

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

S u j e t

PROGRAMMATION CONVERSATIONNELLE
ET MISE EN MARCHÉ DE LA MACHINE
A COMMANDE NUMERIQUE TERCO CN 200
EN VERSION TOUR

Proposé par :
M. BOUAZIZ

Etudié par :
A. AKROUNE

Dirigé par :
M. MADANI

PROMOTION : Juin 1988

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

S u j e t

PROGRAMMATION CONVERSATIONNELLE
ET MISE EN MARCHÉ DE LA MACHINE
A COMMANDE NUMERIQUE TERCO CN 200
EN VERSION TOUR

Proposé par :
M. BOUAZIZ

Etudié par :
A. AKROUNE

Dirigé par :
M. MADANI

PROMOTION : Juin 1988



الموضوع : برمجة تحاورية لألة الخراطة المقادة رقميا و تشغيلها TERC0 CN200
ملخص : يتوخي هذا المشروع تحقيق هدفين :

- 1/ اعداد برنامج معلوماتي تحاوري للمساعدة في برمجة ألة الأنوية المقادة رقميا TERC0 CN200 لتشغيلها في عمليات الخاطة المندرجة في اطار التدريس المستعين بناظمة الألية.
- 2/ تشغيل الألة للأدوية المقادة رقميا مع تقديم عملية تطبيقية في الخراطة.

SUJET : Programmation conversationnelle et mise en marche de la machine à commande Numérique TERC0 CN200 en version tour.

RESUME : Ce sujet a pour but 2 objectifs :

- 1/ Développement d'un logiciel conversationnel d'assistance à la programmation de la machine outil à commande numérique TERC0 CN200 en version tour entrant dans le cadre de l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.).
- 2/ L'installation et la mise en marche de la machine à commande numérique suivie d'une application en version tour.

SUBJECT : A computer program and staiting of numerically controlled machine TERC0 CN200 in lathe version.

ABSTRACT : This subject caims at two objectives :

- 1/ wrinting of conversational program for a numerically controlled machine TERC0 CN200 in lathe version.
This is part of computer assisted teaching scheme (E.A.O).
- 2/ Setting and staiting of the numerically controllèd machine with an application in lathe version.

R E M E R C I E M E N T S

JE TIENS A REMERCIER TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPE
A MA FORMATION D'INGENIEUR, TOUT PARTICULIEREMENT CEUX DU
DEPARTEMENT MECANIQUE.

A TOUS CEUX QUI DE PRES OU DE LOIN M'ONT AIDE A
ELABORER CE MODESTE TRAVAIL, PARTICULIEREMENT MR. MOKHTARI
O. (S.A.P.M.I) ET MME OUIS ET A MA SOEUR FADILA TROUVENT
A TRAVERS CES QUELQUES LIGNES, L'EXPRESSION DE MES REMERCIEMENTS
LES PLUS SINCERES.

- D E D I C A C E S -

- A MES TRES CHERS PARENTS

- A MES FRERES ET SOEURS

- A TOUS MES AMIS (ES) ET CONFRERES

- A TOUS CEUX QUI M'AIMENT

±

A. A.

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
CHAPITRE - I - : INTRODUCTION	1
I - 1 Presentation du Sujet	1
I - 2 Généralités sur les machines outils	2
A - M.O Conventionnelle	
B - M.O à Commande Numerique	
CHAPITRE -II - : GENERALITES	3
II - 1 Historique	3
II - 2 Avantages et inconvenients des M.O.C.N.	4
II - 2-1 Principaux Avantages	
II - 2-2 Principaux Inconvenients	
CHAPITRE -III- Discription d'une M.O.C.N et ces acces- soires	6
III - 1 Définition	6
III - 2 Discription	6
A - partie operative	
B - Partie commande	
C - liaison entre les deux parties	
III - 3 Classification des M.O.C.N	9
III-3-2 Classification selon l'utilisation	9
III-3-2 " " le nombre d'axes	11

	PAGE
CHAPITRE - IV - PROGRAMMATION DES M.O.C.N	14
IV - 1 Traitement externe de l'information	14
IV - 1 - 1 Programmation MANUELLE	15
IV - 1 - 2 Programmation Automatique	17
IV - 2 DEFINITIONS	17
IV - 2 - 1 Systemes d'axes	17
IV - 2 - 2 MODES de Colation	18
IV - 2 - 3 Différentes origines	18
 CHAPITRE - V - LANGAGE et Codes de Programmation	 20
IV - 1 Introduction	20
V - 2 Définitions Préliminaires	20
V - 2-1 Programme D'usinage	20
V - 2-2 Bloc d'informations	20
V - 2-3 Composition d'un mot	20
V - 2-4 Adresse	21
V - 2-5 Format des Langages	21
V - 2-6 Format d'un Mot	21
V - 3 FONCTIONS	21
V - 3-1 Fonction préparatoires	22
V - 3-2 Fonctions de vitesse d'avance. Programmable	23
V - 3-3 Fonctions de vitesse de la broche Programmable	25
V - 3-4 Fonctions auxiliaires	26

	PAGE
CHAPITRE - IV - Machine outil à commande numerique MU 200 CNC et ces accessoires :	27
VI - 1 La M.O.C.N MU 200 CNC TERCO	27
-	
- Discription	
- Caracteristiques	
VI - 2 Directeur de commende CNC 4000	28
V - 2 - 1 Presentation	
V - 2 - 2 Discription	
VI - 3 Station de Programmation CNC 44210	36
VI - 4 Lecteur de BANDE CNC 4423	38
VI - 4-1 Principe de la bande perforée	39
VI - 4-2 Caracteristiques	39
VI - 5 Lecteur enregistreur de cassette CNC 4437	39
VI - 6 Imptimente CNC 4445	39
VI - 7 Table traçante Multi-couleurs CNC 4444	39
 CHAPITRE - VII - MISE NE MARCHE DE LA M.O.C.N CNC 200	 42
A -REGLAGE du point zero	42
B -REGLAGE du point de reference	43
C -PROGRAMMATION MANUELLE	44
D -Sauvegarde du Programme	45
C -Chargement du Programme	46

CHAPITRE - VIII - Le LOGICIEL	48
VIII - 1 Presentation et Structure	48
VIII - 2 Organigramme et Listing	49
CHAPITRE - IX - Exemple d'application	51
CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE - 1 - : Listing et organigramme du logiciel	
ANNEXE - 2 - : Manuel T. P.	

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE - I -

I - INTRODUCTION

1.1. Présentation du sujet .

L'objectif majeur de ce projet est l'élaboration d'un logiciel didactique conversationnel pour la programmation de la M.O.C.N TERCO CNC 200 existant au niveau du département mécanique en version tour et cela avec présentation des fonctions nécessaires pour la programmation de la MOCN suivis d'un questionnaire à deux niveaux composé de questions classées suivant un ordre croissant de difficultés.

Le deuxième objectif de ce projet est l'installation et la mise en marche de la machine ainsi que les accessoires périphériques qui est suivi d'un exemple d'application en version tour.

Enfin on a présenté un manuel pour un travail pratique pour le cours de commande numérique.

1.2. Généralités sur les machines

1.2.1 M.O.Conventionnelle.

Dans ce type de M.O.les mouvements de coupe et d'avance sont contrôlés en vitesse de façon approchée (valeur étagée). l'intervention de l'opérateur se limite au réglage et au positionnement utiles à l'usinage convoilé ce qui fait donc que la précision et la géométrie de la pièce usinée sur les machines classiques sont tributaires de la qualité des contrôles et des réglages.

1.2.2 Machine outil à commande numérique (M.O.C.N)

Les machines outils à commande numérique sont des machines d'un genre nouveau qui ont des capacités et des possibilités de production bien supérieure aux machines outils conventionnelles.

Leurs souplesses de fonctionnement et de réglage les placent en créneaux de production où elles rivalisent et dépassent très largement les machines à cycles. et les machines conventionnelles.

Dans bien de domaine, elles sont économiques à l'emploi ; pour tirer profit, il est nécessaire d'avoir un personnel qualifié capable de s'adapter à ce nouveau genre de travail ; surtout aux exigences que suppose une exploration rationnelle.

Cette technique de production, longtemps dénigrée, et parfois ignorée par la petite entreprise, prend de plus en plus une place prépondérante dans les divers domaines de l'industrie de fabrication.

En fabrication mécanique, on leur accorde une préférence non seulement en fonction de leur "flexibilité de production" mais encore en raison de la qualité d'usinage et de réduction de l'outillage spécifique.

Toutes les qualités sont remarquables aux changements de fabrication en petites ou moyennes séries.

Les langages de commande numérique subissent continuellement des améliorations sans pour autant créer des changements fondamentaux dans la structure.

Ils se présentent sous forme d'une programmation automatique ; ces langages composés d'adresses et de mots portent des informations codées qui seront traduites par la machine et interprétées en ordres d'usinages.

Les informations sont introduites directement dans le directeur de commande de la C.N ou à l'aide d'un lecteur de bande perforée ou d'une bande magnétique.

,

CHAPITRE - II -

II -- GENERALITES

II.1. Historique.

Les premières machines à commande numérique virent le jour aux Etat Unis d'Amérique pendant la dernière guerre mondiale pour l'usinage des pièces de réacteurs en tri dimensions. et furent présentés au public pour la première fois lors d'une exposition à Chicago en 1955 ; leurs commercialisations datent de 1958.

Les premières études relatives à ces machines ont été faites au Massachusets Institute of technology de Cambridge : elles intéressent des machines à outils destinées à effectuer des usinages difficilement réalisables sur machine outil conventionnelle ; ces usinages étant exécutés sur des pièces aux formes particulièrement complexes destinées à l'industrie aéronautique.

C'est vers 1960 que le procédé de la commande numérique a commencé à entrer dans la pratique courante , courante, ainsi, quelques années plus tard, les pays européens et le Japon ont entrepris de développer cette technique dans leurs industries.

A l'heure actuelle, la commande numérique encore en pleine évolution se répand dans les ateliers d'une manière assez lente car son adoption se heurte à des questions de prix et d'habitudes qu'il faut modifier.

L'emploi de la commande numérique représente une véritable escalade dans l'usinage.

Cette escalade conduit d'une part, à une suppression presque totale d'ouvrier qualifiés auprès des machines, et d'autre part à l'intervention, pour préparer les programmes de fabrication, d'un personnel dont la qualification est de plus en plus proche de celle des ingénieurs.

Cette constatation montre à quel point les esprits doivent se modifier dans l'avenir en ce qui concerne la compétence professionnelle.

II.2. Avantages et Inconvénients des machines.

II.2.1. Principaux avantages techniques et économiques.

- Des interventions de l'opérateur auprès de la machine à commande numérique sont minimisées par rapport aux machines classiques :

- .. rapidité d'exécution des opérations d'usinage. Ces dernières s'enchaînent automatiquement sans aucune intervention de l'opérateur,
- .. Présence de plusieurs cycles déjà programmés dans la machine à commande numérique tel que le cycle de filage par exemple,
- .. possibilité de modification des dimensions de la pièce,
- .. desservissement de plusieurs machines en même temps par le même opérateur,
- .. diminution considérable des temps morts par absence de réglage préalable,
- .. diminution de risque d'accident vue que l'intervention humaine est presque écartée
- .. diminution appréciable des coûts de contrôle vu que la fréquence des vérifications est très réduite.
- .. rapidité de lecture et traitement des informations,
- .. rapidité de réponse des divers organes mobiles,
- .. possibilité de réalisation d'un profil de pièce sans gabarit, sans coupeur, sans outil de forme,
- .. possibilité de répétition des usinages des pièces mémorisées sur bande
- .. modification des dimensions de coupe possible en cours d'usinage.

II.2.2. Principaux inconvénients

- * de prix des machines outils à commande numérique est nettement plus élevée que celui des machines classiques (50 à 70 % de plus.
- * la programmation des formes compliquée est longue donc plus chère.
- * les frais d'entretien sont élevés or que les machines nécessitent un personnel qualifié en maintenance de M.O.C.N et d'autre part à l'intervention. pour préparer les programmes de fabrication. d'un personnel dont la qualification est de plus en plus proche de celle des ingénieurs.

Cette constatation montre à quel point les esprits doivent se modifier dans l'avenir en ce qui concerne la compétence professionnelle.

CHAPITRE - III -

III - DESCRIPTION D'UNE MOCN ET SES ACCESSOIRES

III.1. Définition :

Les machines à commande numérique sont des machines totalement ou partiellement automatiques auxquelles les ordres sont communiqués grâce à des signes symboliques portés sur un support matériel (ruban perforé, bande magnétique.).

III.2. Description :

Deux parties essentielles rentrent dans la constitution d'une MOCN :

A/ Partie opérative :

Cette partie opérative comprend :

- la table : support de pièces, mobiles selon deux et trois axes, équipée de systèmes de commande vis et écrou à billes,
- des moteurs chargés de l'entraînement de la table support de pièce (en fraisage) et du porte-outils (en tournage),
- l'élément de mesure ou capteur de position qui renseigne à tout moment sur la position du mobile sur chaque axe,
- le dynamotachymètre qui assure la mesure de la vitesse de rotation de la broche.

* Remarque : Dans le cas où la partie opérative comprend en plus, un magasin à outils équipé d'un dispositif de changement automatique d'outils entre deux opérations, la machine s'appelle dans ce cas centre d'usinage et ce magasin d'outil est géré lui aussi par la commande numérique.

