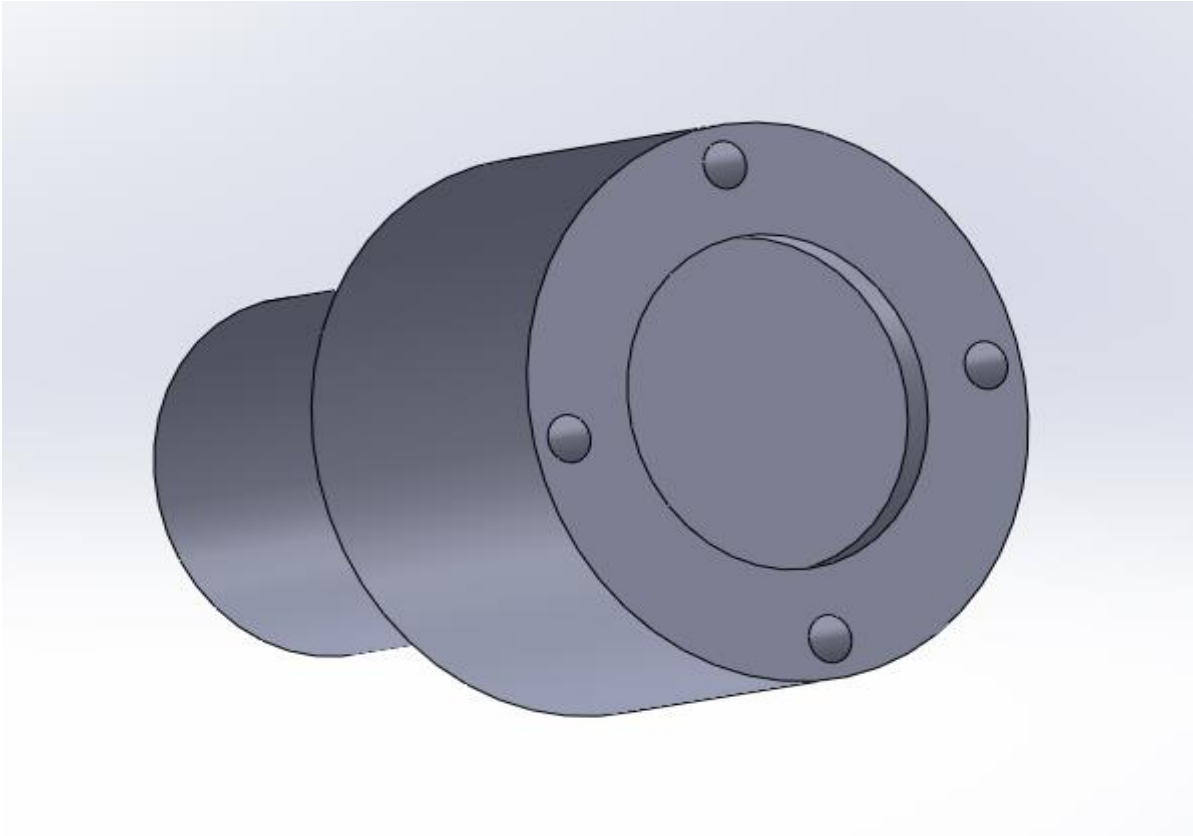


Figure III. 8 : Montage d'usinage.

Ensuite la pièce est bloquée entre le diviseur et la pointe pour nous permettre d'ajuster l'alignement et la circularité de la pièce, afin d'éviter le déséquilibre puisqu'elle tourne à grande vitesse.

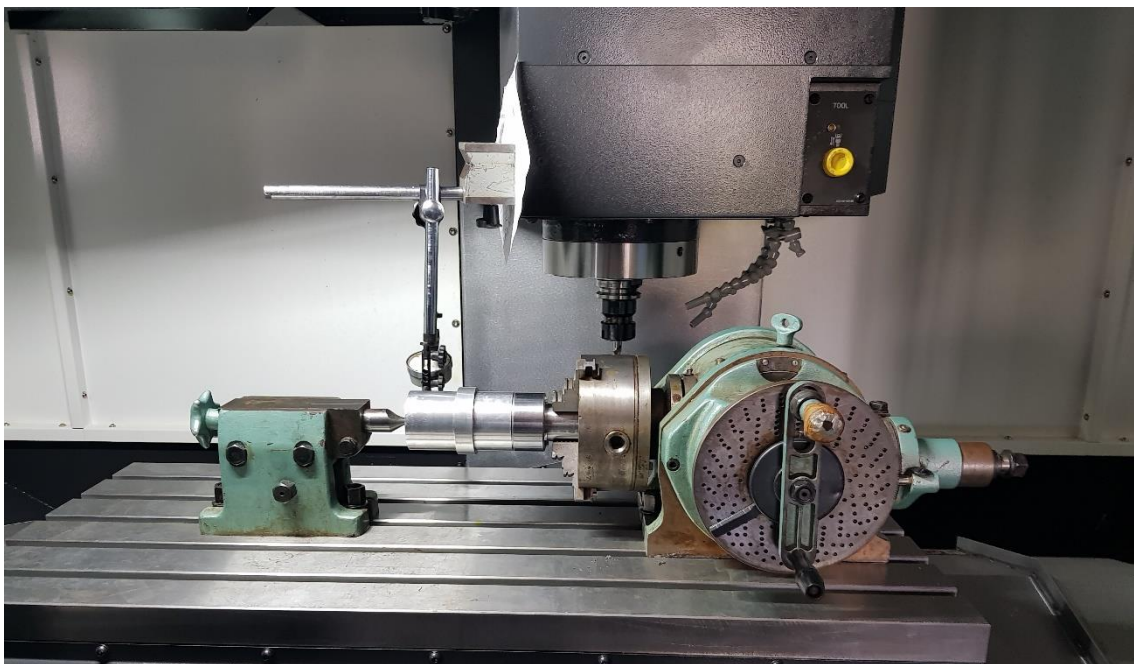
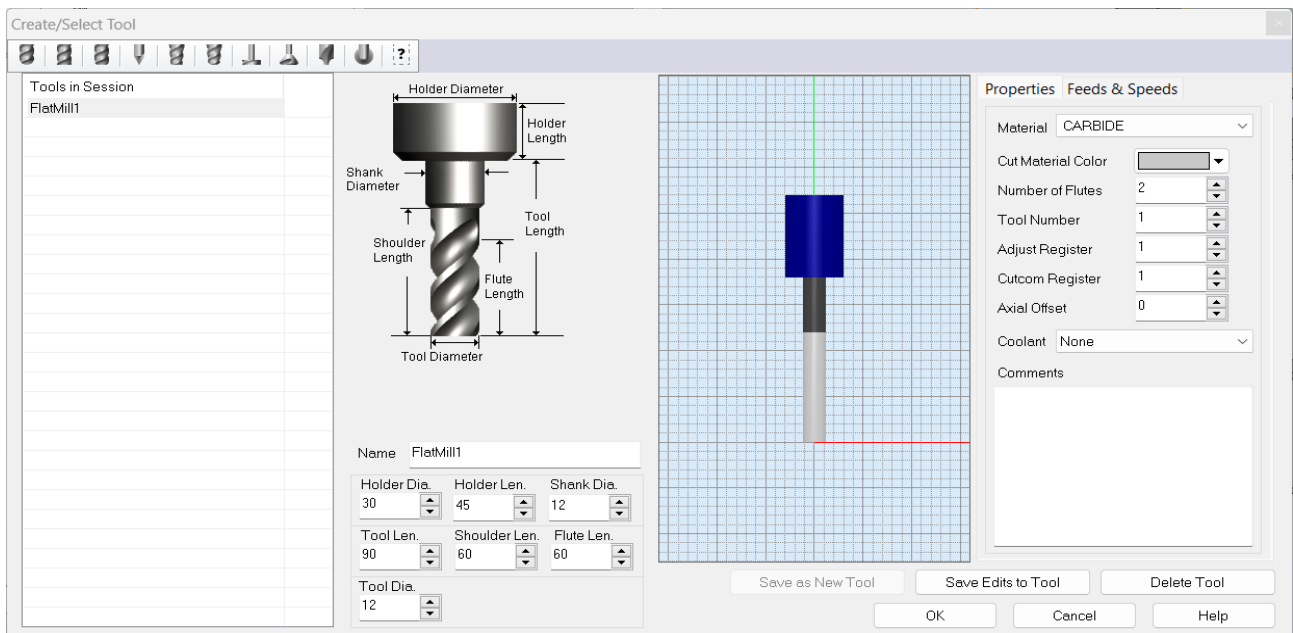
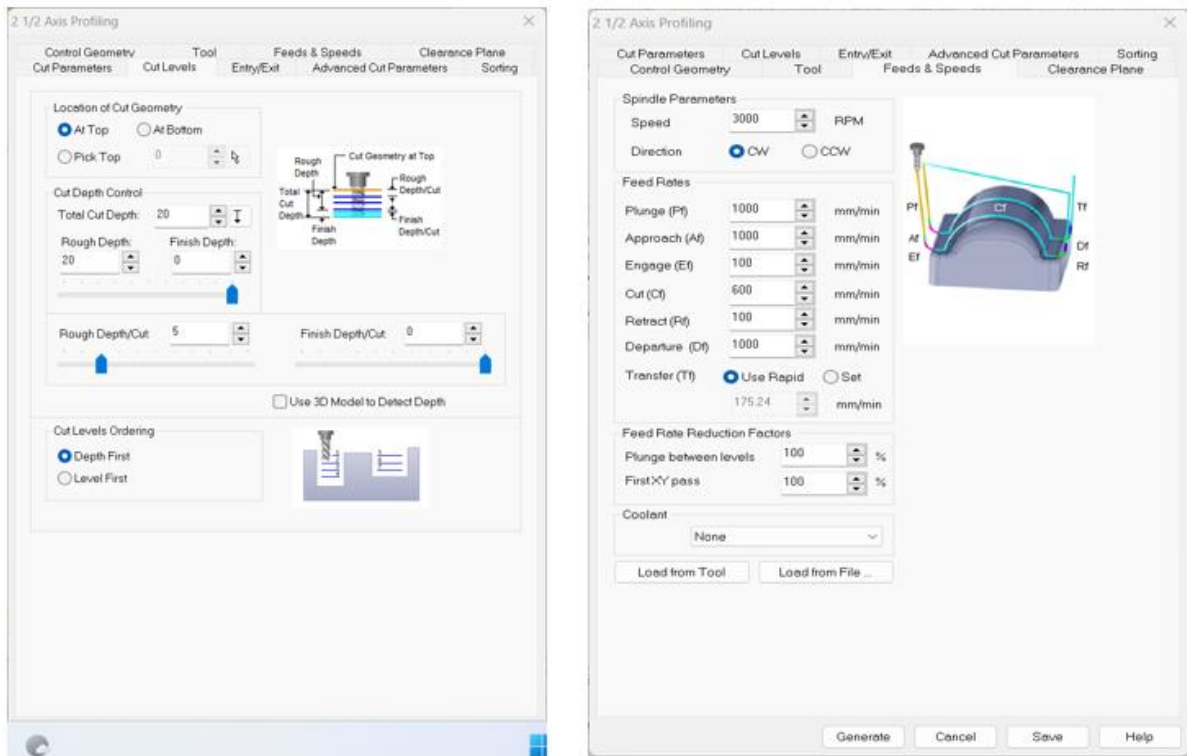


