



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان



Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

En : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Par : NACER Somia Chaima

Sujet

**Programmation paramétrée des instructions d'usinage
CN dans un environnement CAO.**

Soutenu le 04 / 07 / 2021 , devant le jury composé de

Mr.BENACHOUR Mustapha	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr.SEBA A Fethi	MCA	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr.RAHOU Mohamed	Professeur	EPST.Tlemcen	Co-Encadreur
Mr.MANGOUCI Ahmed	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur

Année universitaire : 2020 -2021

Remerciements

Je remercie « Allah » de m'avoir aidé à terminer ce modeste travail.

Au terme de cinq années d'étude au sein du département de génie mécanique, achevées par la rédaction et la soutenance de ce mémoire de master en Génie Mécanique option « CM», nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à son bon déroulement.

J'ai tant de reconnaissance à exprimer à l'égard de Monsieur SEBAA Fethi qui m'a proposé ce sujet et a suivi son élaboration avec grand soin. Grâce à ses larges connaissances, ses précieux conseils et ses encouragements, ce travail a été mené à terme. Ce fut un honneur de travailler avec lui.

Je remercie Co-encadreur RAHOU Mohamed qui me aussi bien soutenu, ses conseils ont été des plus bénéfiques pour mener à bien ce travail, je lui exprime mon profond respect.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury, particulièrement Mr BENACHOUR Mustapha et Mr MANGUOUCHI Ahmed qui nous ont fait l'honneur de présider le jury ainsi que l'examinassions du mémoire.

Comme je remercie sans toutefois les citer, tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Notre profonde reconnaissance s'adresse à l'ensemble des enseignants de notre département.

NACER Somia Chaima

Dédicaces

Louanges à dieu Clément et Miséricordieux qui m'a donné la force physique et morale pour réaliser mon rêve, un rêve que je souhaite se prolonger encore longtemps.

Je dédie ce mémoire à tous ce qui œuvrent, qui luttent, qui cherchent pour que le savoir soit maître et que chacun de nous soit muni de toutes les armes intellectuelles afin de servir le pays et de vivre noblement.

- En cette heureuse et mémorable circonstance, je tiens à remercier vivement mes chers parents AHMED Amaria , Ahmed des sources intarissables d'affections, d'attention et de dévouement.

- Mes frères Bilel. Khiradine, Rafik et ma sœur Mébarka, pour leurs soutiens moraux.

- Tous mes amis (ies) F.GHAOUTI , Ch.MARREF, G.BOUSSOUAR, S.MAAMAR B.NEDJAI , Y.BOUABDALLAH, A.NEGADI , O.BOUZIDI , I.SOUNA, A.NAIM S.MEBRAK , N.BENMOLOUDE. N, LOURGHI.

- A tous ceux qui m'ont consacré leur temps et leur attention, je dis encore et toujours MERCI.

- J'espère n'avoir oublié personne.

Que Dieu le tout puissant récompense les bienfaisants.

NACER Somia Chaima

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviations

ملخص

Résumé

Abstract

Introduction générale..... 1

Chapitre I:Technologie des MOCN.

1.1	Introduction	2
1.2	Historique	2
1.3	Définition de la commande numérique	4
1.4	Justification de la commande numérique	4
1.4.1	Automaticité	4
1.4.2	Flexibilité	4
1.4.3	Sécurité.....	6
1.5	Définition d'une machine-outil à commande numérique	6
1.6	Structure d'une machine-outil à commande numérique	7
1.6.1	Partie commande	7
1.6.2	Partie opérative.....	8
1.7	Architecture d'une commande numérique	9
1.7.1	Directeur de commande numérique	10
1.7.2	Pupitre de commande	10
1.7.3	Bâti	11
1.7.4	Mandrin	12
1.7.5	Porte-outil.....	12
1.7.6	Poupée mobile	13
1.7.7	Lubrification.....	13
1.8	Moteur	14
1.8.1	Moteur pas à pas.....	14
1.8.2	Moteurs à courant continu.....	15
1.8.3	Moteurs synchrones.....	15

1.9	Capteur.....	16
1.9.1	Capteur de position.....	16
1.9.2	Capteur de déplacement	16
1.9.2.1	Capteurs analogiques	16
1.9.2.2	Capteurs numériques	16
1.10	Familles des machines à commande numérique.....	16
1.10.1	Tournage à commande numérique (TCN).....	16
1.10.2	Fraisage à commande numérique (FCN)	18
1.10.3	Rectification à commande numérique	19
1.11	Classification des MOCN	19
1.11.1	Classification des MOCN selon le mode de fonctionnement	20
1.11.1.1	Fonctionnement en boucle ouvert	20
1.11.1.2	Fonctionnement en boucle fermée	20
1.11.1.3	Fonctionnement avec commande adaptative	21
1.11.2	Classification des MOCN selon le nombre d'axes.....	22
1.11.3	Classification des MOCN selon le mode d'usinage.....	24
1.11.3.1	Commande numérique point à point.....	24
1.11.3.2	Commande numérique par axiale	24
1.11.3.3	Commande numérique de contournage	25
1.12	Domaine d'application de la CN	25
1.13	Pourquoi utiliser les MOCN ?	26
1.14	Conclusion	27

Chapitre II:Programmation des MOCN.

2.1	Introduction	29
2.2	Mode.....	29
2.3	Définition d'un programme	29
2.4	Structure d'un programme.....	29
2.4.1	Numéro de programme.....	30
2.4.2	Séquence du programme	30
2.4.3	Mots.....	31
2.4.4	Adresses utilisés	32
2.4.5	Codes utilisables.....	33
2.5	Fonctions préparatoires G.....	34
2.6	Fonctions auxiliaires M	36
2.7	Système d'axes de la commande numérique.....	37

2.7.1	Axes primaires (mouvement de translation)	37
2.7.2	Axe secondaires.....	37
2.7.3	Axes rotatifs	37
2.8	Référentiel de programmation en TOURNAGE	38
2.9	Référentiel de programmation en FRAISAGE.....	38
2.10	Origines des systèmes de coordonnées.....	39
2.11	Origines des MOCN	41
2.12	Programmation de commande numérique.....	42
2.13	Coordonnées de la programmation.....	42
2.13.1	Coordonnées cartésiennes	42
2.13.2	Coordonnées polaires	43
2.13.3	Angle et une coordonnée cartésienne.....	44
2.14	Réglage de la position relative Origine Machine/Origine Programme sur différentes MOCN	45
2.14.1	Réglage sur Denford	45
2.14.1.1	Remise à zéro d'une MOCN (RAZ)	45
2.14.1.2	Introduction des données de départ.....	45
2.14.2	Réglage sur PC TURN 155 (EMCO).....	46
2.14.3	Réglage sur Boxford.....	48
2.15	Fichier STL.....	49
2.16	Langage et programmation CNC	50
2.16.1	Langage ISO.....	50
2.16.2	Langage Fanuc	50
2.16.3	Langage NUM.....	50
2.16.4	Langage SIEMENS	50
2.16.5	Langage HEIDENHAIN	50
2.16.6	Langage PROFORM	50
2.17	Conclusion	51

Chapitre III:Module développé.

3.1	Introduction	53
3.2	Présentation de logiciel.....	53
3.3	Présentation du module	54
3.4	Choix de la machine	54
3.5	Choix des paramètres de langage tournage	55
3.6	Commande FANUC	55

3.6.1	Présentation du poste de travail.....	56
3.6.2	Réglage des origines.....	57
3.6.3	Fonctions préparatoires	58
3.6.4	Fonctions auxiliares.....	58
3.6.5	Syntaxe des fonctions préparatoires	59
3.6.5.1	Mouvement rapide	59
3.6.5.2	Cycle de chariotage	60
3.6.5.3	Cycle de dressage	60
3.6.5.4	Cycle de filetage	61
3.6.5.5	Cycle de rainurage	61
3.6.5.6	Cycle de perçage avec débouillage	62
3.6.6	Programmation paramétrée	62
3.6.6.1	Cycle de dressage	63
3.6.6.2	Application de dressage.....	63
3.6.6.3	Cycle de chariotage	64
3.6.6.4	Application de chariotage.....	64
3.6.6.5	Cycle de filetage	65
3.6.6.6	Application de filetage.....	65
3.6.6.7	Cycle de rainurage	66
3.6.6.8	Application de rainurage	66
3.6.6.9	Cycle de perçage avec débouillage	67
3.6.6.10	Application de perçage avec débouillage	67
3.6.7	Application générale	68
3.7	Choix des paramètres de langage de fraisage.....	70
3.8	Commande FANUC	70
3.8.1	Présentation du poste de travail.....	71
3.8.2	Choix les fonctions préparatoires	72
3.8.3	Syntaxe des fonctions préparatoires	72
3.8.4	Choix des fonctions auxiliaires	73
3.9	Conclusion.....	74
	Conclusion générale.....	76
	Références Bibliographiques.....	77

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau 1- 1 : Différents étapes de développement de CN.....	3
Tableau 1- 2 : Eléments de machine TCN.	17
Tableau 1- 3 : Eléments de machine FCN.....	18
Tableau 1- 4 : Axes des différents mouvements possible.	22
Tableau 1- 5 : Classification des machines-outils.	23
Tableau 1- 6 : Domaines d’application.	26

Chapitre II

Tableaux 2- 1 : Adresses utilisées.	32
Tableaux 2- 2 : Codes utilisables.	33
Tableaux 2- 3 : Classification des fonctions préparatoires G.	34
Tableaux 2- 4 : Classification des fonctions auxiliaires M.	36
Tableaux 2- 5 : Points utilisées dans des MOCN.	40
Tableaux 2- 6 : Origines utilisées dans les MOCN.....	41

Liste des figures

Chapitre I

Figure 1- 1 : Première MOCN en 1952.....	3
Figure 1- 2: Fraiseuses CN kunzmmn série WF 400 - WF 600.....	6
Figure 1- 3: Structure d'une MOCN.....	7
Figure 1- 4: Fonction originale d'une commande numérique.....	8
Figure 1- 5 : Structure de la partie opérative.....	8
Figure 1- 6 : Eléments de la partie opérative	9
Figure 1- 7 : Architecture d'une MOCN.....	9
Figure 1- 8: Directeur de commande numérique (DCN).....	10
Figure 1- 9 : Différents pupitres.....	11
Figure 1- 10 : Différents bâtis.....	11
Figure 1- 11 : Différents mandrins.....	12
Figure 1- 12 Différents porte-outils.....	12
Figure 1- 13 : Différents poupées mobiles.....	13
Figure 1- 14 : Différents lubrifiants.....	13
Figure 1- 15 : Moteur pas à pas.....	14
Figure 1- 16: Moteur courant continu ALSTHOM.....	15
Figure 1- 17: Moteur synchrone triphasé.....	15
Figure 1- 18: Tour CN TBI500 MC.....	17
Figure 1- 19: Fraiseuses CN SAPHIA 450.....	18
Figure 1- 20 : Différents opérations de rectification.....	19
Figure 1- 21: Fonctionnement en boucle ouvert.....	20
Figure 1- 22: Fonctionnement en boucle fermée.....	21
Figure 1- 23: Commande adaptative.....	21
Figure 1- 24: Axes fraiseuse et tour.....	22
Figure 1- 25: Commande numérique point à point.....	24
Figure 1- 26: Commande numérique paraxiale.....	24
Figure 1- 27: Commande numérique de contournage	25

Chapitre II

Figure 2- 1: Structure d'un bloc de programme d'usinage.	30
Figure 2- 2: Système de coordonnées machine.	37
Figure 2- 3: Référentiel programmation d'un tour.	38
Figure 2- 4: Référentiel programmation d'une fraiseuse.	39
Figure 2- 5: Règle de la main.	39
Figure 2- 6: Coordonnées cartésiennes.	43
Figure 2- 7: Coordonnées polaires.	43
Figure 2- 8: Angle et coordonnées cartésiennes.	44
Figure 2- 9: Décalage de l'origine machine.	46
Figure 2- 10: Décalage direct.	47
Figure 2- 11 : Masque d'entrée pour décalage d'origine G54.	47
Figure 2- 12 : Pupitre BOXFORD	48
Figure 2- 13: Modèle 3D d'une sphère.	49

Chapitre III

Figure 3- 1: Interface du module développé.	54
Figure 3- 2: Choix de la machine	54
Figure 3- 3: Choix du langage CN.	55
Figure 3- 4: Fonctions Tournage.	56
Figure 3- 5 : Présentation du poste de travail.	56
Figure 3- 6: Réglage des origines.	57
Figure 3- 7 : Origine programme.	57
Figure 3- 8: Fonctions préparatoires	58
Figure 3- 9: Fonctions auxiliaires en Tournage.	58
Figure 3- 10: Syntaxe des fonctions préparatoires.	59
Figure 3- 11: Mouvement rapide.	59
Figure 3- 12: Cycle de chariotage.	60
Figure 3- 13: Cycle de dressage.	60
Figure 3- 14 : Cycle de filetage.	61
Figure 3- 15: Cycle de rainurage.	61
Figure 3- 16: Cycle de perçage avec débourrage.	62
Figure 3- 17: Programmation paramétrée.	62
Figure 3- 18 : Cycle de dressage.	63
Figure 3- 19: Application d'un cycle de dressage.	63
Figure 3- 20: Cycle de chariotage.	64
Figure 3- 21: Application d'un cycle de chariotage.	64
Figure 3- 22: Cycle de filetage.	65
Figure 3- 23: Application d'un cycle de filetage.	65
Figure 3- 24: Cycle de rainurage.	66
Figure 3- 25: Application d'un cycle de rainurage.	66
Figure 3- 26 : Cycle de perçage.	67
Figure 3- 27: Application d'un cycle de perçage avec débourrage.	67
Figure 3- 28 : Exercices d'applications.	68
Figure 3- 29 : Application 2	68
Figure 3- 30 : Application 4	69
Figure 3- 31: Choix de langage CN.	70
Figure 3- 32: Fonctions de fraisage.	71
Figure 3- 33: Présentation du poste de travail.	71
Figure 3- 34: Fonctions préparatoires.	72
Figure 3- 35: Syntaxe des fonctions préparatoires.	72
Figure 3- 36: Fonctions auxiliaires.	73

Abréviations

CFAO : Conception et fabrication Assistée par Ordinateur

CN : Commande Numérique

CNC : Commande Numérique par Calculateur

DCN : Directeur de Commande Numérique

DNC : Contrôle numérique direct

EIA : Electronics Industrie Association

FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur

ISO : Internationale Standards Organisation

IMD : Introduction Manuelle des Données

MOCN : Machine-Outil à Commande Numérique NF

AFNOR : Normalisation française

FCN : Fraisage commande numérique

TCN : Tournage commande numérique

OM : Origine Machine

R(Om) : Origine mesure

OP : Origine programme

W(Op) : Origine pièce

PREF : Prise de référence

DEC1 : Décalage Origine Programme

RAZ : Remise à Zéro

2D : Dessin à deux dimensions

3D : Dessin à trois dimensions

S : vitesse de rotation (Tr/mn)

F : vitesse d'avance (mm/mn)

Vc : vitesse de coupe (m/mn)

Fz : l'avance (mm/dent)

D : diamètre de la pièce (mm)

ARS : Acier rapide supérieur

CM : carbure métallique

UGV : Usinage grande vitesse

UTGV : Usinage très grande vitesse

NC2P : Numerical control parameterized programming.

LF : fin de bloc

CR : Norme EIA

BS : Norme EIA

Résumé

La commande numérique est un procédé d'automatisation qui permet les déplacements des organes de la machine-outil, à partir d'informations codées de caractères alphanumériques.

Ce travail a pour objet la contribution au développement d'un module NC2P en VB 6.0 pour l'écriture d'un programme CN à partir d'un dessin de définition des produits en programmation paramétrée en mode conversationnel. Pour atteindre cet objectif, deux parties ont été nécessaires. La première partie est consacrée à la technologie et la programmation des MOCN. La seconde partie aborde la programmation paramétrée des MOCN en langage Fanuc.

Mots-clés : Programmation paramétrée, commande numérique, CAO

ملخص

التحكم العددي هو عملية تسمح بحركة مكونات أداة الآلة، من المعلومات المشفرة بأحرف أبجدية رقمية. الغرض من هذا العمل هو المساهمة في تطوير وحدة NC2P في VB 6.0 لكتابة برنامج NC من تعريف منتج رسم في برمجة ذات معلمات في وضع المحادثة. لتحقيق هذا الهدف، كان من الضروري وجود جزأين. الجزء الأول مخصص لتكنولوجيا وبرمجة شبكات MOCN. الجزء الثاني يتعامل مع البرمجة ذات المعلمات لشبكات MOCN بلغة Fanuc.

الكلمات الرئيسية: البرمجة ذات المعايير، التحكم العددي، CAO.

Abstract

Numerical control is an automation process that allows the movement of machine Tools components, from information encoded with alphanumeric characters.

The purpose of this work is to contribute to the development of an NC2P module in VB 6.0 for writing an NC program from à product definition drawing in parameterized programming in conversationnel mode.To achieve this goal, two parts were necessary. The first part is devoted to the technology and programming of MOCNs. The second part deals with the parameterized programming of MOCNs in Fanuc language.

Keywords : Parameterized programming, numerical control, CAO.

Introduction générale

La machine-outil à commande numérique et son évolution actuelle représentent aujourd'hui le moyen de production le plus important des pièces mécaniques. De par l'avancée des techniques, cette dernière a subi des modifications, et le couple outil machine-outil s'est adapté aux exigences de productivité modernes. Une Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN) est une machine d'usinage à cycles automatiques programmables. Les directeurs de commande des MOCN sont aussi diverses que variées. [2]

La connaissance de ces machines ainsi que la manière de les utiliser, sont devenues nécessaires pour les techniciens et opérateurs. Il en résulte des fonctions préparatoires et auxiliaires, entraînant des difficultés lors de la préparation des programmes en vue de l'usinage.

Ce travail consiste à élaborer une programmation paramétrée des instructions d'usinage CN dans un environnement CAO à l'aide du logiciel Visual Basic 6.0.

Afin d'atteindre cet objectif, ce mémoire est structuré en trois chapitres.

Le premier chapitre est consacré pour la technologie des machines-outils à commande numérique (MOCN).

Le second chapitre concerne la programmation des MOCN , en citant le système d'axes et les différentes origines en tournage et fraisage.

Le troisième chapitre est réservé à la présentation du module développé en Visual Basic 6.0.

Ce travail se termine par une conclusion générale suivie de perspective.

Chapitre I
Technologie des MOCN

1.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation d'un aperçu général sur la technologie des MOCN, citant la classification, le système d'axes et l'architecture des MOCN.

1.2 Historique

La fin du XVII^e siècle Falcon et jacquard est montré qu'il était possible de commander les mouvements d'une machine à partir d'informations transmises par un carton perforé. Leur métier à tisser de 1805 fut le premier équipement à être doté de cette technique et, de ce point de vue, il peut être considéré comme l'ancêtre. Il faut cependant rattacher l'exploitation industrielle de la CN au développement de l'électronique.

En 1947, à Traverse City dans l'Etat du Michigan, John Parsons fabrique pour le compte de l'US air force dans pales d'hélicoptère par reproduction. Pour façonner ses gabarits, il utilise une méthode consistant à percer plusieurs centaines de trous faiblement espacés de manière à approcher le profil théorique. L'emplacement et la profondeur de chaque trou sont calculés avec précision par un ordinateur IBM à cartes perforées. La finition de la surface est obtenue par des opérations manuelles de polissage.

Mais, lorsque l'US Air Force confie à ce même Parsons la réalisation de pièces de formes encore plus complexes pour ses futurs avions supersoniques, celui-ci réalise que sa méthode est trop approximative et que seul un usinage continu en 3 dimensions sera en mesure de donner satisfaction.

Au printemps 1949, il confie alors au Massachusetts Institute of Technologie (MIT) le soin de développer des asservissements capables de piloter une machine qui recevra des instructions intermittentes à partir d'un lecteur de cartes. Cette machine, une fraiseuse prototype Cincinnati à broche verticale (Fig. I.1). Conçue pour exécuter des déplacements simultanés suivant 3 axes.

En septembre 1952 dans le Servo mécanismes laboratory du MIT. L'information mathématique étant la base du concept, on lui donne de numerical control. Il aurait tout aussi bien s'appeler commande symbolique

Il faut encore attendre quelques années de vastes fonds l'US Air Force et l'appui des chercheurs du MIT pour rendre la première Machine-outil à commande numérique (MOCN) réellement opérationnelle [1].

La figure 1-1 montre la première MOCN



Figure 1- 1 : Première MOCN en 1952.

Le tableau 1-1 illustre les différentes étapes de développement de la CN sont les suivantes. [1]

Tableau 1- 1 : Différentes étapes de développement de CN.

Date	Évènement
1954	Ben dix acquiert le brevet de Parsons et fabrique la première CN industrielle.
1955	à Font du Lac (Wisconsin), le constructeur américain Giddins & Lewis commercialise la première MOCN
1959	apparition de la CN en Europe (foire de Hanovre). Le MIT annonce la création du langage de programmation APT (Automatic Programed Tools)
1960	apparition du système DNC (Direct Numerical Control)
1964	en France, la Télémécanique Électrique lance la CN NUM 100 conçue à base de relais Téléstatic.
1968	la CN adopte les circuits intégrés , elle devient plus compacte et plus puissante. Le premier centre d'usinage est mis en vente par Kearney & Trecker (USA).
1972	les mini calculateurs remplacent les logiques câblées , la CN devient CNC.
1976	développement des CN à microprocesseurs.
1984	apparition de fonctions graphiques évoluées et du mode de programmation conversationnel, début de l'ère de la fabrication assistée par ordinateur (FAO).
1986	les CN s'intègrent dans les réseaux de communication, début de l'ère de la fabrication flexible (CIM : computer integrated manufacturing).
1990	développement des CN à microprocesseurs 32 bits.

1.3 Définition de la commande numérique

La commande numérique est un mode de commande dans lequel les valeurs désirées d'une variable commandée sont définies selon un code numérique (la machine-outil constitue le principal domaine d'application de la commande numérique).

C'est une somme d'automatismes dans laquelle les ordres de mouvement ou de déplacement, la vitesse de ces déplacements et leur précision, sont donnés à partir d'informations numériques.

1.4 Justification de la commande numérique

1.4.1 Automaticité

Le premier avantage d'une CN est d'offrir aux machines qui en sont équipées un très haut niveau d'automaticité. Sur de telles machines, l'intervention de l'opérateur nécessaire pour assurer la production de pièces peut être considérablement réduite voire supprimée.

De nombreuses MOCN peuvent ainsi fonctionner sans aucune assistance pendant toute la durée de leur cycle d'usinage, laissant l'opérateur libre d'accomplir d'autres tâches en dehors du poste de travail. Cette caractéristique présente un certain nombre d'avantages importants, tels que :

- Une diminution notable de la fatigue de l'opérateur. ;
- Moins d'erreurs d'origine humaine. ;
- Un temps d'usinage constant et prévisible pour chaque pièce d'une même série ; [2.3]

1.4.2 Flexibilité

Puisqu'elles sont pilotées à partir d'un programme, les MOCN peuvent usiner des pièces différentes aussi facilement que l'on charge un nouveau programme. Une fois vérifié puis exécuté pour la première série, ce programme peut être facilement rappelé lorsque la même série se représente.

Une MOCN se caractérise en outre par des temps de réglage très courts qui répondent parfaitement aux impératifs de la production en flux tendus.

