

**ROYAUME DU MAROC**

---

**OFPPT**

**مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل**  
**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail**  
**DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

---

**RESUME THEORIQUE  
&  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°:15 PROGRAMMATION DES MOCN**

**SECTEUR :**            **Fabrication Mécanique**

**SPECIALITE :**        **Technicien Spécialisé en  
Méthodes de Fabrication Mécanique**

**NIVEAU :**            **Technicien Spécialisé**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

### MODULES ISTA



HOME LIVRES **MODULES ISTA** ANNUAIRE ECOLES DOCTORAT LETTRE DE MOTIVATION NOUS CONTACTER SE CONNECTER

*Maroc Etude.Com* Connaissance - Métier - Technique

Annonces Google Emploi Maroc Messagerie Telecharger Un Jeu Maroc Annonces

recherche...

Nous avons 14 invités en ligne

**Annonces Google**

Annonces Emploi Maroc  
Jeux Telecharger Gratuit  
Jeux PC En Ligne

**Connexion**

Identifiant  
sniper

Mot de passe  
.....

Se souvenir de moi

**Connexion**

Mot de passe oublié ?  
Identifiant oublié ?

Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement

**MacKeeper**

**-20%**

Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code

Apply Discount Automatically

"On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis]

**Annonces Google**

Jeu De Jeux  
Jeux Sur Internet  
Ecole Ingénieur

Dépanner et configurer votre réseau à domicile

(Outil de Diagnostic)  
Wi-Fi / Ethernet  
Console de jeu  
Imprimante  
Messagerie

*Document élaboré par :*

***Nom et prénom***

***EFP***

***DR***

***Alaoui issam***

***ISTA RI***

***fès***

***CN***

**Révision linguistique**

- 
- 
- 

**Validation**

- 
- 
-

	<b>Page</b>
Présentation du module.....	7
I. GENERALITE	
- HISTORIQUE.....	10
- DEFINITION DE LA COMMANDE NUMERIQUE.....	11
II. TECHNOLOGIE DE LA MOCN	
INTRODUCTION.....	13
- LES ACTIONNEURS (les moteurs) .....	14
- LIAISON ACTIONNEUR / TABLE.....	18
- LES GLISSIERES.....	20
- LES CAPTEURS DE POSITION.....	22
- LES AXES.....	26
- ASSERVISSEMENT D'UN AXE.....	30
III. CLASSIFICATION DES MOCN	
- DEPLACEMENT POINT A POINT.....	36
- DEPLACEMENT PARAXIAL.....	37
- DEPLACEMENT CONTINU.....	38
IV. LANGAGE DE LA OROGRAMMATION	
- GENERALITE	41
- FONCTION DE POSITIONNEMENT                   G00.....	44
- INTERPOLATION LINEAIRE                   G01.....	45
- INTERPOLATION CIRCULAIRE               G02/G03.....	47
- FILETAGE DROIT A PAS CONSTANT       G32.....	50
- FONCTION DE LA VITESSE DE LA BROCHE   S.....	52
- FONCTION D'AVANCE                       F.....	53
- FONCTION DE SELECTION D'OUTIL       T.....	55
- RETOURE A LA POSITION DE REFERANCE   G28.....	58
- FONCTION DE LA TEMPORISATION       G04.....	58
- IMAGE MIROIRE PROGRAMMABLE       G50/G51.....	59
- PROGRAMMATION ABSOLUT ET RELATIF   G90/G91.....	61
EXERCICES SUR LES MODE DE COTATION.....	63
- LES PRINCIPALES CODES G ET M (format fanuc).....	65
V. FONCTIN SIMPLIFIANT LA PROGRAMMATION	
LES CYCLES FIXES EN FRAISAGE.....	72
- CYCLE DE PERÇAGE AVEC DEBOURRAGE       G73.....	76
- CYCLE DE TRAUDAGE A GAUCHE           G74.....	77
- CYCLE D'ALEPAGE                       G76.....	78
- CYCLE DE PERÇAGE AVEC LAMAGE       G81.....	79
- CYCLE DE PERÇAGE CONTRE CYCLE D'ALEPAGE G82.....	80
- CYCLE DE PERÇAGE DE PETITS TROUS AVEC DEBOURRAGE G83.....	81
- CYCLE DE TRAUDAGE                   G84.....	82
- CYCLE D'ALEPAGE                   G85.....	83
- CYCLE D'ALEPAGE                   G86.....	84

- CYCLE D'ALESAGE	G87.....	85
- CYCLE D'ALESAGE	G88.....	86
- CYCLE D'ALESAGE	G89.....	87
- ANNULATION DU CYCLE FIXE	G80.....	88
EXEMPLE DE PROGRAMMATION D'UN CYCLE FIXE.....		89
LES CYCLE FIXES EN TOURNAGE.....		91
- CYCLE D'EBAUCHE EN CHARIOTAGE	G71.....	92
- CYCLE D'EBAUCHE EN DRESSAGE	G72.....	94
- REPETITION MODEL	G73.....	96
- CYCLE DE FINITION	G70.....	98
- CYCLE DE PERÇAGE TRANSVERSAL	G74.....	99
- CYCLE DE FILETAGE MULTIPLE	G76.....	100
<b>VI PREPARATION D'UNE MOCN</b>		
- PRISE D'ORIGINE MACHINE (POM).....		103
- ORIGINE PROGRAMME.....		104
- ORIGINE PIECE.....		105
<b>VII FONCTION DE LA COMPENSATION</b>		
- CORRECTION DE LA LONGUEUR D'OUTIL EN FRAISAGE (G43/G44/G49).....		109
- CORRECTION DE LA LONGUEUR D'OUTIL EN TOURNAGE.....		111
COMPENSATION DE RAYON EN FRAISAGE (G41/G42/G40).....		113
- COMPENSATION DE RAYON DU NEZ DE L'OUTIL EN TOURNAGE.....		116
<b>VIII CONFIGURATION DES PROGRAMMES</b>		
GENERALITE.....		120
- APPEL D'UN SOU PROGRAMME.....		121
<b>IX ELABORATION D'UN PROGRAMME</b>		
- LES DIFFERENTES ETAPES CONDUISANTS A LA OROGRAMMATION.....		124
- FICHE D'AIDE ALA PROGRAMMATION.....		126
<b>X APPLICATIONS</b>		
- APPLICATION EN TOURNAGE.....		142
- APPLICATION EN FRAISAGE.....		151
<i>Guide de travaux pratique</i>		
<b>I. PARTIE DE FRAISAGE</b>		
TP 1 - CONTOURNAGE D'UN RECTANGLE SIMPLE		159
TP 2 - CONTOURNAGE D'UN RECTANGLE AVEC DES ANGLES ARONDIS		162
TP 3 - CONTOURNAGE D'UN TETON APPLICATION PERÇAG ET TARAUDAGE		165
TP 4 -PROGRAMMATION D'UNE PIECE COMPLEXE (PLATINE)		169
- EXERCICE DE SYNTHESE		180
<b>II. PARTIE DE TOURNAGE</b>		
TP 1 - PIECE EPAULEE		188
TP 2 - PIECE FILETEE		192
TP 3 - EXERCICE DE SYNTHESE		196
<b>III. EVALUATION FIN DE MODULE</b>		
EVALUATION DE TOURNAGE		202
EVALUATION EN FRAISAGE		207

**MODULE :**

15 programmation des mocn

**Durée : 112 H****35% : théorique****75% : pratique****évaluation : 8H****OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT****COMPORTEMENT ATTENDU**

*Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit programmer une Machine-outil à Commande Numérique selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent*

**CONDITIONS D'EVALUATION**

- Travail individuel.
- À partir :
  - de consignes et de directives;
  - d'un dessin de définition ;
  - d'un contrat de phase ;
- À l'aide :
  - des imprimés et documents relationnels des méthodes;
  - de code normalisé ISO ;
  - du matériels informatiques : CFAO et DAO
  - des équipements d'atelier CN

**CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE**

- Analyse rigoureuse et structurée de la tâche
  - Utilisation correcte du code ISO
- Programme réalisable et assurant la qualité des pièces
- Respect des règles de santé et de sécurité au travail
  - Manipulation adéquate de la machine

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT**

**PRECISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE  
PERFORMANCE**

**A.** Etablir le mode opératoire pour la réalisation d'une pièce en commande numérique (tournage ou fraisage)

- Justesse de l'interprétation du dessin
- Analyse pertinente des modes opératoires
- Choix correct des outils

**B.** Etablir manuellement le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN

- Maîtrise du langage de programmation
- Faisabilité du programme
- Respect de la normalisation du code

**C.** Etablir à l'aide d'une assistance informatique FAO le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN

- Maîtrise des fonctionnalités courantes du logiciel FAO
- Exploitation adéquate des dessin DAO et FAO
- Faisabilité du programme CN

**D.** Régler et piloter une MOCN pour une petite série de pièce simple

- Respect des règles de sécurité
- Manipulation adéquate de la machine

**OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU**

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-FAIRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

**Avant d'apprendre à établir le mode opératoire pour la réalisation d'une pièce en commande numérique (tournage ou fraisage) : (A) le stagiaire doit :**

1. Maîtriser les notions de base de la géométrie et de la trigonométrie
2. Analyser le dessin de définition de la pièce et déterminer les coordonnées des points principaux

**Avant d'apprendre à établir manuellement le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN (B), le stagiaire doit :**

3. Comprendre le langage de programmation

**Avant d'apprendre à régler et piloter une MOCN pour une petite série de pièce simple (C), le stagiaire doit :**

4. Manipuler un tour ou fraiseuse conventionnelle et exécuter au moins une pièce
5. Comprendre le fonctionnement d'une MOCN et reconnaître les différents symboles sur la machine (sur le pupitre)
6. Respecter les règles de sécurité et d'hygiène

## Présentation du Module

Ce module de compétence particulière se dispense en cours du troisième et quatrième semestre du programme formation. Comme préalable le module sur la fabrication des pièces d'usinage simples. Un chevauchement avec le module sur la CFAO peut être éventuellement envisagé.

## DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de faire apprendre aux stagiaires la programmation des machines outils à commande numérique pour des pièces simples et complexes en adoptant une programmation manuelle. Il vise donc d'une part à donner aux stagiaires une vision globale sur la réalisation des pièces par des moyens évolués et plus performants au niveau de la réalisation des pièces complexe. Il ne s'agit pas de former des methodistes capables de programmer une pièce en en garantir la faisabilité et la qualité demandée.

## CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

- Alternance entre l'atelier « machines à commande numérique » et salle d'informatique CFAO.
- Travail individuel ou en groupe de 2 (maximum)
- Réalisation des pièces de difficultés progressives du simple au complexe.

**Module: 15**  
**RESUME THEORIQUE**

**CH: I**

**GENERALITES**

# Remarque

Comme la plus part des ISTA sont équipés d'une gamme des CENTRES CINCINNATI MILACRON qui soutient le

## FORMAT FANUC

Les exemples, les applications et les exercices de la Programmation dans ce résumé théorique ainsi que dans le guide de TP vont soutenir ce format.

# Historique

*Les premières machines - outil à commande numérique (MOCN) ont vu le jour dans le début des années 1950 à partir d'un besoin croissant de l'industrie aéronautique pour l'usinage en fraisage des pièces mécaniques complexes de moteur d'avion. Le besoin est né essentiellement de la nécessité de combinaison des mouvements dans l'espace, des différents axes de travail des MO. La création des MOCN correspond par nature à des besoins en :*

- petites séries*
- moyennes séries*

*Leur souplesse d'évolution par rapport à des machines de production en grandes séries (machines transfert, tours automatiques, etc...) et l'investissement qu'elles représentent pour une entreprise, permet rarement de les figer dans des travaux répétitifs, mais les destinent aux usinages longs et complexes permettant de réunir un grand nombre d'opérations d'usinage en une seule phase. Ce regroupement aisé d'opérations, facilité sur les MO multi-axes, permet de concevoir à l'heure actuelle des applications rentables en grandes séries. D'après une étude du B.I.P.E., le parc MOCN a crû de 30% entre 1974 et 1984.*

## *Définition de la commande numérique*

*La commande numérique est un mode de commande dans lequel les valeurs désirées d'une variable commandée sont définies selon un code numérique (la machine-outil constitue le principal domaine d'application de la commande numérique). C'est une somme d'automatismes dans laquelle les ordres de mouvement ou de déplacement, la vitesse de ces déplacements et leur précision, sont donnés à partir d'informations numériques. Ces informations sont codées sur des supports tels que : rubans perforés, cassettes ou disquettes magnétiques ou simplement sauvegardés en « mémoire » dans le cas des dernières générations de commandes numériques à calculateur intégré (CNC). L'ensemble de ces informations de pilotage des machines - outil (MO) est élaboré sous forme de programme à exécution séquentielle. Les temps de réponse de telles commandes avoisinant la dizaine de microsecondes, il sera tout naturellement possible d'espérer piloter la machine suivant des trajectoires plus ou moins complexes, en vitesse et position.*

# **CH : II**

## **TECHNOLOGIE DE LA MOCN**

## INTRODUCTION :

Le développement de Ce type de MO est lié à l'évolution des Technologies nouvelles. En effet, le contrôle et la commande d'une MO par une armoire électronique programmée (le CNC Commende Numérique par Calculateur) n'ont été possibles qu'avec l'apparition de composants électronique à hautes fiabilités et largement miniaturisés.

Parallèlement, la découverte de nouveaux matériaux et l'application de nouveaux concepts en matière de liaisons mécanique, ont permis l'élaboration des MOCN.

Ces apports technologiques, par rapport aux MO traditionnelles, portent notamment sur :

- actionneurs (moteurs)
- La liaison actionner / table.
- Les glissières.
- Les capteurs de position.
- Les axes.
- L'asservissement d'un axe.

## ACTIONNEURS (Moteurs)

### PROBLEME A RESOUDRES :

Transmettre à la pièce, ou à l'outil, une vitesse de déplacement variable de 0 à 40 m/min et indépendante sur chaque axe.

### TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE

Sur les machines conventionnelles l'avance de la pièce, ou de l'outil est :

- \* liée au moteur de la broche par l'intermédiaire d'une boîte de vitesses,
- \* donnée par un moteur indépendant. mais toujours avec interposition d'une boîte de vitesses,
- \* donnée par un vérin hydraulique régulé par un distributeur.

### TECHNOLOGIE SUR MOCN

Une technologie nouvelle a été développée pour permettre une variation, et une indépendance, de la vitesse de déplacement de la table (la pièce) ou de l'outil. Ainsi, les MOCN possèdent un moteur et un réducteur par axe.

Actuellement, *quatre types de moteurs* sont utilisés :

- Hydraulique (vérin ou moteur),
- Moteur à courant continu,
- Moteur asynchrone alternatif,
- Moteur pas à pas (faible vitesse, faible couple).

A fin de module d'une façon souple (sans à couple) la vitesse de déplacement, il est nécessaire d'interposer, entre le mobile et le moteur, *un variateur*.

- Sur les moteurs hydrauliques : en agissant sur le débit ;
- Sur les moteurs a courant continu : en agissent sur la tension ;
- Sur les moteur asynchrones alternatifs : en agissant sur la fréquence et sur la tension ;
- Sur les moteurs pas à pas : en agissant sur le fréquence.

MOTEUR A COURANT CANTINU : fig.1

Ce moteur utilise le principe des forces électromagnétiques : une force motrice est exercée sur un courant placé dans un champ électromagnétique B.

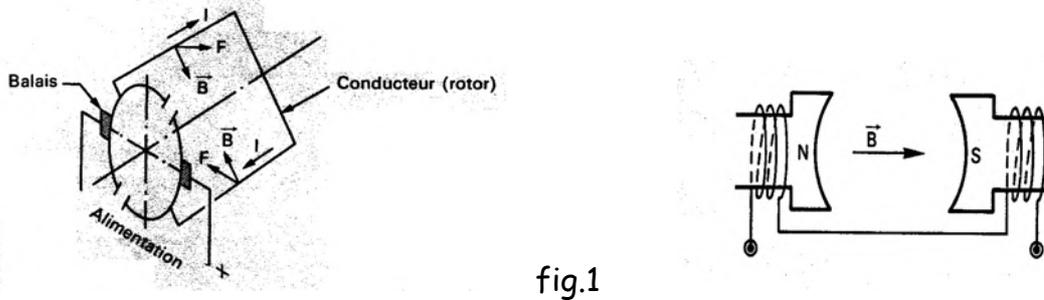
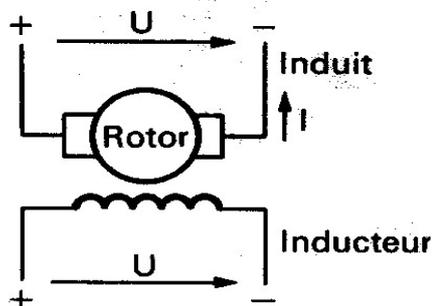


fig.1

Le champ électromagnétique B est créé par le stator (partie fixe). Deux types de moteurs sont utilisés sur les machines outil à commande numérique.

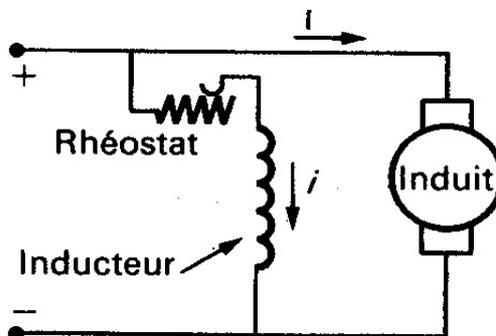
- Moteur à excitation indépendante

Ce type de moteur offre une grande souplesse de commande et une gamme de vitesse étendue.



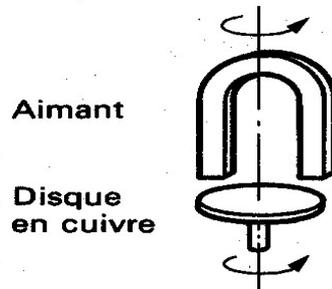
- Moteur à excitation shunt

Ce type de moteur permet d'obtenir une vitesse constante quelle que soit la charge.

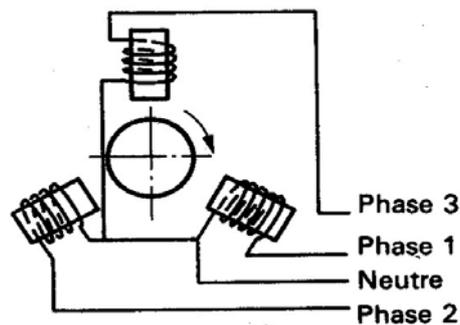


**MOTEUR ASYNCHRONE ALTERNATIF :**

Ce moteur utilise le principe de champ tournant. Un aimant en rotation au-dessus d'un disque en cuivre crée des courants induits sur ce disque qui donnent naissance à une force électromagnétique provoquant la rotation de disque.



- Sur les moteurs asynchrones  
L'aimant est remplacé par un champ tournant créé par des bobines montées sur le stator.



Le nom de moteur asynchrone vient de fait que la vitesse de rotation du rotor est toujours inférieure à celle du champ tournant.

**MOTEUR PAS A PAS :**

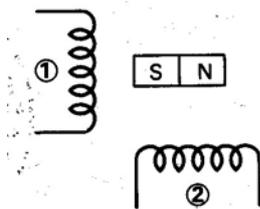
Contrairement aux autres actionneurs qui fournissent une vitesse, ou un couple, en fonction des caractéristiques d'entrées (tension, pression, intensité, ...) le moteur pas à pas est un actionneur de type : tout ou rien. Il suffit de lui envoyer une impulsion pour qu'il tourne d'un pas. Si l'impulsion est une fréquence fixe, la vitesse de rotation est constante.

Principe

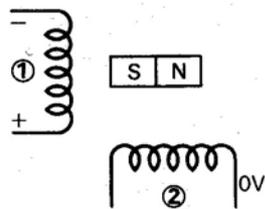
Soit un rotor constitué d'un aimant (pole Nord, pole Sud) et un stator constituer de deux bobinages alimentés en courant continu.

Remarque :

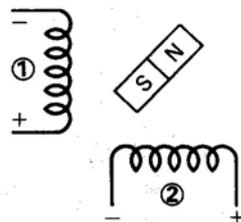
Deux aimants de même pôle se repoussent, alors que deux aimants de pôles opposés s'attirent.



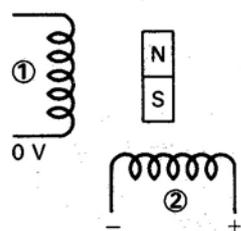
- La bobine ① attire l'aimant et le moteur ne tourne pas.



- La bobine ② crée un déséquilibre de l'aimant; le moteur se met à tourner.



- La bobine ① n'est plus alimentée l'aimant reste calé en face de la bobine ②. Le moteur a tourné de 90°, donc de **1 pas**.



Le nombre de pas peut varier de 4 à 400 pas tour. Ainsi, un moteur à 100 pas par tour, monté à l'extrémité d'une vis dont le pas est : 4mm, provoquera minimal de la table de :  $4/100 = 0.04$  mm

La vitesse de déplacement de la table est liée à la fréquence de communication des bobines.

## ***LAISON ACTIONNEUR / TABLE***

### **PROBLEME A RESOUDRE.**

Relier l'actionneur (moteur ou vérin) à la table, ou à l'outil, en éliminant les jeux lors de l'inversion de sens de déplacement ou d'usinage. En effet, en travail de contournage ces jeux provoqueraient la rupture de l'outil de fraisage (travail en avalant ou en concordance).

### **TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE**

*La liaison entre le moteur électrique (actionneur) et la table se fait à*

*L'aide du système vis-écrou (trois types) :*

*\* Système vis-écrou traditionnel,*

*avec un jeu de fonctionnement. Ce système impose à l'opérateur de rattraper, avec les manivelles, le jeu.*

*\* Système vis-écrou avec rattrapage de jeu*

*par précontrainte de l'écrou. Dans ce système, l'écrou est constitué de deux parties qui appuient sur chaque flanc du filet de la vis, ce qui entraîne un frottement important et contraint l'opérateur à Sélectionner une faible vitesse d'avance.*

*\* Système vis à billes. Des billes*

*sont intercalées entre l'écrou et la vis. Les frottements sont très faibles et les jeux sont éliminés.*

*\* Liaison à l'aide d'un vérin.*

*La liaison directe du vérin sur la table permet d'éliminer les jeux.*

### **TECHNOLOGIE SUR MOCN**

Les liaisons utilisées, sur ces machines, sont celles qui parviennent à éliminer au maximum les jeux de fonctionnement entre les éléments en mouvement : vis à billes et vérin.

**Description du système vis à billes.**

Dans ce système, les filets de la vis et de l'écrou sont remplacés par des gorges hélicoïdales dans lesquelles circulent des billes d'acier.

Un dispositif d'entretoises permet de régler la précontrainte sur les billes et les gorges, assurant l'élimination des jeux. Avantage des vis à bille :

- Jeux quasiment nuls,
- Diminution des frottements,
- Augmentation des vitesses de translation,
- Augmentation de la durée de vie

**Description de la liaison à l'aide d'un vérin.**

Dans ce système, un vérin assure une liaison directe entre la partie mobile (table) et la partie fixe (bâti) de la MOCN.

**Avantage :**

- Jeux quasiment nuls (huile incompressible).
- Souplesse quelle que soit la vitesse programmée.
- Transmission d'efforts importants et facilement contrôlables.

**Inconvénients :**

Ce type de liaison nécessite l'installation d'un groupe hydraulique sur la MOCN. Son fonctionnement est permanent et occasionne, dans l'atelier, une élévation du niveau sonore.

## GLISSIERES

### PROBLEME A RESOUDRE :

Guider le déplacement de la pièce, ou de l'outil, suivant un axe linéaire, sans dispersions géométrique et en opposant un minimum d'efforts.

### TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE

Ce guidage est assuré par des glissières :

- à queue d'arronde,
- prismatiques,
- circulaires.

Quel que soit le système utilisé, il y a frottement, entre la glissière et le coulisseau, de deux matières: fonte sur acier, généralement. La lubrification du système impose de ne pas dépasser 4 à 8 m/min comme vitesse de translation (risque, au-delà, de rupture du film d'huile).

### TECHNOLOGIE SUR MOCN :

Les mêmes types de glissières sont actuellement utilisées sur les MOCN pour assurer le déplacement e la pièce, ou de l'outil, suivant un axe. Cependant, on observe des couples important au démarrage et des phénomènes de broutement à faible vitesse (avance par saccades) Pour pallier ces inconvénients on interpose entre les éléments en mouvement :

- Des patins à aiguilles,
- Un chemin de Billes,
- De la turcise (alliage de téflon et de bronze),

- Un film d'huile « incassable » (glissière hydrostatique).

Ainsi, il est possible d'attendre des vitesses d'avance de l'ordre de 40m/min sur certaines machines.

### **Evolution**

Actuellement, le directeur de commande d'une MOCN contrôle la position de la table et non la position de la pièce. De ce fait, les guidages doivent être très précis géométriquement.

Dans les générations de MOCN à vérin de directeur de commande ne contrôlera plus la position de la pièce. Aussi, la perfection du guidage ne sera plus indispensable, le directeur de commande compensera automatiquement les dispersions géométriques des glissières.

# LES CAPTEURS DE POSITION.

## PROBLEME A RESOUDRE :

Connaître à tous moments la position de la pièce par rapport à l'outil (fraisage) ou, la position de l'outil par rapport à la pièce (tournage), avec une précision de l'ordre de 0.01 mm en moyenne. En résumé : il s'agit de maîtriser les déplacements outil/pièce.

## TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE

Nous trouvons, sur les machines-outils conventionnelles, les solutions suivantes :

- tambour gradué équipé d'un vernier,
- butée fixe,
- butée amovible (barillet),
- came,
- gabarit.

Toutes ces solutions, à l'exception du tambour gradué, sont fixes, réglées pour une pièce, soumises à des efforts. En outre, elles ne donnent aucune indication sur le déplacement outil/pièce, au cours de la trajectoire. La position n'est connue qu'en fin de course. Aussi, ces solutions ne sont pas adaptées aux MOCN.

## TECHNOLOGIE SUR MOCN :

Une technique nouvelle a été développée sur les MOCN. Le déplacement outil/pièce est « observé » à l'aide de **capteurs** et les « informations » recueillies par ceux-ci sont dirigées vers l'armoire Electronique de la MOCN. Celle-ci décode les informations reçues, les analyse et affiche-en continu- la position observée. Ainsi, le moindre déplacement outil/pièce est connu par l'opérateur avec une précision de 0.01 mm.

### LES CAPTEURS :

Ils sont de deux types :

- Analogiques.

Le déplacement d'un mobile entraîne une variation magnétique, électrique, ou autre, qui est transformée au signal de sortie.

- Incrémentaux.

Le déplacement d'une règle, ou d'un disque, présentant des zones alternativement sombre et claire, devant un lecteur optique, produit des *impulsions* lumineuses qui sont transformées en signal de sortie.

### LES MESURE :

Les deux types de capteurs que nous venons de voir entraînent deux types de mesure.

- Mesure absolue.

Les coordonnées d'un point sont données par rapport à une origine fixe, sans référence à la position précédente.

Les capteurs analogiques permettent ce type de mesure.

- Mesure relative

Les coordonnées d'un point sont données par rapport à la position précédente. C'est l'agrandissement du déplacement qui est, en fait, mesuré.

Les capteurs incrémentaux permettent ce type de mesure.

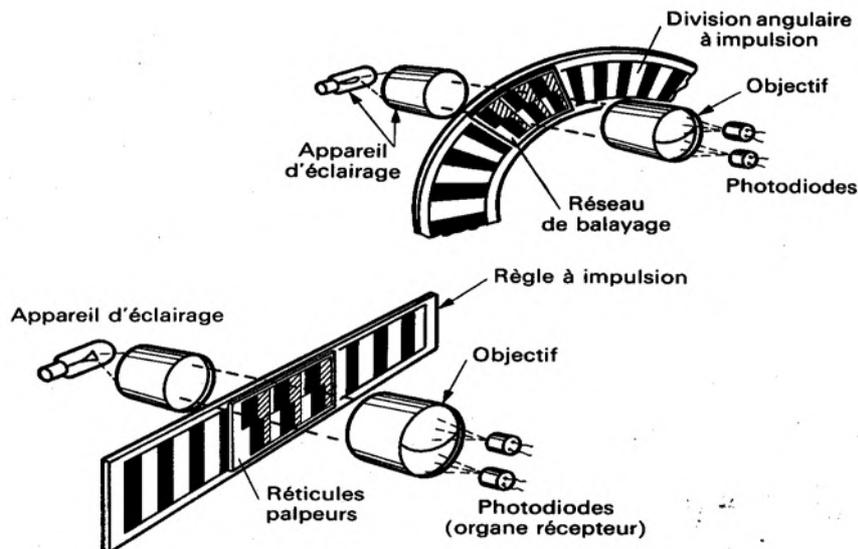
### CAPTEURRS INCREMENTAUX :

- Capteur photoélectrique.

Chaque déplacement élémentaire entraîne une impulsion électrique qui est prise en compte par le calculateur (addition - soustraction d'impulsion).

- Principe

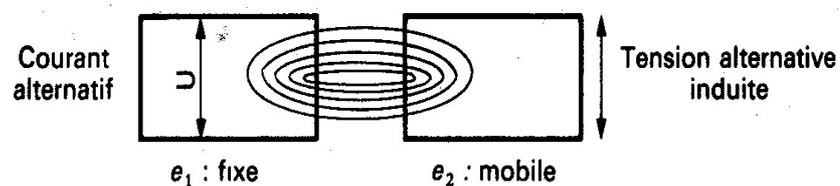
Une source lumineuse passe au travers d'une règle en vers, ou d'un disque présentant des zones ombrées et des zones claires lumineux sensibilise une cellule photo-électrique qui change d'état en fonction de la zone traversée (présence ou absence de lumière == état du capteur 1 ou 0).



