

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



UNIVERSITE MOHAMED SEDDIK BEN YAHIA - JIJEL

Faculté des Sciences et de Technologie

Département de Génie Mécanique

Projet de Fin d'Études

Pour l'obtention du diplôme de Master

En Génie Mécanique

Option: Construction Mécanique

Thème

**Usinage CNC sur tour Wabeco CC-D100
assisté par WinCAM T et Turning**

Les membres du jury :

Dr. DELIOU Adel *Président*

Dr. GUERAICHE Larbi *Encadrant*

Mr. SADRAT Toufik *Examineur*

Présenté par :

BOULAROUK Ahmed

KERDOUN Zouheyr

Promotion 2022

Université Mohamed Seddik Ben Yahia - Jijel

Soutenu le 13/07/2022

DÉDICACES

NOUS DÉDIONS CE MÉMOIRE A NOS CHÈRES MÈRES

NOS CHERS PÈRES,

QUI ONT ÉTÉ TOUJOURS

AUPRÈS DE NOUS

AFIN DE NOUS FACILITER NOS TÂCHES

À NOS FRÈRES ET NOS SCEURS

A TOUS NOS COLLÈGUES DANS NOTRE SPÉCIALITÉ.

A TOUTE PERSONNE QUI NOUS ONT ENCOURAGÉE OU AIDÉE LE LONG DE

NOS ÉTUDES

BOULAROUK Ahmed & KERDOUN Zoheyr

Remerciements

الحمد لله الذي وفقنا لهذا العمل المتواضع، فالحمد لله حمدا كثيرا

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et nos sincères reconnaissances à notre encadrant **Dr. Larbi GUERAICHE** pour sa disponibilité, ses conseils judicieux, ses directives et ses orientations durant la réalisation de ce travail et aussi pour la réparation du tour CNC du laboratoire des essais mécaniques qui était en panne.

Nous remercions l'ingénieur du laboratoire des essais mécaniques **Mr. Abdennour KHEDIMALLAH**, Le magasinier **Mr. Omar SALAMI** et aussi tous les enseignants de notre département.

Nos profondes gratitudeux aux membres du jury qui nous feront l'honneur d'évaluer ce travail de fin d'études.

Liste des symboles et abréviations

ω : Pulsation ou vitesse angulaire (rad/s),

N : Vitesse de rotation (tr/min),

V_c : Vitesse de coupe (m/min),

D : Diamètre de la pièce (mm),

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

f : Vitesse d'avance (mm/tr),

a_p : Profondeur de passe (mm),

F : Vitesse d'avance "Feed rate",

S : Vitesse de broche "Spindle Speed",

T : Outil "Tool",

M : Fonctions auxiliaire "Miscellaneous",

N : Numéro du bloc,

CAO : Conception assistée par ordinateur,

FAO : Fabrication assistée par ordinateur,

CN : Commande Numérique,

CNC : Computer Numerical Control,

API : Automate Programmable Industriel,

DCN : Directeur de Commande Numérique,

MOCN : Machine-Outil à Commande Numérique,

DIN : Deutsches Institut für Normung est un organisme Allemand de normalisation,

JOx : Jauge outil le long de X.

JOz : Jauge outil le long de Z.

OT : Origine Tourelle,

sZ : Décalage d'origine sous WinCAM,

WinCAM : Application CFAO,

WinCAM T: Application CFAO de tournage T "Turning",

Turning : Application DOS qui gère le tour Wabeco CC-D100,

Wabeco : Marque Allemande de machines CNC,

ASTM : American Society for Testing and Materials.

Liste des figures

Figure I.1: Structure d'une MOCN.....	4
Figure I.2 : Eléments de la partie opérative[2].	4
Figure I.3 : Fonction originale d'une commande numérique [2].	5
Figure I. 4: Structure d'un tour CNC [3].	5
Figure I. 5: Système d'axes [5].	6
Figure I. 6: Fonctionnement d'une CNC en boucle ouverte [6].	7
Figure I. 7: Fonctionnement d'une CNC en boucle fermée [6].	8
Figure II. 1: Tour CNC Wabeco CC-D100.....	16
Figure II. 2 : Palier [12]	17
Figure II. 3: Réducteur poulies synchrones /courroie synchrone pour les axes numériques X et Z.....	17
Figure II. 4: Réducteur poulies/ courroie plate pour le mandrin.....	17
Figure II. 5 : Vis à billes.	18
Figure II. 6 : Tourelle d'outil.	18
Figure II. 7: Interrupteur de fin de course à gauche de l'axe Z.	19
Figure II. 8: Interrupteur de fin de course en haut de l'axe X.	19
Figure II. 9 : Pompe de lubrification	19
Figure II.10 : Vue de face du DCN.....	20
Figure II. 11 : Vue d'arrière du DCN.	21
Figure II. 12: API du tour Wabeco CC D100.....	22
Figure II. 13 : Variateur d'axe.	22
Figure II. 14 : Moteur à courant continu de la broche.	23
Figure II. 15 : Moteur pas à pas.	24
Figure II. 16 : Poupée mobile [11].....	24
Figure II. 17 : Tourelle d'outils [11].....	25
Figure II. 18 : Poupée fixe [11].	26
Figure II. 19 : Vue gauche de la poupée fixe [11].	27
Figure III. 1: Interpolation linéaire [11]	32
Figure III. 2: Interpolation circulaire [11].	32
Figure III. 3: Interpolation circulaire[11].	33
Figure III. 4: Tournage intérieur [11].	34

Figure III. 5: Cycle de perçage[11].	35
Figure III. 6: Cycle gorge / découpage [11].	36
Figure III. 7: Cycle de chariotage [11].	36
Figure III. 8: Cycle de dressage [11].	37
Figure III. 9: Filetage [11].	38
Figure III. 10: Exemple de programmation [11].	41
Figure IV. 1: Dimensions et sZ de la pièce brute.	45
Figure IV. 2: Trajectoire de l'éprouvette.	46
Figure IV. 3 : Création et ajout de l'outil T1 à la bibliothèque des outils.	47
Figure IV. 4: Etapes suivie pour générer le code-G.....	48
Figure IV. 5: Contour d'ébauche.	48
Figure IV. 6: Condition d'ébauche.	49
Figure IV. 7: Condition de finition.	49
Figure IV. 8: Paramètres de l'outil de tronçonnage.	50
Figure IV. 9: Trajectoires de l'usinage.	51
Figure IV. 10: Simulation 3D de l'usinage.	51
Figure V. 1 : Origines du Tour WABECO CC-D100 [11].	56
Figure V. 2 : Origine tourelle.	57
Figure V. 3: Interface principale de l'application Turning.	58
Figure V. 4 : Interface de l'application Turning en mode manuel.	60
Figure V. 5: Jauges des outils d'intérieur [11].	60
Figure V. 6 : Jauges des outils de l'extérieur.	61
Figure V. 7 : JOz	61
Figure V. 8 : Calibre d'étalonnage	62
Figure V. 9 : Réinitialisation de la zéro machine en X.	63
Figure V. 10 : Zéro machine en X après le réglage.	63
Figure V. 11 : Zéro machine suivant Z.	64
Figure V. 12 : Aperçu du programme NC avant et après la modification.	65
Figure V. 13 : Emplacement de la pièce brute.	68
Figure V. 14 : Chargement du code G.	68
Figure V. 15 : Simulation du code G.	69
Figure V. 16 : Exécution en mode automatique du code G.	69
Figure V. 17 : Pièce brute et pièce finie.	70

Liste des tableaux

Tableau I. 1: Origines utilisées dans les MOCN [7].....	8
Tableau I. 2: Opérations de tournage [8].	9
Tableau I. 3: Outils en acier rapide [9].	11
Tableau I. 4: Outils à plaquette en carbure [9].....	12
Tableau II. 1 : Composants du DCN.	20
Tableau II. 2 : Vue d'arrière du DCN.....	21
Tableau II. 3 : Nomenclature de la poupée mobile [11].....	24
Tableau II. 4 : Nomenclature de la tourelle d'outils [11].	25
Tableau II. 5: Nomenclature de la poupée fixe [11].....	26
Tableau II. 6: Nomenclature de la vue gauche de la poupée fixe [11].	26
Tableau III. 1: Fonction préparatoire G pour le tour Wabeco CC-D100 [11].	30
Tableau III. 2: Fonction auxiliaire M de Wabeco CC-D100 [11].	31
Tableau V. 1 : Indication des fonctionnalités du menu principal de Turning.....	59

Table des matières

Dédicaces	I
Remerciements	II
Dédicaces	I
Remerciements	II
Liste des symboles et abréviations	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	VI
Table des matières	VII
Introduction générale.....	1

Chapitre I: Généralités sur les tours CNC

I.1. Introduction.....	3
I.2. Définition d'une machine-outil à commande numérique	3
I.3. Principe de fonctionnement d'une machine à commande numérique	3
I.4. Structure d'une MOCN.....	3
I.4.1. Partie opérative.....	4
I.4.2. Partie commande	4
I.5. Architecture générale d'un tour CNC	5
I.5.1. Système électronique.....	5
I.5.2. Système mécanique	6
I.5.3. Langage de programmation.....	6
I.6. Classification des tours CNC selon le nombre d'axes	6
I.7. Classification des tours CNC selon le mode d'asservissement	7
I.7.1. Fonctionnement en boucle ouverte	7
I.7.2. Fonctionnement en boucle fermé	7
I.8. Origines des systèmes de coordonnées	8
I.9. Opérations de tournage	9
I.10. Outils de tournage	10
I.10.1. Outils en acier rapide supérieur (ARS)	10
I.10.2. Outils à plaquette en carbure	12
I.11. Paramètres de coupe.....	13
I.11.1. Vitesse de coupe.....	13
I.11.2. Vitesse d'avance [10].....	13

I.11.3. Profondeur de passe	14
I.12. Conclusion	14

Chapitre II: Présentation du tour WABECO CC-D100

II.1. Introduction	16
II.2. Composants du tour	16
II.3. Structure physique du tour.....	16
II.3.1. Partie mécanique	16
II.3.2. Partie électrique et de commande	20
II .4. Vue éclatée de la structure physique du tour CNC Wabeco CC-D100	24
II.4.1. Poupée mobile.....	24
II.4.2. Tourelle d’outils.....	25
II.4.3. Poupée fixe.....	26
II.4.4. Interrupteur de fin de course	26
II .5. Conclusion	27

Chapitre III: Programmation CNC & usage de WinCAM

III.1. Introduction	29
III.2. Structure du code G.....	29
III.2.1. Entête de programme.....	29
III.2.2. Blocs d’un code à commande numérique	29
III.3. Fonction préparatoire G [11].....	31
III.4. Fonctions auxiliaire M [11].....	39
III.5. Conclusion.....	43

Chapitre IV: Conception et génération du Code-G d’une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

IV.1. Introduction	45
IV.2. Etapes de la conception de l’éprouvette.....	45
IV.2.1. Partie CAO	45
IV.2.2. Partie FAO.....	46
IV.3. Conclusion	54

Chapitre V: Réalisation d'une éprouvette de traction normalisée

V.1. Introduction	56
V.2. Origines de la machine	56
V.2.1. Point de réinitialisation (R).....	57
V.2.2. Origine tourelle (OT).....	57
V.2.3. Origine machine OM	57
V.3. Utilisation du tour CC-D100	57
V.3.1. Application de tournage (Turning)	57
V.3.2. Détermination des correcteurs JOx, JOz pour les outils.....	60
V.3.3. Réinitialiser le zéro machine en X et Z	61
V.3.4. Adaptation du code G généré par WinCAM	64
V.3.5. Usinage de l'éprouvette de traction normalisée.....	68
V.4. Conclusion.....	70
Conclusion générale	71
Références bibliographiques	72
Annexe 1	
Annexe 2	
Résumé	

Introduction générale

Une machine-outil à commande numérique est une machine commandée par des "consignes" numériques fournies par un ordinateur. Elle est capable de fabriquer des pièces mécaniques avec une très grande précision.

La difficulté de réalisation de certaines pièces complexes telles que les moules d'injection des plastiques, les pièces automobiles ont poussé plusieurs sociétés industrielles à intégrer des machines à commande numérique (CN) à leurs usines.

L'objectif de ce mémoire est d'utiliser l'application CFAO "WinCAM " afin de générer le code G automatiquement pour le tour à commande numérique WABECO CC-D100 du laboratoire des essais mécanique du hall technologique de l'université de Jijel et de l'utiliser afin de réaliser une éprouvette de traction normalisée selon ASTM E8M. Une telle éprouvette de traction peut servir comme pièce typique pour les TP du module de CFAO pour les étudiants M1-CM et M2-ELM. En plus, la préparation de tel code G rend l'usinage des éprouvettes traction aisé pour les chercheurs. Aussi, la forme de l'évidement "Groove" de l'éprouvette de traction peut servir de guide pour réparer ou tailler les grooves des cages laminoirs utilisés aux complexes sidérurgiques du rond à béton.

Ce travail comprend cinq chapitres :

Le premier chapitre est un aperçu général sur les machines-outils à commande numérique (MOCN).

Le deuxième chapitre définit les éléments de la machine Wabeco CC-D100

Le troisième chapitre est dédié à la programmation ISO du tour CC-D100 et à l'usage de WinCAM.

Le quatrième chapitre est consacré à l'utilisation du WinCAM Tournage afin de concevoir et réaliser une éprouvette de traction normalisée.

Le dernier chapitre traite la fabrication de l'éprouvette normalisée commençant par la modification du code G généré au quatrième chapitre et l'utilisation de l'application Turning.

Enfin, ce mémoire englobe une conclusion générale et des perspectives de travail.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES TOURS CNC

I.1. Introduction

Le tournage est un procédé de fabrication mécanique par enlèvement de matière ou par coupe permettant d'obtenir des usinages de formes de révolution (cylindres, plans, cônes filetages, gorges, etc...). La machine-outil de tournage s'appelle tour.

De nos jours avec le développement des procédés de fabrication afin d'augmenter la cadence de fabrication et assurer la précision géométrique et dimensionnelle des pièces mécaniques réalisées, les tours traditionnels viennent de céder leur place aux tours à commande numérique ou CNC (Computer Numerical Control). Ce premier chapitre est dédié à des généralités sur les tours CNC.

I.2. Définition d'une machine-outil à commande numérique

Une machine-outil à commande numérique est une machine-outil dotée d'une commande numérique qui permet de gérer l'usinage des pièces mécanique par le biais d'un programme.

On parle de la CNC « Commande Numérique par Calculateur » lorsque la commande numérique est assurée par un ordinateur. Parmi les machines CNC, on trouve les tours, les fraiseuses et les centres d'usinage. Ce sont des machines CNC permettant d'usiner de formes complexes plus précises sans démontage de la pièce.

I.3. Principe de fonctionnement d'une machine à commande numérique

L'API (Automate programmable industriel) du directeur de commande numérique (DCN) de la machine CNC reçoit les consignes du code G et actionne les servomoteurs ou bien les moteurs pas à pas des axes numériques via leurs variateurs d'axes. En général, un étage réducteur à poulies synchrones/courroie synchrone est utilisé pour actionner les systèmes vis-écrou à billes des axes. Ces derniers sont asservis en position et en vitesse via leurs boucles de retour. Le code-G comporte tous les paramètres et les consignes alphanumériques nécessaires à l'usinage tels que : la vitesse de broche, la vitesse de coupe, positions des axes, les profondeurs de passe ...etc. Le code-G varie selon les opérations d'usinage[1] et sa syntaxe change avec la type de commande numérique (Num, Fanuc, Heidenhain, ...etc.)

I.4. Structure d'une MOCN

Une MOCN est une machine-outil à commande numérique automatisée qui comporte deux parties complémentaires ; une partie commande et une partie opérative, tel qu'elle est représentée dans la Figure I.1.

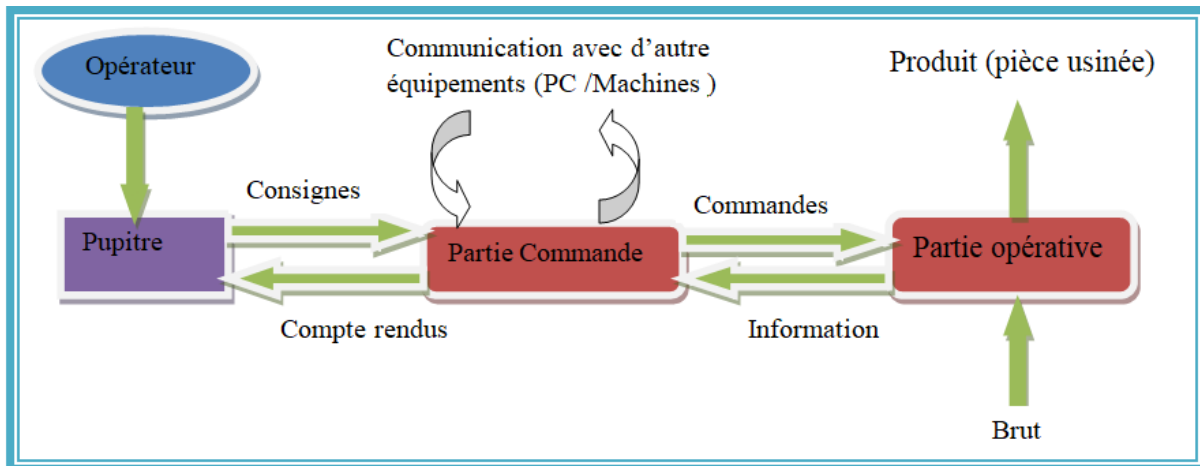


Figure I.1: Structure d'une MOCN.

I.4.1. Partie opérative

Dans cette partie, on parle des mouvements mécaniques des organes mobiles d'une MOCN. Tous les mouvements sont pilotés par la partie commande.

L'entraînement de la table support pièce équipée de système de commande à vis et écrou à billes est assurée par le moteur pas à pas, Le codeur détecte la position de la partie mobile, et sa vitesse de rotation est donnée par une dynamo-tachymétrique.

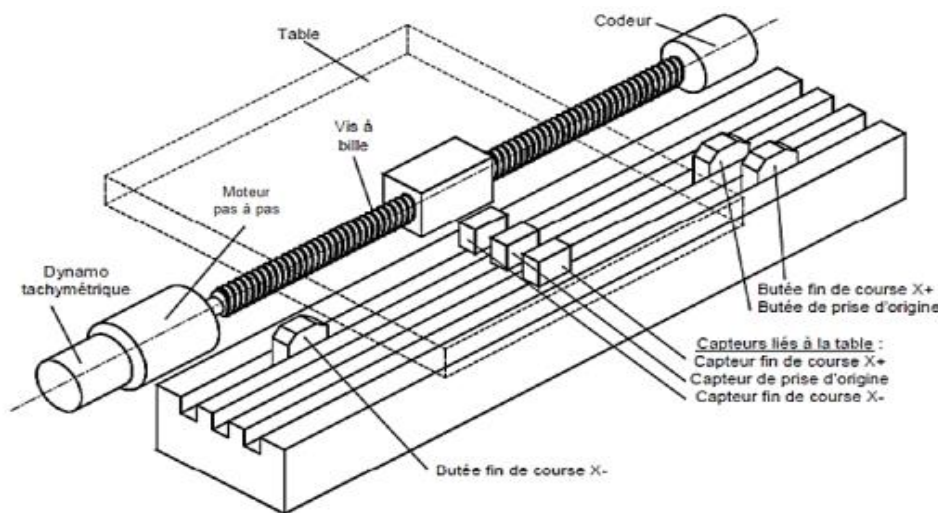


Figure I.2 : Eléments de la partie opérative[2].

I.4.2. Partie commande

Elle est représentée par le directeur de commande numérique (DCN). C'est la partie faible puissance qui commande les éléments de la partie puissance. Le DCN envoie des ordres

de commande de rotation et de déplacement aux organes mobiles de la machine à partir des valeurs de consignes décrites dans le programme de la pièce réaliser [2].

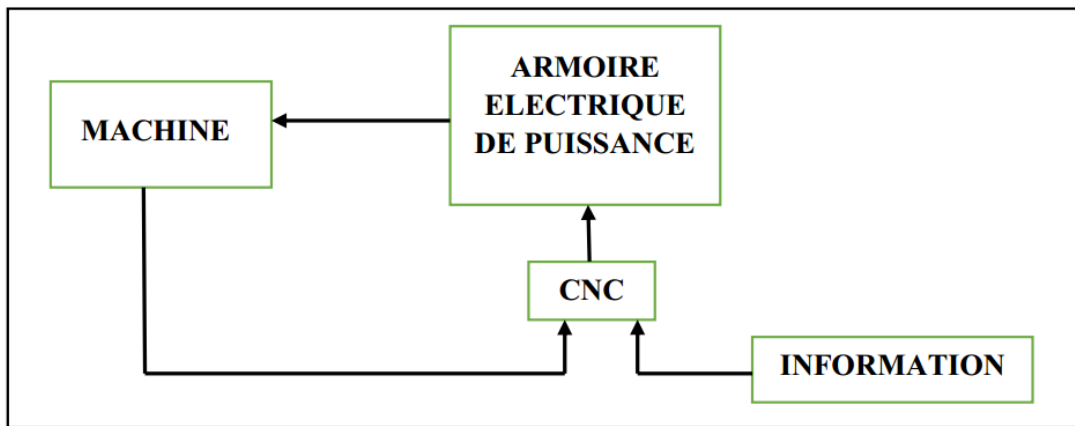
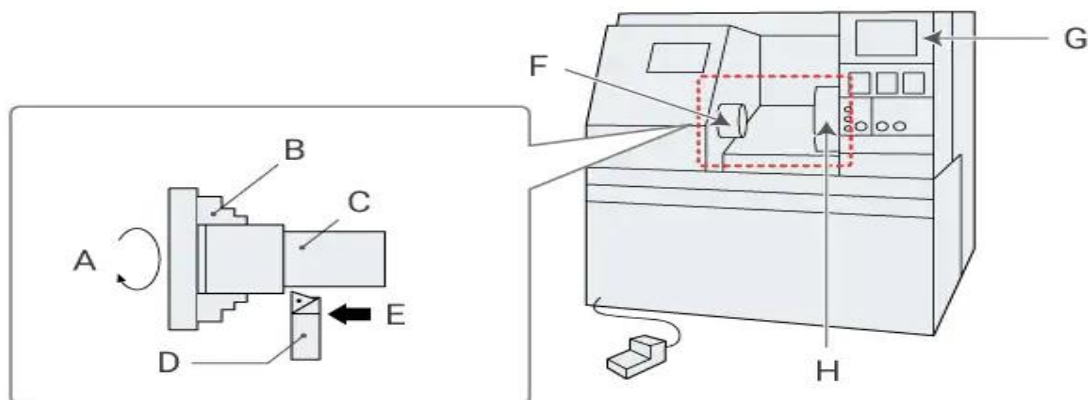


Figure I.3 : Fonction originale d'une commande numérique [2].

I.5. Architecture générale d'un tour CNC

L'architecture générale d'un tour CNC est représentée à la figure ci-dessous :



- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| A : Rotation de la broche | F : Broche |
| B : Mandrin | *Un mandrin retient la pièce. |
| C : Pièce | G : Panneau de commande |
| D : Outil de tour | H : Tourelle |
| E : Tournage | *Surmontée de plusieurs outils. |

Figure I. 4: Structure d'un tour CNC [3].

La structure d'un tour CNC se compose de trois parties [4] :

I.5.1. Système électronique

Le système électronique est pour la génération du signal du panneau de commande.