B/ Partie commande :

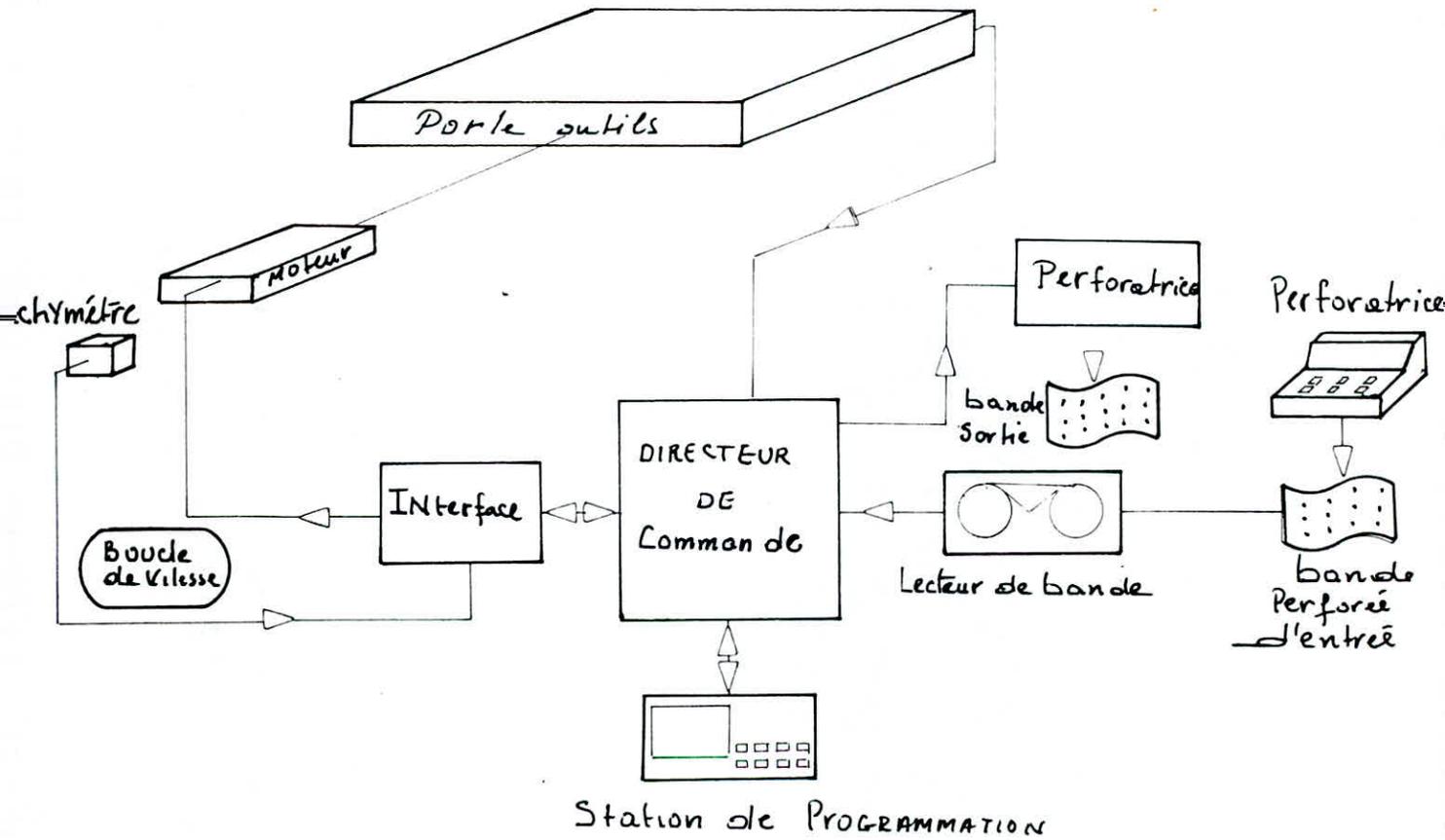
La partie commande a pour but de transformer les informations codées du programme en ordre aux moteurs de la partie opérative afin d'obtenir les déplacements nécessaires pour l'usinage de la pièce. La réalisation de la partie commande peut se faire soit en logique électronique câblé et installé dans une armoire appelée "directeur de commande" numérique (DCN) ou en logique électronique programmée et cela à partir d'un microprocesseur dans ce cas le directeur de commande est remplacé par un calculateur qui augmente les performances de l'ensemble (computer numérique controlé ; CNC).

La constitution de la partie commande est faite par :

- un support d'information sur lequel est consigné le programme d'usinage à exécuter dans un langage numérique compris par le directeur de commande numérique,
- élément logique dont la fonction est de prélever la position du mobile et de la comparer avec la position demandée par le programme.

C - Liaison entre la partie opérative et la partie commande :

La liaison entre les deux parties est schématisée par le croquis suivant :



III.3. Classification des machines à commande numérique :

III.3.1. Classification selon l'utilisation

Les machines à commande numérique sont classées en deux types distincts selon leur utilisation

A. Machine à déplacement par positionnement point par point

Dans ce cas l'outil se déplace jusqu'à la position déterminée par le programme. Une fois arrivé, il commence l'étape d'usinage de la pièce. Une fois terminé, il se déplace vers une nouvelle position sans usinage et reprend la prochaine étape du programme jusqu'à la fin de ce dernier.

B. Machine à déplacement continu

Dans ce type de machine, il y a autant de moteurs que d'axes.

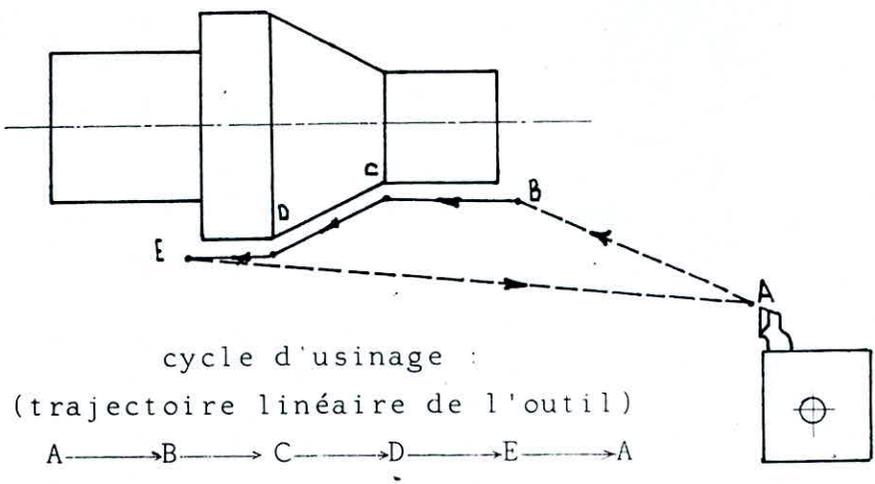
Dans le cas où les informations en X, Y, Z, sont liés par une loi mathématique : le mouvement décrit une trajectoire qui n'est pas obligatoirement parallèle aux axes.

Les déplacements peuvent être simultanés. Le mode de fonctionnement est alors appelé contournage : afin d'assurer les déplacements, on fait appel aux fonctions préparatoires d'interpolation linéaire (Go1) et circulaire (Go2).

* L'interpolation linéaire : Elle permet de contrôler à chaque instant la position de l'outil pendant l'usinage. D'une droite quelconque dans le plan, il suffit de préciser les coordonnées du point d'arrivée par rapport au point de départ choisi dans le programme.

La fonction d'interpolation linéaire est une fonction préparatoire Go1 servant à programmer la trajectoire de l'out

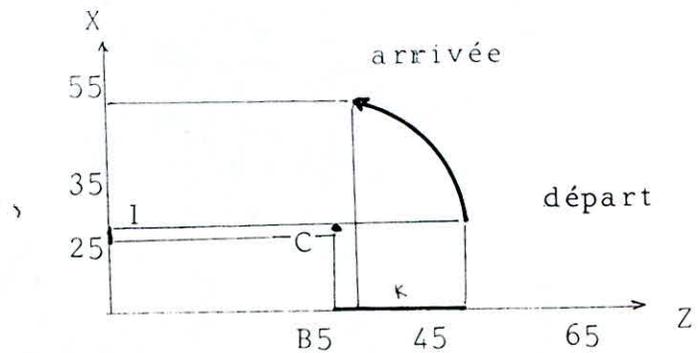
EXEMPLE : Tournage d'un cône.



* L'interpolation circulaire : pendant l'usinage ; des arcs de cercles quelconques dans le plan. le contrôle de la position de l'outil est fait par l'interpolation circulaire. car les coordonnées du point de départ et celui de l'arrivée ne suffisent pas à définir la trajectoire de l'outil, donc il faut des informations relatives à la position du centre du cercle à usiner ; les coordonnées de ce dernier sont données par les deux paramètres I, K, qui sont placés à la suite des ordres de mouvement X et Z Lors de l'interpolation circulaire en tournage I et K sont les composantes scalaire du vecteur ayant pour origine le centre du cercle et pour extrémité le point de départ de l'usinage par exemple :

LES VALEURS RELATIVES

I = 10 mm
 K = 30 m

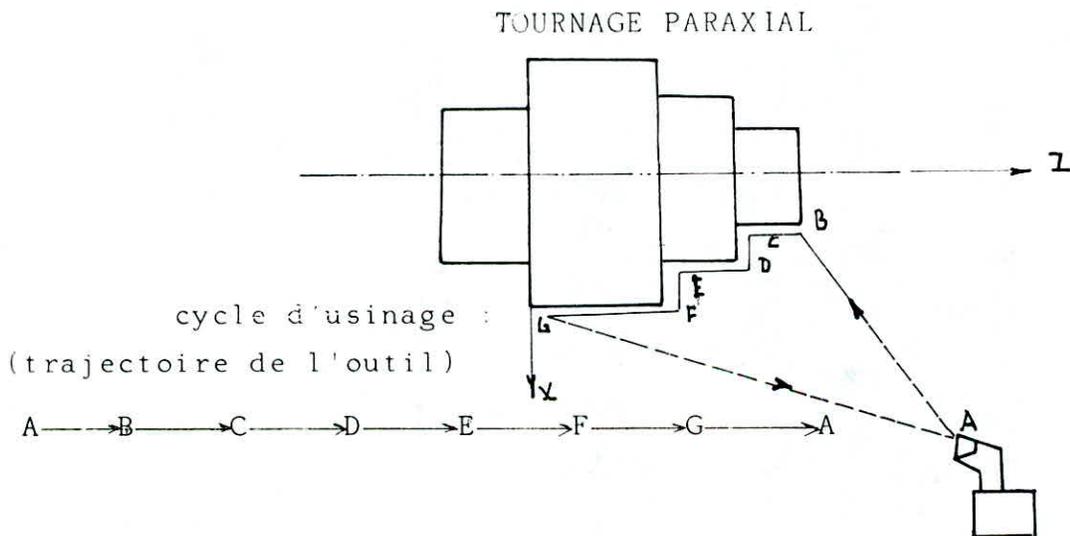


C. Machine à déplacement paradoxal

Ce type de machine permet en plus du positionnement point par point, de réaliser des fraisages ou tournages précis à des vitesses imposées par le programme, suivant des trajectoires parallèles à chacun des axes de déplacement X, Y, Z.

Cependant un système de contrôle peraxial ne permet pas d'effectuer un fraisage ou un tournage suivant des directions quelconques.

EXEMPLE :



III.3.2. Classification suivant le nombre d'axes commandés numériquement.

* Axe d'une machine à commande numérique :

On compte un axe de déplacement par degré de liberté de la table de la machine, si le mouvement est commandé numériquement et d'une manière continue.

* Classification : On trouve des machines outils commande numérique comportant :

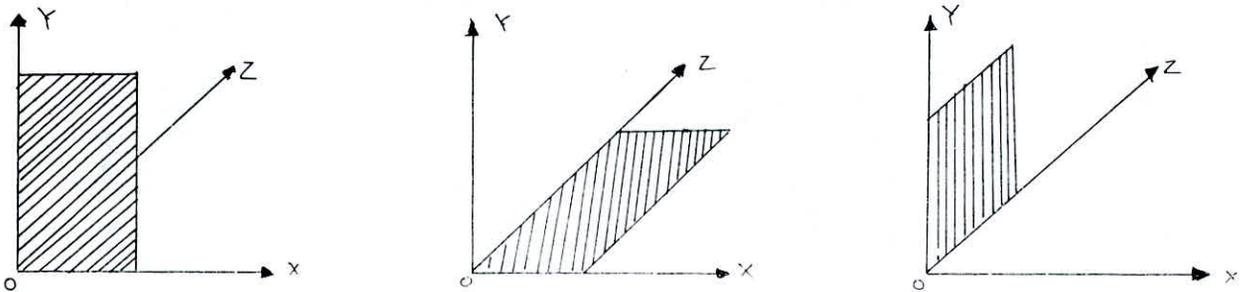
1°) Deux axes simultanés :

Deux axes peuvent être commandés simultanément , chariot (en tour), table (en fraisage).

Ces deux axes peuvent être suffisants en tournage, mais nécessitent une commande mécanique par butée pour l'axe Z de la broche d'une fraiseuse.

2°) Trois axes cumulables :

Des axes permutables permettent de travailler successivement dans chaque plan :



3°) Deux axes plus un :

Deux axes peuvent être commandés simultanément, un troisième axe, après blocage de mouvements précédents, pourra commander la broche en fraisage, ou un chariot de plongé par exemple en tournage.

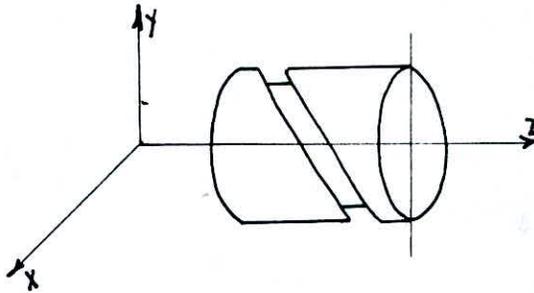
4°) Trois axes successifs :

Dans le type de machines l'asservissement d'un axe (X ou Y ou Z) se fait à partir d'un embrayage correspondant à la trajectoire à contrôler.

5°) Trois axes simultanés :

Dans ce cas là, ces trois axes peuvent être commandés en même temps afin d'usiner une courbe :

EXEMPLE SUR TOUR :



6°) Quatre axes

Le quatrième axes

Le quatrième axe le plus souvent sur une fraiseuse pour la rotation du plateau et en tournage pour un travail simultané avec deux outils.