### CAPTEURS ANALOGIQUES :

- Capteur inductif

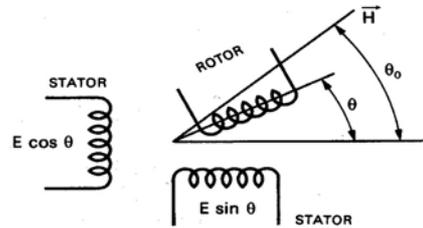
#### ■ Capteur inductif



Le conducteur  $e_1$  est alimenté par une tension sinusoïdale. Un champ magnétique se crée autour du conducteur  $e_1$ . Si l'on place un conducteur  $e_2$  à l'intérieur de ce champ magnétique, une tension alternative induite apparaît. Elle est proportionnelle à la position de  $e_2$  à l'intérieur de champ magnétique.

Ainsi il est possible de mesurer, d'évaluer, un déplacement en mesurant une tension.

- Les résolves.



Ces appareils utilisent le même principe que les capteurs inductifs, mais le déplacement est, cette fois, angulaire. En fait, ce sont de « petites machines tournantes » ayant l'aspect de moteurs électriques.

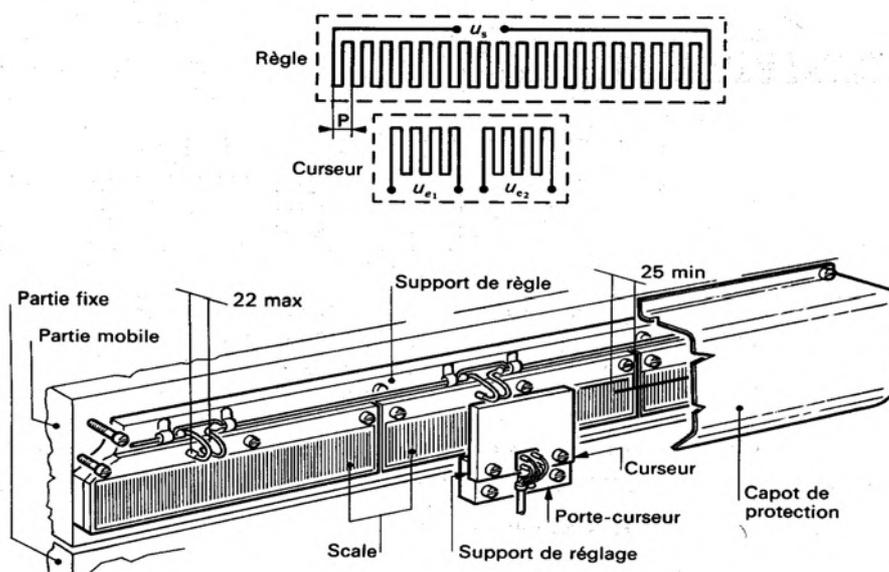
Les résolveurs sont constitués de deux enroulements statoriques (fixes) disposés à  $90^\circ$  et d'un enroulement rotorique (tournant). Les deux enroulements statoriques sont alimentés par des tensions alternatives créant un champ électrique  $H$ . en fonction de la proportionnelle à la valeur de cet angle.

- La règle inductosyn

Son fonctionnement est comparable à celui d'un résolveur.

Le rotor est remplacé par une règle fixe de 200 mm de longueur, ajustable bout à bout.

Les stators sont remplacé par des curseurs comportant deux enroulements et pouvant se déplacer à 0.2 mm au-dessus de la règle.



# LES AXES

## PROBLEME A RESOUDRE

Situer d'une façon systématique la position du repère cartésien (trièdre X, Y, Z) qui a servi de référence au constructeur de la MOCN

## TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE

Le besoin d'un repère sous forme d'un trièdre (X, Y, Z) n'est pas essentiel. En effet, les MOT sont conduites directement -et sous le contrôle -d'un opérateur qui suit les instructions du contrat de phase.

L'opérateur situe, de manière traditionnelle, la position du repère cartésien et il identifie les déplacements sur ces axes par des termes tels que :

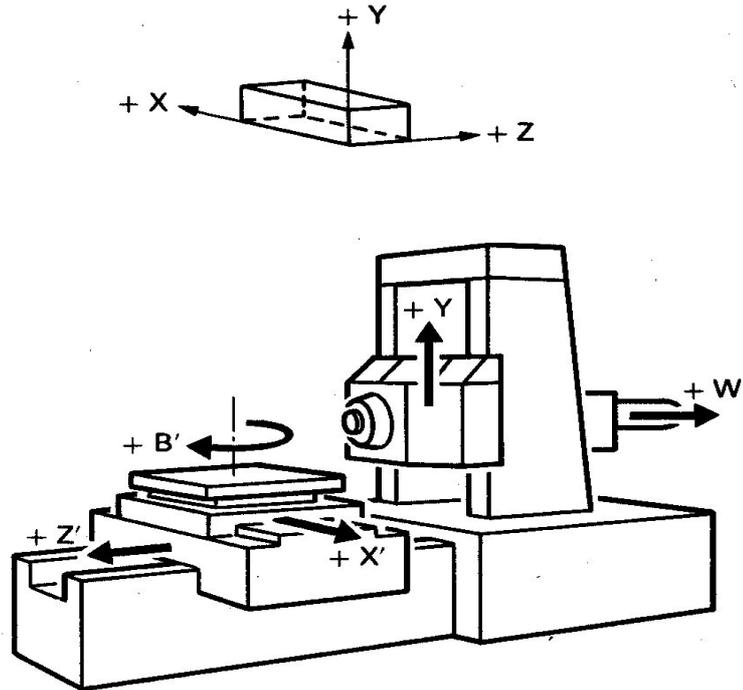
- longitudinal,
- transversal,
- vertical.

## TECHNOLOGIE SUR MOCN :

Le besoin d'un repérage systématique du trièdre (X, Y, Z) est devenu nécessaire depuis l'adjonction, entre la machine et l'opérateur, d'une armoire électronique

(Le CNC)

En effet, l'opérateur doit informer - sous forme codée- la machine des instructions contenues dans le contrat de phase ; notamment, les déplacements sur les axes du trièdre.



Dans un souci de standardisation les constructeurs ont été amenés à définir un trièdre de référence :

- Axe Z : il est toujours situé sur l'axe de rotation de la broche quelle que soit la machine.
- Axes X et Y : ils sont repérés par la règle des trois doigts.

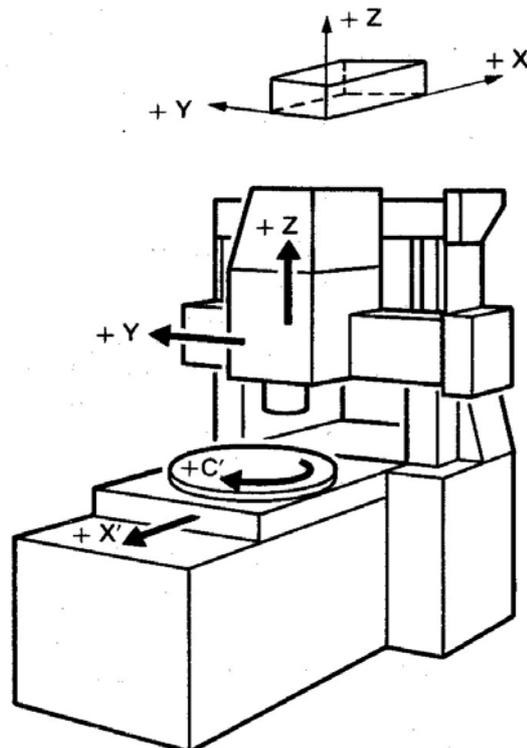


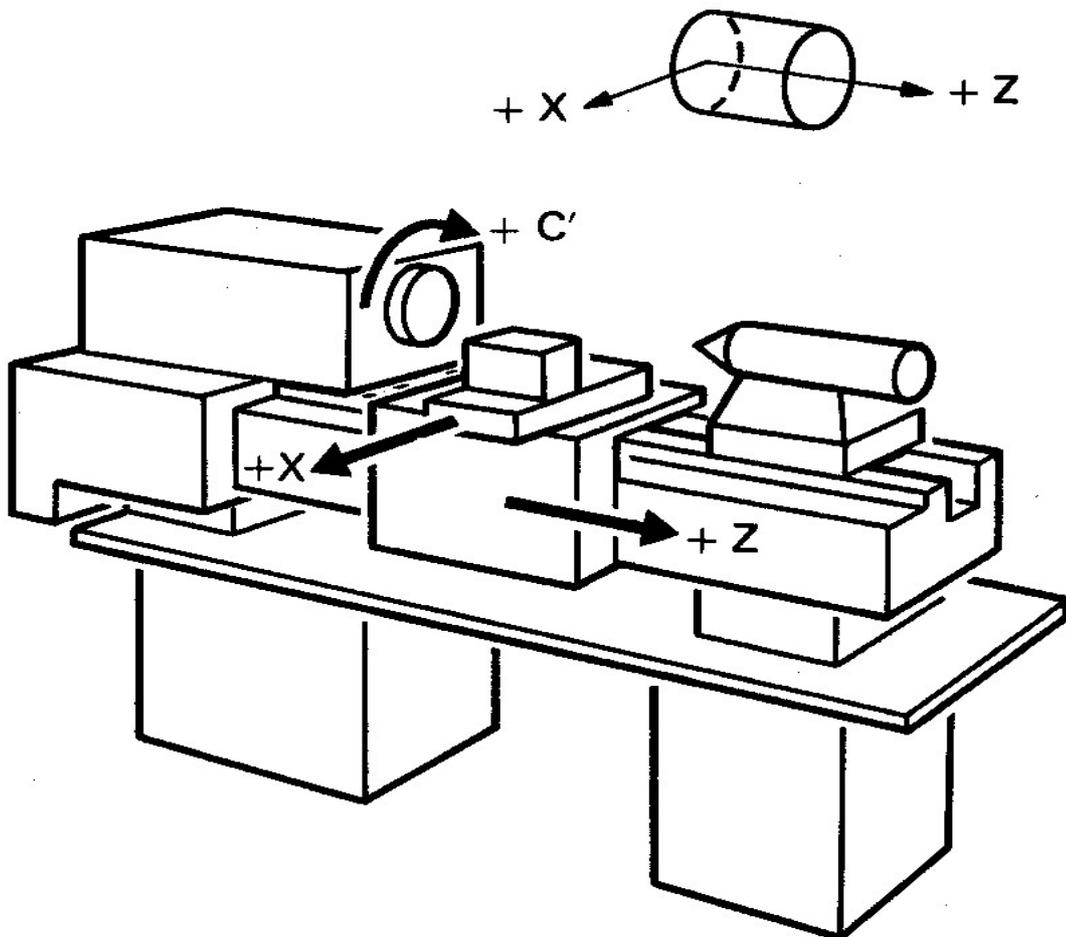
FIG.1

Sur les MOCN le trièdre (X, Y, Z) est toujours lié au mouvement de l'outil,  
Or ce sont parfois les tables qui sont en mouvement et qui assurent l'usinage de la pièce. Il a fallu codifier ces « autres » déplacements.

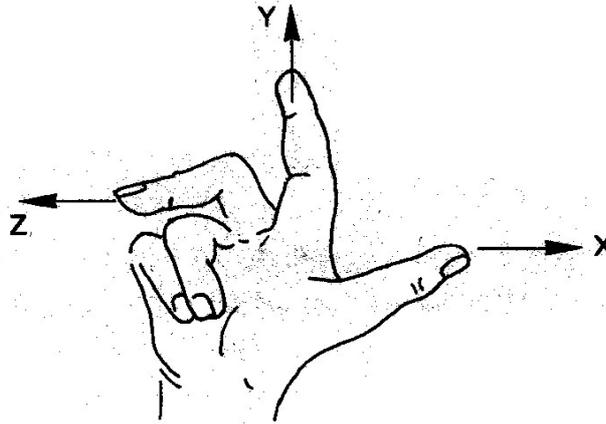
Ainsi, le signe (') (Prime) indique que c'est la table qui se déplace et non l'outil.

Par exemple, sur la fraiseuse de la fig.1 , les mouvements de l'outil sont :

- Z : mouvement vertical dans l'axe de la broche,
- Y : mouvement longitudinal de l'axe de la broche ; les mouvements de la table sont :
- X' : mouvement transversal de la table par rapport à l'axe de la broche.
- C' : mouvement auxiliaire de rotation par rapport à l'axe de la broche (plateau tournant).

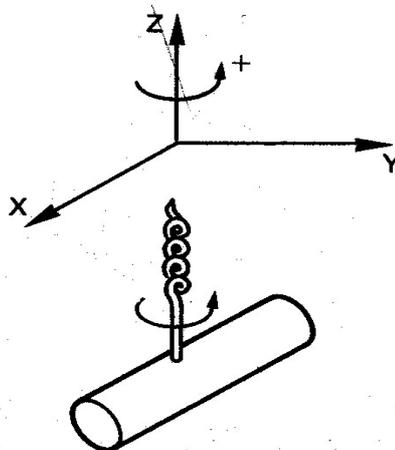


- Règle des trois doigts  
Placer *le majeur* sur l'axe de la broche, axe Z. orienter la main de façon à ce que *le pouce* soit situé sur l'axe X.
- Sur une fraiseuse, l'axe X est celui du plus grand déplacement par rapport à l'axe de la broche.
- Sur un tour, l'axe X est celui du déplacement radial.  
La main ainsi orientée, *l'index* indique l'axe Y.



- Orientation des axes.  
Sur l'axe Z, le sens positif est toujours celui qui accroît la cote par rapport à la table. L'orientation des axes X et Y dépend alors de la règle des trois doigts, l'index et le pouce indiquant le sens positif.
- 
- Sens de rotation de la broche.

Le sens de rotation de référence est le sens trigonométrique. On peut s'aider pour déterminer le sens positif (sens trigonométrique) de la règle du tire-bouchon (voir figure ci-dessous).



# ASSERVISSEMENT D'UN AXE

## PROBLEME A RESOUDRE

Contrôler à tout moment la vitesse d'avance et la position de "outil par rapport à la pièce et relier ces informations au mouvement Programmé.

## TECHNOLOGIE SUR MO TRADITIONNELLE

Sur les MO traditionnelles la connaissance de la position de l'outil par rapport à la pièce est obtenue par l'opérateur. Il dispose pour cela de ses yeux et des systèmes de contrôle classiques :

- tambours gradués équipés de vernier,
- lecteurs optiques.

Les données, ainsi recueillies, sont analysées par l'opérateur qui décide de l'interruption -ou de la poursuite -de l'usinage. De même, la vitesse d'avance est réglée -de manière fixe -par l'opérateur à l'aide d'une boîte de vitesse. La valeur de la vitesse d'avance est donnée par la gamme d'usinage.

## TECHNOLOGIE SUR MOCN

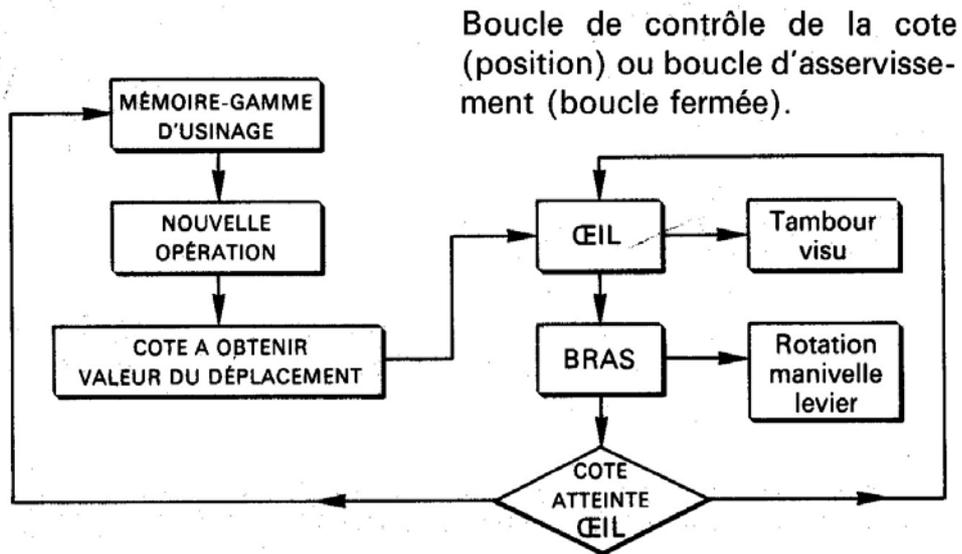
Sur les MOCN la connaissance de la position de l'outil par rapport à la pièce est obtenue par l'intermédiaire d'un capteur de position. Les informations recueillies sont analysées par le CNC et comparées aux informations contenues dans le programme d'usinage (cote à atteindre) .C'est le calculateur qui remplace l'analyse de l'opérateur, et qui décide-en fonction de la cote mesurée -de la poursuite ou

De l'interruption de l'usinage. De même, la vitesse d'avance est gérée par le CNC. Elle est fixe, et fait partie d'une donnée du programme d'usinage, en avance linéaire. Elle est variable, et calculée à tout instant en fonction de la position de l'outil par rapport à la pièce, en avance circulaire.

En outre, le CNC peut gérer une décélération de la vitesse d'avance à l'approche de la cote à atteindre -de manière à ne pas la dépasser (opération d'accostage).

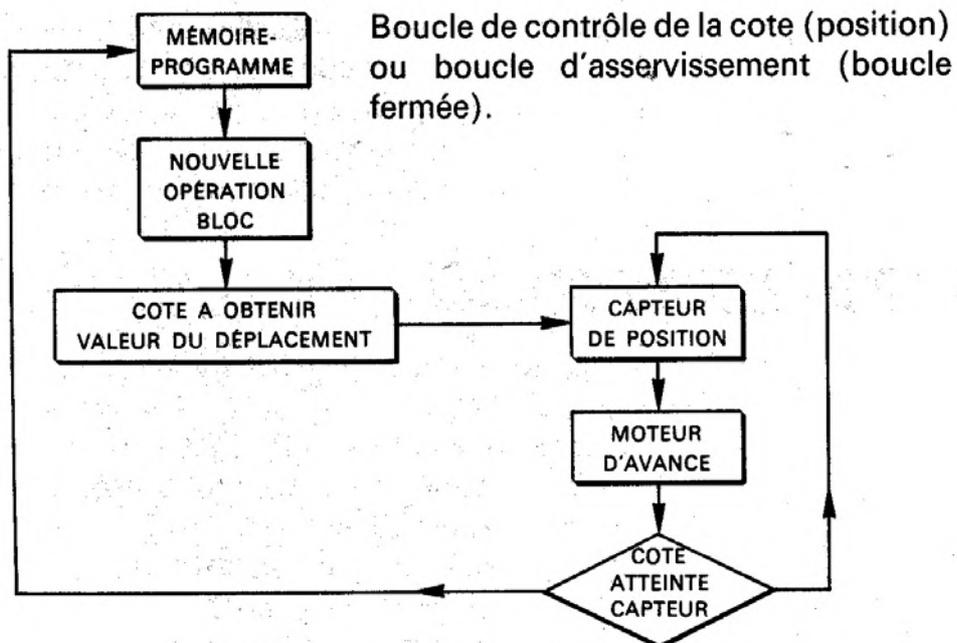
### CHEMINEMENT DE L'INFORMATION

#### SUR MO TRADITIONNELLE



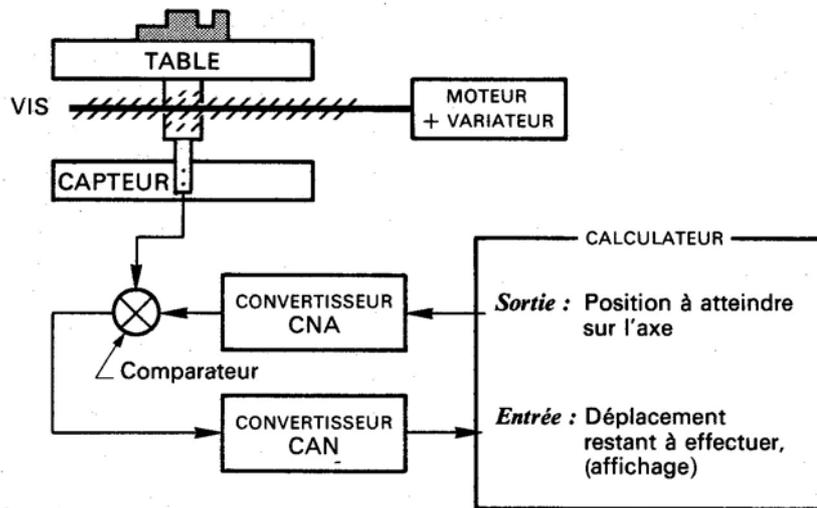
### CHEMINEMENT DE L'INFORMATION

#### SUR MOCN



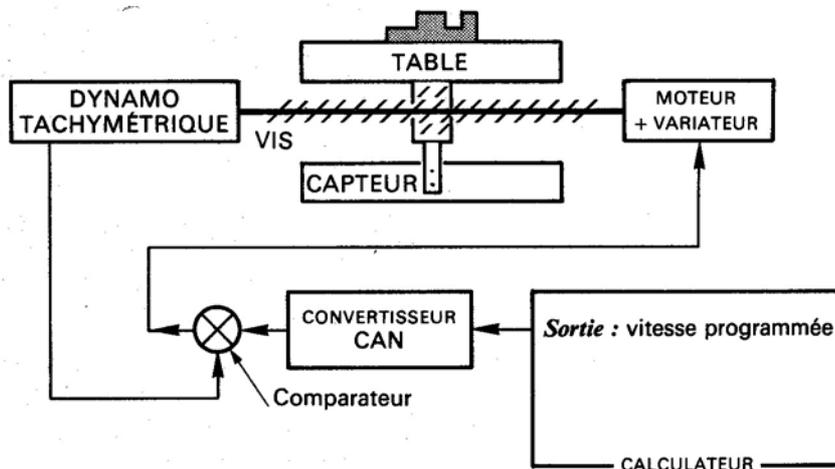
SYNOPTIQUE DES BOUCLES D'ASSERVISSEMENT

- BOUCLE DE POSITION (fermée)



Le calculateur envoie une information binaire (0-1) dans un convertisseur numérique analogique (CNA). Celui-ci transforme l'information en une tension variable de 0 à 10 V. Cette tension est acheminée vers un comparateur qui reçoit déjà une tension venant du capteur de position. Le comparateur analyse ces deux tensions et détermine un écart qui est envoyé dans un convertisseur analogique numérique (CAN). Celui-ci transforme la tension (valeur de l'écart) en une information binaire (0-1) qui entre dans le calculateur. Ce dernier affiche la valeur du déplacement restant à effectuer. Lorsque l'écart mesuré par le comparateur est nul, le calculateur lance un ordre d'arrêt au moteur d'avance: le déplacement s'arrête, la cote est obtenue.

- \* BOUCLE DE VITESSE (fermée)

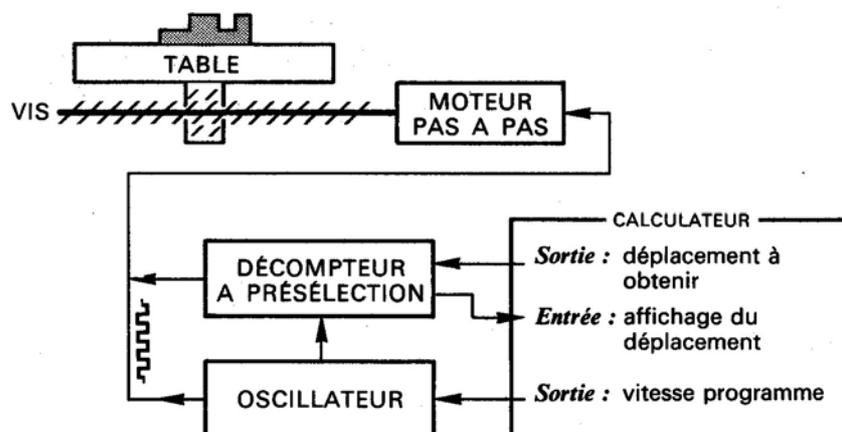


Le calculateur envoie, à un instant donné, une information binaire (0-1) dans un convertisseur numérique analogique (CNA). Celui-ci transforme l'information en une tension variable de 0 à 10 V. Cette tension est acheminée vers un comparateur qui reçoit déjà une tension venant de la dynamo tachymétrique montée sur la vis, ou sur l'arbre moteur. Le comparateur analyse ces deux tensions et achemine directement la différence de tension vers le variateur qui ajuste ainsi la vitesse du moteur. Lorsque les tensions venant du CNA et de la dynamo sont identiques, la vitesse de rotation de la vis correspond à la vitesse programmée. Notons que la comparaison des tensions est effectuée en permanence.

### SYNOPTIQUE DES BOUCLES D'ASSERVISSEMENT

#### \*BOUCLES OUVERTES

Sur certaines MOCN il n'est pas nécessaire de contrôler à tout instant la vitesse d'avance et la position de l'outil (par exemple les perceuses, les presse-plieuses), Pour ces machines, l'important est d'arriver à la position programmée, la solution technologique retenue utilise des moteurs pas à pas et une boucle d'asservissement ouvert, Le calculateur envoie une information binaire, correspondant au déplacement à obtenir, dans un décompteur à présélection qui est



Un élément électronique permettant de mémoriser cette valeur binaire. Le décompteur à présélection est relié à un générateur d'impulsions qui lui envoie une fréquence d'oscillation liée à la vitesse programmée. Les impulsions résultant de la fréquence d'oscillation sont décomptées de la valeur binaire conservée en mémoire. Tant que le décompte n'est pas achevé (valeur binaire égale à 0) l'oscillateur alimente, par l'intermédiaire du décompteur à présélection, le moteur pas à pas relié au système vis écrou. Lorsque le décompte est terminé le moteur pas à pas ne reçoit plus d'impulsion, il se bloque et le déplacement s'arrête: la position programmée est atteinte. Notons que la fréquence d'oscillation est proportionnelle à la vitesse programmée.

**\*Inconvénients du système**

- Possibilité de perte de pas lors du déplacement. En effet, si l'effort d'avance est trop important le moteur ne tourne plus, or le décomptage continue. Ce qui entraîne une erreur de position lorsque le décompte est terminé.
- Faible puissance due à la limitation des moteurs pas à pas.
- Faible vitesse d'avance (environ 2 m/min).

# CH : III

## CLASSIFICATION DES MOCN

GENERALITES :

L'usinage par enlèvement de matière se résume à la conduite d'un mobile (outil ou pièce) suivant un déplacement déterminé, par un ordre (humain ou numérique). Ce déplacement peut être linéaire, angulaire ou circulaire en fonction des possibilités d'asservissement des mouvements. C'est donc naturellement que l'on a classé les MOCN suivant le mode de déplacement des tables supports de pièce. Trois générations de MOCN ont été développées dans l'industrie :

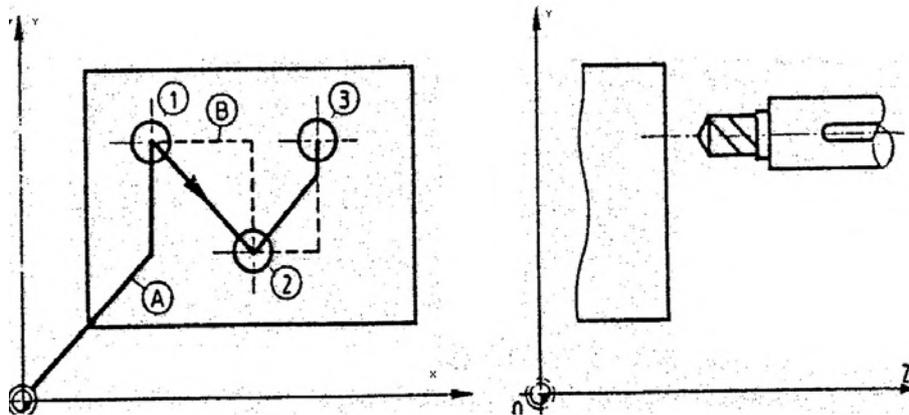
1. Machine à déplacement par positionnement
2. Machine à déplacement paraxial .point à point.

Ces deux types de machines ne nécessitent pas un moteur pour chaque axe, les déplacements se faisant soit successivement, soit combinés avec une commande unique et une vitesse unique.

3. Machine à déplacement continu (interpolations linéaire et circulaire).
- Sur ce type de machine il y a autant de moteurs que d'axes.

**1. Déplacement par positionnement point à point.**

Ce type de machine est caractérisée par l'absence d'usinage au cours des déplacements suivant les axes X et Y. On trouve des applications sur les pointeuses perceuses, poinçonneuses, aléseuses...



Plusieurs possibilités de déplacement s'offrent à l'opérateur pour positionner les perçages 1 2 3. Seule importe la position de l'outil par rapport à la pièce fin de déplacement.

### a) Déplacement suivant : A

Dans ce cas, un ordre de déplacement simultané sur les deux axes X et Y est donné, mais il n'y a aucune synchronisation entre les systèmes de commande de chacun d'eux ; la trajectoire

Suivie par l'outil se rapproche d'une droite de pente à 45.

