

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

lex

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE

المركز الوطني للمعدة التكنولوجية
BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

CONCEPTION
DE
LOGICIEL CONVERSATIONNEL
DE PROGRAMMATION
POUR
TOUR A COMMANDE NUMERIQUE
(H.E SOMUA FLS.40)

Proposé par :
M. BALAZINSKI

Etudié par :
RAJAONARISINA

Dirigé par :
M. BALAZINSKI

PROMOTION : JUIN 86

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

CONCEPTION
DE
LOGICIEL CONVERSATIONNEL
DE PROGRAMMATION
POUR
TOUR A COMMANDE NUMERIQUE
(H.E SOMUA FLS.40)

Proposé par :
M. BALAZINSKI

Etudié par :
RAJAONARISINA

Dirigé par :
M. BALAZINSKI

PROMOTION : JUIN 86

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER . المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات

DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE

وزارة التعليم العالي .
دائرة الهندسة الميكانيكية .

PROMOTEUR : M. BALAZINSKI

ELEVE INGENIEUR : ANDRIANJAKA RAJAONARISINA Philibert



الموضوع: إعداد برنامج تحاوري من أجل برمجة مخزطة ذات تحكم رقمي FLS. 40 ملخص:

يستهدف هذا الموضوع إعداد برنامج تحاوري من أجل برمجة مخزطة ذات تحكم رقمي من شأنه أن يسمح بإجراء تحاور بين الإنسان والآلة عن طريق أسئلة مبسطة ودقيقة من شأنها أن تقرر في النهاية اختيار الآلة الملائمة من جهة ، وتسمح بتكوين جدول البرمجة بالإصلاح الآلي من جهة أخرى .
إن جدول البرمجة هذا يمكن أن يترجم على حامل المعلومات مثل اللقافة المغناطيسية أو اللقافة المثقوبة التي تتم قراءتها من طرف قارئة موجه التحكم الرقمي ، كما يمكن لإدخاله ضمن الآلة مباشرة عن طريق حامل الملاصق حيث يتم تنفيذها .

Sujet: Conception de logiciel Conversationnel de programmation pour tour à C.N F.L.S 40

Resumé: Ce sujet a pour objectif de concevoir un logiciel conversationnel de programmation pour tour à commande numérique afin de permettre et de faciliter le dialogue entre homme - machine par des questions simples et précises qui , en fin de sequence decideraient sur le choix de la machine appropriée et genereraient le listing de programmation en code machine . Le listing ainsi obtenu sera ensuite , soit traduit sur un support d'informations tel que la bande magnetique ou bande perforée qui sera lu par le lecteur du directeur de commande numérique , soit introduit directement dans la machine par l'intermediaire du clavier pour y être executé .

Subject: Concept of a conversational program interface for a numerically controlled lathe F.L.S.40

Abstract: The object of this study is to create a conversational program interface for a numerically controlled lathe to allow and simplify a man - machine dialogue through simple and precise questions which at the end of their sequence would decide the choice of the appropriate machine and would generate a listing of the program in machine language . This listing so obtained will either be translated on to an information support such as a magnetic tape or a perforated tape to be read by the numeric command controller or will be directly fed into the machine by the keyboard as intermediary so that it can be run .

REMERCIEMENT

Existerait-il des mots appropriés pour que je puisse exprimer à Monsieur BALAZINSKI ma gratitude la plus profonde pour tout le dévouement et l'aide qu'il m'a prodigués tout au long de l'élaboration de ce travail, aussi modeste soit-il.

Ma sympathie ne saurait être indifférente à Monsieur Fodil AKROUR, et très spécialement à Monsieur Mohamed AKOUIRADJEMOU, personnels de la S.N.V.I, pour leur expérience dont j'ai pu en profiter pleinement pour consolider ma connaissance.

Enfin, que tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé à mener à bien l'exécution de ce travail trouvent à travers ces quelques lignes mes remerciements les plus sincères pour l'aide précieuse qu'ils m'ont attribuée, et tout particulièrement, je tiens à remercier tous les enseignants et personnels de l'E.N.P.A qui ont contribué à ma formation.

DEDICACE

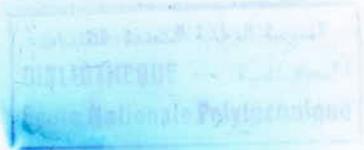


A tous ceux qui m'aiment, et tout particulièrement,

à TOI.

Jaonarisina

SOMMAIRE



CHAPITRE I :

I. Introduction

I.1 Présentation du sujet

I.2 Généralités

- MO conventionnelle
- MOCN
- Eléments d'une MOCN
 - .Partie opérative
 - .Partie commande

I.3 Mise en œuvre d'une MOCN

- Phase conception
- Programmation
- Production
- Préreglage d'outils
- Maintenance préventive
- Taux d'utilisation machine

CHAPITRE II

II. Programmation des MOCN

II.1 Définition et implantation des axes

II.2 Mode de programmation des mvts

II.3 Différentes origines

II.4 Décalage d'origine

II.5 Langage de programmation

CHAPITRE III

- III . Présentation du tour HE SOMUA FLS 40
 - III.1 Description du tour HE SOMUA FLS 40
 - III.2 Caractéristiques technicomécaniques
 - III.3 Caractéristiques techniques du tour FLS 40
 - III.4 Caractéristiques techniques du tour HBCNC.3
 - III.5 Classification des MOCN
 - III.6 Guide de comparaison

CHAPITRE IV

- IV . Conception du logiciel conversationnel
 - IV.1 Description du logiciel
 - IV.2 Critères de choix de la machine
 - IV.3 Etablissement du listing pour tour FLS 40
- Conclusion

CHAPITRE V

- V . Exemples d' application
 - V.1 Application 1 : Manchon
 - V.2 Application 2
- Annexe

I. INTRODUCTION

I.1 Présentation du sujet

Le présent sujet a pour objectif de concevoir un logiciel conversationnel de programmation pour tour à commande numérique, de façon à permettre et à faciliter le dialogue homme-machine par des questions simples et précises, qui, en fin de séquence, donneraient la directive sur le choix du type de machine à considérer, et établiraient le listing de programmation relatif aux cycles d'usinage choisis. Le listing ainsi obtenu en code machine sera, soit traduit sur un support d'informations, tels que bande magnétique, ruban perforé, disque magnétique, etc... pour être sauvegardé, soit introduit directement dans la machine, via le clavier, où il sera lu par le directeur de commande numérique (DCN) pour ensuite être exécuté.

Pour rester dans le même esprit que le sujet de fin d'étude rédigé par M. N.E SIFAOUI dont le présent sujet en est la suite, nous garderons les notations et les symboles utilisés par ce dernier.

I.2 Généralité

-Machine Outil conventionnelle

Les mouvements de coupe et d'avance sur ce type de machine sont contrôlés en vitesse de façon approchée (valeurs de vitesses étagées). L'opérateur qui fait partie intégrante du maillon de la chaîne de commande assure à la fois les réglages et les contrôles de positionnement utiles à l'usinage convoité. Il est à noter que la qualité des contrôles et des réglages est le facteur tributaire de la précision et de la géométrie de la pièce sur les machines classiques, et aussi que l'intervention de l'opérateur est nombreuse, longue et souvent délicate.

-Machine Outil à Commande Numérique

Les machines à commande numérique sont des machines

totale ou partiellement automatiques auxquelles les ordres sont communiqués grâce à des signes symboliques portés sur un support matériel tel que ruban perforé, bande ou disque magnétique. Sur ces machines, le contrôle de l'ensemble des mouvements nécessaires au positionnement est assuré automatiquement en vitesse et en position par le directeur de commande numérique (DCN) suivant les instructions données par l'opérateur ou le programmeur. Ces instructions seront décrites sur un support indépendant de la machine outil à commande numérique (MOCN). On peut éventuellement introduire des données d'usinage par l'intermédiaire du pupitre. Ainsi, sur ce type de machine, on peut faire omission des butées à ajuster, des gabarits à créer en les remplaçant par un programme contenant l'ensemble des réglages. Celui-ci offre l'avantage de pouvoir être rédigé à l'avance sans mobiliser la machine et celui d'être stocké après usinage. L'opérateur est hors du circuit de commande en cours d'usinage. Son rôle consiste à introduire des données codées dans un langage compréhensible par la machine et d'exercer un contrôle dans le cas d'incidents non prévus ou non détectables par la technologie de la machine

Éléments d'une machine à commande numérique

a) Partie opérative : Elle comprend :

- le mandrin, support de pièces
- le moteur chargé de l'entraînement de la broche
- l'élément de mesure ou capteur de position qui renseigne à tout moment sur la position du mobile sur chaque axe.
- le dynamo tachymétrique qui assure la mesure de la vitesse de rotation.

Il est à noter que si la partie opérative comprend, en plus, un magasin à

outils équipé d'un dispositif de changement automatique d'outils entre deux opérations d'usinage, la machine s'appelle alors centre d'usinage (C.U), et ce magasin est géré par la partie commande de la commande numérique.

b) Partie commande : Elle a pour fonction de transformer les informations codées du programme en ordres aux servomécanismes de la partie opérative, pour obtenir les déplacements des organes mobiles. Cette partie commande peut être réalisée soit en logique électronique câblée et installée dans une armoire appelée directeur de commande numérique (DCN), soit en logique électronique programmée à partir de microprocesseur. Dans ce cas, le directeur de commande est remplacé par un ordinateur qui augmente les performances de l'ensemble. La partie commande comprend :

- le support d'informations tel que bande perforée, bande ou disque magnétique, sur lequel est consigné le programme d'usinage à exécuter, dans un langage compris par le directeur de commande numérique

- l'élément logique ou comparateur, dont la fonction est de confronter en permanence la position actuelle du mobile avec la position qu'on lui a commandée d'atteindre. Cet élément en déduit le signal à adresser au dispositif d'entraînement pour que le mobile se rapproche de la position correspondant à la valeur de consigne.

Les tâches effectuées sur le site de la partie commande sont de :

- charger le programme-pièce en mémoire
- référencer les origines machine
- référencer les origines pièce
- introduire les dimensions des outils
- référencer les vitesses de coupe et d'avance
- modifier les correcteurs d'outils

- modifier le programme
- lire le déroulement du programme pour détecter toutes erreurs et anomalies
- éditer le programme stabilisé
- utiliser, au niveau du pupitre, les touches de commande

I.3 Mise en œuvre d'une machine à commande numérique

Quand une machine à commande numérique est installée, elle devrait toujours tourner en produisant les pièces prévues. La meilleure solution est de faire préparer chez le constructeur de machine un outil des programmes pour plusieurs pièces sélectionnées dans la production normale de l'usine. Ainsi, on est sûr de disposer de rubans vérifiés, permettant le démarrage d'une production réelle aussitôt que la machine est installée; le fonctionnement correct de la machine et de son système de commande sont vérifiés au moyen de pièce-test spéciale.

• Phase conception : Pour faciliter la programmation et l'usinage, on doit procéder comme suit :

- prévoir l'usinage complet avec un seul montage
- utilisation d'outils et de dispositifs de fixation normalisés
- utilisation d'un système de cotation correspondant au type de système de mesure monté sur la machine
- Tenir compte du zéro flottant et des différentes facilités de correction manuelle mises à la disposition de l'opérateur.
- utiliser des réseaux de trous de même dimension, des cycles fixes et de tout autre dispositif qui peut être aisément traité par la programmation automatique

• Programmation : Le matériel minimum pour préparer le ruban consiste en une machine électrique à écrire couplée avec un perforateur et

un lecteur de ruban

- Recommandations supplémentaires

1. Une mémoire tampon permet de corriger avant la perforation du ruban les erreurs détectées pendant la frappe, ce qui élimine la majorité des erreurs de perforation.
2. Des perforatrices (Flexowriter) permettent de vérifier le ruban perforé en le relisant et en tapant les données perforées juste au dessous des données programmées sur le manuscrit ; une comparaison visuelle des deux lignes permet de déceler immédiatement les erreurs.
3. Une additionneuse permettant de faire la somme des informations de chaque ligne perforée et de la comparer avec celle calculée par le programmeur sur son manuscrit.
4. Une calculatrice de bureau aidera à faire des calculs, tels que : fonctions trigonométriques, racines carrées, etc... Même, dans certain cas, un mini-calculateur peut se justifier pour des calculs géométriques ou technologiques
5. Des simulateurs seront d'un grand secours, notamment pour les problèmes de tours, pour éviter les problèmes de non-collision d'outils. Ces simulateurs seront par exemple des tables à dessiner, équipées de têtes spéciales portant le modèle d'outil, et qui, à partir du dessin de la pièce, mesureront et afficheront les coordonnées de la trajectoire de l'outil.

La vérification de tout nouveau ruban est d'une importance capitale. Une vérification grossière sera faite la plupart du temps en passant la bande sur la machine, mais sans outils (Dry-run). Dans certains cas, on pourra tracer la trajectoire de l'outil en remplaçant celui-ci par un crayon. Dans certain cas, le coût d'une machine à tracer à commande numérique se justifie pour les contrôles précis du ruban. Il faut toujours stocker la bande originale

et ne donner à l'atelier qu'un duplicat. Celui-ci sera détruit après production du lot, ce qui évitera ultérieurement d'utiliser une bande qui n'aurait pas subi les éventuelles modifications portées sur l'original.

● Production : Dès qu'une machine à commande numérique est apte à produire, il faut l'intégrer dans une section spécifique de production, ce que précisera la responsabilité de la gestion. Si ceci n'est pas fait, le coût d'introduction de la machine peut monter à un niveau déraisonnable. On obtiendra un taux d'utilisation machine si :

- En utilisant un pré-reglage d'outil et des montages adéquats, avec des outils des portes-outils et des montages standardisés.
- En diminuant les temps morts grâce à trois jeux d'outils dont un sur machine, un à proximité et un en magasin.
- En motivant l'opérateur sur la nécessité de garder sa machine toujours au travail. Ceci veut dire que l'opérateur devrait être capable de suivre les opérations de sa machine et de planifier son travail.

Des opérateurs machines semi-qualifiés peuvent être utilisés sur les perceuses à tourelles et les fraiseuses simples, mais des opérateurs qualifiés sont nécessaires sur fraiseuses, aloseuses - fraiseuses et centres à usiner. Ils doivent en effet juger de l'opportunité d'emploi du réglage d'avance (défaut de fonderie par exemple) D'autre part, leur aide est précieuse pour aider le programmeur à perfectionner son programme.

● Pré-reglage d'outils : La longueur est pré-réglée pour les forêts, les alésoirs, les tarauds et les outils de tour. Le diamètre est pré-réglé sur les fraiseuses; sur les aloseuses ce sont les longueurs et les diamètres qui sont pré-réglés. Sur les machines à chargeur d'outils, le pré-reglage est obligatoire. Pour certains outils, tels que forêt à centrer, fraise à chanfreiner et alésoirs pour

trous débouchants, les dispositifs de pré-réglage sont simples, utilisant par exemple des butées mécaniques ; tous les autres outils exigent des dispositifs optiques de haute précision.

Bien que la longueur et le diamètre puissent être corrigés avec les commutateurs de correction sur la machine, il est plus économique de pré-régler les outils en dehors de la machine. Il est préférable d'utiliser un équipement de pré-réglage universel pour tous les types de machines à commande numérique. Un jeu de douilles de réduction doit être disponible pour les différents types d'outils. Des manchons ajustables permettent d'utiliser les outils indifféremment sur centre à usiner, aléseuses et perceuses. Comme le coût de l'outillage peut atteindre 15 à 20% et plus sur centre à usiner, une telle standardisation permet de réaliser des économies substantielles.

● Maintenance préventive : Une machine à commande numérique s'use plus rapidement, étant donné qu'elle fonctionne avec des vitesses de coupe plus élevées, et ce en deux et même en trois équipes. Une maintenance préventive bien conçue est nécessaire :

- Elements mécaniques : Une bonne maintenance est en particulier demandée pour les organes d'entraînement de la table ou du chariot, les embrayages, les glissières et les vis. Ceci permet tout particulièrement, lorsqu'on utilise un système de mesure lié à la chaîne cinématique, de conserver une précision constante pendant une longue durée.

- Système de mesure : Il doit être vérifié périodiquement avec des cales étalons, des comparateurs, etc.... Une protection convenable des règles de mesure, des vis à billes empêchera la poussière et le liquide d'arrosage de compromettre la précision.

- Système de commande : Le système de commande et les fonctions machi-

-nes seront aisément vérifiés au moyen de bande-test. Des panneaux de contrôles et des points-test sur l'équipement faciliteront la maintenance. Un oscilloscope est utile pour vérifier la forme des signaux à différents emplacements du système (ces signaux sont généralement sinusoidaux ou carrés). Les lecteurs mécaniques exigent une lubrification des parties mobiles à intervalles réguliers. Les lecteurs optiques se contentent d'un nettoyage de la lentille et d'un contrôle de la lampe. Si la maintenance est convenable, un travail en trois équipes permet l'utilisation maximum de la machine. Un fonctionnement quasi continu occasionne un effet plutôt moins que plus de défauts, notamment dans le système de commande.

- Taux d'utilisation machine : Un contrôle continu des causes de temps morts sur machine à commande numérique peut seul permettre un taux d'utilisation élevé.

- Cause de défaillance

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1) temps d'attente | 2) Lecteur (machine) |
| 3) entrée manuelle des données | 4) composants électroniques |
| 5) entrainement | 6) contacts et conducteurs |
| 7) Servomécanisme | 8) systèmes de mesure |
| 9) interfaces | 10) broche principale et boîte de vitesses |
| 11) glissières | 12) fonction de commutation de machine |
| 13) système de graissage | 14) systèmes hydrauliques et pneumatiques |
| 15) effets ambiants | 16) alimentation en courant |

- Taux d'utilisation (calcul)

- | | |
|---|---|
| T _D : temps hors operation | T _F : temps hors operation pour outillage et montage |
| T _I : temps non-productif | T _O : tps hors operation en raison de l'organisation |
| T _M : temps d'entretien | T _p : temps de production nominale |
| T _R : temps de reparation | T _T : tps hors operation en raison de programmation |
| T _x : tps hors operation pour raisons diverses | |

A partir de ces données, on aboutit au calcul suivant:

1) Rendement utile (R_u) [%]

$$R_u = 100 \cdot \frac{(T_p - T_D)}{T_p} \quad [\%]$$

2) Temps non productif (T_I)

$$T_I = T_m + T_o + T_f + T_x$$

3) Temps hors operation (T_D)

$$T_D = T_I + T_R$$

4) Taux de panne (R_F) [%]

$$R_F = 100 \cdot \frac{T_R}{T_p - T_D} \quad [\%]$$

5) Moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF)

$$MTBF = \frac{1}{R_F}$$

6) Taux de pannes techniques (R_A) [%]

$$R_A = 100 \cdot \frac{T_R}{T_p - T_I} \quad [\%]$$

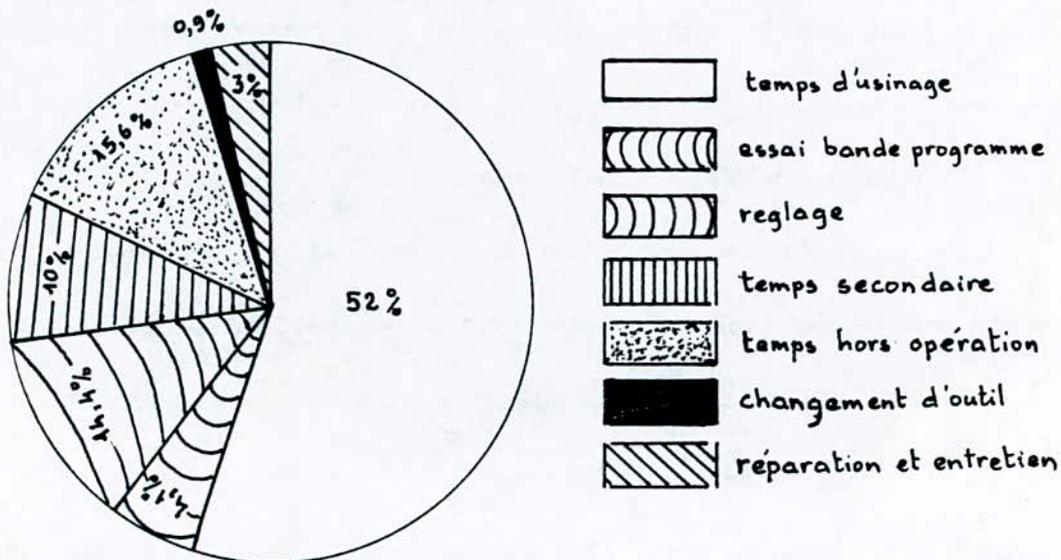
7) Taux de pannes administratives (R_B) [%]

$$R_B = 100 \cdot \frac{T_I - T_m}{T_p - T_R} \quad [\%]$$

8) Taux de pannes totales (R_T) [%]

$$R_T = 100 \cdot \frac{T_I - T_m + T_R}{T_p} \quad [\%]$$

Exemple : Tour à commande numérique



II PROGRAMMATION DES MOCN

II.1 Définition et implantation des axes

Axe Z : L'axe Z correspond à l'axe de la broche. Le sens positif est celui qui correspond à un dégage ment de l'outil (accroissement de la distance entre la pièce et l'outil). Le sens positif de la rotation de la broche est celui des aiguilles d'une montre. Le sens négatif étant le sens trigonométrique.

Axe X : L'axe X correspond à l'axe ayant le plus grand déplacement. Pour un tour, l'axe X de mouvement est radial. Le sens positif du mouvement est celui qui correspond à l'accroissement de la distance entre l'outil et l'axe de la rotation de la pièce.