CHAPITRE - IV -

IV - PROGRAMMATION DES M.O.C.N

La machine à commande numérique a besoin de recevoir des instructions pour réaliser les mouvements nécessaires à l'usinage d'une pièce. La préparation de ces dernières nécessite un travail bien précis dit : "programmation" , ce langage de programmation permet de constituer les informations nécessaires à la partie commande de la machine. Cette dernière usine la pièce voulue.

IV.1. Traitement externe de l'information

Le but de traitement est de rassembler et élaborer toutes les informations nécessaires à la mise en route d'une fabrication. Ces informations sont introduites directement dans le directeur de commande de la MOCN ou bien sauvegarder sur support d'information (bande perforée, bande magnétique...).

Ces informations consistent à :

- dessiner la pièce à usiner,
- établir la gamme d'usinage et préparation de l'outillage et montages nécessaires.
- donner les coordonnées du point de départ des différents usinages.

Une fois que le traitement est fait, on passe à la programmation, deux possibilités de :

- . programmation manuelle
- . programmation automatique.

IV.1.1.1. Programmation manuelle :

Ce type de programmation est utilisé pour l'usinage des pièces relativement simples.

On rédige à la main le programme sur un borderau (feuille de programmation).

On tient compte dees informations géométriques calculées auparavant ainsi que des informations technologiques propres à la machine sur laquelle sera exécuté le travail d'usinage.

On établit la feuille de réglage des outils :

longeur des outils par rapport au plan de jouge du cône de la broche de la machine (référence de l'axe Z), course de travail, vitesse de rotation codées, avance.

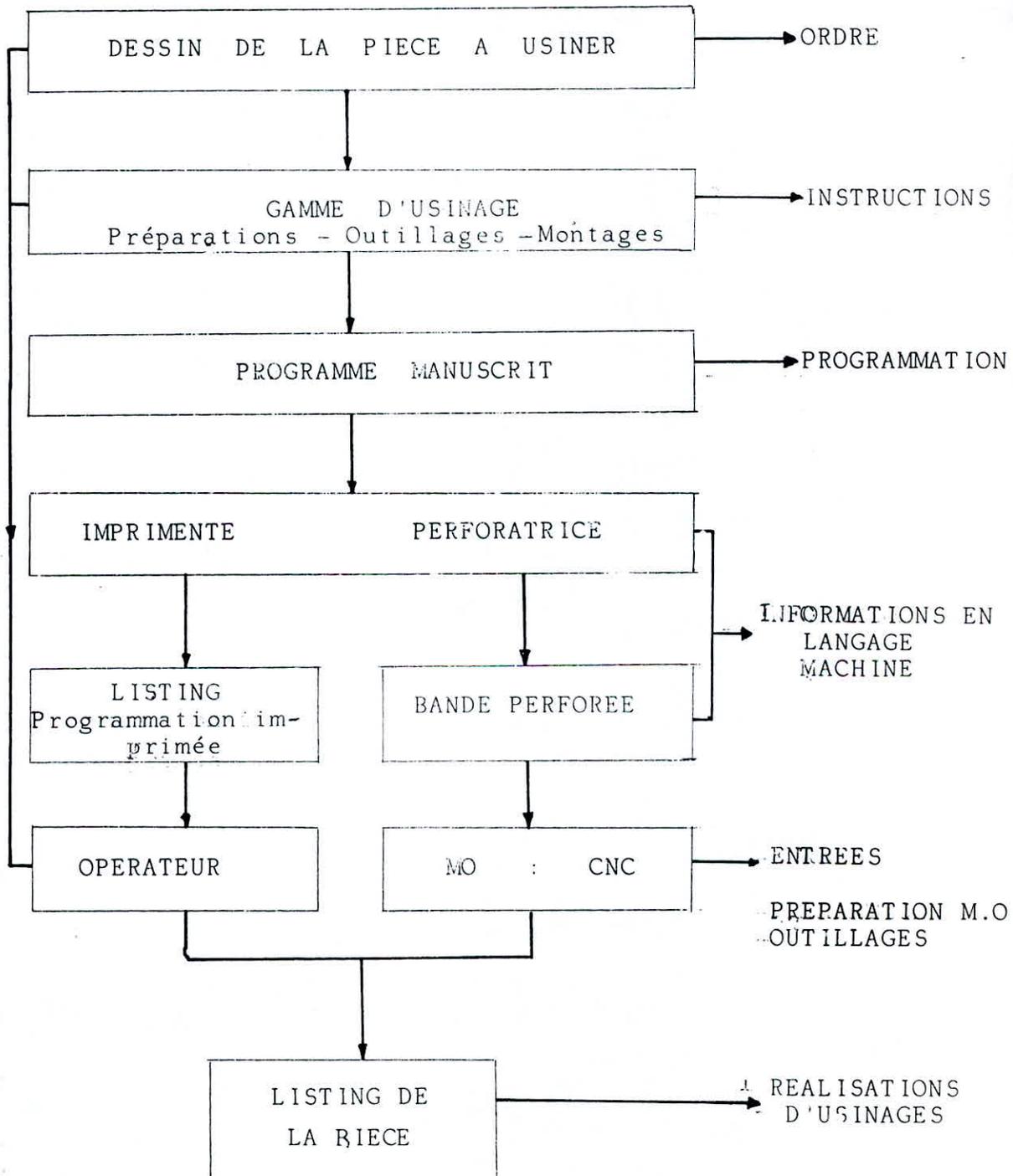
On exécute le listing ainsi que la bande perforée à l'aide d'une machine à écrire or un console de commande ayant un secteur perforateur de bande couplée.

On vérifie ensuite la bande perforée :

Les calculs de côte sont généralement refaits, puis on s'assure de l'identité de la perforation du programme rédigé sur le bordereau.

Une fois que la transcription des instructions nécessaires à la réalisation de la pièce désirée en langage machine est faite, on passe à la dernière phase qui est l'exécution du programme ce qui entraîne l'usinage de la pièce.

ORGANIGRAMME DE L'USINAGE SUR M.O.C.N.



IV.1.2. Programmation automatique

Elle est utilisée pour l'usinage des pièces dont la forme est compliquée.

Le principe de cette méthode de programmation est que tous les calculs nécessaires sont effectués par ordinateur, ce dernier reçoit les informations primaires rédigées par le programme dans un langage spécial (APT, IFAPT...) puis il établit lui même le programme de la pièce qui transmet à la machine pour exécution.

On cite la programmation automatique par conversation qui contribue à la programmation automatique et l'exécution des opérations d'usinage.

On citera en dernier le mode de programmation le plus récent (1987) qui est le système MAZATROL ; en ce système la programmation est extrêmement rapide, il suffit de répondre à des questions simples affichées sur l'écran en langage conversationnel, ainsi tout le savoir faire d'usinage indispensable à la réalisation du programme (condition de coupe etc...) est contenu dans le système CNC MAZATROL

IV.2. Définitions

IV.2.1. Systèmes d'axes :

Sur une machine outil on définit un système d'axe (repère) qui est lié au support de la pièce.

l'axe Z : Correspond à l'axe de la broche, son sens positif est celui du dégagement de l'outil, le sens positif de rotation de la broche est le même que celui des aiguilles d'une montre, et le sens négatif étant le sens trigonométrique)

L'axe X : Il correspond à un axe radial perpendiculaire à l'axe Z, son sens positif est vers le sens de l'accroissement de la distance entre l'outil et l'axe Z

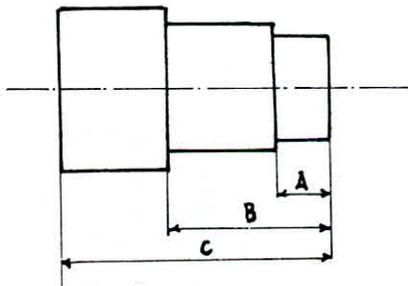
L'axe Y : C'est le troisième axe formant le trièdre (X,Y,Z), il représente l'axe transversal sur une fraiseuse (voir fig. page suivante)

IV.2.2. Modes de cotation :

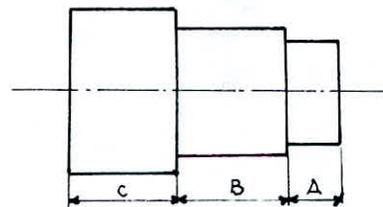
A. Cotation absolue (en système de référence) :

La cotation de la pièce se fait par rapport à une cotation fixe. (fig. A).

*Fig. A :



*Fig. B :



B. Cotation relative (en système relatif)

La cotation se fait par rapport aux coordonnées du point précédant (Fig. B).

IV.2.3. Différentes origines :

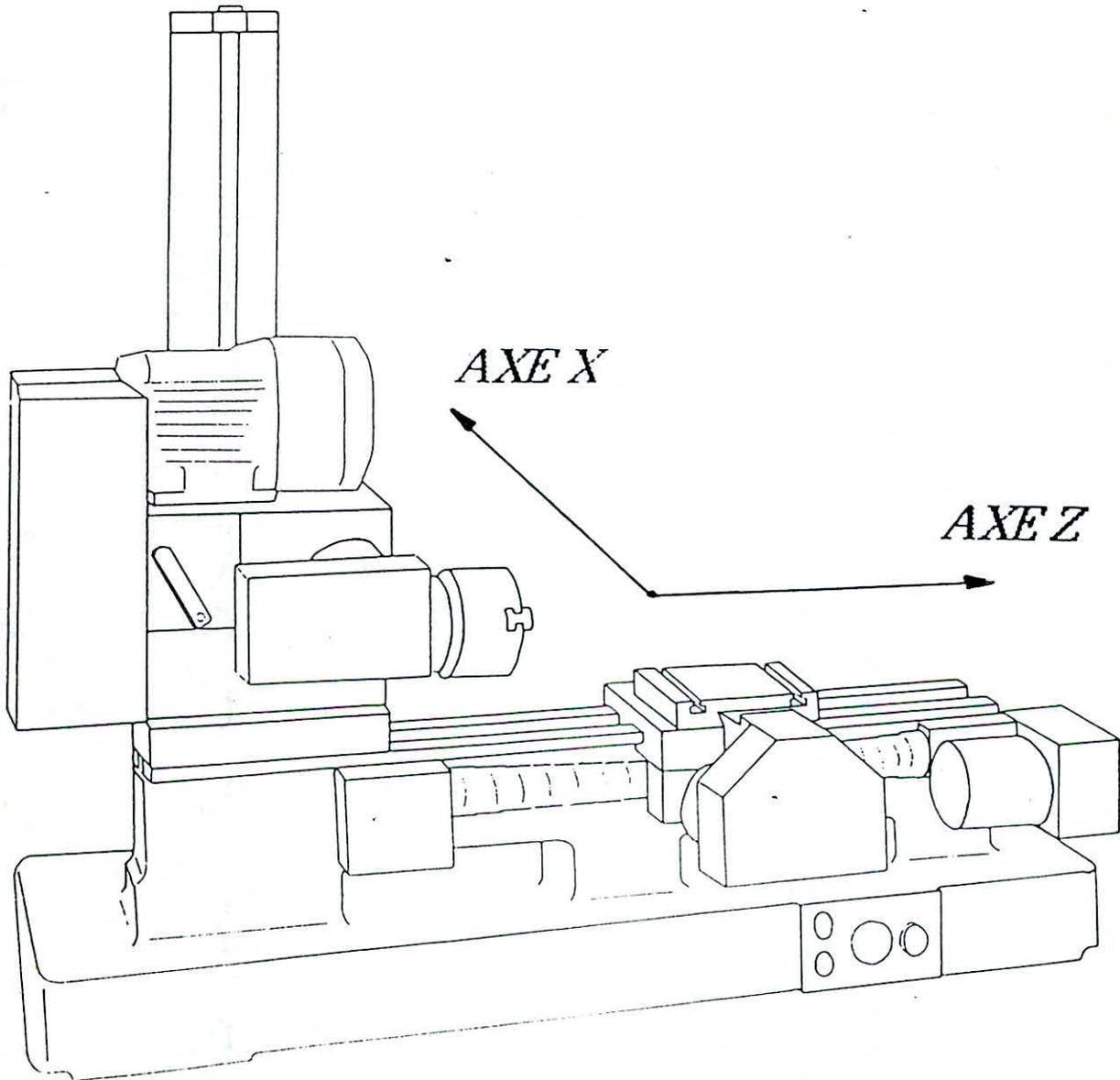
A. Origine machine O.M

C'est l'origine du système de mesure c'est-à-dire le point zéro en programmation absolue.

B. Origine programme

C'est l'origine au trièdre de référence choisit par l'opérateur dans le cas d'un décalage d'origine.

TOURNAGE CNC 2 AXES



CHAPITRE - V -

V.2.4. Adresse

C'est une lettre débutant un mot d'un langage machine qui précise la fonction à commandée :

G. X. Z. F. S. M.

V.2.V. Formats des langages

Le format du langage machine est constitué par l'ensemble des adresses employées par un M.O.C.W, lorsque le format du mot est du type variable, l'ordre de rangement des mots dans le bloc n'est pas imposé sauf restriction.

Il est cependant recommandé de suivre l'ordre préconisé par la norme ; à savoir que nous devons avoir toujours la tête du bloc, le numéro du bloc W.

V.2.6. Format du mot

Le format du mot est la forme d'écriture indiquant le nombre de chiffres utilisés :

EXEMPLE : X = 120 mm son format sera X 01200

V.3. Fonctions

Tous les mots d'un langage machine, autres ceux définissant les côtes et nécessaires pour assurer le fonctionnement d'une machine outil.

G = fonctions préparatoires

F = " vitesse d'avance

S = " " de broche

T = " de l'outil

M = " auxiliaires (mouvements, sélection, etc...).