### b) Déplacement suivant : B

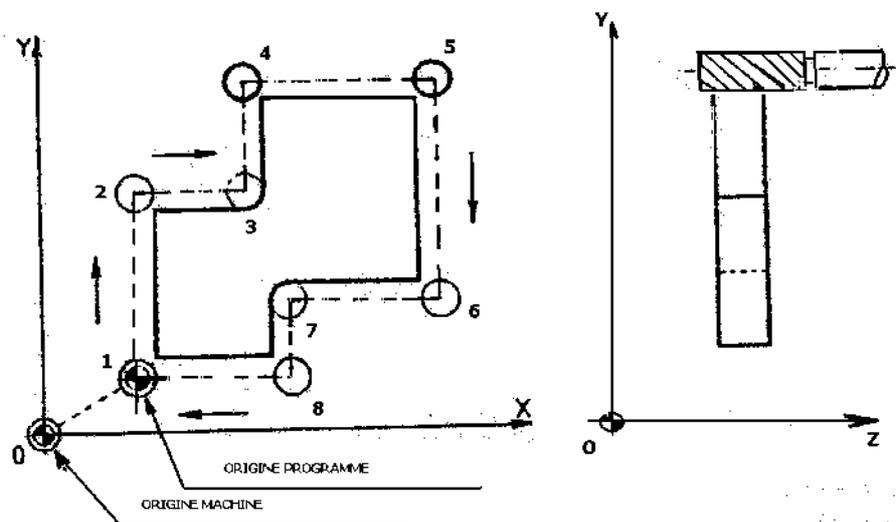
Dans ce cas, les déplacements se font successivement suivant des directions parallèles aux axes X et Y.

## 2. Déplacement par axial

**Ce type de machine permet ; en plus du positionnement point à point ,de des fraisages ou tournages précis à des vitesses imposées par la bande ,sans des trajectoires parallèles à chacun des axes de déplacement X, Y, Z (dressage) de faces ,cylindrage ,rainurage...).**

Cependant, un système de contrôle par axial ne permet pas d'effectuer un fraisage ou 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

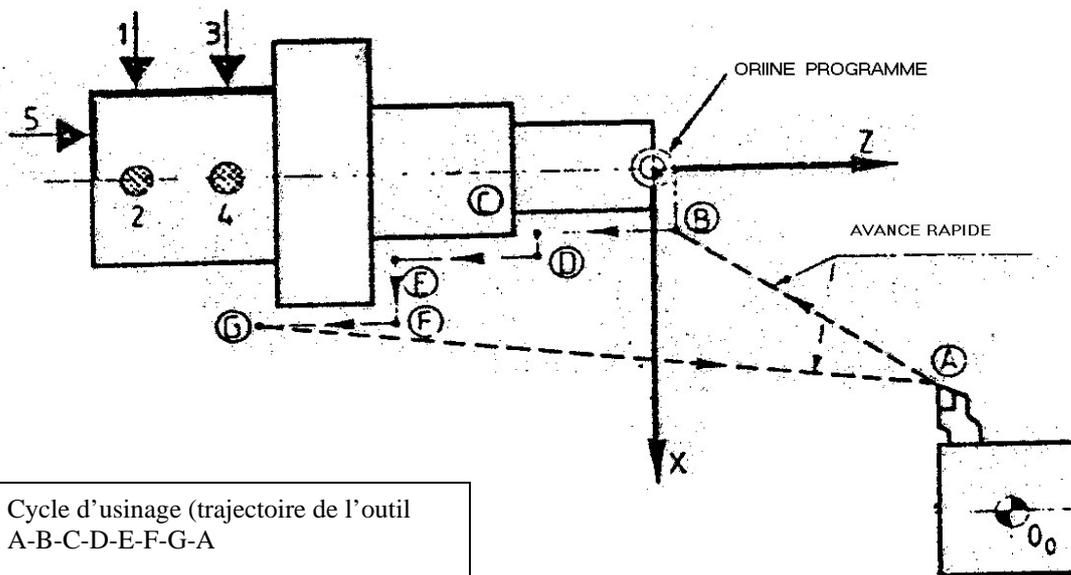
### a) Exemple de fraisage en par axial



Pour fraiser le contour de cette pièce, la fraise 2 tailles se déplacera suivant des trajectoires linéaires selon les coordonnées X Y Z.

Dans un premier temps, l'outil passe de la position 0 (origine machine) à la position 1 (origine de la programmation) généralement en avance rapide. Puis usine successivement les différentes faces et rayons suivant les trajectoires X et Y. De retour en 1, la fraise se positionne à nouveau en avance rapide à l'origine machine 0.

### b) Exemple de tournage paraxial



Cycle d'usinage (trajectoire de l'outil  
A-B-C-D-E-F-G-A

Pour réaliser cette pièce, l'outil se déplacera suivant des trajectoires linéaires selon les coordonnées X-Y.

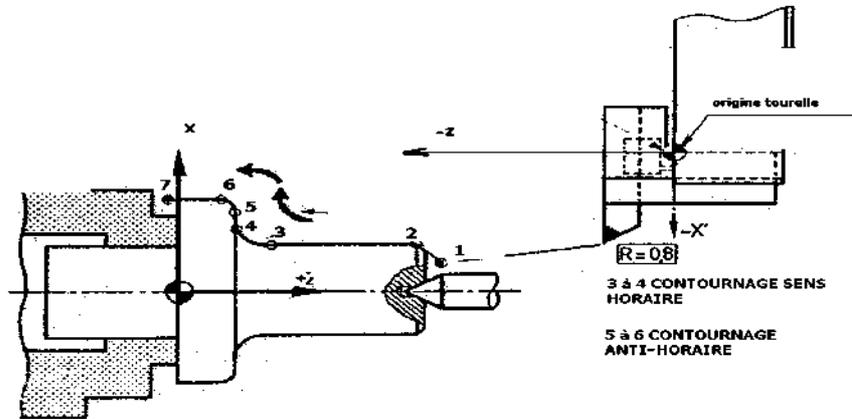
De même qu'en fraissage, les positionnements d'un ou des outils se font en avance rapide.

### 3. Déplacement continu (contournage)

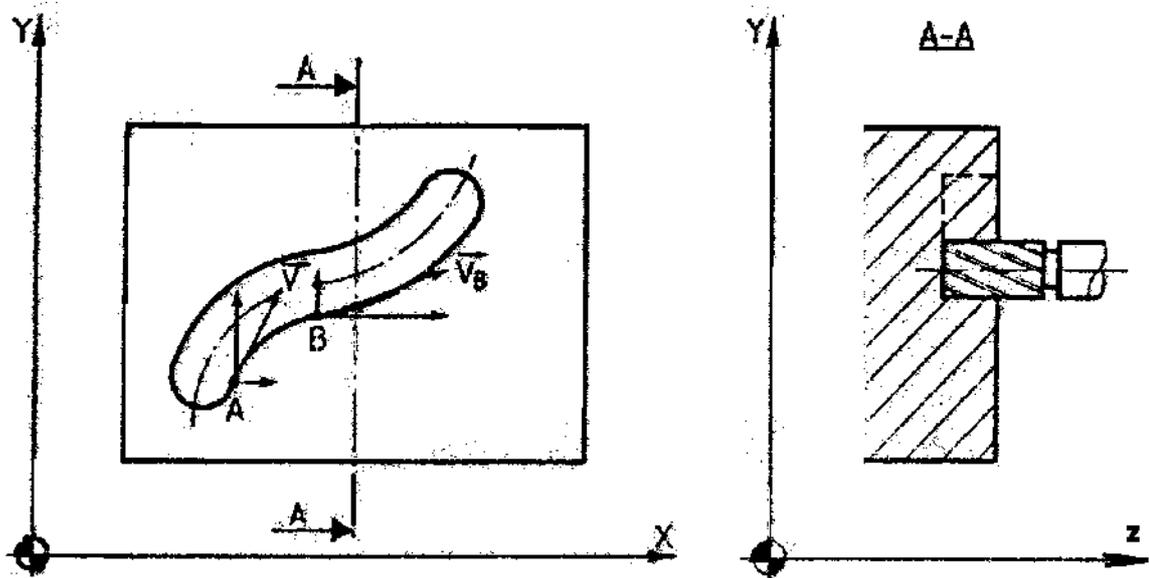
Dans le cas où les informations en X, Y, Z sont liées par une loi mathématique, le mouvement décrit une trajectoire qui n'est pas obligatoirement parallèle aux axes. Les déplacements pouvant être simultanés, le mode de fonctionnement est alors appelé contournage.

Pour assurer ces déplacements, nous ferons appel aux interpolations linéaire et circulaire.

Exemple de tournage continu



Exemple de fraisage continu



# **CH : IV**

# **LANGAGE DE PROGRAMMATION**

**GENERALITE :**

*Le langage de programmation permet de constituer, sous forme de texte (programme), les informations d'entrées dans la partie commande de la commande numérique.*

Le texte programme est écrit à l'aide de phrases blocs constituées de mots (mots), eux-mêmes constitués de caractères alpha-numériques qui sont :

-les lettres majuscules de l'alphabet de A à Z, soient 26 adresses ;

-les chiffres de 0 à 9 ;

les signes de ponctuation [ + ,%, (), / ,... .]

L'ensemble lettres et chiffres juxtaposés forme un mot.

EXEMPLE : X + 35750 représente un mot de 7 caractères.

**Langage utilisé en programmation**

**Format** : caractéristique des mots utilisés.

**Adresse** : lettre débutant un mot d'un langage machine, qui précise la fonction générale commander : G, X, Y, Z, F, S, T, M.

**Mot** : ensemble de caractères comportant une adresse suivie de chiffres  
Constituant une information.

Ex : X 10.850

**Bloc** : groupe de mots correspondant aux instructions relatives à une séquence d'usinage.

Ex : N30, G01, X29, Y50.5, F800

**Les Fonctions :**

Tous les mots d'un langage machine autres que ceux définissant les cotes, est nécessaires pour assurer le fonctionnement d'une machine-outil.

**G** – Fonctions préparatoires

**F** – Fonctions vitesse d'avance

**S** – Fonctions vitesse de broche

**T** – Fonctions outil

**M** – Fonctions auxiliaires (mouvement, sélection du sens, vitesse, arrosage, etc.).

**Fonctions préparatoires :**

fonctions définies par l'adresse *G* et préparant la logique à un type de calcul ou à une action déterminée.

**Ex : G00, G01, G02, G03, G04, etc.**

**Composition maximum d'un bloc :**

**N**- Numéro de bloc

**G**- Fonction préparatoire

**X**- Mouvement suivant l'axe X

**Y**- Mouvement suivant l'axe Y

**Z**- Mouvement suivant l'axe Z

**I**- Coordonnée de l'axe du rayon en X

**J**- coordonnée de l'axe du rayon en Y

**K**- Coordonnée de l'axe du rayon en Z

**F**- Valeur de l'avance en millimètres par minute

**S**- Vitesse de broche en tour par minute

**T**- Numéro de l'outil et du correcteur

**M**- Fonction auxiliaire

**Remarque :**

- Une fonction est dite modale lorsqu'elle reste active au-delà du bloc ou elle Est écrite. Elle est donc mémorisée jusqu'à révocation.
- Plusieurs fonctions **G** à **M** peuvent être écrites dans un bloc à condition qu'elles ne se révoquent pas mutuellement (voir fonctions).

# FONCTION DE POSITIONNEMENT

## G00

La commande **G00** déplace l'outil dans le système de pièce  
Jusqu'à la position spécifiée à l'aide d'une commande  
Incrémentielle ou absolue à une vitesse de transversal rapide.  
Dans la commande absolue, la valeur des coordonnées du point  
D'arrivée est programmée

### FORMAT

**G00 X, Y, Z;**  
X, Y, Z: Pour une commande absolue, les coordonnées  
D'une position final, et pour une commande  
incrémentielle

### EXPLICATION

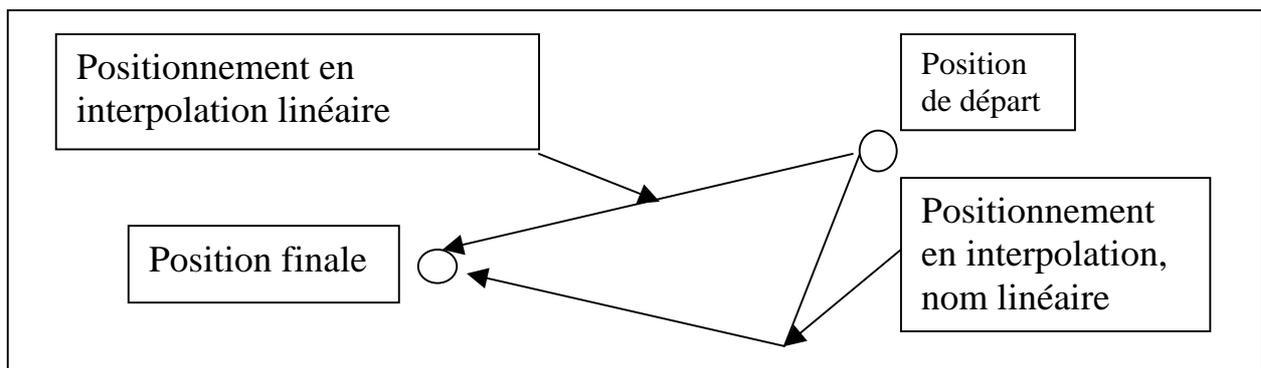
Une des trajectoires d'outil suivantes peut être sélectionnée

- Positionnement en interpolation linéaire

Le positionnement en transversal rapide est effectué  
Indépendamment sur chaque axe. La trajectoire de l'outil  
N'est pas une ligne droite.

- Positionnement en interpolation linéaire

La trajectoire de l'outil est la même qu'en interpolation  
Linéaire (G01).l'outil est positionné le plus rapidement  
Possible à une vitesse inférieure à la vitesse de déplacement  
De chaque axe.



### REMARQUE

La vitesse du transversal rapide ne peut pas être spécifiée par l'adresse F.  
Même si le positionnement en interpolation linéaire est spécifié.

# INTERPOLATION LINIEAIRE

## (G01)

L'outil se déplace suivant une ligne droite

### Format

```
G01 X'Y'Z- F;  
XYZ -: Pour une commande absolue, les coordonnées d'une  
position  
Finale, et pour une commande incrémentielle, la distance  
Parcourue par l'outil  
F-: Vitesse d'avance de l'outil
```

### Explications

Un outil se déplace le long d'une pièce jusqu' à la position spécifiée a la Vitesse d'avance spécifiée dans F

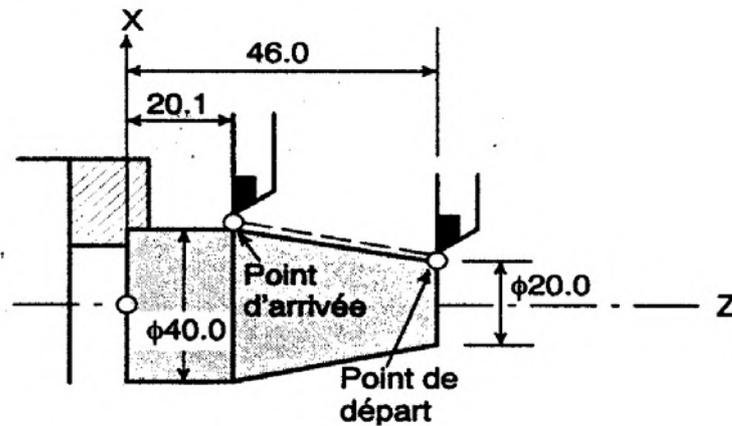
La vitesse des avances spécifiée dans F est efficace jusqu'à ce qu'une Nouvelle valeur soit spécifié .Il n'est pas nécessaire de programmer L'avance dans chaque bloc.

L'avance F programmée est mesurée le long de la trajectoire de l'outil. Si aucun valeur F n'est pas programmé, l'avance est considérée comme Étant 0

L'avance suivant chaque axe est calculée indiqué ci dessous.

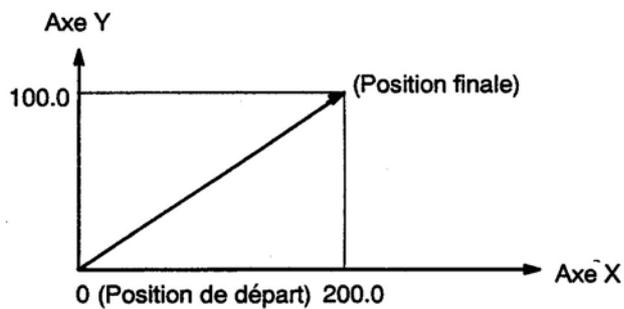
EXEMPLE : interpolation linéaire  
(Tournage)

< Programmation du diamètre >  
 G01X40.0Z20.1F20 ; (commande absolue)  
 ou  
 G01U20.0W-25.9F20 ; (commande relative)



EXEMPLE : interpolation linéaire  
(Fraisage)

(G91) G01X200.0Y100.0F200.0 ;



# INTERPOLATION CIRCULAIRE (G02 / G03)

## Format

Arc dans le plan XpYp	
G17	$\left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} Xp\_Yp\_ \left\{ \begin{array}{l} I\_J\_ \\ R\_ \end{array} \right\} F\_$
Arc dans le plan ZpXp	
G18	$\left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} Xp\_Zp\_ \left\{ \begin{array}{l} I\_K\_ \\ R\_ \end{array} \right\} F\_$
Arc dans le plan YpZp	
G19	$\left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} Yp\_Zp\_ \left\{ \begin{array}{l} J\_K\_ \\ R\_ \end{array} \right\} F\_$

## EXPLICATION

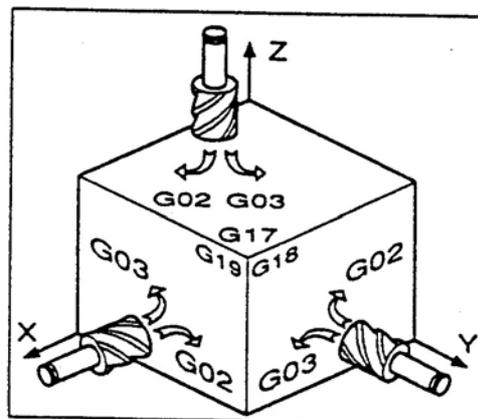
L'interpolation circulaire permet de contrôler à chaque instant la position de l'outil pendant l'usinage des arcs de cercles quelconques en général uniquement dans le plan.

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 nécessaires.

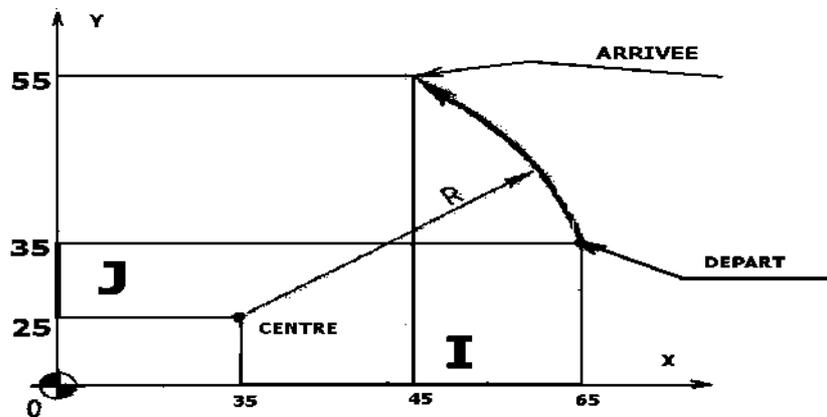
Trois paramètres (i), (j) ou (k) sont placés à la suite des ordres de mouvements X, Y, ou Z, lors de l'interpolation.

L'interpolation pourra avoir lieu :

- dans le plan XY ---- les paramètres seront et (i) et (j)
- dans le plan YZ ---- les paramètres seront et (j) et (k)
- dans le plan XZ ---- les paramètres seront et (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.



#### PRINCIPE DE LA PROJECTION DE L'ARC DE CERCLE

(i) et (j) sont les composantes scalaires du vecteur ayant pour origine le centre du cercle et pour extrémité le point de départ de l'usinage.

Soit, en valeurs relatives :

$$(i) = 30 \text{ m}$$

$$(j) = 10$$

Pour réaliser le congé puis le rayon en tournage ou fraiser la rainure, la machine communique aux chariots de la MOCN les ordres de déplacement sous forme de composantes d'un vecteur vitesse, qui permet d'atteindre le point suivant.

La courbe élémentaire décrite par les chariots est donc un segment de droite. Ainsi, lorsque l'on voudra suivre un contour quelconque, on le décomposera en segments élémentaires appelés incréments (plus petit accroissement possible d'une grandeur donnée). De leur nombre dépendra la précision avec laquelle on veut réaliser l'usinage.

Ce découpage de la courbe en segments s'appelle INTERPOLATION.

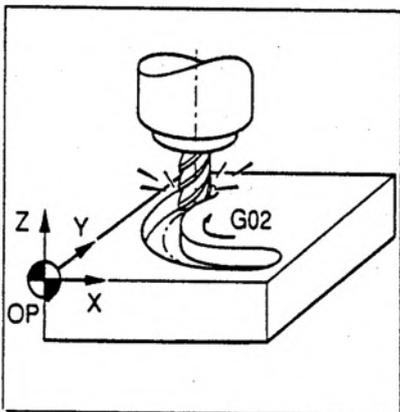
Certaines machines sont équipées de ces deux interpolateurs linéaire et circulaire.

Elles font partie des machines évoluées.

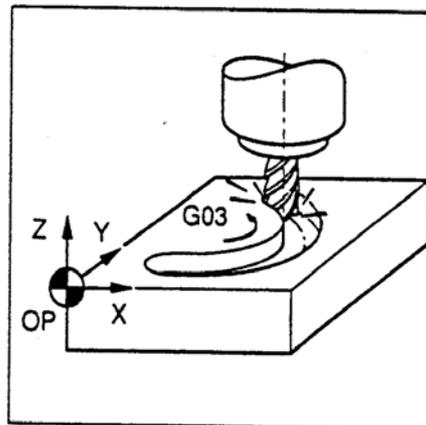
Le sens de l'usinage sera programmé par la fonction :

EXEMPLE DE FRAISAGE

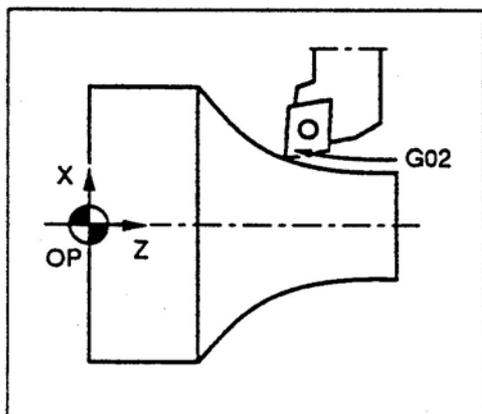
**G02** interpolation circulaire sens  
Horaire à vitesse d'avance  
Programmée



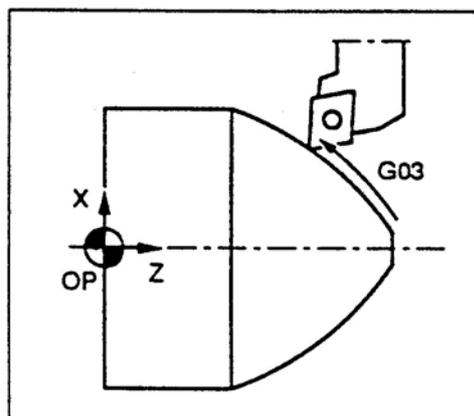
**G03** interpolation circulaire sens  
antihoraire à vitesse d'avance  
programmée

EXEMPLE DE TOURNAGE

**G02** interpolation circulaire sens  
Horaire à vitesse d'avance  
Programmée



**G03** interpolation circulaire sens  
antihoraire à vitesse  
programmée

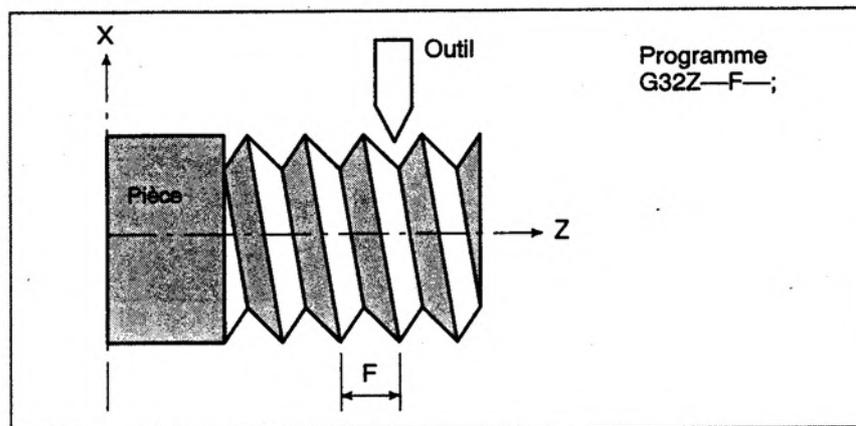


# FILETAGE DROIT A PAS CONSTANT

## G32

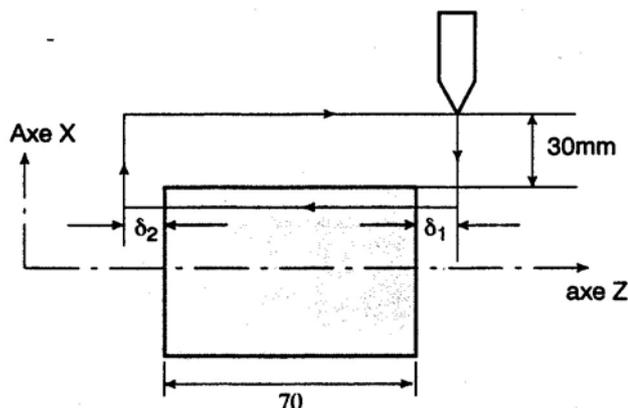
Le filetage droit a pas constant peuvent être usinés à l'aide d'une Commande G32.

La vitesse de la broche est lue par le codeur de position sur la broche en Temps réel et convertis en vitesse d'avance d'usinage en mode avance par Minute utilisée pour déplacer l'outil.



### Explications

En général, le filetage est répété le long de la même trajectoire d'outil de l'ébauchage à la finition d'une vis. Le filetage démarre lorsque le codeur De position montée émet un signal tour, le filetage démarre sur un point Fixe et la trajectoire de l'outil sur la pièce reste inchangée pour les filetages Répétés. Remarquez que la vitesse de la broche doit rester constante de l'ébauchage à la finition. Sinon, un filetage incorrect sera obtenu.



Les valeurs suivantes sont utilisées en Programmation:

Pas de filetage: 4 mm

$\delta 1 = 3\text{mm}$

$\delta 2 = 1.5\text{mm}$

Profondeur d'usinage: 1 mm (double usinage)

(Entrée métrique, programmation du diamètre)

**GOO U-62.0;**

**Z G32 W-74.5 F4.0;**

**GOO U62.0;**

**W74.5 ;**

**U-64.0 ;**

**(Pour le deuxième usinage, usinez 1 mm**

**Supplémentaire)**

**G32 W-74.5 ;**

**GOO U64.0 ;**

**W74.5;**

.

#### RMARQUE

.1. La correction de la vitesse d'avance est activée {fixée sur 100 %} au cours du filetage.

2. Il est très dangereux d'arrêter l'avance de l'outil à fileter sans arrêter la broche. Cela

Augmentera brutalement la profondeur d'usinage. Ainsi, la fonction de suspension de l'avance. Est désactivée lors du filetage. Lorsque le bouton de suspension de l'avance est enfoncé Pendant le filetage, l'outil s'arrête après un bloc ne spécifiant pas de filetage comme si le bouton , BLOC À BLOC était enfoncé. Néanmoins, le témoin de suspension de l'avance {témoin SLP)

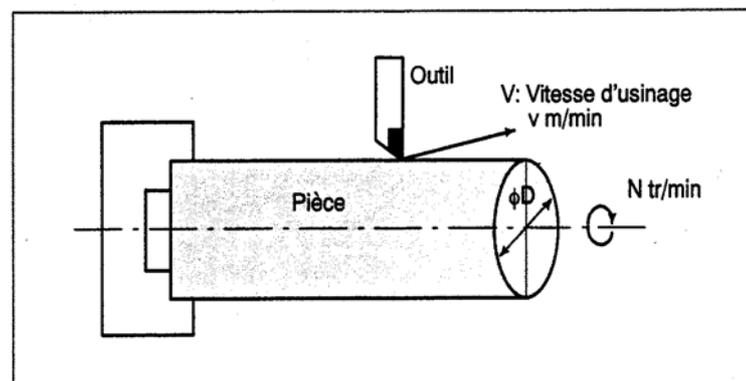
.S'allume lorsque le bouton SUSPENSION DE L'AVANCE du pupitre de commande de la machine est enfoncé. Ensuite, lorsque l'outil s'arrête, le témoin s'éteint (état d'arrêt du bloc à bloc).

# FONCTION DE VITESSE DE LA BROCHE

## S

La vitesse de l'outil conformément à la pièce lorsque la pièce est usinée est appelée vitesse d'usinage.

Comme pour la CNC, la vitesse d'usinage peut être spécifiée par la vitesse de la broche en tours/minute.



### EXEPL

(Quand une pièce de 200 mm de diamètre doit être usinée à une vitesse d'usinage de 300 m/min).

La vitesse de la broche est d'environ 478 tr/min, obtenue à partir de  $N=1000v/3\phi D$ . Cela requiert donc la commande suivante:

S 478 ;

Les commandes associées à la vitesse de la broche sont appelées fonction vitesse de broche.

La vitesse d'usinage  $v$  (m/min) peut aussi être directement spécifiée par la valeur de la vitesse. Même lorsque le diamètre de la pièce est modifié, la CNC change la vitesse de la broche de façon à ce que la vitesse d'usinage reste constante.