Ainsi, la position de la tourelle de base par rapport à l'axe de la broche permet de définir les signes + ou - de chacun des axes. L'intersection de ces deux axes représente le point zéro du système d'axe.

En règle générale, l'axe X se trouve situé sur la face de la pièce qui est en butée sur le moyen d'entraînement. Le point zéro du système d'axe devient ainsi le point zéro de la pièce.

II.2 Mode de programmation des mouvements

Il existe trois modes de programmation des mouvements: le mode absolu, le mode relatif et le mode mixte, mais les deux premiers modes sont les plus couramment utilisés. Le choix du mode est laissé à l'initiative du programmeur, mais peut être lié à la facilité de programmation.

● **Mode absolu :** En mode absolu, un mouvement est défini par la cotation de son point d'arrivée par rapport au point zéro du système d'axes ou point zéro pièce. Les signes à affecter au mouvement suivant X et Z (ou X ou Z) sont ceux du quadrant dans lequel se trouve situé le point d'arrivée. (Fig. 1)

● **Mode relatif :** En mode relatif, un mouvement est défini par sa valeur et son

Fig. 1

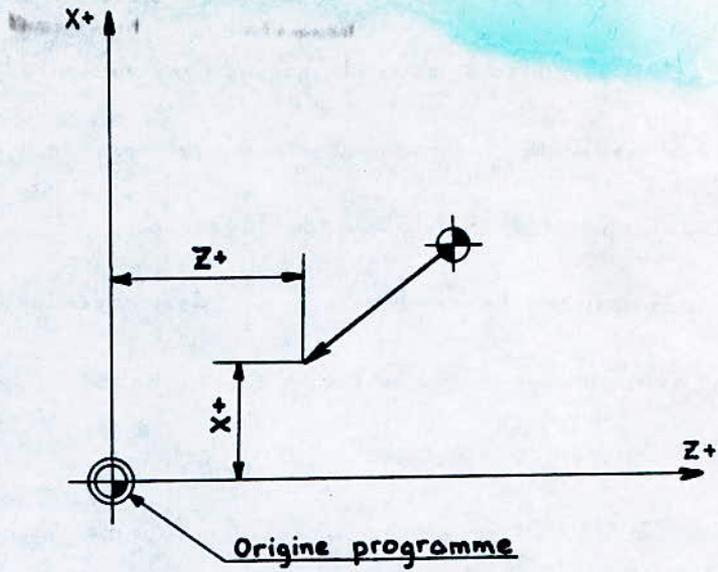
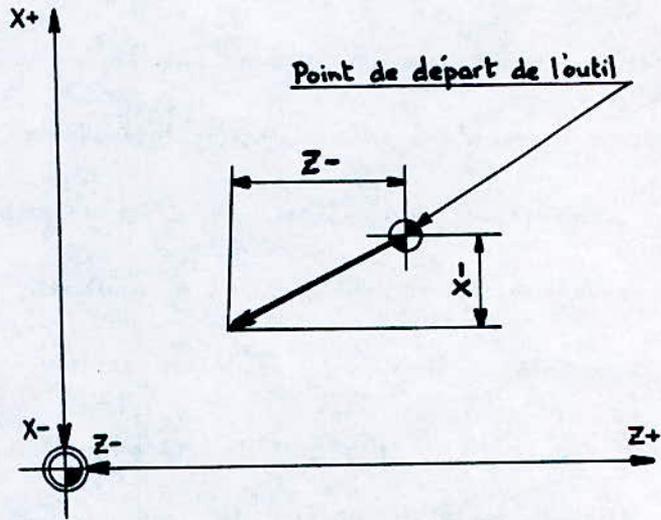


Fig. 2



Modes de programmation des mouvements

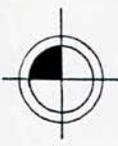
sens par rapport à son point de départ. Les signes à affecter au mouvement suivant X et Z (ou X ou Z) sont ceux du sens du mouvement. (fig.2)

En règle générale, le mode absolu est le mode le plus utilisé, étant celui qui se rapproche le plus de la cotation de la pièce.

● Mode mixte : La combinaison des deux précédents modes est possible. Elle découle généralement d'une cotation fonctionnelle.

II.3 Différentes origines

II.3.1 Origine mesure OM (Origine Machine ou Zéro Machine)



- En mesure absolue : C'est l'origine du système de mesure. Elle est définie par la position mécanique du capteur absolu sur la machine et peut se trouver en dehors des courses utiles maximales de la machine.

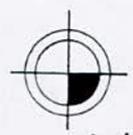
- En mesure semi-absolue : C'est un point préférentiel défini sur chaque axe par le constructeur machine. Il est généralement pris à l'intérieur des courses machine et permet de fixer l'origine absolue de la mesure.

II.3.2 Origine pièce Op.



Indépendante du système de mesure, cette origine est définie par un point de la pièce sur lequel on est capable de se positionner, soit directement, soit à l'aide de cales et d'un comparateur.

II.3.3 Origine programme OP



Indépendante du système de mesure, c'est l'origine du trièdre de référence qui a servi au programmeur pour établir son programme.

II.4 Décalages d'origine

C'est un décalage à prendre en compte pour faire confondre l'origine machine OM et l'origine programme OP. Le décalage d'origine est connu du programmeur, il est introduit au clavier et pris en compte systématiquement par la CNC.

II.4.1 Programmation absolue en cotes mesures

Dans ce cas, la cote est repérée par rapport à l'origine mesure. Elle correspond au code G70 (fig.3)

II.4.2 Programmation absolue

Dans ce cas, la cote est repérée par rapport à l'origine programme. Elle correspond au code G90 (fig.4)

II.4.3 Programmation relative

Dans ce cas, la cote est repérée par rapport à la position précédente. Elle correspond au code G91 (fig.5)

II.5 Langage de programmation

La programmation est l'art d'écrire son métier. Il est donc nécessaire d'apprendre des mots avec lesquels il est possible de faire des phrases qui constituent le bloc. Le langage de programmation permet de constituer, sous forme de texte (programme), les informations d'entrées dans la partie commande de la commande numérique.

II.5.1 Mots de programmation (cf tab.1)

II.5.2 Composition d'un mot

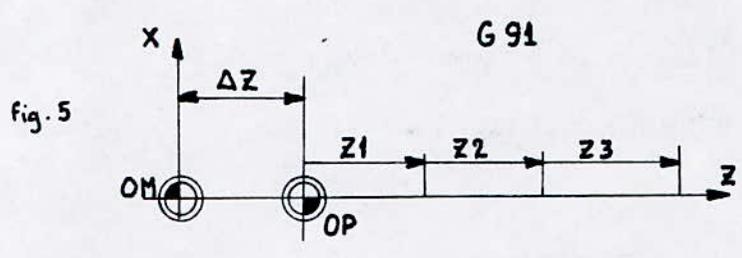
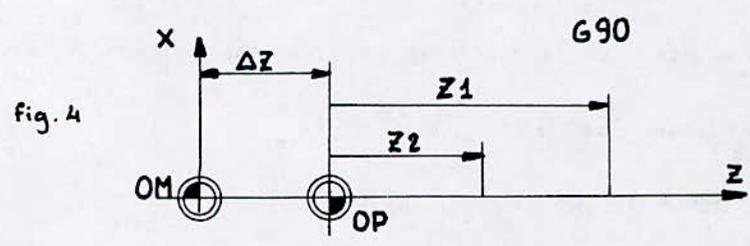
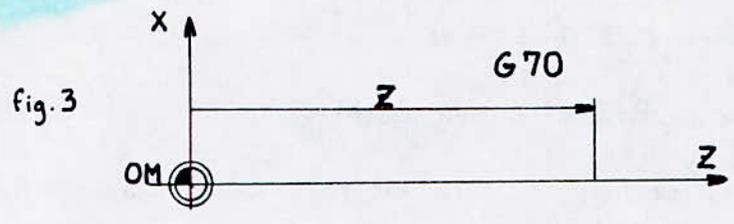
Le programme est écrit à l'aide de succession de blocs d'informations constitués de mots, eux-même constitués de caractères alpha-numériques qui sont

- les lettres majuscules de l'alphabet de A à Z, soit 26 adresses
- les chiffres de 0 à 9
- les signes de ponctuation [+,-,%,(),/,...]

l'ensemble de lettres et chiffres juxtaposés forme un mot.

LETTRE	SIGNE	MODULE
--------	-------	--------

- Lettre adresse : c'est un symbole d'identification de mot. Il précise la fonction à assurer
- Signe (+) ou (-) : Il précise le sens de déplacement



Décalages d'origine

- Module : c'est la partie numérique de valeur variable. Il précise la valeur du déplacement à effectuer.

II.5.3 Format d'un mot

Chaque mot a un format propre. En commande numérique, le format de mot est une attribution de caractères placés dans un ordre approprié comprenant :

- une adresse
- éventuellement, un signe
- un ou deux chiffres séparés par un point, représentant de part et d'autre de la virgule des unités du module, les nombres maximaux.

Le format du mot peut être fixe (même nombre de caractères) ou variable (suppression des zéros, du signe +, ...)

II.5.4 Bloc d'informations

Le bloc d'informations est un groupe de mots comprenant toutes les instructions pour une opération ou séquence d'usinage, en coupe ou non.

- Un caractère fin de bloc termine le bloc
- Chaque bloc est séparé du précédent par un caractère fin de bloc, donc : chaque ligne est un bloc d'informations.

Le format de bloc peut être fixe (nombre de positions fixes des mots) ou variable (nombre variable des mots).

La succession des blocs d'informations forme un programme d'usinage, soit la suite ordonnée des opérations d'usinage.

- Composition maximale d'un bloc :

N5 - G2 - X±5.3 - Z±5.3 - I±5.3 - K±5.3 - P±5.3 - R5.3 - F4 - S4 - T4 (2-2) - M2

où :

N: numéro de bloc

- G: fonction préparatoire, définit le genre de mouvement à exécuter.
- X: mouvement transversal
- Z: mouvement longitudinal
- I: rayon à exécuter ou valeur du pas en filetage
- K: rayon à exécuter ou valeur du pas en filetage
- P: pénétration sur le flanc du filet
- R: distance de retrait entre l'outil à fileter et la matière.
- F: valeur d'avance, durée de temporisation ou pénétration constante en filetage.
- S: vitesse de broche ou vitesse de coupe
- T: numéro d'outil et du correcteur.
- M: fonction auxiliaire

II.5.5 Support d'informations

Les caractères sont généralement disposés sur un ruban perforé en papier ordinaire plastifié ou en matière plastique (nylon). La bande est normalisée dans ses dimensions. La largeur est de 25.4 mm et comporte 8 pistes de perforations et une piste d'entraînement. Les trous relatifs aux informations élémentaires ont un diamètre de 1,8 mm, tandis que ceux de la piste d'entraînement ont un diamètre de 1,2 mm. Les pistes d'informations sont situées les unes des autres à une distance de 2,54 mm, et les trous d'informations d'un pas de 2,54 mm.

II.5.6 Codage des informations

Actuellement, il existe deux codes en service :

- Le code EIA : Il utilise 6 perforations caractéristiques, une perforation de fin de bloc, dont le rôle est de séparer les différents blocs, et une perforation dite d'imparité, permettant de rendre impair le nombre de perforations

et par cela même de permettre un contrôle de lecture.

- Le code ISO : Il utilise 7 perforations caractéristiques et une perforation dite de parité, permettant de rendre pair le nombre de perforations et par cela même de permettre un contrôle de lecture.

Chaque rangée de perforations transversales de la bande représente soit une lettre adresse, soit un chiffre décimal (code binaire), soit un symbole fonctionnel

II.5.7 Programmation manuelle

Pour réaliser une pièce sur machine-outil à commande numérique, l'opérateur devra, à partir de la lecture du dessin de définition du produit fini, établir un dossier complet de fabrication et rédiger un programme d'instructions directement compréhensibles par la machine à commande numérique. Les ordres peuvent être communiqués à la machine de deux manières :

- directement par un opérateur sur le pupitre du directeur de commande numérique à l'aide de commutateurs (programmation sur le site)

- au moyen d'un support d'informations qui sera lu par le lecteur du directeur de commande numérique

- Méthode utilisée pour programmer manuellement

On rédige à la main le programme sur un bordereau (ou feuille de programme). On tient compte des informations géométriques calculées auparavant ainsi que des informations technologiques propres à la machine sur laquelle sera exécuté le travail. On établit la feuille de réglage des outils : longueur des outils par rapport au plan de jauge du cône de la broche de la machine ; course rapide, course travail, vitesse de rotation codée, avance. On exécute le listing ainsi que la bande perforée. 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.

L'opérateur possède :

- la bande perforée qu'il installe sur le lecteur du directeur de commande numérique
- le listing pour suivre l'usinage
- les outils préalablement réglés (longueur et rayon connus)
- Une pièce installée suivant les lois d'isostatisme et le référentiel de celle-ci étant situé correctement par rapport au référentiel machine (cales étalons, comparateur)

On peut alors commencer l'usinage.

● Principe de la programmation manuelle (fig.6)

- Préparation du programme : Une feuille établissant la gamme opératoire, basée sur le dessin de la pièce et la suite chronologique des opérations d'usinage est nécessaire à l'écriture du programme de pièces, appelé également manuscrit. En générale, la feuille de travail contient une liste énumérant les coordonnées des trous à percer, les points de changement de contour, et d'autres données caractérisant la trajectoire de l'outil. En plus, elle doit comprendre les données suivantes :

- Informations sur l'outillage
- Informations sur les moyens de fixation et de montage
- Informations sur la programmation, c'est à dire sur l'emploi du code utilisé
- Tableaux concernant les vitesses d'avance pour la machine à commande numérique particulière.

Le dessin de pièce doit être établi soit en cotation absolue, soit en cotation relative, suivant le système de programmation utilisé pour la machine à commande numérique et sur système de commande en question.

PRINCIPE DE LA PROGRAMMATION MANUELLE

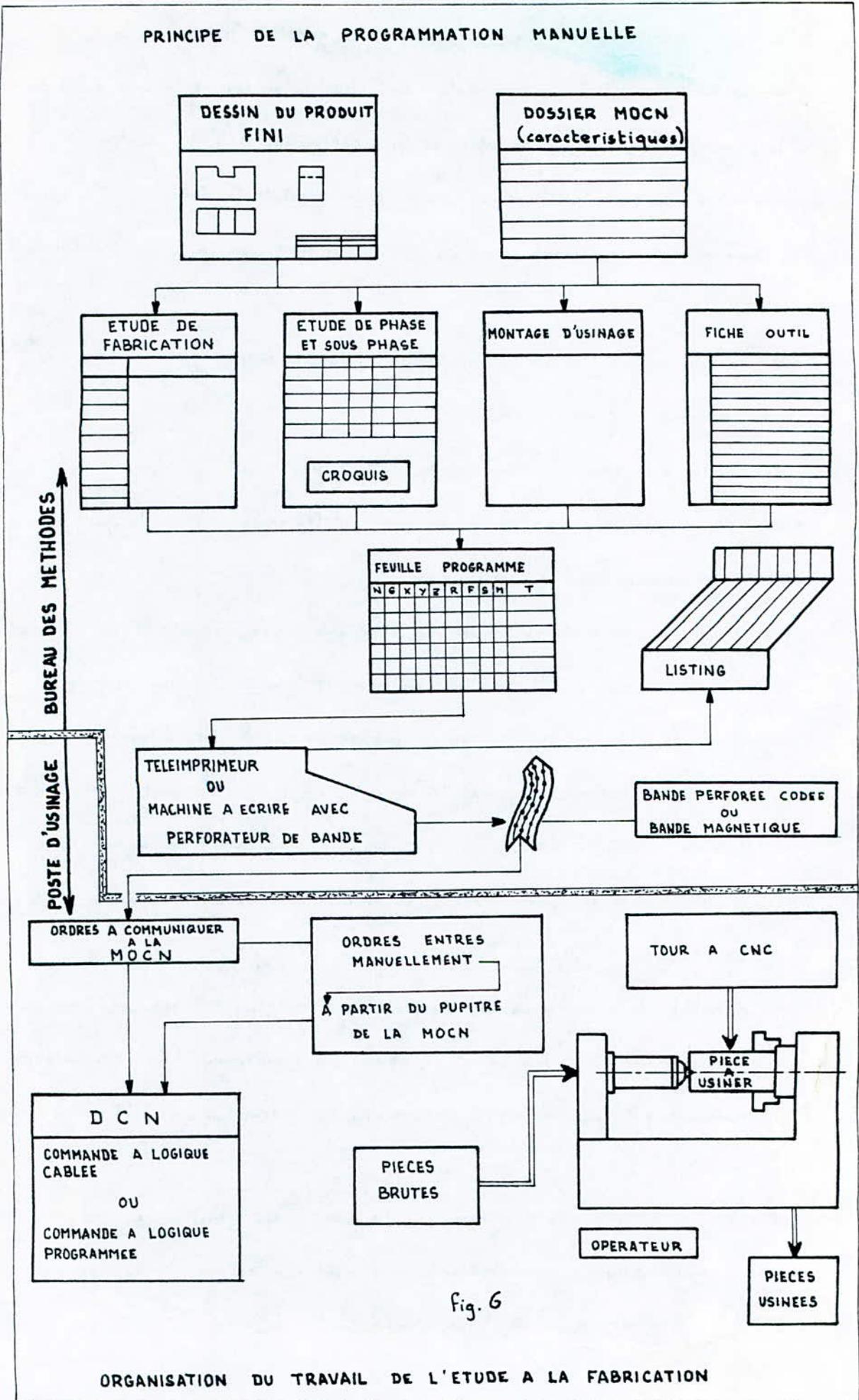


Fig. 6

ORGANISATION DU TRAVAIL DE L'ETUDE A LA FABRICATION

Lorsque le système de commande possède un zéro arbitraire ou un décalage du zéro, un point de référence convenable doit être choisi comme origine de la pièce. Pour le bridage de la pièce sur la table de la machine ou dans un montage, on choisit généralement un autre point de référence comme point de départ. (Ce point est très souvent un trou percé préalablement sur le coin de la pièce, fermé par ses surfaces finies.)

Un dessin séparé est nécessaire pour chaque bridage de la pièce; les montages devront également y figurer.

Une aide appréciable qui facilite la lecture des séquences d'opérations sur la feuille de préparation est l'usage de lignes différentes pour distinguer les avances rapides des avances de travail.

L'ensemble des opérations d'usinage pour une pièce est divisé en un nombre d'opérations séparées ou de pas individuels, chaque pas étant programmé dans un bloc d'informations sur la bande programme. Un bloc d'informations complet est nécessaire au démarrage de la machine. (Quand il s'agit d'un long programme, il est à conseiller de programmer de tels blocs complets à intervalles réguliers; ceci facilite le redémarrage de la machine après une panne de courant, une casse de l'outil, etc...)

Les données dans les blocs qui suivent un bloc complet n'ont pas besoin d'être complétées. Un caractère marquant le début du programme (%) est nécessaire au commencement, et un autre marquant sa terminaison à la fin du programme.

Lorsque le programme est terminé, la bande est généralement rebobinée d'une manière automatique. Le rebobinage automatique est arrêté soit par le caractère (%) (début programme), soit par le caractère séparé (STOP).

- Paliers des vitesses d'avance :

Quand il s'agit d'opération de perçage et d'alesage, on utilise en général les fonctions préparatoires (code G) pour programmer les paliers des vitesses d'avance, c'est à dire, pour les changements de vitesse allant de l'avance rapide aux vitesses intermédiaires et finalement à l'avance lente pour le positionnement final.

Les machines à accélération et décélération automatiques n'utilisant pas de paliers n'ont, par conséquent, pas besoin de codes de changement de vitesse. Quand il s'agit d'opération de fraisage ou de tournage, des blocs de décélération sont introduits dans le programme afin d'éviter un dépassement de la cote aux contours aigus ou aux coins de la pièce. Le retour à la vitesse de travail programmée est assuré par l'insertion de blocs d'accélération après les coins.

- Etapes de programmation manuelle (fig. 7)

II.5.8 Correction d'outil.

Dans tous les cas de figure, il est nécessaire de connaître avec précision les caractéristiques dimensionnelles de l'outil.

● Caractéristiques dimensionnelles des outils (fig. 8)

Chaque outil est défini par ses coordonnées en X, en Z et par la valeur de son rayon.

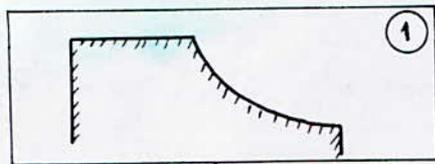
● Définition des jauges d'outils (fig 9)

Le point de référence des tourelles est généralement le centre de rotation. Il est défini par XT et ZT qui déterminent la position du référentiel pièce (origine programme OP) par rapport au référentiel du centre de la tourelle O_0 .

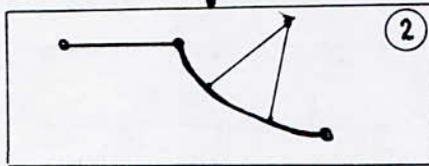
J_x et J_z sont les jauges d'outil. Elles repèrent le centre du bec d'outil par rapport au point de référence de la tourelle. Les jauges outils J_x et J_z sont mémorisées par la CNC, qui additionne algébriquement ces valeurs.