V.3.1. Fonctions préparatoires

Les fonction préparatoires sont des fonctions définies par la lettre "G" qui ont pour but la préparation de la machine à exécuter un ordre mais il n'y a pas de déplacement

* Fonctions préparatoires sur le MOCW CNC 200 (version tour):

G00	Positionnement à vitesse rapide 500 mm/Min
G01	Interpolation linéaire 2 axes
G02	Interpolation circulaire en sens horaire
G03	Interpolation circulaire en sens anti horaire
G04	Temporisation de K secondes
G25	Saut à un autre numéro de bloc avec possibilité de répétition
G33	Filtrage à pas constant
G53	Suppression du décalage du point de retour d'outil
G58	Décalage du point de retour de l'outil
G90	Cycle carré de chariotage
G92	Cycle de filtrage

— Cycle d'usinage pré-programme:

* G33 cycle de filtrage à pas constant

Le filtrage commence la position d'origine (voir fig.) et va au point programmé : il y a synchronisation entre la vitesse de rotation de la pièce et la vitesse de déplacement de l'outil.

Ce programme définit une seule passe d'usinage qui doit être répétée autant de fois que le nombre de passe désiré, ceci vous permet d'usiner également des filtrages coniques.

F : est programmé en centième de mm/tour

F : ne doit pas excéder 200 ce qui équivaut à une passe de 2 mm

La vitesse de rotation doit être de 160 tr/min dans le cas d'un usinage d'un filtage en pas de 2 mm

En fonction de la vitesse de rotation de la broche le pas maximum acceptable est égale :

- 160 tr/min	Pas maxi 2 mm
- 250 tr/min	pas maxi 1,25 mm
- 400 tr/min	pas maxi 0,75 mm

* G90 cycle d'ébauche (carré de chariotage)

Cette fonction nous permet de programmer la machine en une seule ligne (bloc) cycle d'ébauche en introduction les côtes finales et la valeur de la passe ainsi que la valeur de décrémentation.

Ce cycle se programme en valeur absolue avec :

Z : Cote finale à réaliser par rapport à 0

X : Rayon final à atteindre

I : Valeur de passe sur l'axe des X

Z : Décrémentation sur l'axe de Z

Remarque : la première passe de longueur Z sera raccourcie de la valeur K pré-programme.

* G92 cycle de filtage

Cette fonction nous permet de programmer en une seule ligne (bloc) un cycle complet de filtage.

Ce cycle doit être programmé en coordonnées absolues avec

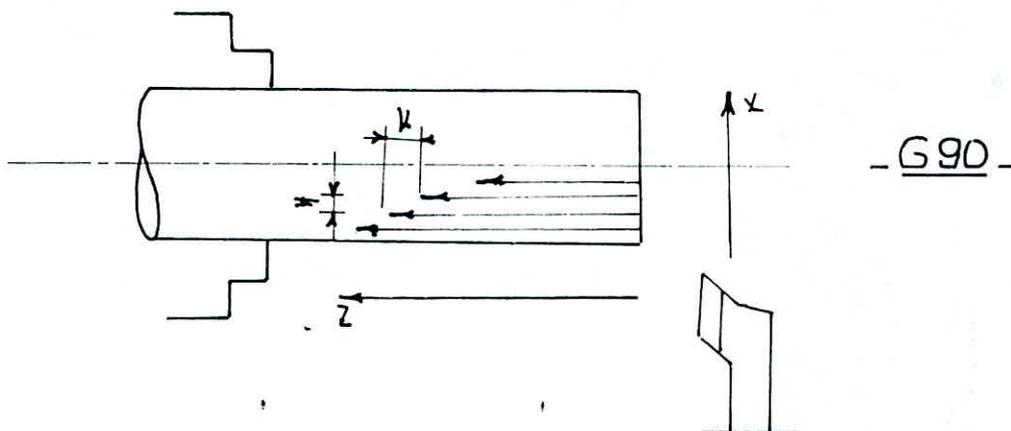
F : pas en (mm)

Z : cote finale de filtage par rapport à l'origine

X : cote finale de filtage à réaliser (rayon)

I : profondeur max de chaque passe (0,5mm)

En ce qui concerne la vitesse de rotation, c'est les memes conditions définies en G33



* Décalage d'origine

C'est le décalage à prendre compte pour faire confondre l'origine machine OM et l'origine programme OP ; le décalage d'origine est fixé par le programme.

de cette fonction se fait par la fonction G58

L'écriture du programme se fera de la façon suivante :

G58 suivi par les coordonnées X et Z du nouveau point zéro, ce bloc peut ne pas contenir d'autre information ;

pour annuler ce décalage d'origine ou le point de retour de l'outil ; un bloc où figurera exclusivement la fonction G58 doit être programmé, l'outil reviendra automatiquement à son point de référence initial.

Si plusieurs déplacements d'origine doivent être programmés dans un même programme, chaque nouveau G58 sera précédé d'un G53 annulant le décalage précédant.

V.3.2. Fonctions de vitesse d'avance programmable F

en commande numérique l'avance de l'outil peut être programmée avec la fonction F suivi de la valeur de l'avance voulue = $F \emptyset - 25$ mm/min.

La vitesse d'avance programmée peut être modulée manuellement de 0 à 200 % de la valeur programmée grâce au variateur incorporé au tableau du directeur de commande.

EXEMPLE : F 150 représente une vitesse d'avance de 150mm/min.

V.3.3. Fonctions de vitesse de la broche programmable S

La vitesse de la broche peut aussi être programmée avec la fonction S suivi du code relatif à une vitesse voulue : $S \emptyset - 9$.

EXEMPLE : S 3 correspond à une vitesse de rotation 1000 tr/min.

Remarque : sur la M.O.C.N C. 200 la variation de la vitesse de broche se fait manuellement, la fonction est effichée pour simuler une variation de vitesse.

Gamme de vitesse de la broche sur la MOCN CNC 200 :

S1 = 500 tr/min	S5 : 1500 tr/min
S2 = 750 tr/min	S6 : 1750 tr/min
S3 = 1000 tr/min	S7 : 1000 tr/min
S4 = 1250 tr/min	S8 : 2250 tr/min

Remarque : sur le MOCN CNC 200, l'effichage de "S" dans le programme n'est que simulation mais ceci est nécessaire pour l'écriture d'un programme complet comme pourrait l'être un programme d'une machine possédant un changeur d'outil où le programme d'un tour de grande capacité où il sera nécessaire de modifier les vitesses de rotation lors de surfacage d'une pièce à grand diamètre.

Lorsque pour des raisons de qualité d'usinage, il sera nécessaire d'utiliser une nouvelle vitesse de rotation (exemple : finition), il pourra être inclu dans une ligne (bloc) la nouvelle vitesse S ainsi qu'un arrêt machine (M05) permettant à l'opérateur d'intervenir sur la game de vitesse.

V.3.4. Fonctions auxiliaires M :

Ce sont des fonction auxiliaires aux fonctions déjà vues auparavant.

Tableau des fonctions auxiliaires
de la M.O.C.N C.N.C 200 en version tour :

M02	Fin du programme avec retour au début du programme.
M03	Rotation du mandrin dans le sens horaire
M04	Rotation de mandrin dans le sens anti-horaire
M05	Arrêt du mandrin
M06	Changement d'outil
M08	Arrosage marche
M09	Arrosage arrêt

CHAPITRE - VI -

VI- MACHINE OUTIL A COMMANDE NUMERIQUE MU 200 CNC ET CES ACCESSOIRES:

VI.1. Machine outil à commande numérique MU 200 CNC.

VI.1.1. Machine outil MU 200 CNC est une machine multi-fonctions d'enseignement à commande numérique qui est aujourd'hui l'équipement le mieux adapté à la formation en commande numérique.

La MU 200 CNC est de petite dimension maniable et stable, elle permet néanmoins de réaliser toutes les opérations que l'on effectue habituellement sur une machine de plus grande taille :

Les risques d'accidents et de fausses manoeuvres qui pourraient survenir de l'utilisation par des étudiants inexpérimentés sont aussi considérablement minimisés.

La construction simple et robuste qui a été testée en stage de formation pendant plusieurs années a permis de mettre au point cette machine qui est aussi devenue très courante (populaire).

Les moteurs peuvent être programmés de telle sorte que la table (fraisage) ou l'outil (tournage) peuvent se déplacer à une vitesse comprise entre 0 et 500 mm/min.

La précision de la programmation est de l'ordre de 1/1000 de mm et les vis de haute précision permettent d'obtenir une grande qualité de travail.

La machine est également équipée de pieds réglables pour ne pas risquer d'endommager le plan de travail de l'établi et cela permet également d'obtenir un fonctionnement silencieux de la machine.

Le moteur d'entraînement du mandrin (broche) est un moteur triphasé à deux sens de rotation permettant d'obtenir une gamme de 06 vitesses allant de 160 à 1600 tours/min.

D'origine, le directeur de commande est prévu pour programmer (9) vitesses d'un moteur à courant continu (option).

Cette machine à multifonctions est conçue pour fonctionner en :

- version tour avec entre autre des cycles d'usinage pré-programmés comme le cycle carré de chariolage, les cycles de filtages.
 - version fraiseuse également avec des cycles pré-programmé comme fraisage de poches, perçage, etc....).
- Ainsi compensation de longueur et de rayon d'outils.

VI.1.1 Description

Rappelons que la MU 200 CNC est une machine-outil polyvalente qui permet d'assurer les fonctions de tournage, perçage.

Dans ce projet, notre étude se basera sur la version tour de la MU 200.CNC.

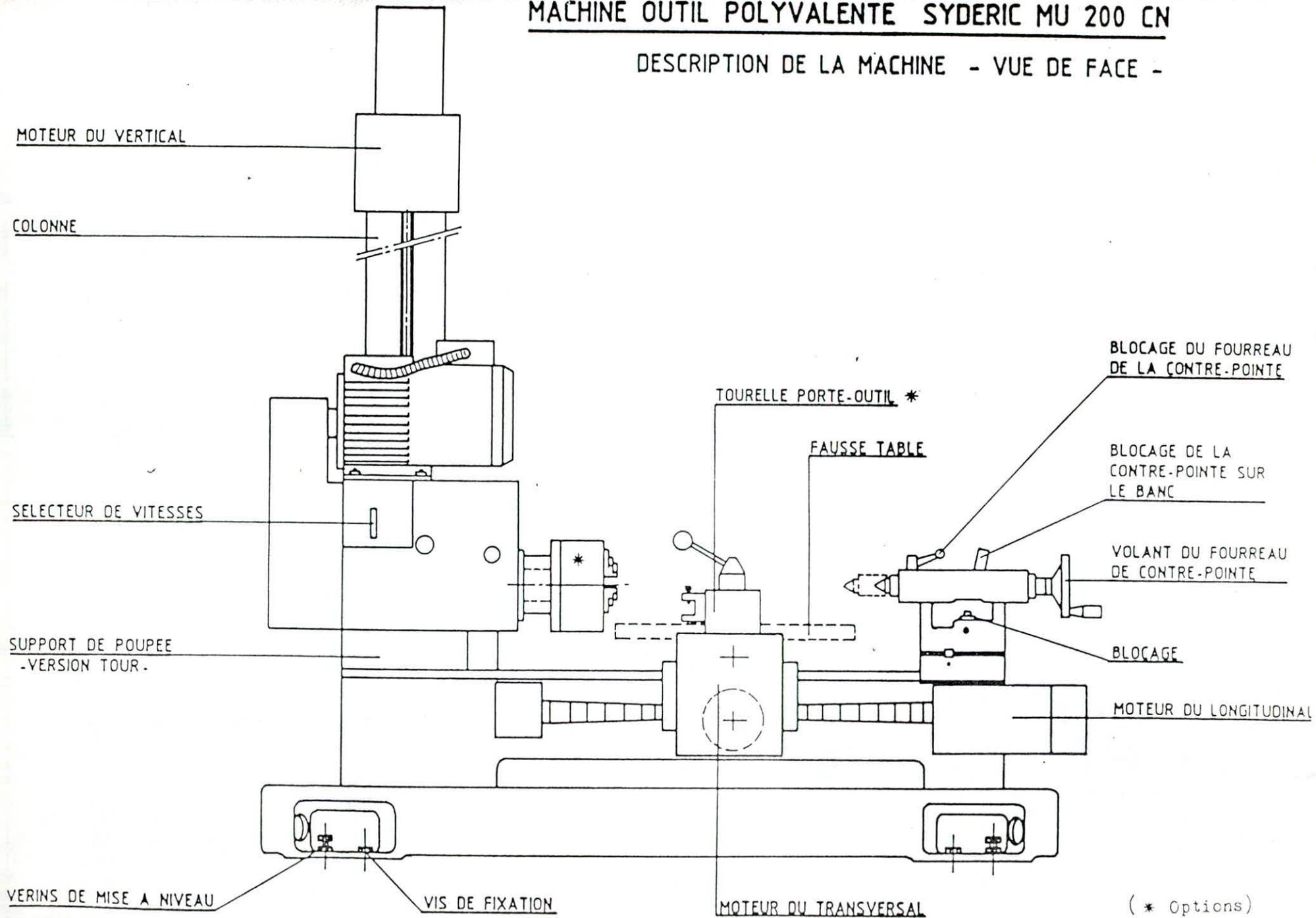
En version tour, l'axe de la broche est horizontal. Il est placé au niveau de l'axe contre pointe. La pièce est maintenue dans le mandrin ou entre le mandrin et la contre pointe. Elle est entraînée en rotation, l'outil est placé dans la porte-outil lui-même monté sur la tourelle. Il peut se déplacer parallèlement et perpendiculairement à l'axe de la pièce (axes X et Z).