Cette fonction s'appelle fonction contrôle de la vitesse de coupe constante

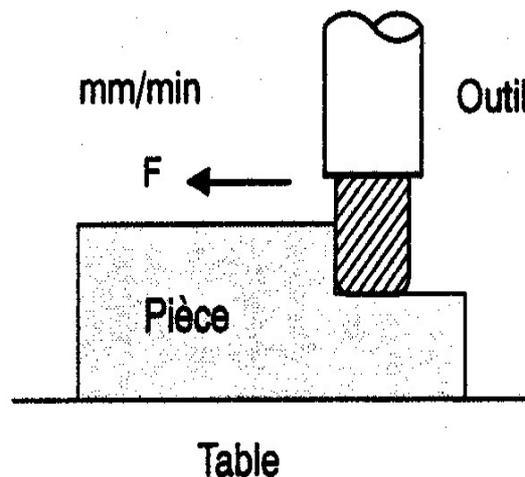
## Fonction d'avance

# F

Le mouvement de l'outil à une vitesse spécifiée pour l'usinage d'une Pièce est appelé avance.

Les vitesses d'avance peuvent être spécifiées à l'aide de chiffres réels. Par Exemple pour déplacer l'outil à une avance de 150 mm/mn il faut Programmer ce qui suit: **F150.0**.

La fonction qui permet de définir l'avance est appelée fonction avance



Les avances dans les blocs d'interpolation linéaire (G01), dans les blocs AVANCE DE COUPE d'interpolation circulaire (G02, G03), etc. sont commandées par des nombres avec le code F.

### FONCTION D'AVANCE EN FRAISAGE

#### Avance par minute (G94)

Programmer avec le code F la valeur de l'avance par minute de l'outil  
Après avoir spécifié G94 la valeur de l'avance de l'outil par minute doit être spécifier par le code F. G94 est un code modal. une fois spécifié il reste actif jusqu'à ce qu'un code G95 (avance par tour) soit programmé.

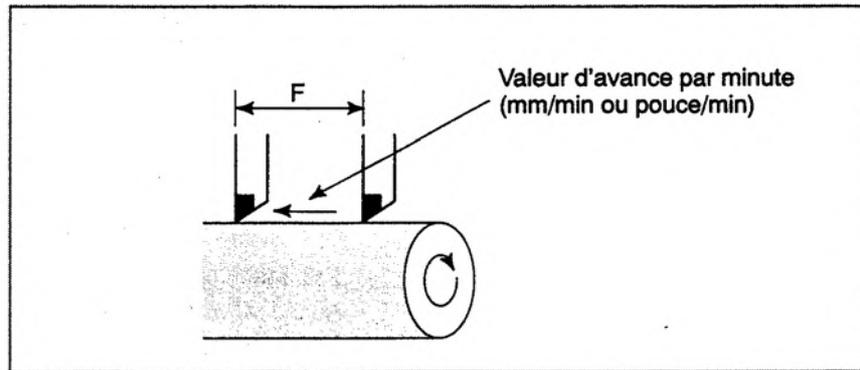
#### Avance par tour (G95).

Programmer avec le code F la valeur de l'avance de l'outil par tour de broche  
Après avoir spécifié G95 la valeur de l'avance de l'outil par tour de broche doit être Spécifier par le code F. G95 est un code modal. une fois spécifié il reste actif jusqu'à ce qu'un code G94 (avance par minute) soit programmé.

## FONCTION D'AVANCE EN TOURNAGE

### \* Avance par minute (G98)

Après F, spécifiez la valeur d'avance de l'outil par minute.

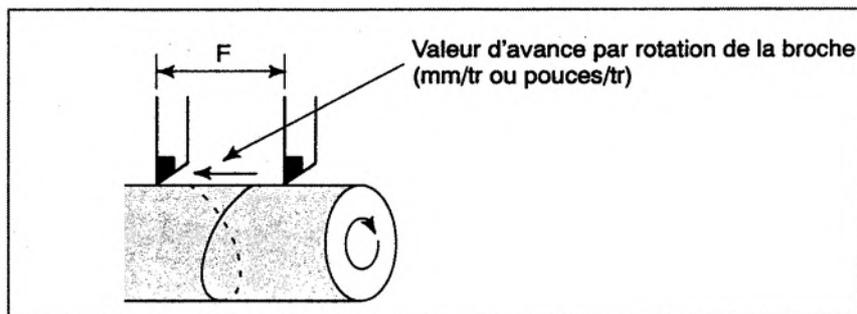


Après avoir spécifié G98, la valeur d'avance de l'outil par minute doit être spécifiée par le réglage d'un numéro après F. G98 est une référence modale. Une fois que G98 est spécifiée, elle est activée jusqu'à ce que G99 (avance par tour) soit spécifiée.

Lors de la mise sous tension, (par défaut)

### Avance par tour (G99)

Après F, spécifiez la valeur d'avance de l'outil par rotation de la broche.

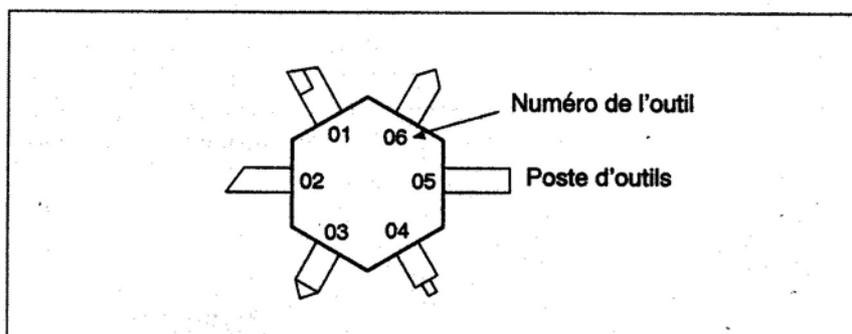


Après avoir spécifié G99, la valeur d'avance de l'outil par minute doit être spécifiée par le réglage d'un numéro après F. G99 est une référence modale. Une fois que G99 est spécifiée, elle est activée jusqu'à ce que G98 (avance par minute) soit spécifiée.

## SELECTION DE L'Outil POUR DIFFERENTS USINAGE

# T

Lorsque des perçages, des taraudages, des alésages, des fraisages et autres Opérations d'usinage doivent être effectuées, il est nécessaire de Sélectionner un outil adéquat. Lorsqu'un numéro est attribué à chaque Outil et que le numéro est spécifié dans le programme, l'outil Correspondant est sélectionné.



<Emplacement (n° 01) désigné pour un outil de dégrossissage>

Quand l'outil est mémorisé à l'emplacement 01 du poste d'outil, vous Pouvez le sélectionner en spécifiant T0101. (en tournage) ou T01M06 (en fraisage)

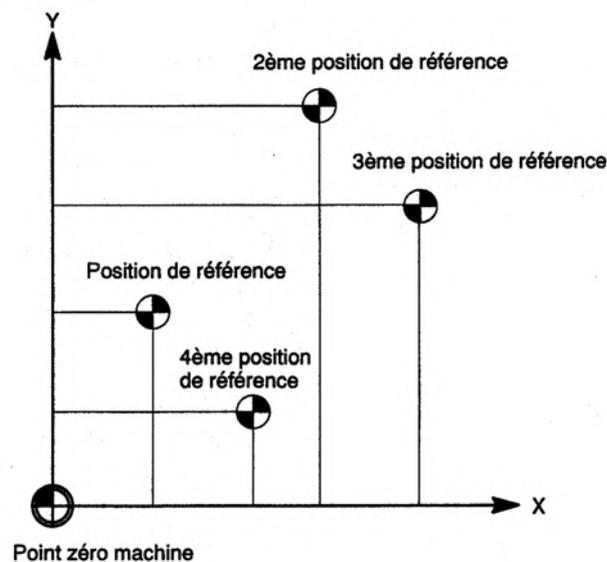
Cette fonction porte le nom de fonction outil.

# RETOUR A LA POSITION DE REFERENCE

## G28

La position de référence est une position fixe sur une machine-outil jusqu'à laquelle l'outil est déplacé à l'aide de la fonction retour à la position de référence.

Par exemple, la position de référence est utilisée comme point de changement d'outil. Un maximum de 4 position de référence peut être spécifiée en définissant les coordonnées correspondante dans le système de coordonnées machine.



### Format

**G28(X, Y, Z) ; retour à la position de référence**  
**G30 P2 (X,Y,Z) ; retour à la seconde position de référence**  
**G30 P3 (X,Y,Z) ; retour à la 3ème position de référence**  
**G30 P4 (X,Y,Z) ; retour à la 4ème position de référence**

EXPLICATION

Les positionnements à une position intermédiaire ou à la position de référence sont effectués à l'avance de transversal rapide sur chaque axe. Par conséquent, par sécurité, la compensation de rayon de fraise et la compensation de longueur doivent être annulé avant d'exécuter cette commande.

Exemple

N1 G28 X40.0; position intermédiaire (X40.0).

N2 G28 Y60.0; position intermédiaire (X40.0, Y60.0).

• Retour à la 2ème 3ème et 4ème position de référence (G30)

Dans le système sans codeur de position absolue, les fonction de retour à la seconde, la troisième, et à la quatrième position de référence il peuvent être utilisées qu'après avoir effectuer un retour manuelle à la position de référence ou un retour en G28

La commande G30 est généralement utilisée lorsque la position de changement d'outil est différente de la position de référence.

Retour à partir de la position de référence (G29)

En général, cette commande est utilisée immédiatement à la suite d'une commande G28 ou G30. En mode de programmation relative, les valeurs commandées sont des valeurs relatives à partir du point intermédiaire. Les positionnements à la position intermédiaire ou à la position de référence sont effectués à l'avance du transversal rapide sur chaque axe.

.

Contrôle de retour à la position de référence (G27)

La vérification du retour à la position de référence (G27) et la fonction qui permet de contrôler que l'outil est bien retourné à la position de la référence spécifie dans le programme. Si le retour à cette position s'est bien effectué suivant l'axe spécifie, la lampe de l'axe concerné s'allume.

# FONCTION DE LA TEMPORISATION

## (G04)

### Format

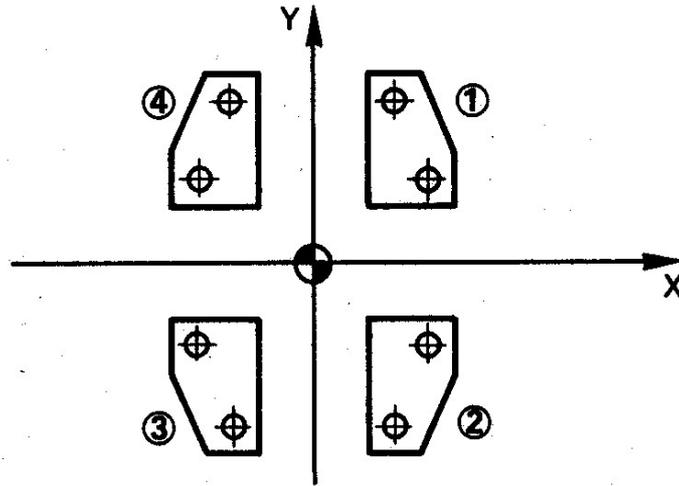
Temporisation G04 X- ; ou G04 P- ;  
X : spécifié un temps (point décimal autorisé)  
P : spécifie un temps (point décimal non autorisé)

### Explications

En spécifiant une temporisation, l'exécution du bloc suivant est retarder du temps spécifié. De plus, une temporisation peut être spécifiée pour faire des vérifications précises dans le mode D'usinage (G64).

# IMAGE MIROIR PROGRAMMABLE

## G51/G50



Utilisée pour réaliser des pièces présentant des symétries importantes. Par exemple, à partir de la moitié, ou du quart d'une pièce, il est possible de réaliser l'autre moitié, ou les autres quarts, par symétrie par rapport aux axes de programmation.

**G51** Fonction préparatoire miroir.

**G50** Annulation de la fonction miroir.

.Le programme stabilisé d'une pièce (ou d'une moitié, ou d'un quart),  
.Appel de la fonction miroir, avec changement des signes de X et de y,

Il est possible à partir du programme stabilisé de la pièce (1) d'en obtenir trois autres **identiques** en appelant plusieurs fois la fonction miroir.

Pour obtenir la pièce (2) à partir de la (1), il faut rappeler le programme (1) en changeant le Signe des Y.

exemple

```
% 2
N5      }
N...   } Programme pièce ①
N100  }
N110 G51 Y → Changement du signe de Y.
N120 /5; 100 → Nouveau programme pour pièce ②, de N5 à N100 avec Y changé.
N...
Pour obtenir ③ à partir de ①,
N... G51 XY
Pour obtenir ④ à partir de ①,
N... G51 X
```

**Remarque importante :**

Lors d'une interpolation circulaire le sens de rotation de la courbe est changé automatiquement.

G02 devient G03  
G03 devient G02

Remarque importante :

L'utilisation d'une image miroir avec un des axes d'un plan déterminé change les commandes ci-dessous comme suit :

Commande	Explication
Commande circulaire	G02 et G03 sont échangés
Compensation de rayon	G41 et G42 sont échangés
Rotation des coordonnées	SH et SAH (Rotation des sens) sont échangés

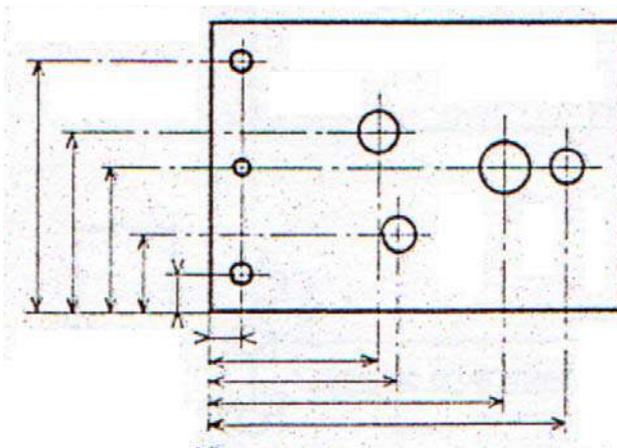
# PROGRAMMATION ABSOLU ET PROGRAMMATION RELATIVE G90/G91

Il existe deux types de commandes de déplacements de l'outil : les commandes absolues et les commandes incrémentielles (relatives). Dans une commande absolue, les valeurs des coordonnées de la position d'arrivée sont programmées, alors que dans une commande incrémentielle, c'est le déplacement de la position elle-même qui est programmé. G90 (programmation absolue) et G91 (programmation relative) sont utilisés pour sélectionner le mode absolu et relatif respectivement.

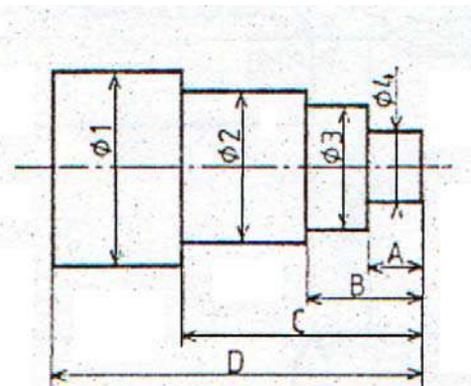
*Pour assurer l'usinage d'une pièce sur machine-outil commandée numériquement, le programmeur peut recevoir le dessin de produit fini coté suivant deux modes.*

## Cotations absolues / G90

Pièce prismatique



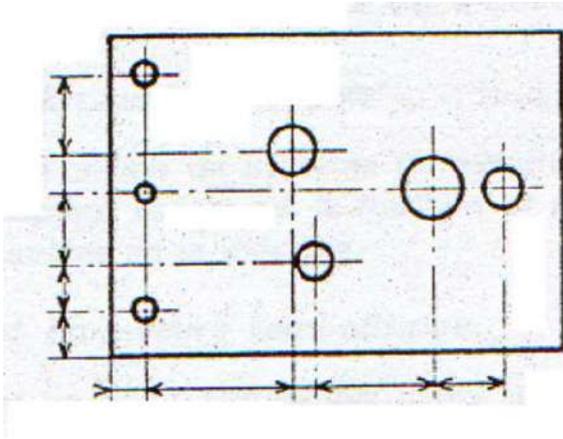
Pièce de révolution



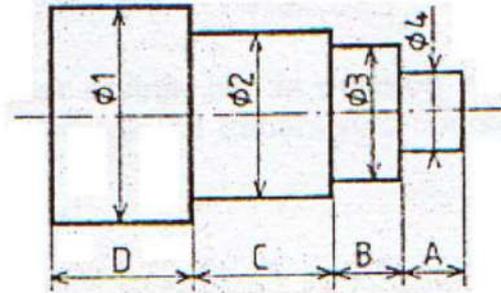
Nous remarquons que les coordonnées sont données par rapport à une origine fixe.

### Citations relative /G91

Pièce prismatique



Pièce de révolution

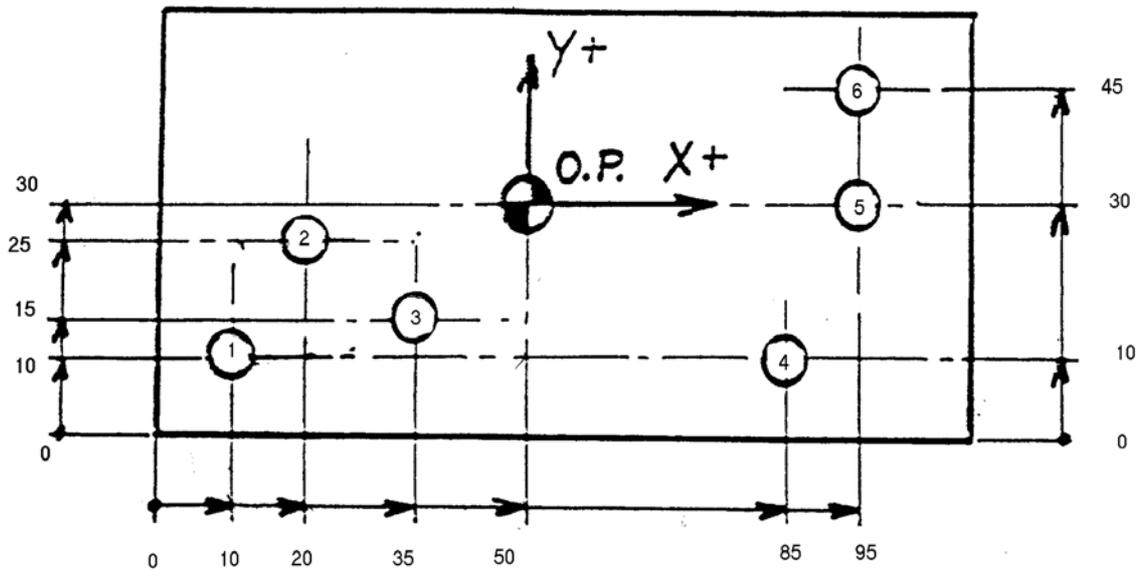


Nous remarquons que les coordonnées sont données par rapport au point précédent. La cotation se fait par empilage.

**EXERCICE :**

**MODE DE COTATION EN FRAISAGE**

A REMPLIRE PAR LE STAGIAIRE (travail individuel)

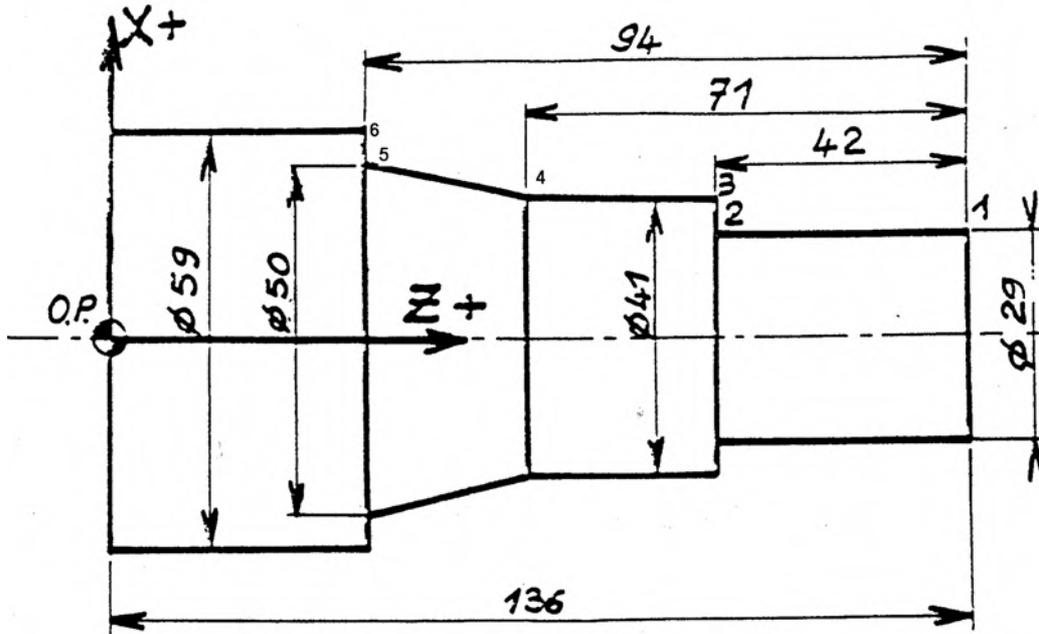


POINTS	PROGRAMMATION ABSOLUE		PROGRAMMATION RELATIVE	
1	X=	Y=	X=	Y=
2	X=	Y=	X=	Y=
3	X=	Y=	X=	Y=
4	X=	Y=	X=	Y=
5	X=	Y=	X=	Y=
6	X=	Y=	X=	Y=
7	X=	Y=	X=	Y=
8	X=	Y=	X=	Y=
9	X=	Y=	X=	Y=

**EXERCICE :**

**MODE DE COTATION EN TOURNAGE**

A REMPLIRE PAR LE STAGIAIRE (travail individuel)



POINTS	PROGRAMMATION ABSOLUE		PROGRAMMATION RELATIVE	
1	X=	Y=	X=	Y=
2	X=	Y=	X=	Y=
3	X=	Y=	X=	Y=
4	X=	Y=	X=	Y=
5	X=	Y=	X=	Y=
6	X=	Y=	X=	Y=
7	X=	Y=	X=	Y=
8	X=	Y=	X=	Y=
9	X=	Y=	X=	Y=

LES PRINCIPALES

CODES **G** ET **M**

SOUTENUS PAR LA GAMMES DES CENTRES

CINCINNATI MILACRON

( Format fanuc)

# LES CODE G (tournage)

LES PRINCIPALES CODES *G* SOUTENUS PAR LA GAMMES DES CENTRES DE TOURNAGE

CINCINNATI MILACRON

LES CODES *G* DU GROUPE *00* A L'EXEPTION DE *G10* ET *G11* SONT DES CODES *G* NON-MODAUX

CODE G	GROUPE	FONCTION
<i>G00</i>	<b>01</b>	POSITIONNEMENT (déplacement en rapide)
<i>G01</i>		INTERPOLATION LINEAIRE (avance de coupe)
<i>G02</i>		INTERPOLATION CIRCULAIRE/hélicoïdale SH
<i>G03</i>		INTERPOLATION CIRCULAIRE/hélicoïdale SAH
<i>G04</i>	<b>00</b>	TEMPORISATION
<i>G05</i>		COUPE DE CYCLE A VITESSE ELEVE
<i>G10</i>		ENTREE DE DONNEES PROGRAMMABLES
<i>G11</i>		ANNULATION D'ENTRÉE DE DONNEES PROGRAMMABLE
<i>G17</i>	<b>16</b>	SELECTION DE PLAN X Y
<i>G18</i>		SELECTION DE PLAN Z X
<i>G19</i>		SELECTION DE PLAN Y Z
<i>G20</i>	<b>06</b>	ENTREE EN MODE POUSSE
<i>G21</i>		ENTREE EN MODE METRIQUE
<i>G27</i>	<b>00</b>	VERIFICATION DU RETOURE AU POINT DE REFERENCE
<i>G28</i>		RETOURE AU POINT DE REFERENCE
<i>G30</i>		RETOURE DE 2 <sup>ème</sup> , 3 <sup>ème</sup> ET 4 <sup>ème</sup> positon de référence
<i>G31</i>		FONCTION SAUT

<b>CODE G</b>	<b>GROUPE</b>	<b>FONCTION</b>
G32		COUPE DE FILETAGE
G34	01	COUPE DE FILETAGE N'A PAS VARIABLE
G36	00	COMPENSATION AUTOMATIQUE X D'Outil
G37		COMPENSATION AUTOMATIQUE Z D'Outil
G40		ANNULATION COMPENSATION DE RAYON DE POINTE D'Outil
G41	07	COMPENSATION GAUCHE DE RAYON DE POINTE D'Outil
G42		COMPENSATION DROITE DE RAYON DE POINTE D'Outil
G50		REGLAGE DE SYST DE COORD OU DE VITESSE MAX DE BROCHE
G52	00	REGLAGE DE SYST DE COORDONNEES LOCALES
G53		COMMANDE DE SYSTEME DE COORDONNEES DE MACHINE
G54		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 1
G55	14	SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 2
G56		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 3
G57		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 4
G58		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 5
G59		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 6
G70		CYCLE DE FINITION
G71		ENLEVEMENT DE COUPAUX LORS DE TOURNAGE
G72		ENLEVEMENT DE COUPAUX LORS DE Surfaçage
G73	00	REPITITION DE FORMAT
G74		Perçage AVAC DEBOURRAGES DE FACE EN BOUT
G75		Perçage DE DIAMETRE EXTERIERE/INTERIEURE
G76		CYCLE DE FILETGE MULTIPLE
G80		ANNULATION DE CYCLE PREPROGRAME POUR LE Perçage
G83		CYCLE POUR Perçage DE FACE
G84		CYCLE POUR TARAUDAGE DE FACE
G86	10	CYCLE POUR ALESAGE DE FACE
G87		CYCLE POUR PERÇAGE LATERAÉ
G88		CYCLE POUR TARAUDAGE LATERAÉ
G89		CYCLE POUR ALESAGE LATERAÉ
G90		CYCLE DE COUPE DE DIAMETRE EXTERIERE/INTERIEURE
G92	01	CYCLE DE COUPE DE FILETAGE
G94		CYCLE DE TOURNAGE DE FAC A EN BOUT
G96	02	COMMANDE DE VITESSE DE COUPE CONSTANTE
G97		ANNULATION DE COMMANDE DE VITESSE DE COUPE CONSTANTE
G98		AVANCE PAR MINUT
G99	05	AVANCE PAR TOURE

# LES CODE G (centre d'usinage)

LES PRINCIPALES CODES G SOUTENUS PAR LA GAMMES DES CENTRES  
D'USINAGE  
CINCINNATI MILACRON

CODE G	GROUPE	FONCTION
G00		POSITIONNEMENT (déplacement en rapide)
G01	01	INTERPOLATION LINEAIRE (avance de coupe)
G02		INTERPOLATION CIRCULAIRE/hélicoïdale SH
G03		INTERPOLATION CIRCULAIRE/hélicoïdale SAH
G04		TEMPORISATION ou ARRET EXAT
G09	00	ARRET EXAT
G17		SELECTION DE PLAN X Y
G18	02	SELECTION DE PLAN Z X
G19		SELECTION DE PLAN Y Z
G20		ENTREE EN MODE POUSSE
G21	06	ENTREE EN MODE METRIQUE
G27		VERIFICATION DE RETOURE AU POINT DE REFERENCE
G28	00	RETOURE AU POINT DE REFERENCE
G29		RETOUR DU POINT DE REFERENCE
G30		RETOURE DU 2ème, POINT DE REFERENCE
G31		FONCTION SAUT
G33	01	FILETAGE
G37	00	MESURE AUTOMATIQUE DE LA LONGUEUR D'OUTIL
G39	00	INTERPOLATION CIRCULAIRE DE CORRECTION D'arrondi d'angle

<b>CODE G</b>	<b>GROUPE</b>	<b>FONCTION</b>
G40	07	ANNULATION DE COMPENSATION D'OUTIL
G41		COMPENSATION D'OUTIL A GAUCHE
G42		COMPENSATION D'OUTIL A DROITE
G43	08	COMPENSATION DE LONGUEUR D'OUTIL DANS LE SENS +
G44		COMPENSATION DE LONGUEUR D'OUTIL DANS LE SENS -
G49	08	ANNULATION DE COMPENSATION DE LONGUEUR D'OUTIL
G52	00	REGLAGE DE SYST DE COORDONNEES LOCALES
G53	014	COMMANDE DE SYSTEME DE COORDONNEES DE MACHINE
G54		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 1
G55		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 2
G56		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 3
G57		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 4
G58		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 5
G59		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 6
G73	09	CYCLE DE PERÇAGE AVEC DEBOURAGE
G74		CYCLE DE CONTRE- TARAUDAGE
G76		ALESAGE FIN
G80		ANNULATION DE CYCLE PREPROGRAMME
G81		CYCLE DE PERÇAGE, ALESAGE AU CENTRE
G82		CYCLE DE PERÇAGE, CONTRE -ALESAGE
G83		CYCLE DE PERÇAGE AVEC D'EBOURRAGE
G84		CYCLE DE TARAUDAGE
G85		CYCLE D'ALESAGE
G86		CYCLE D'ALESAGE
G87		CYCLE D'ALESAGE EN TIRANT
G88		CYCLE D'ALESAGE
G89		CYCLE D'ALESAGE
G90	03	COMMANDE ABSOLUE
G91		COMMANDE INCREMENTIELLE (RELATIF)
G92	00	PROGRAMMATION DE POINT ZERO ABSOLUE
G94	05	AVANCE PAR MINUTE
G95		AVANCE PAR TOUR
G98		RETOUR AU POINT INITIAL EN CYCLE PREPROGRAMME
G99	10	RETOUR AU POINT R EN CYCLE PREPROGRAMME

# LES CODE M

LES CODES M SONT PROGRAMME EN UTILISANT UN SEUL CODE M PAR BLOC AVEC UNE PLAGE DE VALEUR DE 0 A 99

CES CODES SONT UTILISES POUR COMMANDER DES DIVERS FONCTIONS SE RAPPORTANT A LA MACHINE Y COMPRIS LA BROCHE, L'ARROSAGE ET LE CHANGEMENT D'OUTIL.