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

- Changement aisé du programme d'usinage des pièces ;
- Réduction des en-cours de fabrication ;
- Réduction des outillages et suppression des gabarits ;
- Diminution du nombre des outils spéciaux et des outils de forme ;
- Réduction des temps de préparation et de réglage du poste de travail (la plupart des réglages, en particulier des outils, étant effectués hors machine) ;

- Prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) ;
- Définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage ;
- Réduction du nombre de prises de pièces du fait de l'universalité de la machine ;
- Diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
- Gain sur les surfaces au sol occupées dans l'atelier ;
- Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes ;
- Contrôle automatique des outils et des dimensions de pièces avec prise en compte par la CN des corrections à effectuer ;
- Prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) ;
- Définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage ;
- Diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
- Gain sur les surfaces au sol occupées dans l'atelier ;
- Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes ; [2] [3]

1.4.3 Sécurité

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

En premier lieu, parce qu'elle connaît très précisément l'enveloppe de travail dans laquelle doivent évoluer les outils (possibilité de mémorisation des courses maximales des organes mobiles) ;

Ensuite, parce qu'elle permet une simulation graphique hors usinage des programmes nouvellement créés pour vérification et détection des risques éventuels de collision.

Enfin, parce qu'en exerçant une surveillance permanente de l'usinage en cours, elle peut décider d'en interrompre le déroulement et d'alerter l'opérateur en cas d'incident.

Les constructeurs prévoient des dispositifs de protection très élaborés (contre les projections de copeaux ou de liquide d'arrosage, notamment) qui ne s'imposent pas nécessairement sur une MO conventionnelle. [2] [3]

1.5 Définition d'une machine-outil à commande numérique

MOCN est une machine entièrement automatique ou semi-automatique qui utilise des codes dans des programmes CN pour lui communiquer des ordres. Lorsque la machine-outil est équipée d'une commande numérique capable d'exécuter les coordonnées des points définissant la trajectoire (interpolation), on peut dire qu'elle est réalisée par ordinateur. Il est appelé commande numérique par ordinateur (CNC). [2]

La figure 1-2 montre une fraiseuse CN.



Figure 1- 2: Fraiseuse CN kunzmann série WF 400 - WF 600.

1.6 Structure d'une machine-outil à commande numérique

La machine-outil à commande numérique forme un ensemble comprenant :

- Partie commande ;
- Partie opérative ;

La figure 1-3 montre la structure de MOCN.

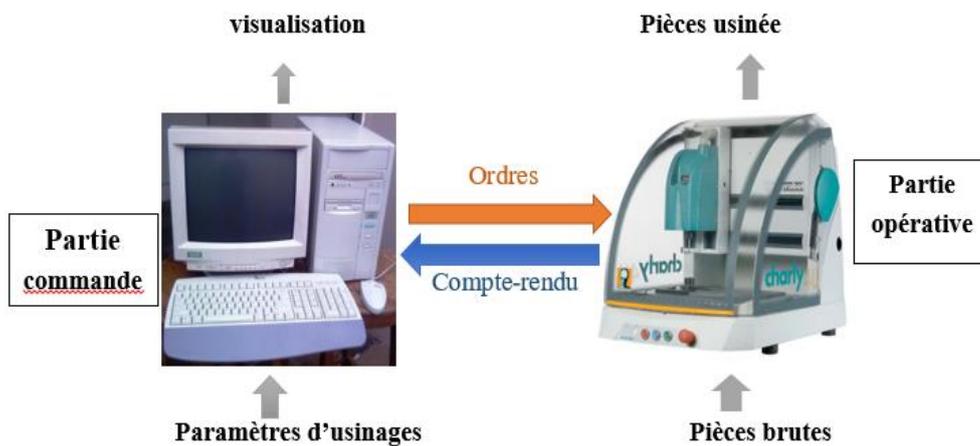


Figure 1- 3: Structure d'une MOCN.

1.6.1 Partie commande

La fonction de la partie commande est de transformer les informations codées du programme en ordres aux servomécanismes de la partie opérative, afin d'obtenir les déplacements des organes mobiles, voir Figure 1-4.[4]

On remarqué différente d'une machine conventionnelle et constituée d'une armoire dans laquelle on :

- Le pupitre permettant de rentrer les commandes à l'aide d'un clavier ;
- Le lecteur de données (ce lecteur peut être une option lors de l'achat de la machine) ;
- La sortie RS 232 pour les liaisons avec les périphériques externes ;
- L'écran de visualisation de toutes les données enregistrées ;
- Le calculateur ;
- Les cartes électroniques (commandes d'axes, mémoire ...). La partie commande est alimentée par un courant faible et ne peut pas alimenter en direct les moteurs de la machine ;

La figure 1-4 montre la fonction originale d'une commande numérique.

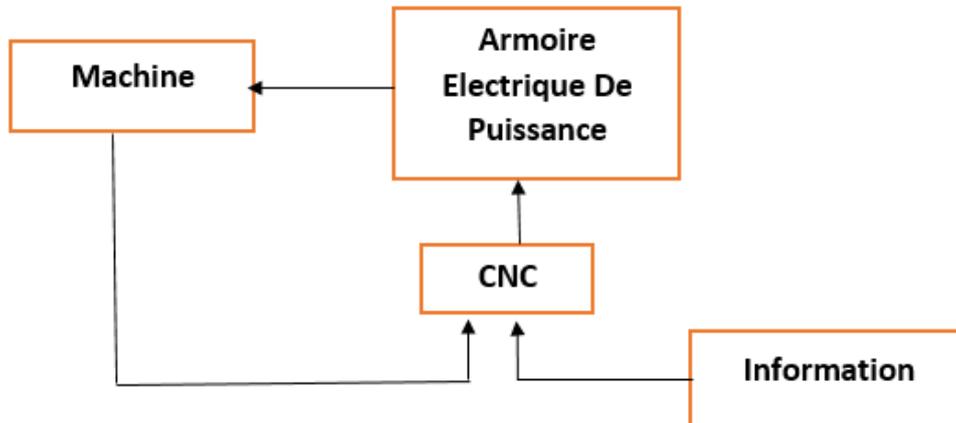


Figure 1- 4: Fonction originale d'une commande numérique.

1.6.2 Partie opérative

La partie opérative d'un automatisme est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques (déplacement, usinage, lubrification...), mesure des grandeurs physiques (accélération, vitesse...) et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs et d'un bâti. La partie opérative reçoit les ordres de la partie commande et les exécute (Figure 1-5) [4].

La figure 1-5 présente la structure de la partie opérative.

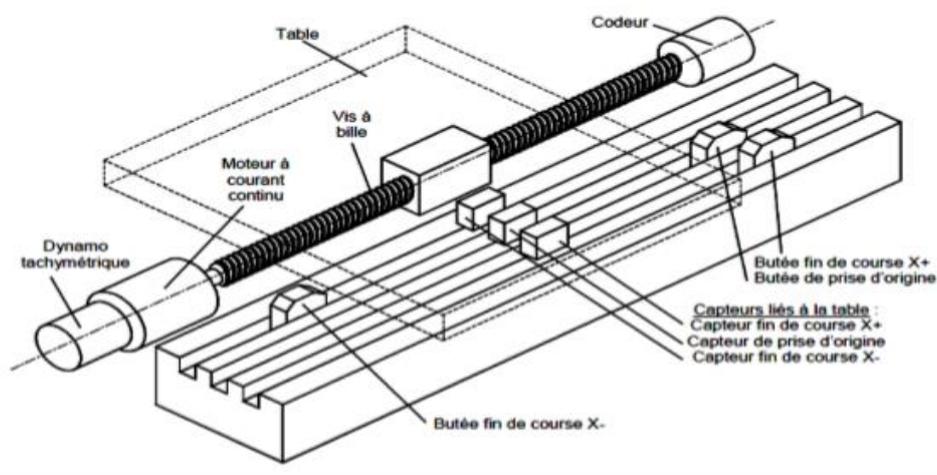


Figure 1- 5 : Structure de la partie opérative. [4]

La figure 1-6 montre les éléments de la partie opérative.

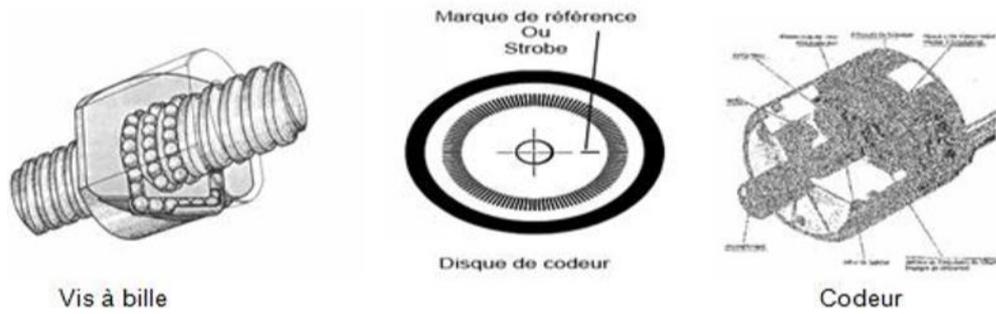


Figure 1- 6 : Eléments de la partie opérative [4].

1.7 Architecture d'une commande numérique

La figure 1-7 montre l'architecture d'une MOCN.

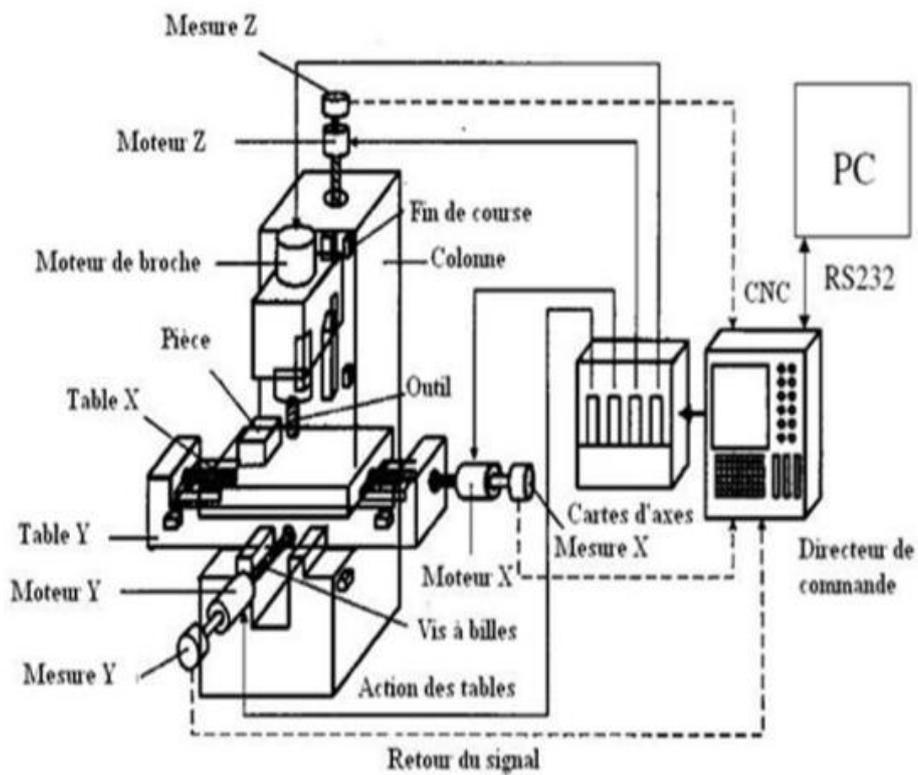


Figure 1- 7 : Architecture d'une MOCN.

1.7.1 Directeur de commande numérique

Un directeur de commande numérique (DCN) est un système de commande capable de gérer la machine et de la mettre en œuvre en fonction d'un programme. Cette mise en œuvre se fait en liaison avec un environnement, sous la conduite d'un opérateur, éventuellement sous la dépendance d'un calculateur ; dans ce dernier on parle de DNC. (Direct Numerical Control). Un DCN est une machine informatique qui présente, dans son fonctionnement comme dans son utilisation, deux aspects fondamentaux bien connus :

- Aspect calculateur ;
- Aspect automate ;

La figure 1-8 montre un directeur de commande numérique (DCN).

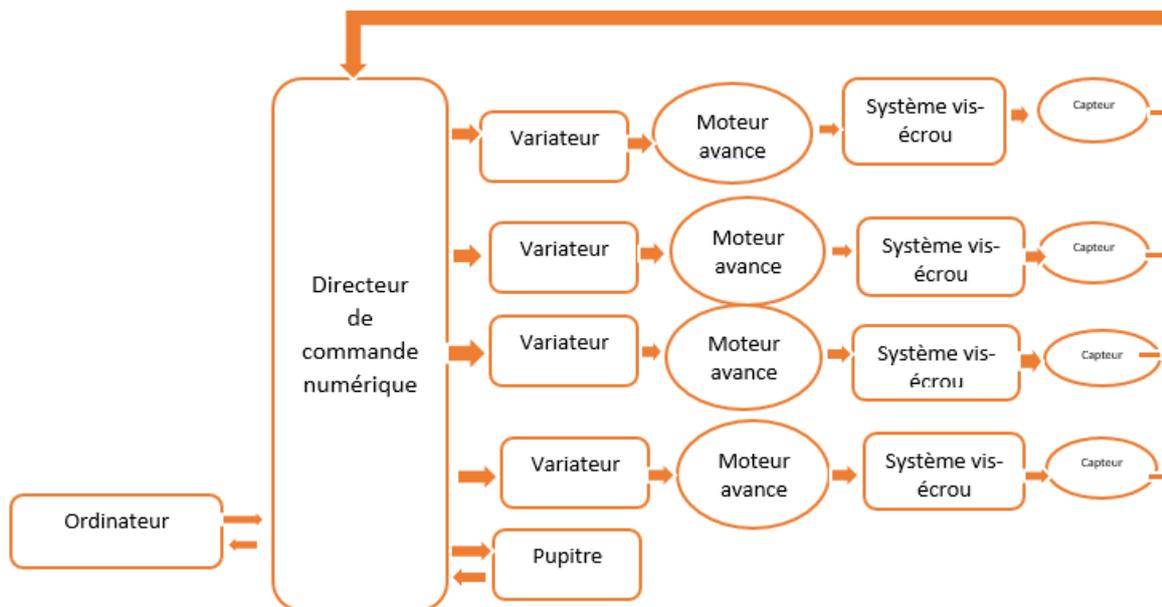


Figure 1- 8: Directeur de commande numérique (DCN).

1.7.2 Pupitre de commande

Il permet le dialogue entre l'homme et la machine et la mise au point des programmes pièce à l'aide du système clavier écran. C'est aussi le moyen de moduler certains paramètres tels que la vitesse d'avance ou la vitesse de broche. Les unités de commande d'axes sont chargées de piloter les axes de la machine, en boucle fermée, sous le contrôle de l'unité centrale. [14]

La figure 1-9 montre les différents pupitres.



Pupitre DOOSAN FANUC



PC Turn 155

Figure 1- 9 : Différents pupitres.

1.7.3 Bâti

Le bâti assure le guidage des axes de mouvements, et l'agencement des autres organes de la machine. Pour assurer une géométrie correcte, et encaisser les actions mécaniques dues aux accélérations élevées des mobiles, le bâti doit être rigide et limiter les déformations dues à la chaleur. Les nouvelles machines intégrant de nouveaux matériaux de construction (béton), et la répartition des masses est optimisée.

La liaison au sol du bâti est également importante. Pour augmenter la rigidité des machines, on a recours à des liaisons hyperstatiques au sol, ce qui pose des problèmes de déformation du bâti. Par contre, les machines actuelles, plus rigides, permettent la réalisation de liaisons isostatiques sur trois points, qui limitent les déformations du bâti. Cette rigidité importante pose des problèmes de dissipation énergétique lors des chocs. En plus de ces fonctions essentielles, le bâti remplit aussi des fonctions auxiliaires importantes, comme la gestion des copeaux, et la protection des opérateurs.

La figure 1-10 montre les différents bâtis.



Bâti d'un TOUR



Bâti d'une FRAISEUSE

Figure 1- 10 : Différents bâtis.

1.7.4 Mandrin

Le mandrin est une pièce mécanique fixée au bout de l'arbre d'une machine rotative ; il permet la fixation rapide d'une pièce (comme le mandrin de tour) ou d'un outil (comme le mandrin de tour).

La figure 1-11 montre les différents mandrins.

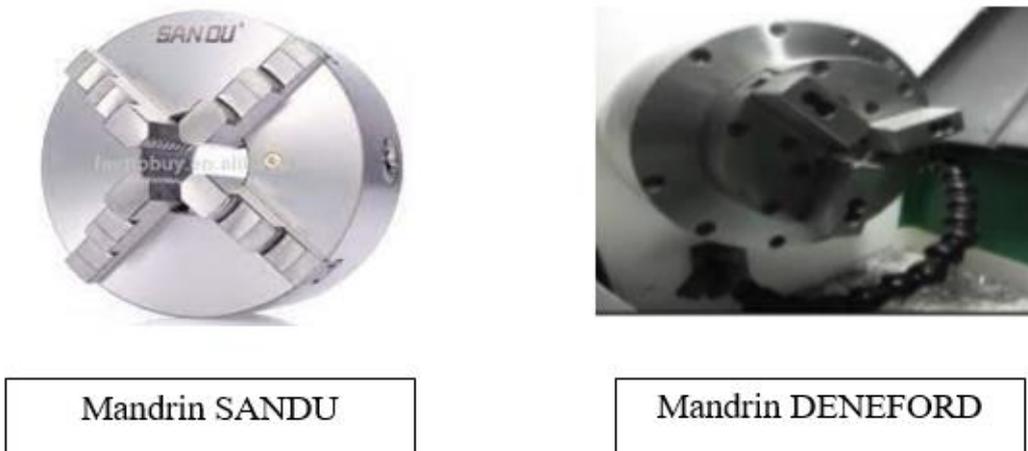


Figure 1- 11 Différents mandrins.

1.7.5 Porte-outil

C'est l'organe qui assure la liaison avec la machine. Il assure la mise en position des surfaces de référence de l'outil par rapport à un organe de référence de machine.

La figure .1-12 montre les différents porte-outils.

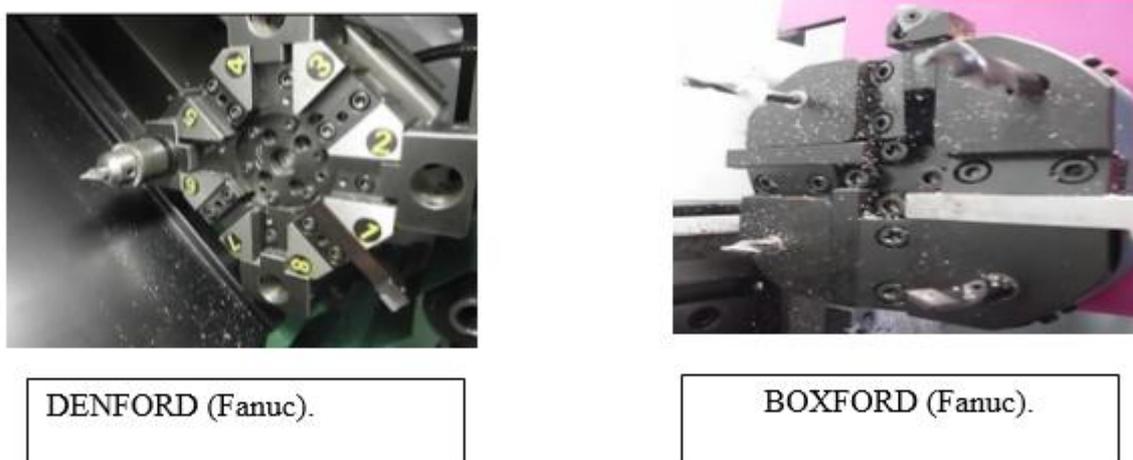


Figure 1- 12 Différents porte-outils.

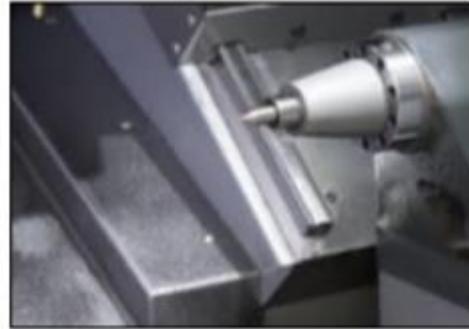
1.7.6 Poupée mobile

La poupée mobile est située à l'extrémité opposée du banc, par rapport au mandrin. Elle sert d'appui à la pièce à usiner lorsque celle-ci est fixée au mandrin.

La figure.1-13 montre différents poupée mobile.



DENFORD (Fanuc).



HAAS VF

Figure 1- 13 : Différents poupée mobiles.

1.7.7 Lubrification

Refroidissement les liquides aident l'usinage en lubrifiant l'interface entre l'outil et le copeau. En diminuant le frottement à cette interface, ils diminuent la création de chaleur. Cette lubrification permet également de prévenir l'adhésion du copeau sur l'outil qui risquerait d'affecter l'usinage.

La figure .1-14 montre différentes lubrifications.



Lubrification en fraisage



Lubrification en tournage

Figure 1- 14 : Différentes lubrifications.

1.8 Moteur

Le moteur électrique transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique, disponible sur un axe (appelé arbre). Cette énergie, entraînant l'axe dans un mouvement de rotation.

Les moteurs électriques sont réversibles. Si on fait tourner mécaniquement son axe, il produit de l'électricité et fonctionne alors en génératrice.

Les moteurs électriques ont un excellent rendement : plus de 90 % de l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique (le rendement d'un moteur thermique n'est que de l'ordre de 30 %).

1.8.1 Moteur pas à pas

Un moteur pas à pas est un actionneur électromagnétique permettant une Conversion d'énergie électrique (impulsion électrique) en énergie mécanique de rotation proportionnelle.

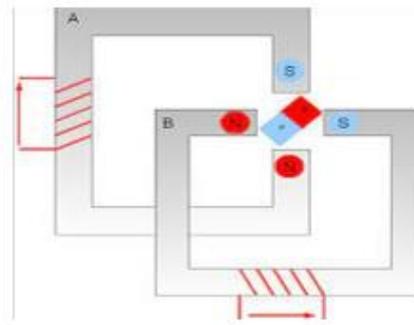
On trouve trois types de moteurs pas à pas, ils ont tous le même stator, ils diffèrent par leur rotor :

- Le moteur à réluctance variable ;
- Le moteur à aimants permanents ;
- Le moteur hybride, qui est une combinaison des deux technologies précédentes ;[14]

La figure 1-15 montre un moteur pas à pas.



Moteur pas à pas.



Structure d'un moteur pas à pas.

Figure 1- 15 : Moteur pas à pas.

1.8.2 Moteurs à courant continu

Les moteurs à courant continu sont des convertisseurs électromécaniques bidirectionnels. Ces actionneurs génèrent de l'énergie électrique pour en servir après dans des applications industrielles, ils sont caractérisés par un fort couple de démarrage et de bonnes capacités de vitesse et d'accélération. [14]

La figure 1-16 montre d'un moteur à courant continu.



Figure 1- 16: Moteur courant continu ALSTHOM

1.8.3 Moteurs synchrones

Les moteurs synchrones autopilotés à courant alternatif sont aujourd'hui les plus fréquemment utilisés. Plus connus sous le nom de moteurs sans balais, ils se composent d'un rotor à aimants permanents, d'un stator généralement triphasé et d'un dispositif interne de commutation de phases. Ils se caractérisent par une grande robustesse, une très bonne dissipation thermique, des vitesses élevées (entre 4 000 et 10 000 tr/min), un entretien pratiquement nul, une puissance massique élevée (moteur plus compact pour un même couple) et un moment d'inertie du rotor très faible. Le principe de commande le plus couramment retenu pour ces moteurs est de type sinusoïdal, en raison de la bonne stabilité qu'il procure à basse vitesse.[14]

La figure 1-17 montre d'un moteur synchrone



Figure 1- 17: Moteur synchrone triphasé.