Figure III. 9 : fixation de la pièce sur la table de machine CNC.

III.7.2. Usinage et simulation de la rainure.

Dans la Figure III. 10 on doit sélectionner la surface de la rainure à usiner, ainsi que les paramètres de coupe à adapter à cette rainure, à la fin on génère un programme G-code grâce à un logiciel de programmation. Pour réaliser les trois rainures on a dû tourner le diviseur de 120 degrés.



Figures III. 10 : Contrôles de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour rainure.

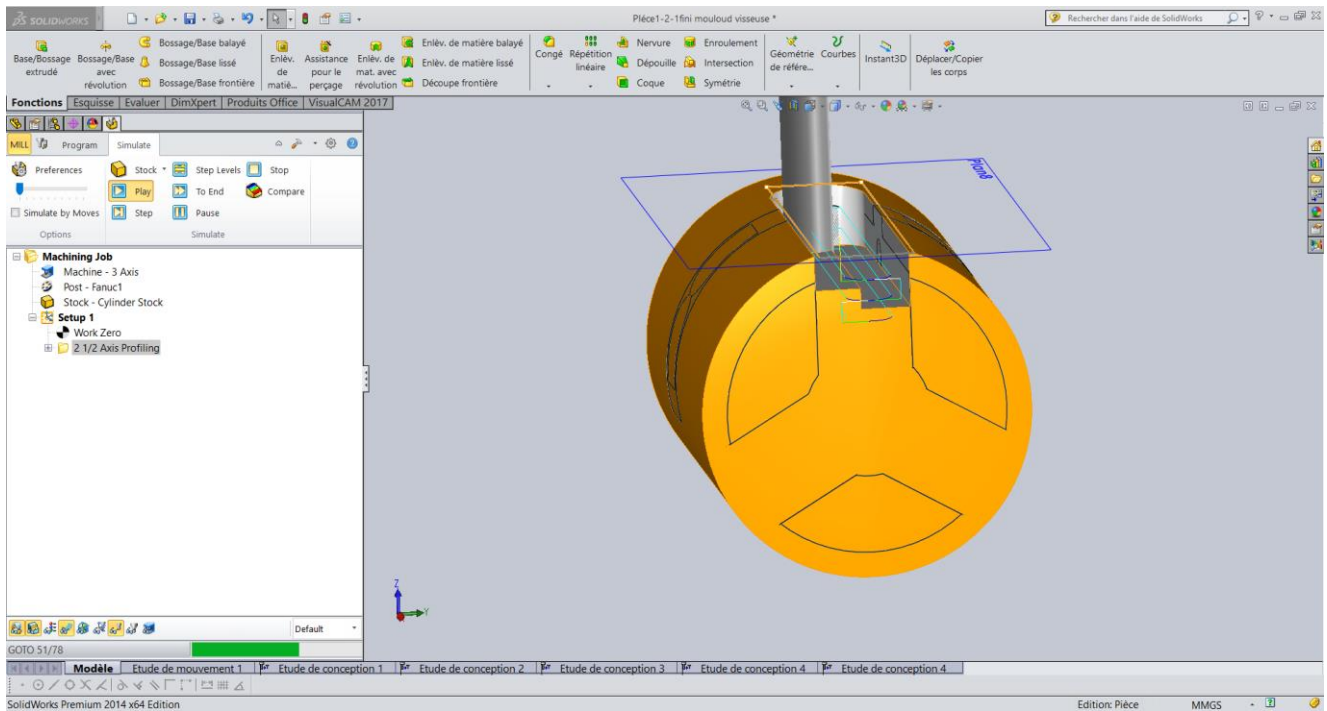


Figure III.11 : trajectoire de l'outil de la rainure sur VisualCam.

```
%  
O1000  
N1 G54 S3000 T3  
N2 G20 T1 M06  
N3G90G00X0.762Y-1.858S3000M03  
N4G43Z1.811H1  
N5G01Z1.378F39  
N6Y-1.608F4  
N7G17  
N8G03X0.512Y-1.358I0.512J-1.608K1.378R0.25F39  
N9G01X-3.78F24  
N10Y-1.791  
N11X0.512  
N12Z1.181  
N13X-3.78  
N14Y-1.358  
N15X0.512  
N16Z0.984  
N17X-3.78  
N18Y-1.791  
N19X0.512  
N20Z0.787  
N21X-3.78  
N22Y-1.358  
N23X0.512  
N24G02X0.762Y-1.608I0.512J-1.608K0.787R0.25F4  
N25G01Y-1.858F39  
N26G00Z1.811  
N27M30  
%
```

Figure III. 12 : Programme de la rainure.

III.7.3. Usinage et simulation du perçage de profile.

Pour réaliser cette opération sur le centre d'usinage CNC après avoir terminé la rainure on a dû tourner la pièce de 30 degrés pour avoir la perpendicularité par rapport à l'axe Z.

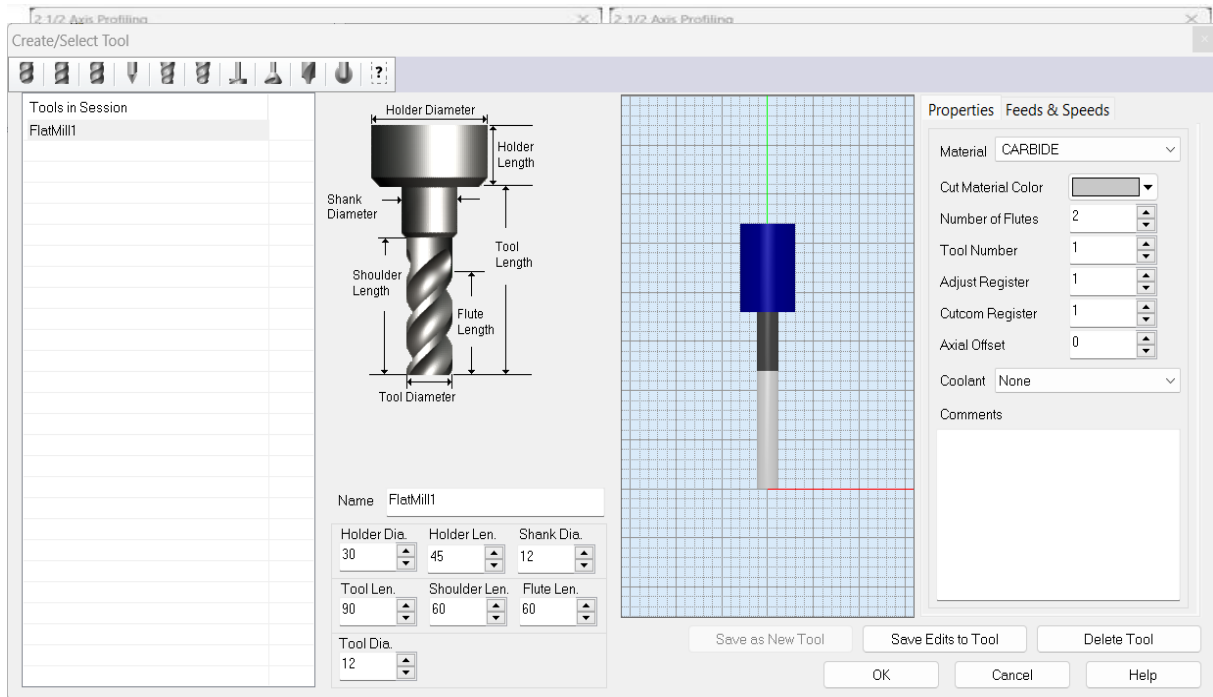


Figure III. 13 : Contrôles de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour perçage profile.