CODES M SOUTENUS PAR LES CENTRES      CICINNATI MILACRON

CODE M	FONCTION	Actif au départ de bloc	Actif au départ de bloc
M00	ARRET DE BROCHE		*
M01	ARRET DE PROGRAMME FACULTATIF		*
M02	FIN DE PROGRAMME		*
M03	DEMARRAGE DE BROCHE SAH	*	
M04	DEMARRAGE DE BROCHE SH	*	
M05	ARRET DE BROCHE		*
M06	CHANGEMENT D'OUTIL (pour le centre d'usinage)		*
M08	DEMARRAGE D'ARROSAGE	*	
M09	ARRET D'ARROSAGE		*
M13	DEMARRAGE DE BROCHE SAH AVEC ARROSAGE	*	
M14	DEMARRAGE DE BROCHE SH AVEC ARROSAGE	*	
M30	FIN DE OROGRAMME		*
M46	NON VALIDATION DE MODULATIN DE VITESSE D'AVANCE	*	
M47	VALIDATION DE MODULATIN DE VITESSE D'AVANCE	*	
M48	NON VALIDATION DE MODULATION DE VITESSE DE BROCHE	*	
M49	VALIDATION DE MODULATION DE VITESSE DE BROCHE	*	
M68	AVANCE DE FOURREAU DE CONTRE- POINTE	*	
M69	RETRACTIONDE FOURREAU DE CONTRE-POINTE	*	
M76	FORCE ROTATION SH DE TOURELLE	*	
M78	OUVERTURE DE MONDRIN	*	
M79	FERMETURE DE MONDRIN	*	
M77	FORCE ROTATION SAH DE TOURELLE	*	
M98	APPEL DE Sous-programme		*
M99	FIN DE Sous-programme		*

# CH : V

## FONCTIONS SIMPLIFIANT LA PROGRAMMATION

# 1. Les cycles fixes

## EN FRAISAGE

**G73- G74 -G76 -G81 -G82 -G83 -G84 -G85 -G86  
G87- G88 -G89 -G80**

GENERALITE

Les cycles fixes rendent plus facile la tâche du programmeur lors de la création du programme

Avec un cycle fixe une opération d'usinage fréquemment utilisée peut être

Spécifiée en un seul bloc avec un code *G* sans les cycles fixes, généralement il faut programmer plusieurs blocs.

En outre, les cycles fixes permettent d'avoir des programmes plus courts d'où une économie de mémoire

Le tableau suivant contient une liste des cycles fixes.

Code G	Perçage (sens Z-)	Opération au fond du trou	Retrait (sens Z+)	Application
G73	Avance intermittente	-	Déplacement rapide	Cycle de perçage à grande vitesse avec déburrage
G74	Avance	Temporisation → Broche SH	Avance	Cycle de taraudage à gauche
G76	Avance	Arrêt broche orientée	Déplacement rapide	Cycle d'alésage fin
G80	-	-	-	Annulation
G81	Avance	-	Déplacement rapide	Cycle de perçage, cycle de perçage avec lamage
G82	Avance	Temporisation	Déplacement rapide	Cycle de perçage, cycle d'alésage en tirant
G83	Avance intermittente	-	Déplacement rapide	Cycle de perçage avec déburrage
G84	Avance	Temporisation → Broche SAH	Avance	Cycle de taraudage
G85	Avance	-	Avance	Cycle d'alésage
G86	Avance	Arrêt broche	Déplacement rapide	Cycle d'alésage
G87	Avance	Broche SH	Déplacement rapide	Cycle d'alésage en tirant
G88	Avance	Temporisation → Arrêt broche	Manuel	Cycle d'alésage
G89	Avance	Temporisation	Avance	Cycle d'alésage

**Explication**

Un cycle fixe consiste à une séquence de six opérations comme le montre la figure sous -dessous

Opération 1 positionnement des axes X et Y (incluant également un autre axe)

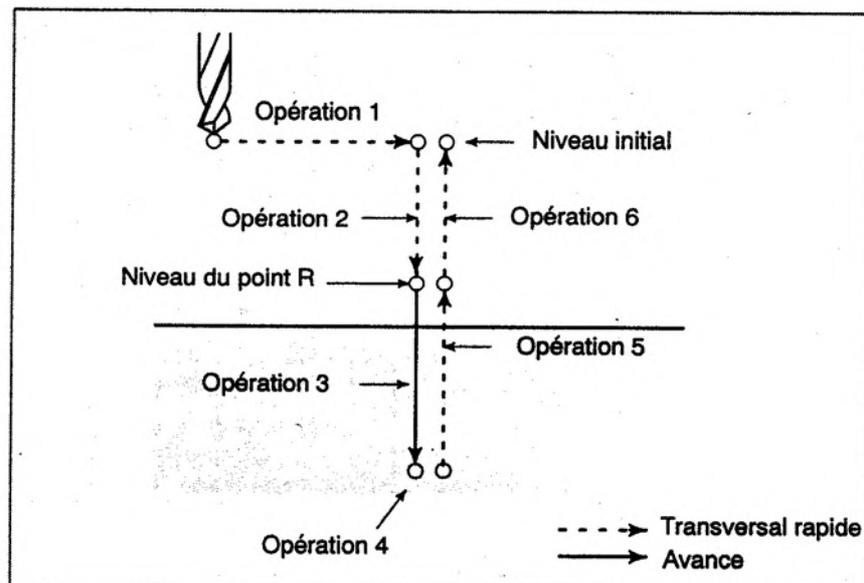
Opération 2 déplacements rapides jusqu'au niveau du point R

Opération 3 usinages de trous

Opération 4 opérations au fond d'un trou

Opération 5 retraits jusqu'au point R

Opération 6 déplacements rapides jusqu'au point initial



Le plan de positionnement est déterminé par la sélection faite par G17 G18 G19

Code G	Plan de positionnement	Axe de perçage
G17	Plan Xp-Yp	Zp
G18	Plan Zp-Xp	Yp
G19	Plan Yp-Zp	Xp

Mode de perçage

Les codes **G73**, **G74**, **G76**, et **G89** sont des codes **G** modaux et reste actifs tant qu'ils ne sont pas annulés. lorsque des données de perçage sont spécifiées en mode de perçage, elles sont conservées jusqu'à ce qu'elles soient annulées ou modifiées

NIVEAU DE POIT DE RETOUR G98/ G99

Lorsque l'outil atteint le fond du trou, il peut être ramené au point **R** ou au point initial cette opération est spécifiée avec **G98** et **G99**. La figure ci-dessous illustre les déplacements de l'outil en mode **G98** et **G99**. en général, **G99** est utilisé pour la première opération de perçage et **G98** est utilisé pour la dernière opération de perçage.

ANNULATION DU CYCLE FIXE

Pour annuler un cycle fixe, utilisez **G80** ou une référence du groupe **G01**

Codes G du groupe 01

**G00** : positionnement en transversal rapide

**G01** : interpolation linéaire

**G02** : interpolation circulaire (SH)

**G03** : interpolation circulaire (SAH)

SYMBOLES DES SCHEMAS

Les pages suivantes expliquent les cycles fixes individuels. leurs schémas utilisent Les symboles ci-dessous

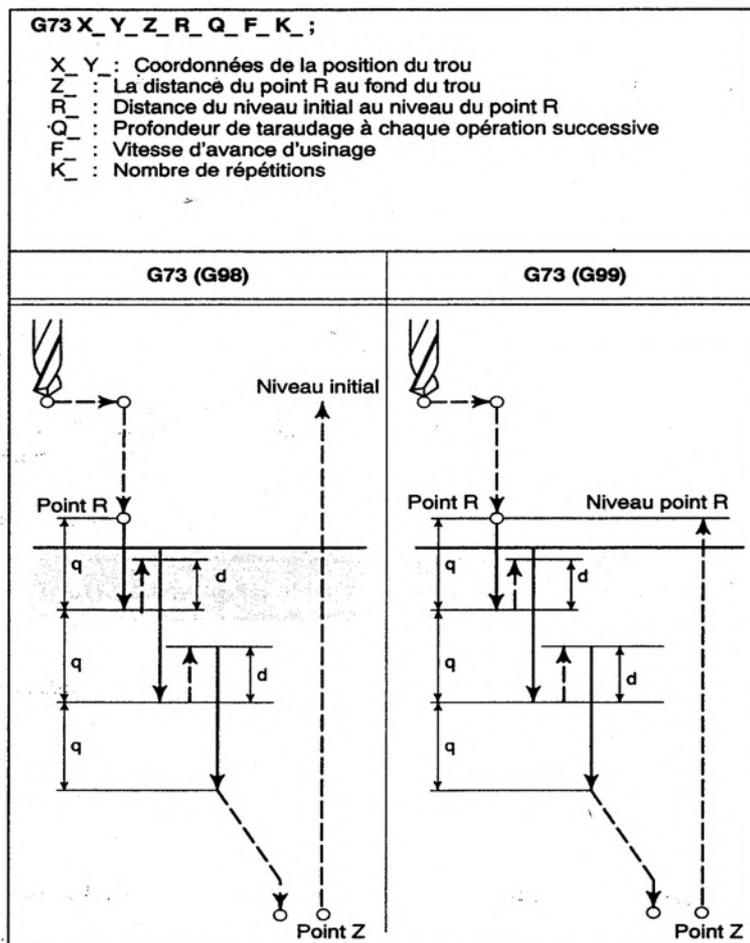
	Positionnement (Déplacement rapide G00)
	Avance d'usinage (Interpolation linéaire G01)
	Avance manuelle
	Arrêt de broche orientée (La broche s'arrête à une position fixe)
	Décalage (Transversal rapide G00)
	Temporisation

# CYCLE DE PERÇAGE AVEC DEBOURRAGE A GRANDE VITESSE

## G73

Ce cycle exécute le perçage avec déburrage à grande vitesse. le perçage se fait par plongées et retraits successifs pour dégager les copeaux.

### FORMAT



### EXPLICATION

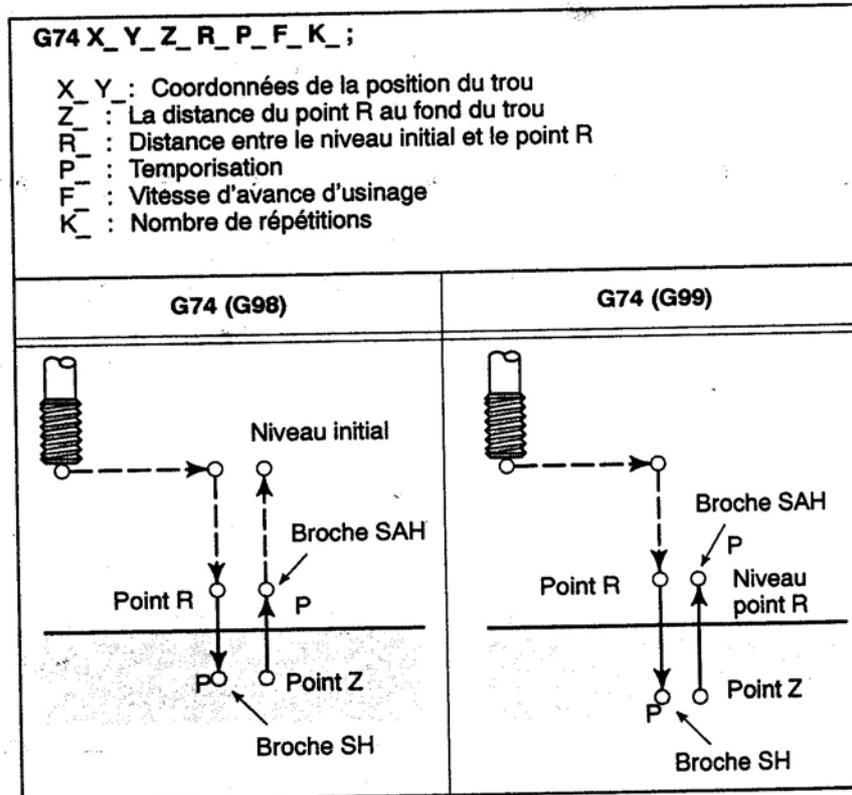
Le cycle de perçage avec déburrage à grande vitesse effectue un perçage par plongées successives suivant l'axe **Z**. Lorsque ce cycle est utilisé, les copeaux sont sortis du trou facilement, et une plus petite valeur peut être spécifiée pour les retraits.

Ceci permet d'effectuer un bon perçage. la valeur du retrait (**d**) se fait en avance rapide.

## CYCLE DE TARAUDAGE A GAUCHE

## G74

## FORMAT

EXPLICATION

Le taraudage est effectué en faisant tourner la broche dans le sens de antihoraire. lorsque le fond du trou est atteint, le sens de rotation de la broche est inversé pour le retrait. Ceci crée un filet de pas inverse. La correction des avances est ignorée en taraudage à gauche. un arrêt des avances n'arrête pas le déplacement tant que le cycle n'est pas terminé

## CYCLE D'ALEPAGE FIN

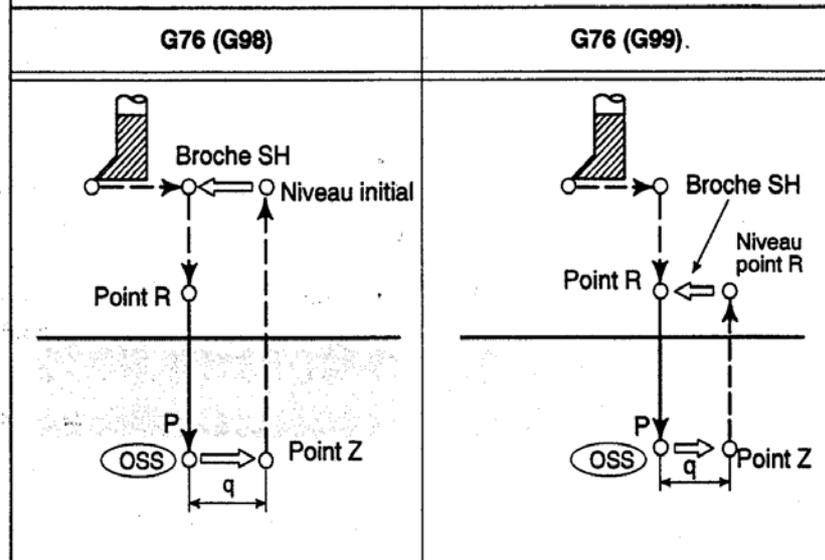
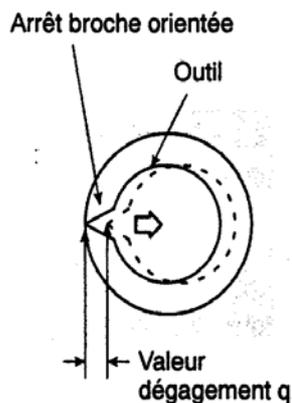
**(G76)**

Le cycle d'alésage fin permet d'aléser un trou avec précision. Lorsque le fond du trou est atteint, la broche s'arrête, et l'outil éloigné de la surface alésée puis il est retiré du trou.

FORMAT

**G76 X\_Y\_Z\_R\_Q\_P\_F\_K\_;**

X\_Y\_ : Coordonnées de la position du trou  
 Z\_ : La distance du point R au fond du trou  
 R\_ : Distance du niveau initial au niveau du point R  
 Q\_ : Valeur du dégagement au fond du trou  
 P\_ : Durée de temporisation au fond d'un trou  
 F\_ : Vitesse d'avance d'usinage  
 K\_ : Nombre de répétitions

**EXPLICATIONS :**

Lorsque le fond du trou est atteint, la broche est arrêtée toujours dans la même position, et l'outil est décalé en sens inverse de l'arête de coupe puis il est retiré hors de la pièce. Cette opération permet d'effectuer un usinage propre et précis.

# CYCLE DE PERCAGE AVEC LAMAGE (G81)

Ce cycle est utilisé pour des perçages normaux. Le perçage se fait à l'avance programmée jusqu'au fond du trou. Ensuite il y a retrait de l'outil en rapide.

FORMAT

G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;	
X_ Y_ : Coordonnées de la position du trou Z_ : La distance du point R au fond du trou R_ : Distance entre le niveau initial et le point R F_ : Vitesse d'avance d'usinage K_ : Nombre de répétitions	
G81 (G98)	G81 (G99)
<p>The diagram shows a drill bit starting at an initial level. It moves down to point R, then continues down to point Z. The initial level is marked as 'Niveau initial'.</p>	<p>The diagram shows a drill bit starting at an initial level. It moves down to point R, then continues down to point Z. The level at point R is marked as 'Niveau point R'.</p>

## EPLICATIONS :

Après le positionnement des axes X et Y, l'axe Z va en rapide jusqu'au point R.

Le perçage est effectué à partir du point R jusqu'au point Z.

Il y a ensuite retrait de l'outil en transversal rapide.

# CYCLE DE PERCAGE CONTRE CYCLE D'ALESAGE (G82)

Ce cycle est utilisé pour des perçages normaux. Le perçage se fait en une seule opération jusqu'au fond du trou. Au fond du trou, une temporisation est effectuée, ensuite il y a retrait de l'outil en rapide. Ce cycle utilisé pour percer les trous précis en ce qui concerne la profondeur.

## FORMAT

G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;	
X_ Y_ : Coordonnées de la position du trou Z_ : La distance du point R au fond du trou R_ : Distance entre le niveau initial et le point R P_ : Durée de temporisation au fond d'un trou F_ : Vitesse d'avance d'usinage K_ : Nombre de répétitions	
G82 (G98)	G82 (G99)

## EXPLICATIONS :

Après le positionnement des axes X et Y, l'axe Z va en rapide jusqu'au point R.

Le perçage effectué à partir de point R jusqu'au point Z.

Lorsque le fond du trou est atteint, une temporisation est effectuée.

Il y a ensuite retrait de l'outil en transversal rapide.

# CYCLE DE PERCAGE DE PETITS TROUS AVEC DEBOURRAGE (G83)

Ce cycle permet d'effectuer des perçages avec déburrage. Cycle de perçage avec Le perçage se fait en plusieurs opérations successives avec des retraits de Déburrage (G83) l'outil pour permettre le dégagement des copeaux.

## FORMAT

<p><b>G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;</b></p> <p>X_ Y_ : Coordonnées de la position du trou  Z_ : La distance du point R au fond du trou  R_ : Distance du niveau initial au niveau du point R  Q_ : Profondeur de taraudage à chaque opération successive  F_ : Vitesse d'avance d'usinage  K_ : Nombre de répétitions</p>	
G83 (G98)	G83 (G99)

### Explications.

Q représente la profondeur de perçage à chaque opération successive.

Cette valeur est toujours spécifiée en relatif.

Dans la seconde passe et les suivantes, le transversal rapide est appliqué

Jusqu'à un point d juste avant la fin du dernier perçage, et l'avance

D'usinage est appliqué à nouveau.

## Cycle de taraudage (G84)

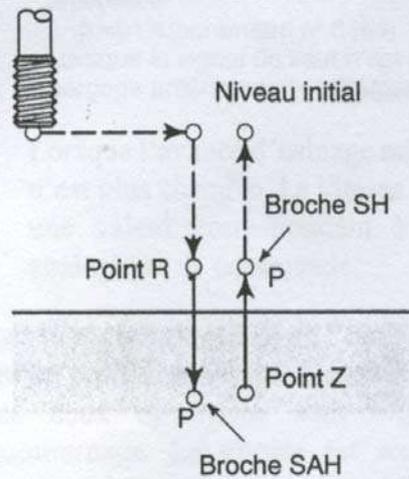
Ce cycle exécute le taraudage. Dans ce cycle de taraudage, lorsque le fond du trou a été atteint, la broche est tournée dans la direction inverse.

### FORMAT

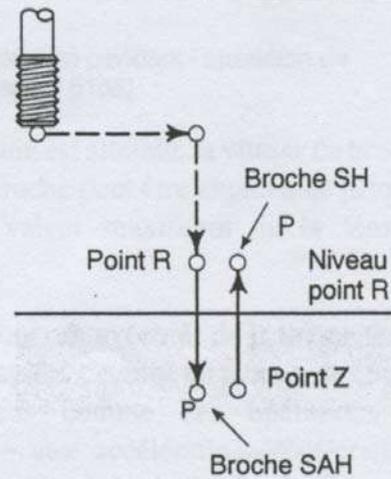
**G84 X\_ Y\_ Z\_ R\_ P\_ F\_ K\_ ;**

X\_ Y\_ : Coordonnées de la position du trou  
 Z\_ : La distance du point R au fond du trou  
 R\_ : Distance entre le niveau initial et le point R  
 P\_ : Temporisation  
 F\_ : Vitesse d'avance d'usinage  
 K\_ : Nombre de répétitions

**G84 (G98)**



**G84 (G99)**



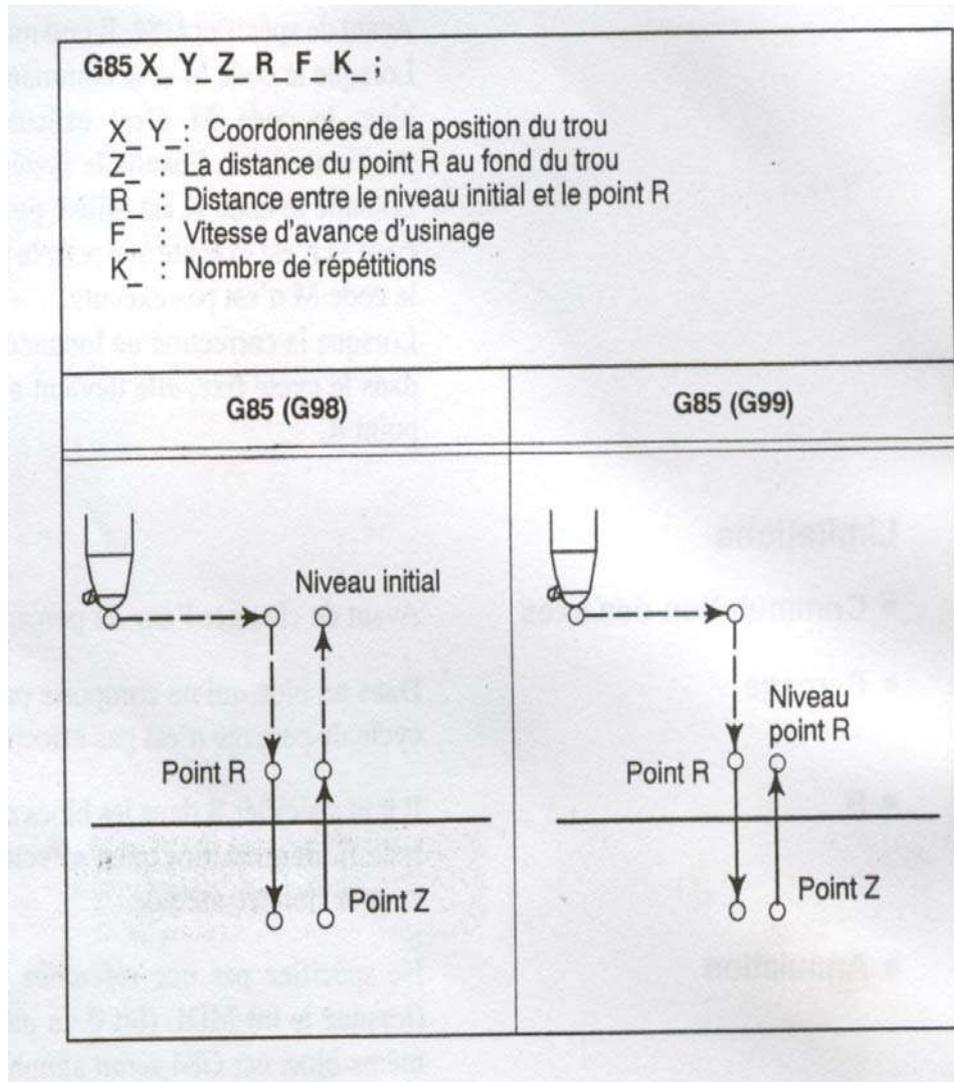
### Explication

Le taraudage est exécuté en tournant la broche en sens horaire. Lorsque le fond a été atteint, la broche est tournée dans la direction inverse pour le retrait. Cette opération crée des filetages.

# Cycle d'alésage (G85)

Ce cycle permet d'aléséer un trou.

FORMAT



### Explications

Après un positionnement en rapide suivant les axes X et Y, l'axe Z descend en rapide au point R

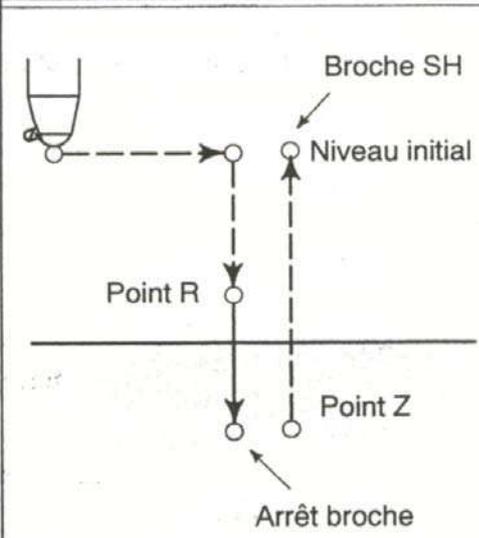
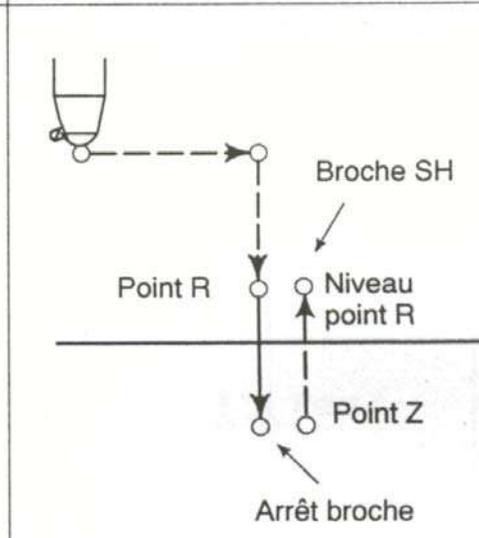
Ensuite le perçage est effectué du point R au point Z.

Lorsque le point Z est atteint, il y a retour au point R en avance d'usinage.

# Cycle d'alésage (G86)

Ce cycle permet d'aléséer un trou.

FORMAT

G86 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;	
<p>X_ Y_ : Coordonnées de la position du trou            Z_ : La distance du point R au fond du trou            R_ : Distance entre le niveau initial et le point R            F_ : Vitesse d'avance d'usinage            K_ : Nombre de répétitions</p>	
G86 (G98)	G86 (G99)
	

## Explications

Après un positionnement en rapide suivant les axes X et Y, l'axe Z descend en rapide au point R.

Ensuite le perçage est effectué du point R au point Z.

Lorsque le point Z est atteint, il y retour au point R en avance rapide.

Avant de spécifier G86, il faut mettre la broche en rotation par un code M.

# CYCLE D'ALEPAGE CONTRE CYCLE D'ALEPAGE (G87)

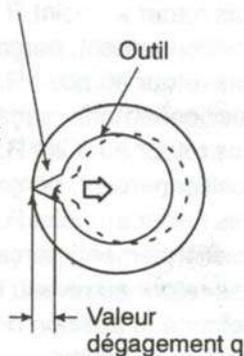
Ce cycle permet d'effectuer des alésages précis.

## FORMAT

G87 X\_ Y\_ Z\_ R\_ Q\_ P\_ F\_ K\_ ;

X\_ Y\_ : Coordonnées de la position du trou  
Z\_ : Distance entre le point R et le fond du trou  
R\_ : Distance entre le niveau initial et le niveau du point R  
(Fond du trou)  
D\_ : Valeur du décalage de l'outil  
P\_ : Temporisation  
F\_ : Vitesse d'avance d'usinage  
K\_ : Nombre de répétitions

Arrêt broche orientée



G87 (G98)	G87 (G99)
	Non utilisé

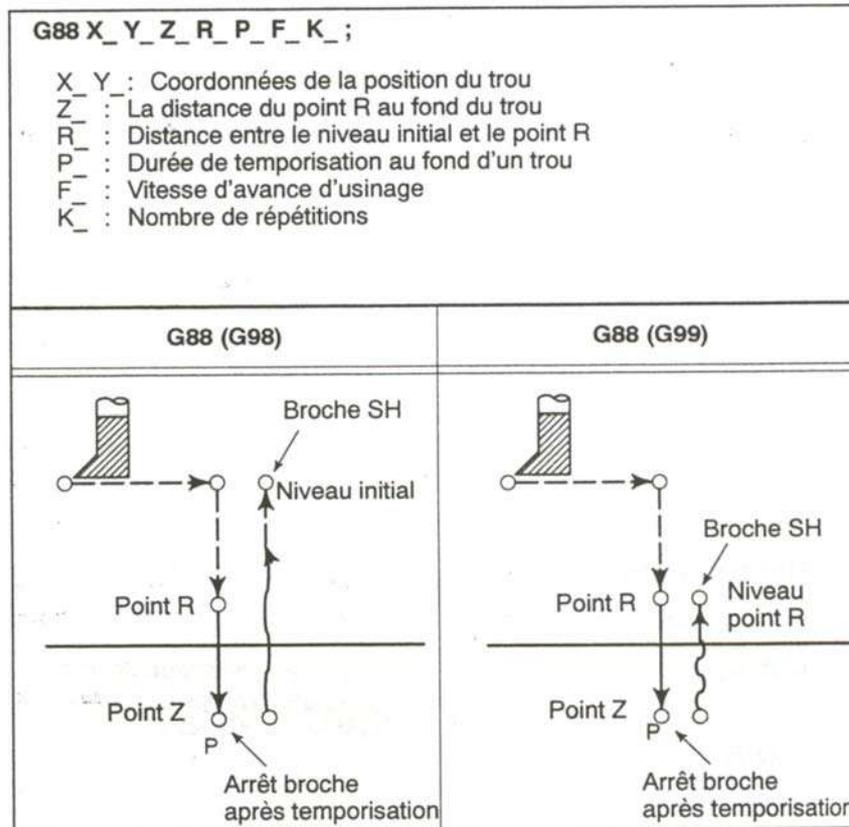
## EXPLICATIONS :

Après un positionnement en rapide suivant les axes X et Y, la broche est arrêtée suivant une position d'orientation fixe. L'outil est décalé dans le sens opposé à sa pointe, puis l'axe z descend en rapide jusqu'au fond du trou (point R).