1.9 Capteur

La nature du signal, mesurant l'écart entre la consigne de position et la position Instantanée de l'organe mobile, dépend de la nature du capteur de mesure utilisé. On définit deux types de capteur :

- Capteur de position ;
- Capteur de déplacement ;

1.9.1 Capteur de position

On utilise les capteurs de position est fixé directement sur l'organe mobile à positionner parce qu'il évite les erreurs de mesure dues au manque de précision éventuel de la vis à billes et de mécanisme d'entraînement, ils seront traités comme capteurs de vitesse.

1.9.2 Capteur de déplacement

1.9.2.1 Capteurs analogiques

Lorsque le déplacement demandé entraîne une variation magnétique, électrique ou autre, qui est transformée en signal de sortie (capteurs inductifs, résolveurs).

1.9.2.2 Capteurs numériques

Lorsque le déplacement d'une règle ou d'un disque présentant des zones alternativement sombres et claires devant un lecteur optique produit des impulsions lumineuses qui sont transformées en en sortie (capteurs photoélectriques, règles et disques optiques ou codés).[15]

1.10 Familles des machines à commande numérique

On découpe les familles des commandes numériques sous les familles suivants :

1.10.1 Tournage à commande numérique (TCN)

Le tournage est une technique d'usinage qui consiste à enlever, à l'aide d'outils coupants, de la matière sur une pièce initiale cylindrique pour obtenir une pièce finale. La matière est enlevée par la combinaison de la rotation de la pièce usinée et du mouvement de l'outil coupant. [8]

La figure 1-18 montre l'architecture de la machine TCN.

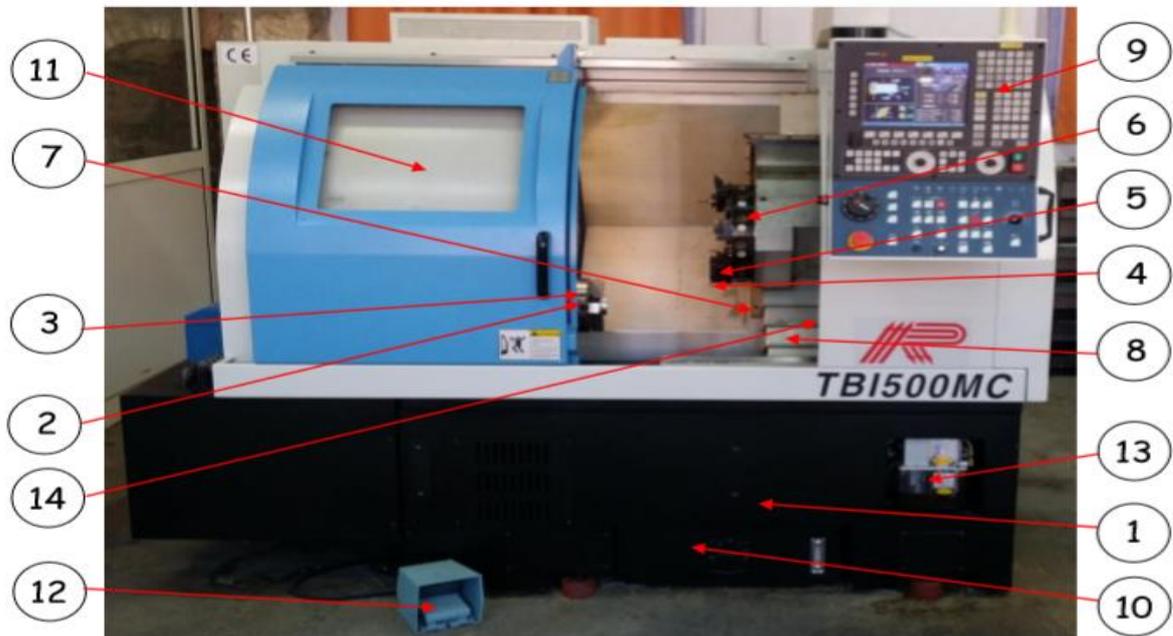


Figure 1- 18: Tour CN TBI500 MC.

Le tableau 1-2 illustre les éléments de machine TCN.

Tableau 1- 2 : Eléments de machine TCN.

Repère	Nom d'élément
1	Bâti
2	Mandrin
3	Broche
4	Outil
5	Prote outil
6	Tourelle
7	Chariot longitudinal
8	Chariot transversal
9	Directeur de commande
10	Bac de copeaux
11	Carter de sécurité
12	Pédale de serrage desserrage mors
13	Niveau huile de glissière
14	Poupée mobile

1.10.2 Fraisage à commande numérique (FCN)

Le fraisage est un procédé de fabrication où l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : la rotation de l'outil de coupe, d'une part, et l'avancée de la pièce à usiner d'autre part. Le fraisage est habituellement réalisé par une machine-outil, la fraiseuse qui est particulièrement adaptée à l'usinage de pièces prismatiques et permet également, si la machine est équipée de commande numérique, de réaliser tous types de formes même complexes. L'outil classiquement utilisé est la fraise [6].

La figure 1-19 montre l'architecture de la machine FCN .

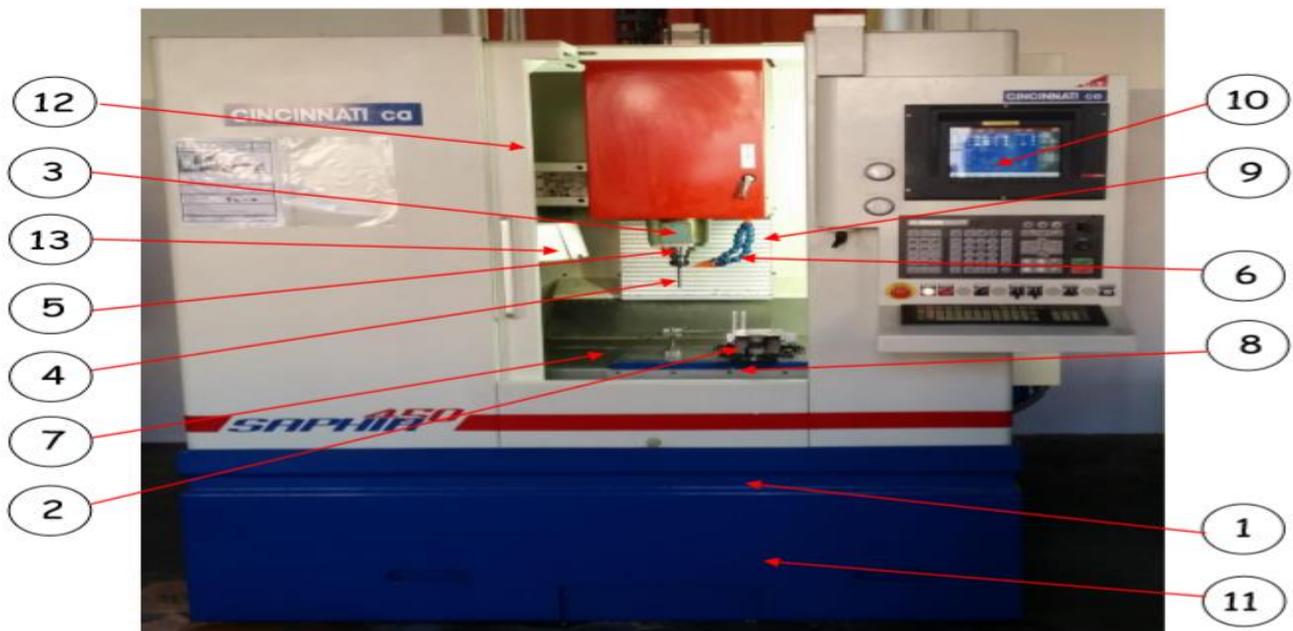


Figure 1- 19: Fraiseuses CN SAPHIA 450.

Le tableau 1-3 illustre les éléments de machine FCN.

Tableau 1- 3 : Eléments de machine FCN.

Repère	Nom d'élément
1	Bâti
2	Etau
3	Broche
4	Outil
5	Prote outil
6	lubrification
7	Chariot longitudinal
8	Chariot transversal

9	Chariot vertical
10	Directeur de commande
11	Bac de copeaux
12	Carter de sécurité
13	Changeur d'outils

1.10.3 Rectification à commande numérique

La rectification d'une pièce mécanique est une opération destinée à améliorer son état de surface. Elle consiste à enlever de la matière d'une pièce à l'aide d'une roue ou un disque abrasif rotatif, une meule. Alors qu'elle est en rotation, chaque particule abrasive de la meule enlève un petit copeau de matériel de par le contact avec la pièce, habituellement effectué à grande vitesse. [7]

Les techniques principales sont :

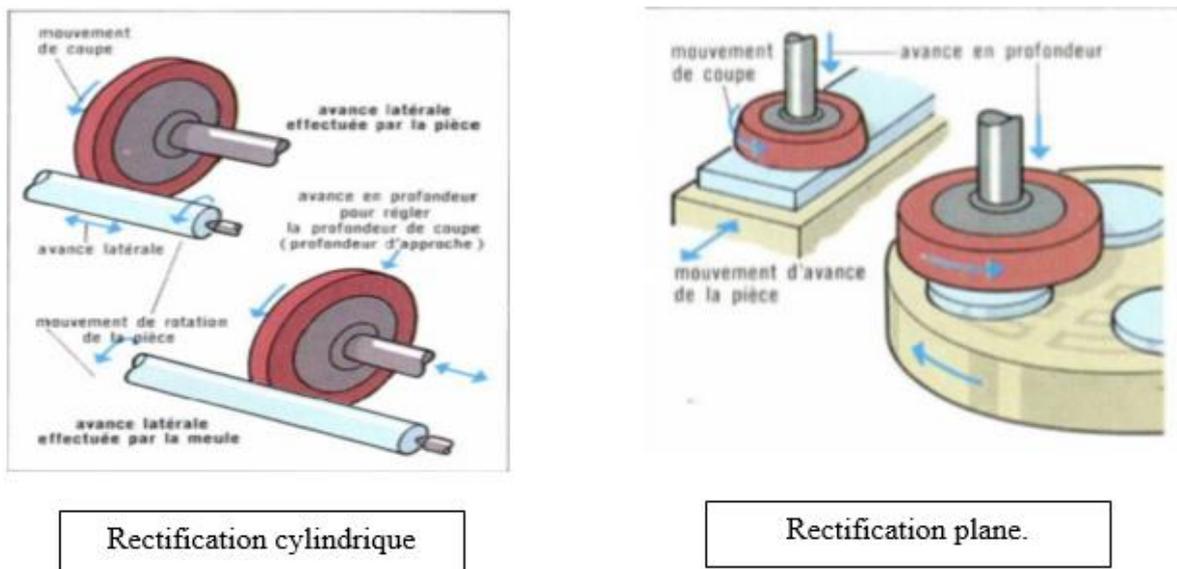


Figure 1- 20 : Différents opérations de rectification.

1.11 Classification des MOCN

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) sont classées suivant :

- Mode de fonctionnement de la machine ;
- Nombre d'axes de la machine ;
- Mode d'usinage ;
- Mode de fonctionnement du système de mesure ;
- Mode d'entrée des informations ;

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) peuvent être assistées d'une programmation extérieure et de mécanismes tendant à les rendre encore plus performantes, tels que :

- Ordinateur et ses périphériques ;
- Commande adaptative ;
- Préréglage des outils ;

- Codage des outils ;
- Chargeur d'outils et magasin ;
- Chargeur et convoyeur de pièces ;
- Combinaison de type d'usinages (centre de tournage, centre d'usinage ;
- Table de montage ;
- Évacuateur de copeaux ;
- Dispositifs de contrôle de pièces ; [10] [11]

1.11.1 Classification des MOCN selon le mode de fonctionnement

Les MOCN sont classifiées selon les modes de fonctionnement suivants :

1.11.1.1 Fonctionnement en boucle ouvert

En boucle ouverte, le système assure le déplacement du chariot mais ne le contrôle pas. [10] [11].

La figure 1-21 montre la fonction originale d'une commande numérique.

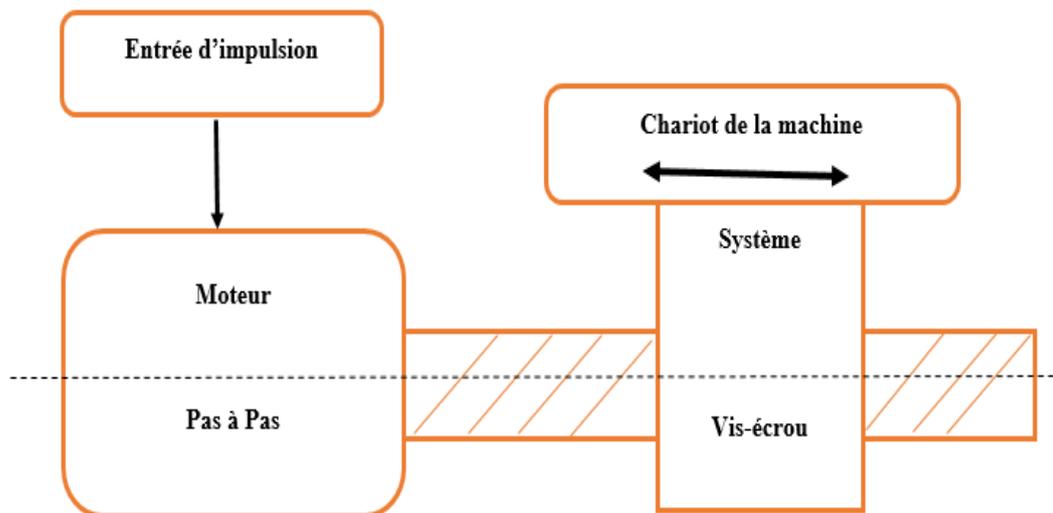


Figure 1- 21: Fonctionnement en boucle ouvert.

1.11.1.2 Fonctionnement en boucle fermée

En boucle fermée le système contrôle le déplacement ou la position jusqu'à égalité des grandeurs entrée (E) dans le programme et celui mesuré (GM). [10] [11]

La figure 1-22. Montre la fonction originale d'une commande numérique.

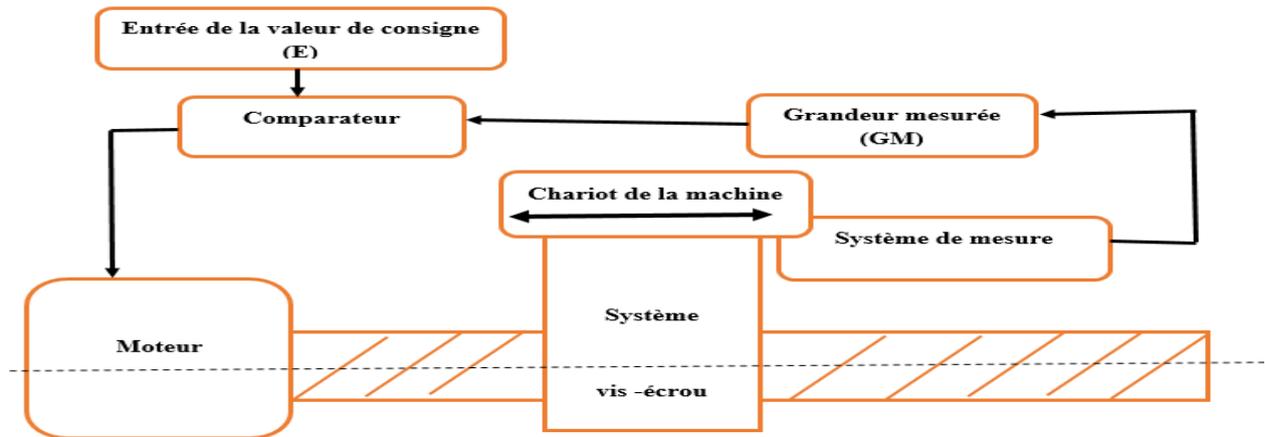


Figure 1- 22: Fonctionnement en boucle fermée.

1.11.1.3 Fonctionnement avec commande adaptative

La commande adaptative peut s'adapter en continu et automatiquement aux conditions de coupe. Le capteur lit la valeur de couple de la broche, l'amplitude des vibrations de la broche et la température du point de coupe. Ces informations sont transmises à une unité spéciale, qui les envoie au gestionnaire de contrôle numérique, qui prend des mesures basées sur l'analyse des informations sur les conditions de coupe pour obtenir une qualité de travail supérieure, une productivité plus élevée et une sécurité accrue.[10] [11]

La figure 1-23 montre une fonction originale d'une commande numérique.

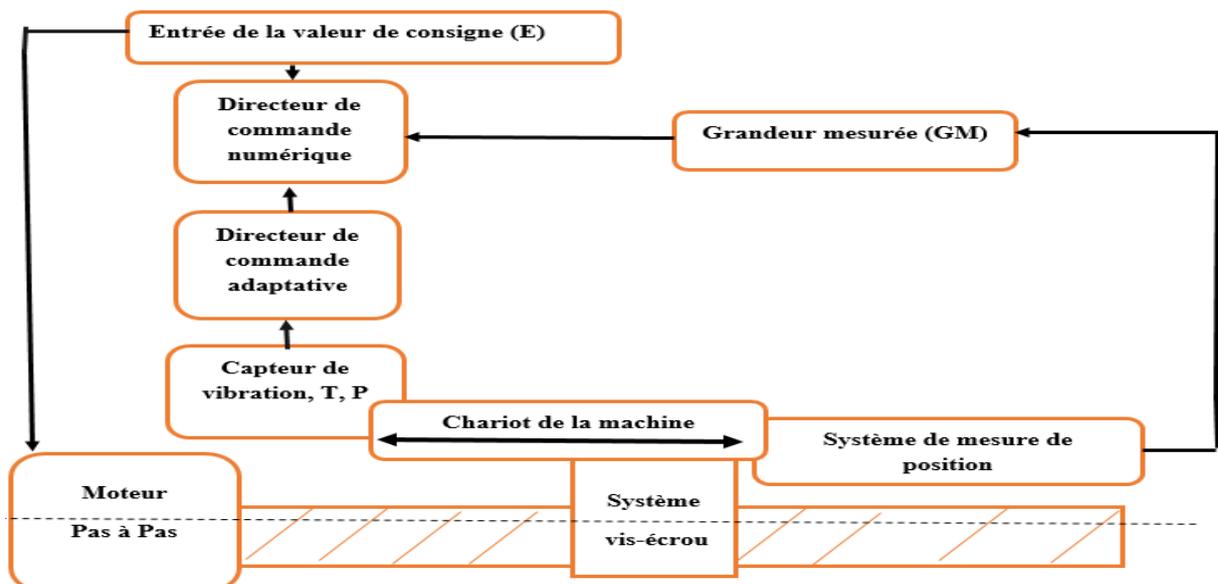


Figure 1- 23: Commande adaptative.

1.11.2 Classification des MOCN selon le nombre d'axes

La classification des machines est nécessaire car elle permet de sélectionner au choix des machines, lors de l'étude de gammes de fabrication Traditionnellement, nous classerons La machine dépend de la forme à produire, de la surface : (cylindrique / prismatique), (tournage / fraisage).

Maintenant on classe les machines-outils par le nombre de mouvements élémentaires qu'elles peuvent mettre en œuvre lors du déplacement de l'outil par rapport à la pièce. Seuls les axes sont comptés. La mise en œuvre simultanée de plusieurs outil s'entraîne l'augmentation du nombre d'axes. [13]

Le tableau 1-4 illustre les différents mouvements possibles.

Tableau 1- 4 : Axes des différents mouvements possibles.

Translation			Rotation	
Primaire	Secondaire	Tertiaire	Primaire	Secondaire
X	U	P	A	D
Y	V	Q	B	E
Z	W	R	C	

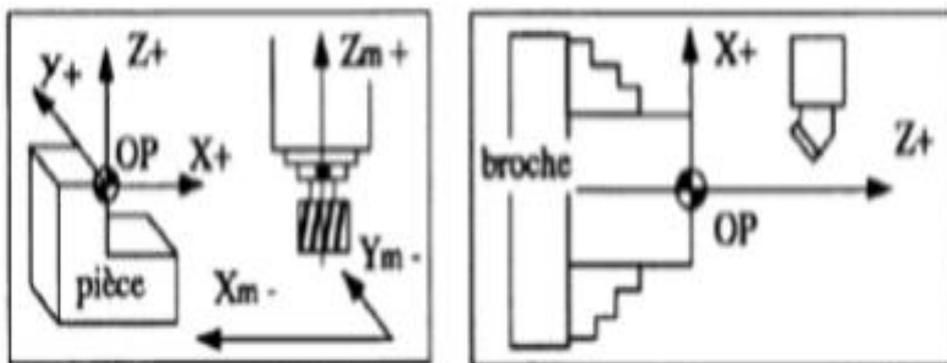


Figure 1- 24: Axes fraiseuse et tour. [2]

Le tableau 1-5 illustre la classification des MOCN selon le nombre d'axes .

Tableau 1- 5 : Classification des machines-outils.

Nb d'axes	Mouvements	Types d'usinage et opération possibles
1	Z	Brochage, presse
2	X. Z	Tournage : toutes les formes obtenues ont le même axe de système
3	X. Y. Z	Fraisage : surfaçage, perçage, fraisage, de poches, de rainures et de surfaces gauches. l'axe outil reste parallèle à une direction fixe par rapport à la pièce
3	X. Z. C	Tournage, avec asservissement de la broche, permet le fraisage sur tour : tournage général, fraisage à l'outil tournant, perçage hors axe. la broche est asservie en position.
4	X. Y. Z .B	Fraisage : surfaçage, perçage, fraisage, de poches, de rainures et de surfaces gauches. L'axe outil reste contenu dans un plan fixe par rapport à la pièce.
4	X. Y.Z.C	Fraisage (cf. X .Y .Z.B), Tournage
4	2*(X.Z)	Tournage à deux tourelles
5	2*(X.Z).C	Tournage à deux tourelles et asservissement de la broche, (cf. X.Y.Z.C)
5	X.Y.Z.A.C	Fraisage de formes gauches : fraisage avec d'épincage , perçage en toutes directions
5	X.Y.C.B.C	Fraisage de formes (X.Y.Z.A.C)
5	X.Y.Z.A.B	Fraisage de formes gauches (X.Y.Z.A.C)

1.11.3 Classification des MOCN selon le mode d'usinage

Selon le mode d'usinage on définit les MOCN en trois catégories :

- Commande numérique point à point ;
- Commande numérique par axiale ;
- Commande numérique de contournage ;

1.11.3.1 Commande numérique point à point

C'est la mise position de l'outil ou de la pièce Par déplacements non synchronisés. Le mouvement de coupe (usinage) n'est possible que lorsque le mouvement de positionnement.

Exemples d'opération d'usinage : perçage, alésage, lamage taraudage. [10] [11]

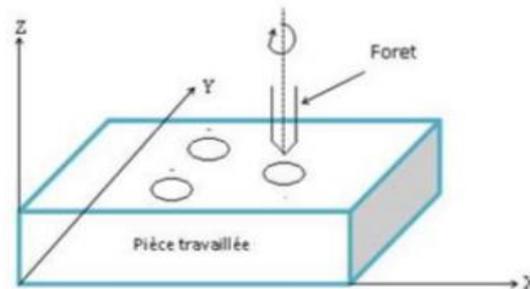


Figure 1- 25: Commande numérique point à point.

1.11.3.2 Commande numérique par axiale

Ce sont des déplacements parallèles aux axes avec les vitesses d'avance programmée. Le mouvement de coupe et de positionnement sont synchronisés de façon à avoir un usinage selon des trajectoires parallèles aux axes de déplacement.