VI.1.2. Caractéristiques dimensionnelles :

- course longitudinale : 241 mm
- course transversale : 167 mm
- distance face de nez de broche -- extrémité de la pointe tournante : 320 mm
- section des outils admis par le porte-outils: 12 x 12 mm

MACHINE OUTIL POLYVALENTE SYDERIC MU 200 CN

DESCRIPTION DE LA MACHINE - VUE DE FACE -



- dimensions maximales :
 - * longueur : 1070 mm
 - * largeur : 700 mm
 - * hauteur : 930 mm
- vitesse de la broche (tours/minute) : 160-250-400-630-1000-1600.
- vitesse d'avance automatique : 1 à 250 mm/mn en continu
- filtage : valeur des pas (mm) = 0,01 à 2 mm en continu
- masse : 1) machine : 250 kg
 - 2) directeur de commande: 40 kg

VI.2. Directeur de commande : CNC 4000 :

VI.2.1. Présentaion :

Le directeur de commande (ou pupitre de commande) est un système de commande à microprocesseur avec programmation en absolue (standard)

Il comprend : - une unité de commande
 - une interface
 - une alimentation de puissance.

L'unité de commande a une capacité de mémoire de 500 blocs et une résolution de 0,01 mm.

La commutation de l'utilisation tour/fraiseuse se fait au niveau du pupitre de commande de la machine.

VI.2.2 Description :

- * voyants de contrôle :
 - sous tension : indique que la machine est sous tension
 - marche : indique que le programme se déroule

- programmation manuelle : indique que la programmation se déroule en manuel
- test : vérification du programme
- charge programme : enregistrement d'un programme sur une bande perforée ou bande magnétique ou son impression sur une imprimante.
- bloc à bloc : défilement du programme bloc par bloc.
- mémoire pleine : la capacité de la mémoire est dépassée
- parité : Si un nombre impair de trous est enregistré sur une ligne de la bande, le chargement de la mémoire s'arrête

* Commande du système :

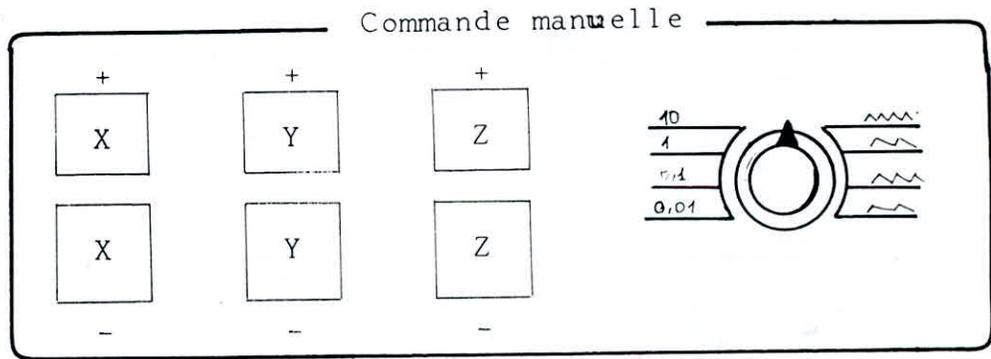
- Stop : arrêt du programme, le programme redemarre en pressant le bouton marche sans avoir à prescrire le numéro du bloc.
- Marche : démarrage du programme après avoir préciser le numéro du bloc.
- Programme : Programmation manuelle.
- test : vérification d'un bloc.
- chargement programme : pour entrer en programme en mémoire à partir d'une bande perforée, un lecteur de cassette ou de la station de programmation.
- Décharge programme : pour décharger (enregistrer) un programme sur une bande perforée, un lecteur cassette ou une imprimante (listing).

* Commandes de programmation

- Bloc à bloc : exécute le programme bloc à bloc pour redémarrer le programme, presser la touche marche sans préciser le numéro du bloc.

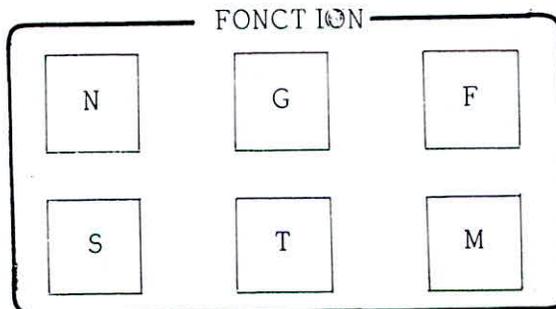
- Retour origine : la broche (mandrin) s'arrête et la machine retourne automatiquement au point d'origine à vitesse rapide.
- Intro point référence : introduction du point de référence à la position où se trouve l'outil.
- lecture : affichage des coordonnées
- modification : modification des données d'un bloc qui doit être suivi par fin de bloc.
- Effacement bloc : efface le bloc affiché sur le visuel de position
- Insertion bloc : pour insérer un nouveau bloc dans le programme avant le bloc affiché sur le visuel de position, il doit être suivi par fin de bloc.
- Fin de bloc : doit être utilisé après chaque bloc programmé ou modifié ou inséré

* Commande manuelle :



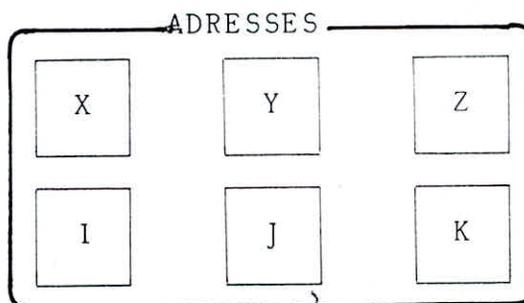
Les touches servent au déplacement manuel. La vitesse est réglée au moyen du bouton de réglage à droite. L'avance désirée peut être également sélectionnée.

* Fonction



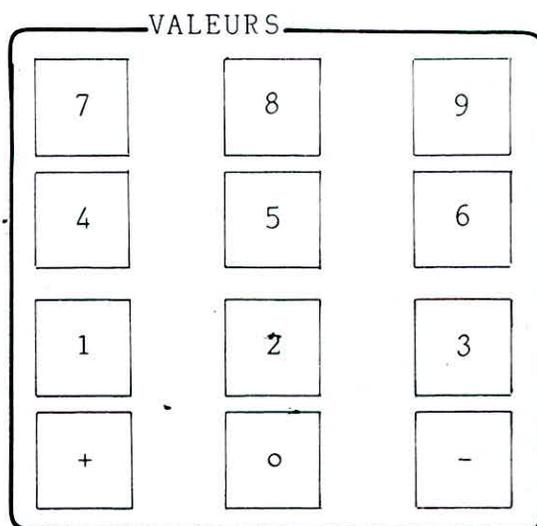
Les fonction N, G, F, S, T et M doivent être affichés avant d'entrer leurs valeurs.

* Adresses



Les adresses servent à programmer les coordonnées X, Y, Z et en interpolation circulaire I, J, K.

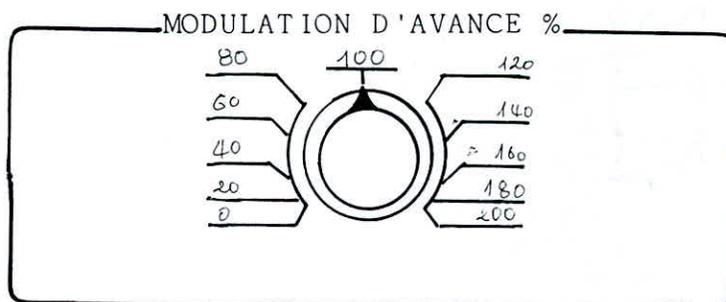
* Valeurs



Après avoir sélectionné les coordonnées, on affiche la course désirée (5 chiffres) et le signe "-" si nécessaire, le sens positif ne doit pas être affiché. Tous les chiffres doivent être entrés mais il n'est pas nécessaire d'entrer la virgule.

EXEMPLE : 07565 signifie 75,65 mm

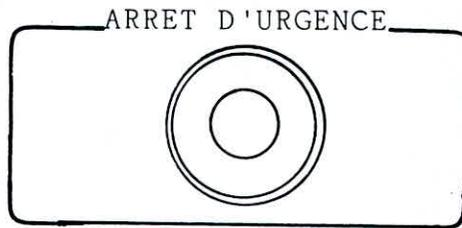
* Modulation d'avance % -



La vitesse d'avance programmée peut être modifiée manuellement de 0 à 200 % par palier de 20 %.

Ceci peut être effectué même lorsque le programme est en cours.

* Arrêt d'urgence :



Lorsqu'on presse ce bouton, toutes les fonctions sont alors stopées.

VI.3. Station de programmation CNC 4426 :

Afin d'optimiser l'utilisation de la machine à commande numérique aussi bien dans l'enseignement que dans les ateliers de mécanique, il a été développé une station de programmation comprenant des fonctions limitées tels que des programmes géométriques pour le calcul des coordonnées des points d'intersection, la station de programmation est évidemment basée sur le même micro-processeur que le directeur de commande et offre les mêmes possibilités de programmation ; c'est à dire que l'on peut réaliser des programmes complets qui peuvent ensuite être immédiatement utilisés sur la machine à commande numérique.

La station de programmation est conçue de telle sorte que les erreurs de programations manifestantes sont rapidement détectées et donc facilement corrigées.

La mémoire a une capacité suffisante pour s'adapter à la machine à commande numérique. Il est possible de raccorder une imprimante, un lecteur de cassette, un lecteur de bande, une table tracante multicolore sur laquelle on peut clairement visualiser le trajet de l'outil de coupe.

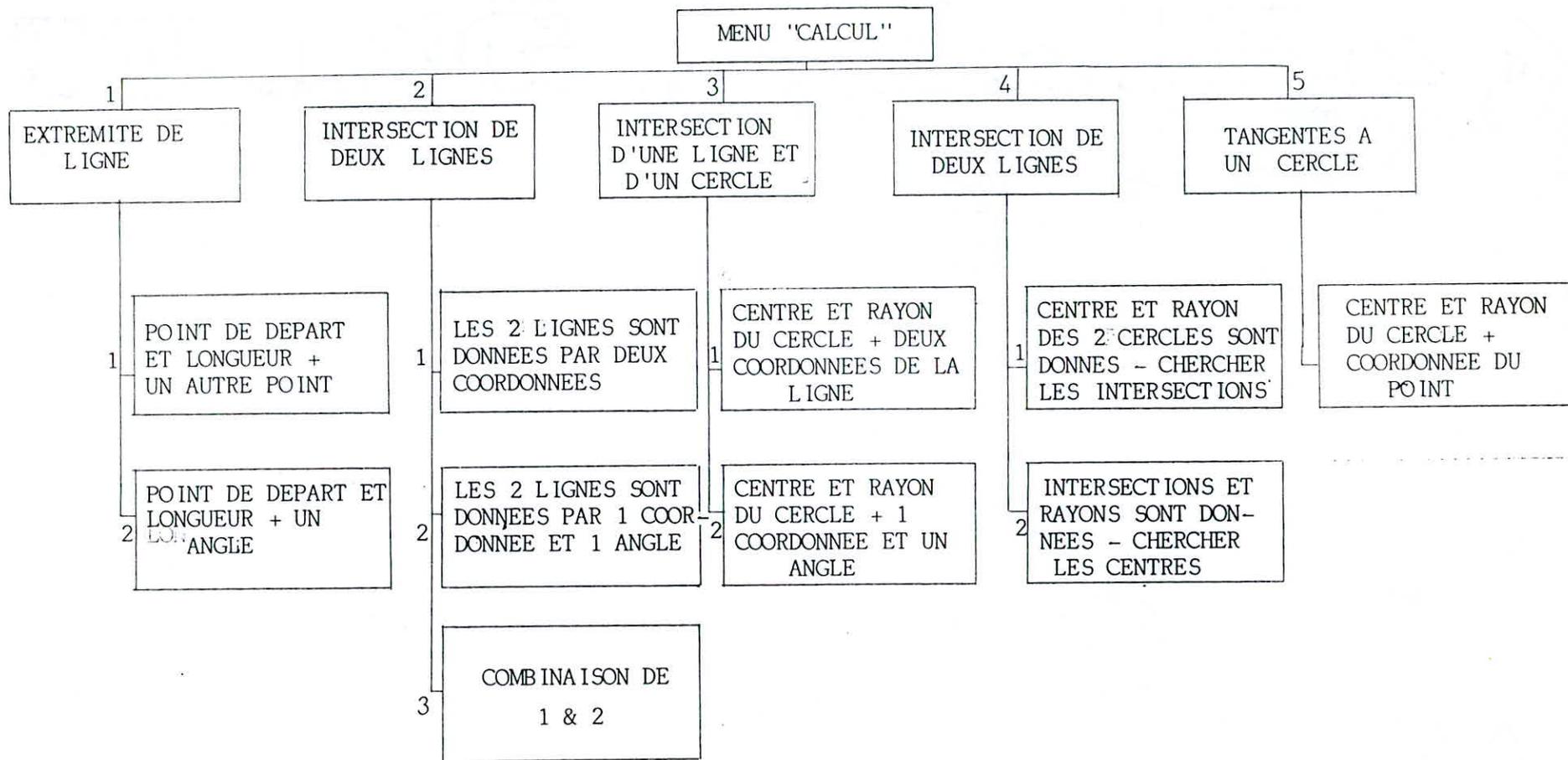
La station de programmation CNC 4426 est un micro pré-programmé à plusieurs fonctions utiles.

Le menu principal affiche les fonctions suivantes :

- 1 Edit
- 2 Load
- 3 Dump
- 4 Plot
- 5 Draw
- 6 Calcul
- H Help

- * Edit : Cette fonction a pour but d'éditer un programme d'usinage en introduisant le dernier bloc par bloc ou bien visualiser un programme d'usinage existant dans la mémoire.
- * Load : Cette fonction a pour but de changer un programme à partir d'un support magnétique ou une bande perforée ou du directeur de commande.
- * Dump : Contraire de la fonction précédente (load) son but est de décharger le sur un support magnétique, bande perforée, imprimante ou vers le directeur de commande.
- * Plot : Cette fonction a pour but de dessiner la trajectoire de l'outil sur le visu avec possibilité de changement d'échelle, du point zéro... à ...
- * Draw : Même fonction que la précédente mais le dessin se fait cette fois-ci sur la table traçante multicolore de haute précision.
- * Calcul : c'est un programme mathématique que l'on utilise pour calculer les coordonnées des points d'intersection de lignes et de cercles dont on peut avoir besoin en cours de programmation.(voir organigramme page suivante).
- * Help : Programme d'aide sur l'utilisation du micro.