L'outil ensuite décalé en sens inverse du décalage précédent et la broche est mise en rotation dans le sens horaire. L'alésage se fait dans le sens plus de l'axe Z jusqu'à ce que le point Z soit atteint. Au point Z, la broche est arrêtée suivant la même position d'orientation que précédemment et l'outil est de nouveau décalé dans le sens opposé à sa pointe, et il y a Retrait de l'axe Z jusqu'au niveau initial. L'outil est alors décalé en sens inverse et la broche est mise en rotation dans le sens horaire et il y a enchaînement des bloc suivant.

# CYCLE D'ALEPAGE (G88)

Ce cycle permet d'alésage un trou.

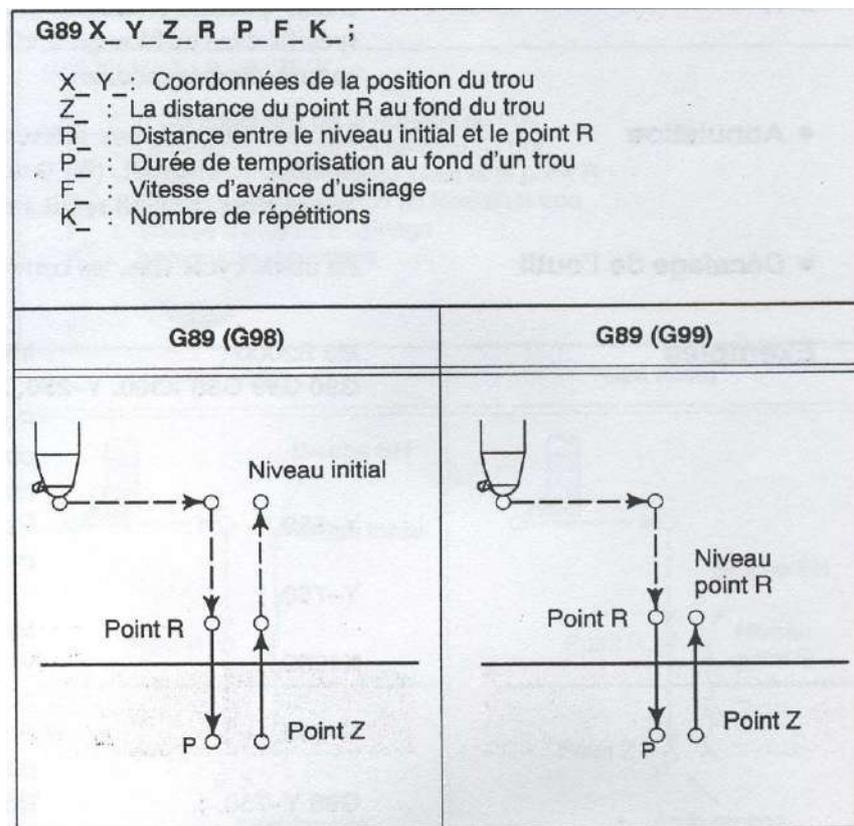


## EXPLICATIONS :

Après un positionnement en rapide suivant les axes X et Y, l'axe Z descend en rapide au point le perçage est effectué du point R au point Z. Lorsque le point Z est atteint, une temporisation est effectuée, puis la broche est arrêtée. L'outil est ensuite dégagé manuellement depuis le fond du trou (point Z) jusqu'au point R. Au point R, la broche est mise en rotation dans le sens horaire, puis il y a retrait en rapide jusqu'au niveau initial. Lorsque le code M et la commande G88 sont programmés dans le même Bloc, le code M n'est exécuté qu'après la première opération de positionnement. Pour le second et les perçages subséquents, il n'est pas exécuté.

# CYCLE D'ALEPAGE (G89)

Ce cycle permet d'aléser un trou.



## EXPLICATIONS :

Ce cycle est presque identique au cycle G85. La différence est que dans ce cycle, une temporisation est effectuée au fond du trou.

# ANNULATION DU CYCLE FIXE (G80)

**Le code G80 annule les cycles fixes.**

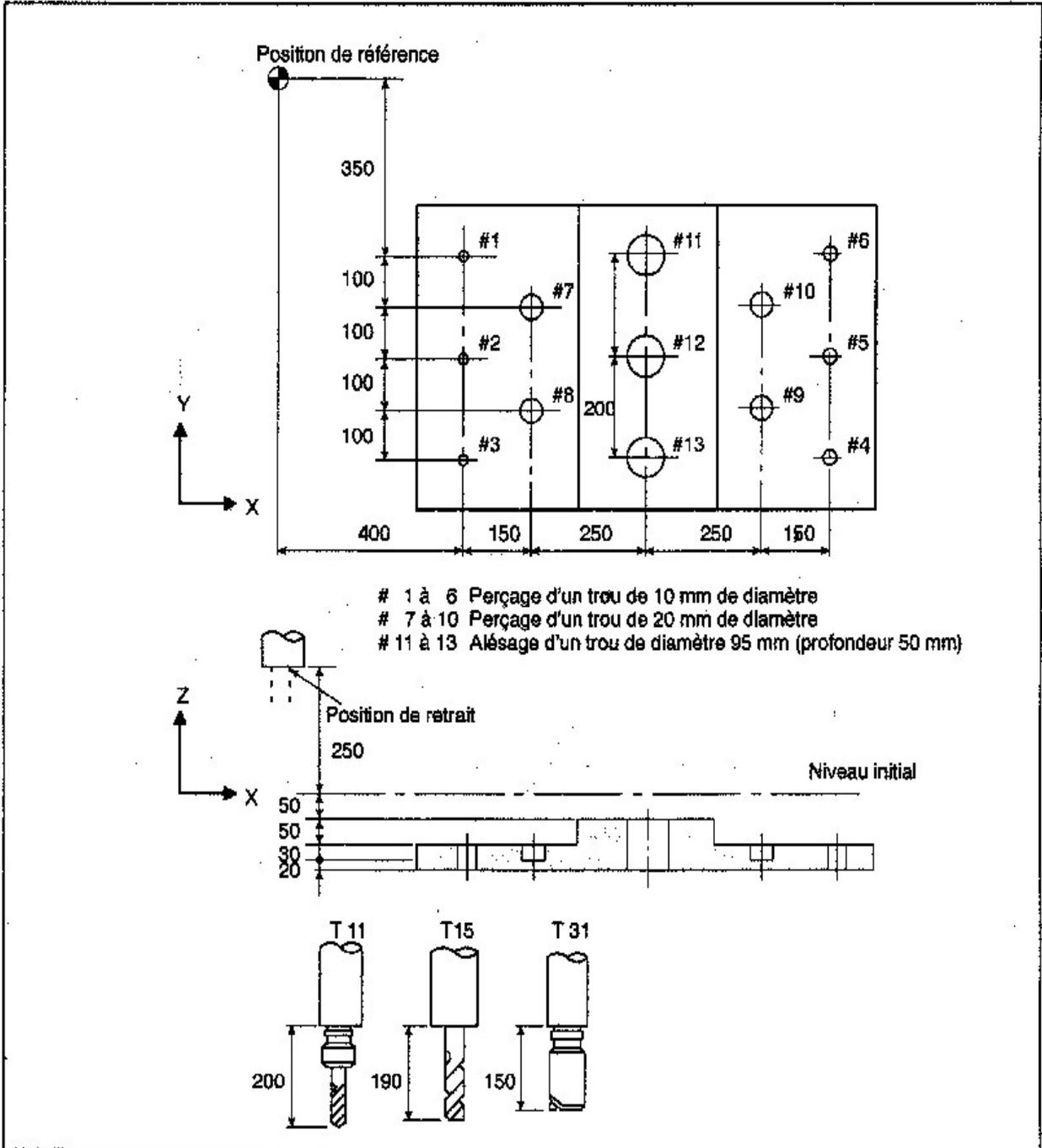
## **EXPLICATIONS :**

Tous les cycles fixes sont annulés et le mode de fonctionnement normal est forcé. Les points R et Z sont annulés, c'est-à-dire que  $R = 0$  et  $Z = 0$  en mode incrémentiel. Les autres données de perçage sont également annulées (effacées).

## **EXEMPLES :**

**M3 S100 ;** Mise en rotation de la broche.  
**G90 G99 G88 X300. Y-250. Z-150. R-120. F120. ;**  
Positionnement, perçage du trou 1, puis retour au point R.  
**Y-550. ;** Positionnement, perçage du trou 2, puis retour au point R.  
**Y-750. ;** Positionnement, perçage du trou 3, puis retour au point R.  
**X1000. ;** Positionnement, perçage du trou 4, puis retour au point R.  
**Y-550. ;** Positionnement, perçage du trou 5, puis retour au point R.  
**G98 Y-750. ;** Positionnement, perçage du trou 6, puis retour au niveau Initial.  
**G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;**  
Retour à la position de référence, annulation du cycle fixe.  
**M5 ;** Arrêt de la broche.

**EXEMPLE DE PROGRAMMATION UTILISANT LA CORRECTION DE LONGUEUR D'OUTIL ET LES CYCLES FIXES**



Valeur de correction +200 mis dans correcteur n° 11, +190 dans correcteur n°15, et +150 dans correcteur n° 31

### Exemple de programme

N001	G92X0Y0Z0;	Définition des coordonnées de la position de référence
N002	G90 G00 Z250.0 T11 M6;	Changement d'outil
N003	G43 Z0 H11;	Niveau initial, compensations de longueur d'outil
N004	S30 M3	Mise en rotation de la broche
N005	G99 G81X400.0 R Y-350.0 Z-153.0R-97.0 F120;	Positionnement, puis perçage #1
N006	Y-550.0;	Positionnement, puis perçage #2 et retour au niveau du point R
N007	G98Y-750.0;	Positionnement, puis perçage #3 et retour au niveau initial
N008	G99X1200.0;	Positionnement, puis perçage #4 et retour au niveau du point R
N009	Y-550.0;	Positionnement, puis perçage #5 et retour au niveau du point R
N010	G98Y-350.0;	Positionnement, puis perçage #6 et retour au niveau initial
N011	G00X0Y0M5;	Retour à la position de référence, arrêt de la broche
N012	G49Z250.0T15M6;	Annulation de la compensation de longueur d'outil, changement d'outil
N013	G43Z0H15;	Niveau initial, compensations de longueur d'outil
N014	S20M3;	Mise en rotation de la broche
N015	G99G82X550.0Y-450.0 Z-130.0R-97.0P300F70;	Positionnement, puis perçage #7 et retour au niveau du point R
N016	G98Y-650.0;	Positionnement, puis perçage #8 et retour au niveau initial
N017	G99X1050.0;	Positionnement, puis perçage #9 et retour au niveau du point R
N018	G98Y-450.0;	Positionnement, puis perçage #10 et retour au niveau initial
N019	G00X0Y0M5;	Retour à la position de référence, arrêt de la broche
N020	G49Z250.0T31M6;	Annulation de la compensation de longueur d'outil, changement d'outil
N021	G43Z0H31;	Niveau initial, compensations de longueur d'outil
N022	S10M3;	Mise en rotation de la broche
N023	G85G99X800.0Y-350.0 Z-153.0R47.0F50;	Positionnement, puis perçage #11 et retour au niveau du point R
N024	G91Y-200.0K2;	Positionnement, puis perçage #12, 13, et retour au niveau du point R
N025	G28X0Y0M5;	Retour à la position de référence, arrêt de la broche
N026	G49Z0;	Annulation de la compensations de longueur d'outil
N027	M0;	Arrêt du programme

# Les cycles fixes

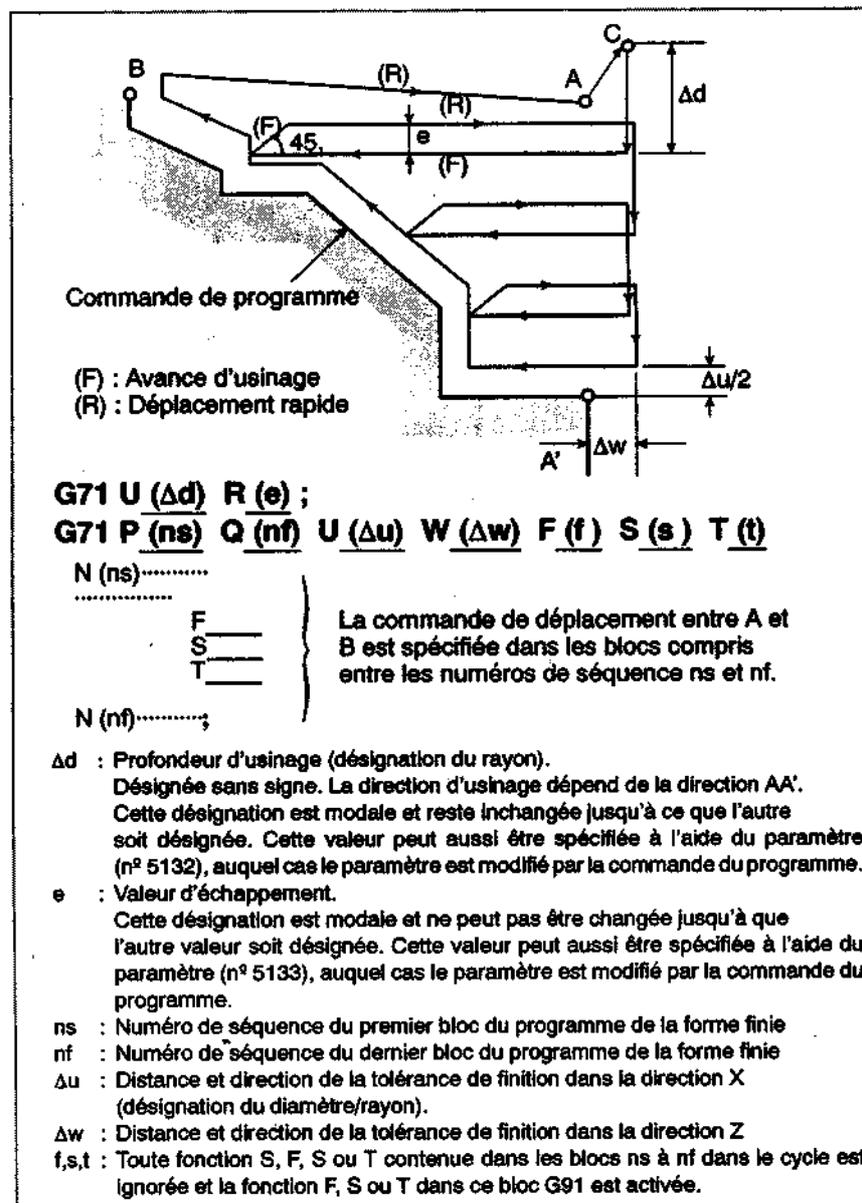
EN TOURNAGE

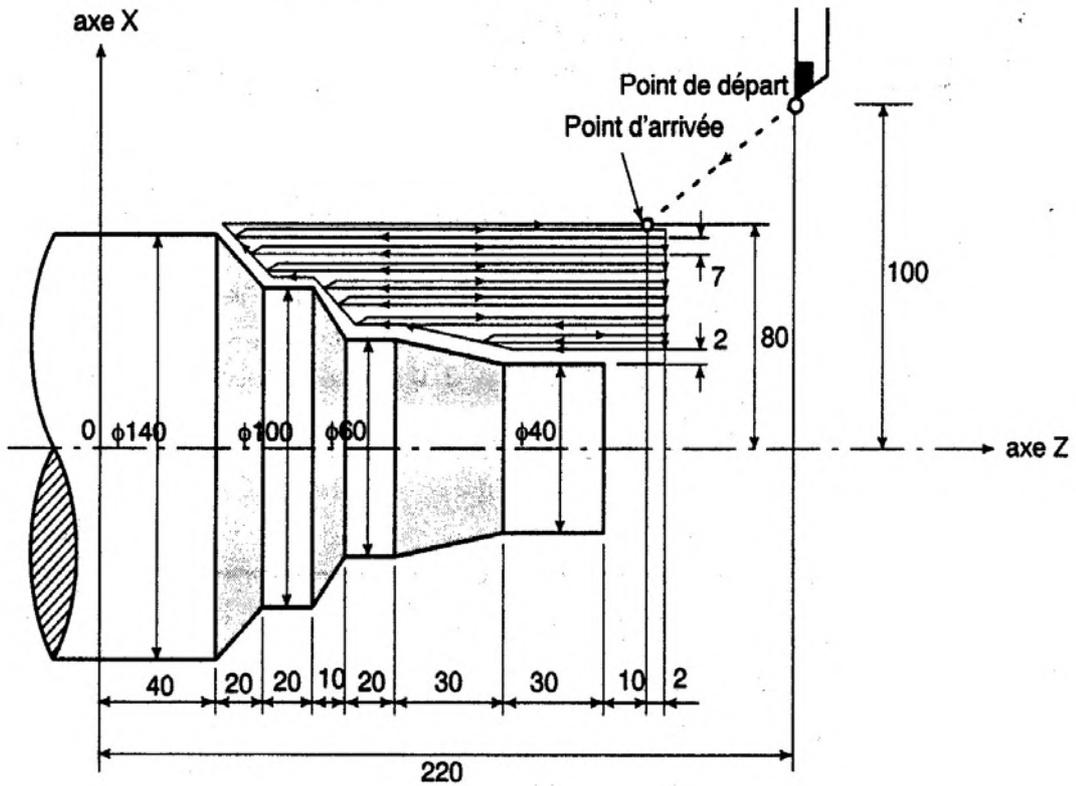
**G71- G72 – G73 – G74 – G76 .**

## CYCLE D'ébauche en chariotage

## G71

Quand une forme finie de A à A' à B est donnée par un programme comme dans le schéma ci-dessous, la zone spécifiée est supprimée par d (Profondeur d'usinage), avec une tolérance de finition de  $\Delta u/2$  et de  $\Delta w$  à gauche.



EXEMPLE**Enlèvement des copeaux pendant le tournage (G71)**

(Désignation du diamètre, entrée métrique)

```

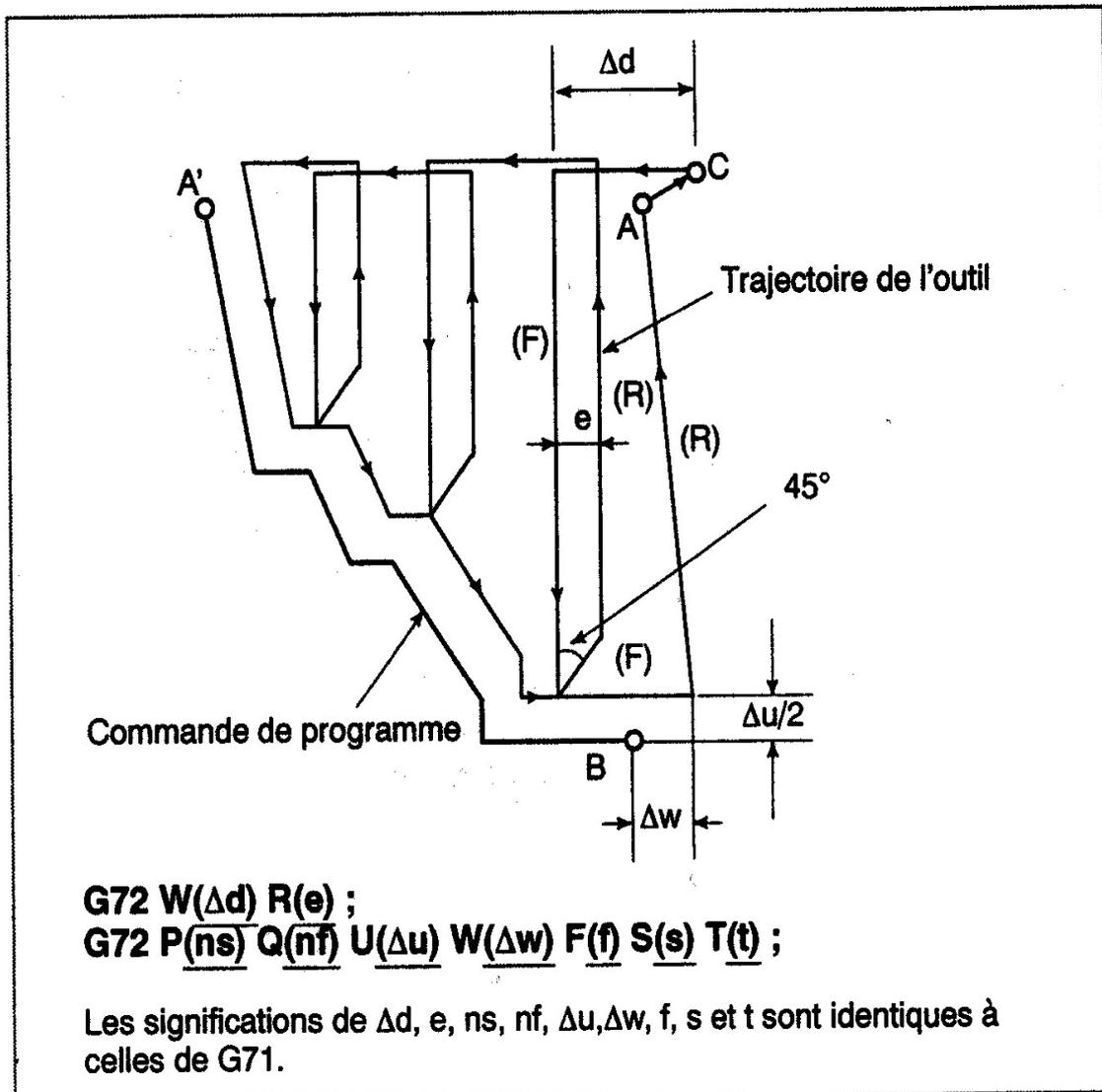
N010 G50 X200.0 Z220.0 ;
N011 G00 X160.0 Z180.0 ;
N012 G71 U7.0 R1.0 ;
N013 G71 P014 Q020 U4.0 W2.0 F0.3 S550 ;
N014 G00 X40.0 F0.15 S700 ;
N015 G01 W-40.0 ;
N016 X60.0 W-30.0 ;
N017 W-20.0 ;
N018 X100.0 W-10.0 ;
N019 W-20.0 ;
N020 X140.0 W-20.0 ;
N021 G70 P014 Q020 ;

```

## CYCLE D'EBAUCHE EN DRESSAGE

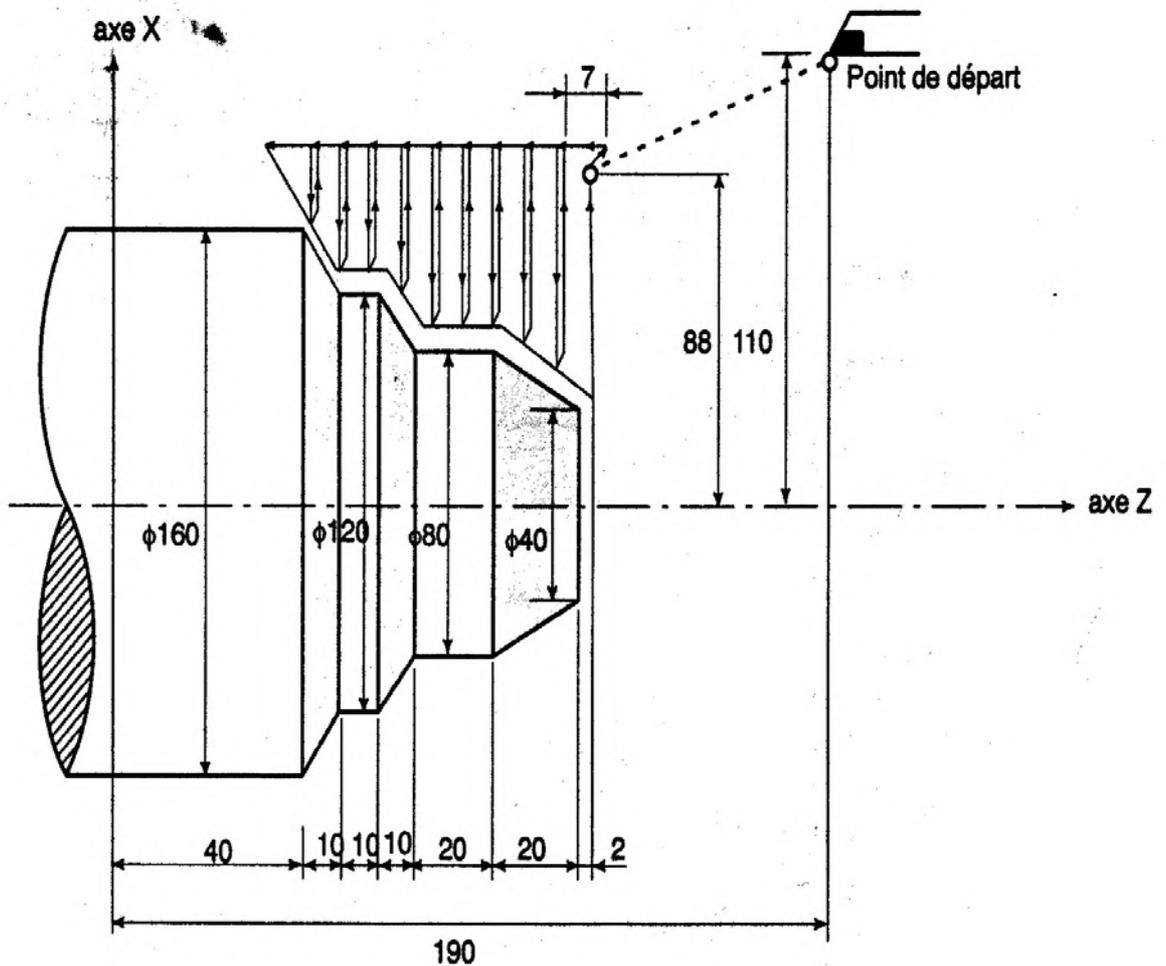
## G72

Comme illustré dans le schéma ci-dessous, le cycle est le même que G71 à l'exception de l'usinage qui est effectué par une opération parallèle à l'axe X.



## EXEMPLE

## Enlèvement des copeaux pendant l'usinage transversal (G72)



(Désignation du diamètre, entrée métrique)

```

N010 G50 X220.0 Z190.0 ;
N011 G00 X176.0 Z132.0 ;
N012 G72 W7.0 R1.0 ;
N013 G72 P014 Q019 U4.0 W2.0 F0.3 S550 ;
N014 G00 Z58.0 S700 ;
N015 G01 X120.0 W12.0 F0.15 ;
N016 W10.0 ;
N017 X80.0 W10.0 ;
N018 W20.0 ;
N019 X36.0 W22.0 ;
N020 G70 P014 Q019 ;

```

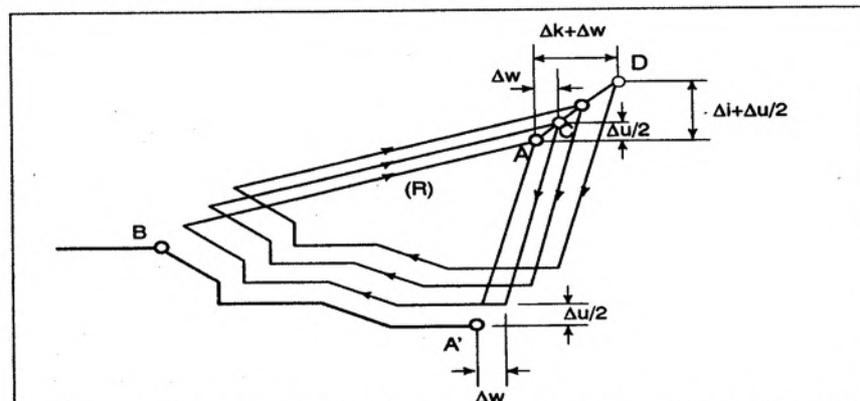
## Répétition de modèle

# G73

Cette fonction permet d'usiner un modèle fixe de façon répétée en déplaçant un modèle octet

Par octet. Pour ce cycle d'usinage, il est

possible d'usiner efficacement des pièces dont la forme brute a déjà été obtenue dans un mode d'ébauchage, de forge ou de moulage, etc.



Le modèle commandé dans le programme doit se présenter comme suit:

A→A'→B

**G73 U (Δi) W (Δk) R (d) ;**

**G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t) ;**

N (ns).....

.....