Exemples d'opération d'usinage : tournage, fraisage, alésage. [10] [11]

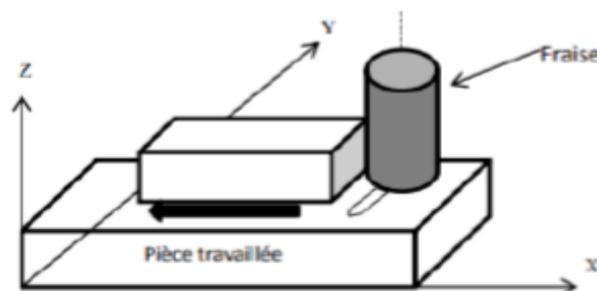


Figure 1- 26: Commande numérique par axiale.

1.11.3.3 Commande numérique de contournage

Ce sont des déplacements synchronisés des divers axes avec la vitesse d'avance programmée. Les trajectoires sont décomposées en éléments de droites ou de cercles dans un ou plusieurs plans.

Exemples d'opération d'usinage : toute opération possible sur un centre de tournage ou centre d'usinage. [10] [11]

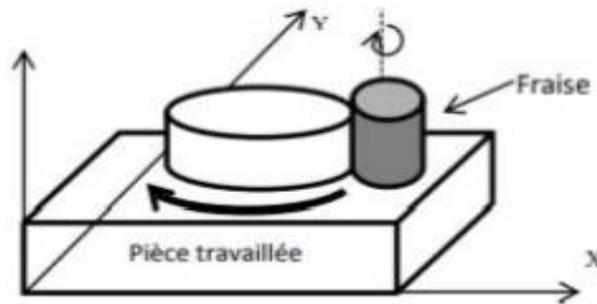


Figure 1- 27: Commande numérique de contournage .

1.12 Domaine d'application de la CN

La CN est appliquée dans diverses familles. Dans chaque famille, les méthodes de montage et de travail sont totalement différentes, mais elles se rejoignent sur le principe de programmation, la grande majorité des machines utilisant un langage ISO. La notion de commande numérique s'étend aussi au domaine de la chaudronnerie : découpage plasma, presse plieuse....

Le tableau 1-6 illustre les domaines d'application.

Tableau 1- 6 : Domaines d'application.

Machine travaillant par enlèvement de métal	Contrôle	Machine à découper	Machines travaillant par déformation
<p>1 /Perceuse, 2/Tour, 3/ Aléuseuse, 4/Rectifieuse, 5/ Fraiseuse.</p> 	<p>1/Machine à mesurer tridimensionnel, 2/Banc de préréglage, 3/Table traçante.</p> 	<p>1/Electroérosion, 2/Oxy-découpage, 3/ Découpage laser</p> 	<p>1/Poinçonneuse, 2/Plieuse, 3/Cintreuse.</p> 

1.13 Pourquoi utiliser les MOCN ?

Malgré un coût important, les MOCN permettent :

- D'améliorer la productivité (Diminution des temps d'usinage et des coûts de préparation) ;
- Réalisation d'usinages impossibles sur des machines conventionnelles ;
- Usinage de surfaces complexe ;
- Réalisation d'un très grand nombre d'opérations ;
- Réduction des montages ;
- Machines de grande précision ;
- Fidélité de reproduction ;

1.14 Conclusion

L'utilisation des MOCN présente un grand intérêt pour la fabrication en petite et moyenne série ainsi que pour les formes complexes des pièces à usiner.

Chapitre II
Programmation des MOCN

2.1 Introduction

La fabrication d'une pièce sur une machine-outil à commande numérique nécessite l'écriture d'un programme appelé programme CN, ce travail peut être effectué manuellement ou avec l'assistance d'un ordinateur. On présente dans ce chapitre la programmation des MOCN et les différents langages utilisés.

2.2 Mode

L'opérateur utilise la commande numérique (CN) au travers des modes de fonctionnement accessibles au clavier du pupitre.

Chaque mode correspond à une utilisation particulière de la commande numérique (usinage en continu, chargement de programmes, réglage des dimensions d'outils, etc...).

2.3 Définition d'un programme

Un programme est une suite d'instructions écrites dans un langage codé propre à la commande numérique. La commande numérique interprète le programme pour commander un usinage sur la machine-outil. Les supports d'archivages de programmes les plus répandus sont la bande perforée et la disquette. [15]

2.4 Structure d'un programme

Le programme est constitué par une suite d'action totalement définies et réparties sur des lignes. Chaque ligne constitue une séquence qui contient un bloc d'informations. Ces dernières sont des fonctions, des conditions de coupe, des codes d'outil, des coordonnées, etc...

Un programme d'usinage donc comprend :

- Numéro de programme ;
- Bloc CN ;
- Mots ;
- Adresses ;

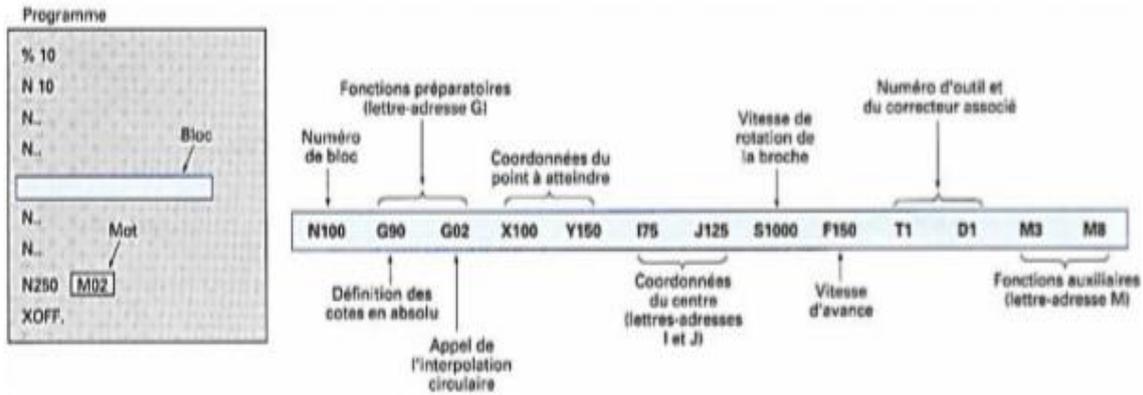


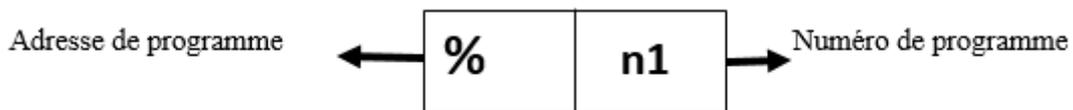
Figure 2- 1: Structure d'un bloc de programme d'usinage. [3]

2.4.1 Numéro de programme

L'une des règles que le programme doit vérifier en premier, c'est son numéro. On désigne les numéros des programme par « % » suivi par un nombre sur les machines qui utilisent les langages SINUMERIK, NUM et FAGOR, et par « O » pour les machines qui utilisent le langage FANUC. Suivant les types de machine, la capacité de

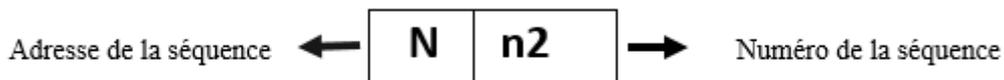
Stockage des programmes varie d'une machine à une autre. Pour les MOCN EMCO, les numéros des programmes varient de 1 à 9999.

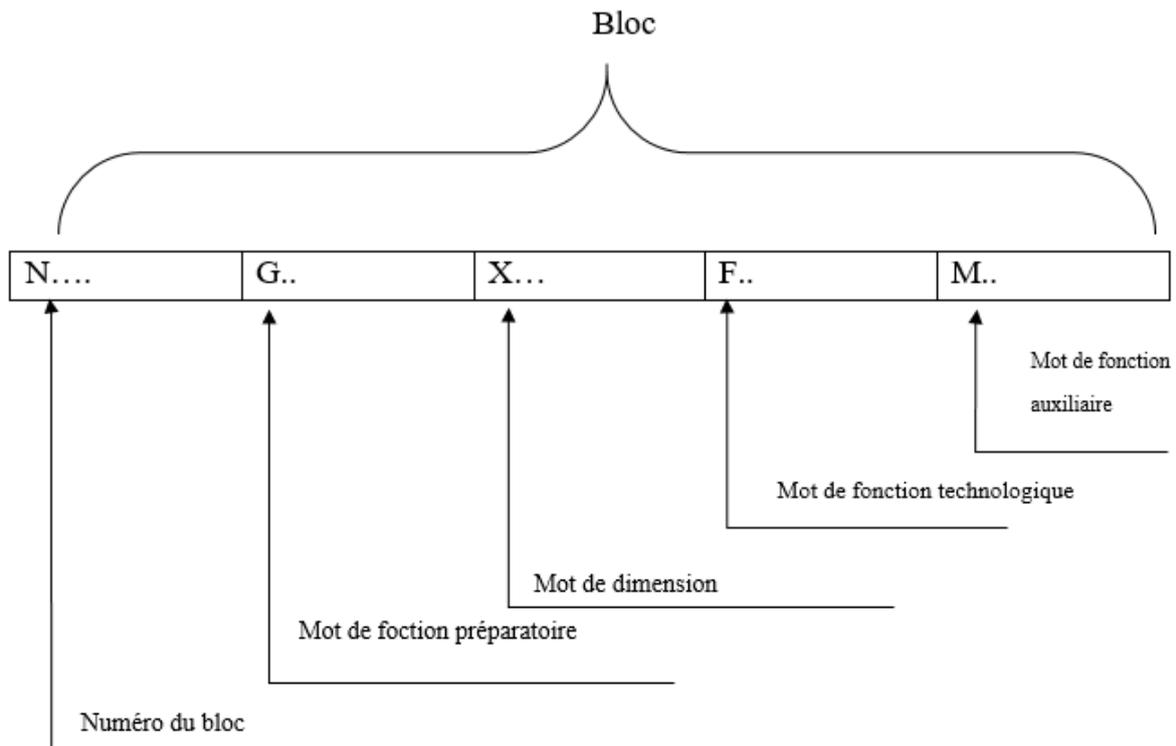
On distingue les programmes principaux, des sous programmes et des cycles par la représentation suivante :



2.4.2 Séquence du programme

Le nombre de séquence dans les MOCN EMCO varie de 1 à 9999. Il est préférable de prendre des pas de 10 pour pouvoir ajouter d'autres séquences entre deux séquences déjà programmées.

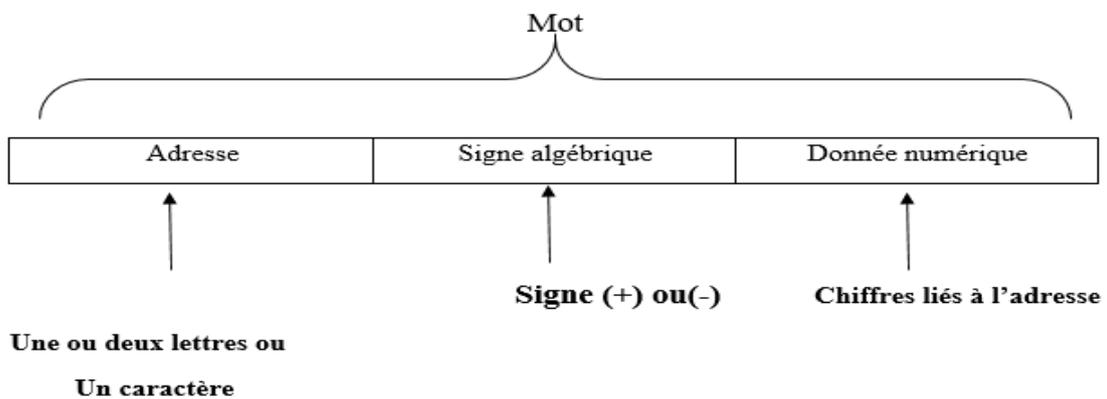




2.4.3 Mots

Le mot définit une instruction ou donnée à transmettre au système de commande. Types de mots :

- Mots définissant des dimensions ;
- Mots définissant des fonctions ;
- Le format de mot définit les caractéristiques particulières de chaque mot codé employé en programmation ; [1]



2.4.4 Adresses utilisés

Le tableau 2-1 présente adresse utilisés.

Tableaux 2- 1 : Adresses utilisées. [19]

Adresse	Désignations
%	Numéro de programme principal 1 à 9999
L	Numéro de sous-programme 1-9999
N	Numéro de séquence 1 à 9999
G	Fonction déplacement
M	Fonction de commutation, fonction supplémentaire
A	Angle
D	Correction d'outil 1 à 49
F	Avance, Temporisation
I, J, K	Paramètre de cercle, pas de filetage
P	Nombre de perçage pour sous-programme, facteur d'échelle
R	Paramètre de reprise pour cycle
S	Vitesse de broche
T	Appel d'outil (position de changeur d'outil)
U	Rayon de cercle, rayon (signe positif), chanfrein (signe négatif)
X, Y, Z	Données de position (X aussi temporisation)
L _F	Fin de séquence

2.4.5 Codes utilisables

Le tableau 2-2 présente codes utilisables dans les normes ISO et EIA.

Tableaux 2- 2 : Codes utilisables. [19]

Signification	ISO	EIA
10 chiffres	de 0 à 9	de 0 à 9
Lettres de l'alphabet	A à Z	A à Z
Début de programme	%	EOR
Saut de bloc	/	
Signe +	+	+
Signe -	-	-
Point décimal	.	.
Inférieur	<	
Supérieur	>	
Multiplié	*	
Division	/	
Egal	=	
A Commercial	@	
Fin de bloc	LF	CR
Subdivision de programme	:	Lettre O
Fin de bande	X OFF	BS
Début de commentaire	(,
Fin de commentaire)	%

2.5 Fonctions préparatoires G

Les mots fonction préparatoire (adresse G suivie d'un nombre de 1 à 3 chiffres) définissent le déroulement de certaines fonctions de commande et préparent la CN à exécuter une action bien précise. Ce sont généralement des ordres de déplacement, de décalage, d'appels de cycle spécifique d'usinage, etc. Les fonctions G peuvent être modales, c'est-à-dire auto maintenues tant qu'elles ne sont pas révoquées par une fonction contradictoire, ou non modales lorsqu'elles ne sont actives que dans le bloc ou elles sont programmées. Un bloc d'information peut contenir plusieurs fonctions préparatoires G si elles ne sont pas contradictoires [17]

Le tableau 2-3 présente la classification des fonctions préparatoires G.

Tableaux 2- 3 : Classification des fonctions préparatoires G. [19]

Types	Définition	Exemple	commentaires
Modale	Une fonction G modale appartient à une famille de fonction G qui se révoquent mutuellement	N40 G00 X... Z... N50 G01 Z.	Interpolation linéaire a vitesse rapide. Interpolation linaire a vitesse d'usinage qui révoque G00.
Non modale	Une fonction G non modal est uniquement valide dans le bloc où elle est programmée	N70 G09 X...	Arrêt précis en fin de bloc a X=300 révocation en fin de bloc
Incompatible	Une fonction G est incompatible si sa programmation avec une autre n'est pas autorisée selon l'état du programme en cours	N120 G18 G41 Y... N120 G41 G18 Y...	Choix du plan ZX (G18) puis correction du rayon (G41). Correction du rayon (G41) interdite avant choix du plan (G18).
Avec arguments associés	Une fonction G avec arguments associés est suivie d'un ou plusieurs mots spécifiques qui suivent la fonction.		

	<p>Arguments obligatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la fonction G annonce uniquement des arguments. - la fonction G révoque un état modal et caractérise un argument différemment. <p>Argument facultatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les arguments sont facultatifs si la fonction G permet de les déterminer par défaut. <p>Argument programmé seul :</p> <ul style="list-style-type: none"> -L'argument peut être programmé seul dans un bloc si la fonction G associée est toujours active. 	<p>N140 G16 P+</p> <p>N160 G94 F100 N.</p> <p>N190 G95 F0.5</p> <p>N210 G96 [X45]</p> <p>S140</p> <p>N240 G94 F160</p> <p>N... N270 F100</p>	<p>Orientation de l'outil (G16) suivant l'axe X+ (P+).</p> <p>Vitesse d'avance définie en mm.min-1</p> <p>Vitesse d'avance redéfinie en mm.tr-1</p> <p>Si la position de X=45 est déterminée dans un bloc précédent, elle n'a pas besoin d'être répétée.</p> <p>La fonction vitesse d'avance (G94) défini a F=160mm.min-1 en N240 n'a pas besoin d'être répétée pour être redéfinie a F=100 mm.min-1 en N=270</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.6 Fonctions auxiliaires M

Les fonctions auxiliaires (adresse M suivi d'un nombre de 1 à 3 chiffres) servent essentiellement à la programmation des fonctions de commutation de la machine, ou encore des fonctions avant ou après selon qu'elles sont exécutées avant ou après le déplacement programmé dans le bloc. [17]

Le tableau 2-4 illustre la classification des fonctions auxiliaires M.

Tableaux 2- 4 : Classification des fonctions auxiliaires M. [6]

Types	Définition	Exemple	commentaire
Modales	Une fonction M modale appartient à une famille de fonction M qui se révoque mutuellement	N40 S1000 M03 N. N80 M05	Mise en rotation de la broche (M03) à 1000tr.min-1 (S1000) Arrêt de la broche.
Non modale	Une fonction M non modal est uniquement valide dans le bloc où elle est programmée.	N70 M00	Arrêt programmé.
Avant	Une fonction M « avant » est exécutée avant les déplacements programmés dans le bloc.	N120 X50 Y40 M08	La mise en route de l'arrosage (M08) est exécutée avant le déplacement en X et en Y.
Après	Une fonction M « après » est exécutée après les déplacements programmés dans le bloc.	N150 X70 Y20 M09	L'arrêt de l'arrosage (M09) est exécutée après les déplacements en X et en Y.
Codées	Une fonction M codée est définie par le constructeur. De M100 à M199 : fonctions après non modale. De M200 à M899 : fonctions avant modales.		
Décodées	Une fonction M décodée est une fonction de base dont la signification est établie. Ces fonctions sont acquittées ; cet acquittement permet la poursuite du programme.	N170 T01 M06	Changement (M06) de l'outil (T01)

2.7 Système d'axes de la commande numérique

2.7.1 Axes primaires (mouvement de translation)

Le système normal de coordonnées est un trièdre orthonormé direct (X, Y, Z).

Le sens positif est celui qui provoque un accroissement de dimensions. Dans la plupart des cas :

- L'axe Z est celui de la broche ;
- L'axe X est le déplacement ayant la plus grande amplitude ;
- L'axe Y forme avec les deux autres axes le trièdre de sens direct ;

2.7.2 Axe secondaires

Les axes U, V et W sont respectivement parallèles aux axes X, Y et Z.

2.7.3 Axes rotatifs

Les axes A, B et C sont les axes rotatifs autour de chacun des axes X, Y et Z.

La figure 2-2 illustre un système de coordonnées machine.

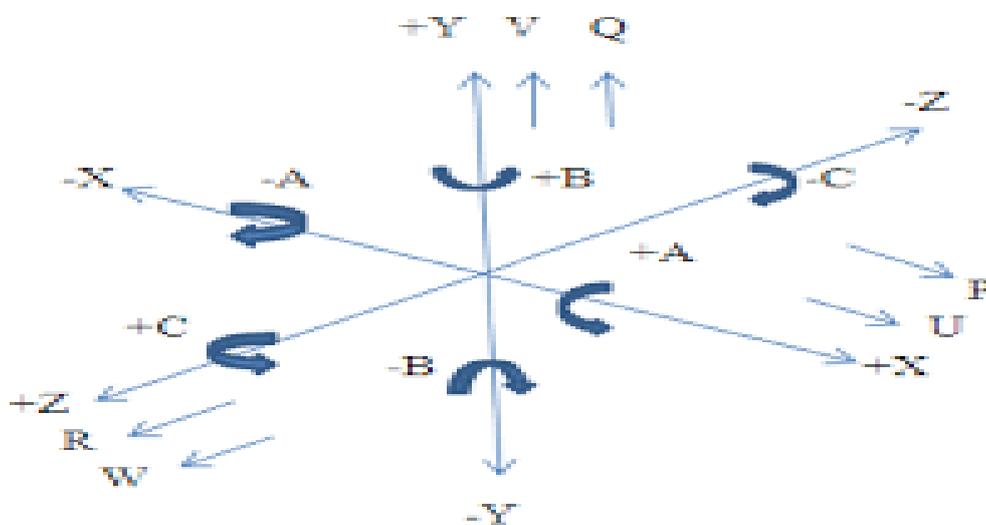


Figure 2- 2: **Système de coordonnées machine.**

2.8 Référentiel de programmation en TOURNAGE

-L'axe Z est celui de la broche, il correspond au déplacement longitudinal de la tourelle porte outil.

-L'axe X perpendiculaire à l'axe Z, il correspond au déplacement radial de la tourelle porte outil.

La figure 2-3 illustre la référentiel programmation en tournage .

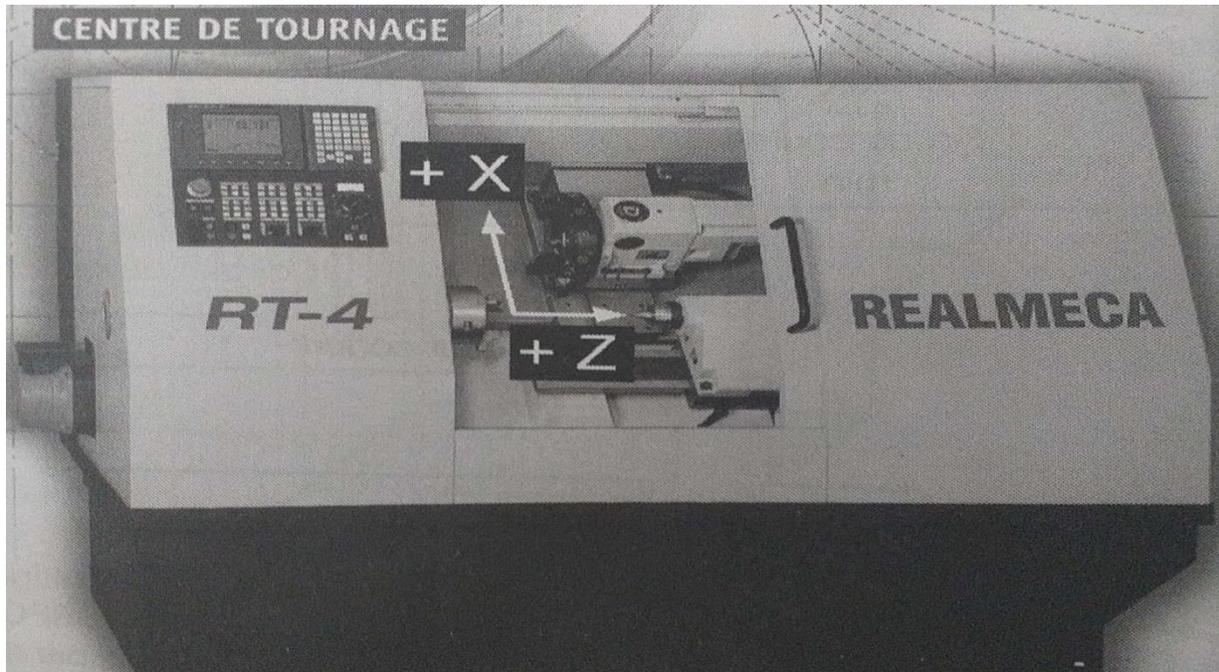


Figure 2- 3: Référentiel programmation d'un tour.[19]

2.9 Référentiel de programmation en FRAISAGE

-Axe Z axe de rotation de la broche et correspond au déplacement vertical de la table (fraiseuse verticale) ;

-Axe X perpendiculaire à l'axe Z, il correspond au plus grand déplacement ;

- Axe Y il forme un trièdre de sens direct avec les deux autres axes ;

La figure 2-4 illustre le référentiel de programmation en fraisage.