ORGANIGRAMME DU MENU DE CALCUL



VI.4. Lecteur de bande CNC 4423 :

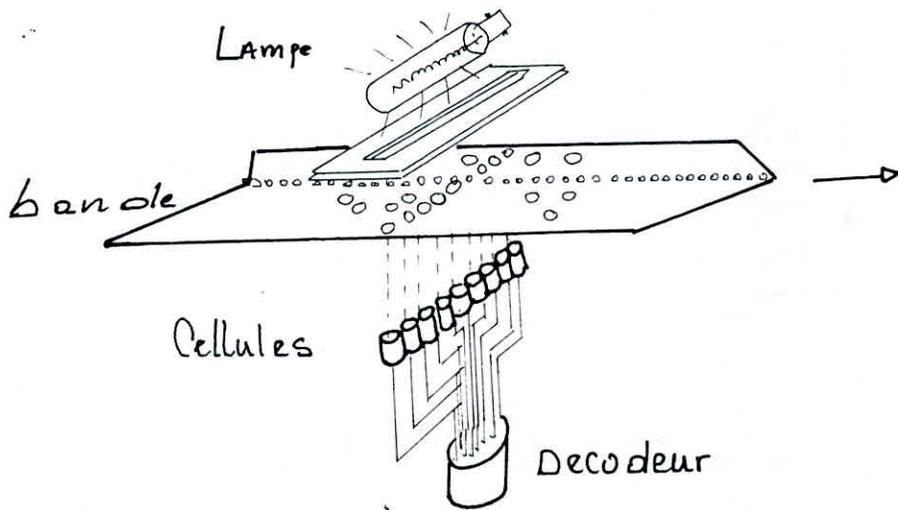
VI.4.1. Principe de la bande perforée :

Le lecteur de bande est chargé de décoder les informations contenues dans la bande perforée et de transmettre des signaux électriques.

- les signaux relatifs aux fonctions diverses (fonction préparatoire, changement d'outil ...) agiront sur des relais mettant en oeuvre ces fonctions.
- les signaux relatifs aux différents déplacements : la lecture devra faire correspondre à une présence ou une absence de trou un signal électrique qui sera traité ensuite par le CNC

Des cellules photoélectriques détectent en interceptant un rayon lumineux traversant la bande, la présence ou l'absence du trou.

SCHEMA DE PRINCIPE DE LA LECTURE DU RUBAN PERFORE



VI.4.2. Caractéristiques du lecteur de bande CNC 4423

La CNC 4423 est une perforatrice et lectrice de bande perforée automatique, modèle de table :

- vitesse de perforation 30 caractères/seconde
- vitesse de lecture 150 caractères/seconde

VI.5. Lecteur enregistreur de cassette CNC 4437

C'est un support d'information pour la sauvegarde et la lecture des programmes d'usinage sur bande magnétique (sous forme de cassette).

La vitesse de lecture et d'enregistrement est de 30 caractères/seconde

VI.6. Imprimante : CNC 4445. :

C'est une imprimante pour l'édition du programme d'usinage sur listing et cela on la raccordant à la station de programmation CNC 4426.

La vitesse d'impression est de 30 caractères/seconde.

VI.7. Table traçante multi-couleurs CNC 4444 :

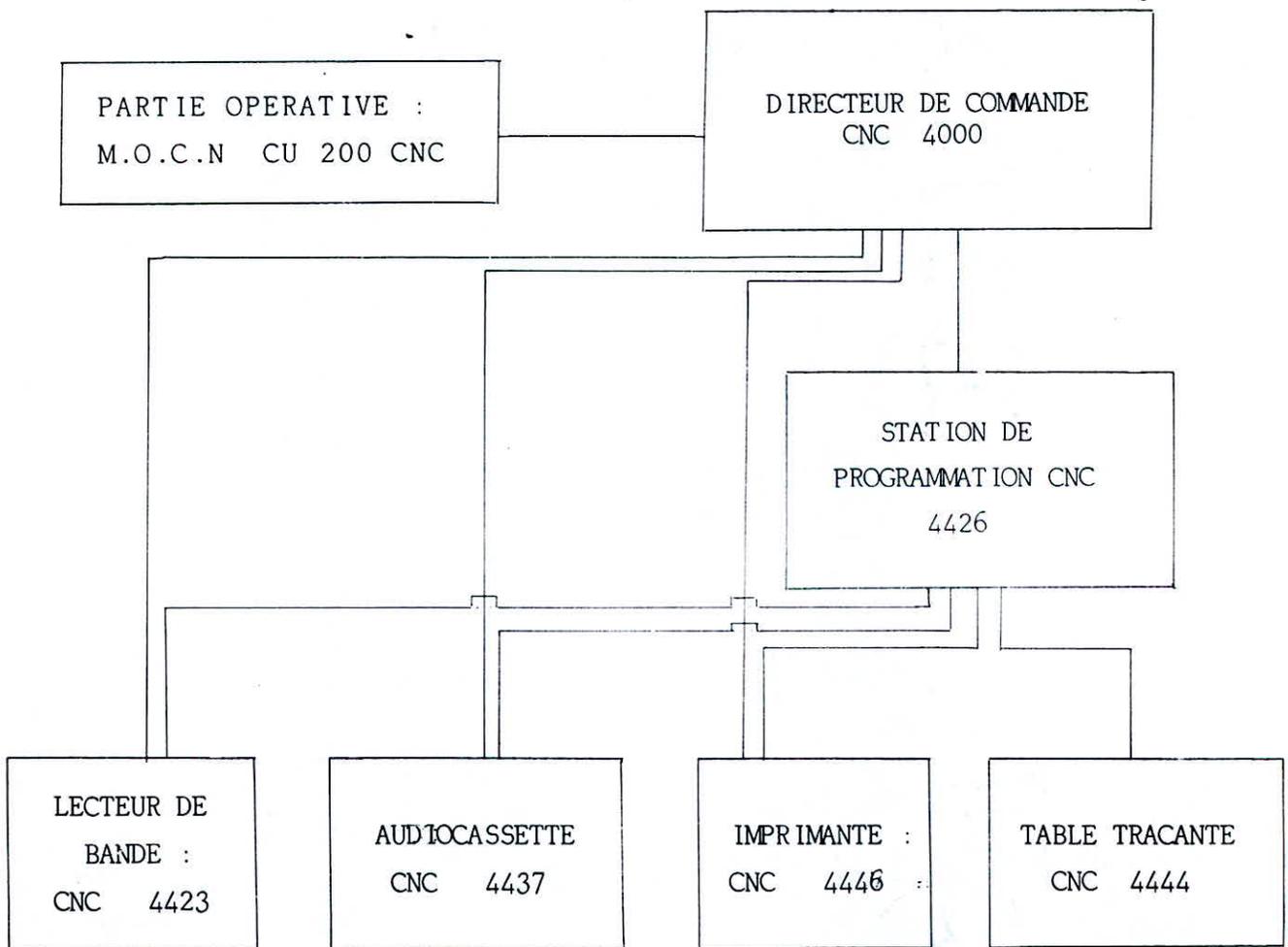
La table traçante multicolore a pour but l'enregistrement graphique de diverses caractéristiques telles que trajectoire de l'outil, détail de passages rapides, et de finition en plusieurs couleurs.

Le raccordement de la table traçante se fait directement avec la station de programmation CNC 4426.

,

VI.8. Communications interfaces : C N C :

La figure suivante nous montre les différentes possibilités de connections :



CHAPITRE - VII -

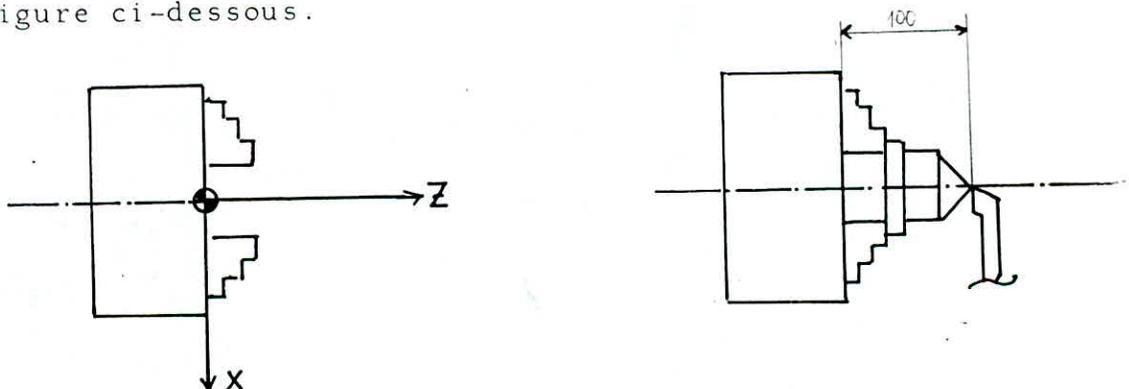
VII - MISE EN MARCHÉ DE LA MOCN CNC 200

A - Réglage du point zéro

Par définition, le point zéro est situé sur la surface du mandrin à l'intérieur des mors, axe X et dans l'axe de la broche, axe Z

Pour fixer le point zéro en dehors du mors, et pour faciliter la manoeuvre et éviter tout accident, nous définirons arbitrairement un nouveau point zéro e 100 mm sur l'axe Z.

A l'aide d'un gabarit de positionnement, on positionne la pointe de l'outil $X = 0$ et $Z = 100$ mm, en utilisant le déplacement manuel sur le pupitre de commande comme l'indique la figure ci-dessous.



Une vitesse d'avance lente doit être sélectionnée lorsque la pointe de l'outil s'approche du gabarit pour éviter de le heurter.

Une fois que l'outil est correctement positionné, on éteint le directeur de commande en mettant la clé sur position "arrêt" puis sur "marche" et alors le point zéro est correctement fixe avec l'affichage. Sur la visue de position de $X = 000,00$;

$Z = 100,00$

Remarque : Dans le cas d'une coupure de courant ou arrêt du directeur de commande sans que l'outil soit revenu à son point zéro, il serait nécessaire de recommencer l'opération ci-dessus afin de refixer le point zéro à nouveau.

B - Réglage du point de référence

Le point zéro ne pouvant être utilisé comme point de départ du programme, un point de référence doit être utilisé.

Les coordonnées de ce point sont choisies pendant la programmation et prennent en compte les références de la pièce à travailler.

Avant de démarrer le programme d'usinage, on déplace l'outil vers le point de référence choisi en utilisant les déplacements manuels, une fois que l'outil est positionné au point de référence voulu on appuie alors sur la touche "Intro Point de Référence".

Maintenant le point de référence est fixe, l'outil retournera à ce point lorsqu'on utilisera la fonction auxiliaire MO2 dans le programme ou bien en appuyant sur la touche "retour origine".

C - Programmation manuelle

* Introduction du programme directement sur le directeur de commande.

Après avoir placé la pièce à usiner sur la machine et introduit les coordonnées du point de référence dans le directeur de commande, on appuie sur la touche "programm", trois pointillés apparaissent alors sur l'écran N (numéro du bloc) de l'affichage, donc de là, la programmation peut commencer.

- * Introduction du programme à partir de la station de programmation.

Le programme d'usinage se trouvant dans la mémoire de la station de programmation peut être transféré vers le directeur de commande pour exécution. Après avoir raccorder le câble de connexion entre les deux parties, on appuie sur la touche "chargement programme" sur le directeur de commande puis un pointillé apparaît alors sur la visée de position; sur cette dernière on affiche le chiffre "2" qui est le numéro de code pour le chargement de la mémoire à partir de la station de programmation ; à partir de cette dernière, on lance le programme en utilisant le sous programme "Dump".

- * Contrôle du programme.

Il est possible de vérifier le programme sans faire fonctionner la machine et cela en appuyant sur la touche "test" et en introduisant à l'aide du clavier "valeurs" le premier numéro de bloc programmé puis on défile le programme bloc par bloc en appuyant sur la touche "+" pour avoir le bloc suivant et "-" pour avoir le bloc précédent.

- * Modification du programme

Si une information s'avère erronée, il n'est pas nécessaire de réécrire tout le programme, les modifications s'effectuent en appuyant la touche "Modif" afin de rectifier la fonction ou l'adresse erronées puis on appuie successivement sur les touches "fin de bloc" et "fin du programme".

,

* Exécution du programme :

Une fois que le programme est bien écrit, on passe à son exécution, c'est-à-dire l'usinage de la pièce on appuie sur la touche "Marche" suivi du numéro du premier bloc et le programme se déroule bloc par bloc, au cours de l'usinage de la pièce, on peut modifier l'avance de l'outil manuellement en agissant sur le modulateur des avances qui se trouve sur le directeur de commande.

D. - Sauvegarde du programme :

* Sur une bande perforée

On peut sauvegarder le programme d'usinage sur une bande perforée en utilisant la perforatrice de bande CNC 4423 et cela à partir du directeur de commande ou de la station de programmation.

On met en marche l'enregistreur de bande automatique après l'avoir raccordé par le câble connexion avec le directeur de commande ; sur ce dernier on appuie sur la touche "décharge mémoire" et on introduit le premier numéro de bloc du programme puis un pointillé apparaît sur la visue de position. Sur cette dernière on affiche le chiffre "2" qui est le numéro de code pour enregistrer sur une bande perforée, le programme s'enregistre alors sous forme d'une série de trous codifiés sur la bande de papier.

Dans le cas où le programme se trouve sur la station de programmation, on fait appel, à partir de menu affiché de cette dernière au sous-programme de sauvegarde "Dump" qui nous oriente pour la sauvegarde sur une bande perforée (code 2).

* Sur bande magnétique :

On peut sauvegarder aussi le programme sur bande magnétique en utilisant l'enregistreur à cassette CNC 44331 à partir du directeur de commande ou de la station de programmation. On procède de la même manière que précédemment mais seulement avec un changement au niveau du numéro de code de la sauvegarde qui est "3" pour le directeur de commande et "1" pour la station de programmation.