● Programmation du numéro de l'outil et de son correcteur

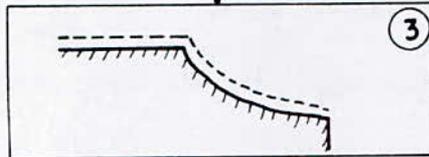
Fig. 7



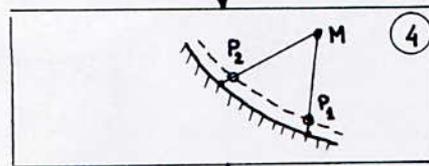
Dessin de la pièce - Feuille de travail



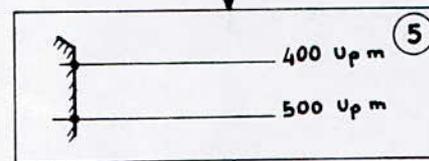
Element de contour



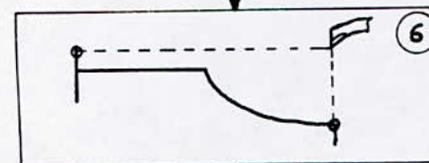
Décalage d'outil



Calculs



Parametres de coupe (V_{min} , V_{max})



Verification de collision

P	X	Y	Z	
1	Coordonnées			
2	Coordonnées			

Manuscrit

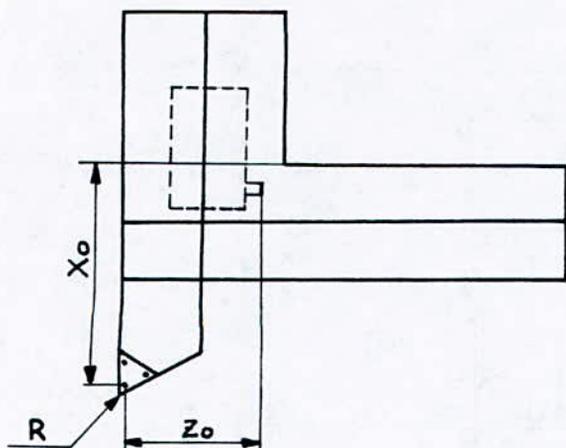
Machine à écrire
Perforateur

Bande
Programme

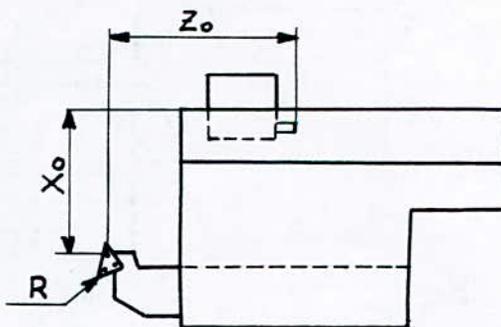
ETAPES DE PROGRAMMATION MANUELLE

Fig. 8

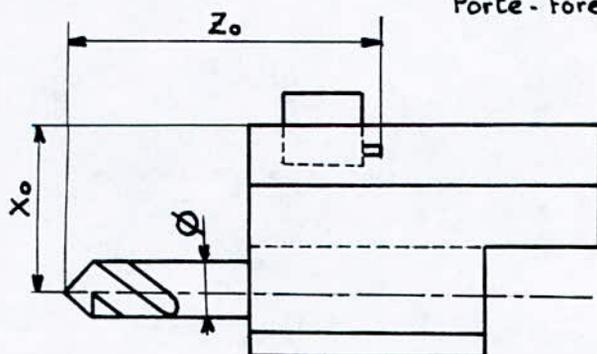
Porte-outil à chariotier



Porte-outil à aléser



Porte-foret



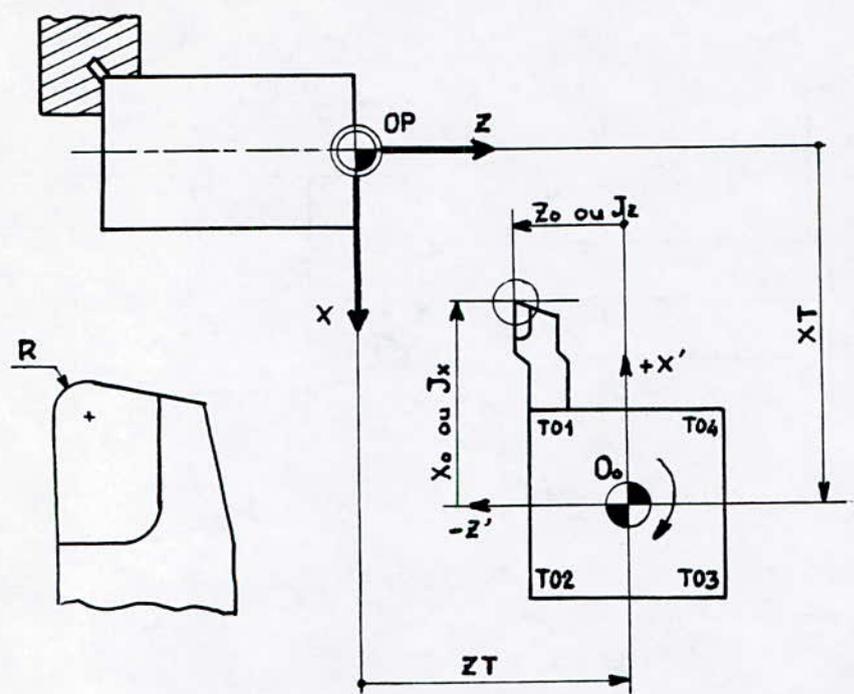
Caracteristiques dimensionnelles des outils

X_0 : Position du centre du bec de l'outil par rapport à la face d'appui du porte-outil sur tourelle

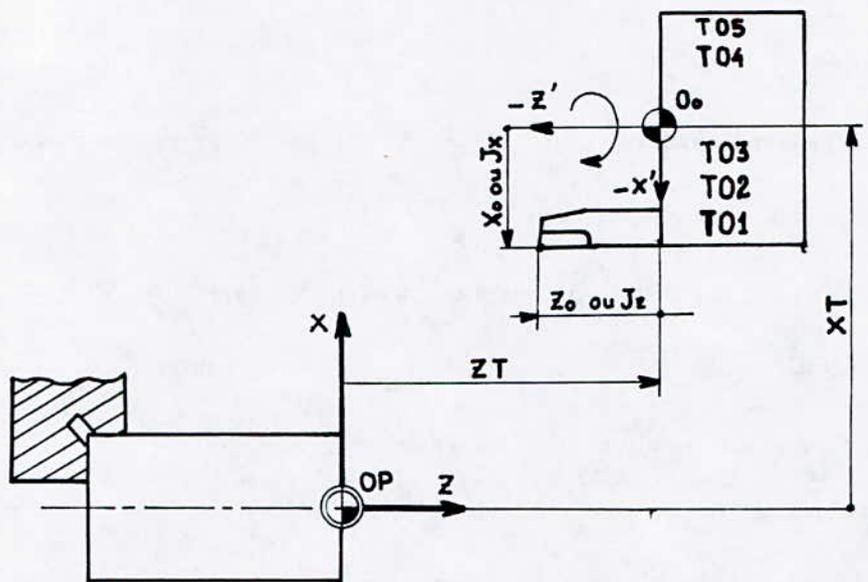
Z_0 : Position du centre du bec de l'outil par rapport à la vis de référence sur porte-outil

R : Rayon de la plaquette de l'outil

DEFINITION DES JAUGES D'OUTILS



Tourelle avant à 4 porte-outils.



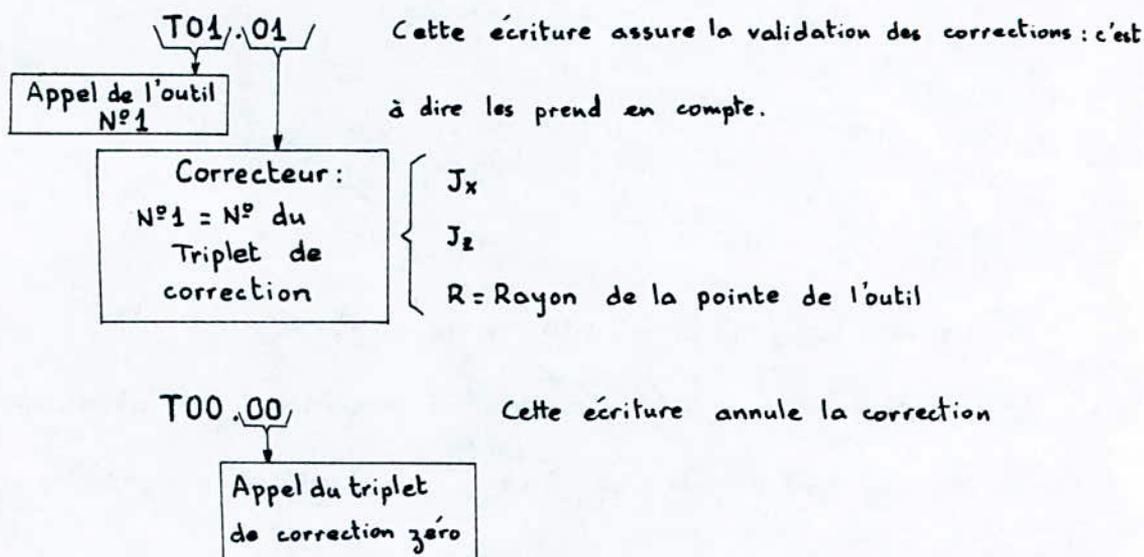
Tourelle arrière circulaire à axe horizontal à 8 porte-outils

fig. 9

Sous la même adresse T sont programmés le numéro d'outil (correspondant aux deux premiers chiffres) et le numéro de correction qui lui est affecté (correspondant aux deux derniers chiffres). Il est à noter que tout outil peut être appelé plusieurs fois dans le programme d'usinage.

• **Correcteurs d'outils** : c'est le multicommutateur sur le clavier numérique de la CNC qui permet d'introduire les valeurs concernant les jauges d'outil J_x et J_z ainsi que la valeur du rayon du bec de l'outil que la partie commande aura à prendre en compte. L'ensemble des paramètres J_x , J_z et R est appelé triplet de correction et correspond au numéro du correcteur relatif à l'outil choisi.

Exemple :



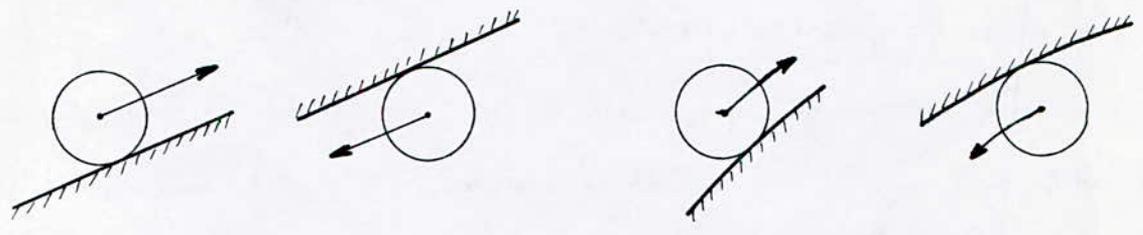
• **Programmation de la correction de rayon**

Pour les pièces de "contournage", la correction de rayon d'outil s'effectue dans le plan Z, X pour le tour. La correction introduite peut être égale au rayon même de l'outil, c'est à dire qu'il est possible de programmer le profil réel de la pièce; la commande numérique exécute automatiquement la trajectoire déportée. Elle peut aussi exprimer une correction de rayon par rapport à un rayon théorique dont la trajectoire programmée tient compte.

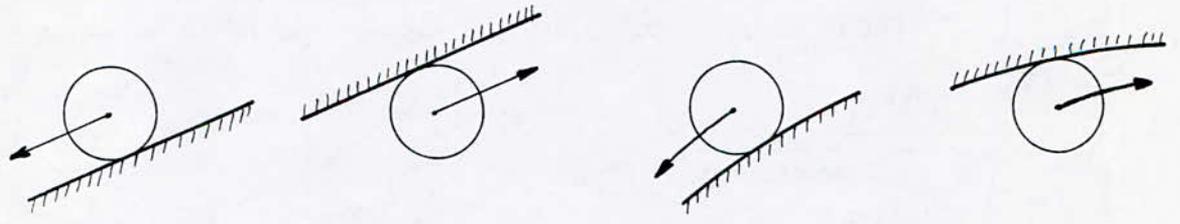
Sur le programme pièce, il faut préciser:

- la position de l'outil par rapport à la trajectoire programmée (outil à droite ou à gauche du profil à usiner)
- le numéro de correction à appliquer : La CNC analyse les figures élémentaires successives et apporte les corrections en conséquence.

G41 Rayon d'outil à gauche du profil

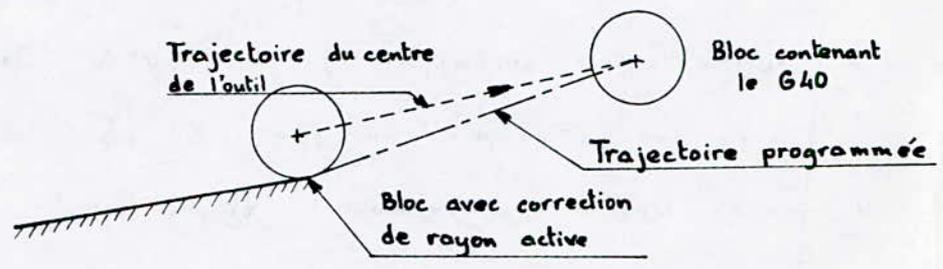


G42 Rayon d'outil à droite du profil



G40 Annulation de la correction de rayon d'outil

L'annulation de la correction de rayon est progressive, elle n'est effective qu'à la fin du bloc contenant le code G40 ; à ce moment, l'outil est positionné aux coordonnées programmées X et Z



FONCTIONS PREPARATOIRES (G...)

Code G	Fonctions
00	Mise en position point à point
01	Interpolation linéaire
02	Interpolation circulaire - Sens antitrigonométrique
03	Interpolation circulaire - Sens trigonométrique
04	Arrêt temporisé
05-07	Arrêt suspensif
08	Accélération
09	Décélération
10	Interpolation linéaire - Grande dimension
11	Interpolation linéaire - Dimension courte
12	Interpolation dans l'espace
13-16	Choix de l'axe
17-19	Plan d'interpolation (Plan XY, ZX ou YZ respectivement)
20	Interpolation circulaire sens antitrigonométrique - Grande dimension
21	Interpolation circulaire sens antitrigonométrique - Dimension courte
22-29	Mouvement conjugué (+, -)
30	Interpolation circulaire sens trigonométrique - Grande dimension
31-32	Interpolation circulaire sens trigonométrique - Dimension courte
33-39	Filetage à pas constant, croissant et décroissant
40	Annulation de la correction d'outil
41-42	Correction d'outil à gauche respectivement à droite du profil
43-44	Correction d'outil (+; -)
45-48	Correction d'outil (+/+ ; +/- ; -/- ; -/+)
49-52	Correction d'outil (0/+ ; 0/- ; +/0 ; -/0)

tab 1.1

53	Annulation décalage d'origine
54-56	Décalage d'origine (axes X, Y et Z respectivement)
57-59	Décalage d'origine (axes X et Y; X et Z; ou Y et Z)
60	Précision de positionnement 1
61	Précision de positionnement 2
62	Positionnement rapide
63	Taroudage
64	Changement de vitesse d'avance et/ou de rotation
65-79	Réserve pour le positionnement
80	Annulation de cycle fixe
81-89	Cycles fixes
90	Programmation absolue
91-99	Programmation relative

* Notes pour la fonction préparatoire "G"

- Une grande dimension a un chiffre de plus qu'une dimension normale. Le dernier chiffre à droite est zéro.

- Une dimension courte a le même nombre de chiffre qu'une dimension normale, mais le 1^{er} chiffre est zéro

Exemple :	Normale	Grande	Courte
	1234.56	12345.6	0123.45

- G41-42 : Outil situé sur la surface gauche ou droite de la pièce usinée, en regardant dans la direction de déplacement, à partir de l'outil.
- G43-44 : Pour commande paraxiale. La valeur doit être ajoutée ou soustraite de la cote du bloc.
- G60-61 : Positionnement avec tolérance 1 ou 2 (pour commande point à point et paraxiale). Une approche dans un seul sens peut être choisie.
- G63 : Positionnement avec arrêt de broche en fin de déplacement.

- G25 : Limitation de vitesse de broche en vitesse de coupe constante.
- G33 : Cycle de filetage à pas constant utilisant les adresses X, Z, I, K, P, R, F, S
- G38 : Filetages enchainés associés à :
 - K projection du pas en Z pour $\alpha \leq 45^\circ$
 - I projection du pas en X pour $\alpha \leq 45^\circ$
- G70 : Programmation absolue des côtes par rapport aux origines mesures
- G75 : Definition de macro associé à l'adresse "H"
- G76 : Fin de definition de macro
- G77 : Appel de macro associé à l'adresse "H" et S
- G78 : Effacement de macro associé à l'adresse "H"
- G83 : Cycle de Perçage - Déburrage
- G84 : Cycle d'ébauche
- G85 : Cycle de finition dans le sens du profil d'ébauche
- G86 : Cycle de finition dans le sens inverse du profil d'ébauche.
- G87 : Cycle de Gorge
- G91 : Programmation relative des côtes par rapport à l'origine programme
- G92 : Décalage d'origine
- G94 : Vitesse d'avance [mm/mn]
- G95 : Vitesse d'avance [mm/tr]
- G96 : Vitesse de coupe constante [m/mn]
- G97 : Vitesse de broche [tr/mn]
- G98 : Vitesse d'avance [0.1 mm/mn]

FONCTIONS AUXILIAIRES (M...)

Code M	Fonctions
00	Arrêt programmé
01	Arrêt optionnel
02	Fin programme pièce
03-04	Rotation de broche en sens antitrigonométrique ou trigonométrique
05	Arrêt de broche
06	Changement d'outil
07-08	Arrosage n°2 ou n°1 en marche
09	Arrêt arrosage n°1 et n°2
10	Bridage (chariot, pièce, montage, broche, etc...)
11-12	Débridage
13-14	Rotation broche sens antitriquo outrigo et arrosage en marche
15-18	Déplacement (direction de l'avance rapide ou de travail +ou-)
19-29	Arrêt de broche avec orientation déterminée
30	Fin de bande
31	Suspension d'interdiction
32-35	Vitesse de coupe constante
36-37	Gamme de vitesse d'avance n°1 ou n°2
38-39	Gamme de vitesse de broche n°1 ou n°2
40-49	Changement de vitesse (ou non attribué)
50-54	Arrosages n°3 et n°4 en marche
55-59	Décalage linéaire de l'outil - Outil en position n°1 ou n°2
60	Changement de pièce
61-67	Décalage linéaire de la pièce - Pièce en position n°1 ou n°2
68-70	Bridage ou débridage de pièce

tab. 1.2

71-77	Décalage angulaire de la pièce en position n° 1 ou n° 2
78-99	Bridage ou débridage de table

* Notes pour la fonction auxiliaire "M"

- M30 : Arrêt de broche, de l'arrosage et de l'avance utilisé pour mettre en position de départ la commande et/ou la machine (avec rebobinage de la bande jusqu'au début du programme).
- M48 : Validation des potentiometres d'avance et de broche.
- M49 : Inhibition des potentiometres d'avance et de broche.

III PRESENTATION DU TOUR H.E SOMUA FLS.40

III.1 Description du tour H.E SOMUA FLS.40

Le tour H.ERNAULT-SOMUA FLS.40 appartient à la gamme de tours modulaires et multifonctionnels, équipé d'un calculateur de type "NUM.460" qui permet d'intégrer une commande numérique ou des multimicroordinateurs HES composés de 1 à 6 microordinateurs de 16 bits montés en parallèles et permettant le pilotage des fonctions, l'aide à la programmation pendant que la machine est opérationnelle, l'interconnexion des machines et leur insertion dans un atelier flexible, la manutention automatique, l'auto diagnostic, le contrôle intégré, les compensations automatiques, ainsi que la possibilité particulière de disposer d'un grand nombre d'axes dont le nombre maximum théorique est de 24. Le tour H.E FLS.40 est doté d'une broche actionnée par un moteur de 26 KW de puissance. Le tour H.E FLS.40 possède une vitesse de broche variant selon trois gammes de vitesses dans une plage de 35 à 2800 tr/mn. Deux trainards, dont l'un vertical et l'autre horizontal, totalement indépendants, portent respectivement une tourelle dite "tourelle principale" à 8 outils, et une tourelle, dite "tourelle secondaire" à 6 outils. De ce fait, le tour H.E FLS.40 peut disposer de 14 outils différents montés soit directement sur les deux tourelles, soit sur des magasins d'outils. Les tourelles sont constituées d'un plateau circulaire à commande hydraulique, recevant des manches porte-outils montés directement ou des porte-outils rapportés ainsi que d'un circuit d'arrivée du liquide de refroidissement pour chaque outil.

La conception du tour H.E FLS.40 permet de supporter de nombreuses fonctions équivalentes à 8 axes, telles que 2x2 axes de contournage, trois chariots de plongée, une unité de fraisage - perçage, différents types de contrepointes; d'automatiser entièrement le fonctionnement de la machine par l'utilisation de robots de chargement-déchargement-retournement dont la capacité est de 40 kg, la structure en V, et se déplace sur le banc sous contrôle numérique. Ils nécessitent un banc rallongé du

côté de l'alimentation des pièces. L'installation de palpeur de mesure de précision sur un poste de tourelle permet de réaliser automatiquement le repositionnement, la compensation d'usure d'outil, la compensation thermique, le contrôle final. Le montage du palpeur à poste fixe permet le contrôle d'outil et la correction automatique. Pour le contrôle automatique des côtes sur machines, on utilise des palpeurs montés sur bâti, permettant l'inspection des outils, de mesurer ces derniers, et déterminant ainsi les jauges d'outils. Un palpeur monté sur tourelle à la place d'un outil permet l'inspection de la pièce à usiner, avant et après usinage; la commande numérique s'occupe alors des corrections de mesure et d'usure d'outil à effectuer.