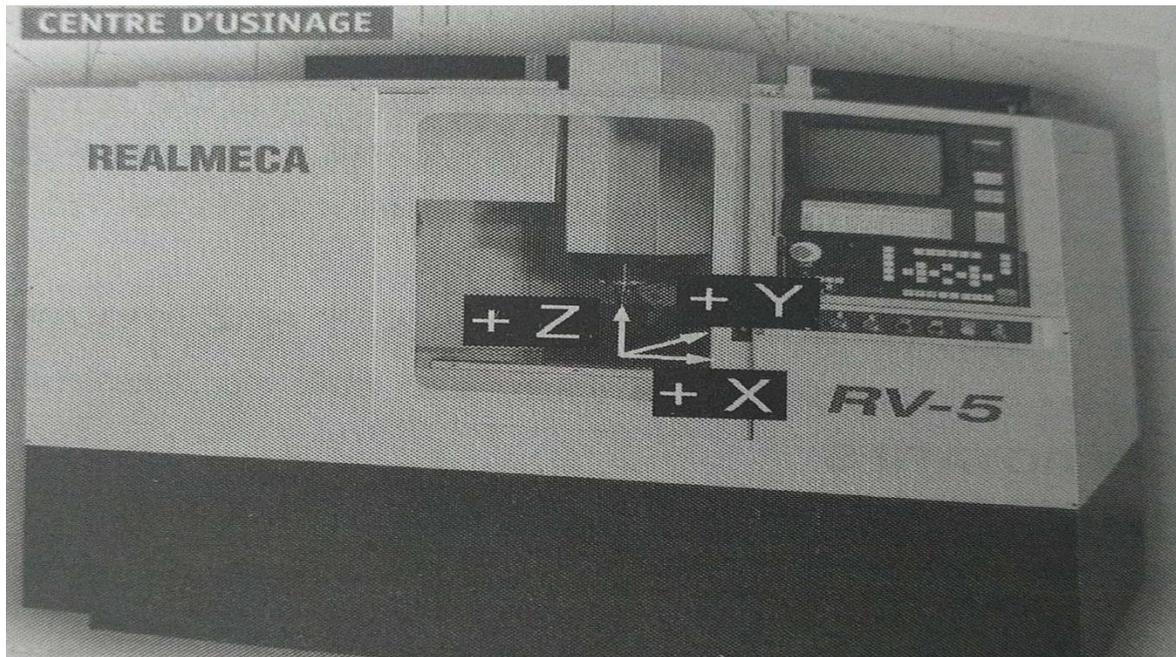


Figure 2- 4: Référentiel programmation d'une fraiseuse.[19]

La figure 2-5 montre la règle de la main.

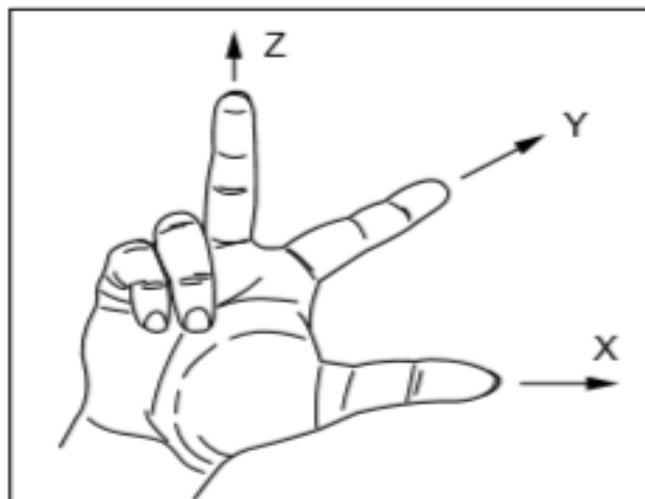


Figure 2- 5: Règle de la main.

2.10 Origines des systèmes de coordonnées

Le processeur CN calcule tous les déplacements par rapport au point d'origine mesure de la machine. A la mise sous tension le système ne connaît pas l'origine mesure, les courses mécaniques accessibles sur chacun des axes de la machine sont limitées par des butées fin de course mini et maxi.

Le Tableau 2-5 représente points utilisées dans des MOCN.

Tableaux 2- 5 : Points utilisées dans des MOCN. [19]

Points utilisées	Symbole	Définition
Origine machine M (OM)		C'est la référence des déplacements de la machine. C'est un point défini (sur chaque axe) par le constructeur qui permet de définir l'origine absolue de la machine. OM et om peuvent être confondues
Origine mesure R (Om)		C'est l'origine physique des axes de la machine représentée par une butée détectée par un capteur électrique lors de l'initialisation ou prise d'origine machine (POM).
Origine Programme OP		Indépendante du système de mesure, l'OP est l'origine de trièdre de référence qui sert à établir le programme. C'est généralement un point de départ de cotation de dessin de la pièce.
Origine Pièce W (Op)		Indépendante du système de mesure, l'Op est défini par un point de la pièce sur laquelle il est possible de se positionner. OP et Op peuvent être confondues
Point de référence du logement d'outil N (T)		Ce point N ou T est un point défini de manière fixe. Il sert de point de référence pour mesurer les outils. Ce point se trouve sur le plateau du changeur d'outil.

Remarque :

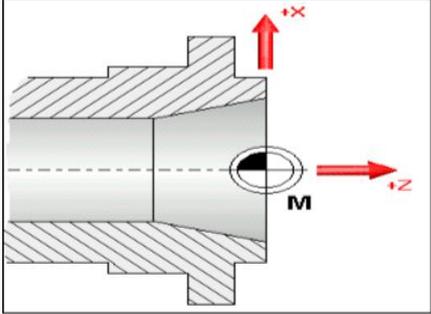
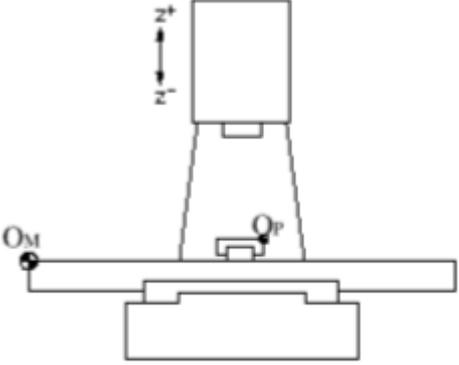
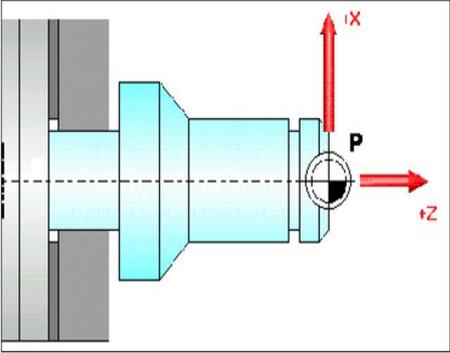
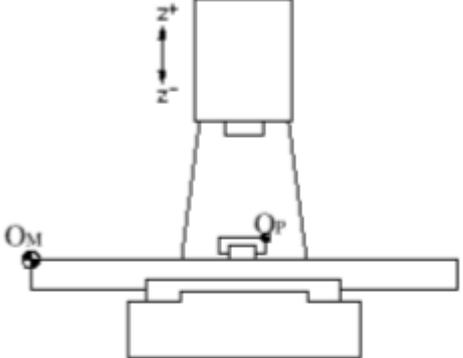
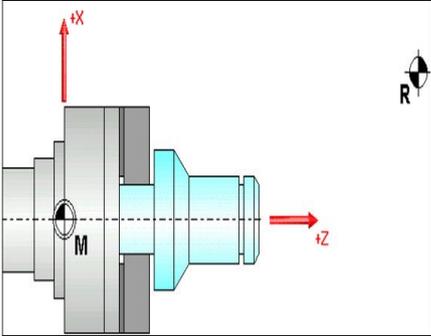
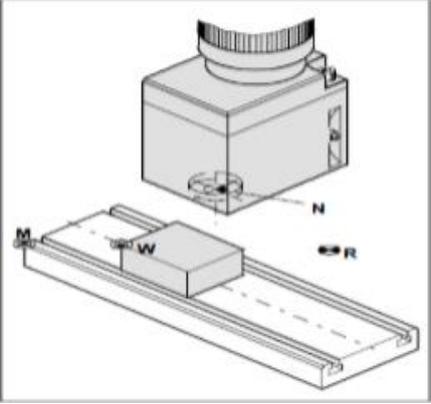
Les origines dans les machines EMCO sont présentées comme suit :

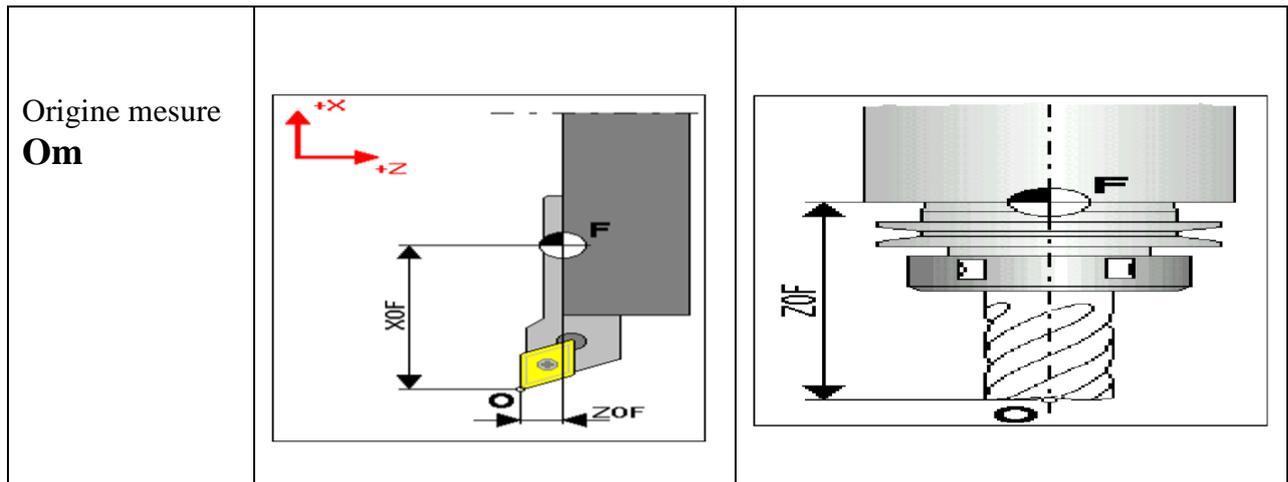
-Origine machine (M), Origine mesure ou point de référence (R), l'origine pièce (W).

2.11 Origines des MOCN

Le tableau 2-6 illustre les origines utilisées dans les MOCN.

Tableaux 2- 6 : Origines utilisées dans les MOCN.

Les origines	Tournage	Fraisage
Origine machine OM		
Origine pièce Op		
Point de référence R		



Remarque

Les origines pièce et programme Op et OP peuvent être confondues.

2.12 Programmation de commande numérique

La programmation de commande numérique (CN) permet de définir des séquences d'instructions permettant de piloter des machines-outils à commande numérique. Cette programmation est actuellement fortement automatisée à partir des plans réalisés en CAO. Pour une commande numérique physique, c'est le directeur de commande numérique (DCN) qui interprète les instructions contenues dans les séquences, reçoit les informations des capteurs et agit sur les actionneurs. On trouve aussi des pilotes de commande numériques qui sont des programmes informatiques s'exécutant sur un PC, avec éventuellement une délégation partielle des calculs vers une carte spécialisée. [9] [10]

2.13 Coordonnées de la programmation

La CNC permet la programmation de coordonnées de trois manières différentes, ce qui laisse le choix à une programmation adaptée au type d'usinage.

2.13.1 Coordonnées cartésiennes

Le système de coordonnées cartésiennes est défini par deux axes dans le plan et par trois, quatre ou cinq axes dans l'espace. La position des différents points de la machine est exprimée au moyen de trois, quatre ou cinq coordonnées.

La figure 2-6 montre les coordonnées cartésiennes.

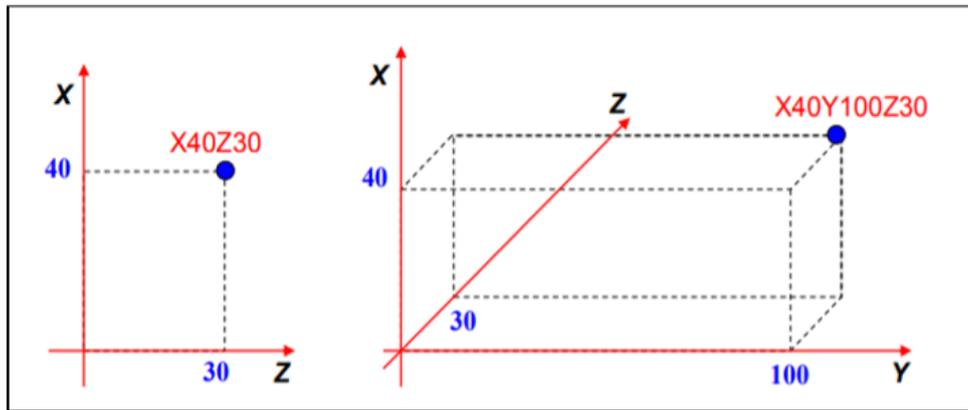


Figure 2- 6: Coordonnées cartésiennes.

2.13.2 Coordonnées polaires

Il est plus approprié d'utiliser ces coordonnées en cas de cotes circulaires. Le point de référence est appelé origine polaire. Elles sont mieux adaptées pour Le fraisage.

La figure 2-7 montre une coordonnée polaire.

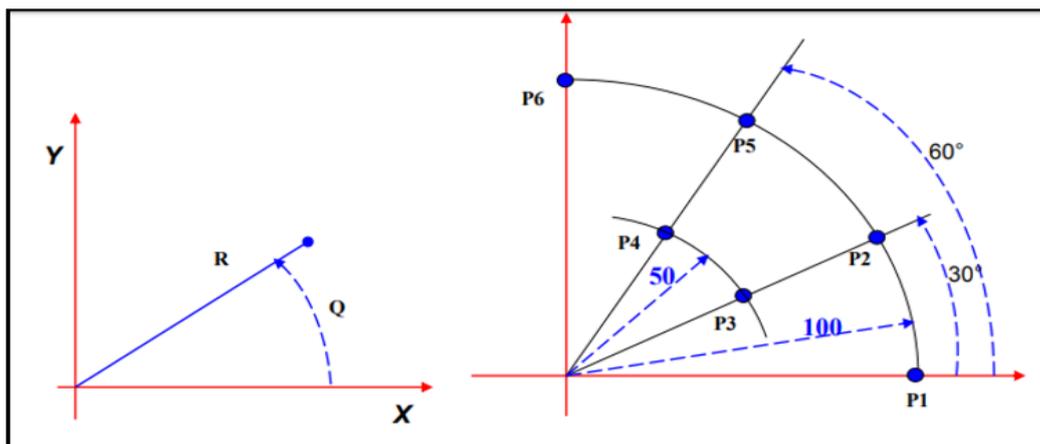


Figure 2- 7: Coordonnées polaires.

Les coordonnées des points P1, P2, P3 :

-P1 :R100Q0.

-P2 :R100 Q30.

-P3 :R50 Q30.

Un point est situé avec son rayon par rapport à l'origine et par l'angle qu'il forme avec l'axe des abscisses.

2.13.3 Angle et une coordonnée cartésienne

Dans le plan principal on peut situer un point avec une coordonnée cartésienne et l'angle de sortie de la trajectoire précédente.

La figure 2-8 montre l'angle et une coordonnée cartésienne.

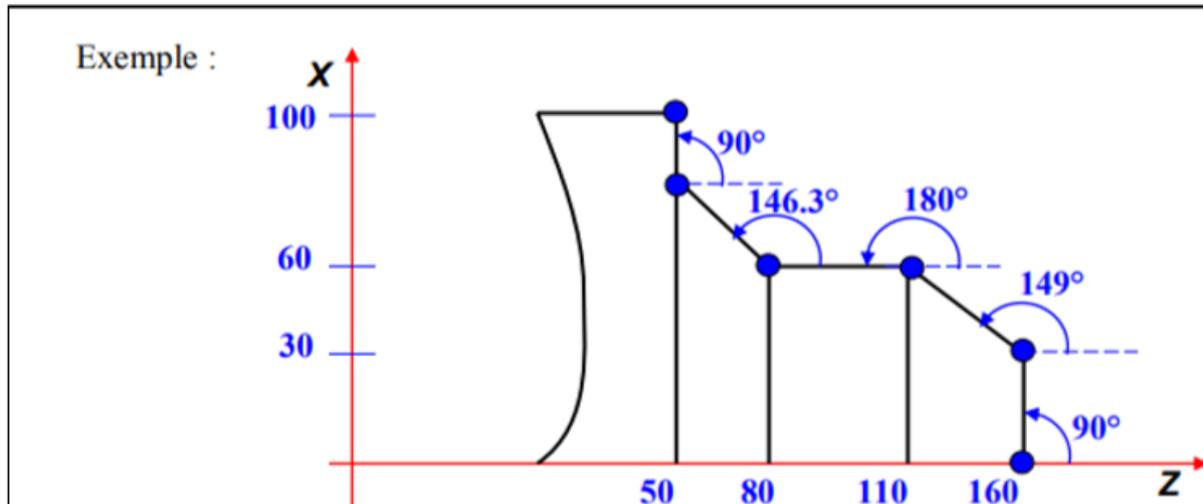


Figure 2- 8: Angle et coordonnées cartésiennes.

-X0 Z160 : Point P0.

-Q90 X30 : Point P1.

-Q149 Z110 : Point P2.

-Q180 Z80 : Point P3.

-Q146.3 Z50 : Point P4.

-Q90 X100 : Point P5.

2.14 Réglage de la position relative Origine Machine/Origine Programme sur différentes MOCN

Les réglages proposés sont effectués sur trois machines de tournage (Denford, PC Turn 155, et Boxford tour).

2.14.1 Réglage sur Denford [8]

2.14.1.1 Remise à zéro d'une MOCN (RAZ) [21]

Cycle opératoire pour le réglage de l'origine machine (OM) d'un tour :

- Appuyer sur la touche POS ;
- Appuyer sur la touche TOUS ;
- Sélectionner le mode travail manuel ;
- Dégager l'outil suivant les axes Z-, puis X- ;
- Désélectionner la touche OM ;
- Appuyer sur les touches Z+, puis X+ ;
- Contrôler les valeurs X00 Z00 sur écran ;
- Procéder à l'étalonnage des coordonnées en cas de nécessité ;

2.14.1.2 Introduction des données de départ

- Sélectionner le mode de travail IMD ;
- Introduire un programme de mise en rotation M03 S900 par exemple ;
- Mettre en marche en appuyant sur la touche Cycle puis arrêter manuellement ;

Maintenant, la machine est prête. Il est possible de procéder au réglage de l'origine programme.

Réglage de l'origine programme (OP)

- Sélectionner le mode travail manuel ;
- OP est déterminé à l'aide de bouton OFFSET ;
- Pour chaque outil T-----, tangenter :
 - 1- Suivant Z et éditer MZ 0 (zéro) ;
 - 2- Suivant X et éditer MX Diamètre ;

Remarque

L'origine pièce est déterminée par la butée Le réglage de l'origine programme est terminé. Le programme sera comme suit : G28 U0 W0 \longrightarrow OM.

2.14.2 Réglage sur PC TURN 155 (EMCO)

-Décalage d'origine direct G54

La position de point (OM), l'origine machine, étant très éloignée de la pièce à usiner, ne convient pas en tant que point de départ de la programmation. Donc, il va falloir décaler l'origine machine vers un point qui facilite la programmation. Ce point est l'origine de la pièce. La figure 2-9 montre le décalage de l'origine machine.

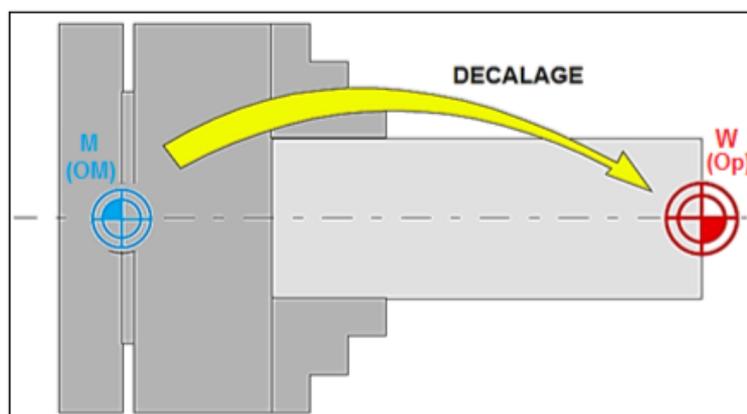


Figure 2- 9: Décalage de l'origine machine. [22]

« OM » est décalé directement vers « Op » par une distance Z_p égale à Z_1 . par ailleurs, le point « Op » se trouve aussi sur l'axe de tournage d'où la valeur X_p est nulle. Pratiquement, pour déterminer la valeur Z_1 , plusieurs méthodes sont citées dans la littérature. La méthode la plus courante est la méthode d'affleurement. Le point « N » étant sur la face avant de la tourelle est repéré par rapport à l'origine machine « OM ». Si on veut connaître la position de la face avant de la pièce (Op) par rapport à l'origine machine, il suffit de la faire toucher à la face avant de la tourelle. Le principe de la méthode d'affleurement donc, est de faire coïncider une feuille de papier entre la face avant la tourelle et la face avant de la pièce comme la montre la figure2-10.

La figure 2-10 montre le décalage direct.

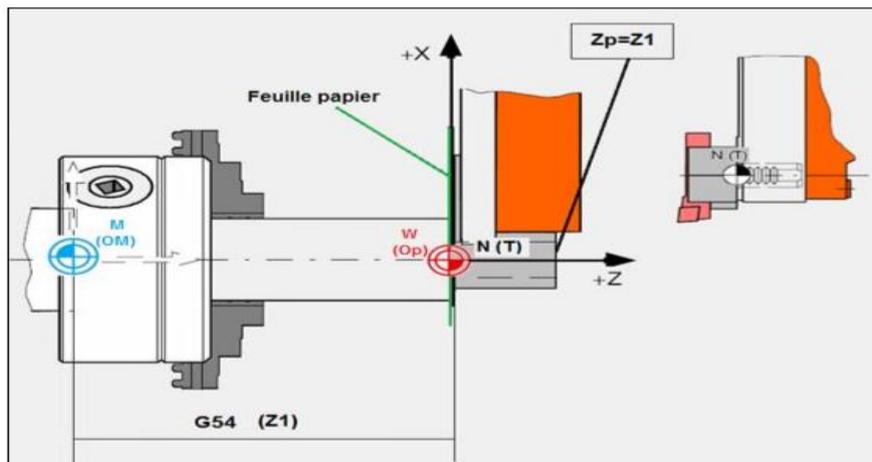


Figure 2- 10: Décalage direct. [22]

Dans un mode de fonctionnement quelconque, actionnez la touche de fonction reconfigurable DONNEES DE REGLAGE, actionnez ensuite la touche de fonction reconfigurable DECALAGE ORIGINE. Le masque d'entrée destiné à l'introduction du décalage d'origine G54 apparaît sur l'écran. Les différents décalages G54-G57 peuvent être sélectionnés au moyen des touches de fonction reconfigurables. Les valeurs définies (par ex: X = 0, Z = longueur du mandrin) sont entrées sous le DECALAGE D'ORIGINE.