I.5.2. Système mécanique

Les moteurs électriques sont reliés par des composants mécaniques pour la transformation de la rotation des moteurs en rotation et en mouvement linéaire des axes.

Il existe plusieurs composants tels que : système vis écrou, roulements, courroies...

I.5.3. Langage de programmation

Les machines à commande numérique sont contrôlées par un langage de programmation qui est le code G.

Le code G décrit la quantité et la direction de mouvement des axes.

I.6. Classification des tours CNC selon le nombre d'axes

La Classification des tours CNC selon le nombre d'axes représente les mouvements du déplacement de l'outil par rapport à la pièce. Ce classement permet le choix de la machine lors de l'étude de la gamme d'usinage. Les systèmes d'axes varient d'une MOCN à autre.

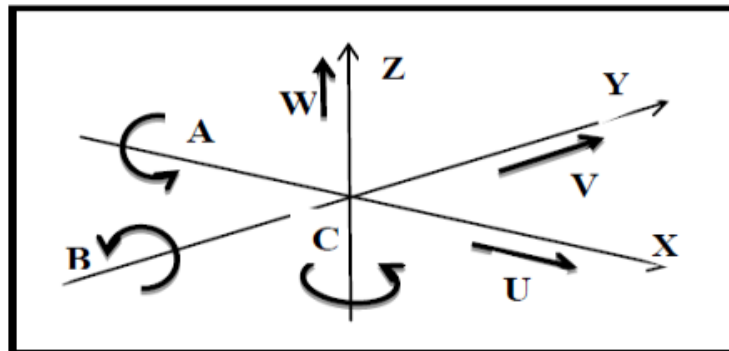


Figure I. 5: Système d'axes [5].

On a pour les tours CNC :

- Tour 2 axes (X, Z) : Toutes les formes obtenues ont le même axe de symétrie Z.
- Tour 3 axes : C'est un tour 2 axes (X, Z) avec asservissement de la broche (C), il permet le fraisage sur tour.
- Tour 4 axes : Il existe deux types : un tour 3 axes (X, Y, Z) avec asservissement de la broche (C) et un tour double tourelle à deux axes 2x (X, Z).
- Tour 5 axes : C'est un tour à deux tourelle avec un asservissement de la broche 2x (X, Z), C.

I.7. Classification des tours CNC selon le mode d'asservissement

I.7.1. Fonctionnement en boucle ouverte

En boucle ouverte, le système assure le déplacement du chariot sans information de retour sur la position. Les glissières se déplacent en fonction des signaux d'entrée du programme pièce. Ainsi qu'il n'y a pas de mesure de la position des glissières et pas d'information de retour à la partie commande. L'actionnement des vis à bille se fait par le biais des moteurs pas à pas qui assurent la conversion des signaux électriques de commande en mouvement relatif [6].

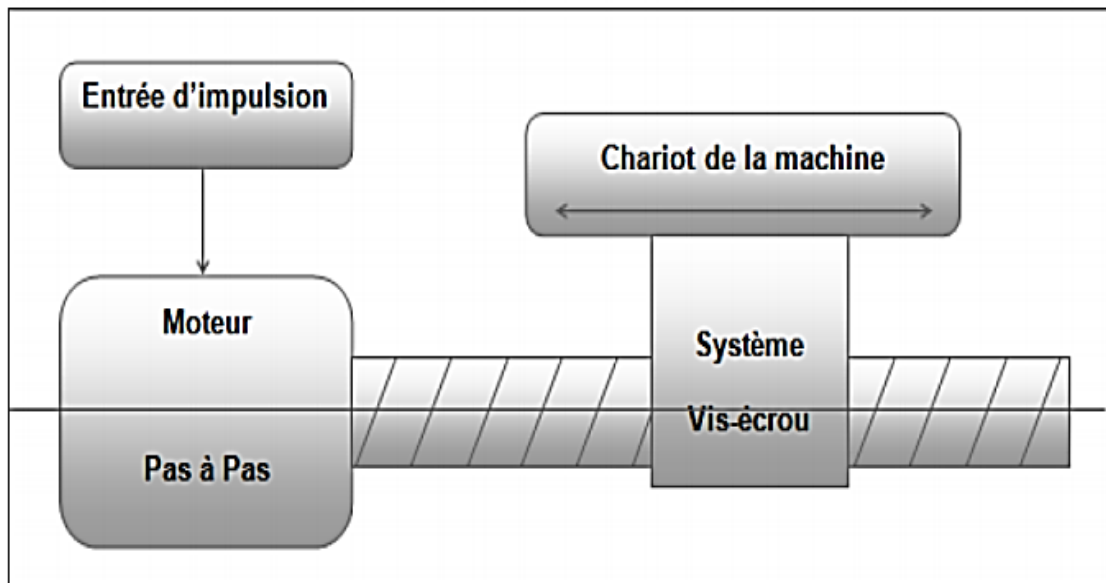


Figure I. 6: Fonctionnement d'une CNC en boucle ouverte [6].

I.7.2. Fonctionnement en boucle fermé

En boucle fermée, le système garantit les déplacements du chariot en contrôlant les grandeurs entrées dans le programme qui sont mesurées en temps réel. L'information de retour est envoyée par l'encodeur (dispositif de mesure de position) à l'unité de commande, le signal reçu indique la position actuelle et le mouvement en direct des glissières, puis l'unité de commande porte le chariot en position jusqu'à ce qu'il arrive à la destination requise. Ce système permet un positionnement plus précis que celui en boucle ouverte [6].

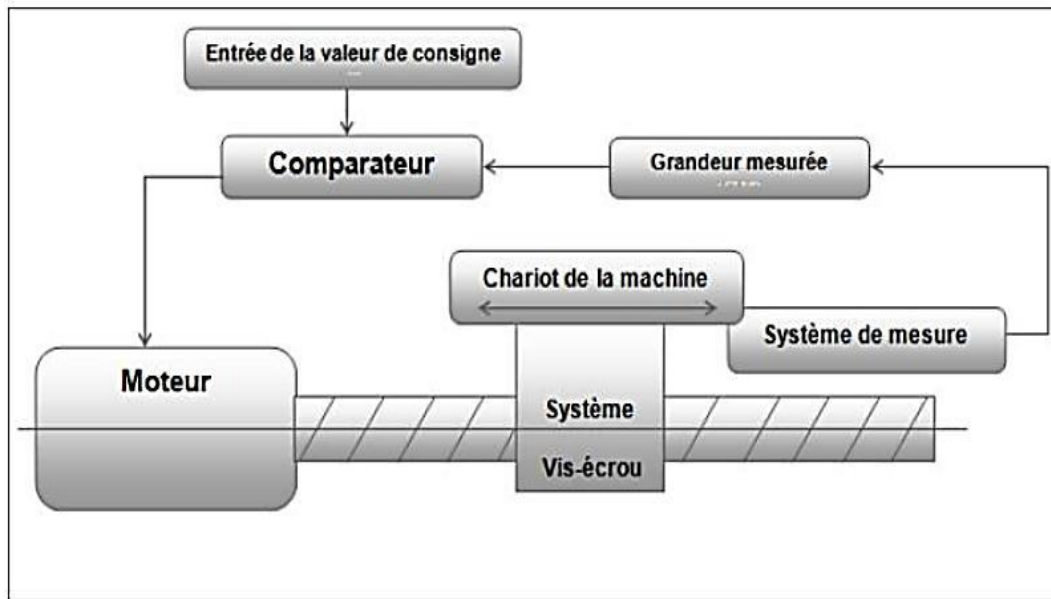


Figure I. 7: Fonctionnement d'une CNC en boucle fermée [6].

I.8. Origines des systèmes de coordonnées

La définition des origines systèmes est primordiale pour assurer la précision requise des déplacements. Le tableau I.1 récapitule les principales origines utilisées en CNC.





Points utilisés	Symbole	Définition
Origine machine (Om)		Il est défini sur chaque axe par le constructeur comme origine absolu du système de coordonnées de la machine.
Origine Mesure (OM)		C'est le point de départ de toutes les mesures dans l'espace machine.
Origine Programme(OP)		C'est le point de départ de toutes les côtes.
Origine pièce W (Op)		Il est défini pour la programmation des cotes de la pièce c'est l'isostatique de la pièce.

Tableau I. 1: Origines utilisées dans les MOCN [7].

I.9. Opérations de tournage

Le tableau I.2 ci-après récapitule les principales opérations de tournage.

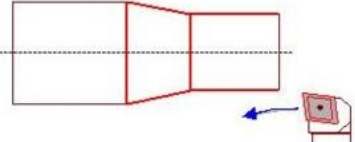
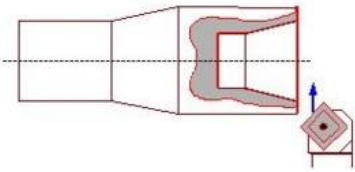
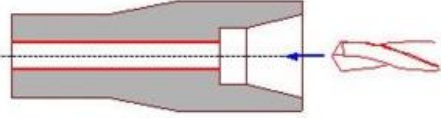
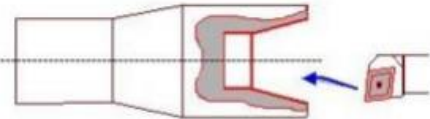
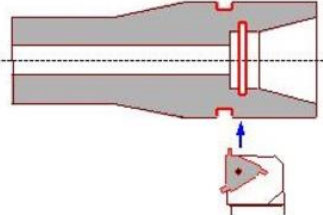
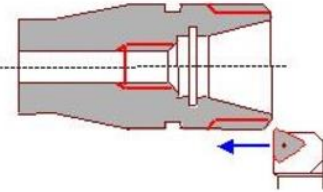
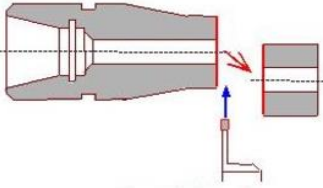
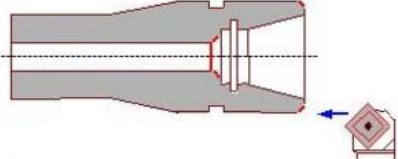
Opérations de tournage	Présentation
<p>Chariotage : Opération d'usinage des surfaces cylindriques ou coniques extérieures</p>	
<p>Dressage : Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.</p>	
<p>Perçage : Usinage d'un trou à l'aide d'une forêt.</p>	
<p>Alésage : Usinage d'une surface cylindrique ou conique intérieure.</p>	
<p>Rainurage : Opération consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure.</p>	
<p>Filetage et taraudage : Opération consiste à réaliser un filetage ou un taraudage (opération extérieure ou intérieure).</p>	
<p>Tronçonnage : Usinage d'une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.</p>	
<p>Chanfreinage : C'est une opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle.</p>	

Tableau I. 2: Opérations de tournage [8].

I.10. Outils de tournage

On s'intéresse essentiellement dans ce mémoire aux deux types d'outils de tournage qu'on en dispose à l'atelier de génie mécanique de l'université de Jijel.

I.10.1. Outils en acier rapide supérieur (ARS)

Ces outils sont en acier additionnés de chrome, vanadium, molybdène, manganèse, tungstène, cobalt, ...etc. Ils sont couramment appelés **ARS** (ou **HSS "High Speed Steel "**) et ne sont pas chers mais s'usent rapidement. Ils sont généralement tirés d'une barre d'acier rapide. Le tableau I.3 récapitule les outils en ARS disponibles sur marché.

Présentation	Désignation	Opérations	Schéma de fonctionnement
	Outil à dresser les angles NF E 66-364	Dressage	
		Dressage et chariotage combinés	
	Outil à charioter couder NF E 66-362	Chariotage cylindrique et conique	
		Dressage	
		Chanfreinage	
	Outil droit à charioter NF E 66-361	Chariotage cylindrique et conique	


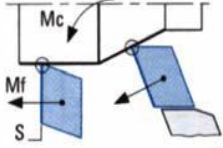
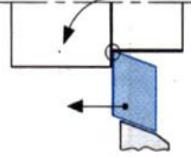

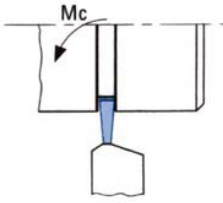

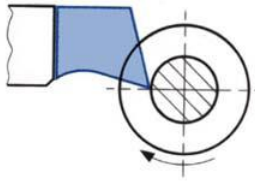

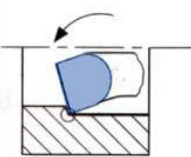
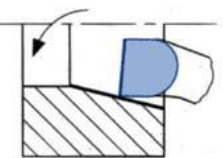

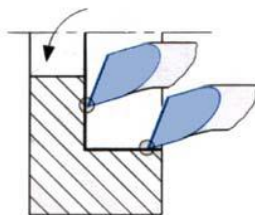
	Outil coupeur NF E 66-363	Chariotage cylindrique et conique	
		Chariotage et dressage combinés	
	Outil à saigner NF E 66-366	Rainurage de petite dimension	
	Outil à aléser NF E 66-370	Tronçonnage de pièces	
	Outil à aléser et à dresser NF E 66-371	Alésage d'un cylindre droit de révolution à partir d'un trou brut ou ébauché	
		Alésage d'un cône droit de révolution à partir d'un trou brut ou ébauché	
	Outil à aléser et à dresser NF E 66-371	Alésage et dressage combinés à partir d'un trou brut ou ébauché	

Tableau I. 3: Outils en acier rapide [9].

I.10.2. Outils à plaquette en carbure

Ces outils ont un corps en acier ordinaire avec une plaquette en carbure brasée ou fixée par une vis sur le corps de l'outil. Les carbures sont des mélanges de carbure de tungstène et de titane très durs insérés dans du cobalt ; ils conservent leur dureté aux températures extrêmes sous vitesses de coupe élevées (jusqu'à 200 m/min). Ils peuvent usiner des matériaux très durs. La plaquette a couramment 3 ou 4 arêtes de coupe sur chacune des deux faces.


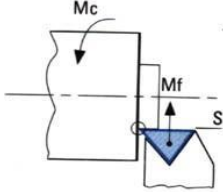

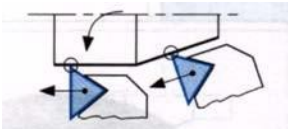
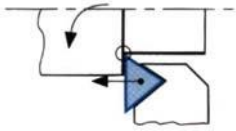

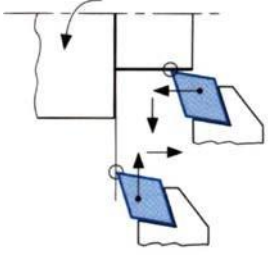

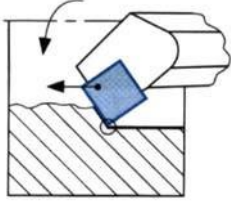
Présentation	Désignation	Opérations	Schéma de fonctionnement
	Outil à dresser	Dressage	
	Outil couteau	Chariotage cylindrique ou conique	
		Chariotage et dressage combinés	
	Outil à charioter et à dresser	Chariotage et dressage combinés	
	Outil à aléser	Alésage d'un cylindre (ou cône) droit de révolution à partir d'un trou brut noyauté (écrouantage)	

Tableau I. 4: Outils à plaquette en carbure [9].

I.11. Paramètres de coupe

I.11.1. Vitesse de coupe

La pièce à usiner est portée sur un porte-pièce et elle tourne à une vitesse angulaire ω (rad/s) ou N (tr/min) [10]. Pour le contact de l'outil avec la pièce en un point donné, la vitesse relative est donnée par :

$$V_c = \frac{D}{2} \cdot \omega \quad (\text{I.1})$$

Soit, avec les unités de la fabrication mécanique, la vitesse de coupe sera :

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000} \quad (\text{I.2})$$

V_c : Vitesse de coupe (m/min).

D : Diamètre de la pièce (mm).

N : Vitesse de rotation (tr/min)

Le choix de la vitesse de coupe dépend de :

- ✓ Des matériaux de la pièce et de l'outil ;
- ✓ De la lubrification ;
- ✓ De la durée de vie souhaitée pour l'outil ;

I.11.2. Vitesse d'avance [10]

La vitesse d'avance est la vitesse du déplacement de l'outil par rapport au bâti. Elle est donnée par :

$$V_f = f \cdot N \quad (\text{I.3})$$

V_f : Vitesse d'avance (mm/min)

f : Vitesse d'avance (mm/tr)

N : Vitesse de rotation (tr/min)

I.11.3. Profondeur de passe

La profondeur de passe a_p (mm) est la différence de rayon entre la surface non usinée et la surface usinée. Ce paramètre est utilisé pour le chariotage [10].

I.12. Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons présenté des généralités sur les tours CNC en termes de définition d'une machine-outil à commande numérique (MOCN), description de son principe de fonctionnement, structure et classifications des MOCN, origines des systèmes de coordonnées, opérations tournage, outils de tournage et paramètres de coupe.

Ce sont des généralités nécessaires pour pouvoir d'initier avec les tours CNC et comprendre la partie pratique de ce mémoire.

CHAPITRE II

PRESENTATION DU TOUR WABECO CC-D100

II.1. Introduction

Le tour Wabeco CC-D100 est une machine à commande numérique fabriquée en Allemagne en 1985. Il est procuré au laboratoire des essais mécaniques de l'université de Jijel surtout pour l'usinage des éprouvettes des essais mécaniques.

Le tour est de dimensions 1450×500×500 mm et pèse 95 kg.

Dans ce chapitre nous présentons la structure générale du tour Wabeco CC-D100 pour avoir une idée sur ses composants et leur fonctionnement afin de pouvoir l'utiliser par la suite pour réaliser des éprouvettes de traction.

II.2. Composants du tour

Le tour CNC Wabeco CC-D100 du laboratoire des essais mécaniques au hall de technologie de l'université de Jijel se compose essentiellement des composants suivants : mandrin, poupée mobile, tourelle d'outils, un chariot transversal X et longitudinal Z, des guidage en translation, trois moteurs pas à pas, un moteur à courant continu, des réducteurs poulies/courroie synchrone, un directeur de commande numérique (DCN), un encodeur, et des interrupteurs de fin de course.



Figure II. 1: Tour CNC Wabeco CC-D100.

II.3. Structure physique du tour

II.3.1. Partie mécanique

a) Système de guidage

Les tiges filetées des axes sont supportées aux extrémités par une paire de roulements BC ou KB (paliers rotatifs). Le guidage en translation du chariot X est assuré par une paire de tiges guides/coussinets avec joints d'étanchéités pour éviter leur grippage par les coupeaux . Cependant, le guidage en translation le long de Z est assuré par un système coulisseau/glissière en queue d'aronde.

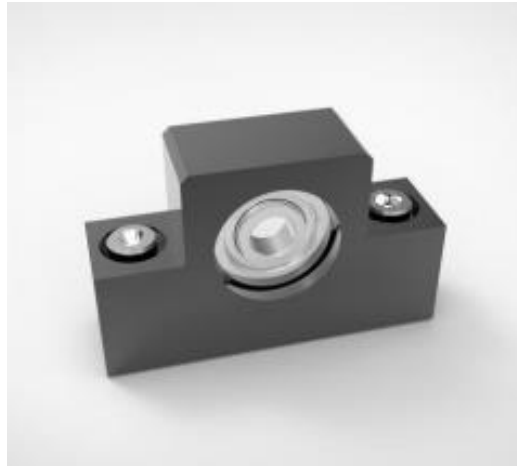


Figure II. 2 : Palier [12]

b) Système de transmission (Réducteur poulies – courroie)

Un réducteur poulies synchrones – courroie permet de transmettre le mouvement de rotation des moteurs pas à pas aux tiges filetées des axes X et Z avec adaptation du couple et vitesse. L'usage des poulies crantées synchrones permet d'éliminer le problème de glissement et en conséquence rend les déplacements et les rotations plus précis.

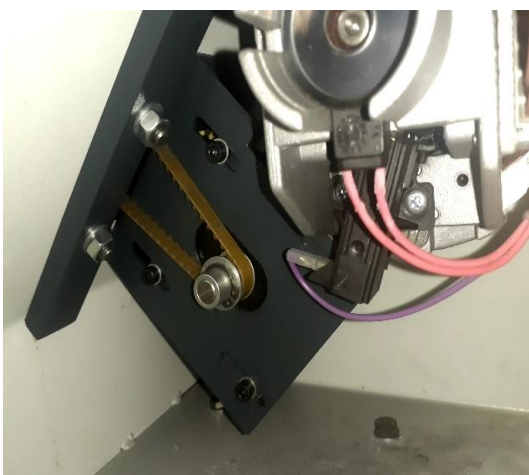


Figure II. 3: Réducteur poulies synchrones /courroie synchrone pour les axes numériques X et Z.



Figure II. 4: Réducteur poulies/ courroie plate pour le mandrin.

c) Transmission Vis/écrou à billes

Le système vis/écrou à billes permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation linéaire avec un minimum de frottement ce qui lui confère un très bon rendement ($\eta = 98\%$). Le système à billes est supporté par deux paliers ; l'extrémité libre comporte un seul roulement et l'autre extrémité accouplé au moteur possède deux roulements [12].



Figure II. 5 : Vis à billes.

d) Poupée mobile

La poupée mobile peut être déplacée le long des rails de guidage et peut être fixé à n'importe quelle position. Elle est utilisée pour la fixation de la pièce en montage mixte.

e) Tourelle d'outils

La tourelle tourne autour d'un axe rotatif programmable asservi par l'encodeur du moteur pas à pas qui l'actionne. Cet axe n'est pas considéré comme axe numérique car il n'intervient à l'usinage mais il sert juste au changement des outils de coupe.



Figure II. 6 : Tourelle d'outil.

La tourelle du tour CC-D100 peut porter 8 outils (quatre pour le tournage extérieur et quatre pour l'intérieur).

f) Mandrin

C'est un dispositif à mâchoires (3 ou plus) fixé sur la broche pour porter la pièce à usiner. La pièce brute usinable ne doit pas dépasser 60 mm de diamètre et 400 mm de longueur.

g) Interrupteur de fin de course

Il s'agit d'un dispositif électrique qui nécessite le contact physique des rails de guidage avec l'actionneur de l'interrupteur pour arrêter le déplacement du chariot. Chacun des deux axes X et Z est doté de deux fin de course aux limites extrêmes.



Figure II. 7: Interrupteur de fin de course à gauche de l'axe Z.

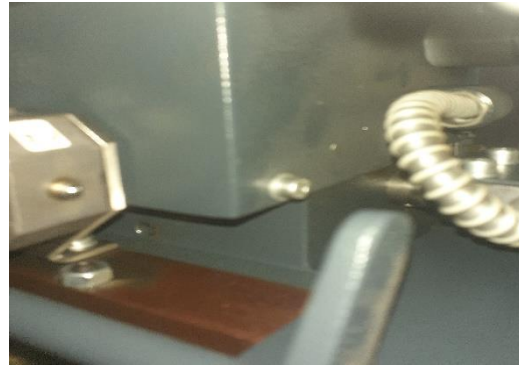


Figure II. 8: Interrupteur de fin de course en haut de l'axe X.

h) Pompe de lubrification

On peut mettre ON/OFF au liquide de lubrification par le programme Turning si le switch d'arrosage sur le DCN est en marche. Le lubrifiant est refoulé par la pompe de figure II.9.



Figure II. 9 : Pompe de lubrification

II.3.2. Partie électrique et de commande

a) Directeur de commande numérique (DCN)

Le DCN est un automatisme qui reçoit les consignes qui proviennent de l'application Turning et les transforme aux variateurs d'axes afin d'assurer les déplacements et les vitesses nécessaires. Il contient des composants électroniques :



Figure II.10 : Vue de face du DCN.