Le tour H.E FLS.40 est équipé d'un système de contrôle d'effort de travail, très utile en particulier lorsque deux outils supportés par les chariots de plongée travaillent simultanément avec un minimum d'interférence. Ce dispositif permet l'arrêt instantané de la machine en cas de surcharge dû aux efforts de coupe ou à d'autres facteurs. L'extension du tour H.E FLS.40 permet une aide à la programmation en utilisant des tables traçantes ou des oscilloscopes cathodiques qui permettent de visualiser le tracé des trajectoires d'outils à partir d'un programme perforé sur bande, afin de pouvoir vérifier la validité de ce programme avant le lancement de l'usinage et éventuellement, d'en modifier certaines instructions en cas de non conformité du tracé obtenu avec celui recherché.

Le tour H.E FLS.40 permet de réunir une évacuation parfaite des copeaux et du liquide de coupe à l'aide d'un évacuateur longitudinal ou d'un évacuateur transversal, ou directement en fosse sous la machine; une disposition adéquate des tourelles porte-outils et des glissières totalement à l'abri des copeaux et du liquide de coupe; une grande rigidité et un meilleur guidage pour plus de puissance et une meilleure précision; et une accessibilité définie par des études ergonomiques. Par ailleurs, le tour H.E FLS.40 est pourvu d'un système de changement rapide et automatique d'outils sur

la tourelle, ainsi que les magasins du changeur d'outils associés. Ce dispositif permet de remplacer les outils usés ou de faire appel à des outils complémentaires.

Une des particularités notables du tour H.E FLS.40 est l'adjonction d'une unité de fraisage de 4KW de puissance, à broche horizontale et verticale, qui permet des opérations d'usinage en 3 axes, dont le troisième contribue au contrôle numérique de la broche en position angulaire et en rotation lente. Le changeur avec son magasin à 8 outils et la broche indexable donnent à l'unité de fraisage une autonomie de fonctionnement.

III.2 Caractéristiques mécaniques et technologiques des organes

- Les bancs : Le tour H.E FLS.40 est muni de bancs en fonte, tout comme sa structure, afin de pouvoir maximiser l'amortissement des vibrations. La disposition des bancs est conçue de manière à présenter une structure très rigide, d'autoriser l'alimentation des machines par des voies de transfert ou des chariots guidés par fil qui sont desservis par les robots de la machine, de permettre une évacuation parfaite des copeaux et du liquide de coupe, et d'assurer une qualité exceptionnelle de rigidité et de précision.

- Les glissières : Les glissières du tour H.E FLS.40 sont des glissières rapportées, trempées, rectifiées, de dureté 60 Rc, largement écartées (405 mm), de façon à assurer une grande rigidité. Des patins à rouleaux préchargés à recirculation et jeu nul permettent des guidages longs et étroits, un faible effort nécessaire au déplacement, ainsi que la diminution des frottements.

Le déplacement du trainard et de la coulisse est obtenue par une vis à bille de précision, permettant le rattrapage de jeu. La glissière avant du trainard repose sur un prisme dont les deux faces symétriques sont disposées en équerre. Cette conception permet, d'une part de réagir symétriquement aux efforts de coupe, et d'autre part de répartir l'usure possible de la glissière de façon équitable sur les

deux faces, ainsi que de supprimer le risque de déformation ou du défaut géométrique, dit défaut géométrique de LACET.

III.3 Caractéristiques technologiques du tour FLS 40

• Capacité

- Passage sur banc	560	[mm]
- \varnothing max. usinable en mandrin	440	[mm]
- \varnothing max. usinable sur contrepointe	420	[mm]
- \varnothing mandrin	250 - 315 - 400	[mm]
- Distance entrepointes	1300	[mm]
- Puissance	26	[Kw]

• Trainard vertical

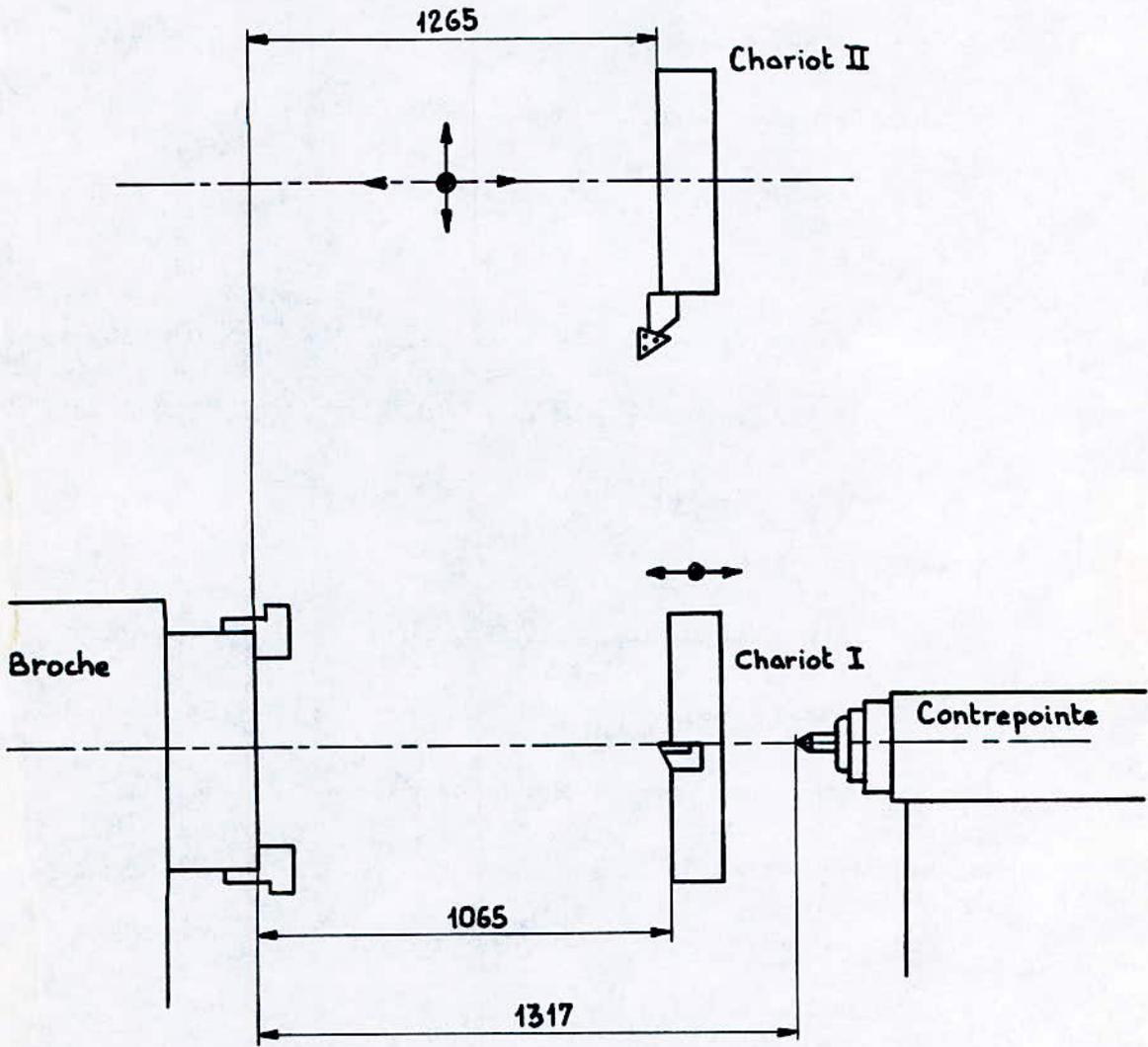
- Nombre outils	8	-
- Course en X	240	[mm]
- Avance en X	10	[m/mn]
- Course en Z	2280	[mm]
- Avance en Z	10	[m/mn]
- Poussée en X (10 mn)	2000	[Kp]
- Poussée en Z (10 mn)	2000	[Kp]

• Trainard horizontal

- Nombre outils	6	-
- Course en X	240	[mm]
- Avance en X	10	[m/mn]
- Course en Z	940	[mm]
- Avance en Z	10	[m/mn]
- Poussée en X (10 mn)	2000	[Kp]
- Poussée en Z (10 mn)	2000	[Kp]

● Contrepointe

- Ø fourreau	110	[mm]
- Course fourreau	100	[mm]
- Cône morse	N° 4	-
- Poussee à 30 bars	1500	[kp]



III.4 Caractéristiques techniques du tour CAZENEUVE HBCNC.3

• Capacité

- Ø admis au-dessus du banc	580	[mm]
- Ø admis au-dessus du chariot	550	[mm]
- Ø admis au-dessus de la coulisse transversale	280	[mm]
- Longueur entrepointe	1100 / 1800	[mm]
- Longueur usinable en continu	870 / 1630	[mm]
- Course de la coulisse transversale	300	[mm]

• Groupe moteur

- Puissance	11	[kw]
- Vitesse de broche : gamme harnais	40 ÷ 280	[tr/mn]
- Vitesse de broche : gamme volée	320 ÷ 2200	[tr/mn]
- Freinage hydraulique de la broche		

• Chariot longitudinal

- Vitesse de déplacement de travail	0 ÷ 5000	[mm/mn]
- Avance rapide	6000	[mm/mn]
- Commande par vis à bille de précision	Ø 40	[mm]

• Chariot transversal

- Vitesse de déplacement de travail	0 ÷ 5000	[mm/mn]
- Vitesse rapide	6000	[mm/mn]
- Commande par vis à billes de précision	Ø 25	[mm]

• Banc

- Coefficient d'évacuation des copeaux	0,5	-
- Largeur	437	[mm]
- Capacité des bacs à copeaux	570	[dm ³]
- Dureté (fonte méhanite trempée, rectifiée)	42	[Hrc]

• Calculateur CERC I

- Incrément de programmation et de mesure	1	[μ]
- Rayon d'interpolation maximum	9999,999	[mm]
- Mémoire programme (18 m de ruban)	8	[K]
- Maintien mémoire	400	[h]
- Jog incrémentaux	0,001 ÷ 100	[mm]

III.4.1 Descriptif du calculateur

Le calculateur conçu par la CERC I autour de deux microprocesseurs assure l'ensemble des fonctions de la machine sur le plan logique, positionnement et contrôle des axes, et sécurité. L'accès au calculateur se fait par l'intermédiaire du pupitre situé sur le bandeau de la machine. Ce pupitre est divisé en sept zones principales :

1 - Une zone manuelle située près du mandrin qui permet de manipuler la machine en mode manuel. Elle contrôle le déplacement des axes en direction par l'intermédiaire :

- de 4 touches (-X, +X, -Z, +Z)
- d'un potentiomètre de contrôle des avances de 0 à 128% de l'avance travail maximum (soit 5 m/mn)
- 8 touches JOG permettant d'obtenir :
 - a) un déplacement continu des axes lorsqu'on appuie sur l'une des 4 touches de sélection
 - b) des déplacements préprogrammés de 1 μ , 1/100, 1/10, 10 et 100 mm.

2 - Une zone affectée à la modulation de 50 à 100% de la vitesse de broche commandée par potentiomètre ainsi qu'à la visualisation de la sécurité de sur-vitesse.

3- Une zone réservée aux commandes et à la sélection des différents organes de prises de pièces (mandrin, contrepointe, avance-barre, ...)

4- Une zone qui définit les touches valides dans les modes correction de programme ou correction dynamique.

- Mode correction de programme : Ce mode permet d'avoir accès à la mémoire interne du calculateur, soit par visualisation des blocs particuliers appelés par leurs numéros, soit par défilement en visualisation de la totalité des blocs en mémoire, soit en retranchant un bloc par un élément de son contenu. Elle permet aussi de corriger à partir du clavier alpha-numérique un bloc ou une fraction de bloc. Ce mode permet également l'insertion ou la suppression d'un bloc. Après ces opérations, il est possible de ressortir un programme corrigé dans un des modes entrée/sortie.

- Mode correction dynamique des jauges d'outils : Correction d'usure des plaquettes, sans nécessité de modifier le programme pièce ou les jauges d'outils.

5- Une zone de visualisation : La machine est équipée d'un écran de visualisation cathodique pour l'affichage des 13 lignes de programme de 32 caractères

- Image 1 : défilement du programme
- Image 2 : défilement du programme avec indice du bloc en cours d'exécution
- Image 3 : 32 paires de correcteurs d'outils
- Image 4 : 32 paires de correcteurs dynamiques
- Image 5 : position des chariots

Une zone de deux lignes de 32 caractères est réservée pour le dialogue opérateur-machine. Les instructions sont données au calculateur par un clavier situé sur la partie droite de la visualisation cathodique.

6- Une zone entrée/sortie qui permet l'accès à la mémoire du calculateur.

Une touche permet de sélectionner le mode d'introduction des données :

- a) IMP - Introduction manuelle d'un programme complet à partir du pupitre alpha-numérique de la machine (mémorisé.)
- b) Entrée/sortie d'un programme par ou sur ruban perforé 8 pistes ISO ou EIA. Connexion possible avec tout dispositif transmettant des signaux du type série par liaison, conforme aux prescriptions CITTIV24 ou boucle de courant 20 mA
- c) Entrée/sortie d'un programme à partir ou sur un magnétophone à cassettes
- d) Entrée/sortie à partir d'un calculateur de programmation assistée ou automatique en mode TTY suivant norme CITTIV24
- e) Entrée/sortie à partir ou sur une bande perforée des paramètres outils (jauges, rayons, correction dynamique)

7 - Une zone automatique qui permet l'utilisation de la machine suivant huit fonctions principales :

- a) recherche des origines machines. Opérations à effectuer après chaque mise sous tension
- b) introduction et visualisation des jauges d'outils et décalage d'origine (introduction automatique, y compris du point de rotation des tourelles)
- c) IMD - introduction manuelle des données, d'un bloc exécutable mais non mémorisé (numérotation du bloc inutile)
- d) entrée des paramètres rayons d'outils pour la CNP
- e) origines machines flottantes
- f) décalage d'origine pour la mesure automatique des jauges d'outils
- g) exécution du programme en mode séquentiel (bloc à bloc)
- h) exécution du programme en continu.

Dans la même zone, on trouve une touche intervention, permettant de suspendre les avances en cours de cycle, de valider les déplacements manuels incrémentaux en cas d'incident ou de contrôle de la pièce non prévus dans le programme d'origine et les touches permettant de commander les tourelles par incrément de 90° . On trouve également les touches M01 et d'arrêt optionnel.

III.4.2 Particularités programme

- Programmation des avances soit en mm/mn, soit en mm/tr
- Programmation absolue ou relative
- Vitesse de coupe constante (détermination automatique de la gamme)
- Filetage cylindrique ou conique à pas constant (pas maximum 60 mm)
- Cycles fixes chariotage et filetage
- Correction dynamique en cours d'usinage de la position des outils $\pm 9999 \mu$
- Prise en compte automatique des jauges d'outils et décalage d'origine par instructions directes sur clavier du diamètre et de la longueur usinée.
- Messages d'erreurs permettant de localiser immédiatement soit une erreur de programme, soit un défaut de fonctionnement de la machine.
- Après chaque correction du programme ou chargement d'un nouveau programme, le calculateur s'assure de la validité des ordres donnés et de la possibilité de leur exécution.
- La mémoire est de 7,6 K soit environ 9,6 m de ruban.

III.5 Classification des MOCN

III.5.1 Classification suivant le mode de déplacement des tables

Trois types de machines à commande numérique peuvent être définis.

1 - Machine à déplacement par positionnement point à point :

Ce type de machine est caractérisé par l'absence d'usinage au cours des déplacements suivant les axes X et Z. On trouve des applications sur les

pointeuses, perceuses, poinçonneuses, aléseuses, ...

Plusieurs possibilités de déplacement s'offrent à l'opérateur pour le positionnement. Seule importe la position de l'outil par rapport à la pièce en fin de déplacement. On pourrait avoir un ordre de déplacement simultané sur les deux axes X et Z sans avoir toute fois aucune synchronisation entre les systèmes de commande de chacun d'eux. D'autre part, on peut avoir des déplacements qui se font successivement suivant les axes.

2 - Machine à déplacement paraxial :

Ce type de machine permet, en plus du positionnement point à point, de réaliser des tournages précis à des vitesses imposées par la bande, suivant des trajectoires parallèles à chacun des axes de déplacement X-Z (dressage de faces, cylindrage, ...).

Cependant, un système de contrôle paraxial ne permet pas d'effectuer un tournage suivant des directions quelconques. En effet, la mémoire affectée à la vitesse d'avance est unique et est commutée successivement sur chaque axe.

3 - Machine à déplacement continu : (Interpolations linéaire et circulaire)

Dans le cas où les informations en X, Z sont liées par une loi mathématique, le mouvement décrit une trajectoire qui n'est pas obligatoirement parallèle aux axes. Les déplacements pouvant être simultanés, le mode de fonctionnement est alors appelé contourage. Pour assurer ces déplacements, nous ferons appel aux interpolations linéaire et circulaire.

- 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.

- Interpolation circulaire : Elle permet de contrôler à chaque instant

la position de l'outil pendant l'usinage des arcs de cercles quelconques en général uniquement dans le plan.

Ici, le problème est plus délicat car le point de départ et le point d'arrivée ne suffisent plus pour définir la trajectoire. Des informations relatives sur la position du centre du cercle sont alors nécessaires.

Trois paramètres I, J ou K sont placés à la suite des ordres de mouvements X, Y ou Z, lors de l'interpolation. L'interpolation pourra avoir lieu :

- dans le plan XY → les paramètres seront I et J
- dans le plan YZ → les paramètres seront J et K
- dans le plan XZ → les paramètres seront I et K

Ces paramètres sont les projections sur leurs axes respectifs d'un vecteur orienté égal au rayon du cercle, partant du point de départ de l'interpolation et allant au centre du cercle.

III.5.2 Classification suivant le nombre d'axes commandés numériquement

• Définition d'un axe de MOCN : 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.

On trouve des machines-outils commandées numériquement comportant :

1 - Deux axes simultanés : Deux axes peuvent être commandés simultanément. 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 commutables : les axes commutables permettent de travailler successivement dans chaque plan.

3 - Deux axes plus un : Deux axes peuvent être commandés simultanément. Un troisième axe, après blocage des mouvements précédents, pourra commander la broche en fraisage ou un chariot de plongée en tournage.

4- Trois axes successifs : Sur ce type de machine, l'asservissement d'un axe (X ou Y ou Z) se fait en sélectionnant l'embrayage (E_x, E_y, E_z) correspondant à la trajectoire à contrôler.

5- Trois axes simultanés : les trois axes peuvent être commandés simultanément et permettre d'usiner une courbe dans l'espace.

6- Quatre axes : le quatrième axe est le plus souvent, sur une fraiseuse, une rotation de plateau. Sur un tour, il permet de travailler simultanément avec deux outils.

III.6 Guide de comparaison

Pour réellement comparer toutes les caractéristiques de machines à C.N différentes (entrée des données, caractéristiques du système de commande, système de mesure, système d'entraînement, système d'affichage, programmation et maintenance), un schéma-guide a été mis au point par l'organisation allemande VDI (VDI-Richtlinien 3421/1973). Le schéma suivant est basé sur le projet VDI. Son but principal est de servir de guide.

I - CARACTERISTIQUES GENERALES

- 1- Type de machine, puissance maximale disponible et charge utile de la table
- 2- Type de système (point à point, paraxial, contournage)
- 3- Capacité d'usinage (course pour chaque axe commandé en mm ou en degré)
- 4- Mouvements simultanés sous commande ruban
- 5- Mouvements simultanés sans commande ruban
- 6- Décalage d'origine : par commutateur à décades ou par commande ruban
- 7- Mode de fonctionnement :
 - a) automatique
 - b) bloc par bloc
 - c) introduction manuelle des données
 - d) manuel pour l'intermédiaire ou non du système de commande
 - e) procédure d'urgence (et dégage-
ment de la pièce sans utilisation du système et des servomécanismes.)

8- Précision de positionnement :

- . a) erreur totale (mm sur axe) . b) fidélité dans les 2 directions d'approche

II - INTRODUCTION DES DONNEES

A- Par bande perforée

1- Lecteur :

- . a) type (électromécanique - optique - autre) . b) vitesse (caractères/seconde)

2- Embobinage du ruban :

- . a) Panier . b) bobines

3- Mode de fonctionnement du lecteur :

- . a) bloc par bloc . b) recherche du numéro de séquence.

4- Rebobinage ruban

- . a) commande manuelle . b) commandée par la bande . c) retour en début de bande . d) retour au bloc de reprise (bloc de référence)

5- Saut de bloc

6- Mémoire tampon

7- Contrôle ruban :

- . a) contrôle de parité . b) contrôle des caractères non-reconnus . c) contrôle de syntaxe

8- Miroir (sur axe)

- . a) commandé par commutateurs . b) par ruban.