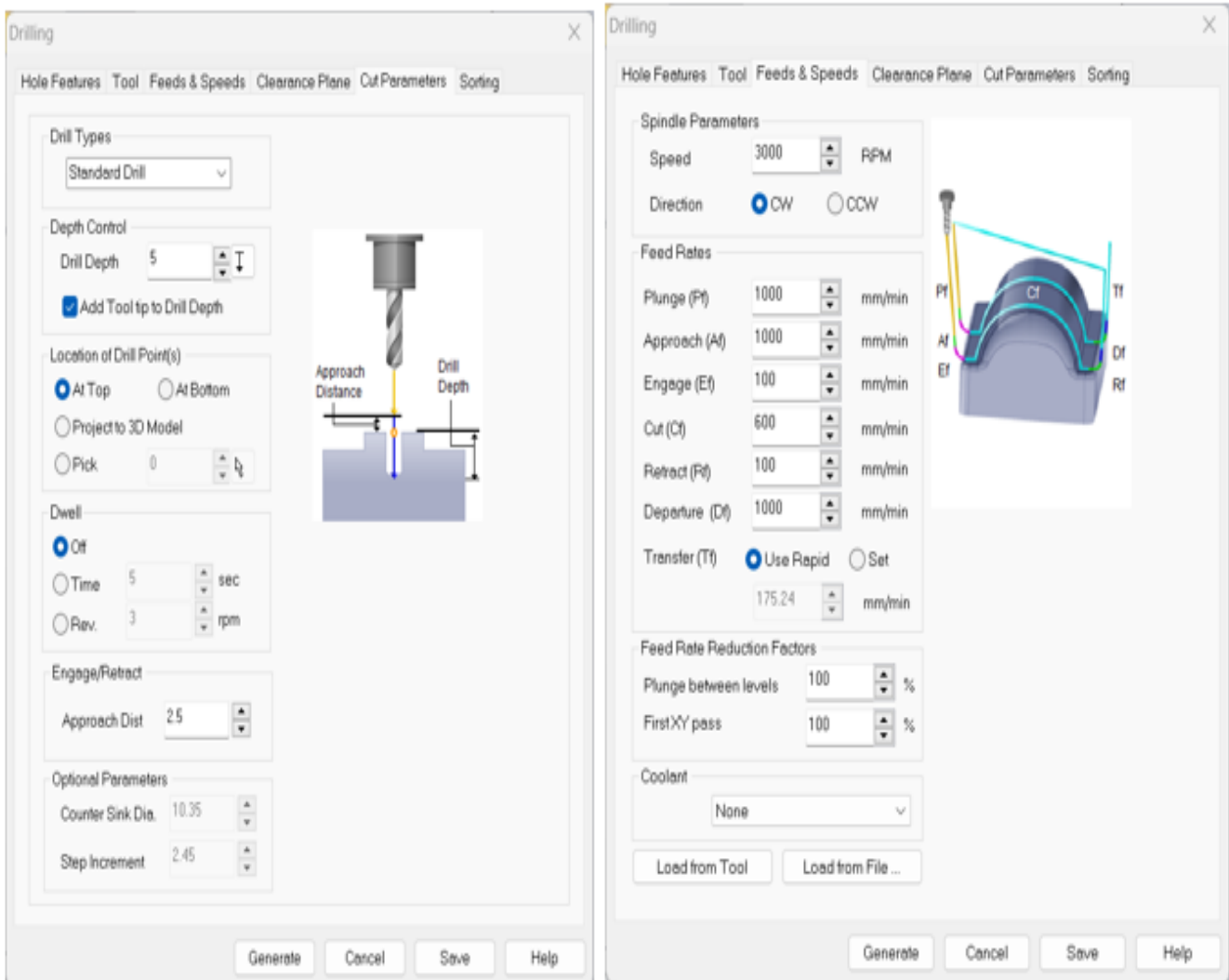
Figure III.14 : Trajectoire de l'outil dans le perçage de profile sur VisualCam.

```
%  
O1000  
N1S3000 T3  
N2G20T1M06  
N3G90G00X-2.236Y1.934 S3000 T3  
N4G43Z0.271H1  
N5G01Z-0.851F39  
N6X-2.486  
N7G17  
N8G03X-2.736Y1.684I-2.486J1.684K-0.851R0.25F4  
N9G01Y1.058F24  
N10G03X-2.618I-2.677J1.058K-0.851R0.059  
N11G01Y1.684  
N12G03X-2.868Y1.934I-2.868J1.684K-0.851R0.25F4  
N13G01X-3.118F39  
N14G00Z0.271  
N15M30  
%
```

Figure III. 15 : programme du perçage de profile.

III.7.4. Usinage et simulation du perçage diamètre 10mm.

Il est nécessaire de percer avec un foret de $\Phi 10$ mm sur VisualCam, afin de simuler l'évolution et prévoir les erreurs de programmation.



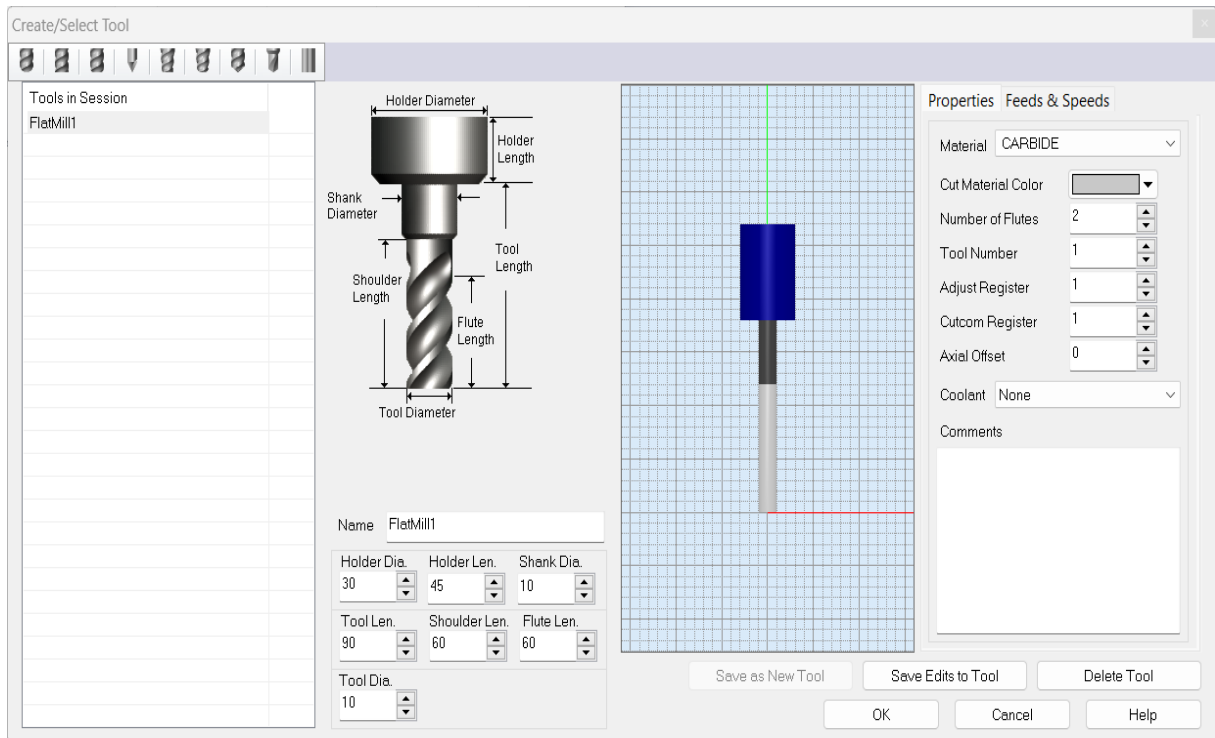


Figure III. 16 : Contrôles de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour un perçage $\Phi 10\text{mm}$.