Le DCN comporte :

1 : Variateur d'axe X,	7 : Torche de la machine,
2 : Variateur d'axe Y,	8 : Lancement de l'arrosage.
3 : Variateur de la tourelle	9 : Transformateur.
4 : Bouton d'urgence,	10 : API.
5 : Interrupteur principal,	11 : Inverseur du sens du moteur DC.
6 : Potentiomètre de vitesse,	12 : Bloc d'alimentation.

Tableau II. 1 : Composants du DCN.

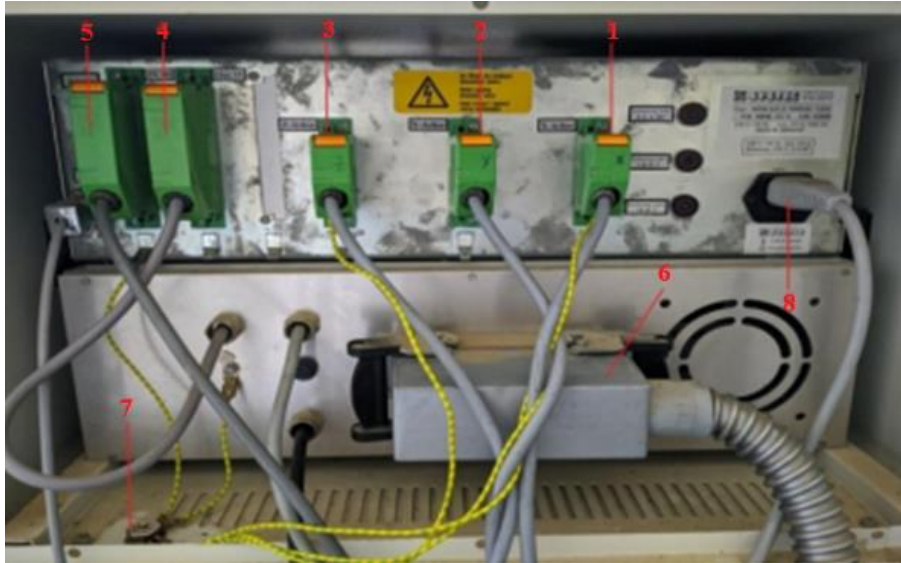


Figure II. 11 : Vue d'arrière du DCN.

1 : Fiche de l'axe X,	5 : Fiche de sortie de l'API,
2 : Fiche de l'axe Z	6 : Prise des connections électriques la machine,
3 : Fiche de la tourelle T,	7 : Borne de la terre,
4 : Fiche d'entrée de l'API,	8 : Alimentation de l'interface.

Tableau II. 2 : Vue d'arrière du DCN.

Le DCN comporte :

- **L'alimentation (N° 12) :** La machine fonctionne à un voltage de 220 V+10%, 50 Hz et une consommation totale de l'énergie 1 kW. On a réparé l'alimentation du tour Wabeco CC-D100 par changement du triac T2522MH grillé par son équivalent BTA26.

- **L' API (N° 10):** Un ensemble électronique qui gère et assure la commande d'un système automatisé via un langage de programmation permettant de lancer des demandes (Lubrification, sens de rotation de la broche, évolution du magasin d'outils, arrêt d'urgence) et l'accès aux fonctions de l'application Turning.

Un API se compose de quatre grandes parties :

- 1) **Le processeur :** Il gère les instructions du programme et organise la relation entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S.
- 2) **La mémoire :** Elle permet de recevoir, gérer et stocker des informations provenant de différents secteurs du système qui vient du processeur.
- 3) **Les interfaces entrées/sorties :** L'interface d'entrée a une adresse d'entrée pour chaque capteur connecté. L'interface de sortie possède une adresse de sortie pour

chaque pré-actionneur. Le nombre d'E/S dépend du type d'automate. Les cartes d'E/S sont modulaires avec 8, 16 ou 32 voies. Ils alimentent ou délivrent une tension continue de 0-24V_{DC}

- 4) **Alimentation** : Le bloc d'alimentation fournit une tension de 240 V_{AC} pour s'alimenter et délivre une tension de 14 V_{DC}.



Figure II. 12: API du tour Wabeco CC D100.

b) **Inverseur de sens (N° 11)**

Son rôle est d' inverser le sens de rotation du moteur à courant continu entrainant la broche par l'inversion de sa polarité. C'est la carte électronique à base de relais N°11 de la figure II.10.

c) **Variateurs d'axes (N° 1, 2 et 3)**: Ils sont responsables de la gestion des positions et des vitesses des axes (X, Z) et de la rotation de la tourelle pour le changement des outils. Leur désignation est *Berger Lahr D900.50 Circuit Board T161297 (LS220921-00-01D)*. Ce variateur est très sensible au surtension et généralement c'est l'élément qui se crame en premier en cas de collision. La différence entre le variateur de la tourelle et ceux des axes numériques est en positions du SWITCH. Du haut en bas, elle vaut 1110 pour la tourelle et 0010 pour les axes numériques.

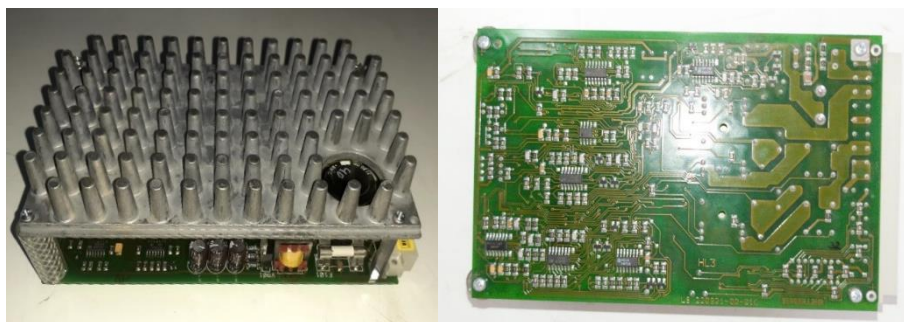


Figure II. 13 : Variateur d'axe.

d) Moteurs**✓ Moteur à courant continu**

La broche est entraînée par un moteur à courant continu de 0,75 kW 220 V. La vitesse maximale est 2500 tr/min.



Figure II. 14 : Moteur à courant continu de la broche.

✓ Les moteurs pas à pas

Le moteur pas à pas est un moteur à courant continu spécial. Lorsqu'une tension spécifique est appliquée à chaque bobine d'un moteur, un courant électrique engendre un champ magnétique dans la direction requise. En modifiant séquentiellement la tension propre à chaque bobine, la position du champ statorique peut être décalée selon une résolution de base appelée pas.

Les moteurs couramment rencontrés en nombre de pas par tour sont [13]:

- 0,9° soit 400 pas par tour
- 1,8° soit 200 pas par tour
- 15° soit 24 pas par tour

Les moteurs pas à pas présentent un positionnement plus précis des axes et une possibilité de bloquer la rotation en une position très précise.

Il existe 3 moteurs dans le tour Wabeco CC-D100, deux pour la translation suivant X et Z et un pour la rotation de la tourelle pour mettre l'outil de coupe en position de travail.



Figure II. 15 : Moteur pas à pas.

II .4. Vue éclatée de la structure physique du tour CNC Wabeco CC-D100

II.4.1. Poupée mobile

1	Partie inférieure	9	Rondelle Grower
2	Partie supérieure	10	Collerette
3	Cale	11	Manivelle
4	Levier de serrage	12	Graisser
5	Boulon de fixation	13	Cale
6	Cylindre	14	Levier d'ajustement
7	Tige	15	Tige de guidage
8	Plaque de couverture		

Tableau II. 3 : Nomenclature de la poupée mobile [11].

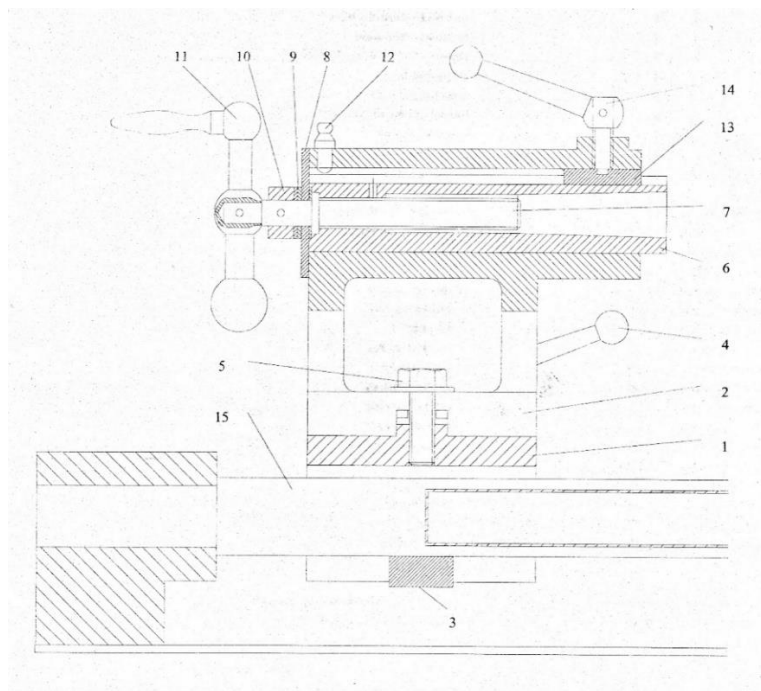


Figure II. 16 : Poupée mobile [11].

II.4.2. Tourelle d'outils

1	Chariot longitudinal	17	Cliquet
2	Chariot transversal	18	Cliquet de roue
3	Porte outils	19	Clavette de tour
4	Vis à billes	20	Roue dentée
5	Couverture	21	Bague de référence
6	Embout	22	Came de référence
7	Couverture spirale	23	Ecrou de serrage
8	Disque tourelle	24	Pignon
9	Broche principale	25	Plaque moteur
10	Bride	26	Moteur pas à pas
11	Roulement à rouleaux coniques	27	Couverture
12	Ressort de pression	28	Fin de course
13	Goupille d'indexation	29	Butée
14	Goupille de pression	30	Lardon conique
15	Aimant de levage	31	Boulons de réglage avec contre-écrous
16	Vis d'ajustement	32	Vis de fixation

Tableau II. 4 : Nomenclature de la tourelle d'outils [11].

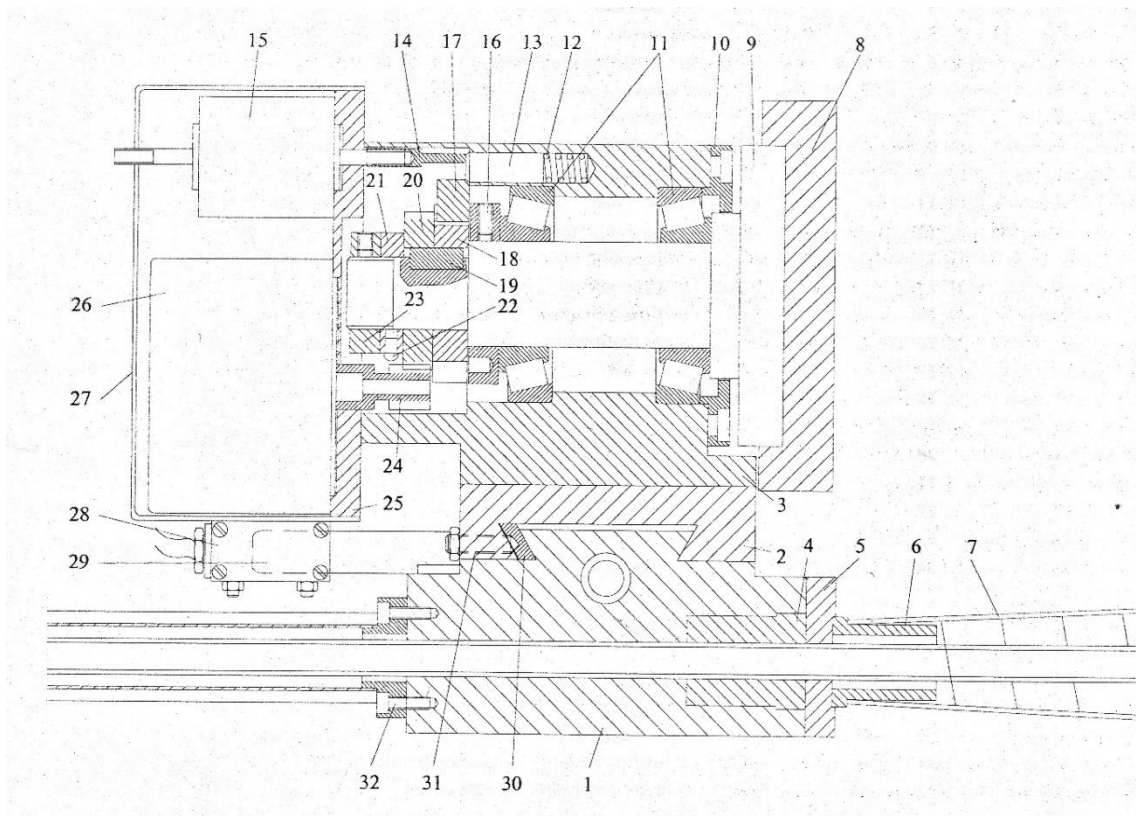


Figure II. 17 : Tourelle d'outils [11].

II.4.3. Poupée fixe

1	Boitier de la poupée	10	Boulons de réglage
2	Broche principale	11	Boulon de fixation
3	Bride, devant	12	Moteur pas à pas, angle d'attachement
4	Roulement conique	13	Disque de courroie crantée
5	Bride, arrière	14	Courroie crantée
6	Disque de courroie crantée	15	Poulie de courroie crantée
7	Bague	16	Unité des roulements
8	Cale	17	Couvert
9	Disque de guidage	18	Broche à billes

Tableau II. 5: Nomenclature de la poupée fixe [11].

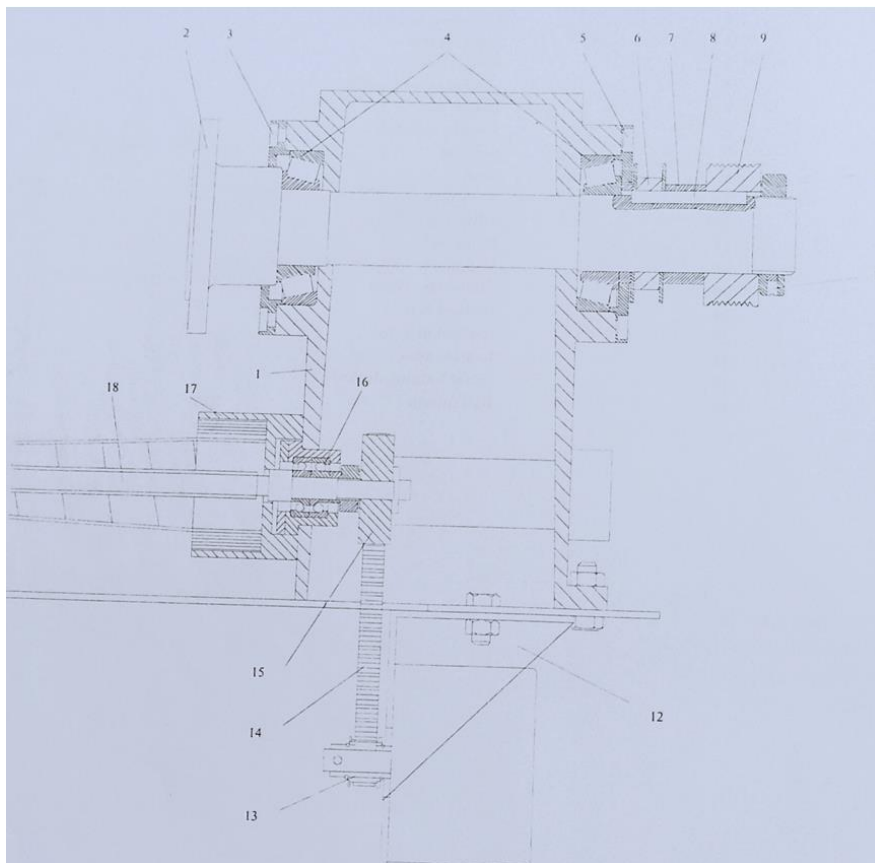


Figure II. 18 : Poupée fixe [11].

II.4.4. Interrupteur de fin de course

1	Structure	4	Courroie d'entraînement, encodeur d'arbre
2	Couvert de protection	5	Courroie d'entraînement, broche principale
3	Encodeur d'arbre	6	Interrupteur de fin de course pour l'axe Z

Tableau II. 6: Nomenclature de la vue gauche de la poupée fixe [11].

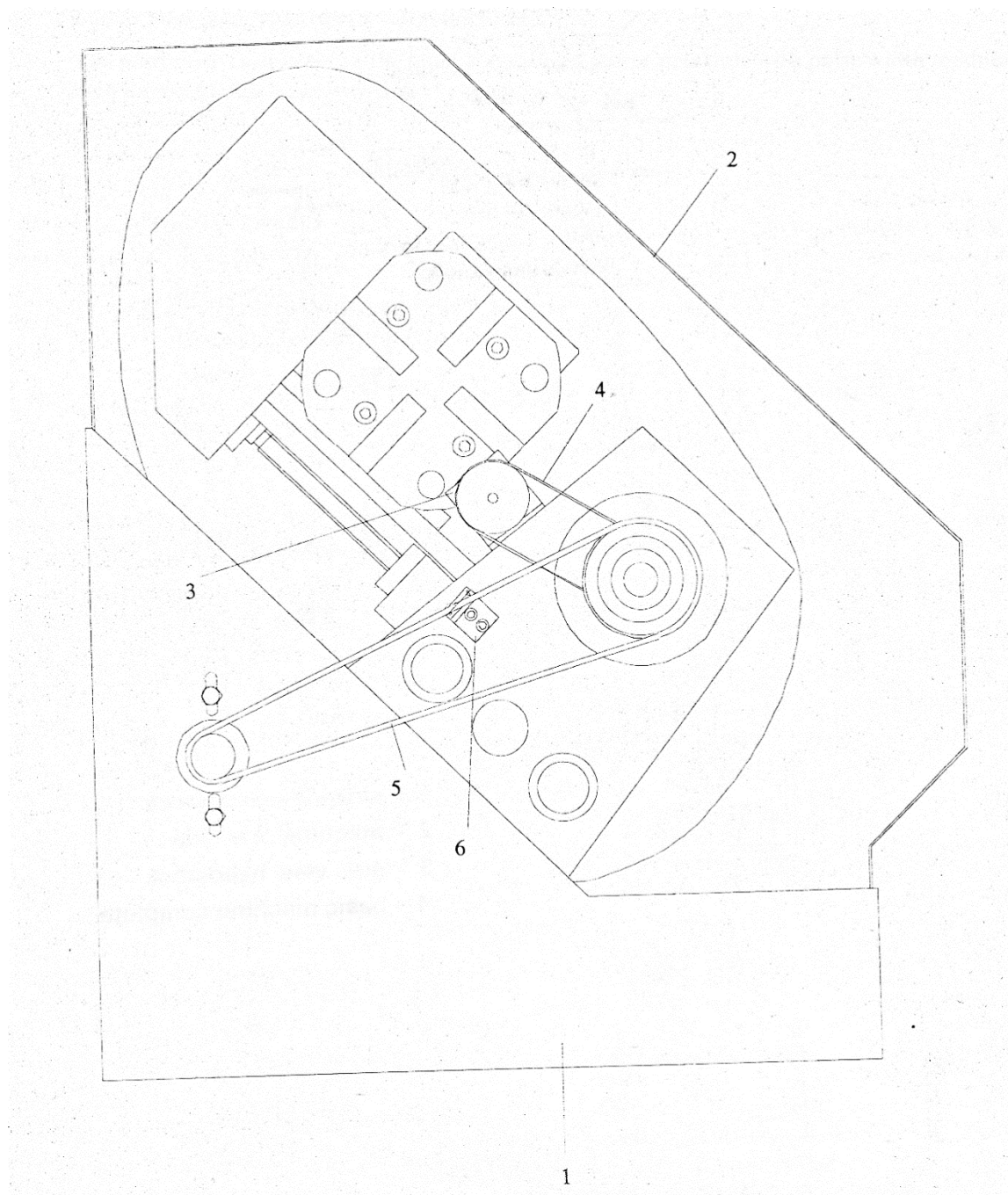


Figure II. 19 : Vue gauche de la poupée fixe [11].

II .5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les composants électriques et mécaniques les plus importants du tour **WABECO CC-D100**. Il est très nécessaire de connaître ces organes et leurs principes de fonctionnements et conditions de travail pour ne pas abimer la machine et savoir où il faudrait intervenir pour maintenir le tour en cas de problème pendant d'usinage.

CHAPITRE III

PROGRAMMATION CNC & USAGE DE

WINCAM

III.1. Introduction

La programmation du tour CNC Wabeco CC-D100 se fait en G-Code selon la norme DIN 66025 sous l'application Turning. Dans ce chapitre, Nous décrivons en détail la structure d'un programme en code G, les fonctions préparatoires G, les fonctions auxiliaires M et les cycles compréhensibles par le système de contrôle du tour Wabeco CC-D100 du laboratoire des essais mécaniques situé en hall de technologie de l'université de Jijel.

III.2. Structure du code G

III.2.1. Entête de programme

Chaque programme de commande numérique commence par l'instruction « % nom » pour l'identifier ; exemple : % pièce 1.

III.2.2. Blocs d'un code à commande numérique

Les blocs d'un code à commande numérique commencent par un numéro de bloc suivi d'instructions appelées mots [11].

Exemple : N0020 G00 X13.00.

Le bloc de la commande numérique se compose des éléments suivants :

- Le numéro du bloc.....N
- Fonction préparatoire.....G
- Fonction auxiliaireM
- Vitesse d'avance.....F
- Vitesse de la brocheS

a) Numéro du bloc N

Le numéro du bloc est mis au début du bloc et il doit être incrémenté consécutivement [11].

b) Fonctions préparatoires G

Les fonctions préparatoires compréhensibles par le système de commande du tour WABECO CC-D100 sont les suivantes :

G00	Interpolation linéaire à vitesse rapide
G01	Interpolation linéaire à vitesse programmée
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) de 0,1 à 9999,9 s
G20	Saut à un programme défini
G22	Appel de programme avec facteur de répétition
G53	Suspension du zéro programme par rapport au zéro machine
G54	Validation du zéro programme par rapport au zéro machine
G74	Aller au point de référence
G81	Cycle de tournage intérieur/ d'alésage
G82	Cycle de perçage
G83	Cycle de gorge / Tronçonnage
G84	Cycle de chariotage
G85	Cycle de dressage
G87	Cycle de filetage
G90	Données en coordonnées absolues
G91	Déplacements en coordonnées relatives / en incrémental
G96	Vitesse de coupe constante
G97	Vitesse de rotation constante

Tableau III. 1: Fonction préparatoire G pour le tour Wabeco CC-D100 [11].

c) Vitesse d'avance F "Feed rate"

En plus des fonctions préparatoires et des coordonnées, il faut transmettre au système la vitesse à laquelle l'outil doit se déplacer. L'interpréteur CNC attend l'avance en (mm/min) .

d) Vitesse de broche S "Spindle Speed"

La vitesse de broche est définie en fonction du diamètre de la pièce à usiner par rapport à la vitesse de coupe. Elle est donnée en tours par minute (tr/min.).

e) Outil T "Tool "

Le paramètre indique au tour CNC quel outil doit être utilisé pour l'usinage. A l'aide de la mémoire d'outil, le système est informé des données de correction de l'outil conformément à l'origine outil. Les données de correction sont stockées après qu'un autre outil a été choisi .

f) Fonctions auxiliaire M "Miscellaneous"

Le système de commande du tour Wabeco CC-D100 comprend les fonctions M suivantes :

M00	Arrêt programmé
M01	Arrêt programmé avec signal sonore - arrêt de lubrification
M02	Fin de programme
M03	Rotation de la broche dans le sens horaire
M04	Rotation de la broche dans le sens anti-horaire
M05	Arrêt de la broche
M06	Changement d'outil
M08	Début d'arrosage
M09	Arrêt d'arrosage
M16	Attendre jusqu'à ce que "ENTRÉE 1" soit active
M21	L'affichage du bloc est désactivé
M22	Valeur de retour est désactivé
M30	Fin de programme avec retour du curseur à la première ligne
M60	Définition des dimensions de la matière première
M70	Signal active
M71	Signal désactivé

Tableau III. 2: Fonction auxiliaire M de Wabeco CC-D100 [11].