B- Introduction manuelle des données

9- Introduction manuelle par :

- . a) multicommutateurs . b) clavier . c) autre (ex: matrice à flèches)

10- Introduction manuelle de toutes les informations d'un bloc (coordonnées et fonctions auxiliaires)

11- Correction d'outil :

- a) nombre
- b) nombre définitivement attribué à un axe déterminé
- c) nombre attribuable librement pour le programmeur ou l'opérateur
- d) nombre attribué à la correction : du diamètre, de la longueur, du diamètre et/ou longueur
- e) correction attribuée à un outil déterminé et appelé par ruban ou correction appelée par ruban, indépendamment du numéro d'outil
- f) nombre de décades pour correction et plus petit incrément
- g) commutateur de signe de correction (+/-)

12 - Correction manuelle des vitesses d'avance et de broche :

- a) effective pour un bloc
- b) effective jusqu'à ce qu'une nouvelle valeur soit programmée
- c) effective aussi longtemps que non-révoquée

13 - Correction :

- a) continue sur paliers (en % de la valeur programmée)
- b) par palier (+...../-.....)
- c) par introduction manuelle d'une nouvelle valeur (avec/sans affichage du n^{bre} codé)

14 - Survitesses pour test de programme (opérations accélérées pour passage "en l'air")

- a) par un facteur multiplicatif de la valeur programmée
- b) indépendamment des valeurs des vitesses programmées, le plus rapidement possible

C - Fonctions auxiliaires et préparatoires

15 - Fonctions préparatoires :

- a) adresse
- b) code
- c) fonction

16 - Fonctions auxiliaires :

- a) adresse
- b) code
- c) fonction (adresse et code conformes à la recommandation ISO)

D - Fonctions techniques (d'usinage)

17 - Vitesse de broche :

- a) n^{bre} total de paliers de vitesse
- b) n^{bre} de paliers commandés par bande
- c) gamme de vitesses
- d) rapport de paliers
- e) variation de vitesse en charge (en % de la pleine charge)
- f) vitesses disponibles en gammes
- g) gamme sélectionnée manuellement / par bande

18 - Vitesse d'avance :

- a) n^{bre} total de paliers de vitesses . b) n^{bre} de paliers commandés par bande
- c) programmation sur palier . d) gamme de vitesses . e) variation de vitesse en charge . f) vitesses disponibles en..... gammes . g) gammes sélectionnées manuellement / par bande .

19 - Changement d'outil :

- a) n^{bre} d'outils sélectionnés par bande . b) codage d'outil ou codage de position d'outil ou autre méthode d'identification . c) temps moyen de changement
- d) changement d'outils en position fixe

III - SYSTEME DE COMMANDE

1 - Fonctionnement :

- a) en boucle fermée , commande proportionnelle . b) en boucle fermée par tout ou rien . c) en boucle ouverte .

2 - Methode de positionnement par systèmes point à point et paraxiaux

- a) continue . b) discontinue (en paliers) . c) dans les systèmes alpha - numériques - relatif ; erreurs d'arrondi compensées dans le bloc suivant . d) approche unidirectionnelle ou accostage dans un sens . e) approche bi-directionnelle . f) avec paliers de ralentissement (précôtes) communs à tous les axes (fixes /ajustables) . g) avec paliers de ralentissement (précôtes séparées pour chaque axe (fixe /ajustable)) . h) avec point d'arrêt commun à tous les axes (fixes /ajustables) . i) avec point d'arrêt séparé pour chaque axe (fixe /ajustable) . j) pour les systèmes de contournage , positionnement possible à partir de la vitesse rapide en un bloc . k) temps de positionnement .

3 - Interpolation :

- a) linéaire 2 axes (plan) . b) linéaire dans l'espace . c) circulaire
- d) parabolique (plan) . e) parabolique (espace) → avec axes fixes / libre choix

4- Limitation de la combinaison des axes dans le cas de la correction d'outil

5- Capacité d'interpolation par bloc :

- a) segment de droite • b) rayon de cercle • c) paramètres de courbe du 2nd degré

6- Interpolation circulaire de plus d'un quadrant en un bloc

7- Résolution de l'interpolation

8- Vitesse de déplacement en contournage

- a) maximum • b) minimum

9- Vitesse rapide

IV - SYSTEME DE MESURE

1 - Mesure :

- a) directe (sur axe....., type....) • b) indirecte (sur axe....., type.....)
- c) mesure sur pièce (pour rectifieuse, etc....)

2 - Système de mesure

- a) numérique - absolue • b) numérique - relative • c) absolue - analogique
- d) analogique - relative (analogique - cyclique) • e) autre (mixte)

3 - Mode d'opération :

- a) électromécanique • b) photoélectrique • c) inductif • d) magnétique

4 - Entraînement pour système de mesure angulaire (rotatif) :

- a) crémaillère et pignon • b) vis-mère • c) vis-mère de précision • d) autre

5 - Compensation de jeu pour système de mesure indirecte :

- a) mécanique • b) électrique

6 - Pour systèmes relatifs :

- a) zéro de référence • b) retour au zéro par commande ruban • c) retour au zéro par commande manuelle (bouton-poussoir)

V - ENTRAINEMENT

1 - Commande électrique d'avance :

- a) moteur triphasé . b) moteur continu avec convertisseur statique ou rotatif
- c) commande d'avance obtenue à partir de la commande de broche principale
- d) commande commune à tous les axes . e) commande séparée pour les axes.

2 - Commande hydraulique :

- a) commune à tous les axes . b) séparée pour les axes

3 - Moteur pas à pas :

- a) électrique . b) électrohydraulique par axe

4 - Transmission de puissance par :

- a) crémaillère et pignon . b) vis - écrou à billes . c) vis à billes trapézoïdales

VI - VISUALISATION

1 - Visualisation des numéros de séquence :

- a) numéro de séquence lu sur la bande . b) compteur de blocs
- c) nombre de décades

2 - Visualisation de position :

- a) visualisation des données - bande (côtes demandées)

VII - PROGRAMMATION

1 - Code ruban

- a) ISO (RB40) . b) EIA (RS-244)

2 - Classification du format ruban (ISO) :

- a) arrangement de blocs et d'adresses conformément à ISO (R. 1058)
- b) longueur de bloc : constante / variable . c) longueur de mot : constante / variable . d) format : à adresse / à tabulation / combiné

3 - Vitesse de broche et d'avance (ISO R. 1058)

- a) non - codée (directe) . b) codée . c) progression géométrique . d) progression arithmétique (méthode "MAGIC - 3") . e) méthode symbolique - nombre de chiffre . f) méthode d'inversement proportionnel au temps

4- Programmation des côtes

- a) absolue • b) relative • c) absolue ou relative • d) absolue algébrique (pour 4 quadrants) • e) résolution • f) pour les tours, programmation du rayon ou du diamètre

5- Désignation des axes (suivant ISO R.841)

6- Aide de programmation

- a) pour la programmation manuelle • b) pour la programmation semi-automatique (ex: simulateurs)

7- Programmation automatique

- a) post - processeur disponible pour le langage de programmation
- b) capacité du calculateur et périphériques nécessaires

IV CONCEPTION DU LOGICIEL DE PROGRAMMATION

IV.1 Description du logiciel

Le logiciel est constitué d'une série de questions simples et précises de façon à permettre et faciliter le dialogue homme - machine. Par cette série de questions, il en déduira la machine-outil adéquate à utiliser que l'utilisateur aurait à choisir entre le tour H.ERNAULT SOMUA FLS.40 et le tour CAZENEUVE HBCNC.3 disponibles pour le logiciel, pour l'usinage convoité. De même, le listing de programmation de la pièce considérée sera établi à la fin de la séquence des questions où il sera donné en code machine, reconnu par le directeur de commande numérique NUM.460, intégré dans l'interface du tour. H.E.S FLS40. Il est à noter que le présent logiciel est étudié exclusivement pour le tour FLS.40, le tour HBCNC.3 CAZENEUVE étant étudié par M. Ali OGAB de façon similaire.

Donc, pour ainsi dire, le logiciel conversationnel de programmation comprend deux parties distinctes, dont la partie choix de machine et la partie programmation illustrée par un exemple d'application.

IV.2 Critères de choix de la machine

Le choix entre le tour H.E SOMUA FLS.40 et le tour CAZENEUVE HBCNC.3 est sommairement basé sur les caractéristiques techniques de ces deux machines, à noter : le nombre d'outils, la puissance absorbée, la distance entre pointes, le diamètre usinable entre pointes, le diamètre usinable en mandrin.

IV.2.1 Nombre d'outils nécessaires à l'usinage :

Le tour FLS.40 est équipé de deux tourelles dont une principale qui porte 8 outils et une secondaire qui en porte 6, soit au total 14 outils disponibles sur le tour H.E SOMUA FLS.40. Quant au tour CAZENEUVE HBCNC.3, il est équipé d'une seule tourelle portant 8 outils au maximum.

Déjà, seul par le nombre d'outils nécessaires, le logiciel peut faire une sélection de la machine appropriée, car en effet, on a trois tests à effectuer sur le facteur nombre d'outils; ainsi, si l'on donne un nombre d'outils strictement supérieur à 14, le logiciel afficherait un message indiquant l'indisponibilité des deux tours considérés. Pour un nombre d'outils donné compris entre 9 et 14, le logiciel annoncerait la disponibilité du tour H.E FLS.40 et passera à l'analyse du paramètre suivant. Si le nombre d'outils est strictement inférieur à 9, le logiciel ne pouvant faire une discrimination entre les deux tours qui satisfont tous deux à la condition exigée, passerait alors à l'analyse du paramètre suivant. On remarquera qu'une aide de rappel de la capacité des deux tours relatif à chaque paramètre analysé sera donnée en bas de la page d'écran.

IV.2.2 Puissance absorbée :

Le tour H.E SOMUA FLS.40 développe une puissance de 26 Kw, tandis que le tour CABENEUVE HBCNC.3 en développe 15 Kw. A priori, la puissance absorbée est calculée à partir de la formule :

$$P = \frac{a \cdot p \cdot K_s \cdot V}{60 \cdot \eta} \quad [W]$$

où :

P : Puissance absorbée par le moteur de la broche [W]

a : Avance par tour [mm]

p : Profondeur de passe [mm]

K_s : Pression spécifique de coupe [N/mm²]

V : Vitesse de coupe [m/mn]

η : Rendement de la machine (≈ 0,8)

• Le coefficient K_s dépend de la matière à usiner et de l'avance choisie.

a [mm/tr]	0.6	0.4	0.2
K _s [daN/mm ²]	185	260	360

Par le même principe que pour le facteur nombre d'outils, une puissance absorbée calculée supérieure à 26 Kw emmènerait le logiciel à générer un message d'indisponibilité des deux tours considérés. Une puissance absorbée calculée comprise entre 15 et 26 Kw conduirait le logiciel à spécifier la disponibilité du tour H.E SOMUA FLS.40. Pour une puissance absorbée calculée inférieure à 16 Kw, les deux systèmes sont alors disponibles; ainsi le logiciel passe à l'analyse du paramètre suivant. Le rappel des capacités des deux tours relatives à la puissance est visualisé en bas de la page d'écran.

IV.2.3 Distance entre pointes

Le tour CAZENEUVE HBCNC.3 dispose d'une capacité entre pointes de 1630 mm tandis que le tour H.E SOMUA FLS.40 n'en dispose que de 900 mm. Ainsi, pour une pièce à usiner entre pointes de longueur supérieure à 1630 mm, le logiciel générerait un message d'utilisation impossible des deux tours. Pour une pièce à usiner entre pointes de longueur comprise entre 900 et 1630 mm, le logiciel indiquera la possibilité d'usinage sur tour HBCNC.3. Si la longueur de la pièce à usiner entre pointes est inférieure à 900 mm, les deux systèmes sont alors disponibles et le logiciel passerait au traitement du paramètre suivant. Le rappel des capacités entre pointes des deux tours est affiché au bas de l'écran.

IV.2.4 Diamètre usinable entre pointes:

Le tour CAZENEUVE HBCNC.3 peut recevoir une pièce à usiner entre pointes d'un diamètre de 580 mm alors que le tour H.E SOMUA FLS.40 ne peut accepter une pièce à usiner entre pointes d'un diamètre supérieur à 420 mm. Si le diamètre de la pièce à usiner entre pointes est supérieur à 580 mm, aucun des deux tours ne sera utilisable et le logiciel afficherait un message

en conséquence. Un diamètre à usiner entre pointes inférieur à 420 mm impliquerait la disponibilité des deux tours, et le logiciel passera alors à l'analyse du paramètre précédent.

IV.2.5 Diamètre usinable en mandrin :

Le tour CAZENEUVE HBCNC.3 peut recevoir en mandrin une pièce de diamètre 580 mm, et le tour H.E SOMUA FLS.40 une pièce de diamètre 440 mm. Un diamètre supérieur à 580 mm rendrait l'utilisation impossible des deux tours disponibles et emmènerait le logiciel à générer un message d'indisponibilité des deux systèmes. Par contre, un diamètre compris entre 440 et 580 mm conduirait le logiciel à déclarer la disponibilité du tour CAZENEUVE HBCNC.3. Les deux tours peuvent être utilisés si le diamètre en mandrin est inférieur à 440 mm, et le logiciel en donnera une confirmation.

Ainsi, à partir des informations recueillies à travers ces quelques paramètres, le logiciel est alors en mesure de prendre une décision concernant le type de machine approprié pour l'usinage à effectuer.

On notera que tout ce qui suit concerne exclusivement le tour H.E SOMUA FLS.40. Une étude similaire pour le tour CAZENEUVE HBCNC.3 est réalisée par M. Ali OGAB.

IV.3 Etablissement du listing de programmation

Le présent logiciel comprend dix cycles d'usinage codés dont l'opérateur peut faire appel à volonté selon ses besoins. Ces différents cycles avec leur code respectif sont visualisés sur l'écran pour faciliter l'introduction des données. Ainsi, les cycles d'usinage avec leur code reconnus par le logiciel sont les suivants :

Cycle de dressage (D) ; cycle de surfacage (S) ; cycle de filetage (F) ;

cycle de tronçonnage (T); cycle de gorge (G); cycle de centrage (C); cycle de perçage - déburrage (P); cycle d'alésage (A); cycle de conicité (K); cycle continu (L).

IV.3.1 Ordre chronologique des opérations d'usinage

Pour pouvoir démarrer le processus, le système demande en premier lieu le nombre total de cycles nécessaires pour la réalisation de la pièce à usiner. Après avoir introduit ce chiffre, relatif au nombre total de cycles à exécuter, l'opérateur doit ensuite introduire les codes de ces cycles à réaliser dans un ordre chronologique déterminé lors de l'analyse de fabrication et l'établissement de la gamme d'usinage de la pièce: (phases, sous-phases, etc....).

IV.3.2 Traitement des cycles d'usinage

Après avoir introduit tous les codes des cycles d'usinage utiles à la réalisation de la pièce, le pointeur du logiciel se branche automatiquement sur le premier cycle introduit et en traite tous les paramètres qui s'y rapportent pour donner en fin de traitement du dit cycle le listing de programmation qui lui est relatif. Le logiciel passe alors au traitement du second cycle introduit de façon similaire, et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les cycles demandés aient été traités.

IV.3.3 Axe d'évolution de la tourelle.

Ceux sont des coordonnées que l'on prescrit au centre de la tourelle (assez éloignées de la pièce) pour que la rotation de la tourelle pour des éventuelles sélections d'outil se fasse avec sécurité sans collision d'un outil fixé sur la tourelle contre la pièce. Les coordonnées XET et ZET (X évolution tourelle et Z évolution tourelle) de cet axe sont atteintes par la tourelle en vitesse rapide, soit par la fonction (G00)

IV.3.4 Ébauche - Finition

L'opérateur doit préciser au système, en répondant à la question que ce dernier visualise sur l'écran, le mode dans lequel il veut travailler ; soit en ébauche, soit en finition :

- Mode ébauche (E) : En tapant le code "E" (qui signifierait EBAUCHE) sur le clavier, le logiciel prendra automatiquement en compte la fonction (G84)
- Mode finition (F) : En tapant le code "F" (pour FINITION) sur le clavier, le logiciel prendra en compte soit la fonction (G85) suivant que la finition soit faite dans le même sens que l'ébauche, soit la fonction (G86) si la finition est exécutée dans le sens opposé de celui de l'ébauche.

IV.3.5 Décalage d'origine

Il a pour rôle de laisser une surépaisseur d'usinage pour prévoir la finition. En général, on prend une valeur de 5000μ comme décalage d'origine suivant l'axe X (X00), et 2000μ suivant l'axe Z (Z00). Le logiciel prendrait alors en compte la fonction (G92)

IV.3.6 Déclaration d'outil

Pour ce point, le logiciel se bornerait à prendre quelques renseignements sur l'outillage utilisé, à noter le numéro de l'outil et son numéro de correcteur qu'il prendra en compte sous l'adresse (T), la correction du bec de l'outil qu'il prendra en compte sous la fonction (G41) si l'outil est situé à gauche du profil à usiner, ou sous la fonction (G42) si l'outil est situé à droite du profil.

Toutefois, une étude plus détaillée sur les outils a été effectuée par M. M'hamed HABIB pour de plus amples renseignements sur l'outillage.

IV.3.7 Vitesse d'avance

Trois gammes de vitesse d'avance sont reconnues par le logiciel. Une vitesse d'avance exprimée en [mm/mn] correspondrait au code (G94); une vitesse

d'avance exprimée en $0,1 [mm/mn]$ correspondrait à la fonction (G.98), et une vitesse d'avance exprimée en $[mm/tr]$ correspondrait à la fonction (G.95). Il est à noter que pour avoir un copeau continu en tournage, la vitesse d'avance est souvent exprimée en $[mm/tr]$, soit relative à la fonction (G.95).

IV.3.8 Vitesse de coupe

Le logiciel comprend deux modes de vitesse de coupe, soit en vitesse de coupe constante, exprimée en $[m/mn]$, soit en vitesse de coupe variable, exprimée en $[tr/mn]$.

• Vitesse de coupe constante

La vitesse de coupe est calculée par la formule :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} [m/mn]$$

Pour une diminution du diamètre (D), on aura obligatoirement une augmentation de la vitesse de rotation (N) pour pouvoir garder une vitesse de coupe (V) constante générée par la fonction (G.96). Toutefois, la vitesse de rotation de la broche étant comprise entre 35 et 2800 $[tr/mn]$, un dépassement de cette plage entraînerait l'arrêt de la machine. Pour cela, il est conseillé de programmer la fonction (G.25) qui a pour rôle de limiteur de vitesse, dans le bloc contenant la fonction (G.96).

• Vitesse de coupe variable

Elle est obtenue en programmant la fonction (G.97). Elle est exprimée en $[tr/mn]$

Dans les deux cas, le logiciel affichera en bas de l'écran, une plage de vitesse déterminée à partir d'un diamètre donné, et dans laquelle l'opérateur devrait faire le choix de sa vitesse de coupe pour éviter un message d'erreur.

IV.3.9 Lubrification

Le tour FLS.40 dispose de deux réservoirs de lubrification actionnés

chacun par deux pompes totalement indépendantes l'une de l'autre. Selon la nature du lubrifiant désiré, l'opérateur peut avoir accès à l'arrosage numéro un par la fonction (M08) ou à l'arrosage numéro deux par la fonction (M09). L'arrêt de la pompe sélectionnée est obtenu en programmant la fonction (M09).

IV.3.10 Correction des paramètres

Si par mégarde, lors de l'introduction des paramètres d'usinage énumérés ci-dessus l'opérateur ait commis des erreurs, le logiciel est muni d'un système de correction agissant uniquement sur le paramètre éronné. Ce système de correction évite de reprendre le processus au début des questionnaires du logiciel. L'affichage de tous les paramètres avec leur code de correction respectif facilitera la tâche de l'opérateur pour procéder à la correction à effectuer.

IV.3.11 Listing de programmation

Lorsque tous les paramètres nécessaires à l'usinage sont mis au point, le logiciel est alors en mesure de donner en code machine le listing de programmation relatif au cycle d'usinage considéré avant de passer au traitement du cycle suivant.

V EXEMPLES D'APPLICATION

V.1 Application 1: MANCHON

V.1.1 Dessin de definition fig.