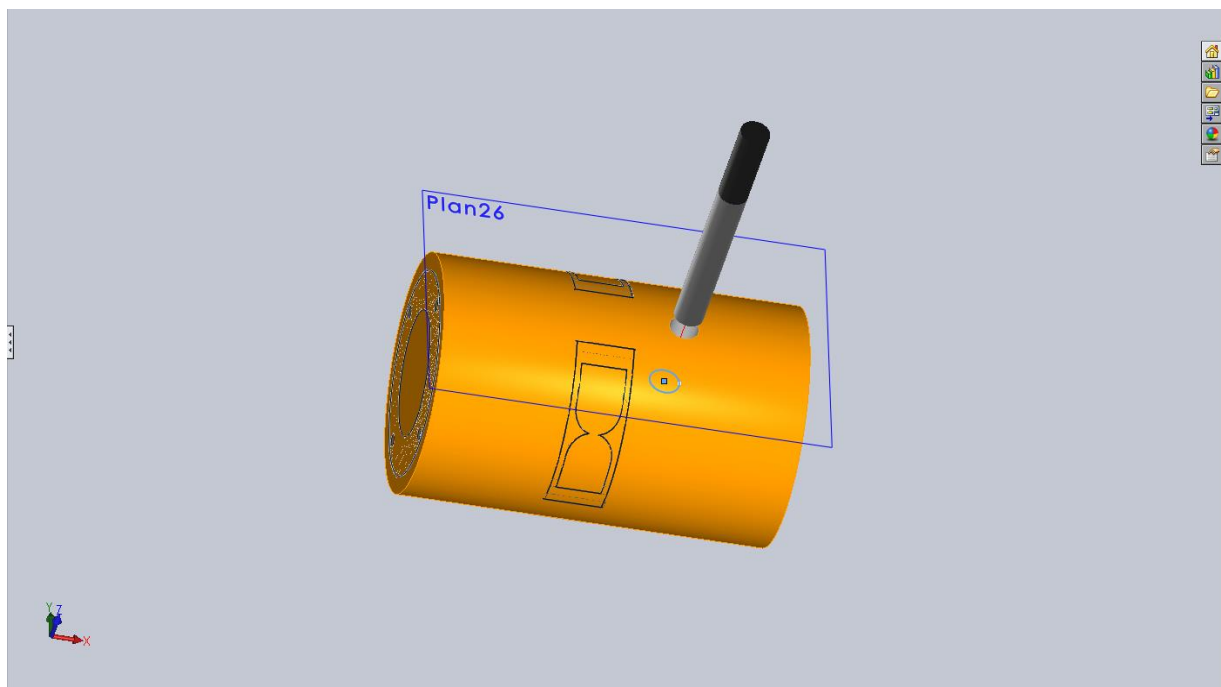


Figure III. 17 : Trajectoire de l'outil pour le perçage $\Phi 10\text{mm}$ sur VisualCam.

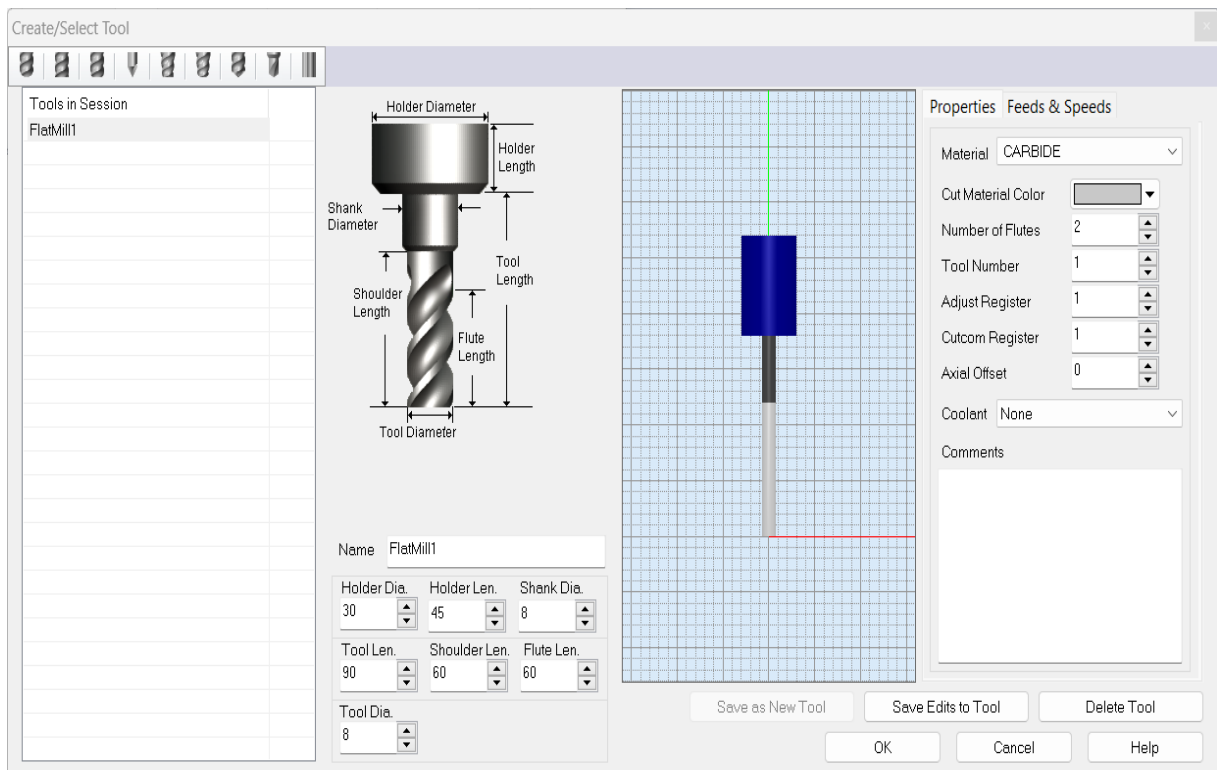
```

%
O1000
N1 G54 S3000 T3
N2G20T1M06
N3G90G00X-1.662Y-0.S3000M03
N4G43Z1.811H1
N5G20S3000M03
N6G81X-1.662Y-0.Z0.331R0.626F24
N7G80
N8G00Z1.811
N9M30
%
```

Figure III. 18 : Programme de perçage \varnothing 10 mm.

III.7.5. Usinage et simulation du perçage diamètre 08 mm.

Perçage avec un foret \varnothing 8 mm sur Visual Cam pour la simulation afin d'évoluer et de prévoir les erreurs de programmation.



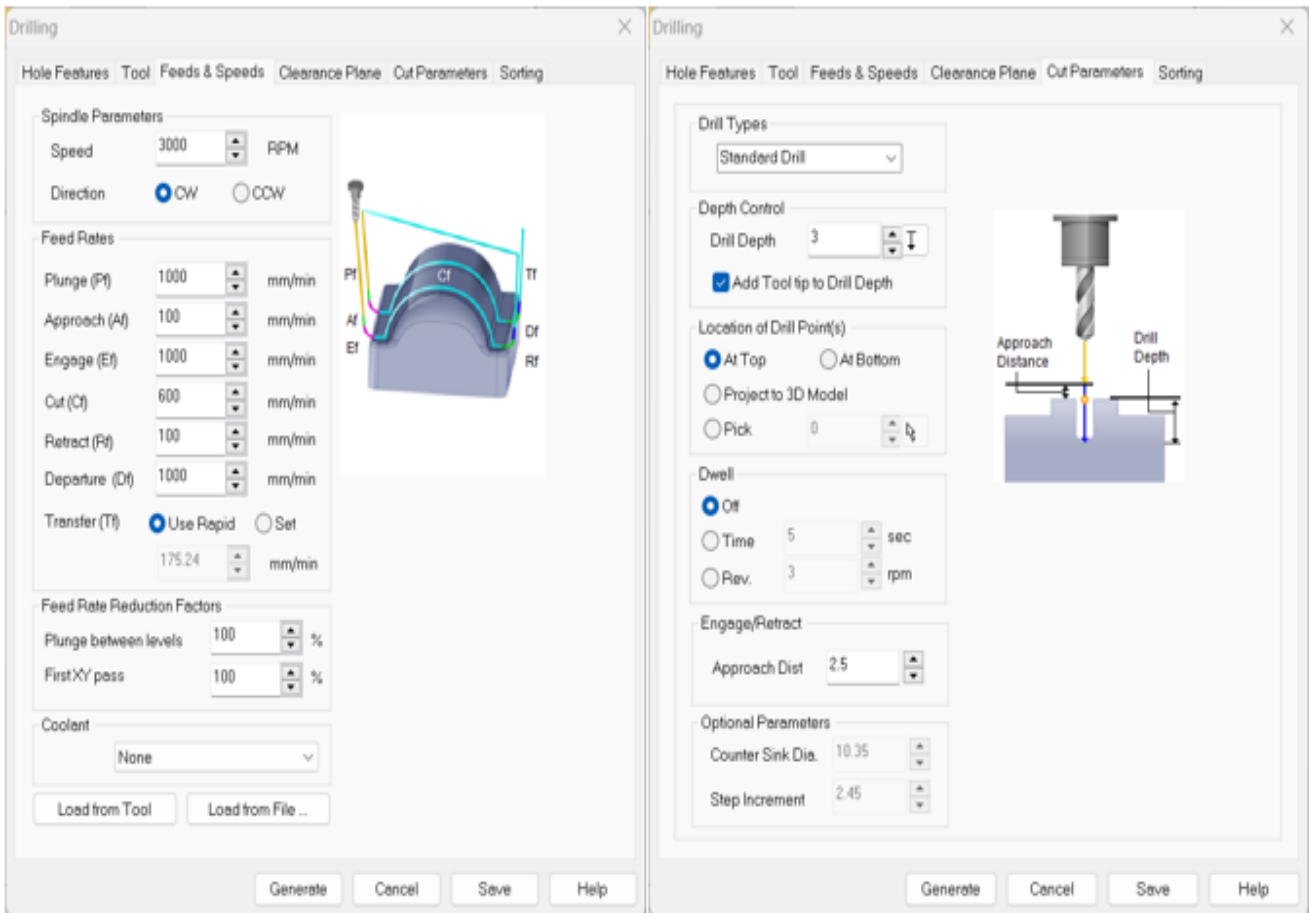


Figure III. 19 : Contrôles de la géométrie, des paramètres de coupe et le choix de l'outil pour un perçage $\varnothing 08\text{mm}$.