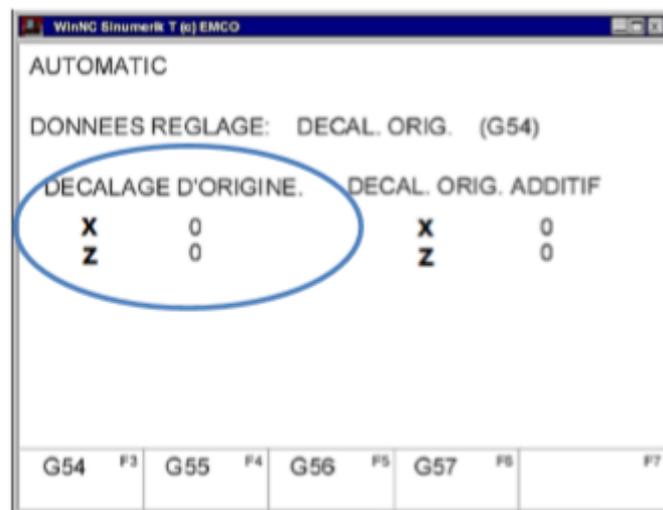


Figure 2- 11 : Masque d'entrée pour décalage d'origine G54. [23]

2.14.3 Réglage sur Boxford

- Remise à zéro (RAZ) ;

Cycle opératoire pour une remise à zéro de Boxford :

1/ Actionner sur **Bouton d'arrêt d'urgence (1)** ;

Tournez ce bouton pour le relâcher et appuyer sur le bouton Power Reset [Réinitialisation de l'alimentation], pour autoriser le démarrage de tour.

2/ Appuyer sur **Réinitialisation de la mémoire de la machine (2)** ;

3/ Appuyer sur **Mode Manuel (3)** ;

Si vous appuyer sur ce bouton, le voyant s'éteint et la machine est commandée par l'ordinateur (mode automatique). Appuyer de nouveau sur ce bouton pour revenir au mode de fonctionnement manuel.

4/ Appuyer sur **Remise à zéro (4)** ;

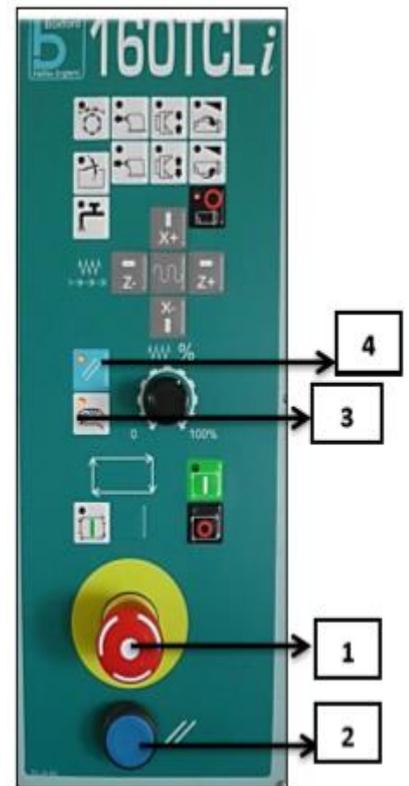


Figure 2- 12 : Pupitre BOXFORD

2.15 Fichier STL

En un mot, un fichier STL stocke des informations sur les modèles 3D. Ce format décrit uniquement la géométrie de surface d'un objet tridimensionnel sans représentation de couleur, de texture ou d'autres attributs de modèle courants. Ces fichiers sont généralement générés par un programme de conception assistée par ordinateur (CAO), en tant que produit final du processus de modélisation 3D. «.STL» est l'extension de fichier du format de fichier STL. Le format de fichier STL est le format de fichier le plus utilisé pour l'impression 3D. Utilisé conjointement avec une trancheuse 3D, il permet à un ordinateur de communiquer avec le matériel d'une imprimante 3D. Depuis ses modestes débuts, le format de fichier STL a été adopté et pris en charge par de nombreux autres progiciels de CAO. Il est aujourd'hui largement utilisé pour le prototypage rapide, l'impression 3D et la fabrication assistée par ordinateur. Les amateurs et les professionnels l'utilisent de la même manière. [24]

Le format de fichier STL se rapproche de la surface d'un modèle de CAO avec des triangles. L'approximation n'est jamais parfaite et les facettes introduisent de la grosseur dans le modèle :

- Hauteur de corde ou tolérance ;
- Déviation angulaire ou tolérance angulaire ;
- Binaire ou ASCII ;

La figure 2-13 illustre un modèle 3D d'une sphère.

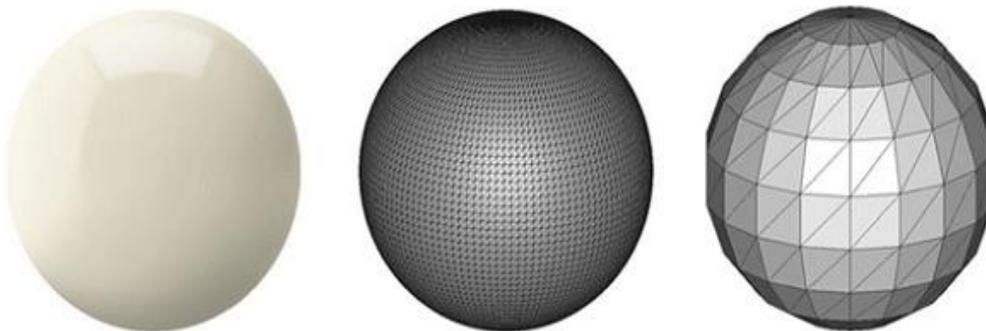


Figure 2- 13: Modèle 3D d'une sphère. [20]

2.16 Langage et programmation CNC [12]

2.16.1 Langage ISO

À l'origine, le langage de programmation était le G-code, développé par l'EIA au début des années 1960, et finalement normalisé par l'ISO en 1980 sous la référence RS274D/ (ISO 6983). Le langage ISO est encore énormément répandu surtout sur les petites Machines commandes numériques. [16]

2.16.2 Langage Fanuc

Le langage Fanuc prend pour base le langage ISO de 1980. Il ajoute des fonctions supplémentaires ce qui en fait un langage unique. Les spécificités du langage sont :

- Parenthèses pour les commentaires ;
- Appel de sous programmes avec M98 ;
- Points virgules en fin de blocs ;

2.16.3 Langage NUM

Le langage NUM prend pour base le langage ISO. Il ajoute des fonctions supplémentaires ce qui en fait un langage unique. Les spécificités du langage sont

- Parenthèses pour les commentaires ;
- Appel de sous programmes avec G77 ;

2.16.4 Langage SIEMENS

Le langage SIEMENS prend pour base le langage ISO. Il ajoute des fonctions supplémentaires ce qui en fait un langage unique. Les spécificités du langage sont :

- Points virgules pour les commentaires ;
- Des appels de cycles un peu compliqué ;

2.16.5 Langage HEIDENHAIN

Le langage HEIDENHAIN est un langage inventé par les allemands pour animer principalement des robots CNC conversationnels.

2.16.6 Langage PROFORM

Le langage PROFORM a été inventé de toute pièce pour les robots charmillé. Langage devenu totalement obsolète.

2.17 Conclusion

Les programmes et les réglages des différentes origines présentés concernent les MOCN Sinumrik, Boxford et Denford. La programmation paramétrée consiste à l'écriture des programmes et la préparation des postes de travail (réglage des origines) de la machine Boxford utilisant la commande Fanuc (atelier de fabrication mécanique de l'ESSAT).

Chapitre III
Module développé

3.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation du module développé *NC2P* pour l'écriture d'un programme CN à partir d'un dessin de définition des produits. Cette interface a été développée sous logiciel Visual Basic 6.0.

3.2 Présentation de logiciel

Visual Basic (VB) est un langage de programmation événementielle de troisième génération ainsi qu'un environnement de développement intégré, créé par Microsoft pour son modèle de programmation. Visual Basic est directement dérivé du BASIC et permet le développement rapide d'applications, la création d'interfaces utilisateur graphiques, l'accès aux bases de données en utilisant les technologies DAO, CAO, ... ainsi que la création de contrôles ou objets ActiveX. Les langages de script tels que Visual Basic for Applications et VBScript sont syntaxiquement proches de Visual Basic, mais s'utilisent et se comportent de façon sensiblement différente.

Un programme en VB peut être développé en utilisant les composants fournis avec Visual Basic lui-même. Les programmes écrits en Visual Basic peuvent aussi utiliser l'API Windows, ceci nécessitant la déclaration dans le programme des fonctions externes.

Dans une étude conduite en 2005, 62 % des développeurs déclaraient utiliser l'une ou l'autre forme de Visual Basic. Selon la même étude, les langages les plus utilisés dans le domaine commercial sont Visual Basic, C++, C# et Java.

La dernière mise à jour de Visual Basic est la version 6.0, sortie en 1998. Le support étendu Microsoft a pris fin en 2008. À partir de la version 7, le Visual Basic subit des changements substantiels le rapprochant de la plate-forme « dot Net », et qui amènent Microsoft à le commercialiser sous le nom de Visual Basic 6.0.NET.

3.3 Présentation du module

L'écran de la figure 3.1 présente une interface du module développé *NC2P* sous Visual Basic version 6.0.



Figure 3- 1: Interface du module développé.

3.4 Choix de la machine

L'écran de la figure 3.2 illustre les différentes machines.



Figure 3- 2: Choix de la machine

3.5 Choix des paramètres de langage tournage



Cliquer sur le bouton



pour accéder aux commandes.

L'écran de la figure 3.3 illustre les différents langages CN en Tournage.

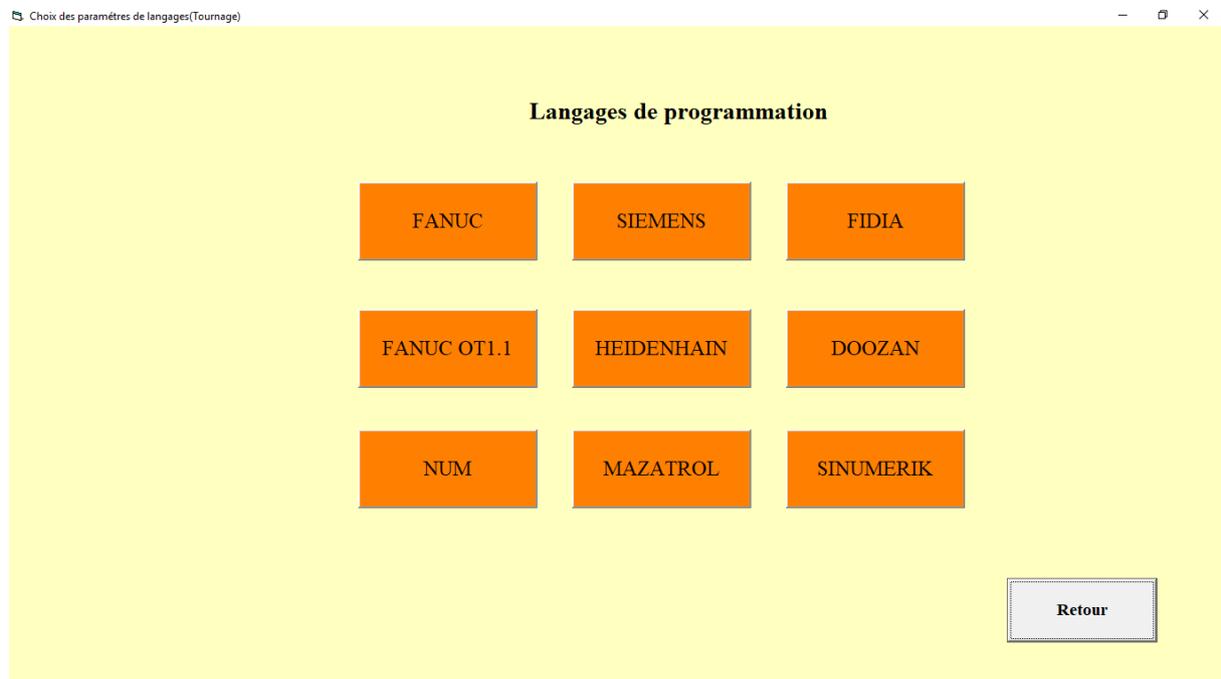


Figure 3- 3: Choix du langage CN.

3.6 Commande FANUC



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Les principales fonctions remplies sont la recherche des paramètres des procédés d'usinage suivants :

- Présentation du poste de travail ;
- Outils (Tools) ;
- Réglage des origines ;
- Fonctions préparatoires ;
- Syntaxe ;
- Programmation paramétrée ;
- Fonctions auxiliaires ;
- Applications ;

La figure 3.4 illustre les fonctions principales de Tournage.

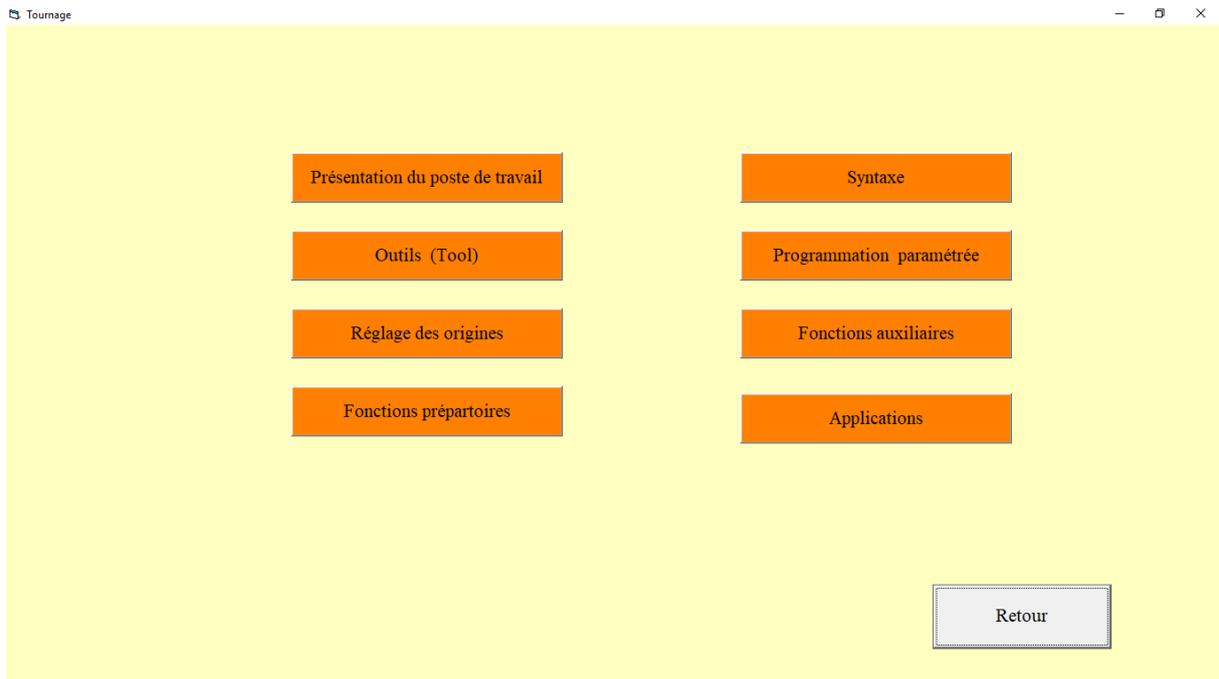


Figure 3- 4: Fonctions Tournage.

Pour accéder à l’une de ces fonctions, il suffit de cliquer sur la commande concernée.

3.6.1 Présentation du poste de travail

Pour accéder à cette fonction cliquer  sur le bouton **Présentation du poste de travail**

L’écran de la figure 3.5 illustre la présentation du poste de travail.

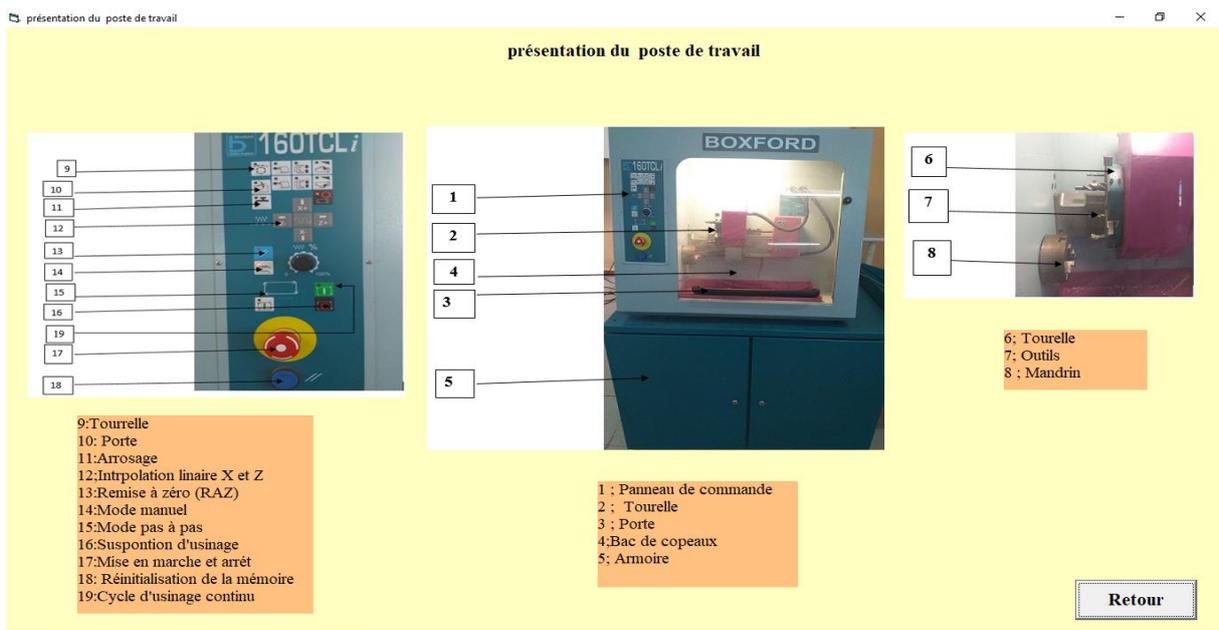


Figure 3- 5 : Présentation du poste de travail.

3.6.2 Réglage des origines



Cliquer sur le bouton **Réglage des origines** pour accéder au paramètre de ce procédé.

L'écran de la figure 3.6 illustre les réglages des origines.



Figure 3- 6: Réglage des origines.



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.7 illustre le réglage de l'origine programme.

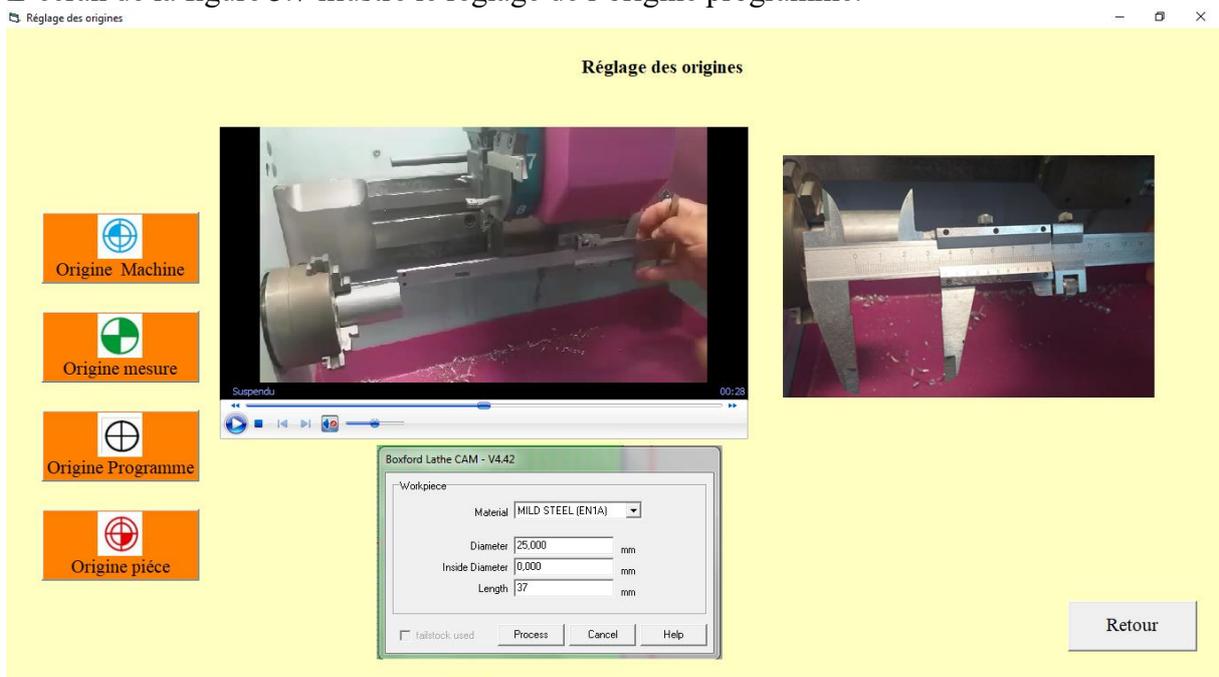


Figure 3- 7 : Origine programme.

-Le réglage de l'origine pièce Op est assuré par la butée N5.

-Les origines OM et Om sont définies par le constructeur. Leurs réglages se font par la remise à zéro de la machine en actionnant  . La machine est prête lorsque la lampe s'allume.

3.6.3 Fonctions préparatoires

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Fonctions préparatoires

L'écran de la figure 3.8 présente les fonctions préparatoires.

Fonctions préparatoires T

Fonctions préparatoires

Code	Groupe	Fonction	Codes d'adresse utilisés
G00	1	Mouvement rapide	X (U) Z (W)
G01		Interpolation linéaire	X (U) Z (W) F
G02		Interpolation circulaire (sens horaire)	X (U) Z (W) I K F R
G03		Interpolation circulaire (sens anti-horaire)	X (U) Z (W) I K F R
G04	0	Temps d'arrêt	P
G20	6	Programmation en pouces	
G21		Programmation en millimètres	
G50	0	Réglage de la vitesse broche maximum (valide quand G96 est active)	S
G75		Cycle de rainurage sur l'axe X	X (U) Z (W) F P Q R
G76		Cycle de filetage sur l'axe Z	X (U) Z (W) F P Q R
G80	10	Annulation du cycle	X (U) Z (W) R F
G83	1	Cycle de perçage sur l'axe Z	X (U) Z (W) F P Q R
G90		Cycle de coupe axiale	X (U) Z (W) R F
G94		Cycle de coupe radiale	X (U) Z (W) R F
G96	2	Vitesse de surface constante	S
G97		Vitesse broche constante (tr/min)	S
G98	5	Alimentation / Min	F
G99		Alimentation / Tour	F

Retour

Figure 3- 8: Fonctions préparatoires.

3.6.4 Fonctions auxiliaires

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Fonctions auxiliaires

L'écran de la figure 3.9 présente les fonctions auxiliaires.

Fonctions auxiliaires

Fonctions auxiliaires

Code	Fonction	Codes d'adresse utilisés
M00	Arrêt intermédiaire programmé	
M01	Arrêt facultatif programmé	
M02	Arrêt du programme (quantité unitaire)	
M03	Démarrage broche sens horaire	S
M04	Démarrage broche sens anti-horaire	S
M05	Arrêt broche	
M08	Mise en route arrosage	
M09	Arrêt arrosage	
M10	Mise en route outil motorisé	
M11	Arrêt outil motorisé	
M16	Orientation broche	I = angle (incréments de 30°)
M26	Mise en place récupérateur de pièces	
M27	Retrait récupérateur de pièces	
M30	Arrêt du programme (Répéter)	
M39	Fermeture automatique mandrin	
M40	Ouverture automatique mandrin	
M41	Mise en place automatique contre-pointe	
M42	Retrait automatique contre-pointe	
M48	Ouverture capot automatique	
M49	Fermeture capot automatique	
M51	Engagement tige de verrouillage de la broche	
M52	Déengagement tige de verrouillage de la broche	
M81	Mise en route/Arrêt production	I (1 = mise en route, 0 = arrêt)
M97	Fabrication continue	
M98	Appel du sous-programme	P
M99	Fin du sous-programme	

M00

M01

M02





M05





M10

M11

M16

M26







M41

M42





M51

M52







Retour

Figure 3- 9: Fonctions auxiliaires.