III.3. Fonction préparatoire G [11]

➤ **G00 : Positionnement** a vitesse rapide

Structure de bloc

N... G00 X... Z...

Les deux axes peuvent se déplacer ensemble. La valeur de l'avance rapide suit les paramètres de la machine.

➤ **G01** : Interpolation linéaire

Structure de bloc

N... G01 X... Z... F... S...

Les deux axes peuvent se déplacer ensemble. Pendant ce mouvement, la vitesse est indiquée sous le paramètre F (mm /min). Avec le paramètre S, il est possible de modifier les rotations de la broche. La broche doit être modifiée avant la mise en tension.

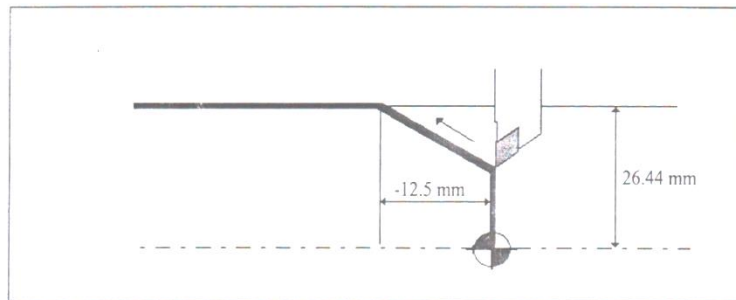


Figure III. 1: Interpolation linéaire [11].

G01 X52.88 Z-12.5

➤ **G02** : Interpolation circulaire (sens horaire)

➤ **G03** : Interpolation circulaire (sens antihoraire)

Structure du bloc :

N... G02 X... Z... I... K... R F...S...

X et Z sont l'extrémité du segment du cercle, I et J sont les coordonnées du centre du cercle. Le centre du cercle doit être programmée par rapport au point de départ.

L'avance F et la rotation de la broche S peuvent être réinitialisées.

Le rayon de l'arc peut remplacer I et K. A l'aide de R seul un petit segment de cercle peut être parcouru. Lors de la programmation de 1/4 des cercles, les paramètres I, K et R peuvent être utilisés.

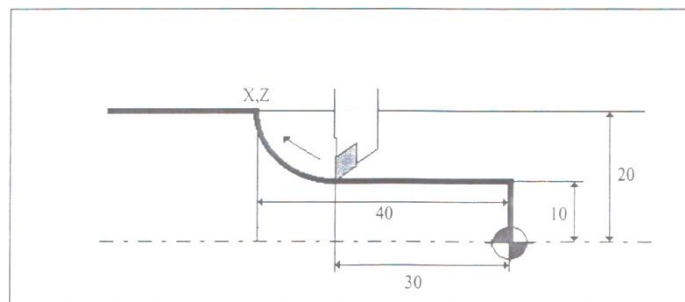


Figure III. 2: Interpolation circulaire [11].

La structure du bloc pour ce mouvement est :

G02 X40 Z-40 I10 K0 ou G02 X40 Z-40 R10

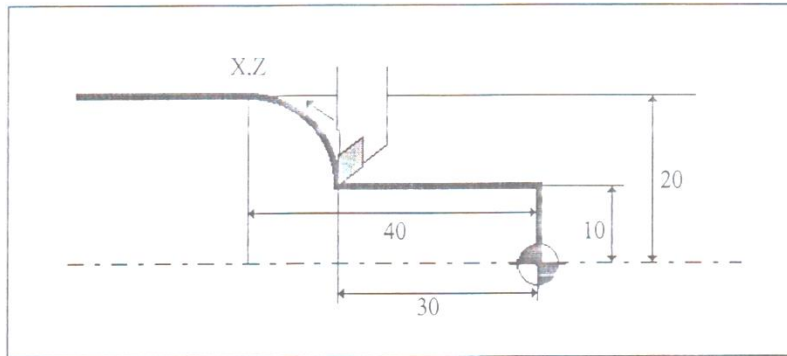


Figure III. 3: Interpolation circulaire[11].

La structure du bloc pour ce mouvement est :

G03 X40 Z-40 I0 K-10 ou G023 X40 Z-40 R10

➤ **G04** : Temporisation

Structure du bloc :

N... G04 H...

Temporisation dans le programme entre 0,1 et 9999,9 secondes.

➤ **G20** : Saut à un programme défini.

Structure du bloc :

N... G20 < nom du programme > A...

Cette fonction exécute un saut au programme P et continue avec le bloc de départ au numéro N. Grace à cette fonction, il est possible de sauter à chaque programme souhaité avec l'indication du nom du programme et le numéro du bloc de démarrage demandé A.

➤ **G22** : Appel de programme avec facteur de répétition

Structure du bloc :

N... G22 < nom du programme > A... W...

Le programme < nom du programme > sera appelé, en commençant par le numéro de bloc A et il sera répété comme programmé avec W.

Jusqu'à 10 appels de programmes peuvent être empilés.

➤ **G53** : Suspension du zéro programme par rapport à la zéro machine

Structure du bloc :

N... G53

Cette fonction annule le déplacement du point zéro de référence en Z. Donc G53 correspond à un déplacement de 0.

- **G54** : Validation du zéro programme par rapport à la zéro machine

Structure du bloc :

N... G54 K...

Cette fonction fixe le déplacement du zéro programme à la valeur programmée avec K.

- **G74** : Aller au point de référence

Structure du bloc :

N... G74

Après l'appel de cette fonction, le point de référence sera approché.

- **G81** : Tournage intérieur

Structure du bloc :

N... G81 X... Z... Q... F... S...H...

La pièce non usinée est sortie de la position actuelle jusqu'à la cote extérieure X.

Lorsque le cycle est terminé, l'outil revient au point de départ.

- X : Le diamètre final.
- Z : La position finale en Z.
- F : La vitesse d'avance.
- S : La vitesse de rotation de la broche.
- H : La profondeur dans la direction X.
- Q : La dimension lisse.

Si l'avance H n'est pas indiquée, elle sera travaillée automatiquement avec une avance de 0,5 mm.

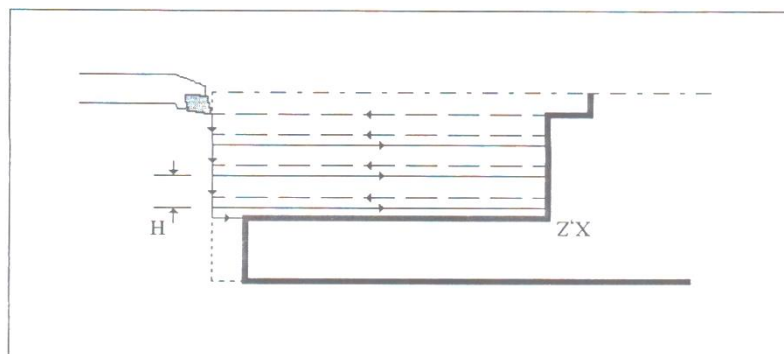


Figure III. 4: Tournage intérieur [11].

➤ **G82** : Cycle de perçage

Structure du bloc :

N... G82 Z... Q... F... S...H...

Elle vous permet de percer à partir de la position actuelle jusqu'à la cote extérieure Z.

Lorsque le cycle est terminé, l'outil revient au point de départ.

- Z : La position finale en Z.
- F : La vitesse d'avance.
- S : La vitesse de rotation de la broche.
- H : La profondeur dans la direction Z.
- Q : La dimension lisse.

Si la profondeur d'avance H n'est pas donnée, le perçage sera exécuté à une certaine profondeur.

Si $Q = 0$, le foret se rétracte après chaque avance et revient en position de départ.

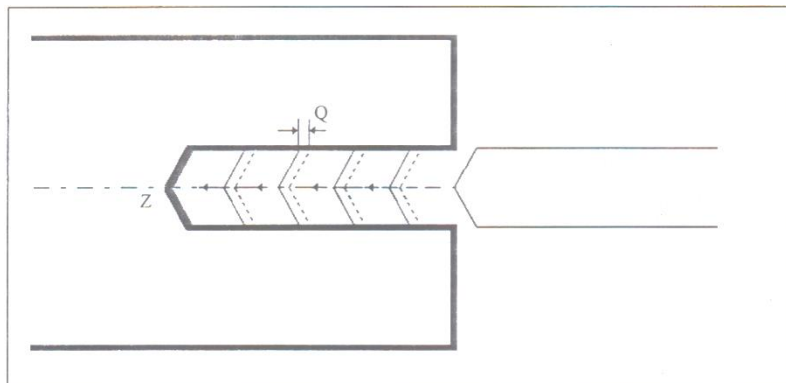


Figure III. 5: Cycle de perçage[11].

➤ **G83** : Cycle gorge / découpage

Structure du bloc :

N... G83 X... Q... F... S...H...

Cette fonction fait une gorge jusqu'à un point final X.

Lorsque $X=0$ cela devient en fait une opération de découpage. A la fin du cycle l'outil revient à sa position d'origine.

- X : La position finale en X.
- F : La vitesse d'avance.
- S : La vitesse de rotation de la broche.

- H : La profondeur dans la direction X.
- Q : La dimension lisse.

Si la profondeur d'avance H n'est pas donnée, la gorge / découpage sera exécuté à une certaine profondeur.

Si Q = 0, le foret se rétracte après chaque avance et revient en position de départ.

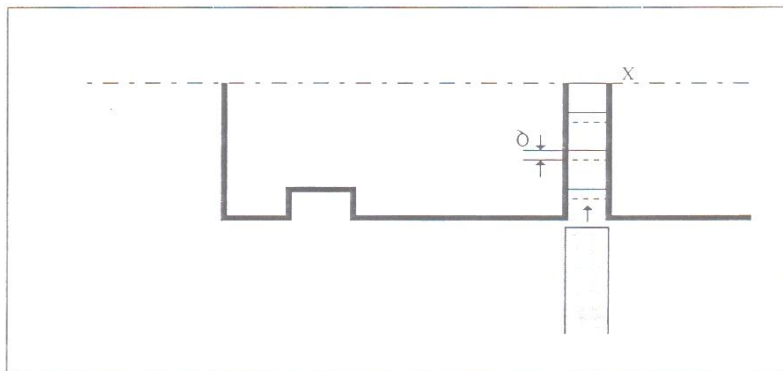


Figure III. 6: Cycle gorge / découpage [11].

➤ **G84** : Cycle de chariotage

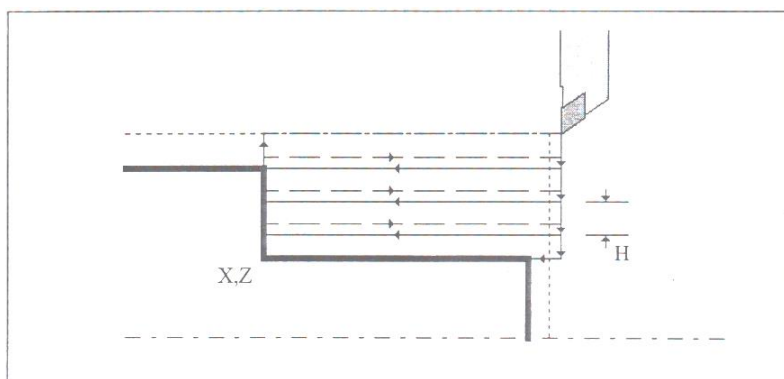


Figure III. 7: Cycle de chariotage [11].

➤ **G85** : Cycle de dressage

Structure du bloc pour G84 et G85 :

N... G84 X... Z... Q... F... S...H...

N... G85 X... Z... Q... F... S...H...

Un cône tourne avec des dimensions correspondantes. Après la fin du cycle, l'outil reste à nouveau sur le point de départ.

- X : Le diamètre final.

- Z : La position finale en Z.
- F : La vitesse d'avance.
- S : La vitesse de rotation de la broche.
- H : La profondeur dans la direction X.
- Q : La dimension lisse.

Si l'avance H n'est pas indiquée, elle sera travaillée automatiquement avec une avance de 0,5 mm.

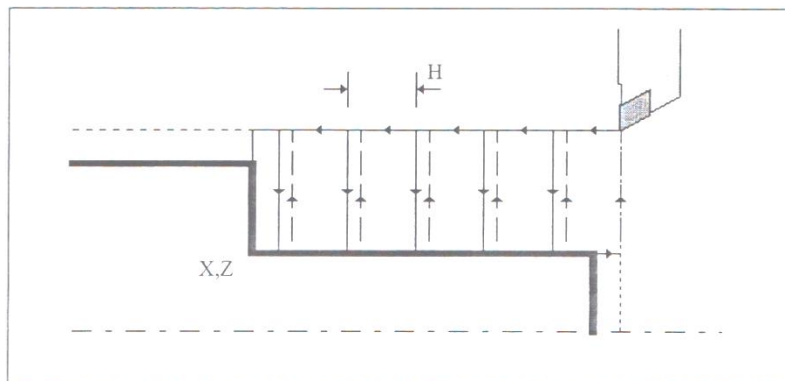


Figure III. 8: Cycle de dressage [11].

➤ **G87** : Filetage

Structure du bloc :

N... G87 X... Z... I... Q S...H...

- X : Le diamètre final.
- Z : La position finale en Z.
- I : Le pas
- S : La vitesse de rotation de la broche.
- H : La profondeur dans la direction X.
- Q : La distance de sécurité.

Si l'avance H n'est pas indiquée, elle sera travaillée automatiquement avec une avance de 0,5 mm.

La vitesse d'avance F doit être suffisamment élevée pour que l'outil demandée puisse être coupé avec la vitesse de rotation indiquée.

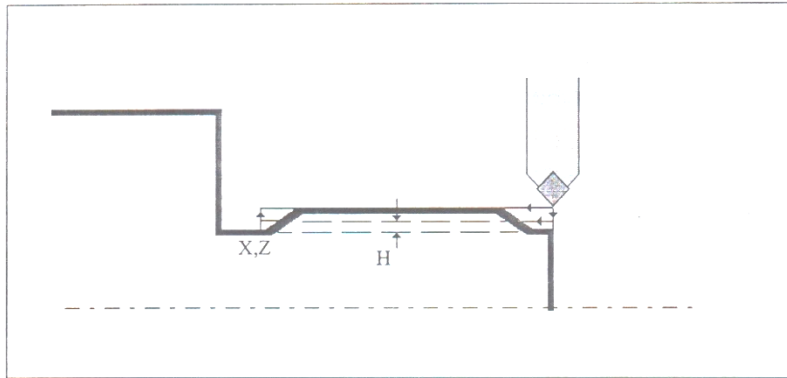


Figure III. 9: Filetage [11].

- **G90** : Déplacements en coordonnées absolues.

Structure du bloc :

N... G90

Cette fonction commute sur un système de mesure absolu. Les valeurs programmées sont alors relatives au zéro programme.

- **G91** : Déplacements en coordonnées relatives.

Structure du bloc :

N... G91

Cette fonction commute sur les données incrémentales. Les valeurs du programme sont relatives à la position actuelle.

- **G96** : Vitesse de coupe constant

Structure du bloc :

N... G96

Cette fonction commute sur une vitesse de coupe constante. Tous les paramètres S programmés sont affichés en m/min. Il est important que la restriction suivante s'applique en fonctionnement automatique : normalement, les tours correspondent à la position de l'outil, la phrase suivante est exécutée. Cependant, lorsqu'un mouvement est effectué, la broche n'est pas adaptée à la modification des valeurs X.

Cette restriction signifie que pour les déplacements en X la vitesse de coupe ne correspond pas aux valeurs programmées. Pour compenser cela, nous recommandons une programmation pas à pas, c'est-à-dire que vous devez éviter les valeurs/mouvements X importants. Lorsqu'un mouvement est effectué en X, le plus grand tour de broche. La valeur des deux extrémités du mouvement est toujours prise.

Pour les raisons ci-dessus, nous vous recommandons d'utiliser l'alternative à vitesse de coupe constante pour le moment, en particulier pour les mouvements dans le sens de la longueur (L), par ex. Pour le cycle G84.

- **G97** : Vitesse de rotation constante.

Structure du bloc :

N... G97

Cette fonction commute sur des tours constants. Les valeurs S saisies sont données en tour/min.

III.4. Fonctions auxiliaire M [11]

- **M00** : Arrêt de programme

Structure du bloc :

N... M00

Si vous souhaitez interrompre l'exécution d'un programme, par exemple pour mesurer pour retirer une pièce à l'aide de cette fonction, cela peut être réalisé.

Si l'interpréteur CNC reçoit ce bloc, le programme s'arrête et la broche ainsi que l'eau de refroidissement sont coupées. En appuyant sur la touche Maj + F1, le programme CNC continue.

✓ **Remarque** : Après un arrêt programmé, la broche et l'eau de refroidissement doivent être éventuellement mis en marche. La vitesse d'avance ne doit pas être modifiée.

- **M01** : Arrêt de programme avec signal sonore

Voir M00.

Un signal acoustique supplémentaire est émis.

- **M02** : Fin de programme

Structure du bloc :

N... M02

A l'aide de ces fonctions, le système de contrôle reconnaît que le programme est terminé. Cette fonction (ou M30) doit rester en fin de programme.

- **M03** : Rotation de la broche dans le sens horaire
- **M04** : Rotation de la broche dans le sens antihoraire

Structure des deux blocs :

N... M03 S... H...

Avec cette fonction, la broche est mise en marche et la vitesse de broche S est entrée.

Sans le paramètre S, la vitesse de broche disponible auparavant sera saisie. Comme la broche a besoin d'un certain temps avant de travailler, le déroulement du programme est arrêté pendant le temps correspondant (environ 1,3 sec.). Si la broche avait déjà été en action de travail, aucun arrêt ne sera exécuté. A l'aide du paramètre Ha, le mouvement décéléré peut être programmé.

- **M05** : Arrêt de la broche

Structure du bloc:

N... M05

Cette fonction dégager une butée de broche.

- **M08** : Arrosage ON
- **M09** : Arrosage OFF

Structure des deux blocs:

N... M08

Cette fonction interpole la pompe de liquide de refroidissement ON/OFF (option).

- **M16** : Attendre jusqu'à ce que "ENTREE 1" soit active (Option)

Structure du bloc :

N... M16

Cette fonction correspond à quitter la fonction M00. Vous ne pouvez continuer que si vous donnez un signal sur l'entrée 1. Ainsi, à l'aide d'un interrupteur, l'interruption du programme peut être effectuée l'indication des blocs CN.

- **M21** : Affichage du bloc lorsque la machine est éteinte.

Structure du bloc :

N... M21

Cette fonction désactive l'indication des blocs NC

- **M22** : Valeur de retour OFF

Structure du bloc :

N... M22

Cette fonction désactive l'affichage de la valeur réelle.

- **M30** : Structure du bloc :

N... M30

A l'aide de ces fonctions, le système de contrôle détecte que le programme est terminé.

- **M60** : Définition de la pièce brute (non usinée)

Structure du bloc :

N... M60 D. L.

Le diamètre D et la longueur de la pièce L sont les cotes brutes de la pièce. Ces valeurs sont nécessaires pour la représentation graphique. Si aucune commande M60 n'est donnée, la position réelle ne sera affichée que numériquement.

- **M70** : Signal ON (Option)

Structure de bloc :

N... M70

Le signal de sortie est activé.

- **M71** : Signal OFF (Option)

Structure de bloc :

N... M71

Le signal d'entrée est désactivé.

III.4. Exemple de programmation :

La pièce tournée suivante doit être produite à partir d'une pièce brute de diamètre 45 mm et de longueur 60 mm.

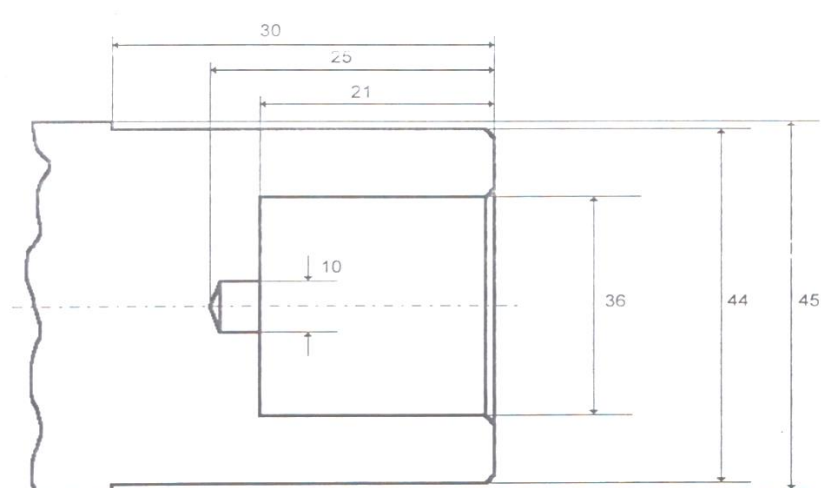


Figure III. 10: Exemple de programmation [11].

%KAPPE.NC	Commentaire.
N0010 G54 K60.00	Il faut décaler la référence zéro du programme de 60 mm en Z+ et ainsi on donne à l'extrémité droite de la pièce la valeur Z de 0.
N0020 M60 D45.00 L60.00	L'affichage graphique simultané est initialisé avec la valeur brute.
N0030 G90	Cotations absolues.
N0040 M06 T1	Changement d'outil (TI = NC bit central).
N0050 M08	Arrosage ON.
N0060 M03 S3000	Broche à droite, 3000 tr /min.
N0070 G00 Z5.00	Rapide à Z= 5mm.
N0080 G00 X0.00	Rapide à X 0 mm.
N0090 G00 Z1.00	
N0100 G01 Z0.00 F80 S2000	En mode avance (80 mm/min) à Z=0 mm, Tours de broche à 2000 tr /min.
N0110 G00 Z65.00	
N0120 M06 T2	Changement d'outil (12 =foret O10mm).
N0130 G00 Z5.00	
N0140 M03 S1500	
N0150 M08	
N0160 G00 X0.00	
N0170 G00 Z1.00	
N0180 G82 Z-25.00 F100 S2000 H8.00	Cycle de perçage : avance (H) de 8 mm.
N0190 G00 Z15.00	
N0200 M06 T3	Changement d'outil (T3=outil de tournage de diamètre intérieur 1).
N0210 G00 Z3.00	
N0220 G00 X12.00	
N0230 G01 Z-21.00 F200 S2000	
N0240 G00 Z1.00	
N0250 G81 X18.00 Z-21.00 H2.00	Cycle d'alésage : avance (H) de 2 mm, point final Z-21 X18.
N0260 G00 Z35.00	
N0270 G00 Z35.00	
N0280 M06 T13	Changement d'outil (T13=outil de tournage de diamètre intérieur 2).
N0290 G00 Z3.00	
N0300 G00 X18.00	
N0310 G81 X36.00 Z-21.00 H2.00	Cycle d'alésage : avance (H) de 2 mm, point final Z-21X36.
N0320 G00 Z45.00	
N0330 G00 X50.00	
N0340 M06 T5	Changement d'outil (T=5 burin latéral droit).
N0350 G00 X50.00	
N0360 G00 Z0.00	

N0370 G00 X46.00
N0380 G01 X34.00
N0390 G01 X43.00
N0400 G01 X44.00 Z-100
N0410 G01 Z-30.00 F100
N0420 G00 X60.00
N0430 G00 Z75.00
N0440 M06 T13

N0450 G00 Z5.00
N0460 G00 X37.00
N0470 G00 Z0.00
N0480 G01 X35.00 Z-2.00
N0490 G00 Z15.00
N0500 G00 X100.00 Z45.00
N0510 M30

Changement d'outil (T13=outil de tournage de diamètre intérieur 2).