V.1.2 Gamme d'usinage

PHASE 10

- OP.1 : Perçage $\varnothing 32$ - Outil 14, correcteur 14 - Tourelle arrière
 - OP.2 : Dressage de face - Outil 2, correcteur 2, rayon outil 1,2 - Tourelle avant
 - OP.3 : Ebauche intérieure - Outil 15, correcteur 15, rayon outil 0,8 - Tour. arrière
 - OP.4 : Finition intérieure - Outil 16, correcteur 16, rayon outil 0,4 - Tourelle arrière
 - OP.5 : Finition extérieure - Outil 4, correcteur 4, rayon outil 1 mm - Tourelle avant
- Fin de phase 10: Retournement de la pièce dans les mors

PHASE 20

- OP.6 : Dressage de face - Outil 2, correcteur 3, rayon outil 1,2 - Tourelle avant
- OP.7 : Ebauche extérieure - Outil 6, correcteur 6, rayon outil 1,2 - Tourelle avant
- OP.8 : Ebauche intérieure - Outil 15, correcteur 12, rayon outil 0,8 - Tourelle arrière
- OP.9 : Finition intérieure - Outil 16, correcteur 13, rayon outil 0,4 - Tourelle arrière
- OP.10 : Filetage intérieur - Outil 17, correcteur 17 - Tourelle arrière
- OP.11 : Semi-finition extérieure - Outil 7, correcteur 7, rayon outil 0,5 - Tourelle avant
- Finition extérieure - outil 7, correcteur 8, rayon outil 0,5 - Tourelle avant
- OP.12 : Filetage extérieur - Outil 10, correcteur 10 - Tourelle avant

V.1.3 Listing de programmation

PROGRAMME DE LA PHASE 10

```

OP.1 : Perçage - Avance exprimée en mm/mn (G94)
%
N10 G00 X300000 Z300000
N20 T1414 M06

```

N30 M41 S160 M03 M08

N40 X Z 86000

N50 G01 Z 78000 F200

N60 Z-10000 F300

N70 G00 Z 200000 M09

OP 2 : Dressage face - Avance [mm/tr] (G95) - Usinage en VCC - Correction de rayon (G42)

N80 T0202 M06

N90 G42 X 53000 Z 81600

N100 G96 X 52000 S 125

N110 G01 G95 X 15000 F300 M05

N120 G00 G40 X 100000 Z 200000

OP.3 : Ebauche intérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon

N130 T1515 M06

N140 G97 S1000 M04

N150 G41 X-21500 Z 85000

N160 G96 X-22000 S 120

N170 G01 Z 40000 F200

N180 X-15000

N190 G00 Z 85000

N200 X-26500

N210 G01 Z 47500

N220 X-20000 Z 41000

N230 G00 X-15000

N240 Z 85000

N250 X-30500

N260 G01 Z 73600

N270 X- 25000

N280 G00 G40 X-25000 Z 85000

N290 X-36500

N300 G01 G41 X-36500 Z 81600

N310 G03 X-34500 Z79600 I K-2000 F300

N320 G01 Z73600 F200

N330 X-29500

N340 X-25500 Z 66472

N350 G00 G40 X-20000 Z200000

OP.4 : Finition intérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon - utilisation saut

de bloc pour ajuster alesage 70H7

N360 T1616 M06

N370 G41 X-38000 Z 85000

N380 G96 X-38400 S140

N390 G01 Z 81500 F100

N400 X- 37000

N410 G03 X-35000 Z79500 I K-2000 F120

N420 G01 Z73500 F100

N430 X-30000

N440 X-27000 Z 68304

N450 Z 47500

N460 X-21000 Z 41500 M05

N470 G00 G40 X-20000 Z 200000 M01

/N480 G41 X-38000 Z 85000 M04

/N490 G01 Z 81500 F100

/N500 X-37000

/N510 G03 X-35000 Z79500 I K-2000 F120

/N520 G01 Z73500 F100

/N530 X-27000

/N540 G00 G40 X-20000 Z200000 M05

N.B: Pour contrôler l'alésage 70H7, il faut valider l'arrêt optionnel (M01) avant la séquence 470. Modifier la correction de longueur X de T16 s'il y a lieu et invalider le saut de bloc (/) pour exécuter une nouvelle passe.

OP.5: Finition extérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon

N550 T0404 M06

N560 G97 S600 M03

N570 G41 X35000 Z85000

N580 G96 X34500 S140

N590 G01 Z81500 F100

N600 X48000 F200

N610 X49000 Z80500 F100

N620 Z58000

N630 X52000

N640 G00 G40 X60000 Z300000 M00

PROGRAMME DE LA PHASE 20

OP.6: Dressage face - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon.

N650 T0203 M06

N660 G97 S500 M03

N670 G42 X53000 Z80100

N680 G96 X52000 S125

N690 G01 X15000 F300

N700 G00 G40 X60000 Z200000

OP.7 : Ebauche extérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon.

- N710 T0606 M06
- N720 G41 X46000 Z83000
- N730 G96 X46000 S125
- N740 G01 X49000 Z20100 F300
- N750 X53000
- N760 G00 Z83000
- N770 X42000
- N780 G01 X47000 Z24000
- N790 Z20100
- N800 X50000
- N810 G00 Z83000
- N820 X38000
- N830 G01 X41000 Z40000
- N840 G02 X48508 Z23000 I23000 K
- N850 G00 G40 X55000 Z83000
- N860 G41 X34000 Z83000
- N870 G01 X36000 Z60000
- N880 Z40100
- N890 X43000 M05
- N900 G00 G40 X50000 Z200000

OP.8 : Ebauche intérieure - Avance [mm/tr] - S [tr/mn] - Correction de rayon

- N910 T1512 M06
- N920 G97 S900 M04
- N930 G41 X-21500 Z83000
- N940 G01 Z34000 F200

N950 G00 X-18000 Z83000 S700

N960 X-26500

N970 G01 Z56000

N980 X-24750 Z54250

N990 Z34000 S900

N1000 G00 G40 X-20000 Z200000

OP.9: Finition intérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon.

N1010 T1613 M06

N1020 G41 X-28500 Z83000

N1030 G96 X-29000 S140

N1040 G01 Z80000 F100

N1050 X-28000

N1060 G03 X-27000 Z79000 I K-1000 F140

N1070 G01 Z56000 F100

N1080 X-25250 Z54250

N1090 Z34000

N1100 G00 G40 X-20000 Z200000 M01

/N1110 G41 X-28500 Z83000 M04

/N1120 G01 Z80000

/N1130 X-28000

/N1140 G03 X-27000 Z79000 I K-1000 F140

/N1150 G01 Z56000 F100

/N1160 X-23000 Z52000

/N1170 G00 G40 X-20000 Z200000 M05

N.B: Utilisation du saut de bloc pour contrôler le diamètre 54H7

OP.10: Filetage intérieur - Plongée droite

- N 1180 T1717 M06
- N 1190 G75 M01
- N1200 G97 S800 M03
- N1210 X-22750 Z 60000
- N1220 G33 Z-30000 K1500 F-100 S6
- N1230 F-50 S4
- N1240 F S1
- N1250 G00 Z 200000 M01
- N1260 G76
- N1270 G77 H1
- /N1280 G77 H1
- N1290 G78 H1

N.B: Filetage dans la macro H1 pour ajuster ou contrôler la correction d'outil.

OP.11: Finition extérieure - Avance [mm/tr] - VCC - Correction de rayon.

- N 1300 T0707 M06
- N 1310 G97 S800 M03
- N1320 G75 H2
- N1330 X35000 Z 60000
- N1340 X33800 Z 57920
- N1350 Z 56000
- N1360 X34800
- N1370 X35000 Z 55800
- N1380 Z 40000
- N1390 X 39500
- N 1400 G03 X40000 Z 39500 I K-500 F200

N1410 G02 X45900 Z 24118 I 23000 K F100

N1420 G01 Z 20000

N1430 X 48400

N1440 G76

N1450 G41 X32700 Z 83000

N1460 G96 X32200 S 140

N1470 G01 X 33100 Z 79000 F100

N1480 G77 H2

N1490 G00 G40 X50000 Z 83000

N1500 G41 X26000 Z 83000 T0708

N1510 G01 Z 80000

N1520 X 32000 F200

N1530 X 33100 Z 79000 F100

N1540 G77 H2

N1550 X 51000 Z 17400

N1560 G00 G40 X 55000 Z 83000

N1570 Z 200000

N.B: Profil dans la macro H2

1^{er} passage: semi-finition avec correcteur 7. T7 R = rayon d'outil + 0,5mm pour
laisser une surepaisseur de 0,5mm.

2^e passage: finition avec correcteur 8. TB R = rayon réel de l'outil

OP.12: Filetage extérieur - Plongée sur flanc

N1580 T1010 M06

N1590 G97 S650

N1600 X35500 Z 85000

N1610 G33 X2700 Z-27000 K2000 P-87 R3000 F-150 S6

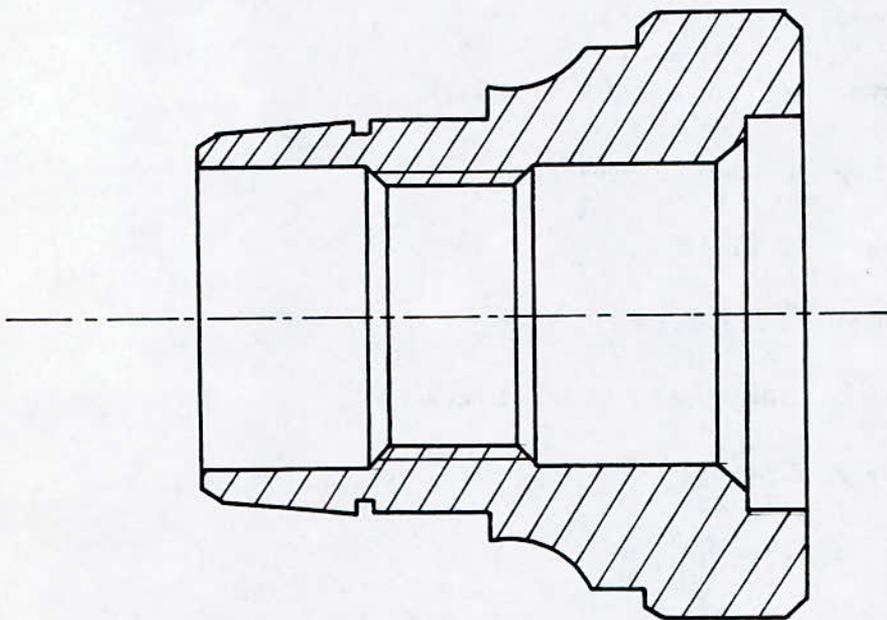
N1620 P-58 F-100 S3

N1630 P-29 F-50 S2

N1640 P F S1

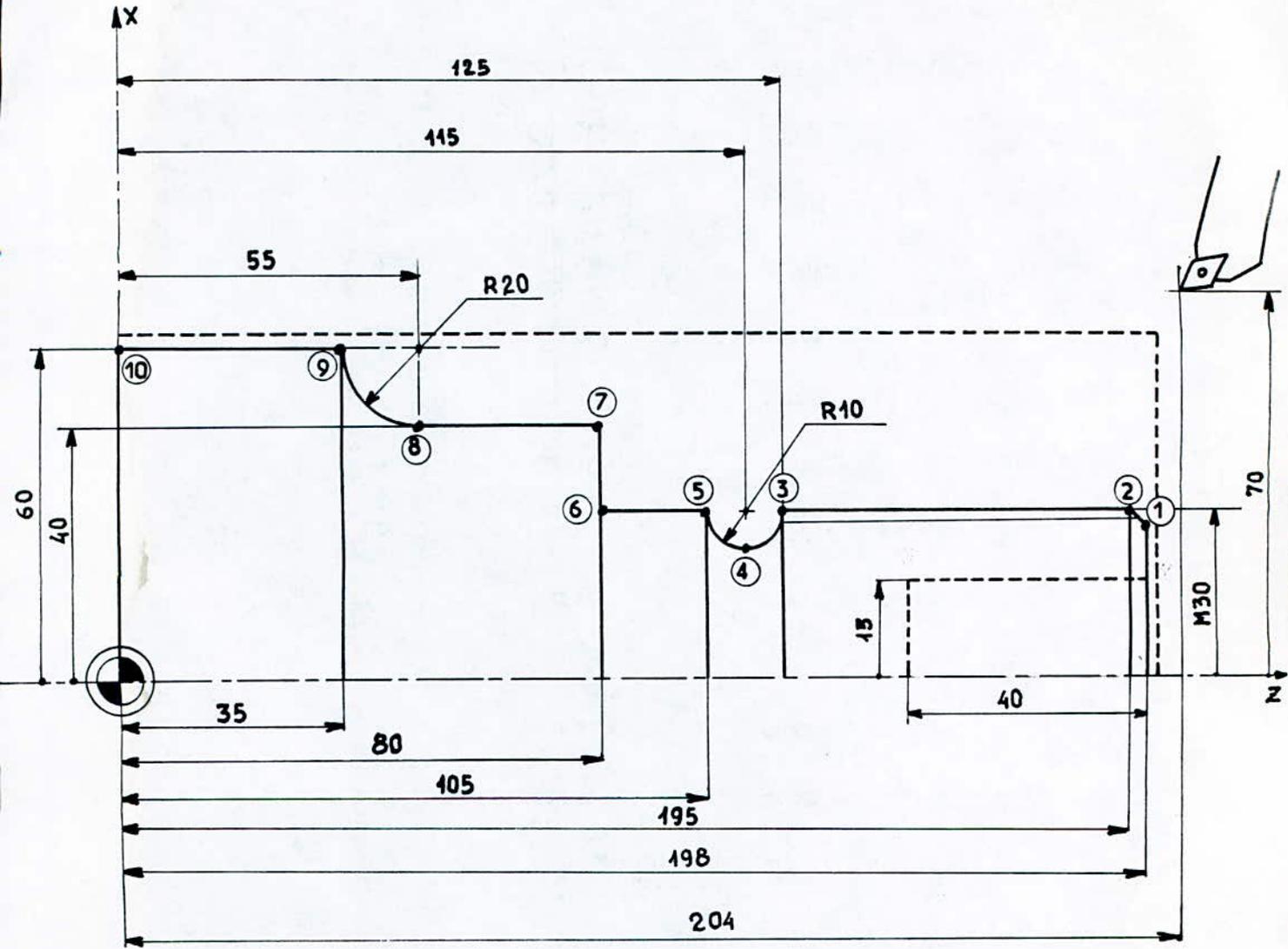
N1650 G78H2

N1660 G00 X300000 Z300000 M02



∇.2 Application 2

∇ 2.1 Dessin de définition



V.2.2 Tableau des coordonnées

N° du point	X	Z	I	K
1	27000	198000		
2	30000	195000		
3	30000	125000	0	-10000
4	20000	115000	10000	0
5	30000	105000		
6	30000	80000		
7	40000	80000		
8	40000	55000	20000	0
9	60000	35000		
10	60000	0		
11	15000	198000		
12	15000	158000		

V.2.3 Listing de programmation

%

```

N10 (Application 2)
N20 G00 X300000 Z250000
N30 T1414 M06
N40 M41 S160 M03 M26
N50 X Z204000
N60 G01 Z196000 F200 M08
N70 Z158000 F300
N80 G00 Z25000 M09
N90 T1515 M06

```

N100 G97 S1000 M04 M08
N110 G41 X13000 Z204000
N120 G96 Z198000 S120
N130 G01 Z158000 F200
N140 G00 G40 X Z250000 M09
N150 X300000 Z250000 M05
N160 T0104 M06
N170 G00 X65000 Z204000 M03 M41
N180 G92 X5000 Z2000
N190 G96 X65000 S400
N200 G95 F300
N210 G84 Z-2000 P5000 M08
N220 X60000
N230 G03 X40000 Z55000 I K20000
N240 G01 Z80000
N250 X30000
N260 Z105000
N270 G03 X20000 Z115000 I K10000
N280 X30000 Z125000 I10000 K
N290 G01 Z195000
N300 X27000 Z198000
N310 G97 M41 S500
N320 G80 G00 X300000 Z250000
N330 X23000 Z204000
N340 G92 X Z
N350 G86 G42 F200

N360 G00 G40 X300000 Z250000

N370 T1646 M06

N380 G97 S600 M03

N390 G00 X34000 Z201000

N400 G33 Z-87000 K2000 R4000 F-200 S6

N410 F-100 S5

N420 F-16 S2

N430 F S2

N440 G00 X300000 Z250000

N450 M02

CONCLUSION

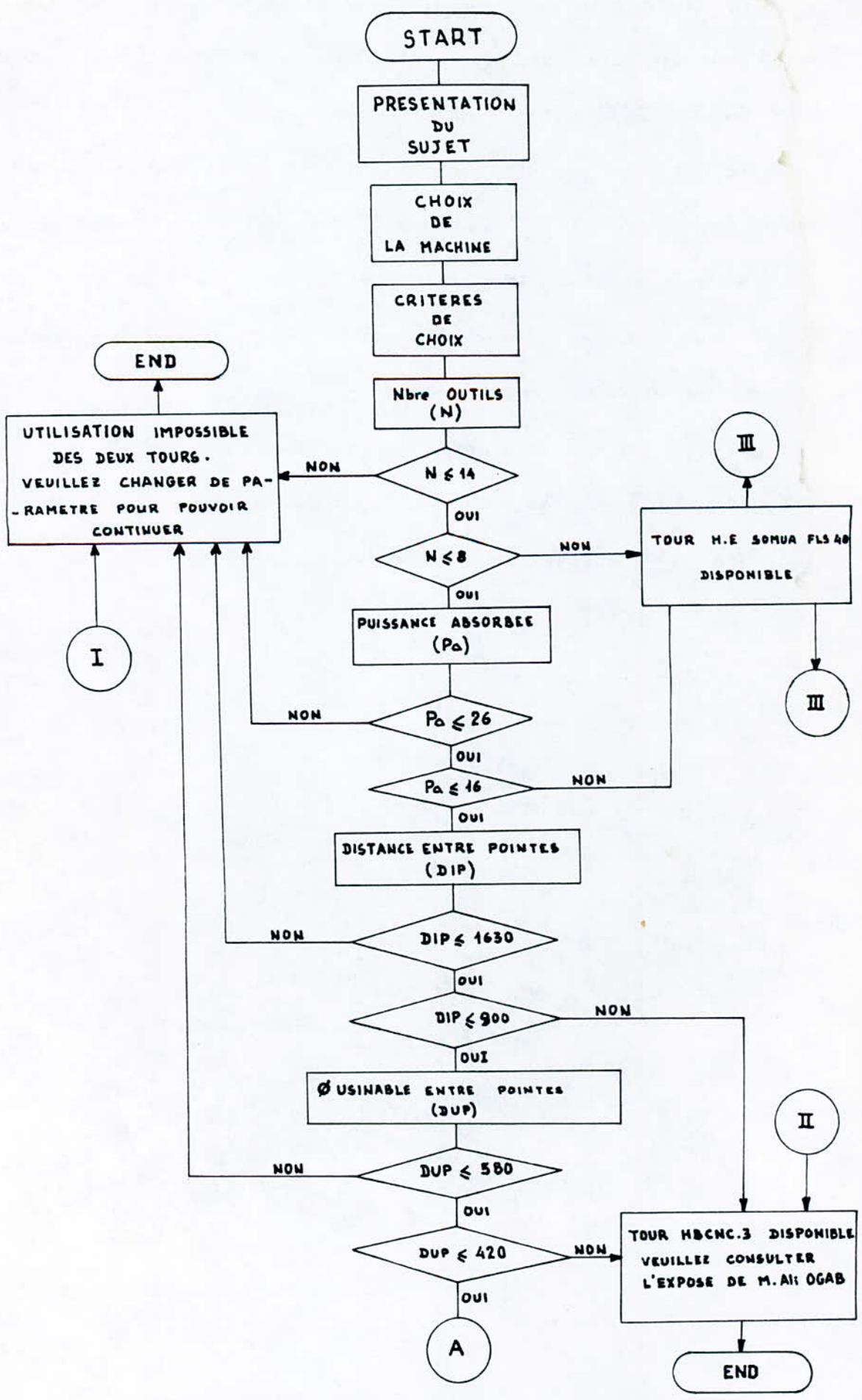
Pour terminer ce travail, je ne saurais omettre de confirmer l'expansion de la commande numérique dans le milieu industriel ultérieurement pour ses avantages technico-économiques incontestables et qui ne demandent qu'à être exploités de façon optimale.

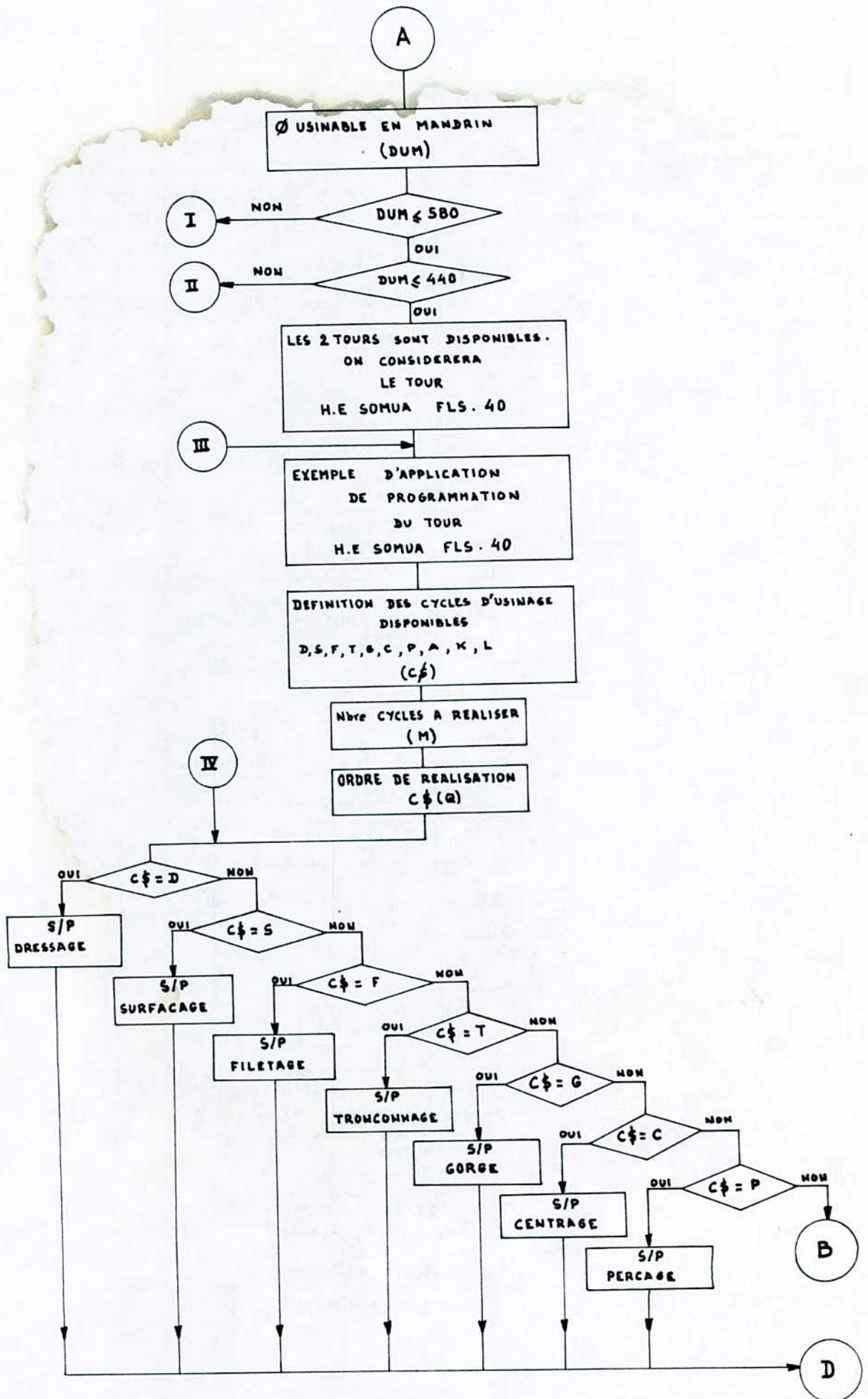
De ce fait, mon plus vif désir consisterait en la continuation de ce travail par la promotion d'étudiants à venir et qui j'espère, trouverait en ce modeste ouvrage, sans prétention aucune, une base assez solide pour la compréhension et l'initiation à la programmation conversationnelle des machines à commande numérique.