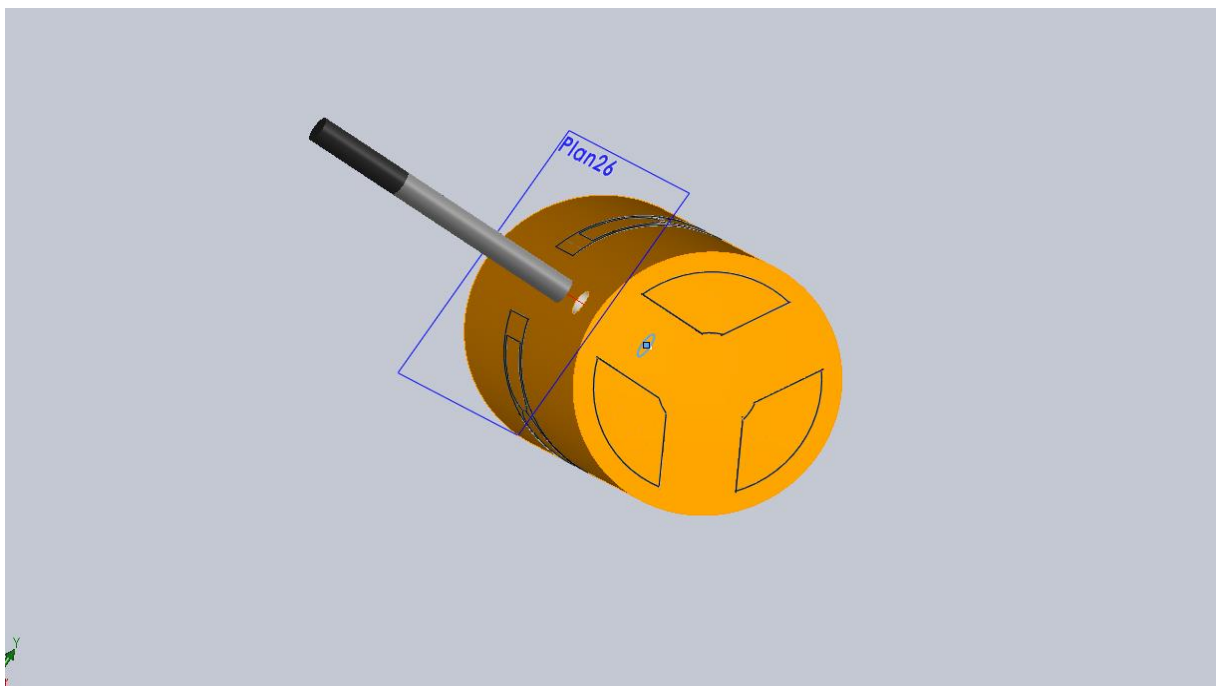


Figure III. 20 : Trajectoire de l'outil pour le perçage $\varnothing 8\text{ mm}$ sur Visual Cam.

```
%  
O1000  
N1 G54 S3000 T3  
N2G20T1M06  
N3G90G00X-0.787Y0.S3000M03  
N4G43Z1.811H1  
N5G20S3000M03  
N6G81X-0.787Y0.Z0.512R0.728F24  
N7G80  
N8G00Z1.811  
N9M30  
%
```

Figure III. 21 : programme de perçage Ø 8 mm.

III.8. Le fonctionnement du G-code.

Le G-code est une série d'instructions et de commande qui demandent à la machine d'effectuer des mouvements dans l'espace tridimensionnel. En utilisant les axes de références X, Y et Z nous indiquant quelques codes individuels qui guident le mouvement de la machine lorsqu'ils sont combinés :

- G00 : positionnement et déplacement rapide de la machine ;
- G01 : mouvement d'interpolation linéaire. La machine se déplace en ligne droite pour effectuer l'usinage approprié ;
- G02 : mouvement d'interpolation circulaire (sens horaire). La machine effectue un mouvement circulaire vers la droite ;
- G03 : mouvement d'interpolation circulaire (sens anti-horaire). Ce code est similaire à G02 mais en sens inverse ;
- G12 : fraisage circulaire de poche sens horaire ;
- G13 : fraisage circulaire de poche sens anti-horaire ;
- G17 : sélection de plan de travail XY ;
- G18 : sélection de plan de travail XZ ;

- G19 : sélection de plan de travail XZ. Ces codes permettent de manœuvrer la machine sur différent plan pour des mouvements coordonnés ;
- G20 : programmation en pouce ;
- G21 : programmation en millimètre.

Tableau III. 3 : Les fichiers G-code [29].

G00	Déplacement rapide
G01	D'interpolation linéaire
G02	D'interpolation circulaire sens horaire
G03	D'interpolation circulaire sens anti-horaire
G12	Fraisage circulaire de poche sens horaire
G13	Fraisage circulaire de poche sens anti-horaire
G17	Sélection de plan de travail XY
G18	Sélection de plan de travail XZ
G19	Sélection de plan de travail XZ
G20	Programmation en pouce
G21	Programmation en millimètre
G28	Retour à la position d'origine
G31	Saute la fonction
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
G43	Compensation de longueur d'outil positif (+)
G44	Compensation de longueur d'outil négatif (-)
G54/G55/G56 G57/G58	Sélectionner le système de coordonnées
G80	Annulation du cycle préprogrammé
G81	Cycle de perçage
G90	Déplacement en coordonné absolu
G91	Déplacement en coordonné relatif
G94/G95	Déplacement en pouces par minute/ pouces par tour
G96/G97	Vitesse de coupe constante (vitesse de surface constante) / vitesse de rotation constante ou annulation de G96

III.9. Conclusion.

Dans ce chapitre nous avons présenté l'étude de conception de notre pièce qui englobe les étapes d'usinage conventionnel sur une fraiseuse et un tour universel ainsi que les étapes d'usinage sur une machine CNC, les phases de conception sur le logiciel « SOLIDWORKS » tout en utilisant un logiciel de programmation Visual Cam qui s'intègre avec SOLIDWORKS à la fin de ce chapitre on a présenté quelques fonctions de G-code utilisé fréquemment.

Chapitre IV

Gamme d'usinage de la tête visseuse.

IV. 1. Introduction.

La gamme d'usinage est essentielle dans le domaine de la fabrication mécanique, car elle assure la précision, l'efficacité et la reproductibilité des processus de production.

IV. 2. Définition de la gamme d'usinage.

Une gamme d'usinage est un document technique qui expose en détail les différentes étapes requises pour fabriquer une pièce mécanique à partir d'une matière brute. Elle joue le rôle d'un guide pour les experts en usinage et assure la qualité, la reproductibilité et la sécurité du processus de production.

La feuille résume l'étude et doit :

- a. Faciliter la détection de la pièce examinée ;
- b. Exposer de manière claire la progression des étapes ;
- c. Indiquer les surfaces utilisées lors de chaque étape ;
- d. Préciser la durée prévue pour l'assemblage de la pièce.

IV.3. Rédaction de la feuille.

IV.3.1. Numéro de gamme.

Pour un ensemble il doit y avoir plusieurs gammes, si un ensemble comporte n pièces, il y a n gamme numérotées $1/n, 2/n, \dots n/n$.

IV.3.2. Identification de la pièce.

D'après les indications du dessin :

- a. Élément : nom de la pièce ;
- b. Organe : nom de l'organe auquel appartient la pièce ;
- c. Ensemble : nom du mécanisme à réaliser ;
- d. Dessin : numéro de dessin ;
- e. Repère : numéro ou lettre servant de repère à la pièce ;
- f. Matière : Matériau de la pièce ;
- g. Etat brut : état du métal, poids ...
- h. Nombre de pièces

IV.3.3. Dessin de la pièce.

Etablir un dessin simplifié de la pièce, avec quelques cotes remarquables et le repérage des surfaces usinées, pour faciliter la lecture de la gamme.

IV.3.4. Spécification des phases.

Spécifier chaque phase d'après la gamme adoptée :

- Numéro de phase : désignation des phases et indication des sous-phases, énumération des surfaces usinées (ébauche, finition) ;
- Machine-outil : indiquer seulement le type de machine ;
- Echelon : préciser la qualification de l'opérateur ;
- Croquis : préciser à l'aide d'un schéma, les opérations à effectuer ;
- Outillage : citer l'outillage spécial, à prendre au magasin ;
- Contrôle : citer le matériel spécial, à prendre au magasin ;

Temps : temps alloué d'après les feuilles d'instructions (chronométrage).