3.6.5 Syntaxe des fonctions préparatoires

Cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.10 illustre la syntaxe des différentes fonctions préparatoires.

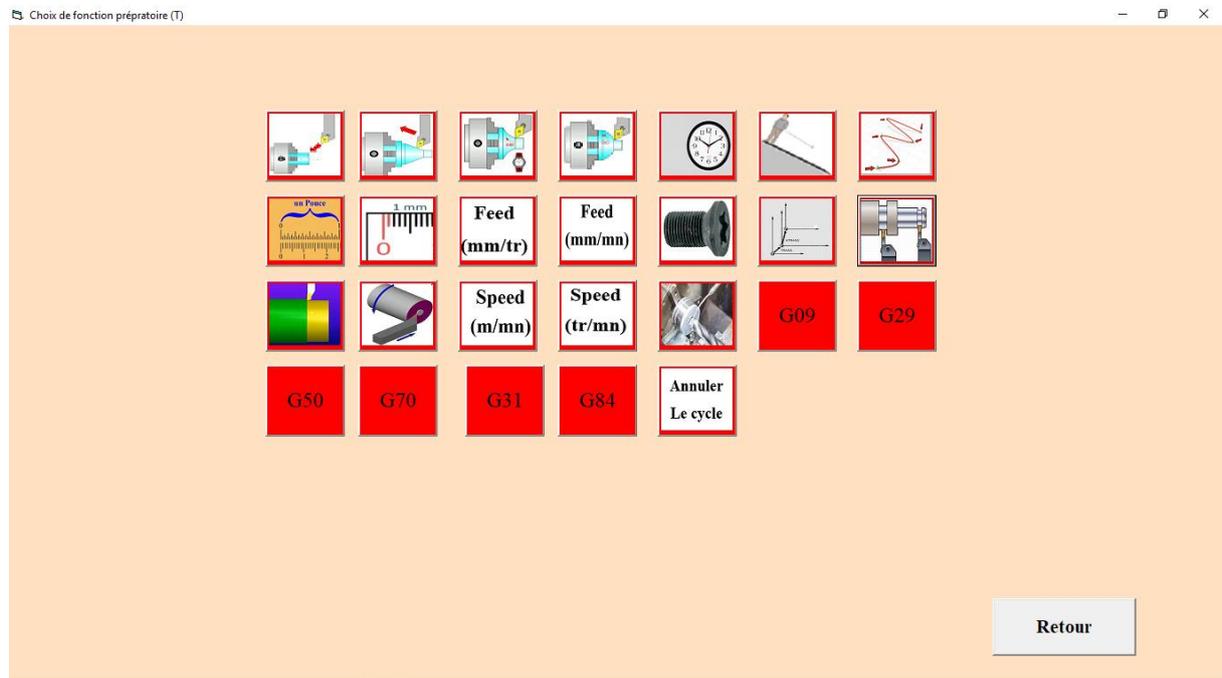
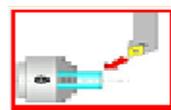


Figure 3- 10: Syntaxe des fonctions préparatoires.

3.6.5.1 Mouvement rapide

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.11 illustre mouvement rapide.

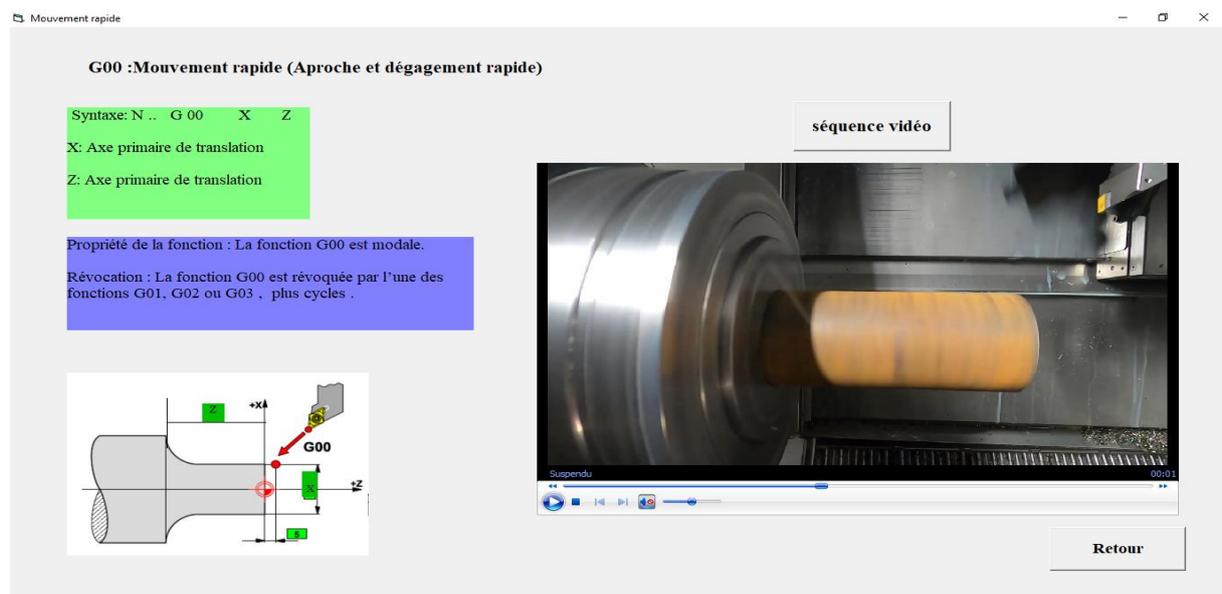
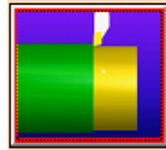


Figure 3- 11: Mouvement rapide.

3.6.5.2 Cycle de chariotage

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.12 illustre un cycle de chariotage.

séquence vidéo

Syntaxe

G 90 X Z F R

X: Axe primaire de translation
Z: Axe primaire de translation
F: Vitesse d'avance
R: Retait de l'outil sur l'axe X

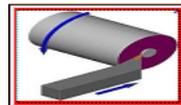
No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Retour

Figure 3- 12: Cycle de chariotage.

3.6.5.3 Cycle de dressage

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.13 illustre un cycle de dressage.

séquence vidéo

Syntaxe:

G 94 X Z F R

X: Axe primaire de translation
Z: Axe primaire de translation
F: Vitesse d'avance
R: Retait de l'outil sur l'axe Z

No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Choix de l'outil

No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Retour

Figure 3- 13: Cycle de dressage.

3.6.5.4 Cycle de filetage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton
L'écran de la figure 3.14 illustre un cycle de filetage.

Cycle de filetage

G76: Cycle de filetage

Syntaxe :
Ce cycle est lancé au moyen de deux blocs au format suivant :
G76 P Q R
G76 X(U) Z(W) F P Q R
X :Diamètre du noyau du fil
Z :le point cible du filetage
F: pas du filetage

Ligne 1:
P:Nombre de passes effectuées sur l'itinéraire sans couper
Q:la plus petite coupure autorisée

Ligne2:
P:profondeur du filetage (en microns)
Q: profondeur de coupe la première passe.
R: Représente l différence de rayon au début et la fin du filetage conique.

G76 permet de programmer des filetages extérieurs ou intérieurs, parallèles ou coniques.

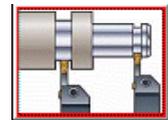
Propriétés: la fonction G76 est non modale .

No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Retour

Figure 3- 14 : Cycle de filetage.

3.6.5.5 Cycle de rainurage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton
L'écran de la figure 3.15 illustre un cycle de rainurage.

Cycle de rainurage

G75: Cycle de rainurage.

Syntaxe:
G 75 R
G 75 X Z F W P Q
X: Axe primaire de translation
Z: Axe primaire de translation
F: Vitesse d'avance en mm/min ,mm/tr
W: Coordonnée incrémentale a partir de la position
P: Profondeur de coupe le long de l'axe X
Q: L'outil passe le long de l'axe Z a la prochaine coupe en microns
R: La quantité de relief de l'outil au fond de la rainure en microns

Propriétés:
La fonction G75 est non modale.

Choix de l'outil

No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Retour

Figure 3- 15: Cycle de rainurage.

3.6.5.6 Cycle de perçage avec déburrage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.16 illustre un cycle de perçage avec déburrage.

G83: Cycle de perçage avec déburrage

Séquence vidéo

Syntaxe:

G 83 X Z F Q R

X: Le départ sur l'axe X

Z: Point final sur l'axe Z

F: Vitesse d'avance = 0.05mm/tr

Q: Profondeur de pic en microns

R: Distance absolue entre le point de départ Z et le plan de rétraction lors du picage

Choix de l'outil

No	Description	Position	Spindle
1	TCL- Left-handed Turning	1	CCW
2	TCL- Centre Drill	2	CW
3	TCL- Right-handed Turning	3	CCW
4	TCL- Drill	4	CW
5	TCL- External Thread	5	CCW
6	TCL- Drill	6	CW
7	TCL- Parting Tool	7	CCW
8	TCL- Boring Bar	8	CCW

Propriétés

la fonction G83 est modale.

Révocation

la fonction G83 est révoquée par les fonctions G80 G81 G82 G85 . G87 G89

Retour

Figure 3- 16: Cycle de perçage avec déburrage.

3.6.6 Programmation paramétrée

Cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.17 illustre la programmation paramétrée des instructions d'usinage CN.

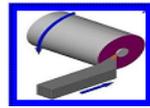
Choix de programmation paramétrée

Programmation paramétrée

Retour

Figure 3- 17: Programmation paramétrée.

3.6.6.1 Cycle de dressage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.18 illustre un cycle de dressage.

Cycle de dressage

Matières	Outil ARS Vc (m/min)	Outil ARS Avance par tour pour L=3	Outil ARS Avance par tour pour L=6	Outil ARS Avance par tour pour L=12	Outil CM Vc (m/min)
Aciers au Mn+S		0,05	0,08	0,1	135-150
Aciers au Mn+S	34-38	0,05	0,08	0,08	105-120
Acier au C ≤ 0,25%	32-36	0,05	0,06	0,06	105-120
acier au C ≤ 0,45%	25-28	0,05	0,05	0,05	80-90
Acier au C ≤ 0,65%	18-20	0,04	0,05	0,04	63-70
Acier au C ≤ 0,90%	16-18	0,04	0,05	0,04	54-60
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	23-25	0,05	0,06	0,06	72-80
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	16-18	0,04	0,05	0,04	58-65
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60
Fontes ferritique FGL200	36-40	0,015	0,20	0,20	105-115
Fontes Ferri-Perlit.FGL300	18-20	0,10	0,15	0,10	63-70
Fontes Perlitique FGL400	14-16	0,10	0,08	0,08	50-56

Paramètres de coupe
 Diamètre usiné :
 Vitesse de coupe (Vc m/min) :
 Calculer S

Choix des outils
 T 01 T 02
 T 03 T 04
 T 05 T 06
 T 07 T 08

N.. M06 T ;
 N..M04 S G97;
 N.. G94 X Z F 0.05 G99 ;
 N.. G94 R ;

Retour

Figure 3- 18 : Cycle de dressage.

3.6.6.2 Application de dressage

Cycle de dressage

Matières	Outil ARS Vc (m/min)	Outil ARS Avance par tour pour L=3	Outil ARS Avance par tour pour L=6	Outil ARS Avance par tour pour L=12	Outil CM Vc (m/min)
Aciers au Mn+S		0,05	0,08	0,1	135-150
Aciers au Mn+S	34-38	0,05	0,08	0,08	105-120
Acier au C ≤ 0,25%	32-36	0,05	0,06	0,06	105-120
acier au C ≤ 0,45%	25-28	0,05	0,05	0,05	80-90
Acier au C ≤ 0,65%	18-20	0,04	0,05	0,04	63-70
Acier au C ≤ 0,90%	16-18	0,04	0,05	0,04	54-60
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	23-25	0,05	0,06	0,06	72-80
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	16-18	0,04	0,05	0,04	58-65
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60
Fontes ferritique FGL200	36-40	0,015	0,20	0,20	105-115
Fontes Ferri-Perlit.FGL300	18-20	0,10	0,15	0,10	63-70
Fontes Perlitique FGL400	14-16	0,10	0,08	0,08	50-56

Paramètres de coupe
 Diamètre usiné :
 Vitesse de coupe (Vc m/min) :
 Calculer S

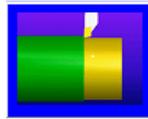
Choix des outils
 T 01 T 02
 T 03 T 04
 T 05 T 06
 T 07 T 08

N.. M06 T ;
 N..M04 S G97;
 N.. G94 X Z F 0.05 G99 ;
 N.. G94 R ;

Retour

Figure 3- 19: Application d'un cycle de dressage.

3.6.6.3 Cycle de chariotage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.20 illustre un cycle de chariotage.

Matières	Outil ARS	
	Vc (f=a/10,a=3a5)	Vc (f=a/10,a=0,5a1)
Aciers au Mn+S	55-60	66-75
Aciers au Mn+S	40-45	55-65
Acier au C ≤ 0,25%	35-40	45-50
acier au C ≤ 0,45%	28-31	37-41
Acier au C ≤ 0,65%	20-23	29-33
Acier au C ≤ 0,90%	18-21	25-28
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	32-36	41-46
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	22-25	29-33
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	18-20	23-26
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16	20-23
Fontes ferritique FGL200	43-48	54-60
Fontes Ferri-Perlit FGL300	23-26	35-40
Fontes Perlitique FGL400	16-18	25-28
Fontes GS Ferrit.FGS600-3	16-18	22-25
Fontes GS Ferrit. FGS370-17	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur blanc	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur noir	29-33	38-43
Fontes malléables perlitiques	18-21	26-30
Aciers Inox Martensique	27-30	32-36
Aciers Inox Austénitique	34-38	41-46
Aciers à outils au Cr	13-15	63-70
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25	110-125
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20	22-25
Laitons au Zn+Al	90-100	105-125
Laitons à l'étain	35-40	44-50
Bronzes Cuuro-Alu	32-36	39-43
Bronzes Cuuro-nickel	22-26	29-32
Alliages légers au cuivre	220-250	290-330

Figure 3- 20: Cycle de chariotage.

3.6.6.4 Application de chariotage

Figure 3- 21: Application d'un cycle de chariotage.

3.6.6.5 Cycle de filetage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.22 illustre un cycle de filetage.

Cycle de filetage

G76/Cycle de filetage

calcul de Vc

Matières

Matières	Outil ARS
Aciers au Mn+S	Vc (F=a/10,a=3A5)
Aciers au Mn+S	55-60
Acier au C ≤ 0.25%	40-45
acier au C ≤ 0.45%	35-40
Acier au C ≤ 0.65%	28-31
Acier au C ≤ 0.90%	20-23
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	18-21
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	32-36
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	22-25
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	18-20
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16
Fontes ferritiques FGL200	43-48
Fontes Ferri-Perlit.FGL300	23-26
Fontes Perlitique FGL400	16-18
Fontes GS Ferrit.FGS600-3	16-18
Fontes GS Ferrit.FGS70-17	45-50
Fontes malléables à coeur blanc	45-50
Fontes malléables à coeur noir	29-33
Fontes malléables perlitiques	18-21
Aciers Inox Martensitique	27-30
Aciers Inox Austénitique	34-38
Aciers à outils au Cr	13-15
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20
Laitons au Zn+Al	90-100
Laitons à l'étain	35-40
Bronzes Cupro-Alu	32-36
Bronzes Cupro-nickel	22-26
Alliages légers au cuivre	220-250

Paramètres de coupe

Diamètre usinée

Vitesse de coupe (Vc)

Calculer S

Choix des outils

- T 01
- T 02
- T 03
- T 04
- T 05
- T 06
- T 07
- T 08

N.. M06 T ;

N.. M04 S G97 ;

N.. G76 P Q R ;

N.. G76 X Z F P Q ;

Retour

Figure 3- 22: Cycle de filetage.

3.6.6.6 Application de filetage

Cycle de filetage

G76/Cycle de filetage

calcul de Vc

Matières

Matières	Outil ARS
Aciers au Mn+S	Vc (F=a/10,a=3A5)
Aciers au Mn+S	55-60
Acier au C ≤ 0.25%	40-45
acier au C ≤ 0.45%	35-40
Acier au C ≤ 0.65%	28-31
Acier au C ≤ 0.90%	20-23
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	18-21
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	32-36
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	22-25
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	18-20
Aciers à outils au Cr	13-15
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20
Laitons au Zn+Al	90-100
Laitons à l'étain	35-40
Bronzes Cupro-Alu	32-36
Bronzes Cupro-nickel	22-26
Alliages légers au cuivre	220-250

Paramètres de coupe

Diamètre usinée

Vitesse de coupe (Vc)

Calculer S

Choix des outils

- T 01
- T 02
- T 03
- T 04
- T 05
- T 06
- T 07
- T 08

N.. M06 T 05 ;

N.. M04 S 207 G97 ;

N.. G76 P 25 Q 50 R 025 ;

N.. G76 X 18 Z -12 F 0.75 P 615 Q 200 ;

Retour

Figure 3- 23 : Application d'un cycle de filetage.

3.6.6.7 Cycle de rainurage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.24 illustre un cycle de rainurage.

Cycle de rainurage

G75: Cycle de rainurage.

Matières	Outil ARS Vc (f=a/10,a=3a5)	Outil ARS Vc (f=a/10,a=0,5a1)
Aciers au Mn+S	55-60	66-75
Aciers au Mn+S	40-45	55-65
Acier au C ≤ 0,25%	35-40	45-50
acier au C ≤ 0,45%	28-31	37-41
Acier au C ≤ 0,65%	20-23	29-33
Acier au C ≤ 0,90%	18-21	25-28
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	32-36	41-46
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	22-25	29-33
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	18-20	23-26
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16	20-23
Fontes ferritique FGL200	43-48	54-60
Fontes Ferri-Perlit FGL300	23-26	35-40
Fontes Perlitique FGL400	16-18	25-28
Fontes GS Ferrit FGS600-3	16-18	22-25
Fontes GS Ferrit FGS370-17	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur blanc	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur noir	29-33	38-43
Fontes malléables perlitiques	18-21	26-30
Aciers Inox Martensique	27-30	32-36
Aciers Inox Austénitique	34-38	41-46
Aciers à outils au Cr	13-15	63-70
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25	110-125
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20	22-25
Laitons au Zn+Al	90-100	105-125
Laitons à l'étain	35-40	44-50
Bronzes Cu-pro-Alu	32-36	39-43
Bronzes Cu-pro-nickel	22-26	29-32
Alliages légers au cuivre	220-250	290-330

Choix des outils

- T 01
- T 02
- T 03
- T 04
- T 05
- T 06
- T 07
- T 08

N.. M06 T ;
 N.. M04 S G97 ;
 N.. G75 R ;
 N.. G75 X Z F 0.05G99 W P Q ;

Paramètres de coupe

Diamètre usinée Vitesse de coupe (Vc)

Calculer S

Retour

Figure 3- 24: Cycle de rainurage.

3.6.6.8 Application de rainurage

Cycle de rainurage

G75: Cycle de rainurage.

Matières	Outil ARS Vc (f=a/10,a=3a5)	Outil ARS Vc (f=a/10,a=0,5a1)
Aciers au Mn+S	55-60	66-75
Aciers au Mn+S	40-45	55-65
Acier au C ≤ 0,25%	35-40	45-50
acier au C ≤ 0,45%	28-31	37-41
Acier au C ≤ 0,65%	20-23	29-33
Acier au C ≤ 0,90%	18-21	25-28
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	32-36	41-46
Acier alliés ≤ 5% au Cr+Mo	22-25	29-33
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	18-20	23-26
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16	20-23
Fontes ferritique FGL200	43-48	54-60
Fontes Ferri-Perlit FGL300	23-26	35-40
Fontes Perlitique FGL400	16-18	25-28
Fontes GS Ferrit FGS600-3	16-18	22-25
Fontes GS Ferrit FGS370-17	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur blanc	45-50	54-60
Fontes malléables à coeur noir	29-33	38-43
Fontes malléables perlitiques	18-21	26-30
Aciers Inox Martensique	27-30	32-36
Aciers Inox Austénitique	34-38	41-46
Aciers à outils au Cr	13-15	63-70
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25	110-125
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20	22-25
Laitons au Zn+Al	90-100	105-125
Laitons à l'étain	35-40	44-50
Bronzes Cu-pro-Alu	32-36	39-43
Bronzes Cu-pro-nickel	22-26	29-32
Alliages légers au cuivre	220-250	290-330

Choix des outils

- T 01
- T 02
- T 03
- T 04
- T 05
- T 06
- T 07
- T 08

N.. M06 T ;
 N.. M04 S G97 ;
 N.. G75 R ;
 N.. G75 X Z F G99 W P Q ;

Paramètres de coupe

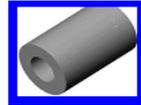
Diamètre usinée Vitesse de coupe (Vc)

Calculer S

Retour

Figure 3- 25: Application d'un cycle de rainurage.

3.6.6.9 Cycle de perçage avec déburrage



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.26 illustre un cycle de perçage avec déburrage.

Cycle de perçage avec déburrage

G83:Cycle de perçage avec déburrage

calcul de Vc

calculer

Matières	Outil ARS
	Vc (F-a/10,a=3A5)
Aciers au Mn+S	55-60
Aciers au Mn+S	40-45
Acier au C ≤ 0.25%	35-40
acier au C ≤ 0.45%	28-31
Acier au C ≤ 0.65%	20-23
Acier au C ≤ 0.90%	18-21
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	32-36
Aciers alliés ≤ 5% au Cr+Mo	22-25
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	18-20
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16
Fontes ferritique FGL200	43-48
Fontes Ferri-Perlit.FGL300	23-26
Fontes Perlitique FGL400	16-18
Fontes GS Ferrit.FG5600-3	16-18
Fontes GS Ferrit.FG370-17	45-50
Fontes malléables à coeur blanc	45-50
Fontes malléables à coeur noir	29-33
Fontes malléables perlitiques	18-21
Aciers Inox Martensitique	27-30
Aciers Inox Austénitique	34-38
Aciers à outils au Cr	13-15
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20
Laitons au Zn+Al	90-100
Laitons à l'étain	35-40
Bronzes Cu-Pro-Alu	32-36
Bronzes Cu-Pro-nickel	22-26
Alliages légers au cuivre	220-250

Paramètres de coupe

Diamètre usinée: Vitesse de coupe (Vc):

Calculer S

Choix des outils

N., G21;

N., M06 T ;

N.,M03 S G97 ;

N., G83 X Z F G99 Q R ;

T 01 T 02
 T 03 T 04
 T 05 T 06
 T 07 T 08

Retour

Figure 3- 26 : cycle de perçage.