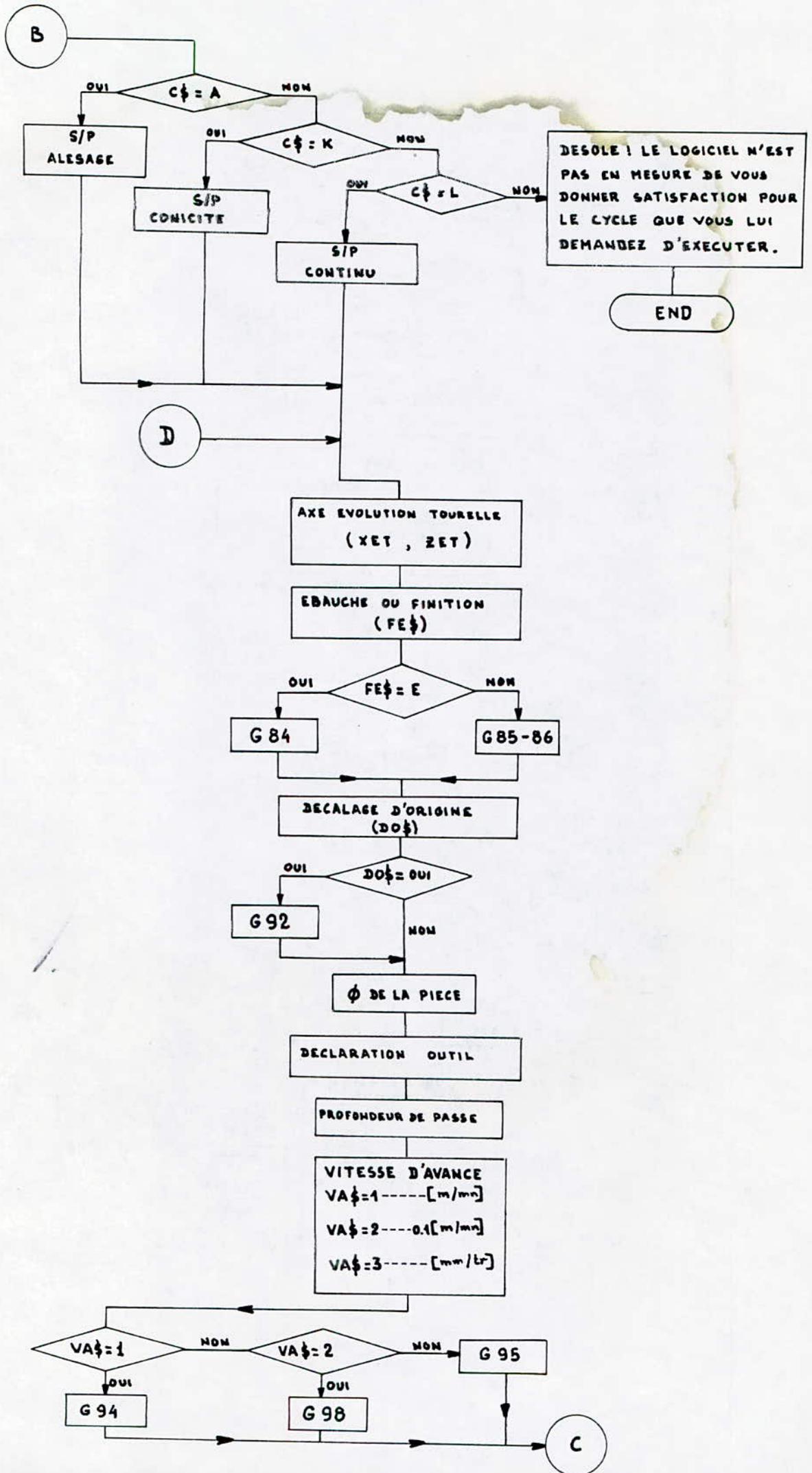
• Nota : Ce logiciel a été conçu et testé sur microordinateur OLLIVE-TI M24 (disponible au centre de calcul de l'E.N.P.A) et sur microordinateur AMSTRAD 64K sous le label "LOGICIEL"

ANNEXE

I Organigramme









BIBLIOGRAPHIE

o La commande numérique des MO

SIM.W. SIMON

o La commande numérique des MO

A. LEYNAUD

o La programmation conversationnelle

o Théorie et pratique des systèmes de langage de commande numérique des MO

H. SAUBLES CAMY

o La commande numérique des MO

C. HAZARD

o Manuel de programmation (NUM)

H.E. SOMUA

o Éléments de programmation

J. SCHMIT

o Le basic de A à Z

J. BOISGONTIER

o Logiciel conversationnel de programmation pour tour à C.N (1ère partie)

N.E. SIFAOUI

o Comparaison de programmation manuelle des systèmes NUM et CERC

A. ALIOUALI

o Usinage d'un arbre principal de boîte de vitesses sur MOCN FLS. 40

L. LAZAAR

الشعبية
RÉPUF

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

51/86

وزارة التعليم والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

LISTING DE PROGRAMMATION POUR TOUR A COMMANDE NUMERIQUE (H.E SOMUA FLS.40)

Proposé par :
M. BALAZINSKI

Etudié par :
RAJAONARISINA

Dirigé par :
M. BALAZINSKI

PROMOTION : JUIN 1986


```

-----"
90 GOSUB 3570
000 REM =====PARAMETRES D'USINAGE =====
10 GOSUB 2260
20 GOTO 2350
30 REM ===== CORRECTION =====
40 RETURN
50 REM ===== S/P SURFACAGE =====
60 CY$="G 81"
70 CLS
80 LOCATE 12,12:PRINT "----- CYCLE DE SURFACAGE -----"
-----"
90 K=5000
000 GOSUB 3570
10 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
20 GOSUB 2260
30 GOTO 2350
40 REM ===== CORRECTION =====
50 RETURN
60 REM ===== S/P FILETAGE =====
70 CLS
80 LOCATE 12,12:PRINT "----- CYCLE DE FILETAGE -----"
-----"
90 K=5000
000 GOSUB 3570
10 CLS
20 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
30 GOSUB 2260
40 CLS
50 GOSUB 5780
60 LOCATE 12,18:INPUT "FILETAGE CONIQUE (C) OU DROIT (D) ";CD$
70 IF CD$="D" THEN CY$="G 33" ELSE CY$="G 38"
80 CLS
90 GOSUB 5780
000 LOCATE 12,18:INPUT "PAS METRIQUE (M) OU AUTRE (A)";MA$
10 CLS
20 GOSUB 5780
30 LOCATE 12,20:INPUT " PAS [mm] ";PAS
40 GOTO 2350
50 REM ===== CORRECTION =====
60 LOCATE 16,30:PRINT "TYPE DU FILETAGE -----9"
70 LOCATE 17,30:PRINT "NATURE DU PAS -----10"
80 LOCATE 18,30:PRINT "VALEUR DU PAS -----11"
90 RETURN
000 IF PAC$="9" THEN LOCATE 12,18:INPUT "FILETAGE CONIQUE (C) OU DROIT (D)";CD$
010 IF PAC$="10" THEN LOCATE 12,18:INPUT "PAS METRIQUE (M) OU AUTRE (A)";MA$
020 IF PAC$="11" THEN LOCATE 12,18:INPUT "PAS [mm]";PAS
030 RETURN
040 REM ===== S/P TRONCONNAGE =====
050 CLS
060 LOCATE 12,12:PRINT "----- CYCLE DE TRONCONNAGE ----"
-----"
070 K=5000
080 GOSUB 3570
090 CLS
100 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
110 GOSUB 2260
120 GOTO 2350
130 REM ===== CORRECTION =====
140 RETURN
150 REM ===== S/P GORGE =====
160 CY$="G 87"
170 CLS
180 LOCATE 12,12:PRINT "----- CYCLE DE GORGE -----"
-----"
190 K=5000

```

```
170 K=5000
200 GOSUB 3570
210 CLS
220 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
230 GOSUB 2260
240 LOCATE 12,10:INPUT " LARGEUR DE LA GORGE ";LG
250 GOTO 2350
260 REM ===== CORRECTION =====
270 LOCATE 16,30:PRINT "LARGEUR DE LA GORGE -----9"
280 RETURN
290 IF PAC#="9" THEN LOCATE 26,12:INPUT "LARGEUR DE LA GORGE ";LG
300 RETURN
310 REM ===== S/P CENTRAGE =====
320 CY#="G 83"
330 CLS
340 LOCATE 12,12:PRINT "----- C Y C L E   D E   C E N T R A G E -----"
350 K=5000
360 GOSUB 3570
370 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
380 GOSUB 2260
390 GOTO 2350
400 REM ===== CORRECTION =====
410 RETURN
420 REM =====S/P PERCAGE - DEBOURRAGE =====
430 CY#="G 83"
440 CLS
450 LOCATE 12,8:PRINT "-----C Y C L E   D E   P E R C A G E - D E B O
R R A G E -----"
460 K=5000
470 GOSUB 3570
480 CLS
490 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
500 GOSUB 2300
510 LOCATE 12,26:INPUT "PROFONDEUR DE PERCAGE ";PF
520 CLS
530 LOCATE 12,28:INPUT " DIAMETRE D'AVANT TROU ";DAT
540 CLS
550 LOCATE 12,28:INPUT " DIAMETRE A PERCER ";DP
560 GOTO 2530
570 REM ===== CORRECTION =====
580 LOCATE 16,30:PRINT "PROFONDEUR DE PERCAGE -----9"
590 LOCATE 17,30:PRINT "DIAMETRE D'AVANT TROU -----10"
600 LOCATE 18,30:PRINT "DIAMETRE A PERCER -----11"
610 RETURN
620 IF PAC#="9" THEN LOCATE 26,12:INPUT "PROFONDEUR DE PERCAGE ";PF
630 IF PAC#="10" THEN LOCATE 26,12:INPUT "DIAMETRE D'AVANT TROU";DAT
640 IF PAC#="11" THEN LOCATE 26,12:INPUT "DIAMETRE A PERCER ";DP
650 RETURN
660 REM ===== S/P ALESAGE =====
670 CLS
680 LOCATE 12,12:PRINT "----- C Y C L E   D ' A L E S A G E -----"
690 K=5000
700 GOSUB 3570
710 CLS
720 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
730 GOSUB 2300
740 LOCATE 12,28:INPUT " DIAMETRE D'AVANT TROU ";AT
750 CLS
760 LOCATE 12,28:INPUT " DIAMETRE D'ALESAGE ";DP
770 CLS
780 LOCATE 12,28:INPUT " PROFONDEUR D'ALESAGE ";PRAL
790 GOTO 2530
800 REM ===== CORRECTION =====
810 LOCATE 16,30:PRINT "DIAMETRE D'AVANT TROU -----9"
820 LOCATE 17,30:PRINT "DIAMETRE D'AVANT TROU -----10"
830 LOCATE 18,30:PRINT "DIAMETRE A PERCER -----11"
```

```

820 LOCATE 17,30:PRINT "DIAMETRE D'ALEPAGE -----10"
830 LOCATE 18,30:PRINT "PROFONDEUR D'ALEPAGE -----11"
840 RETURN
850 IF PAC#="9" THEN LOCATE 12,26:INPUT "DIAMETRE D'AVANT TROU ";AT
860 IF PAC#="10" THEN LOCATE 12,26:INPUT "DIAMETRE D'ALEPAGE ";DP
870 IF PAC#="11" THEN LOCATE 12,26:INPUT "PROFONDEUR D'ALEPAGE ";PRAL
880 RETURN
890 REM ===== S/P CYCLE DE CONICITE =====
900 CLS
910 LOCATE 14,12:PRINT " ----- C Y C L E   D E   C O N I C I T E -----
-----"
920 K=5000
930 GOSUB 3570
940 CLS
950 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
960 GOSUB 2300
970 LOCATE 12,26:INPUT "DIAMETRE INITIAL DE LA PIECE ";DP
980 CLS
990 LOCATE 12,26:INPUT "DIAMETRE MAXIMAL ";DMAX
1000 CLS
1010 LOCATE 12,26:INPUT "DIAMETRE MINIMAL ";DMIN
1020 CLS
1030 LOCATE 12,26:INPUT "LONGUEUR A USINER ";LU
1040 GOTO 2530
1050 REM ===== CORRECTION =====
1060 LOCATE 16,30:PRINT "DIAMETRE INITIAL -----9"
1070 LOCATE 17,30:PRINT "LONGUEUR A USINER -----10"
1080 LOCATE 18,30:PRINT "DIAMETRE MAXIMAL -----11"
1090 LOCATE 19,30:PRINT "DIAMETRE MINIMAL -----12"
1100 RETURN
1110 IF PAC#="9" THEN LOCATE 26,12:INPUT "DIAMETRE INITIAL ";DP
1120 IF PAC#="10" THEN LOCATE 26,12:INPUT "LONGUEUR A USINER ";LU
1130 IF PAC#="11" THEN LOCATE 26,12:INPUT "DIAMETRE MAXIMAL ";DMAX
1140 IF PAC#="12" THEN LOCATE 26,12:INPUT "DIAMETRE MINIMAL ";DMIN
1150 RETURN
1160 REM ===== S/P CYCLE CONTINU =====
1170 CLS
1180 LOCATE 14,12:PRINT "----- C Y C L E   C O N T I N U -----
-----"
1190 K=5000
1200 GOSUB 3570
1210 REM ===== PARAMETRES D'USINAGE =====
1220 GOSUB 2260
1230 GOTO 2350
1240 REM ===== CORRECTION =====
1250 RETURN
1260 REM ===== INTRODUCTION DES PARAMETRES D'USINAGE =====
1270 CLS
1280 GOSUB 5780
1290 LOCATE 10,20:PRINT "AXE D'EVOLUTION DE LA TOURELLE":LOCATE 18,20:INPUT "X
[mm]";XET:LOCATE 22,20:INPUT "Z [mm]";ZET
1300 CLS
1310 GOSUB 5780
1320 LOCATE 12,18:INPUT "EBAUCHE (E) OU FINITION (F)";EF#
1330 CLS
1340 RETURN
1350 CLS
1360 GOSUB 5780
1370 LOCATE 12,18:INPUT "DECALAGE D'ORIGINE OUI(O) OU NON(N)";OD#
1380 CLS:IF OD#="O" OR OD#="OUI" THEN DO#="G 92":GOSUB 5780:LOCATE 12,20:INPUT "
DECALAGE EN X [MM]";XDO:LOCATE 16,20:INPUT "DECALAGE EN Z [MM]";ZDO
1390 CLS
1400 GOSUB 5780
1410 LOCATE 12,20:INPUT "DIAMETRE DE LA PIECE [mm]";DP
1420 CLS
1430 GOSUB 5780

```

```

440 LOCATE 12,20:PRINT "COORDONNEES DU POINT DE DEPART D'USINAGE ":LOCATE 18,22
INPUT "X dep [mm]";XDEP:LOCATE 21,22:INPUT "Z dep [mm]";ZDEP
450 CLS
460 GOSUB 5780
470 LOCATE 12,20:PRINT "COORDONNEES DU POINT D'ARRIVEE D'USINAGE ":LOCATE 23,8:
PRINT "X depart =";XDEP;"[mm]":LOCATE 24,8:PRINT "Z depart =";ZDEP;"[mm]":GOSUB
780:LOCATE 16,22:INPUT "X ARR [mm]";XA:LOCATE 19,22:INPUT "Z ARR [mm]";ZA
480 CLS
490 LOCATE 12,18:INPUT "PROFIL LINEAIRE (L) OU CIRCULAIRE (C)";LC$
500 IF LC$="L" THEN IP$="G 01":GOTO 2530
510 IF LC$="C" THEN :CLS:GOSUB 5780:LOCATE 12,20:INPUT "SENS TRIGO (T) OU ANTIT
IGO (A)";TA$
520 IF TA$="T" THEN IP$="G 03" ELSE IP$="G 02"
530 CLS
540 SCREEN 1:LOCATE 12,12:PRINT "DECLARATION D'OUTIL ":K=3500:GOSUB 3570
550 CLS:LOCATE 8,15:PRINT "A CE NIVEAU":LOCATE 12,12:PRINT "CONSULTER L'EXPOSE"
LOCATE 16,20:PRINT "DE":LOCATE 20,13:PRINT "Mr. M'hamed HABIB":LOCATE 24,4:PRIN
"POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS"
560 GOSUB 5370
570 SCREEN 3
580 GOSUB 5780
590 LOCATE 12,26:INPUT "NUMERO DE L'OUTIL ";NO
600 CLS
610 GOSUB 5780
620 LOCATE 12,24:INPUT "TRIPLET DE CORRECTION DE L'OUTIL ";TC
630 CLS
640 GOSUB 5780
650 LOCATE 12,12:INPUT "CORRECTION D'OUTIL NECESSAIRE OUI (O) OU NON (N)";NO$
660 IF NO$="N" THEN CO$="G 40":CLS:GOTO 2730
670 CLS
680 GOSUB 5780
690 LOCATE 12,16:INPUT "OUTIL A DROITE (D) OU A GAUCHE (G) DU PROFIL ";DG$
700 IF DG$="D" THEN CO$="G 42" ELSE CO$="G 41"
710 CLS
720 GOSUB 5780
730 LOCATE 12,28:INPUT "PROFONDEUR DE PASSE [mm] ";PPAS
740 CLS
750 GOSUB 5780
760 LOCATE 10,20:PRINT "----- CODE DU MODE D'AVANCE -----"
770 LOCATE 14,30:PRINT "AVANCE EN [mm/mn]-----1"
780 LOCATE 16,30:PRINT "AVANCE EN [0.1 mm/mn]-----2"
790 LOCATE 18,30:PRINT "AVANCE EN [micron/tr]-----3"
800 LOCATE 24,8:INPUT "MODE D'AVANCE CHOISI ";VA$
810 CLS
820 GOSUB 5780
830 IF VA$="1" THEN LOCATE 25,3:PRINT "AVANCE EN [mm/mn]"
840 IF VA$="2" THEN LOCATE 24,3:PRINT "AVANCE EN [0.1mm/mn]"
850 IF VA$="3" THEN LOCATE 25,3:PRINT "AVANCE EN [micron/tr]"
860 LOCATE 12,28:INPUT "VITESSE D'AVANCE ";VA
870 CLS:PI=3.1416
880 PI=3.1416
890 V1=PI*DP*35/1000:V2=PI*DP*2800/1000
900 GOSUB 5780:LOCATE 12,18:INPUT "VITESSE DE COUPE CONSTANTE OUI (O) OU NON (N
";VC$
910 IF VC$="O" OR VC$="OUI" THEN CLS:LOCATE 25,2:PRINT "POUR UN DIAMETRE DE ";D
"; [mm] ,LA VITESSE DOIT ETRE COMPRISE ENTRE <";V1;"[mm/mn] ET";V2;"[mm/mn]>":GOS
UB 5780:LOCATE 12,26:INPUT "VITESSE DE COUPE [mm/mn]";VCC ELSE GOTO 2930
920 VC1=1000*VCC/(PI*DP):GOTO 2970
930 CLS
940 GOSUB 5780
950 LOCATE 25,1:PRINT "LA VITESSE DOIT ETRE COMPRISE ENTRE 35 [tr/mn] ET 2800
[tr/mn]"
960 LOCATE 12,30:INPUT "VITESSE DE COUPE [tr/mn]";VC
970 CLS
980 GOSUB 5780
990 LOCATE 12,18:INPUT "ROTATION BROCHE SENS TRIGO OUI (O) OU NON (N)";RST$