Fin de programme.

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés à la programmation de la machine à la commande numérique CNC Wabeco CC D100 à l'aide de leur langage de programmation G-CODE. Nous avons expliqué la structure d'un programme et les fonctions utilisés.

CHAPITRE IV

**CONCEPTION ET GENERATION DU CODE-G
D'UNE EPROUVETTE DE TRACTION
NORMALISEE (ASTM E8M) SOUS WINCAM
TURNING**

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

IV.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la conception et la réalisation des éprouvettes de traction sous le programme WinCAM. Ce programme est utilisé pour la génération automatique des codes G en conformité à la norme DIN66025 qu'on les a adaptés pour les lancer sur le tour WABECO CC-D100 par le biais de l'application Turning.

IV.2. Etapes de la conception de l'éprouvette

IV.2.1. Partie CAO

a) Définition des dimensions de la pièce brute et sZ

D'abord, nous définissons les dimensions de la pièce brute et le décalage d'origine sZ qui est la distance entre le bord des mâchoires du mandrin et l'origine programme.

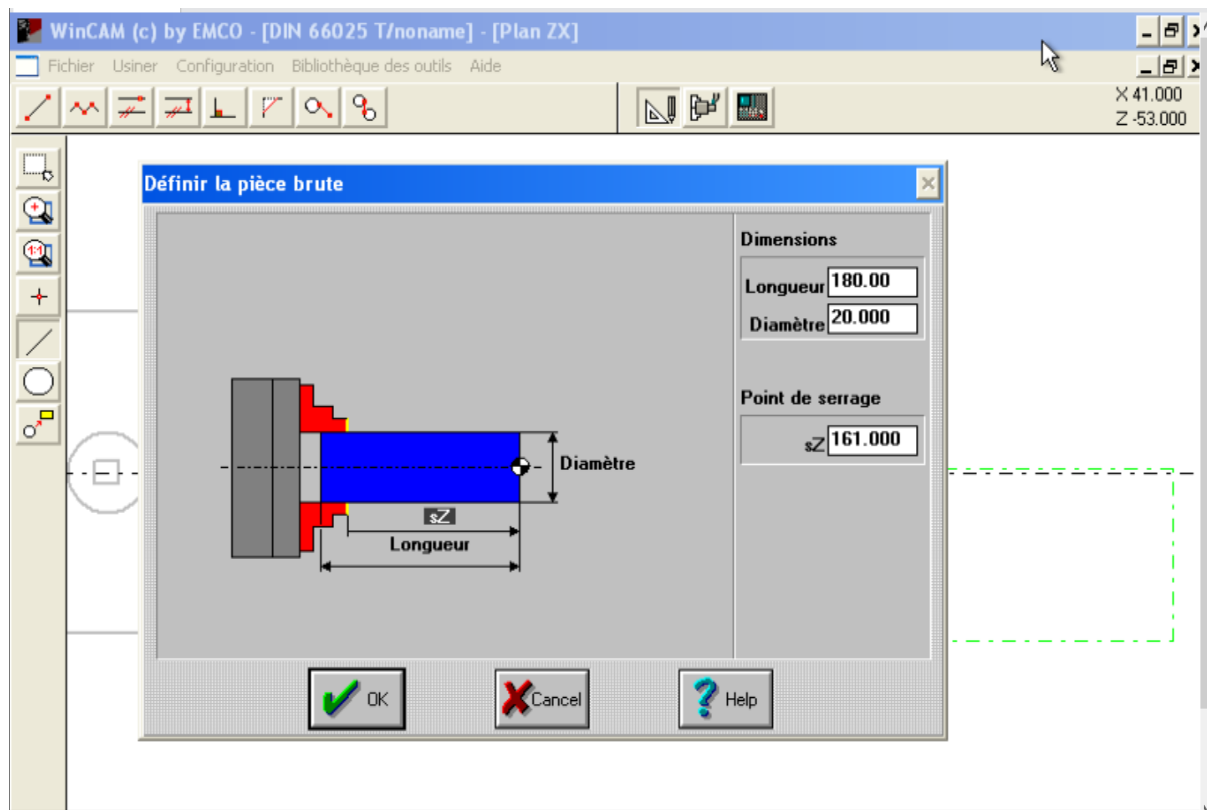


Figure IV. 1: Dimensions et sZ de la pièce brute.

b) Conception du profil de l'éprouvette

En mode CAO, on dessine le profil de l'éprouvette par des lignes et des arcs de cercles en utilisant la barre des outils du menu CAO de la figure IV.2. Le processus de conception consiste à introduire les coordonnées (X,Z) des points du profil dans l'ordre du premier point

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

jusqu'au dernier. Les coordonnées du profil de la gorge de tronçonnage sont introduites à part. Les cotes X sont introduites en diamètre ; un paramètre configuré au menu. Du fait que l'éprouvette est axisymétrique, il suffit d'introduire la cote (X,Z) pour avoir la forme dessinée symétriquement à l'axe.

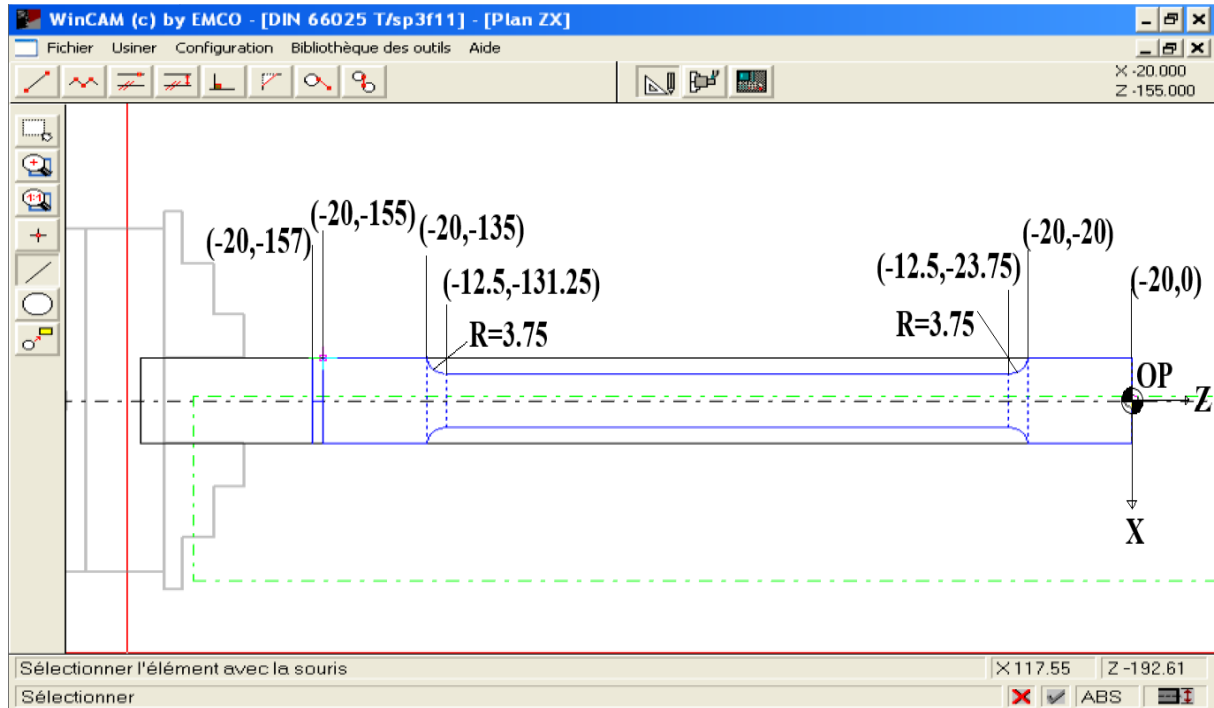


Figure IV. 2: Trajectoire de l'éprouvette.

IV.2.2. Partie FAO

a) Sélection/création des outils idéaux

La première chose, nous allons dans la bibliothèque des outils pour choisir les outils idéaux et les ajouter à la liste porte-outil. Pour notre cas, nous avons choisi deux outils de tronçonnage identiques mais avec deux arrêtes de coupe en deux sens opposés (T1 arrête de coupe à gauche, T2 arrête de coupe à droite).

Les jauges des correcteurs des deux outils sont respectivement :

T1 : $JO_x = 64.21$ et $JO_z = - 8.14$.

T7 : $JO_x = 64.21$ et $JO_z = - 10.14$.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

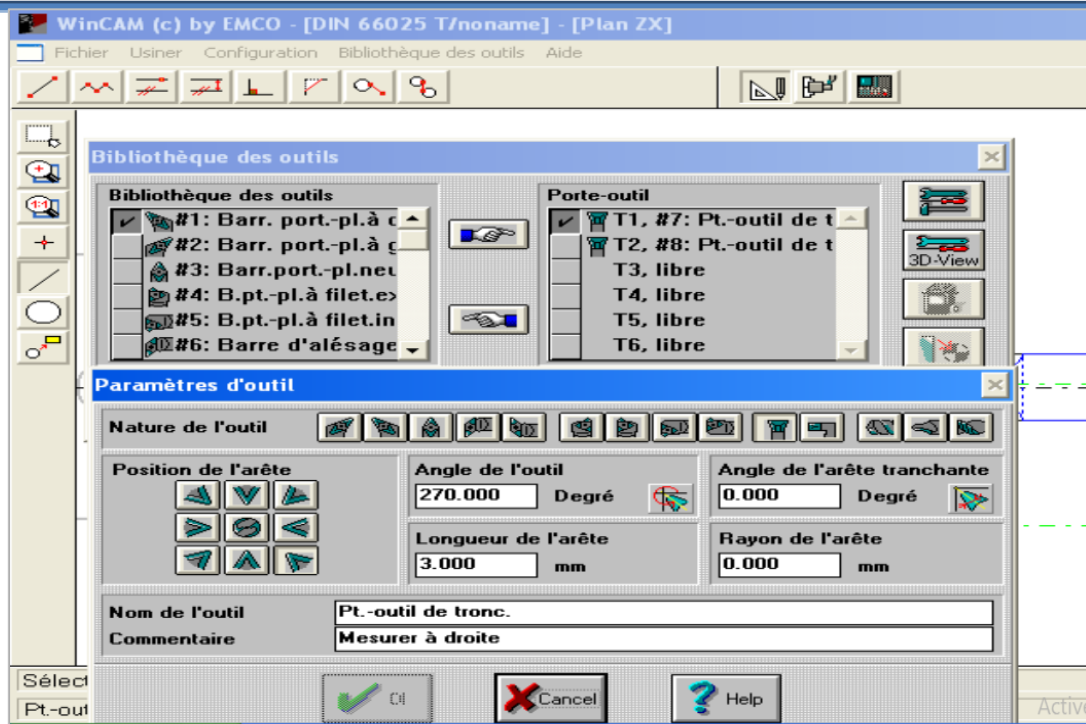


Figure IV. 3 : Création et ajout de l'outil T1 à la bibliothèque des outils.

b) Génération de Code G

À partir de là, chaque étape que nous ferons sera automatiquement générée son code G dans le fichier NC. Les étapes à suivre sont numérotées sur la figure IV.4. Chaque icône représente une étape numérotée. Pour l'éprouvette de traction normalisée E8M, on procède dans l'ordre comme suit :

- 1) Mise en marche de la broche et choix du sens de rotation.
- 2) Chargement de l'outil en position de travail avec définition des paramètres de coupe.
- 3) Définition des cycles et opérations de tournage.
 - 4) Approche rapide de l'outil.
 - 5) Approche à vitesse programmé de l'outil
 - 6) Cycle d'ébauche (dégrossissage).
 - 7) Cycle de finition.
 - 8) Cycle de tronçonnage.
- 9) Simulation 3D.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

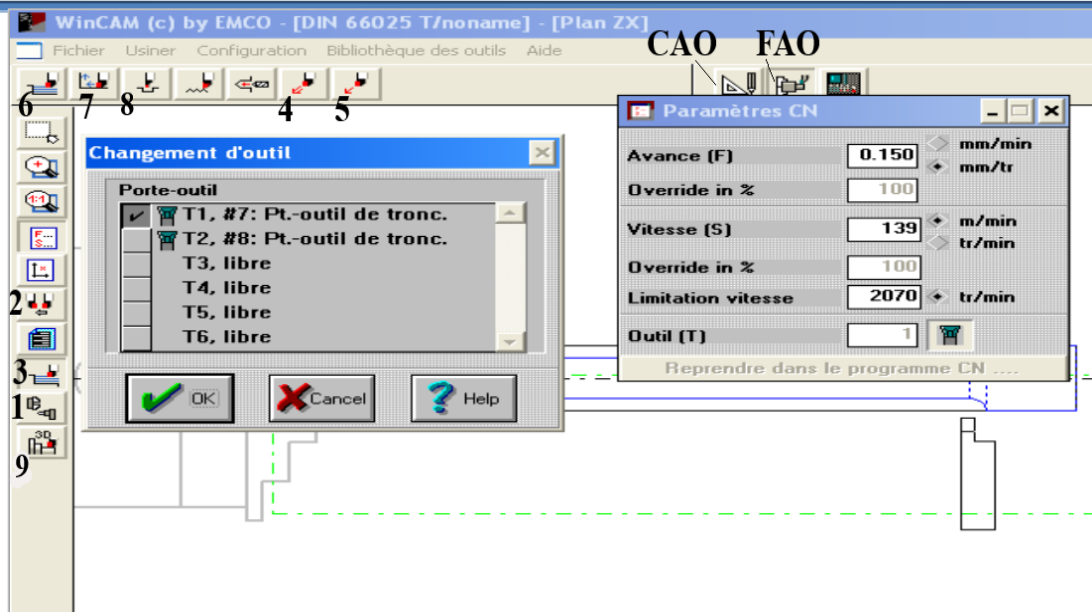



Figure IV. 4: Etapes suivies pour générer le code-G.

✓ Cycle d'ébauche

Lorsque nous arriverons à l'étape 6 qui est le cycle d'ébauche, on sélectionne le contour tel qu'il apparaît sur la Figure IV.5. avec la couleur bleu ciel, qu'on valide en cliquant deux fois sur l'icône verte .

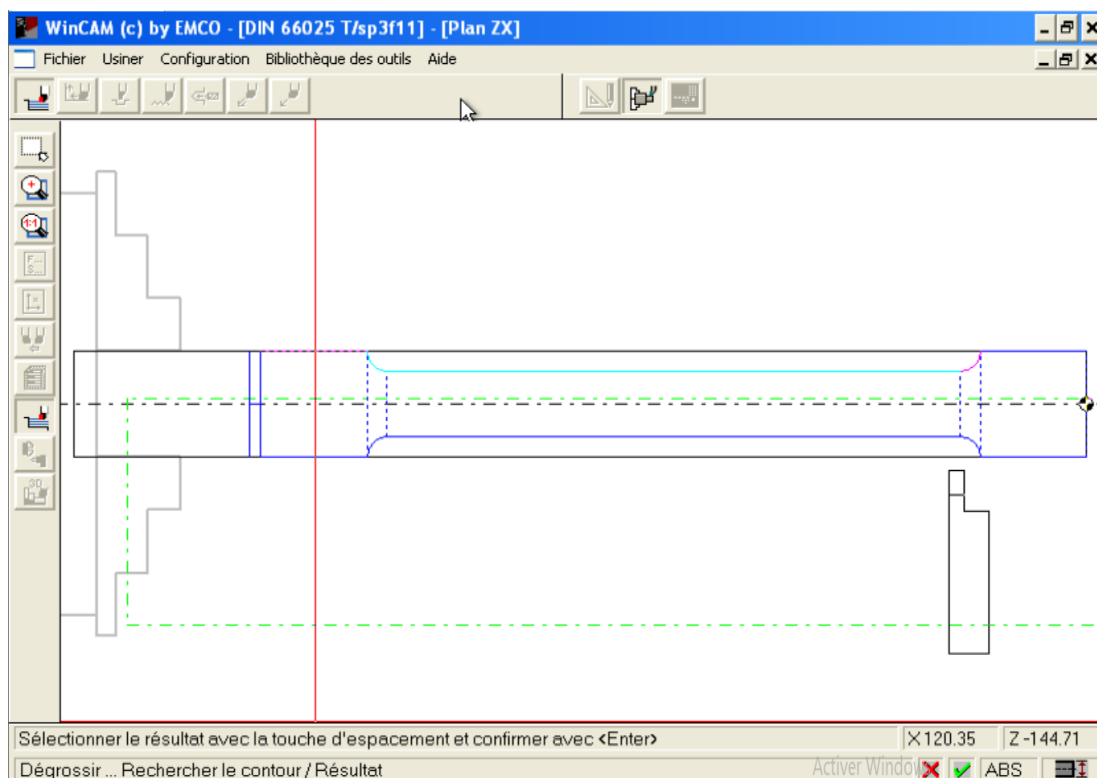


Figure IV. 5: Contour d'ébauche.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

Après la sélection du profil que nous allons usiner par l'outil sélectionnée (**Outil T1**), une fenêtre apparaîtra pour remplir les conditions du cycle ébauche. On refait la même chose pour l'outil à gauche (**outil T2**) pour usiner le reste du profil ; càd, le congé à droite.

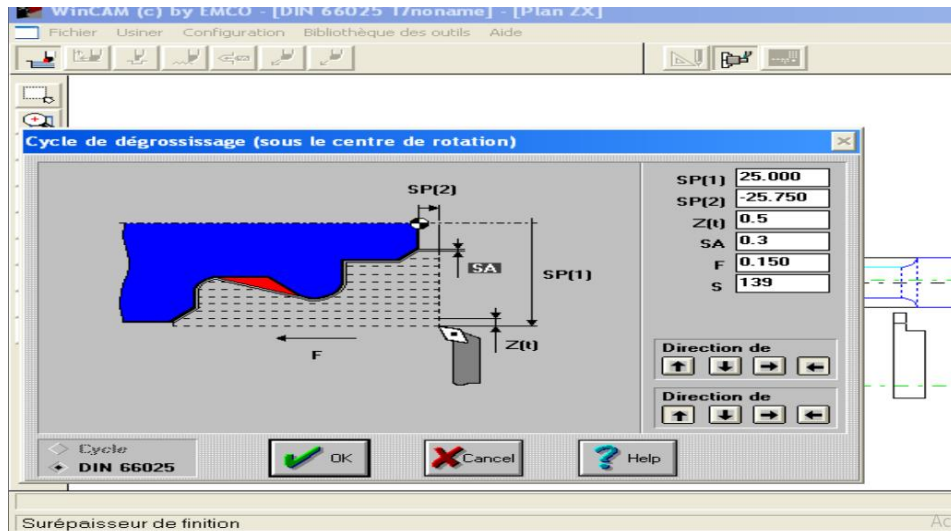


Figure IV. 6: Condition d'ébauche.

✓ Cycle de finition

Le cycle de finition démarre du contour dégrossi par l'outil T1 en enlevant la surépaisseur de 0.3 mm restante. Ensuite, on fait un changement d'outil en amenant l'outil T2 en position de travail et on le positionne au bon endroit. Après la sélection à nouveau du contour du congé dégrossi, on introduit les conditions de coupe pour la finition tel qu'il est indiqué sur la figure IV.7.

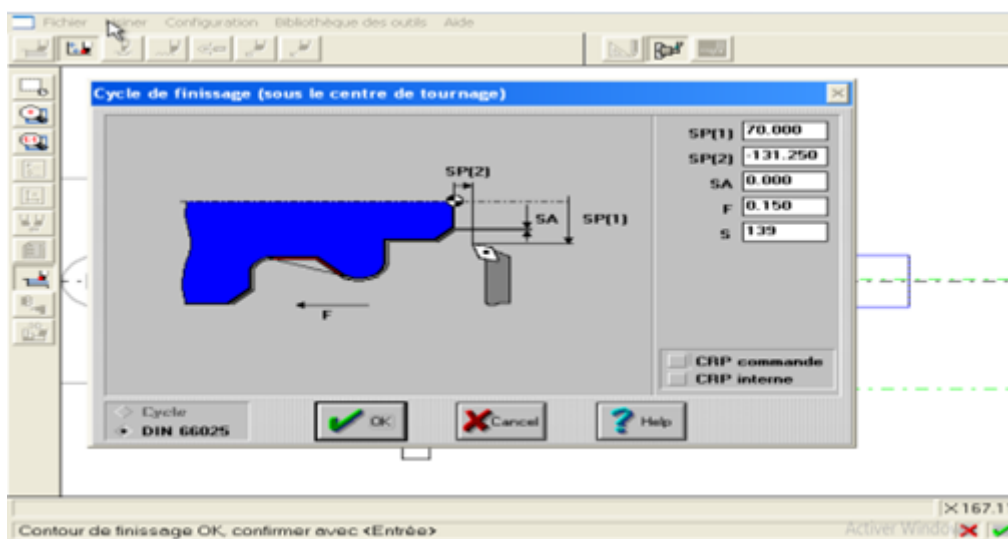


Figure IV. 7: Condition de finition.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

✓ Opération de tronçonnage

Nous avons essayé d'utiliser l'outil T2 pour le tronçonnage mais nous sommes confrontés au problème de l'arête de coupe qui est plus large que la gorge « groove » esquissée. Alors, nous sommes obligé à créer un nouvel outil de tronçonnage de 2 mm de largeur auquel on a défini les paramètres en conformité à la Figure IV.8. Au lieu d'utiliser les outils de la bibliothèque d'origine, il est possible de créer dès le début deux outils de tronçonnage (T1 et T2) de 2 mm de largeur et d'en utiliser un pour faire le tronçonnage.