3.6.6.10 Application de perçage avec déburrage

Cycle de perçage avec déburrage

G83:Cycle de perçage avec déburrage

calcul de Vc

calculer

Matières	Outil ARS
	Vc (F-a/10,a=3A5)
Aciers au Mn+S	55-60
Aciers au Mn+S	40-45
Acier au C ≤ 0.25%	35-40
acier au C ≤ 0.45%	28-31
Acier au C ≤ 0.65%	20-23
Acier au C ≤ 0.90%	18-21
Aciers alliés ≤ 5 au Cr+Mo	32-36
Aciers alliés ≤ 5% au Cr+Mo	22-25
Aciers alliés ≤ 5 au Ni+Cr	18-20
Aciers alliés ≤ 5% au Cr	14-16
Fontes ferritique FGL200	43-48
Fontes Ferri-Perlit.FGL300	23-26
Fontes Perlitique FGL400	16-18
Fontes GS Ferrit.FG5600-3	16-18
Fontes GS Ferrit.FG370-17	45-50
Fontes malléables à coeur blanc	45-50
Fontes malléables à coeur noir	29-33
Fontes malléables perlitiques	18-21
Aciers Inox Martensitique	27-30
Aciers Inox Austénitique	34-38
Aciers à outils au Cr	13-15
Aciers à outils au Cr+Mo+V	22-25
Aciers à outils au W+Cr+V	18-20
Laitons au Zn+Al	90-100
Laitons à l'étain	35-40
Bronzes Cu-Pro-Alu	32-36
Bronzes Cu-Pro-nickel	22-26
Alliages légers au cuivre	220-250

Paramètres de coupe

Diamètre usinée: Vitesse de coupe (Vc):

Calculer S

Choix des outils

N., G21;

N., M06 T ;

N.,M03 S G97 ;

N., G83 X Z F G99 Q R ;

T 01 T 02
 T 03 T 04
 T 05 T 06
 T 07 T 08

Retour

Figure 3- 27: Application d'un cycle de perçage avec déburrage.

3.6.7 Application générale

Cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.28 présente des exercices d'applications.

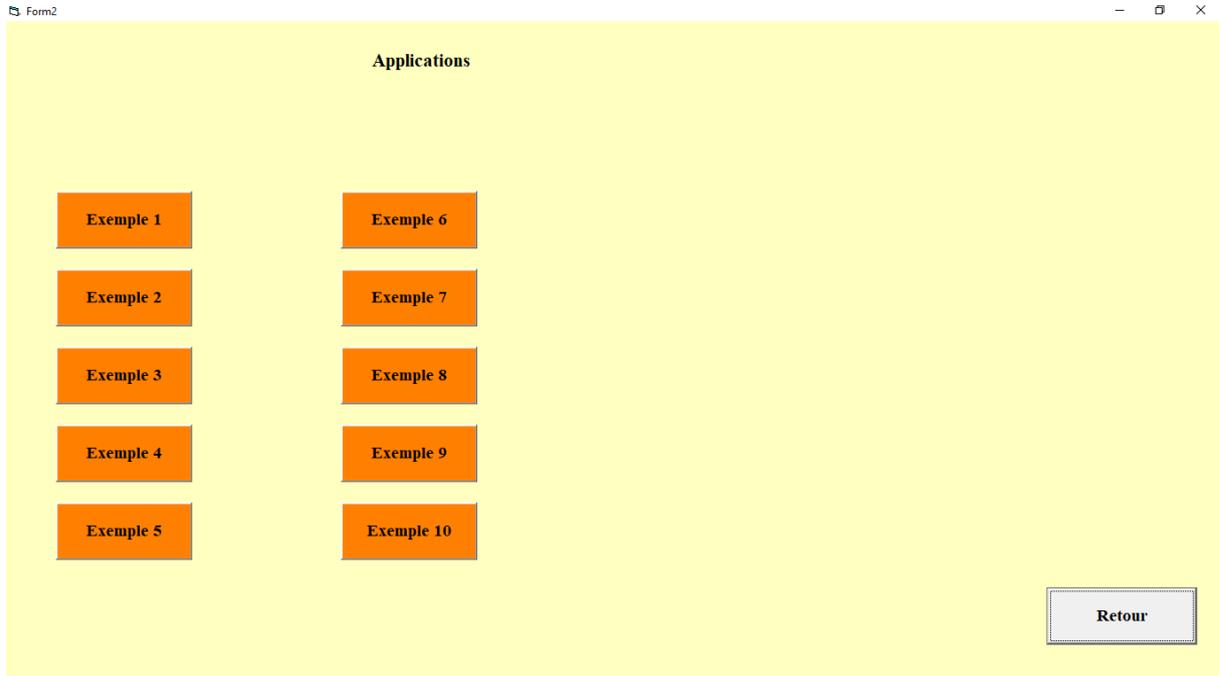


Figure 3- 28 : Exercices d'applications.

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

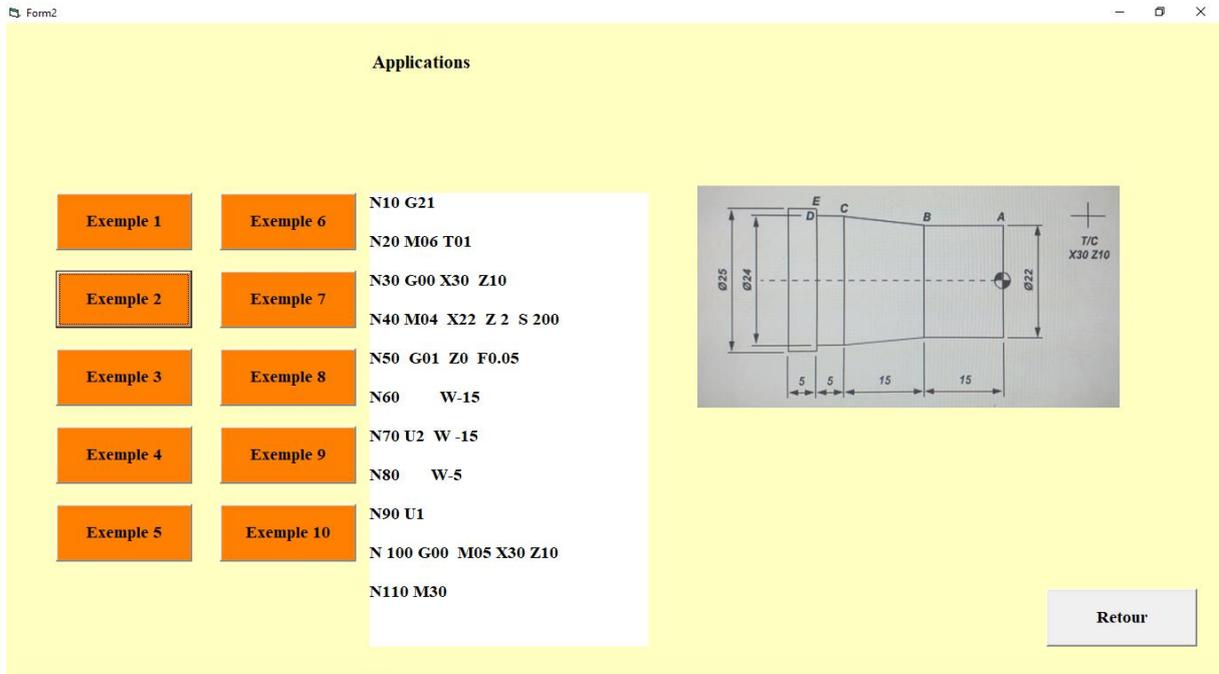


Figure 3- 29 : Application 2.

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Exemple 4

Form2

- □ ×

Applications

Exemple 1	Exemple 6	N10 G21
Exemple 2	Exemple 7	N20 M06 T01
Exemple 3	Exemple 8	N30 G00 X30 Z10
Exemple 4	Exemple 9	N40 M04 X22 Z2 S200
Exemple 5	Exemple 10	N50 G01 Z-23.5 F0.05
		N60 G02 X25 Z-25 I 1.5 K0 F 0.05
		N70 G00 M05 X30 Z10
		N80 M30

$\frac{1}{C}$
 X30 Z10

Retour

Figure 3- 30 : Application 4.

3.7 Choix des paramètres de langage de fraisage



Cliquer sur le bouton



L'écran de la figure 3.31 présente les différents langages CN en Fraisage.



Figure 3- 31: Choix de langage CN.

3.8 Commande FANUC



Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Les principales fonctions remplies sont la recherche des paramètres des procédés d'usinage suivants :

- Présentation du poste de travail ;
- Outils (Tools) ;
- Réglage des origines ;
- Fonctions préparatoires ;
- Syntaxe ;
- Programmation paramétrée ;
- Fonction auxiliaires ;
- Application ;

La figure 3.32 présente les fonctions principales de fraisage.

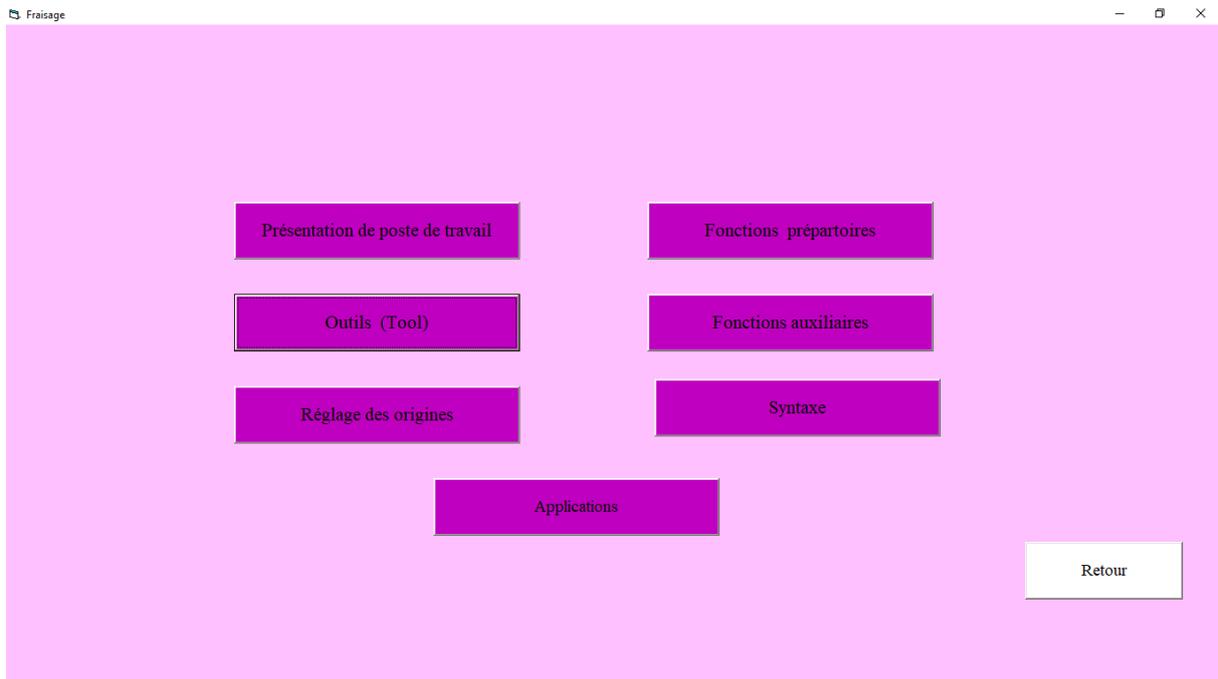


Figure 3- 32: Fonctions de fraisage.

Pour accéder à l'un de ces fonctions, il suffit de cliquer sur la commande concernée.

3.8.1 Présentation du poste de travail

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

Présentation de poste de travail

L'écran de la figure 3.33 illustre la présentation du poste de travail.



Figure 3- 33: Présentation du poste de travail.

3.8.2 Choix des fonctions préparatoires

Fonctions préparatoires

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.34 présente les fonction préparatoire.

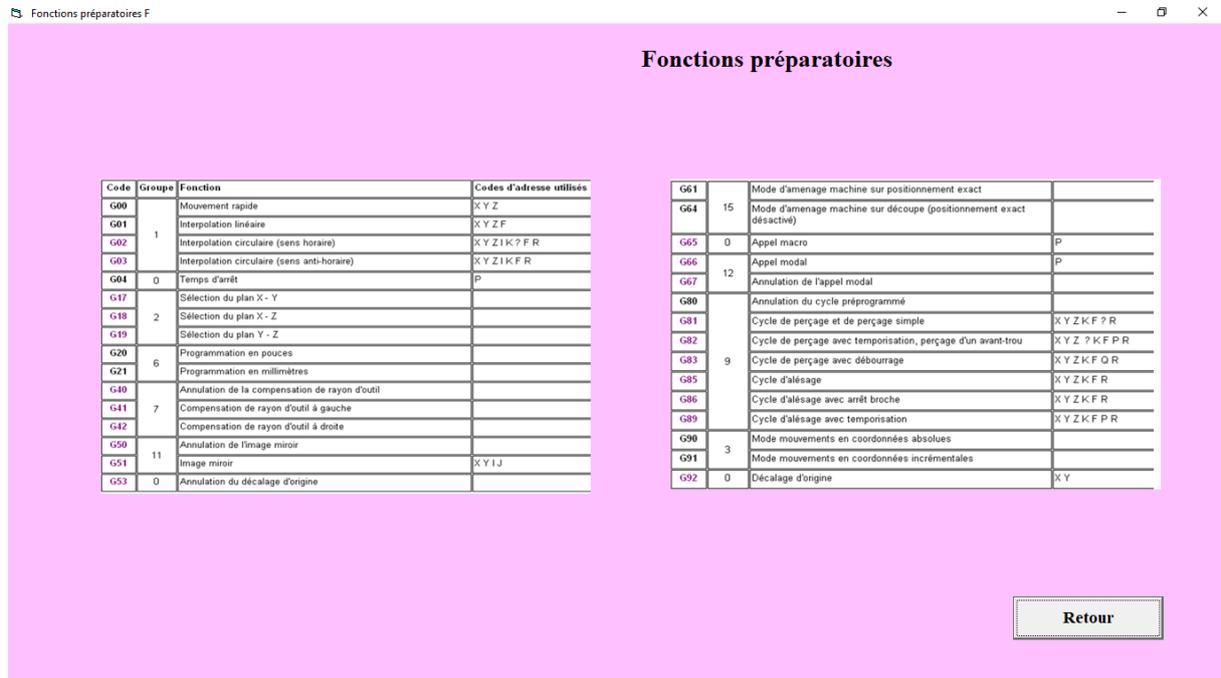


Figure 3- 34: Fonctions préparatoires.

3.8.3 Syntaxe des fonctions préparatoires

Syntaxe

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.35 illustre la syntaxe des différentes fonctions préparatoires.

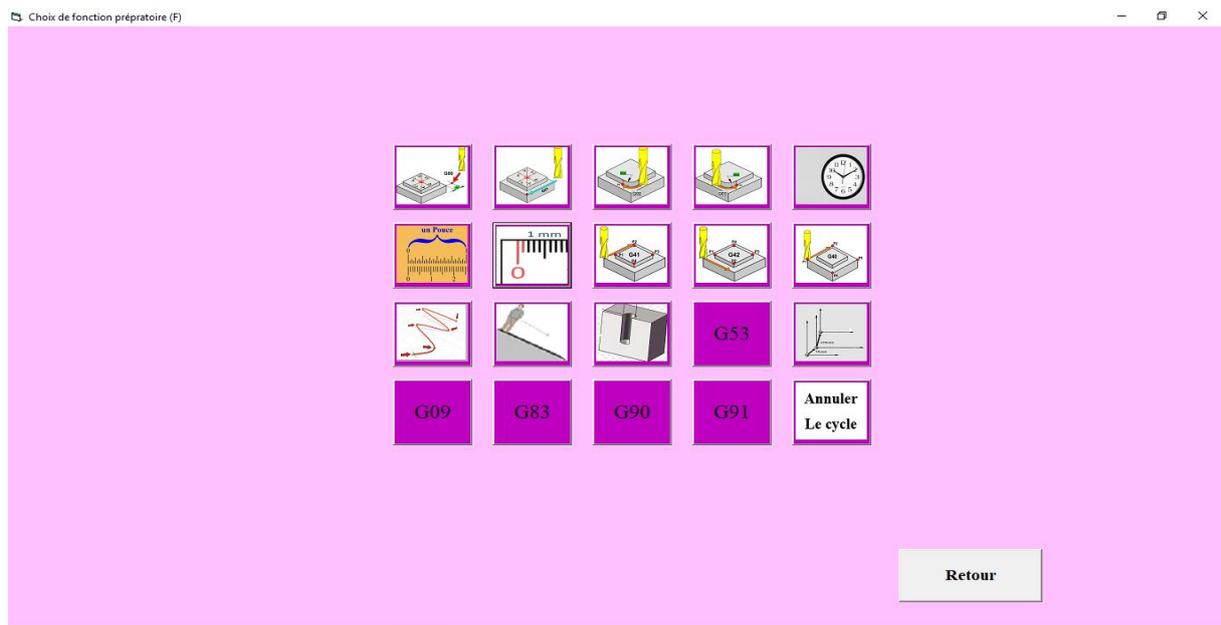


Figure 3- 35: Syntaxe des fonctions préparatoires.

3.8.4 Choix des fonctions auxiliaires

Fonctions auxiliaires

Pour accéder à cette fonction cliquer sur le bouton

L'écran de la figure 3.36 présente les fonctions auxiliaires.

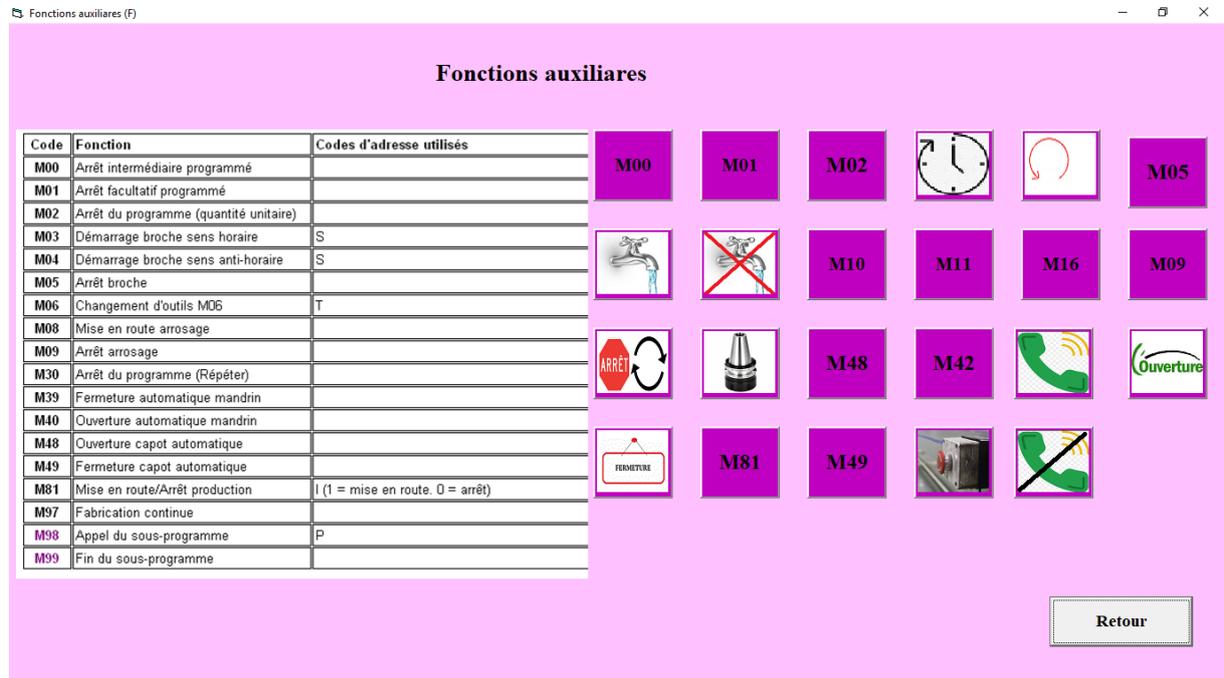


Figure 3- 36: Fonctions auxiliaires.

3.9 Conclusion

Ce chapitre présente une méthodologie d'utilisation de module développé *NC2P* sous logiciel Visual Basic 6.0. La programmation paramétrée a été utilisée pour la rédaction de programmes CN dans un environnement CAO.

Conclusion générale

Ce travail a pour objet la contribution au développement d'un didacticiel *NC2P* en VB 6.0 pour l'écriture d'un programme CN en langage fanuc à partir d'un dessin de définition des produits en programmation paramétrée en mode conversationnel.

Pour atteindre ce but, deux parties ont été développées. La première partie est consacrée à la technologie et la programmation des MOCN. La seconde partie traite la programmation paramétrée des MOCN.

Le programme développé par programmation paramétrée sera introduit par clé USB dans la partie commande de la machine en fichier STL (CAO).

Les fonctions essentielles remplies par ce module sont :

- Présentation du poste de travail.
- Outils (Tools) ;
- Réglage des origines ;
- Fonctions préparatoires ;
- Syntaxe ;
- Programmation paramétrée ;
- Fonction auxiliaires ;
- Application ;

En perspectives, ce travail sera élargi à la programmation paramétrée des instructions d'usinage pour d'autres langages de programmation tels que siemens, Num, et Fagor.

La partie fraisage sera davantage développée et consacrée aux cycles d'usinage des poches en UGV et UGTV.

Références Bibliographiques

- [1] Gilles PROD'HOMME, 1995, commande numérique des machines-outils, Techniques de l'ingénieur, Génie mécanique, Usinage, B7 130.
- [2] RAHOU MOHAMED Module : Atelier i et ii deuxième année EPST, Ecole préparatoire en sciences et techniques Tlemcen, 2013.
- [3] Claude Barlier, Lionel Girardin, "Mémotech productique : matériaux et usinage" Ed. Casteilla, pp 406, 1992.
- [3] Jean-Pierre Urso "Mémotech : commande numérique" Educavivres, pp 334, 1999.
- [4] Gilles prud'homme, « commande numérique des machines-outils » Technique de l'ingénieur, génie mécanique, usinage, B7130, D. Duret, « simulation de gamme d'usinage », revue de l'ingénieur et du Technicien de l'enseignement technique, n°229,1981, pp. 34-37, 1995.
- [5] Claude Barlier, Lionel Girardin, "Mémotech productique : matériaux et usinage" Ed. Casteilla, pp 406, 1992.
- [6] MICHELE LE BOUTEILLER, la MOCN ou Machin Outils à commande numérique, (premier partie), 10janvier 1996
- [7] William Fourmental, Lionel Hughes, TechnoMéca. Des savoirs pour la mise en œuvre des MOCN. Chap. Technologie 154, P52 Mars 2008.
- [8] <http://www.acheter-vendre-machines.fr/2008/07/2-principede-fonctionnement-duntour.html>
- [9] https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/pmocn_had.pdf
- [10] Iddir Smail, Slimani samir "Essais et Méthodologie en vue d'une exploitation rationnelle des MOCN" pp163, 1991,
- [11] A. Castell, A. Dupont "Technologie professionnelle générale" Desforges, paris, tom 1, pp167, 1978

- [12] www.cnc-book.com/7077-les-langages-cn.html
- [13] gcppcinsa.insa-lyon.fr/doc/REGLAGE_MO.pdf
- [14] D. Duret, « simulation de gamme d'usinage », revue de l'ingénieur et du Technicien de l'enseignement technique, n°229,1981, pp. 34-37
- [15] <http://www.lem3.univlorraine.fr/fundenberger/NUM/NUM%201020%201040%201060T.pdf>
- [16] SITE : www.ange-softs.com, “ http://www.angsofts.com/programme_cnc_usinage.php “
- [17] SERIARI, outils d'aide à la programmation en code ISO. Thèse d'ingénieur2004/2005.
- [18] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00592138/file/These_Raphael_Laguionie.pdf
- [19] JEAN-PIERRE URSO, Memotech Commande numérique programmation Educative, Edition castilla, juillet 2002.
- [20] <https://all3dp.com/1/3d-printer-file-format/>
- [21] F.SEBA, Contribution à l'adaptation des instructions d'usinage code ISO pour différentes commandes CN à travers un système CFAO. Thèse de Magister juin 2004.
- [22] S.HAMOU, La programmation des machines-outils à commande numérique, cours de 3ème année GMP, département de génie mécanique, 2009/2010.
- [23] Emco PC TOURN 155, Tour commandée par PC pour la formation, Description de Machine Emco PC TOURN155 Réf.-N°. FR 4365 Edition D2002 -09.
- [24] <https://www.lesimpressions3d.com/stl-file-format-3d-printing-simply-explained>.