```

```

000 CLS
010 GOSUB 5780
020 LOCATE 25,3:PRINT "DEUX TOURELLES DISPONIBLES POUVANT TRAVAILLER SIMULTANEM
NT OU INDEPENDAMENT "
030 LOCATE 12,18:INPUT "NOMBRE DE TOURELLES UTILISEES :(1) OU (2)";NT
040 CLS
050 GOSUB 5780
060 IF NT=2 THEN GOTO 3110
070 LOCATE 24,3:PRINT "CHARIOT DE PLONGEE LONGITUDINALE ----- No 1":LOCATE 25,
:PRINT "CHARIOT DE PLONGEE TRANSVERSALE ----- No 2"
080 GOSUB 5780:LOCATE 12,18:INPUT "NUMERO DE LA TOURELLE UTILISEE (1) OU (2)";N
T
090 CLS
100 GOSUB 5780
110 LOCATE 12,18:INPUT "LUBRIFICATION NECESSAIRE OUI (O) OU NON (N)";LUB#
120 CLS
130 GOSUB 5780
140 LOCATE 12,18:PRINT "DEGAGEMENT DE L'OUTIL":LOCATE 20,20:INPUT "X degagement
,XDEG:LOCATE 22,20:INPUT "Z degagement";ZDEG
150 CLS
160 GOSUB 5780
170 K=5000
180 PRINT "          -----POSITIONNEMENT DE DEPART D'USINAGE DE L'OUTIL-----
--"
190 LOCATE 10,40:PRINT " Xo=          ";XDEP;" [mm]"
200 LOCATE 14,40:PRINT " Zo=          ";ZDEP;" [mm]"
210 GOSUB 5370
220 REM ===== CORRECTION :AIDE 1 =====
230 CLS
240 LOCATE 10,12:PRINT "LORS DE L'INTRODUCTION DES DONNEES,AVEZ-VOUS COMMIS UNE
ERREUR ?"
250 LOCATE 24,2:INPUT "CORRECTION NECESSAIRE OUI (O) OU NON (N)";CP#
260 IF CP#="O" OR CP#="OUI" THEN GOSUB 3640
270 REM ===== DONNER ICI LE CODE D'USINAGE =====
280 GOSUB 4120
290 CLS
300 LOCATE 1,2:PRINT "  LISTING DE PROGRAMMATION RELATIF AU CYCLE No";Q; "DE
[";C#;"]"
310 GOSUB 3610
320 W=4
330 LOCATE 3,1:PRINT "%"
340 J=10
350 LOCATE W,1:PRINT "N";J,"G 00","X";XET*1000,"Z";ZET*1000
360 GOSUB 3610
370 LOCATE W,1:PRINT "N";J,"T";NO;TC,"M 06"
380 GOSUB 3610
390 LOCATE W,1:PRINT "N";J,GV#,"S 160",M#,"M 26"
400 GOSUB 3610
410 IF OD#="O" THEN LOCATE W,1:PRINT "N";J,DO#,"X";XD0*1000,"Z";ZD0*1000
420 GOSUB 3610
430 IF EF#="E" THEN LOCATE W,1:PRINT "N";J,FE#;PPAS*1000,"Z";ZA*1000,AR# ELSE L
OCATE W,1:PRINT "N";J,FE#,CO#,"X";XA*1000,"Z";ZA*1000
440 GOSUB 3610
450 IF VC#="N" THEN LOCATE W,1:PRINT "N";J,IP#,"X";XDEP*1000,"Z";ZDEP*1000,"M 4
";GV#,"S";VC:GOTO 3470
460 IF VC#="O" THEN LOCATE W,1:PRINT "N";J,IP#,"X";XDEP*1000,"Z";ZDEP*1000,"M 4
";GV#,"S";VC1
470 GOSUB 3610
480 LOCATE W,1:PRINT "N";J,"G 00","X";XDEG*1000,"Z";ZDEG*1000,"M 05"
490 GOSUB 3610
500 IF Q=N THEN LOCATE W,1:PRINT "N";J,"M 02"
510 GOSUB 5370
520 CLS
530 Q=Q+1
540 IF Q>N THEN GOTO 400
550 GOTO 250

```

```

0560 CLS
570 REM ===== COMPTEUR D'ARRET D'AFFICHAGE =====
580 FOR I=0 TO K
590 NEXT I
600 RETURN
610 REM ===== COMPTEUR DE BLOCK =====
620 J=J+10 :W=W+2
630 RETURN
640 REM ===== CORRECTION =====
650 CLS
660 LOCATE 4,20:PRINT " CODES DE CORRECTION DES PARAMETRES : "
670 LOCATE 7,30:PRINT "VITESSE DE COUPE -----0"
680 LOCATE 8,30:PRINT "DIAMETRE DE LA PIECE-----1"
690 LOCATE 9,30:PRINT "NUMERO DE L'OUTIL -----2"
700 LOCATE 10,30:PRINT "TRIPLET DE CORRECTION -----3"
710 LOCATE 11,30:PRINT "MODE DE VITESSE DE COUPE -----4"
720 LOCATE 12,30:PRINT "LUBRIFICATION -----5"
730 LOCATE 13,30:PRINT "ABSCISSE DE DEPART SELON Z -----6"
740 LOCATE 14,30:PRINT "PROFONDEUR DE PASSE -----7"
750 LOCATE 15,30:PRINT "VITESSE D'AVANCE -----8"
760 IF C$(Q)="D" OR C$(Q)="d" THEN GOSUB 630
770 IF C$(Q)="S" OR C$(Q)="s" THEN GOSUB 740
780 IF C$(Q)="F" OR C$(Q)="f" THEN GOSUB 950
790 IF C$(Q)="T" OR C$(Q)="t" THEN GOSUB 1130
800 IF C$(Q)="G" OR C$(Q)="g" THEN GOSUB 1260
810 IF C$(Q)="C" OR C$(Q)="c" THEN GOSUB 1400
820 IF C$(Q)="P" OR C$(Q)="p" THEN GOSUB 1570
830 IF C$(Q)="A" OR C$(Q)="a" THEN GOSUB 1800
840 IF C$(Q)="K" OR C$(Q)="k" THEN GOSUB 2050
850 IF C$(Q)="L" OR C$(Q)="l" THEN GOSUB 2240
860 LOCATE 25,8:INPUT "PARAMETRE A CORRIGER ";PAC$:CLS
870 IF PAC$="0" AND VC$="N" THEN LOCATE 25,1:PRINT "LA VITESSE DOIT ETRE COMPRI
E ENTRE 35 [tr/mn] ET 2800 [tr/mn]":LOCATE 12,26:INPUT "VITESSE DE COUPE [tr/
n]";VC:GOTO 3890
880 IF PAC$="0" AND VC$="0" THEN LOCATE 25,1:PRINT "LA VITESSE DOIT ETRE COMPRI
E ENTRE <";V1;"[m/mn] ET ";V2;"[m/mn]>":LOCATE 12,26:INPUT "VITESSE DE COUPE
[m/mn]";VCC
890 IF PAC$="1" THEN LOCATE 14,26:INPUT "DIAMETRE DE LA PIECE ";DP
900 IF PAC$="2" THEN LOCATE 14,26:INPUT "NUMERO DE L'OUTIL ";NO
910 IF PAC$="3" THEN LOCATE 14,26:INPUT "TRIPLET DE CORRECTION ";TC
920 IF PAC$="4" THEN LOCATE 14,26:INPUT "VITESSE DE COUPE CONSTANTE OUI(0) OU N
N(N)";VC$
930 IF PAC$="5" THEN LOCATE 14,26:INPUT "LUBRIFICATION NECESSAIRE OUI(0) OU NON
(N)";LUB$
940 IF PAC$="6" THEN LOCATE 14,26:INPUT "ABSCISSE DE DEPART SELON Z";ZD
950 IF PAC$="7" THEN LOCATE 14,26:INPUT "PROFONDEUR DE PASSE [mm]";PPAS
960 IF PAC$="8" THEN LOCATE 14,26:INPUT "VITESSE D'AVANCE ";VA
970 IF C$(Q)="D" OR C$(Q)="d" THEN GOSUB 630
980 IF C$(Q)="S" OR C$(Q)="s" THEN GOSUB 740
990 IF C$(Q)="F" OR C$(Q)="f" THEN GOSUB 1000
1000 IF C$(Q)="T" OR C$(Q)="t" THEN GOSUB 1130
1010 IF C$(Q)="G" OR C$(Q)="g" THEN GOSUB 1290
1020 IF C$(Q)="C" OR C$(Q)="c" THEN GOSUB 1400
1030 IF C$(Q)="P" OR C$(Q)="p" THEN GOSUB 1620
1040 IF C$(Q)="A" OR C$(Q)="a" THEN GOSUB 1850
1050 IF C$(Q)="K" OR C$(Q)="k" THEN GOSUB 2110
1060 IF C$(Q)="L" OR C$(Q)="l" THEN GOSUB 2240
1070 CLS
1080 LOCATE 12,18:INPUT "AUTRE PARAMETRE A CORRIGER OUI(0) OU NON(N)";NO$
1090 CLS
1100 IF NO$="0" OR NO$="OUI" THEN GOTO 3660
1110 IF NO$="N" OR NO$="NON" THEN GOTO 3270 ELSE LOCATE 12,18:PRINT "VOTRE REPON
SE EST :";NO$;" RECONSIDEREZ-LA !":K=2500:GOSUB 3570:GOTO 4070
1120 REM ===== BLOCK D'INFORMATIONS =====
1130 CLS
1140 REM ===== VITESSE DE COUPE =====

```

```

4150 VC1=1000*VCC/(PI*DF)
160 IF VC#="N" THEN G#="G 97" ELSE G#="G 96          G 25"
170 IF VC#="N" AND VC<35 OR VC>2800 THEN GOTO 4190
180 IF VC#="0" AND VC1<35 OR VC1>2800 THEN GOTO 4190 ELSE GOTO 4280
190 CLS
200 LOCATE 10,12:PRINT "LA VITESSE DE COUPE N'EST PAS DANS LA GAMME DES VITESSE
!":LOCATE 13,14:PRINT "IL VOUS FAUT CHANGER DE MACHINE ,SINON ,MODIFIEZ-LA !"
210 IF VC#="N" THEN LOCATE 25,18:PRINT "VOTRE VITESSE ETAIT ";VC;" [tr/mn]"
220 IF VC#="0" THEN LOCATE 25,18:PRINT "VOTRE VITESSE ETAIT ";VCC;" [m/mn]"
230 FAC#="0"
240 GOSUB 5370
250 CLS
260 IF VC#="N" THEN GOTO 3870
270 GOTO 3880
280 REM ===== ROTATION BROCHE =====
290 IF RST#="0" OR RST#="OUI" THEN M#="M 04" ELSE M#="M 03"
300 REM ===== GAMME DE VITESSES =====
310 IF VC>1400 THEN GV#="M 43" ELSE GV#="M 42"
320 IF VC<700 THEN GV#="M 41"
330 REM ===== VITESSE D'AVANCE =====
340 IF VA#="1" THEN AV#="G 94"
350 IF VA#="2" THEN AV#="G 98"
360 IF VA#="3" THEN AV#="G 95"
370 REM ===== LUBRIFICATION =====
380 IF LUB#="0" OR LUB#="OUI" THEN AR#="M 07          M 08" ELSE AR#="M 09"
390 REM ===== FINITION / EBAUCHE =====
400 IF EF#="E" THEN FE#="G 84          P" ELSE FE#="G 85"
410 REM ===== INTERPOLATEURS =====
420 IF LC#="L" THEN IP#="G 01" ELSE IP#="G 02"
430 RETURN
440 REM ===== COUVERTURE =====
450 CLS
460 SCREEN 1
470 LOCATE 8,13:PRINT "ECOLE NATIONALE"
480 LOCATE 12,14:PRINT "POLYTECHNIQUE"
490 LOCATE 16,9:PRINT "DEPARTEMENT DE MECANIQUE"
500 LOCATE 22,14:PRINT "-- JUIN 1986 --"
510 K=5000
520 GOSUB 3570
530 CLS
540 LOCATE 8,6:PRINT "CONCEPTION DE LOGICIEL CONVERSATIONNEL"
550 LOCATE 12,12:PRINT "DE PROGRAMMATION"
560 LOCATE 16,5:PRINT "POUR TOUR A COMMANDE NUMERIQUE"
570 LOCATE 20,12:PRINT "(H.E 50MUA FLS.40)"
580 GOSUB 5370
590 SCREEN 1:LOCATE 12,12:PRINT "1ere PARTIE"
600 K=3000:GOSUB 3570
610 REM ===== CHOIX DE LA MACHINE =====
620 CLS:LOCATE 12,12:PRINT "CHOIX DE LA MACHINE"
630 GOSUB 5370
640 CLS:LOCATE 12,12:PRINT "CRITERES DE CHOIX "
650 K=4000:GOSUB 3570
660 REM ===== FACTEUR OUTIL =====
670 GOSUB 5420
680 LOCATE 12,26:INPUT "NOMBRE D'OUTILS NECESSAIRES";N1
690 IF N1>14 THEN CLS:GOSUB 5250 ELSE GOTO 4730
700 K=5000:GOSUB 3570
710 GOSUB 5280
720 IF NO#="0" OR NO#="OUI" THEN CLS:GOTO 4660 ELSE GOTO 500
730 IF N1>8 THEN GOSUB 5300
740 REM ===== FACTEUR PUISSANCE =====
750 CLS
760 GOSUB 5450
770 LOCATE 12,26:INPUT "PUISSANCE ABSORBEE          [KW]";PA
780 IF PA>26 THEN GOSUB 5250 ELSE GOTO 4820
790 K=5000:GOSUB 3570

```

```

4000 GOSUB 5280
810 IF NO$="0" OR NO$="OUI" THEN CLS:GOTO 4740 ELSE GOTO 500
820 IF PA>15 THEN GOSUB 5300
830 REM ===== FACTEUR DISTANCE ENTRE POINTES =====
840 CLS
850 GOSUB 5480
860 LOCATE 12,26:INPUT "DISTANCE ENTRE POINTES [mm]";DEF
870 IF DEP>1630 THEN GOSUB 5250 ELSE GOTO 4910
880 K=5000:GOSUB 3570
890 GOSUB 5280
900 IF NO$="0" OR NO$="OUI" THEN CLS:GOTO 4830 ELSE GOTO 500
910 IF DEP>900 THEN GOSUB 5330 ELSE GOTO 4940
920 GOSUB 5370
930 GOTO 500
940 REM ===== FACTEUR DIAMETRE ENTRE POINTES =====
950 CLS
960 GOSUB 5510
970 LOCATE 12,24:INPUT "DIAMETRE USINABLE ENTRE POINTES [mm]";DUP
980 IF DUP>580 THEN GOSUB 5250 ELSE GOTO 5020
990 K=5000:GOSUB 3570
5000 GOSUB 5280
010 IF NO$="0" OR NO$="OUI" THEN CLS:GOTO 4940 ELSE GOTO 500
020 IF DUP>420 THEN GOSUB 5330 ELSE GOTO 5050
030 GOSUB 5370
040 GOTO 500
050 REM ===== FACTEUR DIAMETRE EN MANDRIN =====
060 CLS
070 GOSUB 5540
080 LOCATE 12,25:INPUT "DIAMETRE USINABLE EN MANDRIN [mm]";DUM
090 IF DUM>580 THEN GOSUB 5250 ELSE GOTO 5130
100 K=5000:GOSUB 3570
110 GOSUB 5280
120 IF NO$="0" OR NO$="OUI" THEN CLS:GOTO 5050 ELSE GOTO 500
130 IF DUM>440 THEN GOSUB 5330 ELSE GOTO 5170
140 GOSUB 5370
150 GOTO 500
160 REM ===== CONCLUSIONS =====
170 SCREEN 1:LOCATE 12,6:PRINT "LES DEUX TOURS SONT DISPONIBLES !":K=9000:GOSUB
3570:CLS
180 SCREEN 1:LOCATE 12,10:PRINT "ON CONSIDERERA LE TOUR":LOCATE 20,12:PRINT "H.
SOMUA FLS.40"
190 GOSUB 5370
200 SCREEN 1:LOCATE 12,16:PRINT "2eme PARTIE"
210 K=5000:GOSUB 3570:CLS
220 SCREEN 1:LOCATE 10,10:PRINT "EXEMPLE D'APPLICATION":LOCATE 14,12:PRINT "DE
ROGRAMMATION":LOCATE 18,16:PRINT "DU TOUR":LOCATE 22,12:PRINT "H.E SOMUA FLS.4
"
230 GOSUB 5370
240 CLS:GOTO 20
250 REM ===== MESSAGE 1 =====
260 CLS:LOCATE 12,20:PRINT "UTILISATION IMPOSSIBLE DES DEUX TOURS DISPONIBLES":
RETURN
270 REM ===== MESSAGE 2 =====
280 CLS:LOCATE 12,14:INPUT "VOULEZ VOUS RECONSIDERER VOTRE REPONSE OUI(O) OU NO
I(N)";NO$
290 RETURN
300 REM ===== MESSAGE 3 =====
310 CLS:SCREEN 2:LOCATE 12,28:PRINT "LE TOUR FLS.40 VOUS EST DISPONIBLE":K=9000
GOSUB 3570:GOTO 20
320 RETURN
330 REM ===== MESSAGE 4 =====
340 CLS:SCREEN 2:LOCATE 12,28:PRINT "LE TOUR HBCNC.3 VOUS EST DISPONIBLE":K=900
GOSUB 3570
350 CLS:LOCATE 6,16:PRINT "VEUILLEZ":LOCATE 10,11:PRINT "CONSULTER L'EXPOSE":LO
CATE 14,19:PRINT "DE":LOCATE 18,14:PRINT "Mr. Ali OGAB"
5360 RETURN

```

```

370 REM ===== MKKET D'APPLICATION =====
380 LOCATE 1,1:PRINT "@"
390 A$=INKEY$:IF A$=""GOTO 5390
400 CLS
410 RETURN
420 REM ===== AIDE 1 =====
430 SCREEN 3:LOCATE 24,4:PRINT "TOUR FLS.40 DISPONIBLE SI Nbre D'OUTILS <15":LO
ATE 25,4:PRINT "TOUR HBCNC.3 DISPONIBLE SI Nbre D'OUTILS<9";
440 RETURN
450 REM ===== AIDE 2 =====5050
460 SCREEN 3:LOCATE 24,4:PRINT "TOUR FLS.40 DISPONIBLE SI PUISSANCE ABSORBEE <2
[KW]":LOCATE 25,4:PRINT "TOUR HBCNC.3 DISPONIBLE SI PUISSANCE ABSORBEE <16 [KW
"
470 RETURN
480 REM ===== AIDE 3 =====
490 LOCATE 24,4:PRINT "TOUR FLS.40 DISPONIBLE SI DISTANCE ENTRE POINTES<900.001
[mm]":LOCATE 25,4:PRINT "TOUR HBCNC.3 DISPONIBLE SI DISTANCE ENTRE POINTES <16
0.001 [mm]"
500 RETURN
510 REM ===== AIDE 4 =====
520 LOCATE 24,4:PRINT "TOUR FLS 40 DISPONIBLE SI DIAMETRE ENTRE POINTES <420.00
[mm]":LOCATE 25,4:PRINT "TOUR HBCNC.3 DISPONIBLE SI DIAMETRE ENTRE POINTES <58
001 [mm]"
530 RETURN
540 REM ===== AIDE 5 =====
550 LOCATE 24,4:PRINT "TOUR FLS.40 DISPONIBLE SI DIAMETRE EN MANDRIN <440.001 [
mm]":LOCATE 25,4:PRINT "TOUR HBCNC.3 DISPONIBLE SI DIAMETRE EN MANDRIN<580.001 [
mm]"
560 RETURN
570 REM ===== EXEMPLE D'APPLICATION =====
580 LINE (1,58)-(20,58):LINE (25,58)-(30,58):LINE (35,58)-(55,58):LINE (60,58)-
65,58):LINE (70,58)-(90,58):LINE (95,58)-(100,58):LINE (105,58)-(125,58):LINE (
30,58)-(135,58):LINE (140,58)-(160,58):LINE (165,58)-(170,58):LINE (175,58)-(19
,58)
590 LINE (200,58)-(205,58):LINE (210,58)-(230,58):LINE (235,58)-(240,58):LINE (
45,58)-(265,58):LINE (270,58)-(275,58):LINE (280,58)-(300,58):LINE (305,58)-(31
),58):LINE (315,58)-(335,58):LINE (340,58)-(345,58):LINE (350,58)-(370,58)
600 LINE (375,58)-(380,58):LINE (385,58)-(405,58):LINE (410,58)-(415,58):LINE (
20,58)-(440,58):LINE (445,58)-(450,58):LINE (455,58)-(475,58)
610 LINE (12,6)-(150,6):LINE (150,6)-(150,110):LINE (150,110)-(12,110):LINE (1
,110)-(12,6):LINE (8,8)-(8,108):LINE (8,8)-(12,6):LINE (8,108)-(12,110)
620 FOR I=8 TO 130 STEP 5
630 LINE (I,20)-(I+5,20)
640 LINE (I,98)-(I+5,98):I=I+5:NEXT
650 FOR J=20 TO 98 STEP 5
660 LINE (135,J)-(135,J+5):J=J+5:NEXT
670 LOCATE 4,60:PRINT "PIECE A REALISER"
680 PI=3.1416
690 CIRCLE (170,6),20,,PI,3*PI/2
700 CIRCLE (170,110),20,,PI/2,PI
710 LINE (170,23)-(250,23):LINE (170,92)-(250,92):LINE (250,23)-(250,92)
720 CIRCLE (260,23),10,,PI,0
730 CIRCLE (260,92),10,,0,PI
740 LINE (270,23)-(270,92):LINE (270,23)-(300,23):LINE (300,23)-(300,92):LINE (
00,92)-(270,92):LINE (300,23)-(400,33):LINE (300,92)-(400,82):LINE (400,33)-(40
),82):LINE (400,33)-(450,33):LINE (400,82)-(450,82):LINE (450,33)-(450,82)
750 LINE (450,33)-(452,35):LINE (450,82)-(452,80):LINE (452,35)-(452,80)

```

```
760 LINE (415,33)-(415,82):LINE (415,35)-(452,35):LINE (415,80)-(452,80)
770 RETURN
780 REM ===== IDENTIFICATION DES CYCLES =====
790 'SCREEN 1:SCREEN 0:COLOR 16,2
800 LOCATE 1,20:PRINT "CYCLE DE ";C#
810 'COLOR 2,0
820 RETURN
```