F \_\_\_\_\_

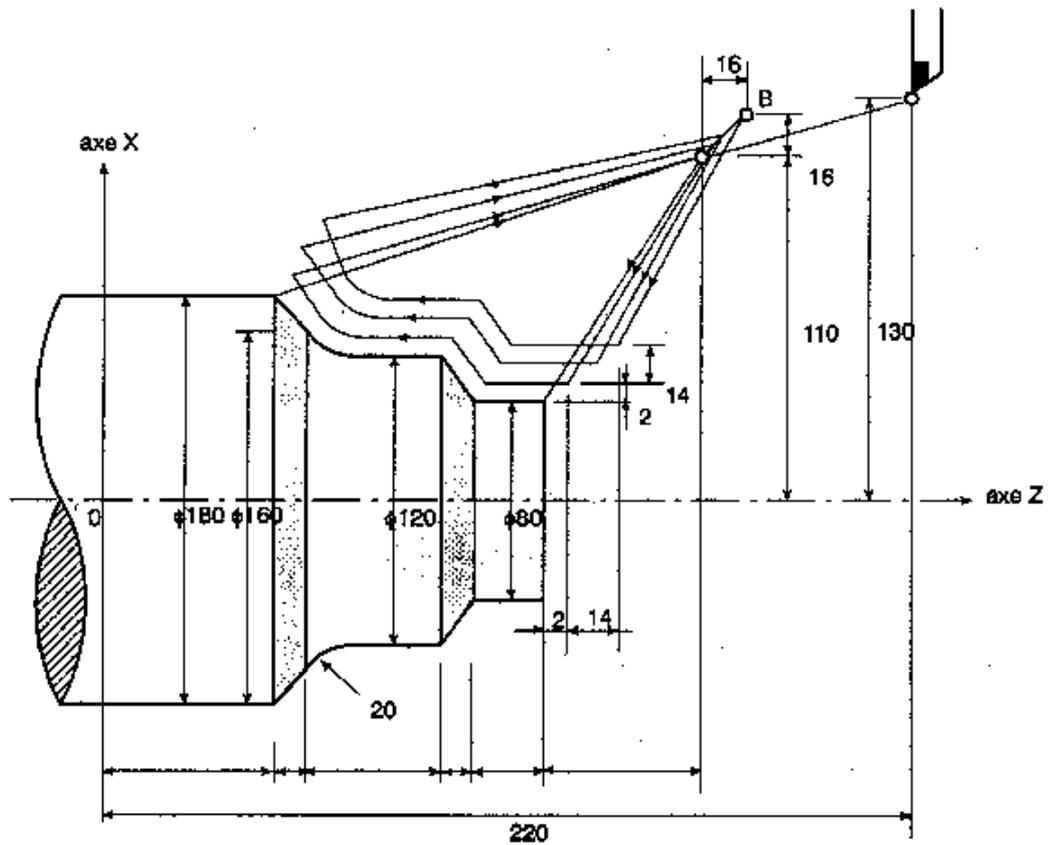
S \_\_\_\_\_

T \_\_\_\_\_

N (nf).....;

La commande de déplacement entre A et B est spécifiée dans les blocs compris entre les numéros de séquence ns et nf.

- Δi** : Distance et direction du relâchement dans la direction de l'axe X (désignation en rayon).  
Cette désignation est modale et n'est pas modifiée jusqu'à ce que l'autre valeur soit désignée. Cette valeur peut aussi être spécifiée à l'aide du paramètre (N° 5135), auquel cas le paramètre est modifié par la commande du programme.
- Δk** : Distance et direction de relâchement dans la direction de l'axe Z  
Cette désignation est modale et reste inchangée jusqu'à ce que l'autre valeur soit désignée. Cette valeur peut aussi être spécifiée à l'aide du paramètre (n° 5136), auquel cas le paramètre est modifié par la commande du programme.
- d** : Nombre de division  
Cette valeur est la même que le comptage répétitif d'ébauchage. Cette désignation est modale et reste inchangée jusqu'à ce que l'autre valeur soit désignée. Cette valeur peut aussi être spécifiée à l'aide du paramètre n° 5137, auquel cas le paramètre est modifié par la commande du programme.
- ns** : Numéro de séquence du premier bloc du programme de la forme finie.
- nf** : Numéro de séquence du dernier bloc du programme de la forme finie.
- Δu** : Distance et direction de la tolérance de finition dans la direction X (désignation du diamètre/rayon)
- Δw** : Distance et direction de la tolérance de finition dans la direction Z
- f,s,t** : Toute fonction F, S et T contenue dans les blocs entre les numéros de séquence "ns" et "nf" est ignorée et les fonctions F, S et T dans ce bloc G93 sont activées.

EXEMPLE**Répétition de modèle (G73)**

(Désignation du diamètre, entrée métrique)

```

N010 G50 X260.0 Z220.0;
N011 G00 X220.0 Z160.0;
N012 G73 U14.0 W14.0 R3;
N013 G73 P014 Q019 U4.0 W2.0 F0.3 S0180;
N014 G00 X80.0 W-40.0;
N015 G01 W-20.0 F0.15 S0600;
N017 W-20.0 S0400;
N018 G02 X160.0 W-20.0 R20.0;
N019 G01 X180.0 W-10.0 S0280;
N020 G70 P014 Q019;

```

## Cycle de finition

# G70

Après l'ébauchage par *G71*, *G72*, *G73*, la commande suivante permet la finition

### Format

*G70*P (ns) Q (nf) ;

(ns) : Numéro de séquence du premier bloc du programme de  
finition

(nf) : Numéro de séquence du dernier bloc du programme de  
finition

### **NOTE**

1- Les fonctions F, S et T spécifiées dans le bloc *G71*, *G72* ou *G73* ne sont pas effectives tandis que celles spécifiées

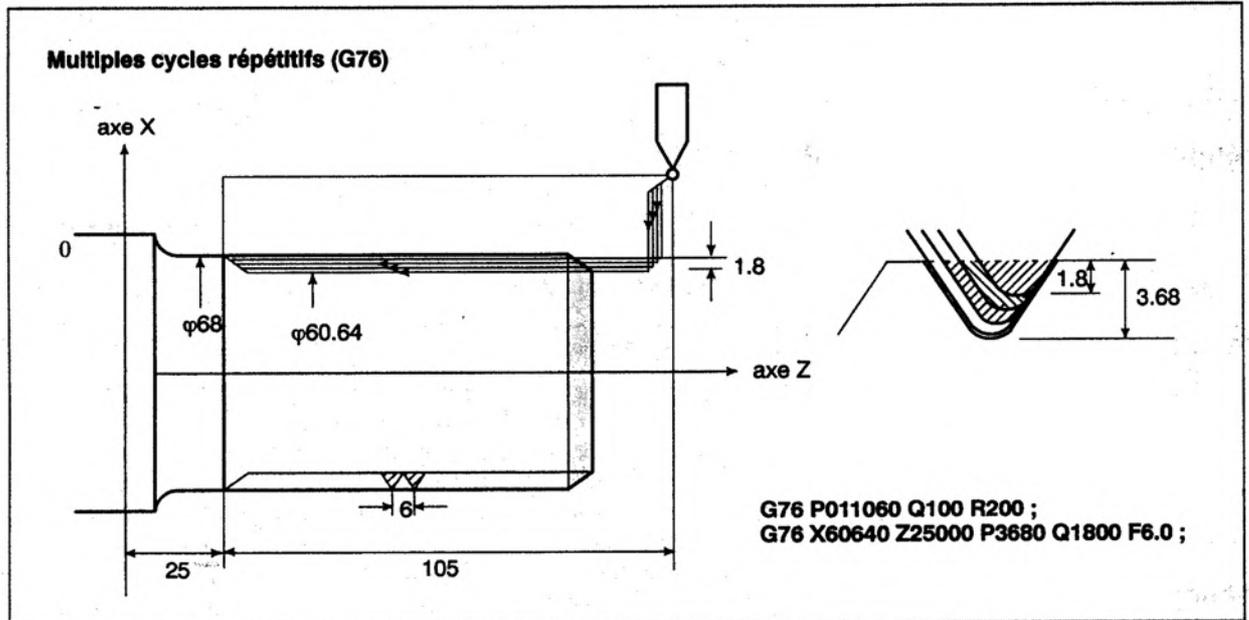
Entre les numéros de séquence "ns" et "nf" le sont dans  
*G70*.

2- Quand l'usinage du cycle par *G70* est terminé, l'outil revient au point de départ et le bloc suivant est lu.

3- Dans les blocs compris entre " ns" et "nf" référés dans *G70* à *G73*, il est impossible d'appeler le sous-programme.



## Cycle de filetage multiple

**G76**

**G76P (m) (r) (a) Q ( $\Delta d$  min) R (d);**

**G76X (u) -Z (W) -R (i) P(K) Q( $\Delta d$ ) F(L);**

**m** : Comptage répétitif lors de la finition (1 à 99)

Cette désignation est modale et reste inchangée jusqu'à ce qu'une autre Valeur soit désignée.

**r** : Chanfreinage

Quand le pas de filetage est exprimé à l'aide de L, la valeur de L peut Être définie entre 0.0L et 9.9L par incrément de 0.1 L (nombre à deux Chiffres compris entre 00 et 90).

Cette désignation est modale.

**a**: Angle de la pointe de l'outil

Vous pouvez sélectionner un des six types d'angle, 80°, 60°, 55°, 30°, 29° ou 0° et le spécifier à l'aide d'un nombre à deux chiffres.

**m**, **r** et **a** sont spécifiés simultanément à l'aide de l'adresse P.

(Exemple)

Quand  $m=2$ ,  $r=1.2L$ ,  $a=60^\circ$ , effectuez les spécifications de la manière Ci-dessous (L étant le pas du filetage).

P	02	12	60
	m	r	a

$(\Delta d)_{\min}$  : Profondeur d'usinage minimum (spécifiée par la valeur du rayon)

Quand la profondeur d'usinage d'un cycle  $((\Delta d - \Delta d - 1))$  est inférieure

À cette limite, elle est ajustée à cette valeur. Cette désignation est modale.

**d** : Tolérance de finition

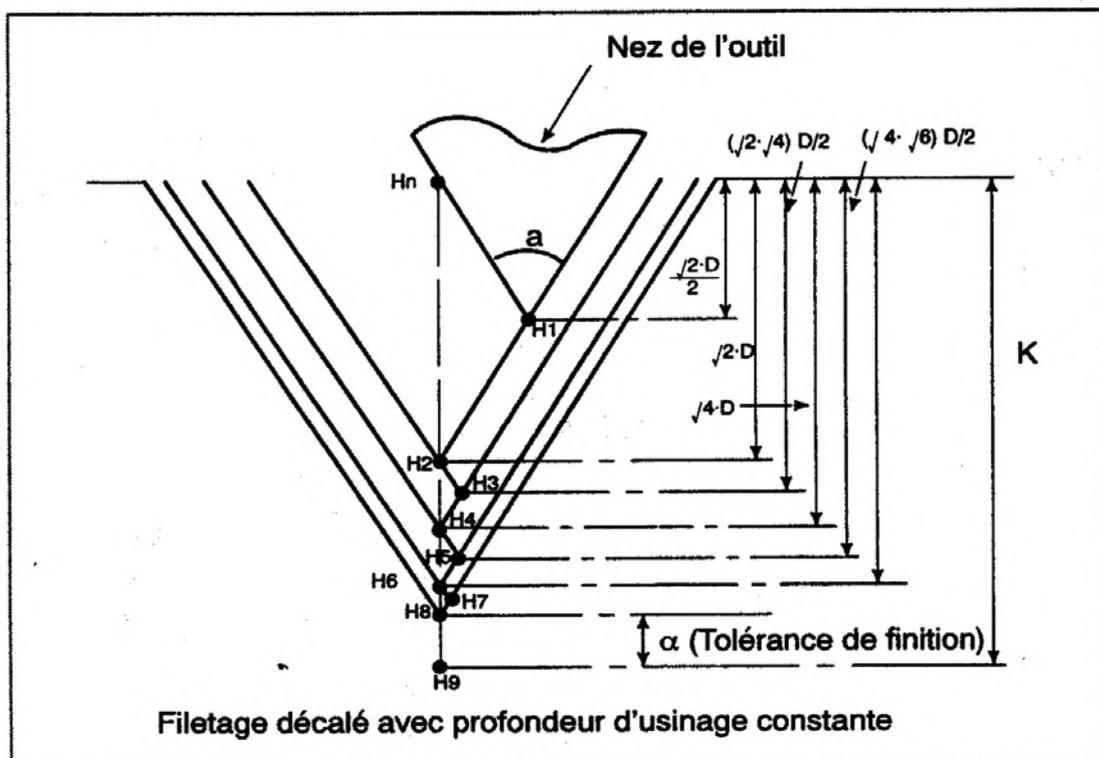
Cette désignation est modale et reste inchangée jusqu'à ce que l'autre valeur soit désignée.

**i** : Différence du rayon du filetage Si  $i = 0$ , un filetage longitudinal ordinaire peut être obtenu.

**k** : Hauteur du filetage Cette valeur est spécifiée par la valeur de rayon.

$\Delta d$  : Profondeur d'usinage dans la 1ère coupe (valeur du rayon).

**L** : Pas du filetage (identique à G32)



# CH : VI

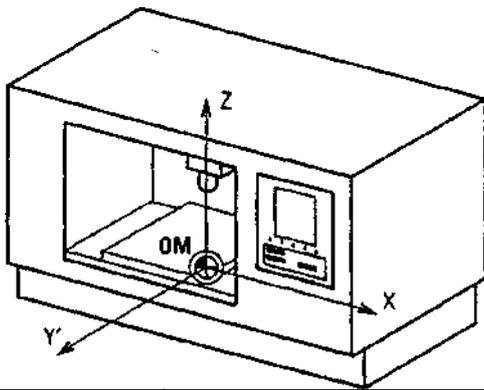
## PREPARATION D'UNE MOCN

## Prises d'origine machine (POM)

Avant toute mise en service, une machine-outil à commande numérique doit être initialisée. Cette opération consiste, à déplacer les chariots vers un point défini par des butées électriques: c'est l'origine machine (OM).

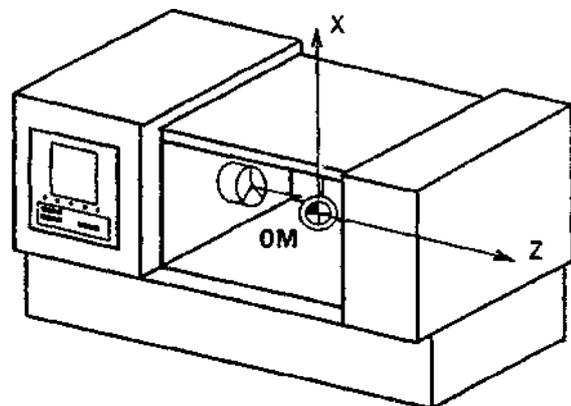
Ce point est le point de référence de la machine. Il est atteint en réalisant les prises d'origine machine (POM).

Exemples:



Fraiseuse à commande numérique

Tour à commande numérique

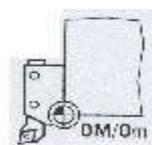
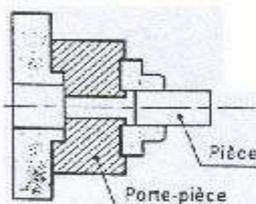


Le plus souvent, l'origine machine est confondue avec l'origine mesure (Om).

Dans le cas contraire, l'origine mesure est définie par un paramètre machine OM/Om spécifique. Lors de l'opération de prises d'origines, le calculateur connaît la valeur de ce paramètre et peut positionner le «zéro mesure».

L'origine mesure est un point défini sur chaque axe. C'est l'origine absolue de la mesure.

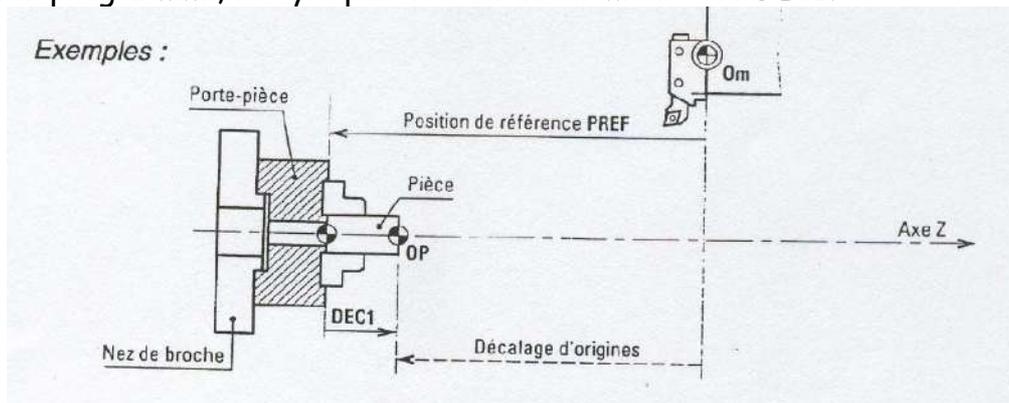
**Exemple : de tournage:** position origine machine et origine mesure sur l'axe Z.



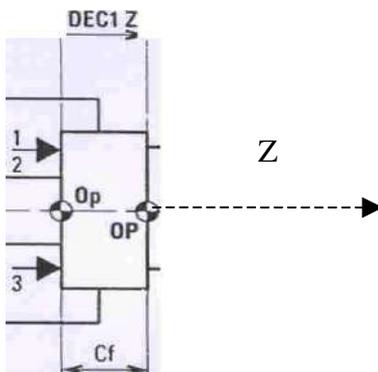
## Origine Programme

L'origine programme (OP) est l'origine des axes qui a servi à établir le programme. Elle est choisie par le bureau des méthodes. Toutes les coordonnées des points des cycles d'usinage sont définies par rapport à l'OP à partir des cotes de fabrication.

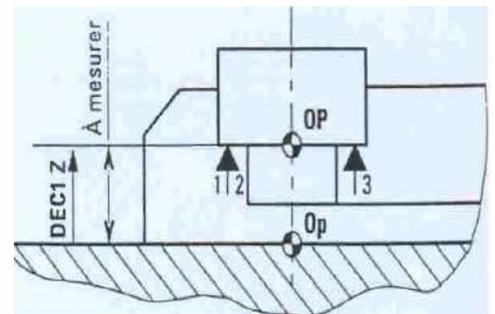
L'origine programme est définie par rapport à l'origine pièce par un paramètre sur chaque axe DEC1 (NUM). Remarque: si l'origine pièce est confondue avec l'origine programme, il n'y a pas lieu de déterminer des DEC1.



### Détermination des DEC 1



Le paramètre DEC1 peut être défini sans Mesure s'il est égal à une cote de fabrication cf. Déterminée sur le contrat de phase.



Le paramètre DEC1 peut être déterminé Par mesurage direct, indirect ou Par Tangentement.

A partir des paramètres PREF et DEC1, le directeur de commande numérique (DCN) détermine le décalage d'origines (distance OP/Om) sur chaque axe. Cette information est indispensable au DCN pour gérer le déplacement de l'élément générateur de l'outil selon le cycle défini par le programme (coordonnées liées à l'OP).



## Les mots de dimension

### AXES PRIMAIRE

- X- Déplacement de la plus grande amplitude
- Y- Forme avec X et Z le trièdre
- Z- Parallèle à l'axe de la broche

### AXES SECONDAIRES

- U-
- V-
- W-

### AXES TERTIAIRES

- P-
- Q-
- R-

### MOUVEMENTS ANGULAIRES

- A-
- B-
- C-

### INTERPOLATIONS Circulaires

- I-
- J-
- K-

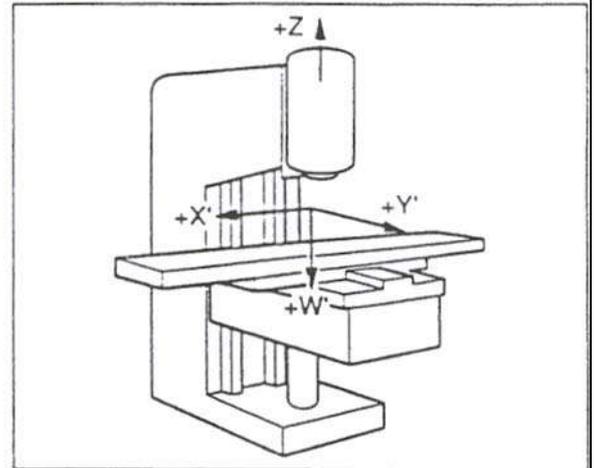
**Symbolisation des mouvements d'une fraiseuse ou d'un centre d'usinage :**

Le système est parallèle aux glissières principales de la machine

Z : Parallèle à l'axe principal de la broche

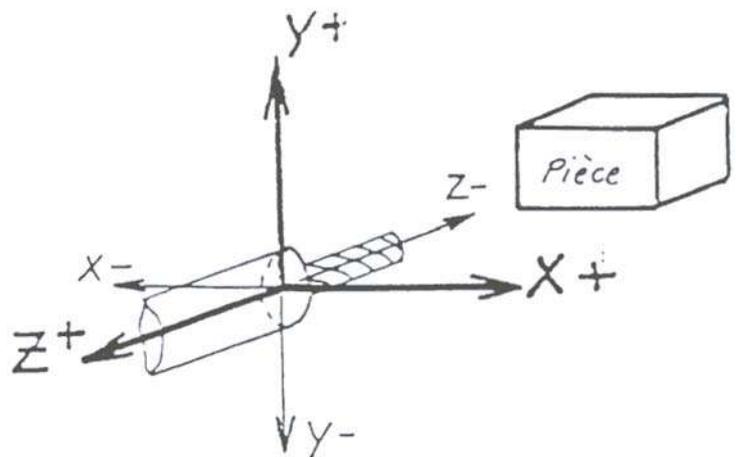
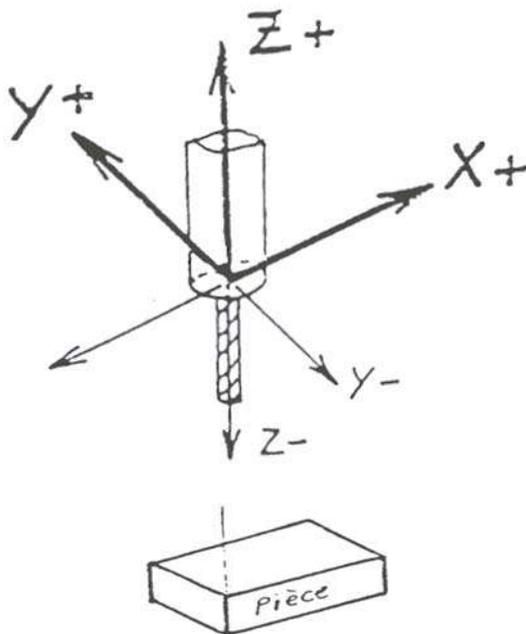
X: Perpendiculaire à Z possède le plus grand déplacement (exemple : le longitudinal)

Y: Perpendiculaire à X et Z



BROCHE

BROCHE VERTICALE  
HORIZONTALE

**NOTA:**

En commande numérique on considère pour programmer que c'est toujours l'outil qui se déplace déterminant ainsi les sens (+ et -).

## Symbolisation des mouvements d'un tour à C.N.

Le système d'axes est parallèle aux glissières principales de la machine

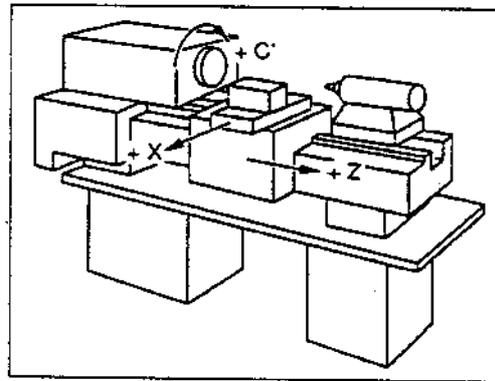
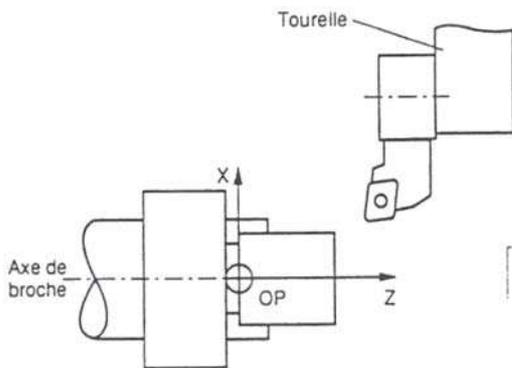
Z : Parallèle à l'axe de la broche

X: Perpendiculaire à Z

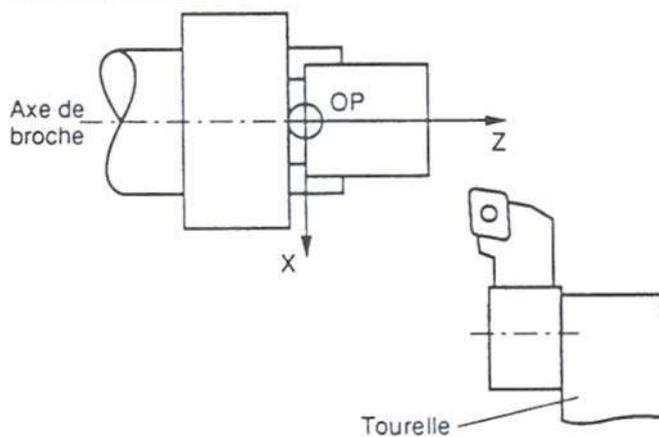
Le signe + étant dirigé vers la tourelle principale.



### Tour avec tourelle arrière



### Tour avec tourelle avant



### Cas de deux tourelles

1- Solidaires sur le même banc: c'est toujours la tourelle arrière qui est la tourelle maîtresse.

2- Indépendantes: tour à 4 axes.

# CH : VII

## FONCTION DE COMPENSATION

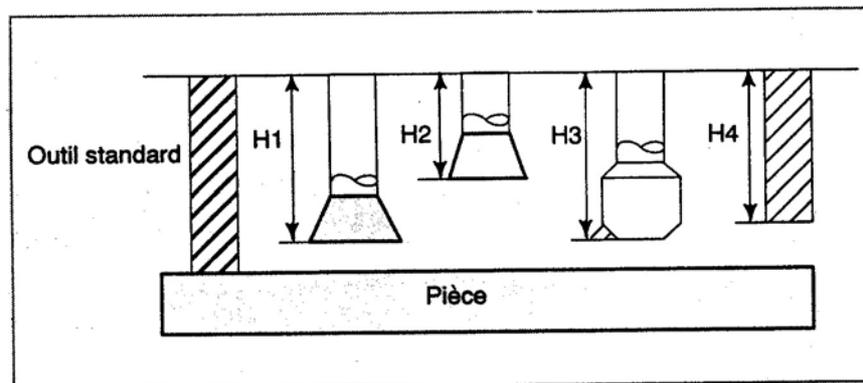
## A. CORRECTION DE LA LONGUEUR D'OUTIL

### 1. CORRECTION EN FRAISAGE (G43 G44 G49)

En général, plusieurs outils sont utilisés pour usiner une pièce. Les outils sont de longueur différente. Il est très difficile de changer le programme selon les outils.

Par conséquent, la longueur de chaque outil utilisé doit être mesurée à l'avance. Lorsque vous réglez la différence entre la longueur de l'outil standard et la longueur de chaque outil dans la CNC

L'usinage peut être exécuté sans modifier le programme même lorsque l'outil est changé. Cette fonction est appelée compensation de longueur d'outil.



Cette fonction peut être utilisée en chargeant dans la mémoire des Correcteurs la différence entre la longueur d'outil supposée lors de la Programmation et la longueur de l'outil réellement utilisé. Il est possible de compenser cette différence sans avoir à modifier le programme.

Les codes G43 et G44 sont utilisés pour indiquer le sens de la Compensation et le code H spécifie le numéro du correcteur à utiliser. Lorsqu'une valeur positive est spécifiée pour la compensation de longueur Avec G43, l'outil est déplacé dans le sens positif.

Lorsqu'une valeur positive est spécifiée avec G44 l'outil est déplacé dans Le sens négatif

Pour annuler la compensation de la longueur, spécifier G49 ou H00 le système annule

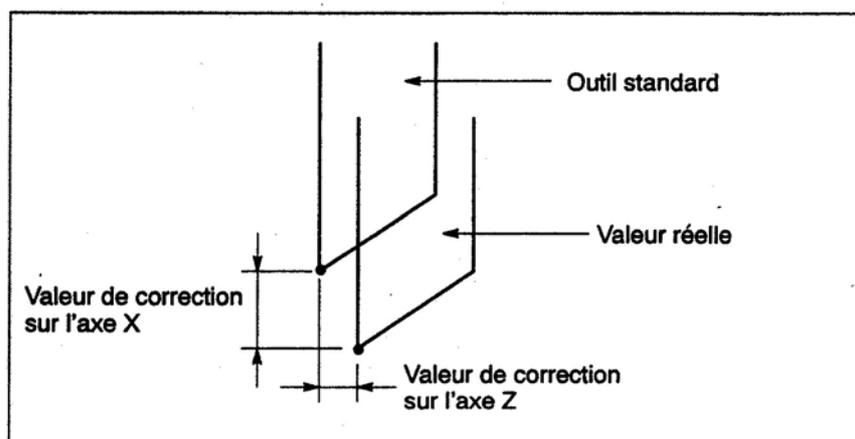
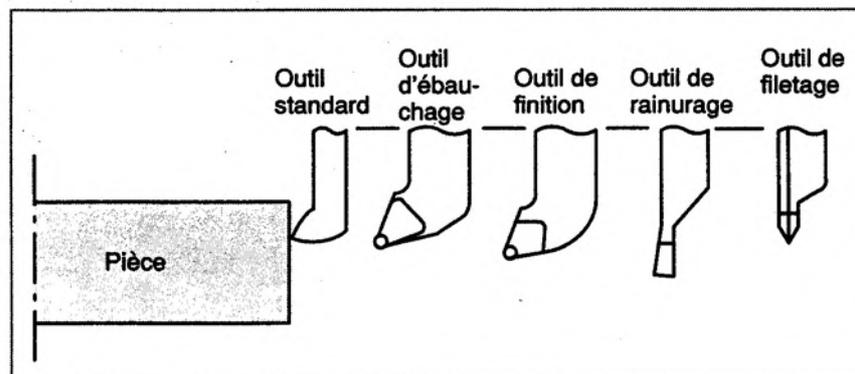
Immédiatement la compensation de longueur lorsque G49 ou H00 est exécuté.