* Sur un listing :

On peut avoir le listing du programme d'usinage et cela en faisant un lancement d'un print vers l'imprimante CNC 4445 toujours avec la même procédure de sauvegarde mais en affichant le code "1" sur le directeur de commande et "3" sur station de programmation.

E - Chargement du programme :

* A partir d'une bande perforée :

On peut charger un programme d'usinage déjà fait , à partir d'une bande perforée en utilisant la lectrice de bande CNC 4423 ; dans le cas où le chargement s'effectue dans la mémoire du directeur de commande, on appuie sur la touche "chargement programme" qui se trouve sur ce dernier puis un pointillé apparaît alors sur la visue de position sur lequel on affiche le chiffre "2" qui est le numéro de code pour le changement à partir d'une bande perforée.

Le deuxième cas, le chargement s'effectue dans la mémoire de la station de programmation, à partir du menu de cette dernière, on fait appel au sous-programme de chargement de la mémoire "load" qui se chargera du transfert du programme d'usinage.

* A partir d'une bande magnétique :

Avec les mêmes procédés (bande perforée) on peut charger un programme d'usinage à partir d'une bande magnétique en utilisant le lecteur cassette CNC 4437, mais avec une rectification au niveau du numéro de code qui est le "3" spécifique au lecteur de cassette.

CHAPITRE - VIII -

VIII - LOGICIEL

VIII.1. Présentation et structure :

Comme nous l'avons cité auparavant, le but de ce logiciel (1) est l'assistance à la programmation manuelle de la MOCN dans le cadre de l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O). Ce logiciel sera utile pour les travaux pratiques en commande numérique, l'utilisateur testera son aptitude en commande numérique avant de passer à la pratique.

Ce logiciel est formé de deux parties :

* Première partie : Présentation

On trouve dans cette première partie, un rappel de certaines définitions préliminaires sur le langage de programmation des MOCN (bloc, fonction, adresse...) une présentation et fonctions machine (fonctions préparatoires et auxiliaires, gamme de vitesse...) propre au tour à commande numérique CN 200 et un rappel sur quelques fonctions préparatoires programmées (interpolation linéaire, interpolation circulaire...).

* Deuxième partie : Tests

Cette deuxième partie a pour but de tester l'aptitude et les connaissances de l'utilisateur en matière de commande numérique et cela avec un premier test de niveau primaire qui est constitué de plusieurs sous-test rangés suivant un ordre croissant de difficultés, Le deuxième test est de niveau secondaire. Là, l'utilisateur se trouve devant un programme d'usinage à constituer correctement.

Vu à la conversation existante, ce logiciel a été élaboré en langage BASIC, ce dernier est le langage le plus simple existant en matière de conversation.

Dans un but de faciliter son utilisation, ce logiciel a été réalisé sur un micro-ordinateur IBM-PC compatible IBM, il fonctionne sur tous les micro-ordinateurs compatibles à IBM. (Olivetti M 24, HP VECTRA 3000, Amstrad P.C)
Il est disponible au niveau de la logithèque du département.

VIII.2. Organigramme et listing :

(voir annexe).

C H A P I T R E - I X -

IX - EXEMPLE D'APPLICATION

L'exemple d'application suivant consiste à usiner à partir d'un cylindre en aliminum de 40 mm de diamètre et 60 mm de longueur totale, une pièce formée d'une partie cylindrique et une partie conique (voir fig. page suivante).

En premier lieu on choisit un point de référence et on l'introduit dans la mémoire du directeur de commande afin que l'outil y revient à la fin de l'usinage.

Le programme sera constitué comme suit :

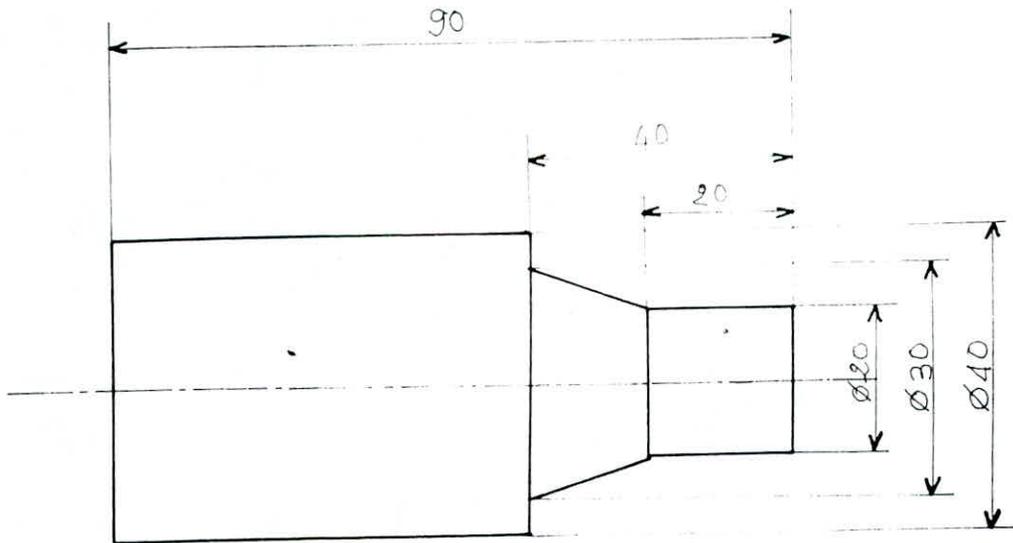
- Bloc 1 : Positionnement rapide au point $X = 18$; $Z = 71$
- " 2 : Interpolation linéaire à X constant jusqu'à $Z = 35,50$ avec une avance de 120 mm/min et une vitesse de rotation 55 dans le sens anti-horaire ; outil n° 1
- " 3,4 : Positionnement rapide au point $X = 16$; $Z = 71$
- " 5 : Interpolation linéaire à X constant jusqu'à $Z = 35,50$
- " 6,7 : Positionnement rapide au point $X = 14$; $Z = 71$
- " 8 : Interpolation linéaire à X constant ; $Z = 40$
- " 9,10: Positionnement rapide au point $X = 12$; $Z = 71$
- " 11 : Interpolation linéaire à X constant jusqu'à $Z = 45$
- " 12,13: Positionnement rapide au point $X = 10,50$ et $Z = 71$
- " 14 : Interpolation linéaire à X constant jusqu'à $Z = 50$
- " 15,16: Positionnement rapide au point $X = 10$; $Z = 71,99$

Bloc 17 : Interpolation linéaire à X constant jusqu'à Z = 50
avec une avance de 130 mm/min et une vitesse de
rotation S6

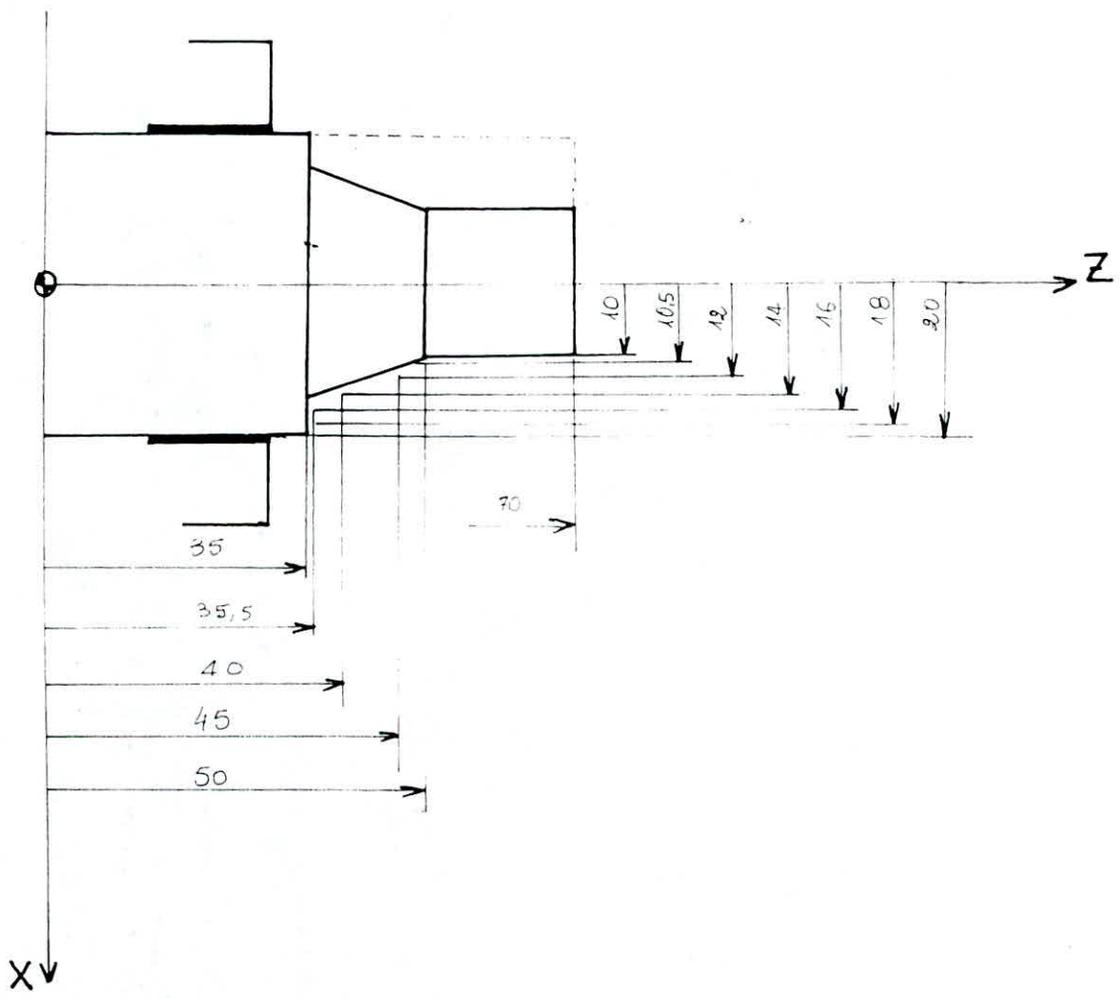
" 18 : Interpolation linéaire du point X = 10 ; Z = 50
au point X = 15 ; Z = 35 usinage de cône).

" 19 : Interpolation linéaire à Z constant (Z = 35)
jusqu'à X = 20,50

" 20 : Fin du programme et positionnement rapide l'outil
à son point de référence.



Echelle 1/1	Ecole Nationale Polytechnique
P.F.E Juin 88	Piece d'Essai
Akroune. A.	



Determination du Passage de l'Outil

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

FEUILLE DE PROGRAMMATION

Nom :		Pièce :					Matériau :	Machine CN :	Date :
N	G	F	S	T	M	X	Z	I	K
001	00					01800	07100		
002	01	120	5	1	03		03550		
003	00					01600			
005	01						03550		
006	00						07100		
007						01400			
008	01						04000		
009	00						07100		
010						01200			
011	01						04500		
012	00						07100		
013						01050			
014	01						05000		
015	00						07199		
016						01000			
017	01	128	6				05000		
018						01500	03500		
019						02050			
020					02				

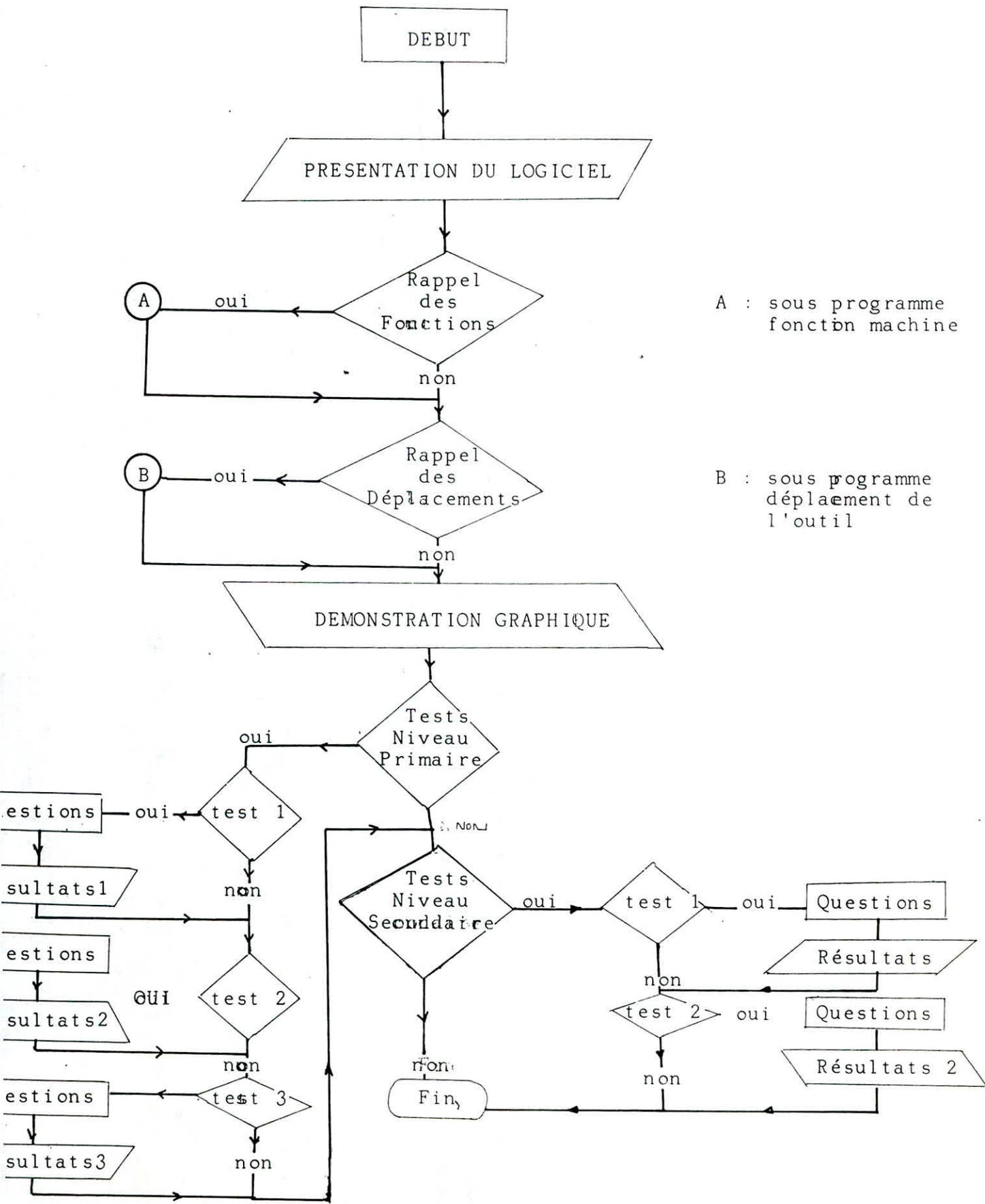
CONCLUSION :

Cette étude a permis d'élaborer un logiciel conversationnel d'assistance à la programmation de la MOCN CN 200 dans le cadre de l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) et la mise en marche de cette dernière (M.O.C.N) afin d'enrichir les activités du laboratoire atelier et flexible ainsi que les travaux pratiques du module de la commande numérique (nouveau cursus).