IV.3.5. Calcul des vitesses de coupe tournage.

a. La vitesse de coupe pour le chariotage :

On a :

N : 715 tr/min ;

π : 3.14 ;

D : 85 mm :

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

$$V_c = 191 \text{ m/min}$$

b. Vitesse d'avance est la suivante :

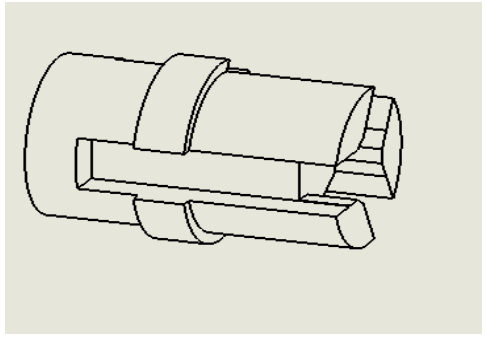
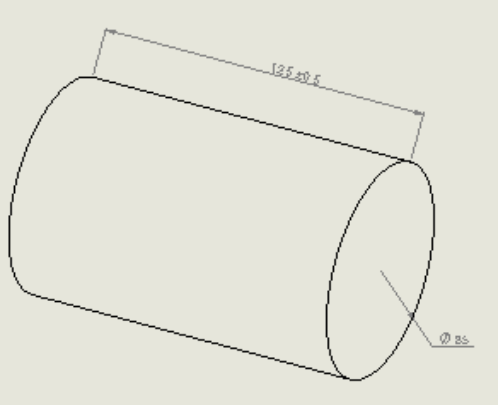
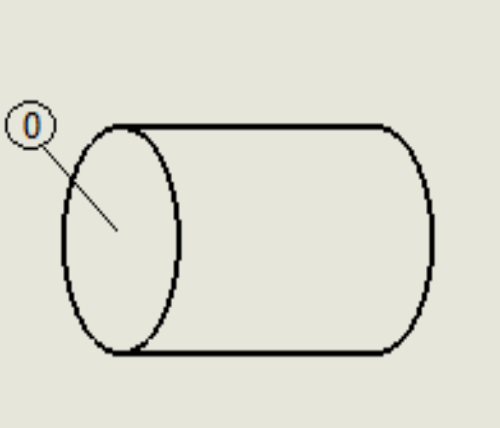
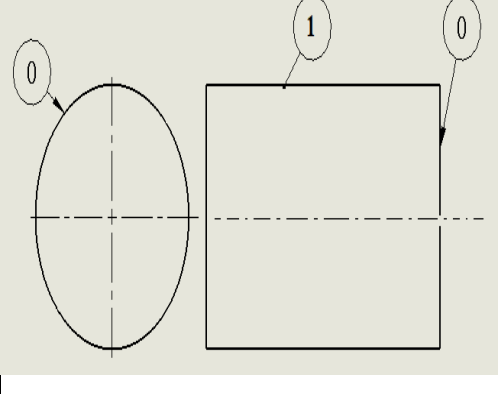
f : 0.2

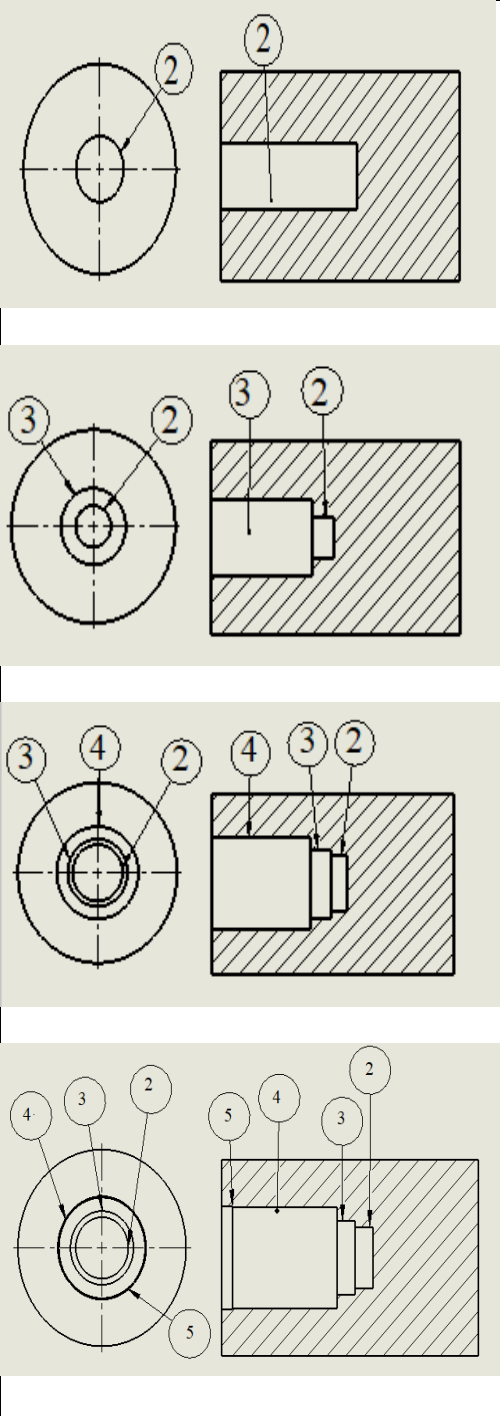
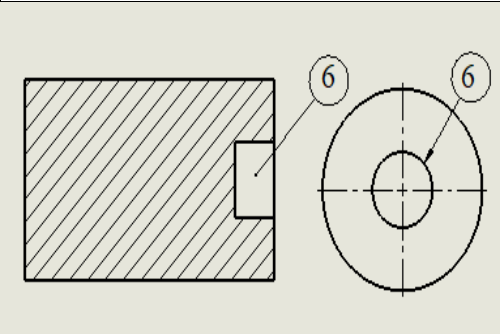
Z : 1

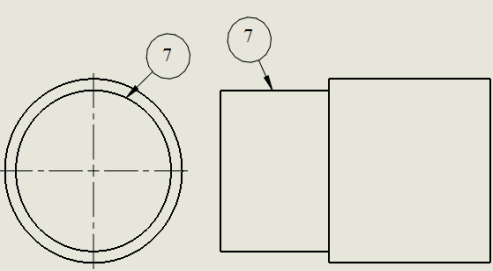
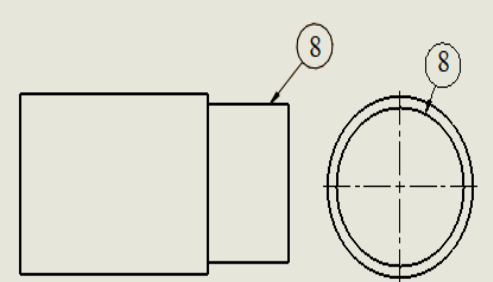
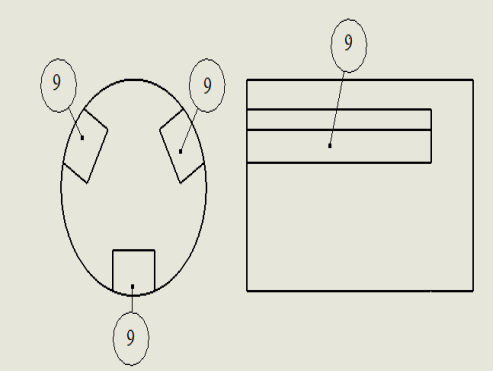
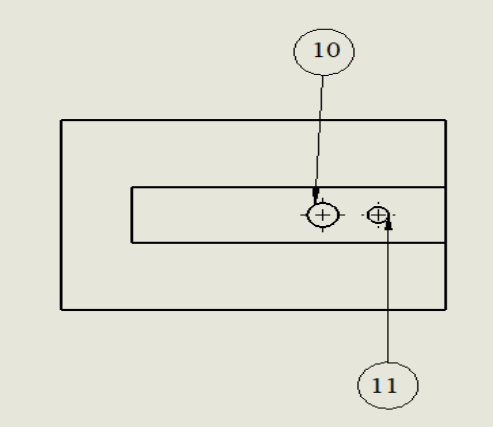
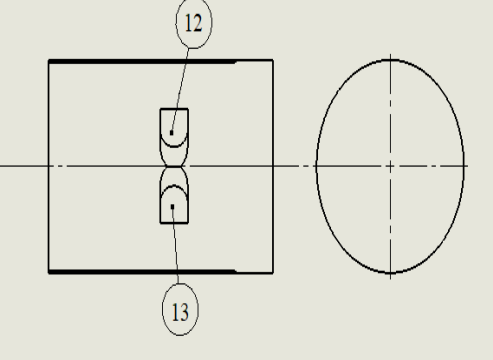
$$V_f = f \times Z \times N$$