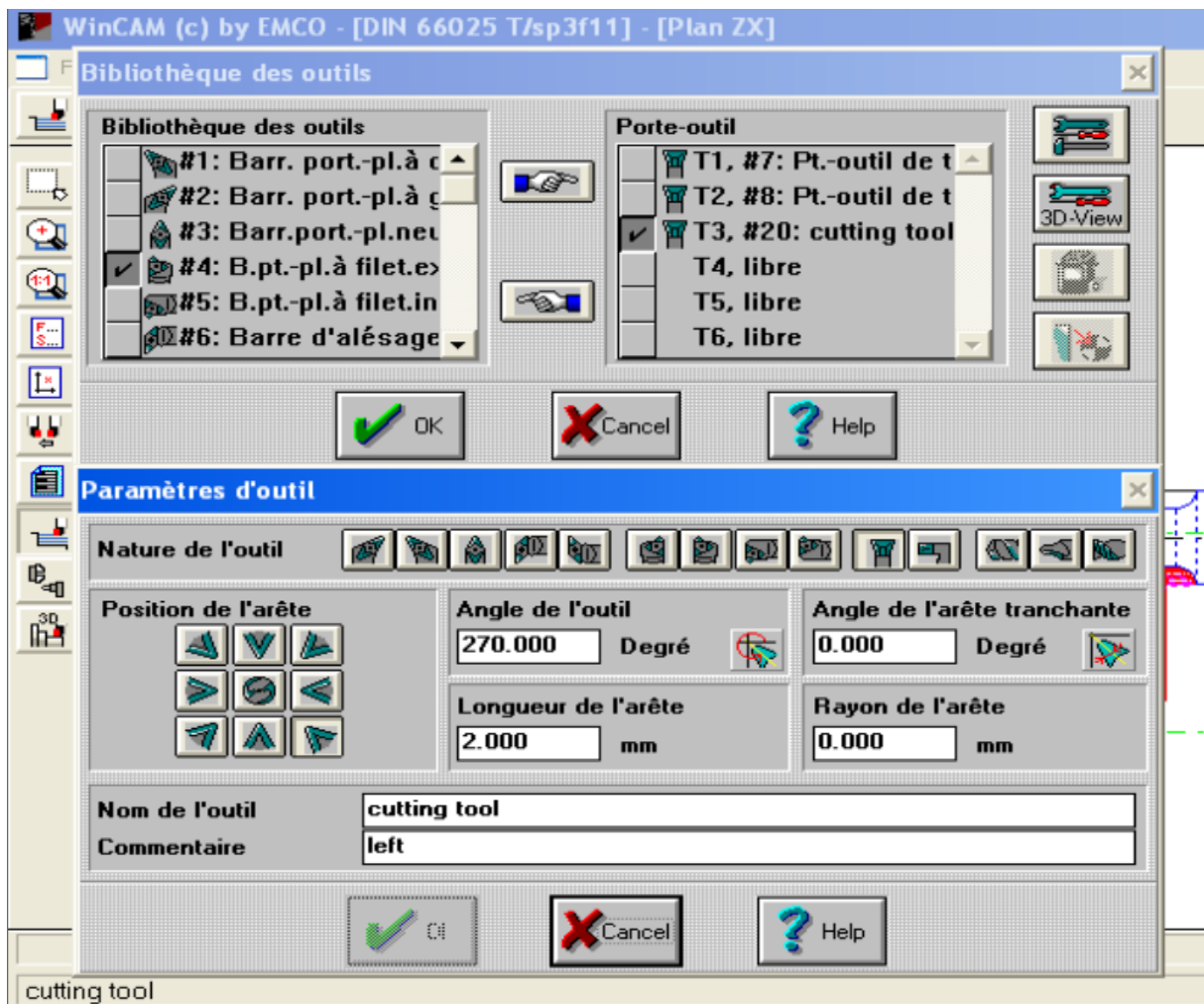


Figure IV. 8: Paramètres de l'outil de tronçonnage.

Après avoir créé l'outil, on le charge en position de travail. Puis, on suit les étapes précédentes jusqu'à ce qu'on termine. Ensuite, on rentre les conditions de coupe adéquates.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

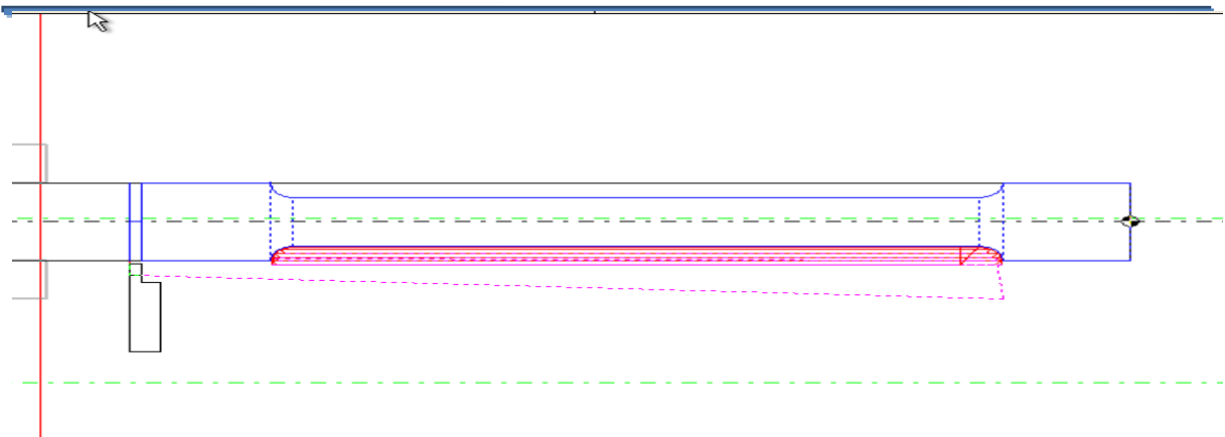


Figure IV. 9: Trajectoires de l'usinage.

Lorsque nous aurons terminé tous les cycles, les trajectoires d'usinage seront affichées en rouge et il suffit de cliquer sur l'icône située entre les icônes 2 et 3 de la figure IV.4 et tout de suite le Code-G sera prêt sous forme d'un fichier NC (Numerical Control).

✓ Simulation en 3D

C'est une fonction dont but est de simuler l'usinage de la pièce. C'est une mesure de sécurité et un outil graphique qui permet de vérifier visuellement que le code G généré est juste. Ce n'est qu'après avoir une simulation 3D juste qu'on lance l'usinage sur tour Wabeco CC-D100.

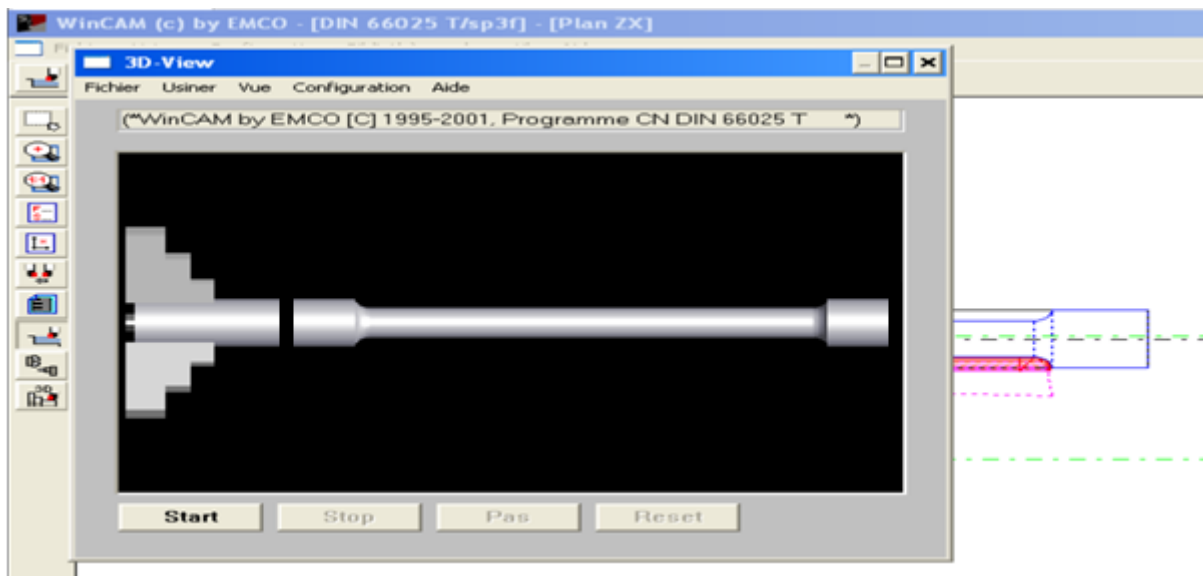


Figure IV. 10: Simulation 3D de l'usinage.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

Le Code-G généré sous WinCAM

% Tensile specimen Test 3SP3.NC (**#00010 Cycle de finissage, DIN 66025 **)

N0005 G54 K165
N0010 M60 D20.00 L180.00
N0015 G90
N0020 G96
N0025 M03 S130
N0035 M06 T1 (* Cutting Tool Right *)
N0045 G0 X25. Z-25.75
N0050 G1 X21. Z-25.75 F310
(**#00009 Cycle de dégrossissage, DIN 66025 **)

N0060 G0 X21. Z-25.75
N0065 G1 X20.
N0070 Z-134.7
N0075 X22. Z-133.7
N0080 G0 Z-25.75
N0085 G1 X19.
N0090 Z-134.664
N0095 X21. Z-133.664
N0100 G0 Z-25.75
N0105 G1 X18.
N0110 Z-134.552
N0115 X20. Z-133.552
N0120 G0 Z-25.75
N0125 G1 X17.
N0130 Z-134.357
N0135 X19. Z-133.357
N0140 G0 Z-25.75
N0145 G1 X16.
N0150 Z-134.061
N0155 X18. Z-133.061
N0160 G0 Z-25.75
N0165 G1 X15.
N0170 Z-133.627
N0175 X17. Z-132.627
N0180 G0 Z-25.75
N0185 G1 X14.
N0190 Z-132.954
N0195 X16. Z-131.954
N0200 G0 Z-25.75
N0205 G1 X21.
N0210 G0 Z-25.75
N0215 G1 X13.1
N0220 G1 X13.1 Z-131.25
N0225 G2 X20. Z-134.7 I3.45 K0.
N0230 G1 X21.

N0460 G1 X12.5 Z-23.75 F403
N0465 G1 X12.5 Z-131.25
N0470 G2 X20. Z-135. I3.75 K0.
N0475 G1 X19. Z-134.
(**#00010 Fin **)

N0480 M06 T7
N0485 G0 X25. Z-23.75
N0490 G1 X13.2 Z-23.75 F100 S169
(**#00010 Cycle de finissage, DIN 66025 **)

N0500 G1 X12.5 Z-23.75 F403
N0505 G3 X20. Z-20. I3.75 K0.
N0510 G1 X19. Z-21.
(**#00010 Fin **)

N0515 G0 X80. Z-20.
N0520 G0 X80. Z-155.
N0525 G0 X30. Z-155.
N0530 G1 X21. Z-155.
(**#00011 Cycle plongée longit., DIN 66025 **)

N0535 G96 S58
N0540 M06 T7
N0545 G0 Z-157.
N0550 G0 X22.
N0555 G1 X20. F138
N0560 G1 X19. Z-157.
N0565 G0 X21. Z-157.
N0570 G1 X19. Z-157.
N0575 G1 X18. Z-157.
N0580 G0 X20. Z-157.
N0585 G1 X18. Z-157.
N0590 G1 X17. Z-157.
N0595 G0 X19. Z-157.
N0600 G1 X17. Z-157.
N0605 G1 X16. Z-157.
N0610 G0 X18. Z-157.
N0615 G1 X16. Z-157.
N0620 G1 X15. Z-157.
N0625 G0 X17. Z-157.
N0630 G1 X15. Z-157.
N0635 G1 X14. Z-157.
N0640 G0 X16. Z-157.
N0645 G1 X14. Z-157.

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

N0235 G0 Z-25.75
(**#00009 Fin **)
N0240 M06 T7 (* Cutting Tool Left *)
N0245 G0 X25. Z-23.75
N0250 G1 X21. Z-23.75 F310 S130
(**#00009 Cycle de dégrossissage, DIN 66025 **)
N0260 G0 X21. Z-23.75
N0265 G1 X20.
N0270 Z-20.3
N0275 X22. Z-21.3
N0280 G0 Z-23.75
N0285 G1 X19.
N0290 Z-20.336
N0295 X21. Z-21.336
N0300 G0 Z-23.75
N0305 G1 X18.
N0310 Z-20.448
N0315 X20. Z-21.448
N0320 G0 Z-23.75
N0325 G1 X17.
N0330 Z-20.643
N0335 X19. Z-21.643
N0340 G0 Z-23.75
N0345 G1 X16.
N0350 Z-20.939
N0355 X18. Z-21.939
N0360 G0 Z-23.75
N0365 G1 X15.
N0370 Z-21.373
N0375 X17. Z-22.373
N0380 G0 Z-23.75
N0385 G1 X14.
N0390 Z-22.046
N0395 X16. Z-23.046
N0400 G0 Z-23.75
N0405 G1 X21.
N0410 G0 Z-23.75
N0415 G1 X13.1
N0420 G3 X20. Z-20.3 I3.45 K0.
N0425 G1 X21.
N0430 G0 Z-23.75
(**#00009 Fin **)
N0435 S169
N0440 M06 T1 (* Cutting Tool Right *)
N0445 G0 X20. Z-25.75
N0450 G1 X13.2 Z-25.75 F100 S169

N0650 G1 X13. Z-157.
N0655 G0 X15. Z-157.
N0660 G1 X13. Z-157.
N0665 G1 X12. Z-157.
N0670 G0 X14. Z-157.
N0675 G1 X12. Z-157.
N0680 G1 X11. Z-157.
N0685 G0 X13. Z-157.
N0690 G1 X11. Z-157.
N0695 G1 X10. Z-157.
N0700 G0 X12. Z-157.
N0705 G1 X10. Z-157.
N0710 G1 X9. Z-157.
N0715 G0 X11. Z-157.
N0720 G1 X9. Z-157.
N0725 G1 X8. Z-157.
N0730 G0 X10. Z-157.
N0735 G1 X8. Z-157.
N0740 G1 X7. Z-157.
N0745 G0 X9. Z-157.
N0750 G1 X7. Z-157.
N0755 G1 X6. Z-157.
N0760 G0 X8. Z-157.
N0765 G1 X6. Z-157.
N0770 G1 X5. Z-157.
N0775 G0 X7. Z-157.
N0780 G1 X5. Z-157.
N0785 G1 X4. Z-157.
N0790 G0 X6. Z-157.
N0795 G1 X4. Z-157.
N0800 G1 X3. Z-157.
N0805 G0 X5. Z-157.
N0810 G1 X3. Z-157.
N0815 G1 X2. Z-157.
N0820 G0 X4. Z-157.
N0825 G1 X2. Z-157.
N0830 G1 X1. Z-157.
N0835 G0 X3. Z-157.
N0840 G1 X1. Z-157.
N0845 G1 X0. Z-157.
N0850 G4 X0.5
N0855 G0 X22. Z-157.
N0860 G0 X50.
N0865 G0 Z-60
(**#00011 Fin **)
N0875 M30

Chapitre IV Conception et génération du Code-G d'une éprouvette de traction normalisée (ASTM E8M) sous WinCAM - Turning

IV.3. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit en détail les étapes pour générer automatiquement le code G par le biais de l'application WinCAM T sous forme d'un fichier NC; il nous a été très utile d'obtenir le code - G de manière rapide et automatique. Cependant, avant l'exécution du code G, nous vérifierons et apporterons quelques modifications au fichier NC afin qu'il soit compatible avec l'application Turning ce qui fera l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE V

REALISATION D'UNE EPROUVETTE DE TRACTION

NORMALISEE

V.1. Introduction

Dans ce chapitre, on décrit les démarches nécessaires pour réaliser une éprouvette de traction normalisée selon la norme ASTM (E8M). La conception de la pièce, simulation de l'usinage et génération du code G sous WinCAM sont décrits au chapitre IV. On se limite dans ce chapitre à l'importation et l'adaptation du code G de l'éprouvette sous Turning. Ensuite, la fixation des outils nécessaires avec définition de leurs correcteurs, réglage de l'origine machine du tour CC-D100, et fixation de la matière brute avec introduction du décalage d'origine nécessaire.

Une double mesure de sécurité consiste à ne pas lancer l'usinage qu'après le fait de simuler le code G sous Turning et lancer l'usinage, sans introduction de la pièce, à faible vitesse de rotation du mandrin atténuée par le bais du potentiomètre du DCN.

Deux pièces typiques en aluminium ont été usinées sur le tour CC-D100 de l'atelier de génie mécanique de l'université de Jijel.

V.2. Origines de la machine

On a trois origines pour le tour WABECO CC-D100 comme le montre la figure V.1.

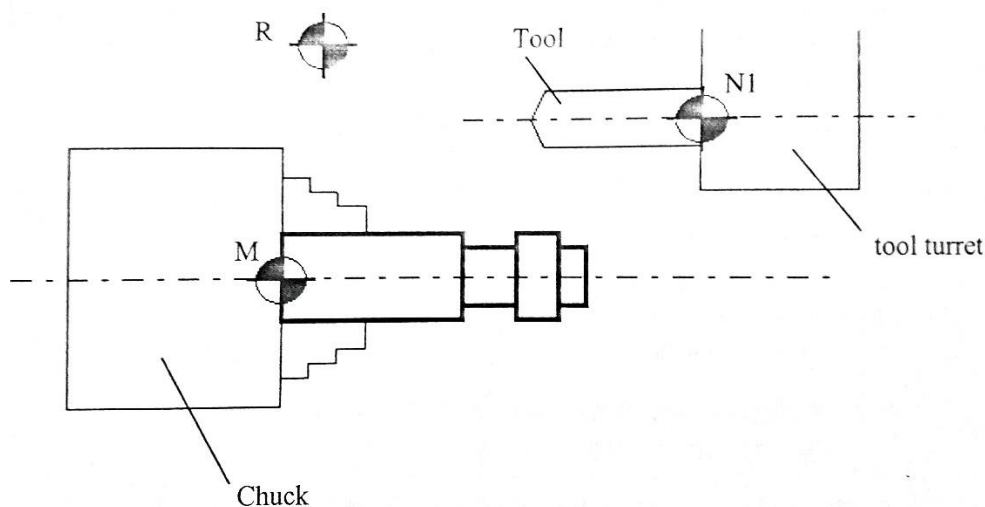


Figure V. 1 : Origines du Tour WABECO CC-D100 [11].

- **R** = Point de réinitialisation.
- **N1** = OT (Origine Tourelle).
- **M** = OM (Origine Machine).

V.2.1. Point de réinitialisation (R)

Le point de réinitialisation R c'est le point où la tourelle va aux fins de course suivant les deux directions X et Z en séquentiel. A chaque fois après la mise en marche de la machine, il faut la réinitialiser dans les deux directions (X et Z).

V.2.2. Origine tourelle (OT)

C'est un cercle défini sur la surface plane de la tourelle et passe par le centre des trous des douilles des outils d'intérieur ; figure V.2.

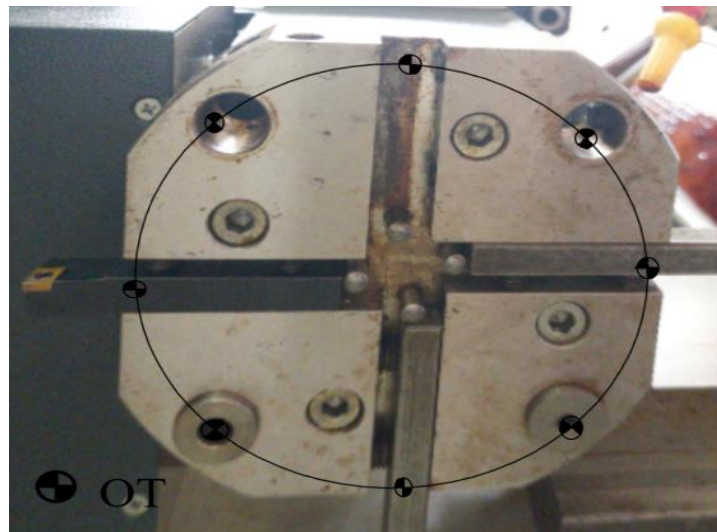


Figure V. 2 : Origine tourelle.

L'origine tourelle est le repère qu'on utilise pour déterminer les JO_x , JO_z des différents outils que se soient de l'extérieur ou de l'intérieur.

V.2.3. Origine machine OM

C'est un point de référence de la pièce à usiner. Pour le tour Wabeco CC-D100, il est défini par le constructeur comme le montre la figure V.1.

V.3. Utilisation du tour CC-D100

V.3.1. Application de tournage (Turning)

"Turning" est l'application qui gère le tour WABECO CC-D100. Elle nous permet de voir l'état actuel du point générateur de l'outil, de contrôler et de manipuler toutes les fonctionnalités disponibles sur la machine.

L'application turning permet entre autres l'édition du programme NC, la configurations des outils, la simulation de l'usinage et l'exécution du programme NC sur pièce.

L'interface du menu principal nous donne des indications sur l'état actuel du point générateur de l'outil et les différentes fonctionnalités d'usinage comme le montre la figure V.3.



Figure V. 3: Interface principale de l'application Turning.

F1 File : Ce menu permet de charger, créer ou éditer un programme à extension .NC généré par WinCAM.

F2 Manual : Pour contrôler le tour CNC manuellement (déplacement de axes, rotation de la broche ...etc.).

F3 Automat : Pour lancer la machine automatiquement par le biais du programme .NC

F4 Simul. : Pour simuler le programme .NC à l'écran de travail.

F5 Tools : Pour créer, modifier et introduire la correcteurs des outils.

F6 System : Pour entrer les paramètres de la machine (vitesse max de la broche, vitesse de coupe maximale ...etc.).

Les champs numérotés de la figure V.3 sont expliqués ci-après au Tableau V.1.

1	Position actuelle du point générateur de l'outil suivant les deux directions X et Z.	7	L'icône rouge signifie que la fonction automatique et l'exécution de la simulation dans le programme CN fonctionnent en mode séquentiel (par bloc).
2	Numéro de l'outil en position de travail.	8	La couleur de cette icône indique si la machine peut être contrôlée en mode manuel via les

			touches de direction du curseur, Rouge = Les touches sont actives.
3	Valeurs des correcteurs JOx, JOz de l'outil.	9	Valeur de l'origine pièce ou du décalage d'origine programme.
4	Dimensions du brut ; D : Diamètre de la pièce et L : Longueur de la pièce.	10	Nom du fichier NC chargé.
5	Etat de la pompe de lubrification ; allumée (rouge) ou éteinte (verte).	11	La vitesse de rotation du mandrin (tr/min) ou de la vitesse de coupe constante en mm/min. Le paramètre est également affiché sous forme de barres et numériquement en pourcentage de la valeur programmée en fonction du pourcentage pris sur le potentiomètre du DCN. Pour l'état de la broche, une icône verte signifie BROCHE OFF, rouge BROCHE ON, le sens de rotation sera indiqué (M3 = broche tournant à droite, M4 = broche tournant à gauche).
6	Type de programmation NC : absolu (vert) ou relatif (rouge).	12	L'avance est donnée en barres et numériquement en pourcentage de la valeur programmée en mm/min.

Tableau V. 1 : Indication des fonctionnalités du menu principal de Turning.

Pour la première utilisation du tour sous Turning, il faudrait passer en mode manuel et suivre les étapes suivantes :

- Réinitialiser le zéro machine en X et Z.
- Définir les jauges- outils : JOx et JOz.

Les options du mode manuel sous Turning sont illustrées sur la figure V.4.