Cependant, il est souhaitable qu'une continuation de ce travail par la promotion prochaine par le développement d'un logiciel similaire propre à la version perçage de la machine outil polyvalente à commande numérique TERCO CN 200.

Enfin, vu au richisme du domaine de la commande numérique on ne peut que suggérer l'augmentation du volume horaire du module de ce dernier qui s'impose de jour en jour dans l'industrie.

ANNEXE I



A : sous programme fonction machine

B : sous programme déplacement de l'outil

وزارة التعليم العالي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

S u j e t

PROGRAMMATION CONVERSATIONNELLE
ET MISE EN MARCHÉ DE LA MACHINE
A COMMANDE NUMERIQUE TERCO CN 200
EN VERSION TOUR

Proposé par :
M. BOUAZIZ

Etudié par :
A. AKROUNE

Dirigé par :
M. MADANI

PROMOTION : Juin 1988

ANNEXE II

JUIN 1988

Proposé par A. AKROUNE (P.F.E)

TRAVAUX PRATIQUES
N° 1
USINAGE SUR LA MACHINE OUTIL
A COMMANDE NUMERIQUE CN 200
EN VERSION TOUR

* COMMANDE NUMERIQUE

DÉPARTEMENT : GENIE MECANIQUE
LABORATOIRE : ATELIER ET FLEXIBLE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

1. BUT DU TRAVAIL :

Les manipulations exécutées sur la machine outil à commande numérique CN 200 ont pour objectifs les points suivants :

A. Familiarisation de l'étudiant à la machine outil commandée numériquement (organes constituants, accessoires....).

B. Programmation manuelle de la M.O.C.N.

2. GENERALITES :

Les machines outils à commande numérique sont des machines d'un genre nouveau qui ont des capacités et possibilités de production bien supérieures aux machines outils conventionnelles (classiques), leur souplesse de fonctionnement et de réglage les placent bien avant de ces dernières.

Deux parties essentielles rentrent dans la constitution d'une M.O.C.N.

* Partie opérative : Elle comporte la partie mécanique de la machine ainsi que les moteurs chargés de l'entraînement de l'outil et les capteurs de positions.

* Partie commande : Celle-ci pour but de transformer les informations codées du programme en ordre aux moteurs de la partie opérative afin d'obtenir les déplacements nécessaires pour l'usinage de la pièce.

2.1. PRESENTATION DE LA M.O.C.N CN 200 ET SES ACCESSOIRES :

La machine outil CN 200 est une machine multi fonctions d'enseignement à commande numérique.

Sur la partie opérative, les moteurs peuvent être programmés de telle sorte que l'outil peut se déplacer à une vitesse comprise entre 0 et 500 mm/min, la précision de la programmation est de l'ordre de 1/1000 de mm et les vis de haute précision permettent d'obtenir une grande qualité de travail; on trouve aussi sur cette partie le moteur d'entraînement du mandrin qui a la possibilité de rotation dans les deux sens et permettent d'obtenir une gamme de 6 vitesses allant de 160 à 1600 tr/ min.

Sur la partie commande CNC 400 qui est un système de commande à micro processeur avec programmation en absolu, on trouve toutes les commandes et nécessaire à la programmation manuelle de la machine à commande numérique.

Comme accessoires périphériques, on trouve en premier lieu la station de programmation CNC 4426 qui est un micro ordinateur pré-programmé avec un logiciel à plusieurs fonctions utiles telle que : l'édition d'un programme d'usinage, chargement et déchargement de la mémoire centrale à partir ou vers un support d'information (bande magnétique, bande perforée, Directeur de commande, imprimante, table traçante), visualisation de la trajectoire de l'outil pendant sa course d'usinage. etc.....

En deuxième lieu, on trouve les différents supports d'information utiles à la sauvegarde ou chargement du programme d'usinage (lecteur de bande, CNC 4423, lecteur de bande magnétique CNC 4437, imprimante CNC 4445).

2.2. LANGAGES ET CODES DE PROGRAMMATION ET RAPPEL DES FONCTIONS :

Programmer en CN consiste à transposer la gamme d'usinage en langage compris par la machine.

Tous les mots d'un langage machine entre ceux définissant les cotes, et, nécessaires pour assurer le fonctionnement d'une machine outil à CN.

G (00-99)	:	Fonctions préparatoires
F (0-250)	:	" vitesse d'avance
S (0- 9)	:	" " de la broche
T (0-9)	:	" de l'outil
M (00-99)	:	" auxiliaires.

* FONCTIONS PREPARATOIRES DE LA M.O.C.N. CNC 200 :

G 00	:	Positionnement a vitesse rapide 500 mm/min
G 01	:	Interpolation linéaire 2 axes
G 02	:	Interpolation circulaire en sens horaire
G 03	:	Interpolation circulaire en sens anti-horaire
G 04	:	Temporisation de K secondes
G 25	:	Saut à un autre numéro de bloc avec possibilité de répétition

- G 33 : Filtrage à pas constant
- G 53 : Suppression du décalage du point de retour d'outil
- G 58 : Décalage du point de retour de l'outil
- G 90 : Cycle carré de chariotage
- G 92 : Cycle de filtrage.

* CYCLE DE FILTRAGE A PAS CONSTANT :

Le filtrage commence par la position d'origine et va au point programmé. Il y a synchronisation entre la vitesse de rotation de la pièce et la vitesse de déplacement de l'outil.

Ce programme définit une seule passe d'usinage qui doit être répétée autant de fois que le nombre de passe désiré.

Ceci nous permet d'usiner également des filtrages coniques F est programmé en centième de mm/tour.

F ne doit pas excéder 200 ce qui équivaut à une passe de 2 mm

La vitesse de rotation doit être de 160 tour/min dans le cas d'un usinage d'un filtrage au pas de 2 mm.

En fonction de la vitesse de rotation de la broche, le pas maximum acceptable est égal.

- 160 tours/ min	Pas max : 2 mm
- 250 tours/ min	Pas max : 1,25 mm
- 400 tours/ min	Pas max : 0,75 mm

* CYCLE D'EBAUCHE (CARRE DE CHARIOTAGE) G 9 0

Cette fonction nous permet de programmer la machine en une seule ligne (bloc) un cycle d'ébauche en introduisant les cotes finales et la valeur de la passe, ainsi que la valeur de ce crément.

Ce cycle se programme en valeur absolue avec :
Z = cote finale à réaliser par rapport à 0
X = rayon final à attendre
I = valeur de passe sur l'axe des X
Z = de crément sur l'axe de Z.

Remarque : La première passe de longueur Z sera raccourcie de la valeur K pré-programmée.

* GAMME DE VITESSE DE BROCHE DE LA M.O.C.N. CN 200 :

S1 = 500 tours/min
S2 = 750 tours/min
S3 = 1000 " "
S4 = 1250 " "
S5 = 1500 " "
S6 = 1750 " "
S7 = 200 " "
S8 = 2250 " "

* FONCTIONS AUXILLIAIRES DE LA M.O.C.N. CN 200 (tours)

MO2 = Fin du programme avec retour au début du programme
MO3 = Rotation du mandrin dans le sens horaire
MO4 = " " " anti horaire
MO5 = Arrêt du mandrin
MO6 = Changement d'outil
MO8 = Arrosage marché
MO9 = " arrêt.

3. MANIPULATION :

3.1. Consignes impérative à suivre pour le réglage :

1°/ Par définition de point zéro est situé sur la face du mandrin à l'intérieur des mors, axe "X" (voir croquis) et dans l'axe de la broche axe "Z".

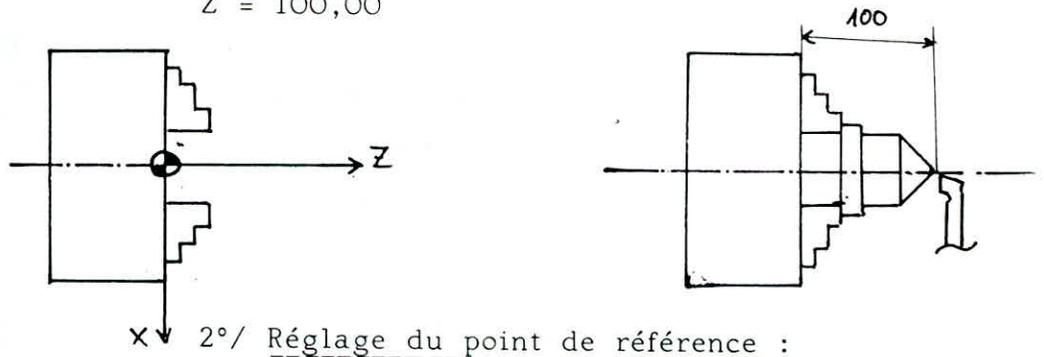
Pour fixer le point zéro en dehors du mors, pour faciliter le manoeuvre et éviter tout accident, nous définirons arbitrairement un nouveau point zéro à 100 mm sur l'axe "Z".

Utiliser le déplacement manuel pour positionner la pointe de l'outil à 100 mm du mandrin et au centre de l'axe de la broche. Un gabarit de positionnement est à votre disposition, pour ce réglage.

Lorsque l'outil est correctement positionné, mettre l'interrupteur à clé du Directeur de commande sur "ARRET", puis remettre sur "MARCHE" et alors le point zéro est correctement fixé avec :

X = 000,00

Z = 100,00



Le point zéro ne peuvent pas être utilisé comme point de départ du programme, un point de référence situé hors de la pièce doit être utilisé.

Les coordonnées de ce point sont choisies pendant la programmation et prennent en compte des références de la pièce à usiner.

Avant de démarrer votre programme, déplacer l'outil vers ce point de référence en utilisant les déplacements manuels.

Lorsque l'outil est positionné à bon point de référence appuyer sur la touche "INTRO POINT DE REFERENCE".

Là votre point de référence est fixé et l'outil retournera à ce point à la fin du programme (fonction M02) où on appuiera sur la touche "RETOUR ORIGINE".

3.3. Pièces d'essai :

La pièce d'essai peut être préparée aux dimensions suivantes :

- Diamètre de la pièce = 40 mm
- Longueur totale = 90 mm

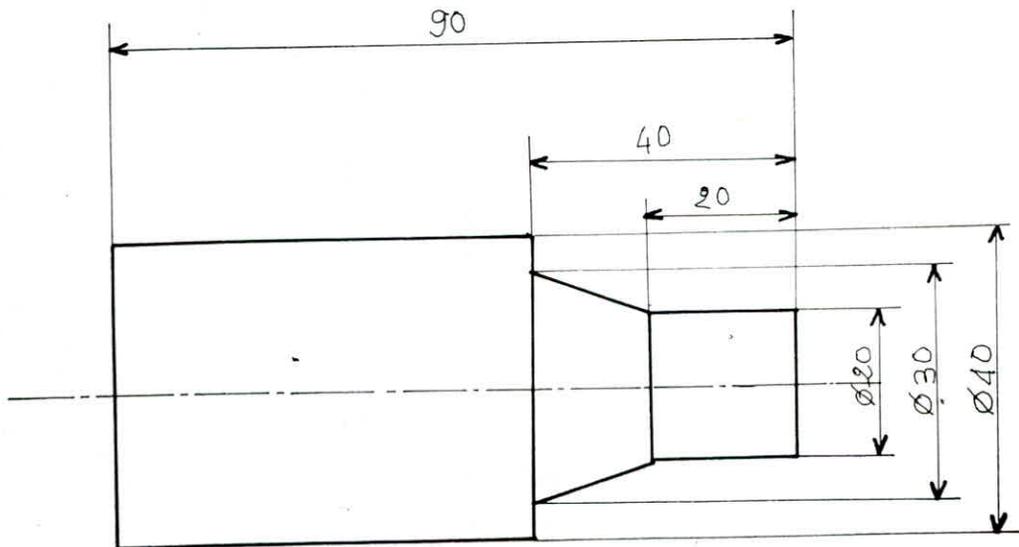
Un point de centre doit être pratiqué à l'autre des extrémités de la pièce.

3.4. Exercice :

On vous demande la réalisation de la pièce représentée dans la page suivante en déterminant :

- La gamme d'usinage de la pièce
- Les données de coupe (Ve, passe.....)
- Le trajet de l'outil coupe en cours de l'usinage de la pièce.
- Le programme de réalisation sur la feuille de programmation jointe.

et enfin l'application sur machine à commande numérique CN 200 avec une sauvegarde du programme sur un support d'information (bande perforée, bande magnétique).



Echelle 1/1	Ecole, Nationale Polytechnique
P.F.E Juin 88	Piece d'Essai
Akroune. A.	