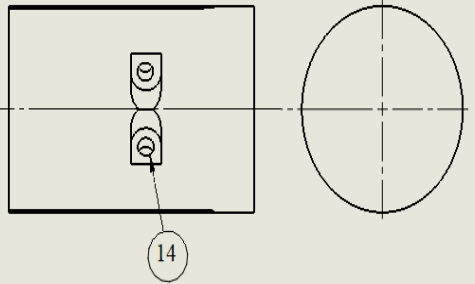
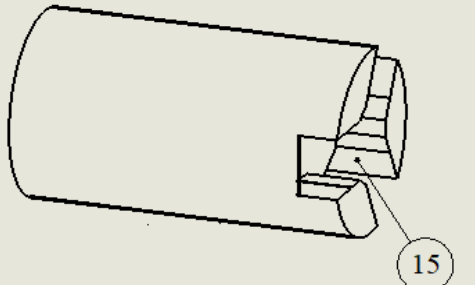
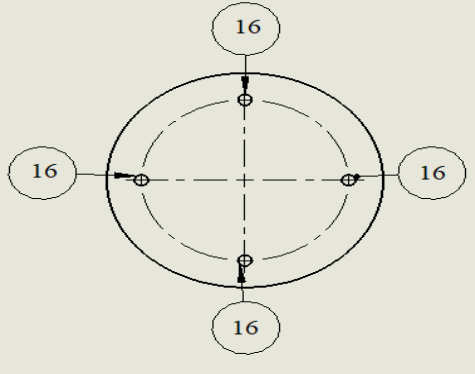
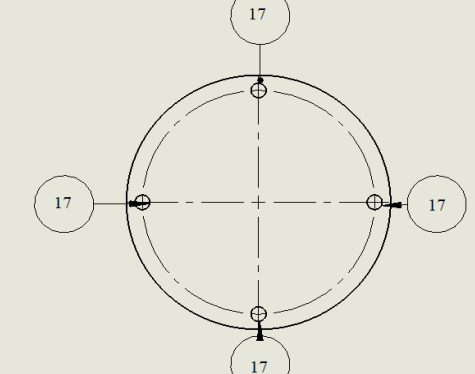
$$V_f = 143 \text{ mm/min}$$

IV.4. Gamme d'usinage de la tête visseuse.

GAMME D'USINAGE					N° : 1			
Elémt	Tête visseuse	Des	1	Rep				
Org.	Tête visseuse	Matière	AlCu4MgSi (allum 2017A)	Brut				
Ens.	Bouchonneuse	Nb	1	Visa				
N° ph	Désignation des phases	M.O	Ech	Croquis		Outillage	Contrôle	Temps
10	Débit	S.C					PC PL	
20	Tournage Dressage : 0	TU	O. S			Outil à chariot er A.R	PC	
30	Tournage Chariotage : 1	TU	O. S			OCPC	PC PL	

40	<p>Tournage Sous-phase I Finition : 2</p> <p>Sous-phase II Finition : 3</p> <p>Sous-phase III Finition : 4</p> <p>Sous-phase IV Finition : 5</p>	TU	O. S		<p>FØ23</p> <p>Outil à aléser</p>	PC JP	
50	<p>Tournage Perçage : 6</p>	TU	O. S		<p>F Ø25</p> <p>Outil à aléser</p>	PC JP	

60	Tournage Sous-phase I Chariotage : 7	TU	O. S		OCPC	PC PL	
	Tournage Sous-phase II Chariotage : 8	TU	O. S			OCPC	
70	Fraisage Rainurage : 9	FU	O. S		FRØ12 à CRB	PC JP	
80	Fraisage Sous-phase I Perçage : 10	FU	O. S		FRØ10	PC	
	Sous-phase II Perçage : 11				FRØ8		
90	Fraisage Sous-phase I Perçage de profile droite : 12	FU	O. S		FRØ12 à CRB	PC JP	
	Sous-phase II Perçage de profile gouache : 13						

100	Fraisage Perçage : 14	FU	O. S		F Φ 8	PC	
110	Fraisage Enlèvement de la matière : 15	FU	O. S		FR Φ 12 à CRB	PC JP	
	Fraisage Perçage : 16	FU	O. S		FR Φ 4	PC JP	
130	Taraudage Finition : M5		O. S		T M5	TF	

IV.5. Abréviation.

OCPC : Outil à charioter à plaquette carbure.

FR : Fraise.

F : Foret.

CRB : Plaquette carbure.

T : Taraudage.

OS : Ouvrier spécialiser.

PC : Pied à coulisse.

PL : Palmer.

JP : Jauge de profondeur.

TF : Tampon fileté.

S.C : Section cylindrique.

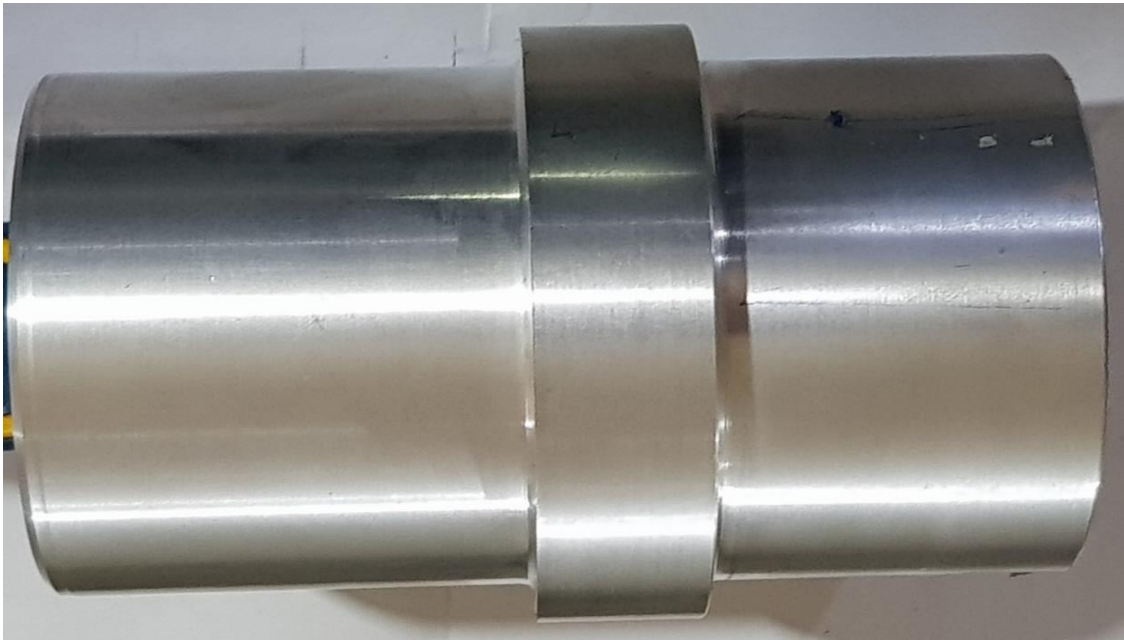
IV.6. Comparaison des méthodes d'usinage.

Pour comparer les machines (CNC) avec les machines-outils conventionnelles on doit fixer certain critère :

- a.** Par rapport à la structure et les caractéristiques :
 - i.** Positionner et maintenir la pièce ;
 - ii.** Positionner et maintenir l'outil ;
 - iii.** Assurer les mouvements relatifs entre l'outil et la pièce ;
- La qualité mécanique générale de ses machines :
 - Motorisation plus puissante ;
 - Chaine cinématique plus simple et plus robuste à variation continue ;
 - Commande de chariot par vis à billes avec rattrapage automatique de jeu ;
 - Glissières sans frottements utilisant des galets, des billes, lubrification hydrostatique et des garnitures rapportées ;
 - Bâtis largement dimensionnés, très rigides avec un excellent amortissement.

- b.** Par rapport aux caractéristiques principales
 - i.** Puissance et vitesse élevées ;
 - ii.** Robuste et bonne résistance à l'usure ;
 - iii.** Déplacement rapide, précis, accélérations et décélérations très élevées ;
 - iv.** Spécifications métrologiques très serrées ;
 - v.** Frottements et jeux très faibles ;
 - vi.** Peu de vibrations ;
 - vii.** Faible échauffement.

- c.** Par rapport à la commande :
 - i.** Commande souple : le calculateur a la possibilité de mémoriser les instructions de commande et les informations relatives à la pièce et de les réutiliser autant de fois. Par contre, la commande des machines conventionnelles est rigide. Elle est assurée par des mécanismes mécaniques tels que les baladeurs, les cames, les embrayages, etc.



FigureIV.1 : l'état de surface de la pièce sur un tour conventionnel.



Figure IV. 1 : les copeaux obtenus après usinage sur un tour.