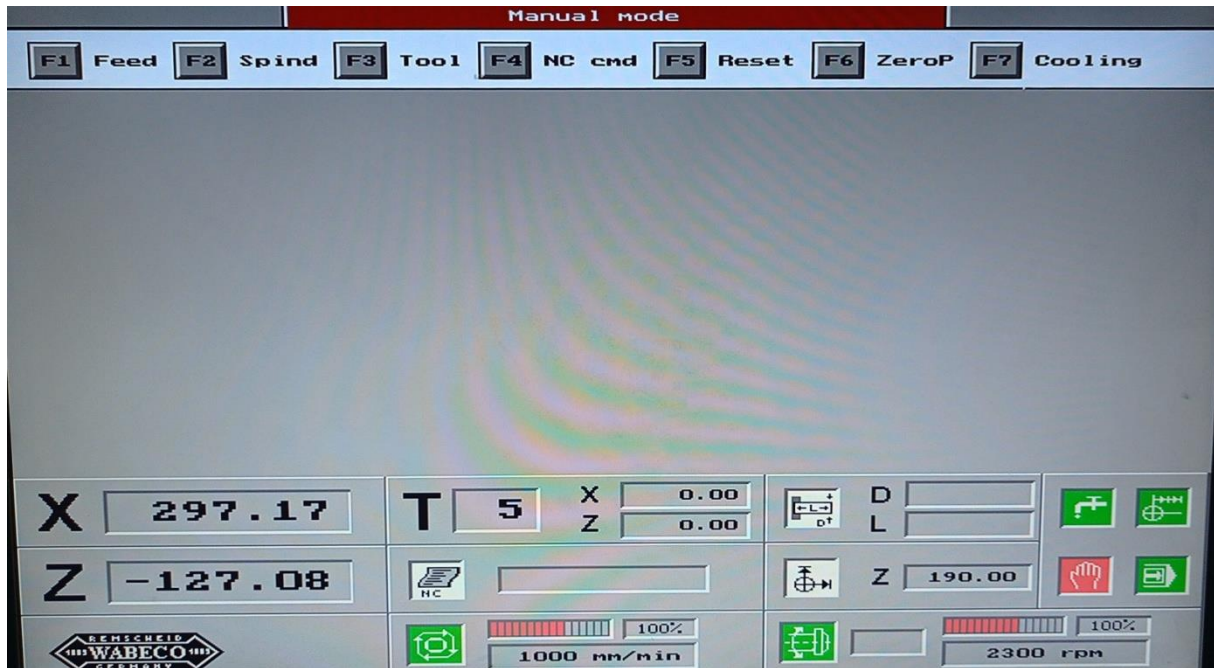


Figure V. 4 : Interface de l'application Turning en mode manuel.

V.3.2. Détermination des correcteurs JO_x , JO_z pour les outils

Sur la tourelle, on peut mettre huit outils; quatre en positions d'intérieur (P2, P4, P6, P8), et le reste ce sont des outils d'extérieur qui occupent les positions (P1, P3, P5, P7). Les quatre outils de tournage intérieur sont pour le perçage, centrage, alésage et taraudage.

Les jauges JO_x et JO_z des correcteurs des outils de l'intérieur sont mesurés du point générateur de l'outil vers l'origine tourelle comme le montre la figure V.5.

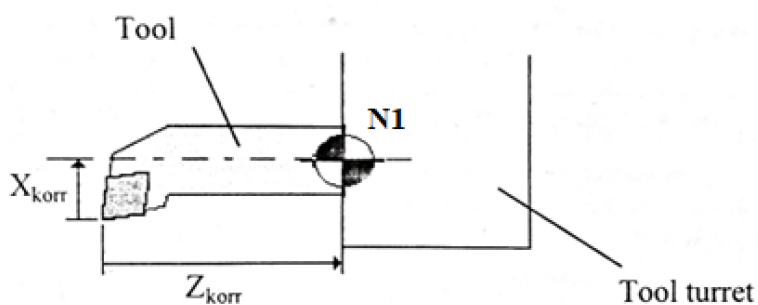


Figure V. 5: Jauges des outils d'intérieur [11].

Pour définir la valeur de correction JO_x des outils extérieurs, nous mesurons la longueur de l'outil extérieur qui va du bord de la tourelle jusqu'au point de coupe de l'outil (E), et nous ajoutons $H = 5$ mm. La distance H est définie par le constructeur de la machine ; c'est la distance entre l'OT et le bord de la tourelle.

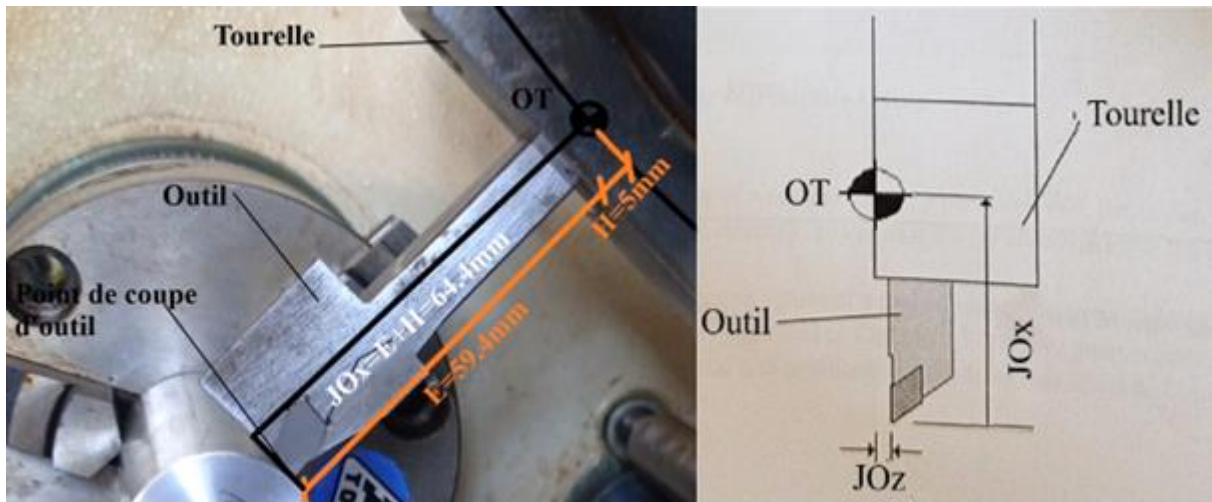


Figure V. 6 : Jauges des outils de l'extérieur.

Pour la valeur de correction JOz des outils d'extérieur, nous mesurons la longueur entre le point de coupe de l'outil et le bord de l'origine tourelle suivant l'axe Z.

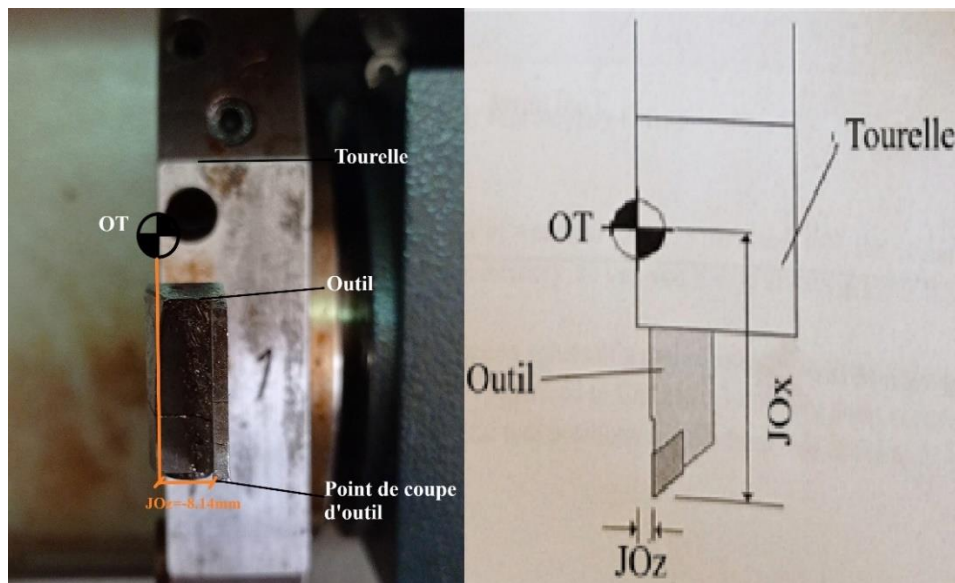


Figure V. 7 : JOz

V.3.3. Réinitialiser le zéro machine en X et Z

a) Zéro machine suivant X

Pour réinitialiser de la zéro machine en X, les 6 étapes à suivre attentivement sont :

- 1) Réinitialisation de la machine au point de référence R. Pour cela, on clique sur F5 puis F3 pour réinitialiser les deux axes (X et Z). Avant de faire cette opération, il faut s'assurer qu'il n'y a pas de collision.

- 2) Insérer une pièce de diamètre connu dans le mandrin. La face à gauche de la pièce doit prendre appui sur la face du mandrin ; figure V.8. Dans notre cas, nous avons inséré une pièce cylindrique en aluminium de $\varnothing 30$ mm.



Figure V. 8 : Calibre d'étalonnage

- 3) Choisir comme outil une position d'outil libre parmi l'une des positions extérieures (P1, P3, P5, P7). Dans notre cas, nous avons choisi la position P7 qui était équipée d'un outil de tronçonnage. Attention, avant de faire une opération de changement d'outil assurez-vous qu'il n'y aura pas de collision.
- 4) Sur l'application Turning en cliquant sur **F6-point zéro** dans le sous menu des fonctions du mode manuel, puis en cliquant sur **F3-point zéro machine** puis **F1-point zéro machine en X**.
- 5) Une fenêtre apparaît dans l'application Turning nous demande d'aller au zéro machine en X, c'est possible d'utiliser toutes les fonctionnalités disponibles de la machine. Dans notre cas, nous avons déplacé l'outil de coupe qui se trouve à P7 à vitesse programmée dans la direction X. Lorsque l'outil est presque arrivé à la surface de la pièce, on prend un calibre ou un bout de papier puis on procède lentement par une avance incrémentale jusqu'à ce que le point générateur de l'outil touche la surface de la pièce .
- 6) Quand on est arrivé à la bonne position, on a cliqué sur retour. Puis, on a entré la valeur de zéro machine en X qui est de 158.8 mm ($15 + JOx*2 = 158.8$ mm); cette valeur est le double de la somme du rayon de la pièce plus JOx. Le zéro machine est réinitialisé dans la direction X ; pour mieux comprendre voir la figure V.9.

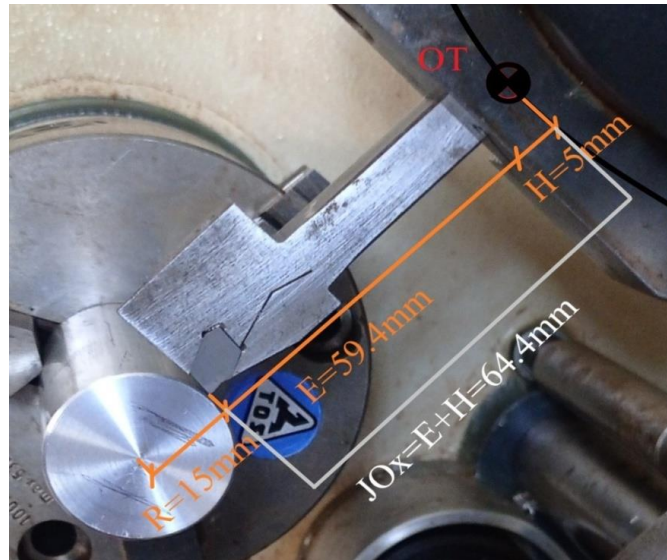


Figure V. 9 : Réinitialisation de la zéro machine en X.

Pour vérifier si la valeur entrée du point zéro suivant la direction Z est correcte, on prend un outil de perçage en position de travail, puis nous prendrons l'outil dans une position connue, en mode manuel, nous cliquons sur F4 NC CMD. Après, nous donnons des instructions de commande (exemple : G1 X0 Z70) et après exécution, on s'assure que le sommet du forêt effleure la pièce. Si pour $X=0$, il effleure la surface latérale de la pièce, cela signifie que le zéro machine dans la direction X est correct ; Figure V.10.

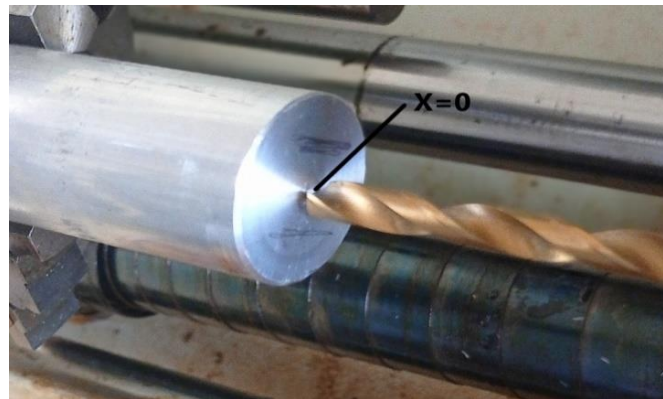


Figure V. 10 : Zéro machine en X après le réglage.

Attention : Avant de faire un changement d'outil ou un déplacement, il faut s'assurer qu'il n'y aura pas de collision.

b) Zéro machine suivant Z

- 1) Réinitialiser la position de la tourelle cliquant sur F5 puis reset X+Z axes

- 2) Placer une pièce (Calibre d'étalonnage) avec des dimensions connues (notre cas $L=69$ mm et $D=30$ mm).
- 3) Insérer un outil de perçage de longueur connue dans la tourelle.
- 4) Appeler F6 zeroP et sélectionner ensuite F1 machine point Z.
- 5) Une fenêtre s'ouvre et vous demande d'aller au zéro machine en Z. Amenez l'outil manuellement jusqu'au côté droite de la pièce ; utiliser un morceau de papier entre l'outil et la pièce pour ne pas rayer la surface.
- 6) Lorsque vous atteignez cette position, appuyer sur retour. Entrer la longueur exacte de la pièce et appuyer sur retour. Vous avez maintenant défini le zéro dans la direction Z.

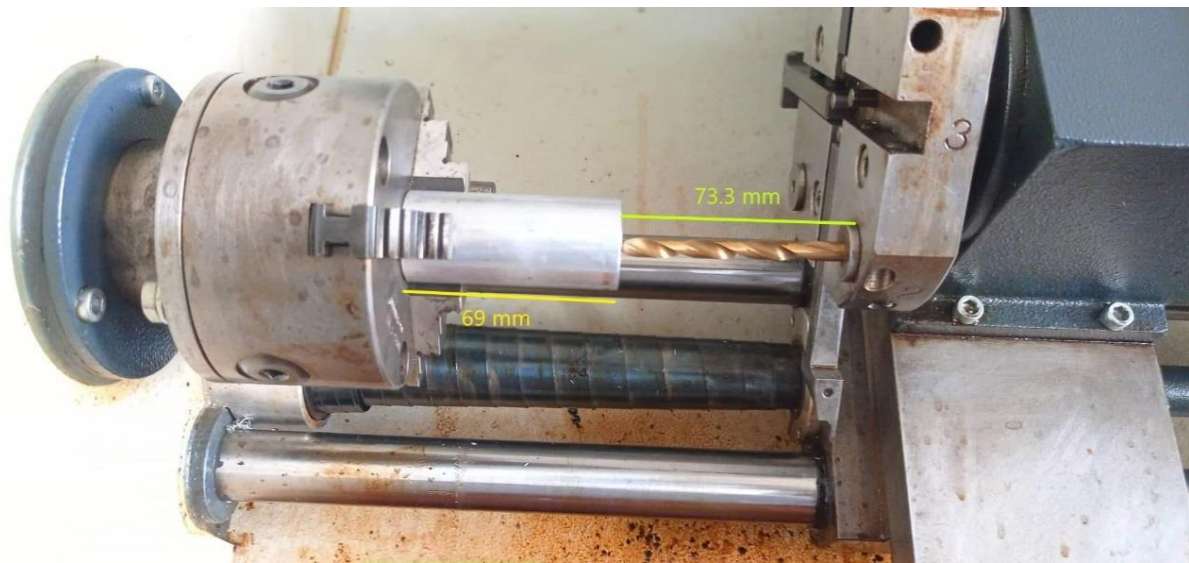


Figure V. 11 : Zéro machine suivant Z.

V.3.4. Adaptation du code G généré par WinCAM

On doit adapter le programme généré par WinCAM pour le rendre compatible avec Turning en commençant par la suppression des blocs qui contiennent des fonctions non compatibles et l'ajout d'autres qui sont nécessaires au déroulement du programme ; Figure V.12.

On doit ajouter :

- ✓ L'entête du programme (% Tensile spécimen Test 3SP3.NC)
- ✓ K180 : Le point de référence zéro programme doit être décalé de 190 mm de l'origine machine suivant Z+. G54 K190 au lieu de G54.
- ✓ M60 D20 L180 : Les dimensions de la pièce brute à usiner (pour la longueur c'est + 180 mm).
- ✓ G90 : Valeur absolu.

- ✓ G96 : Vitesse de coupe constante.
- ✓ M03 S130.
- ✓ M06 : Pour le chargement de l'outil approprié en position de travail (M06 T1).
- ✓ G1 : Il faut l'ajouter au début de tous les blocs dont le déplacement est à vitesse programmée.
- ✓ M8 : Pour activer l'arrosage.

On doit supprimer :

- ✓ T2 D2 et le remplacer par M06 T1
- ✓ G58 et les commentaires entre parenthèses.
- ✓ G95 G96 S0
- ✓ G95 F0.150 G97 S1400

Code Original	Code Modifié
N0005 G54	N0005 G54 K180
N0010 G95 G96 S0	N0010 M60 D20.00 L180.00
N0015 G58 X0. Z0.	N0015 G90
N0020 G97 S1400	N0020 G96
N0025 F0.150	N0022 G0 X70
N0030 T2 D3 (* Barr.port.-pl.neutre *)	N0024 G0 Z-100
N0035 G0 X22. Z-30.	N0025 M03 S130
N0040 M3	N0027 G0 Z-23.75
(**#00009 Cycle de dégrossissage, DIN 66025 **)	N0035 M06 T1
N0045 G95 F0.150 G97 S1400	N0040 M08
N0050 G0 X22. Z-30.	N0045 G1 X25. Z-25.75 F300
N0055 G1 X22.	N0050 G1 X21. Z-25.75 F80
N0060 G0 Z-30.	N0060 G0 X21. Z-25.75
N0065 X22.8	N0065 G1 X20. F2
N0070 G1 X20.6	N0070 G1 Z-134.7 F80
N0075 G1 Z-129.3 F0.150	N0075 G1 X22. Z-133.7
N0080 X22.6 Z-128.3	N0080 G0 Z-25.75
N0085 G0 Z-30.	N0085 G1 X19. F2
N0090 G1 X20.6	N0090 G1 Z-134.664 F80
N0095 G3 X19.850 Z-30.618 T.0 7 K0	N0095 G1 X21 7.133 664

Figure V. 12 : Aperçu du programme NC avant et après la modification.

Le code G final :

```

% Tensile specimen Test 3SP3.NC
N0005 G54 K180
N0010 M60 D20.00 L180.00
N0015 G90
N0020 G96
N0022 G0 X70
N0024 G0 Z-100
N0025 M03 S130
N0027 G0 Z-23.75
N0035 M06 T1
N0040 M08
N0045 G1 X25. Z-25.75 F300
N0050 G1 X21. Z-25.75 F80

N0060 G0 X21. Z-25.75
N0065 G1 X20. F2
N0070 G1 Z-134.7 F80
N0075 G1 X22. Z-133.7
N0080 G0 Z-25.75
N0085 G1 X19. F2
N0090 G1 Z-134.664 F80
N0095 G1 X21. Z-133.664
N0100 G0 Z-25.75
N0105 G1 X18. F2
N0110 G1 Z-134.552 F80
N0115 G1 X20. Z-133.552
N0120 G0 Z-25.75
N0125 G1 X17. F2
N0130 G1 Z-134.357 F80
N0135 G1 X19. Z-133.357
N0140 G0 Z-25.75
N0145 G1 X16. F2
N0150 G1 Z-134.061 F80
N0155 G1 X18. Z-133.061
N0160 G0 Z-25.75
N0165 G1 X15. F2
N0170 G1 Z-133.627 F80
N0175 G1 X17. Z-132.627
N0180 G0 Z-25.75
N0185 G1 X14. F2
N0190 G1 Z-132.954 F80
N0195 G1 X16. Z-131.954
N0200 G0 Z-25.75
N0205 G1 X21.

N0210 G0 Z-25.75
N0215 G1 X13.1 F2
N0220 G1 X13.1 Z-131.25 F80
N0225 G2 X20. Z-134.7 I3.45 K0.
N0230 G1 X21.

N0235 G0 Z-25.75
N0238 G0 X80

N0240 M06 T7
N0242 M08
N0245 G0 X25. Z-23.75
N0250 G1 X21. Z-23.75 F80 S130

N0265 G1 X20. F2
N0270 G1 Z-20.3 F80
N0275 G1 X22. Z-21.3
N0280 G0 Z-23.75
N0285 G1 X19. F2
N0290 G1 Z-20.336 F80
N0295 G1 X21. Z-21.336
N0300 G0 Z-23.75
N0305 G1 X18. F2
N0310 G1 Z-20.448 F80
N0315 G1 X20. Z-21.448
N0320 G0 Z-23.75
N0325 G1 X17. F2
N0330 G1 Z-20.643 F80
N0335 G1 X19. Z-21.643
N0340 G0 Z-23.75
N0345 G1 X16. F2
N0350 G1 Z-20.939 F80
N0355 G1 X18. Z-21.939
N0360 G0 Z-23.75
N0365 G1 X15. F2
N0370 G1 Z-21.373 F80
N0375 G1 X17. Z-22.373
N0380 G0 Z-23.75
N0385 G1 X14. F2
N0390 G1 Z-22.046 F80
N0395 G1 X16. Z-23.046
N0400 G0 Z-23.75
N0405 G1 X21.

N0410 G0 Z-23.75
N0415 G1 X13.1 F2
N0420 G3 X20. Z-20.3 I3.45 K0.
F80
N0425 G1 X21. F80
N0430 G0 Z-23.75
N0432 G0 X60

N0435 S169
N0440 M06 T1
N0442 M08
N0445 G0 X20. Z-25.75
N0450 G1 X13.2 Z-25.75 F2 S169

```

N0460 G1 X12.5 Z-25.75 F2
N0465 G1 X12.5 Z-131.25 F80
N0470 G2 X20. Z-135. I3.75 K0.
N0475 G0 X60

N0480 M06 T7
N0482 M08
N0485 G0 X25. Z-23.75
N0490 G1 X13.2 Z-23.75 F80 S169

N0500 G1 X12.5 Z-23.75 F2
N0505 G3 X20. Z-20. I3.75 K0.
F80

N0515 G0 X80. Z-20.
N0520 G0 X80. Z-155.
N0522 G96 S58
N0523 M06 T01
N0524 M08
N0525 G0 X30. Z-157.
N0530 G1 X21. Z-157. F80

N0555 G1 X20. F2
N0560 G1 X19. Z-157.
N0565 G0 X21. Z-157.
N0570 G1 X19. Z-157.
N0575 G1 X18. Z-157.
N0580 G0 X20. Z-157.
N0585 G1 X18. Z-157.
N0590 G1 X17. Z-157.
N0595 G0 X19. Z-157.
N0600 G1 X17. Z-157.
N0605 G1 X16. Z-157.
N0610 G0 X18. Z-157.
N0615 G1 X16. Z-157.
N0620 G1 X15. Z-157.
N0625 G0 X17. Z-157.
N0630 G1 X15. Z-157.
N0635 G1 X14. Z-157.
N0640 G0 X16. Z-157.
N0645 G1 X14. Z-157.
N0650 G1 X13. Z-157.
N0655 G0 X15. Z-157.