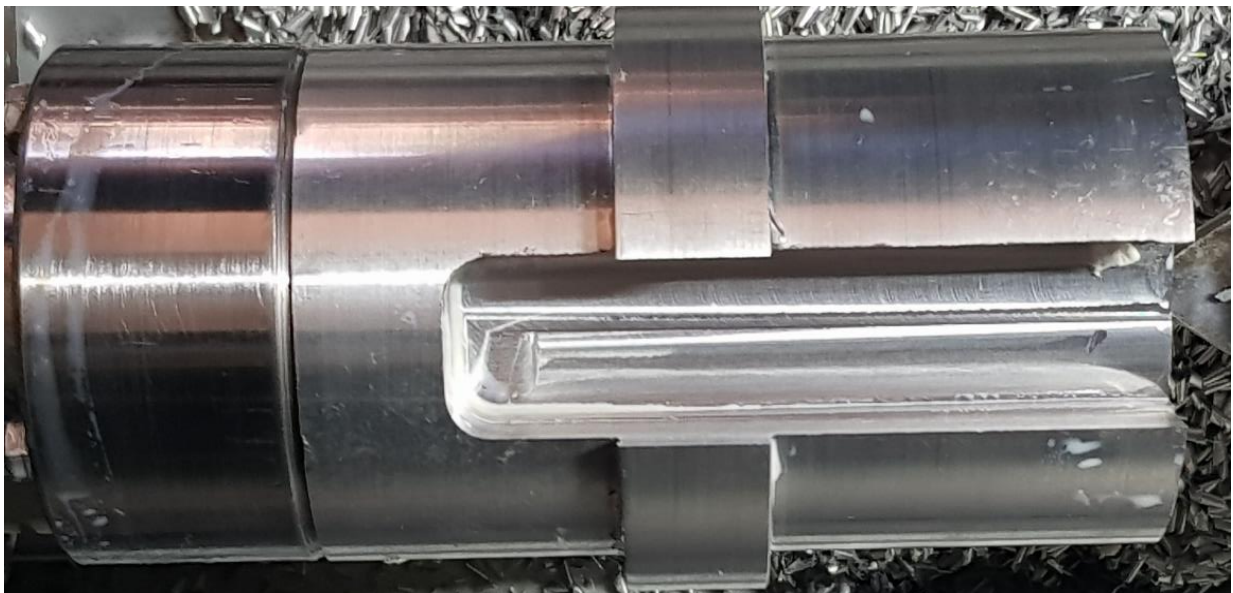


Figure IV. 2 : l'état de surface sur un centre d'usinage.



Figure 3 : les copeaux obtenus sur une machine CNC.

D'après ses figures, nous constatons que l'état de surface est presque la même sur l'usinage CNC ainsi que sur l'usinage conventionnel. Mais en terme de temps, le temps d'usinage sur la machine numérique est beaucoup plus réduit par rapport aux machines conventionnelles.

IV.7. Conclusion.

La description détaillée de la gamme d'usinage dans ce chapitre joue un rôle essentiel dans la fabrication de la tête visseuse. Elle garantit une production minutieuse afin de préserver la qualité élevée et d'assurer la sécurité des opérations. Chaque étape est minutieusement planifiée et exécutée avec des outils et des machines spécifiques, en suivant les différentes étapes de la gamme, depuis le débit jusqu'au taraudage final.

La précision dans la définition des phases, la spécification des machines-outils, et la sélection des outillages appropriés permettent d'optimiser les temps de production.

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'objectif de notre travail consiste à comparer les machines numériques (CNC) aux machines conventionnelles ainsi la réalisation de notre pièce sur une machine numérique, l'usinage comprit la tête visseuse en aluminium 2017A sur une machine-outil à commande numérique (MOCN) Hyundai WIA KF 4600 II située à l'université Abderrahmane Mira – Bejaïa.

Cette étude nous a permis de voir que les machines numériques sont supérieures aux machines conventionnelles en termes d'usinage des pièces en aluminium. Elle nous aussi permit de s'instruire et comprendre et également d'apprendre les dernières avancées dans le numérique, la programmation assistée par ordinateur (CAO) et les stratégies d'usinages en utilisant les logiciels 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.

En conclusion nous avons réalisé l'usinage de notre pièce à la fois dans deux procédés d'usinage conventionnel et CNC ou l'usinage nous a pris presque 2 jours sur le conventionnel vu la complexité de la pièce mais ce temps a été largement réduit sur l'usinage CNC où elle nous prit presque une demi-journée avec tout le montage d'usinage. Sur cela qualité de surface sur le numérique et supérieure à celle qu'on a obtenue dans le conventionnel et bien sur tous les risques liés à l'intervention humaine est réduits.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1]. M. Benglia, Sélection Optimale des Conditions Coupe d'Opération de Tournage à Passe Multiple, Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2014
- [2]. "Introduction to Computer Numerical Control (CNC)"- 4^{ème} Edition - de James V. Valentino et Michael L. Dickens et de Gary J. Kubalanza. - Ce livre fournit des informations complètes sur les machines CNC et leur comparaison avec les machines conventionnelles- (January 1, 2007).
- [3]. Passeron, Tournage, Techniques de L'Ingénieur, BM7086, 1997
- [4]. <http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/tournage%20mecanique.pdf>
Consulté (22/04/2024)
- [5]. different heat treatment conditions. Acta Metallurgica Slovaca, 2012, vol. 18, no 2-3, p. 82-
- [6]. Rocardier, Cours sur le Tournage - Usinage Cours Technologie, 2011
- [7]. Application au cas du tournage finition de l'acier inoxydable 15-5PH - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/4-Representation-et-dfinition-des-paramtres-vitesse-de-coupe-Vc-avance-f-et_fig4_278643332-(accessed 13 Apr, 2023).
- [8].
https://cabanisbrive.scenaricomunity.org/TSCPRP/Proc2_Seq1_PuissanceDeCoupeUsureDesOutils_web/co/1EffortPuiss.html consulté (25 Mai 2024).
- [9]. <https://www.sidermeca.com/ficheconseil.php?fiche=5>.
- [10]. MROZKA, 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]. Article sur le paramètre de coupe dans le tournage : <https://www.cncfraises.fr/content/16-fraisage-definir-les-parametres-de-coupe> consulté (25 Mai 2024).
- [12]. M. Rahou, F. Sebaa, Automatisation des Instruction d'Usinage Cas Paramètres de Coupe, Mémoire de Master Université, Abou Baker Belkaid, Tlemcen, 2007.
- [13]. Article sur PRINCIPE ET DÉFINITION le fraisage : <https://www.jmd-cfao.com/actualites/fraisage-definition/>. Consulté (27 Mai 2024).

- [14]. G. Prod'homme, " Commande numérique des machines-outils ", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie mécanique, B 7 130 / 1-27.
- [15]. Farid ASMA 'Introduction à la commande numérique', Notes de cours, 2007/2008.
- [16]. Hechmi CHERMITI ' Généralités sur les machines-outils à commande numérique', ISET Kairouan.
- [17]. Peter smid-CNC programming Hand book-2003-Printed in the United States of America- Usinage conventionnel et CNC.
- [18]. Jean-Pierre Urso "Mémotech : commande numérique" Educavivre, pp 334, 1999.
- [19]. Article la vitesse de coupe :
https://fr.wikiversity.org/wiki/Fraisage/Fraisage_en_opposition_et_en_concordance
- [20]. <https://www.ronchipackaging.com/packaging-machinery/packaging-filling-lines/> -----
(23 mai 2024).
- [21]. Claude Barlier, Lionel Girardin, "Mémotech productique : matériaux et usinage" Ed. Casteilla, pp 406, 1992
- [22]. <https://xometry.pro/fr/materiaux/aluminium-2017a/> (26-04-2024)
- [23]. <https://www.broncesval.com/fr/en-aluminium/alliage-daluminium-cuivre-dans-aw-2017a/> (27 Mai 2024).
- [24]. Leichtmetall- "fiche technique de AW-2017A "- p2- 2014 :
<https://www.leichtmetall.eu/app/uploads/sites/4/leichtmetall-fiche-technique-EN-AW-2017A.pdf>
- [25]. <https://european-aluminium.eu/about-aluminium/the-material/> (27/05/2024).
- [26]. <https://at-machining.com/fr/computer-numerically-controlled/> consulté (29 mai 2024).
- [27]. <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Conception-assistee-par-ordinateur.html>. Consulté (29 mai 2024).
- [28]. https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_FR.pdf
consulté (29 mai 2024).
- [29]. <http://hillaryinc.net/hwpdf/HillaryMachinery-HyundaiWia-KF-II%20Series.pdf> consulté
(03/06/2024).

ANNEXES

Résumé

L'étude de conception et de fabrication de la tête visseuse en aluminium pour une machine de remplisseuse de détergents est un sujet pertinent dans le domaine de la fabrication mécanique industrielle et précision. Cette étude vise à concevoir et fabriquer des têtes visseuses (bouchonneuse) qui permettent de saisir les bouchons en plastique ensuite les visser sur les bouteilles de manière très rapide après le processus de remplissage des détergents. L'entreprise Amarn, spécialisée dans la fabrication mécanique industrielle, est responsable de cette étude tout d'abord, il est essentiel de réaliser une étude préparatoire pour mieux comprendre le fonctionnement et les exigences de cette tête visseuse.

En conclusion, l'étude de conception et de fabrication de la tête visseuse pour une remplisseuse de détergents est une tâche complexe qui nécessite vraiment une approche méthodique et précise.

Abstract

The design and manufacturing study of the aluminum screw head for a detergent filling machine is a relevant subject in the field of industrial and precision mechanical manufacturing. This study aims to design and manufacture screw heads (capper) which allow the plastic caps to be gripped and then screwed onto the bottles very quickly after the detergent filling process. The Amarn company, specialized in industrial mechanical manufacturing, is responsible for this study. First of all, it is essential to carry out a preparatory study to better understand the operation and requirements of this screwdriver head.

In conclusion, the design and manufacturing study of the screw head for a detergent filling machine is a complex task which really requires a methodical and precise approach