N0660 G1 X13. Z-157.
N0665 G1 X12. Z-157.
N0670 G0 X14. Z-157.
N0675 G1 X12. Z-157.
N0680 G1 X11. Z-157.
N0685 G0 X13. Z-157.
N0690 G1 X11. Z-157.
N0695 G1 X10. Z-157.
N0700 G0 X12. Z-157.
N0705 G1 X10. Z-157.
N0710 G1 X9. Z-157.
N0715 G0 X11. Z-157.
N0720 G1 X9. Z-157.
N0725 G1 X8. Z-157.
N0730 G0 X10. Z-157.
N0735 G1 X8. Z-157.
N0740 G1 X7. Z-157.
N0745 G0 X9. Z-157.
N0750 G1 X7. Z-157.
N0755 G1 X6. Z-157.
N0760 G0 X8. Z-157.
N0765 G1 X6. Z-157.
N0770 G1 X5. Z-157.
N0775 G0 X7. Z-157.
N0780 G1 X5. Z-157.
N0785 G1 X4. Z-157.
N0790 G0 X6. Z-157.
N0795 G1 X4. Z-157.
N0800 G1 X3. Z-157.
N0805 G0 X5. Z-157.
N0810 G1 X3. Z-157.
N0815 G1 X2. Z-157.
N0820 G0 X4. Z-157.
N0825 G1 X2. Z-157.
N0830 G1 X1. Z-157.
N0835 G0 X3. Z-157.
N0840 G1 X1. Z-157.
N0845 G1 X0. Z-157.
N0855 G0 X22. Z-157.
N0860 G0 X50.
N0865 G0 Z-60

N0875 M30

V.3.5. Usinage de l'éprouvette de traction normalisée

a) Placement de la pièce brute

On place la pièce brute de l'aluminium de diamètre 20 mm et de longueur 180 mm dans le mandrin en laissant 10 mm loin de l'origine machine pour éviter la collision entre l'outil et la pièce lors du tronçonnage.



Figure V. 13 : Emplacement de la pièce brute.

b) Montage des outils de coupe T1 et T7 sur la tourelle

Les outils de coupe T1 et T7 sont placés sur la tourelle où les paramètres JOx et JOz sont introduits.

c) Chargement du programme d'usinage

Dans le menu principal de Turning en cliquant sur F1 File puis Load program et on choisit le fichier .NC (code G) qui nous concerne.



Figure V. 14 : Chargement du code G.

d) Simulation du code G

On simule le code G en cliquant sur F4 simul pour voir est-ce qu'il y a des erreurs à corriger.

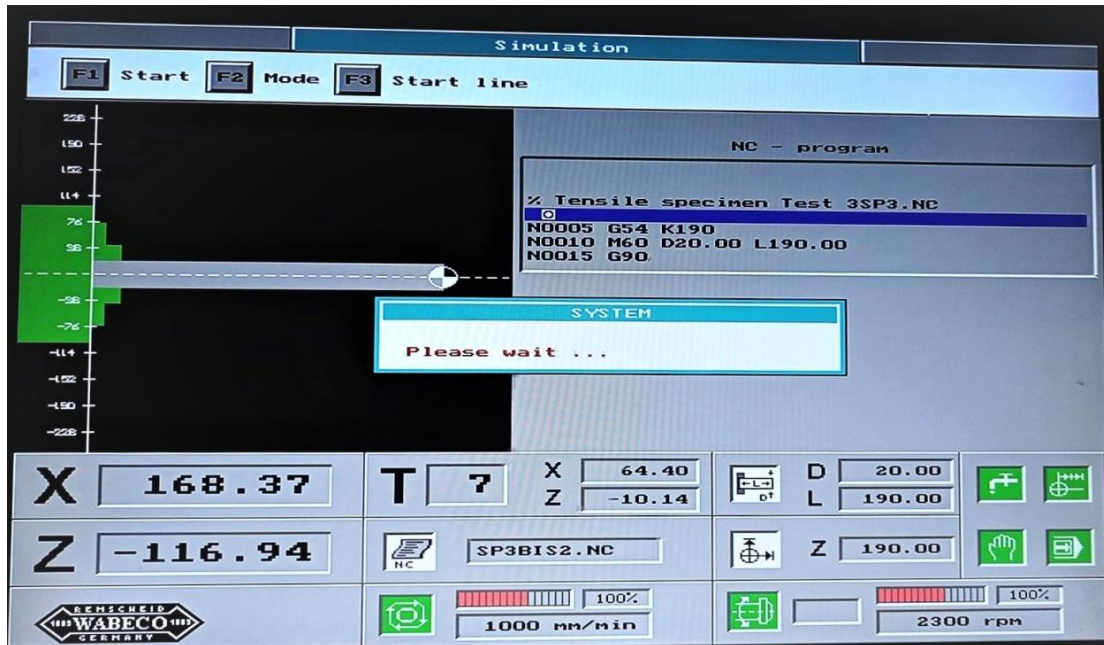


Figure V. 15 : Simulation du code G.

e) Exécution automatique du code G

Une fois le code G est bien réglé, on l'exécute en mode automatique en appuyant sur F1.

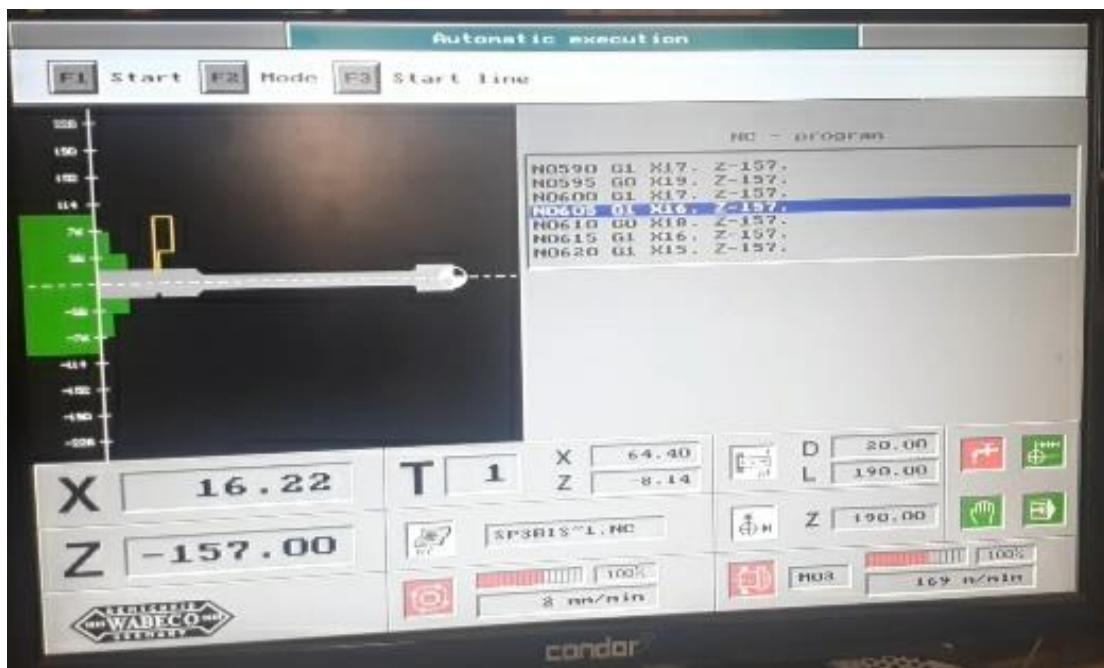


Figure V. 16 : Exécution en mode automatique du code G.

f) Résultat de l'usinage

Une série d'éprouvettes en aluminium et en laiton ont été réalisées. La figure V.17 montre une pièce en laiton réalisée. La pièce est conforme aux exigences géométriques et dimensionnelles de la norme (ASTM E8M).

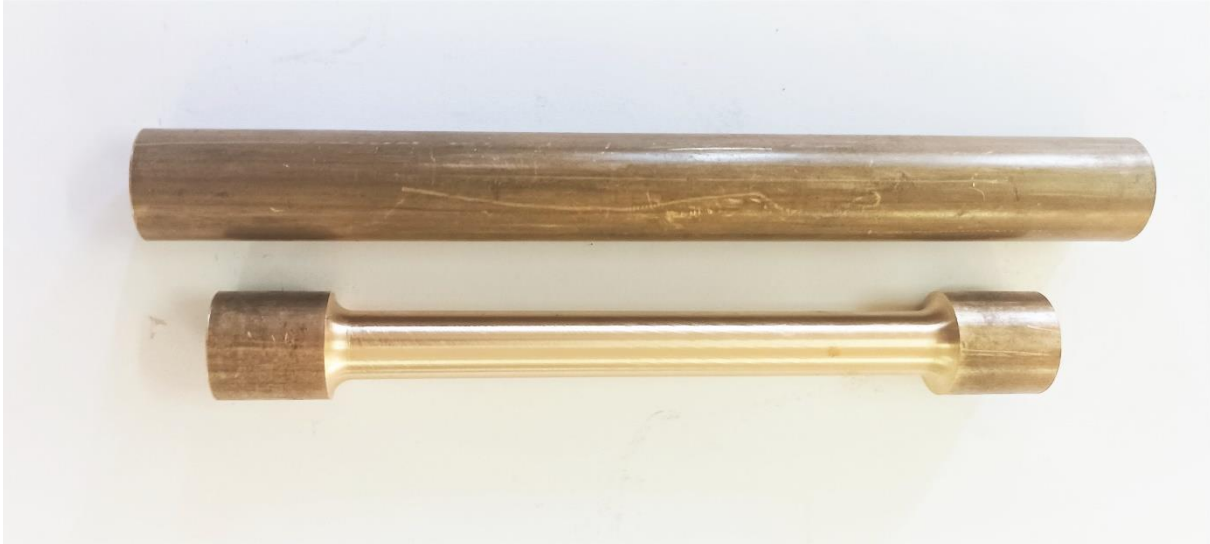


Figure V. 17 : Pièce brute et pièce finie.

V.4.Conclusion

Ce chapitre V représente la partie pratique de notre travail où nous avons décrit les différentes étapes pour réaliser une éprouvette de traction normalisée sur le tour CC-D100, démarrant par la définition des origines de la machine, l'utilisation de l'interface Turning afin de la réalisation.

Après une série de corrections des erreurs d'usinage, on a eu une pièce bien finie et conforme aux exigences de la norme ASTM E8M - Spécimen 3.

Conclusion générale

Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques dans le domaine de la fabrication par les machines CNC et d'acquérir une bonne expérience au niveau de la réalisation pratique.

Dans le premier chapitre on s'y familiarisé avec la structure générale des machines-outils à commande numérique, leurs classifications et les différents organes et composants de la MOCN.

La deuxième et la troisième partie était la définition du tour Wabeco CC-D100, leur composants et structure physique que ce soit mécaniques, électriques et automatiques. Suivi de la familiarisation avec les fonctions préparatoires et auxiliaires du tour Wabeco CC-D100 et la génération automatique de G-Code selon la norme DIN 66025 par WinCAM T.

Nous avons appris comment utiliser WinCAM pour dessiner une pièce, créer le code G et le simuler en partie FAO, et au quatrième chapitre, on a réalisé une éprouvette de traction normalisée en conformité à la norme ASTM E8M. La pièce était bien finie.

En conclusion, nous espérons que ce modeste travail pourrait servir de référence pour les prochaines promotions et aux chercheurs qui veulent couper des éprouvettes de traction normalisées afin de caractériser leur comportement quasi-statique.

Références bibliographiques

- [1] CNC Machine [En ligne]. Disponible sur : <https://www.theengineerspost.com/cnc-machine-working/> [Accès le 12/07/2022].
- [2] Gilles Prod'homme. Commande numérique des machines-outils [En ligne]. In : Encyclopédie de techniques de l'ingénieur. Référence B7130v1, Paris, 1996. Disponible sur : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mecanique-th7/outillage-machine-outil-et-chaine-numerique-pour-le-travail-des-materiaux-42511210/commande-numerique-des-machines-outils-b7130/>. [Accès le 12/07/2022].
- [3] Tours à commande numérique [En ligne]. Disponible sur : <https://www.keyence.fr/ss/products/measure-sys/machining/cutting/nc-lathe.jsp> [Accès le 12/07/2022].
- [4] Djamel SMAINI, Rafik BEN KADI, « Conception et réalisation d'une machine CNC », Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, Algérie, 2015.
- [5] E. Duc E. Lefur, « Machines-outils à commande numérique structure, modélisation et réglage », Préparation à l'agrégation de génie mécanique, 16 Septembre 1997.
- [6] Bouanik Fouad, « Simulation de l'usinage d'un guidage longitudinal sous le logiciel SINUTRAIN 828D ShopMill », Mémoire de Master, Université de Badji-Mokhtar-Annaba, p.61, 2016.
- [7] Lossendiere, « Les origines et systèmes de coordonnées » [En ligne]. Disponible sur : <https://www.makerslide-machines.xyz/fr/2018/03/25/fr-les-systemes-de-coordonnees/> [Accès le 12/07/2022].
- [8] Rocardier, « Cours sur le Tournage – Usinage » [En ligne]. Disponible sur : <https://www.rocdacier.com/cours-tournage-usinage/>, 2017 [Accès le 12/07/2022].
- [9] Abdelkarim GHRAB, « Tournage fraisage machines-outils » [En ligne]. Disponible sur : https://www.academia.edu/32050923/Tournage_fraisage_machines_outils [Accès le 12/07/2022].
- [10] Alain PASSERON, « Tournage ». Techniques de l'Ingénieur, Génie mécanique, BM 7086, 1986.

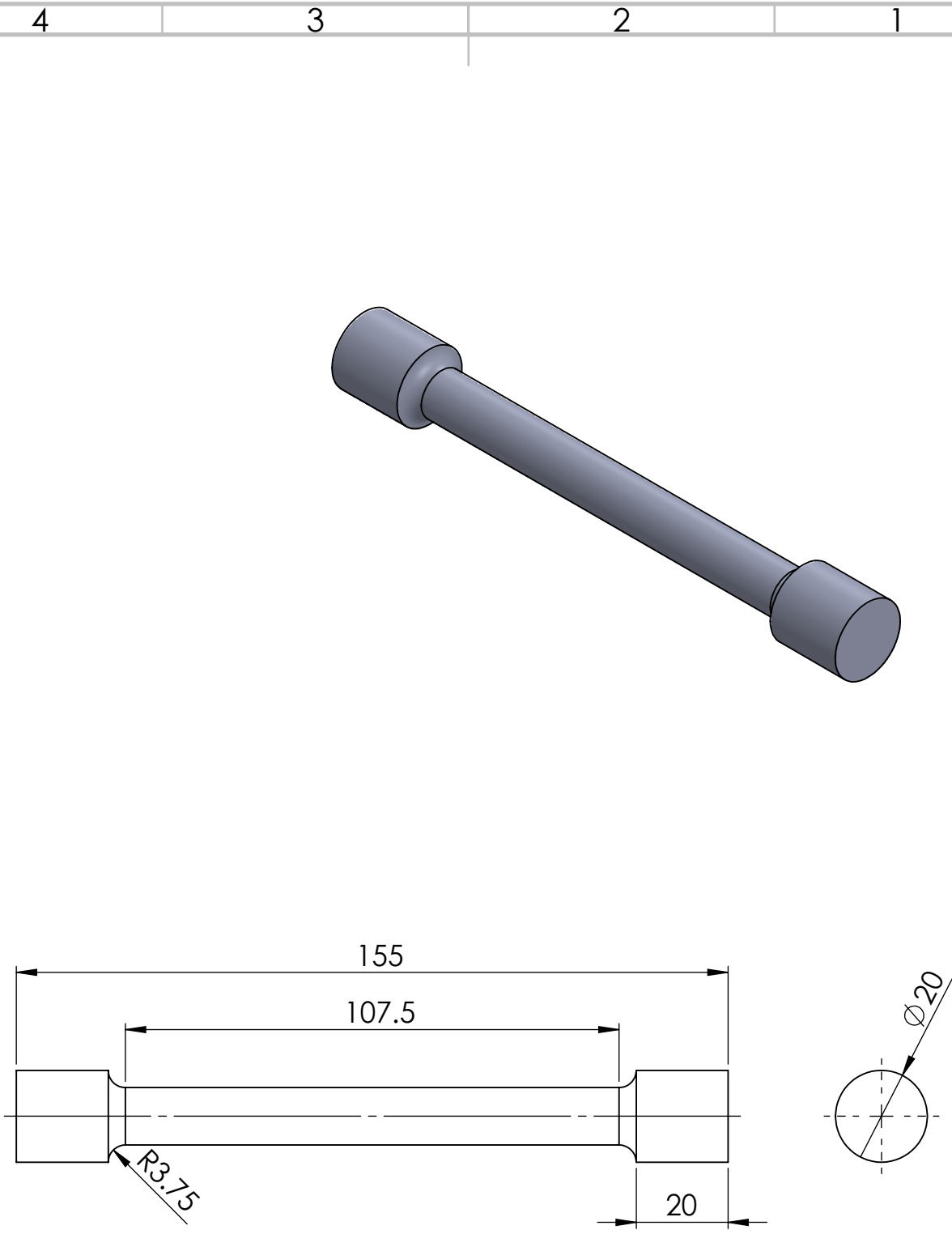
[11] Walter Bolmbach GmbH. Manual of "Wabeco Turning Software" from version 1.0, Remscheid, 1993.

[12] Hamid CHATBI, « Réalisation d'une commande pour une machine (SNC, 3D) », Mémoire de Master, Université Akli Mohand Oulhadj Bouira, 2017.

[13] Rafik BEN KAD, Djamel SMAINI, « Conception et réalisation d'une machine CNC », Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2015.

ANNEXE 1

DESSIN DE DEFINITION DE L'ÉPROUVETTE DE TRACTION NORMALISÉE SPECIMEN 3 SELON LA NORME ASTM E8M



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

Université de Jijel-Dépt.GM

	NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR	LG		21/07/2022
VERIF.			
APPR.			
FAB.			
QUAL.			

TITRE:	
Eprouvette de traction normalisée Spécimen 3 ASTM E8M	
No. DE PLAN	01
MATERIAU:	Laiton
MASSE:	
ECHELLE:1:2	FEUILLE 1 SUR 1

QUAL.

A4

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

4 3 2 1

ANNEXE 2

DIMENSIONS DE L'ÉPROUVETTE DE TRACTION
NORMALISÉE SPECIMEN 3 SELON LA NORME
ASTM E8M

Selon la norme ASTM, elles existent cinq géométries d'éprouvettes de traction cylindriques normalisées (Spécimen 1-Spécimen 5). Pour la norme ASTM E8, les éprouvettes d'essai ont une longueur de la jauge G qui fait quatre fois le diamètre de l'éprouvette. Cependant, la longueur de la jauge G fait cinq fois le diamètre de l'éprouvette pour la norme ASTM E8M.

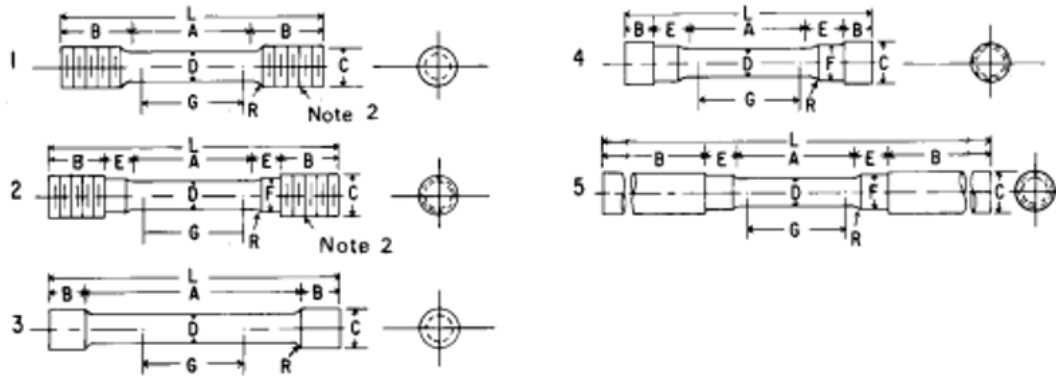


Figure A1 : Géométries des éprouvettes de traction cylindriques normalisées (ASTM E8/E8M).

Dimensions, mm [in.]					
For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8]					
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
G—Gage length	50 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	50 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	50 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	50 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	50 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]
D—Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]
R—Radius of fillet, min	10 [0.375]	10 [0.375]	2 [0.0625]	10 [0.375]	10 [0.375]
A—Length of reduced section	56 [2.25]	56 [2.25]	100 [4]	56 [2.25]	56 [2.25]
L—Overall length, approximate	145 [5]	155 [5.5]	155 [5.5]	140 [4.75]	255 [9.5]
B—Length of end section (Note 3)	35 [1.375]	25 [1]	20 [0.75]	15 [0.5]	75 [3]
C—Diameter of end section	approximate	approximate	approximate	approximate	min
E—Length of shoulder and fillet section, approximate	20 [0.75]	20 [0.75]	20 [0.75]	22 [0.875]	20 [0.75]
F—Diameter of shoulder		15 [0.625]		15 [0.625]	15 [0.625]

Dimensions, mm [in.]					
For Test Specimens with Gauge Length Five times the Diameter [E8M]					
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
G—Gage length	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]	62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005]
D—Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]
R—Radius of fillet, min	10 [0.375]	10 [0.375]	2 [0.0625]	10 [0.375]	10 [0.375]
A—Length of reduced section	75 [3]	75 [3]	75 [3]	75 [3]	75 [3]
L—Overall length, approximate	145 [5]	155 [5.5]	155 [5.5]	140 [4.75]	255 [9.5]
B—Length of end section (Note 3)	35 [1.375]	25 [1]	20 [0.75]	15 [0.5]	75 [3]
C—Diameter of end section	approximate	approximate	approximate	approximate	min
E—Length of shoulder and fillet section, approximate	20 [0.75]	20 [0.75]	20 [0.75]	22 [0.875]	20 [0.75]
F—Diameter of shoulder		15 [0.625]		15 [0.625]	15 [0.625]

Tableau A1 : Dimensions des éprouvettes de traction cylindriques normalisées (ASTM E8/ E8M).

ملخص

تلعب آلات التحكم الرقمي دورًا مهمًا في العديد من مجالات الصناعة الحديثة بفضل دقتها وجودتها العالية. قدمنا في مشروعنا وصفًا عامًا لمخرطة وابيكو س-س-د 100، بالإضافة إلى واجهة تطبيق تيرنن لهذه المخرطة، وتطبيق وين كام تيرنن الذي يسهل إنشاء ال ج-كود الذي يعتبر لغة البرمجة لهذه الآلات.

في الجزء العملي، قمنا بتصميم وتصنيع عينة إختبار شد موحدة وفقا للمعيار أس ت م (8م)

الكلمات المفتاحية: آلات التحكم الرقمي , الصناعة , مخرطة الوابيكو س-س-د 100 , الخراطة , ج-كود، وين كام.

Abstract

CNC machines play an important role in several fields of modern industry due to their precision and high quality. We presented in our project a general description of the Wabeco CC-D100 lathe, as well as the interface of the Turning application of this lathe and the WinCAM application which facilitates the automatic generation of the G -code which is the programming language of these machines.

In the practical part, we designed and manufactured a standard tensile specimen according to ASTM (E8M).

Keywords: CNC Machine, Industry, Wabeco CC-D100 Lathe, Turning, G-Code, WinCAM.

Résumé

Les machines CNC jouent un rôle important dans plusieurs domaines de l'industrie moderne grâce à leur précision et haute qualité. Nous avons présenté dans notre projet une description générale du tour Wabeco CC-D100, ainsi que l'interface de l'application de tournage de ce tour et l'application WinCAM tournage qui facilite la génération automatique du code G qui est le langage de programmation de ces machines.

Dans la partie pratique, nous avons conçu et fabriqué une éprouvette de traction normalisé selon ASTM (E8M).

Mots clés : Machine CNC, Industrie, Tour Wabeco CC-D100, Tournage, Code-G, WinCAM.