## 2. CORRECTION EN TOURNAGE

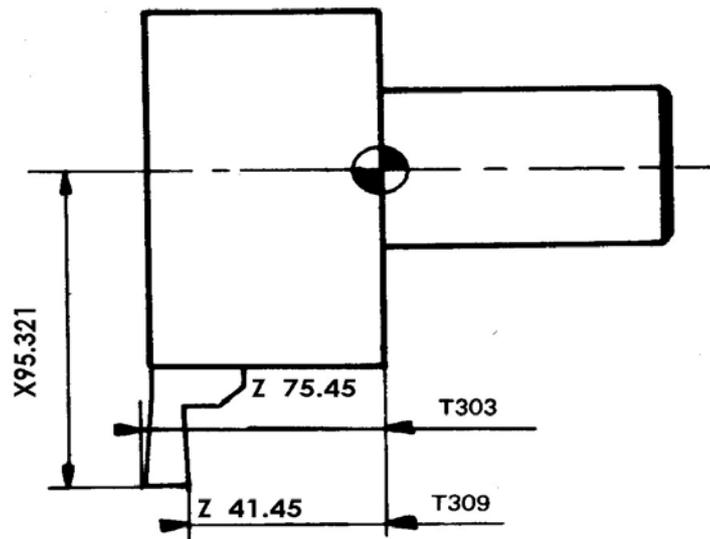
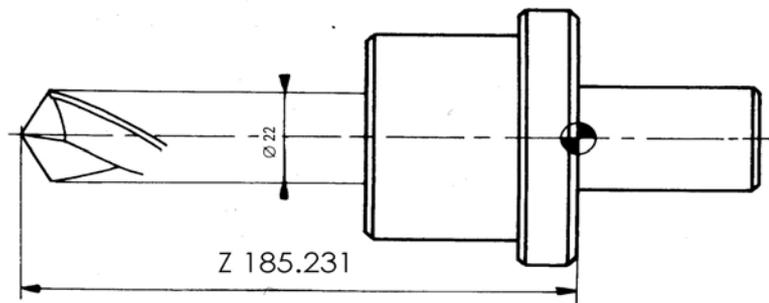
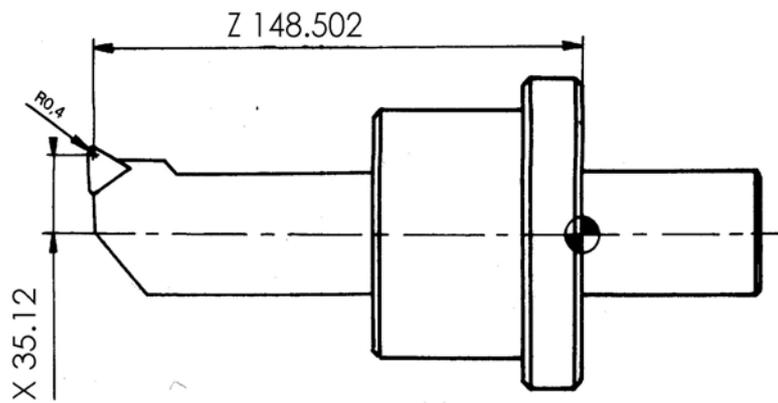
La correction d'outil est utilisée pour compenser la différence lorsque l'outil réellement utilisé diffère de l'outil imaginé utilisé pour la programmation (habituellement outil standard).

Dans cette unité, il n'y a pas de référence **G** pour spécifier la correction d'outil.

La correction d'outil est spécifiée par référence **T**.



**EXEMPLE DE CORRECTION DE QUELQUES OUTILS**

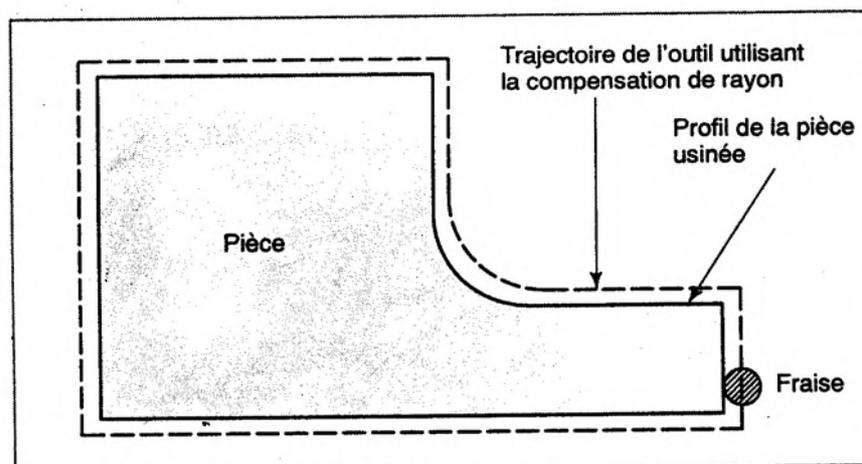


## B. Fonctions de compensation de rayon

# G41 G42 G40

### 1. COMPENSATION EN FRAISAGE

Comme l'outil à un rayon, le centre de la trajectoire de cet outil est décalé de la valeur de son rayon par rapport au profil de la pièce. Si les rayons des outils sont mémorisés dans la CNC l'outil utilisé peut être décalé par rapport à la pièce de la valeur de son rayon. Cette fonction est appelée Fonction compensation de rayon de fraise.

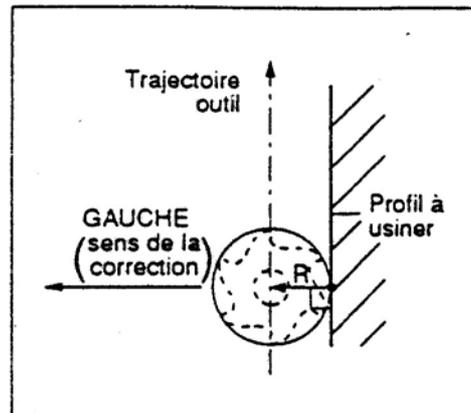


Les valeurs de compensation de rayon sont mémorisées dans la mémoire Des correcteurs. Chaque correcteur a un numéro. Le numéro du correcteur Est spécifié par l'adresse D (code D) suivie de 1 à 3 chiffres. Le code D Reste actif jusqu'à ce qu'un autre code D soit programmé. Le code D est Utilisé pour spécifier la valeur de correction d'outil aussi bien que la Valeur de compensation de rayon.

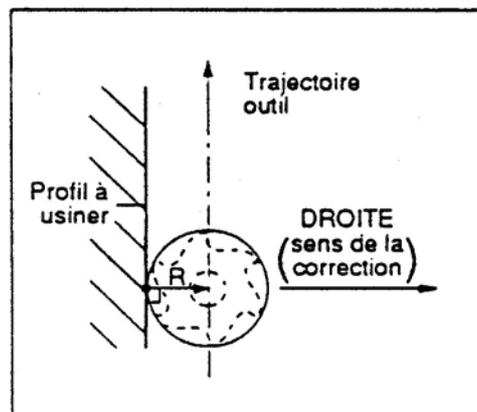
Le calcul de la compensation est effectué dans le plan sélectionné par G 17, G18 ou G19, (Codes G de sélection de plan). Ce plan est appelé le plan De compensation. Aucune compensation n'est calculé pour des Coordonnées qui ne se trouvent pas dans le plan spécifié.

**G41 Correction de rayon à gauche du profil à usiner.**

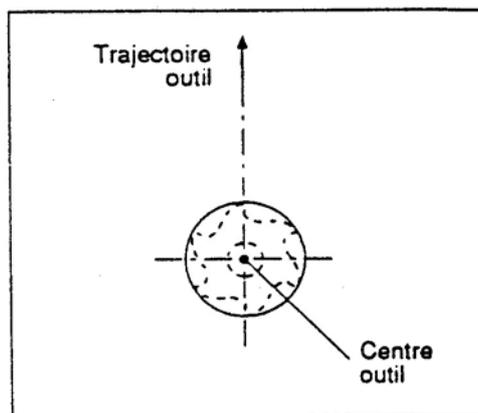
Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à gauche) d'une valeur égale au rayon d'outil (R) déclaré par le correcteur D...

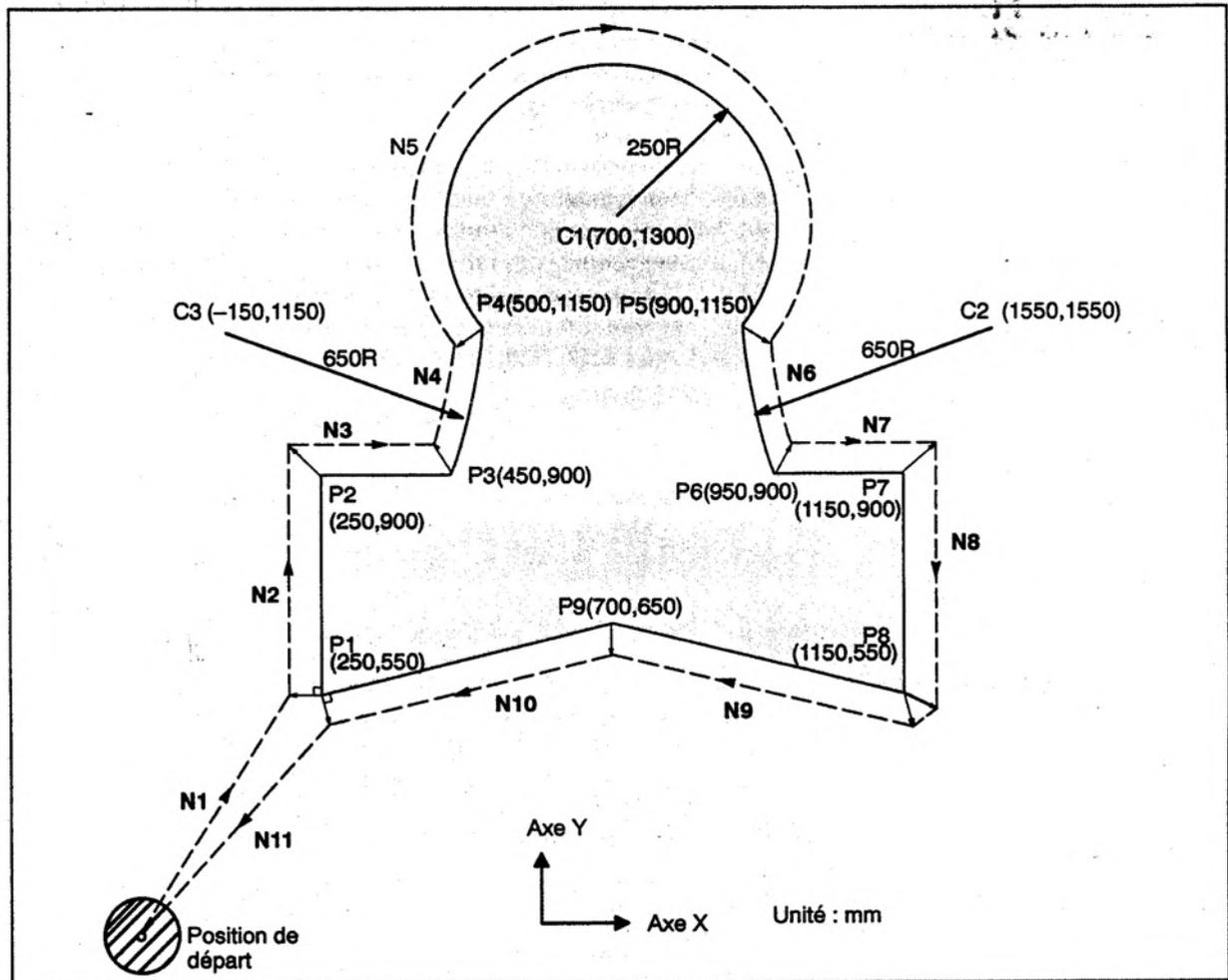
**G42 Correction de rayon à droite du profil à usiner.**

Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à droite) d'une valeur égale au rayon d'outil (R) déclaré par le correcteur D...

**G40 Annulation de correction de rayon.**

Pilotage du centre de l'outil : les trajectoires programmées sont appliquées au centre de l'outil.

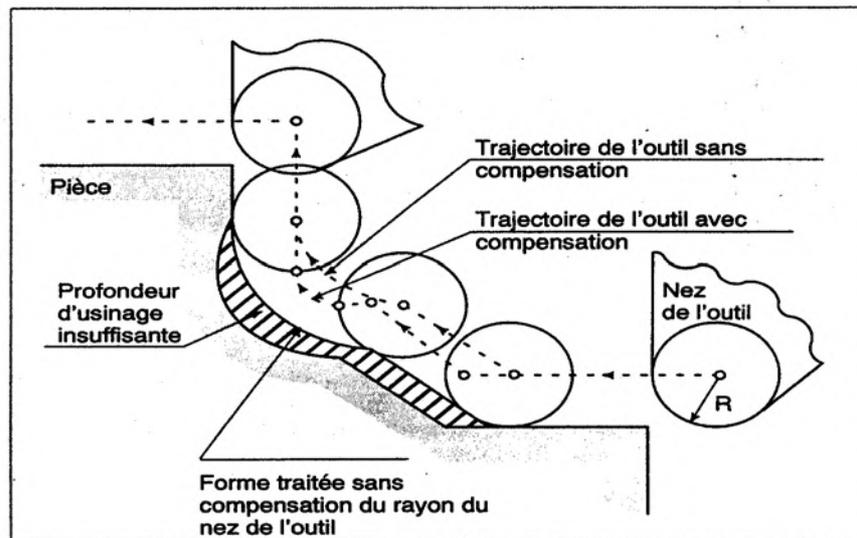


**EXEMPLE**

<b>G92 X0 Y0 Z0 ;</b> .....	Spécifie les coordonnées absolues. L'outil est positionné au point de départ (X0, Y0, Z0).
<b>N1 G90 G17 G00 G41 D07 X250.0 Y550.0 ;</b>	Début de la compensation de rayon (démarrage). L'outil est décalé vers la gauche de la trajectoire programmée, de la valeur spécifiée dans D07. En d'autres mots, la trajectoire de l'outil est décalée de la valeur du rayon de l'outil (mode compensation) parce que 15 a été inscrit dans le correcteur D07 au préalable (le rayon de l'outil est de 15 mm).
<b>N2 G01 Y900.0 F150 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P1 à P2.
<b>N3 X450.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P2 à P3.
<b>N4 G03 X500.0 Y1150.0 R650.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P3 à P4.
<b>N5 G02 X900.0 R-250.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P4 à P5.
<b>N6 G03 X950.0 Y900.0 R650.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P5 à P6.
<b>N7 G01 X1150.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P6 à P7.
<b>N8 Y550.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P7 à P8.
<b>N9 X700.0 Y650.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P8 à P9.
<b>N10 X250.0 Y550.0 ;</b> .....	Spécifie un usinage de P9 à P1.
<b>N11 G00 G40 X0 Y0 ;</b> .....	Annulation du mode de compensation. L'outil est retourné à la position de départ (X0, Y0, Z0).

## 2. COMPENSATION DU RAYON DU NEZ DE L'outil (tournage)

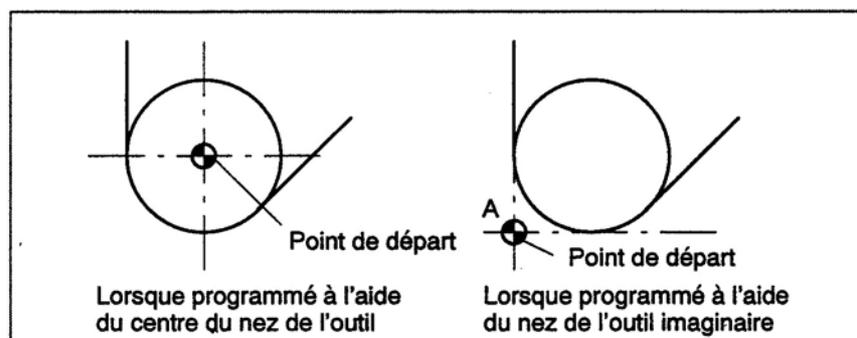
Il est difficile d'obtenir la compensation nécessaire pour former des Pièces précises en utilisant uniquement la fonction de correction de l'outil en raison de la rondeur du nez de l'outil lors l'usinage. La fonction de compensation du rayon du nez de l'outil compense automatiquement les erreurs ci-dessous.



Le nez de l'outil sur la position A dans le schéma suivant n'existe pas. Le nez de l'outil réellement. Le nez de l'outil imaginaire est nécessaire car il est habituellement plus difficile de régler le centre réel du rayon du nez de l'outil sur la position de départ que le nez de l'outil imaginaire (note).

De même, lorsque le nez de l'outil imaginaire est utilisé, le rayon du nez de l'outil n'a pas besoin d'être considéré dans la programmation.

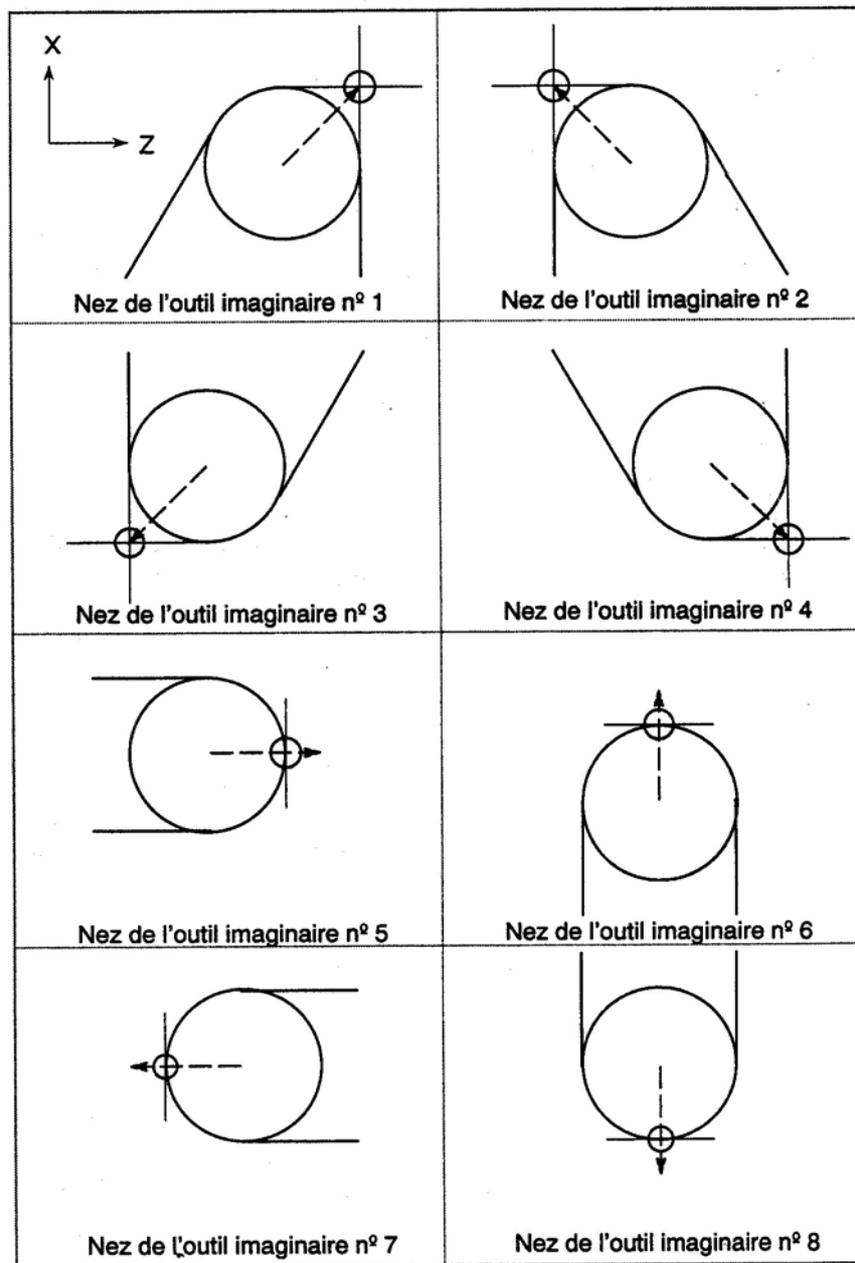
Le rapport de position lorsque l'outil est réglé sur la position de départ est indiqué dans le schéma suivant.



### Direction du nez de l'outil imaginaire

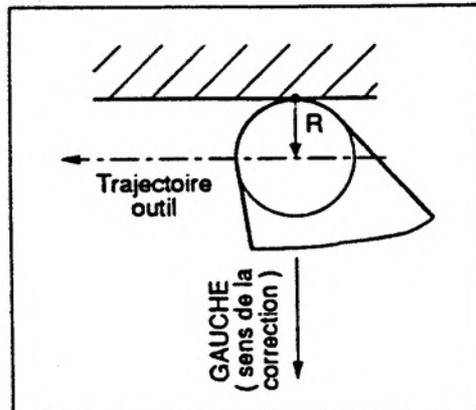
La direction du nez de l'outil imaginaire vue depuis le centre du nez de l'outil dépend de la direction de l'outil pendant l'usinage; elle doit donc être définie au préalable, comme les paramètres de la correction.

La Direction du nez de l'outil imaginaire peut être sélectionnée à partir Des huit spécifications de la figure ci-dessous.

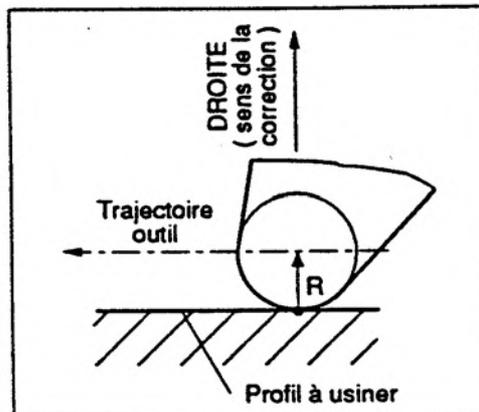


**G41 Correction de rayon à gauche du profil à usiner.**

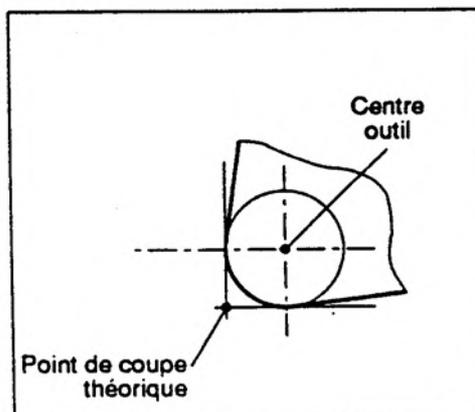
Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à gauche) d'une valeur égale au rayon d'outil (R) déclaré par le correcteur D...

**G42 Correction de rayon à droite du profil à usiner.**

Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à droite) d'une valeur égale au rayon d'outil (R) déclaré par le correcteur D...

**G40 Annulation de correction de rayon.**

Pilotage du point de coupe théorique de l'outil. La correction de rayon n'est plus appliquée à l'outil.



# CH : VIII

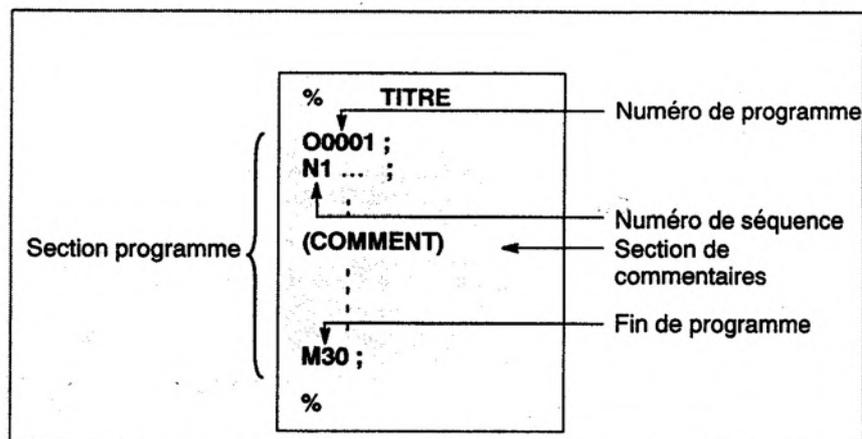
## CONFIGURATION DES PROGRAMMES

## GENERALITE

Il existe deux types de programmes:

Le programme principal et le sous-programme. Normalement, la CNC fonctionne selon le programme principal. Toutefois, lorsqu'une commande appelant un sous-programme

Est prise en compte dans le programme principal, la commande passe au Sous-programme. Lorsqu'une commande spécifiant un retour au programme principal est prise en compte dans un sous-programme, la commande revient au programme principal.



Un numéro de programme composé de l'adresse O suivie d'un nombre à quatre chiffres est affecté à chaque programme pour permettre son identification.

Dans le code ISO, le caractère deux points (:) peut être utilisé au lieu de la lettre o.

Un programme consiste en plusieurs commandes. Une unité de commande est appelée bloc. Un bloc est séparé d'un autre par un EOB de code de fin de bloc.

NOM	Réf. ISO	Réf. EIA	Format fanuc
Fin de bloc (EOB)	LF	CR	;

# Appel d'un Sous-programme

## (M98, M99)

Si un programme comporte une séquence fréquemment répétée, elle peut être mémorisée comme un sous-programme pour simplifier la programmation.

Un sous-programme est appelé à partir du programme principal. Un sous-programme peut également appeler un autre sous-programme.

### Format

**Un sous-programme**

<pre> O □□□□ ; : : : M99 ; </pre>	<p><b>Numéro de sous-programme</b> (ou le signe deux points (:)) en option dans le cas de ISO)</p> <p><b>Fin du programme</b></p>
-----------------------------------	---

M99 ne doit pas constituer un bloc indépendant, comme cela est expliqué ci-après.  
Exemple) X100.0 Y100.0 M99 ;

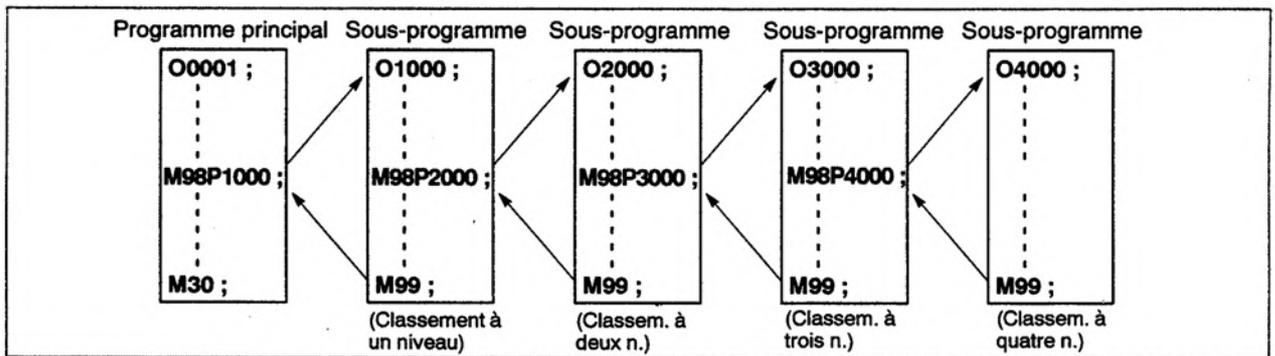
### Appel de sous-programme

**M98 P**                   ;

<p>↑</p> <p><b>Nombre d'appels suivis du sous-programme</b></p>	<p>↑</p> <p><b>Numéro du sous- programme</b></p>
---	--

Lorsqu'aucune donnée de répétition n'est spécifiée, le sous-programme n'est appelé qu'une fois.

Lorsque le programme principal appelle un sous-programme, cela est considéré comme un appel de sous-programme à un niveau. Ainsi, les appels de sous-programme peuvent être classés jusqu'en quatre niveaux comme illustré ci-dessous.



★ **M98 P51002 ;**

Cette commande spécifie "appel de sous-programme (n° 1002) cinq fois de rang". Une commande d'appel de sous-programme (M98P\_) peut être spécifiée dans le même bloc qu'une commande de déplacement.

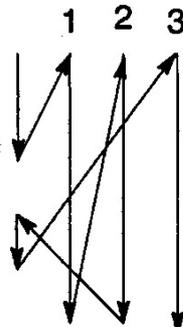
★ **X1000.0 M98 P1200 ;**

Cet exemple appelle le sous-programme (numéro 1200) après un mouvement X.

★ Séquence d'exécution des sous-programmes appelés depuis un programme principal

**Programme principal**

N0010 0 ;  
 N0020 0 ;  
 N0030 M98 P21010 ;  
 N0040 0 ;  
 N0050 M98 P1010 ;  
 N0060 0 ;



**Sous-programme**

O0010 0 ;  
 N1020 0 ;  
 N1030 0 ;  
 N1040 0 ;  
 N1050 0 ;  
 N1060 0 M99 ;

Un sous-programme peut appeler un autre sous-programme de la même façon que le programme principal

# **CH : IX**

## **ELABORATION D'UN PROGRAMME DE COMMANDE NUMERIQUE**

## Les différentes étapes conduisant à la programmation :

Avant d'obtenir le listing ou tout autre support d'information, nécessaires :

**1)** définir le nombre de phase d'usinage :

-Décider des montages de la pièce et de la fixation

-Eventuellement concevoir l'outillage spécifique.

**2)** Etablir, pour chaque phase, les opérations élémentaires d'usinage

(dressage, Perçage, taraudage, fraisage, etc.)

**3)** Choisir les outils adaptés aux différentes opérations d'usinage.

**4)** Définir les paramètres de coupe pour chaque usinage: vitesse, avance, profondeur, Nombre de passes, etc...

**5)** Etablir, pour chaque usinage, la trajectoire parcourue par l'outil en fonction du Profil à réaliser, des dégagements (sauts de bride, etc...)

Les calculs géométriques interviennent ici car le dessin de la pièce ne donne que rarement toutes les indications utilisables directement: calcul des points de tangences, de raccordement, des transitions de contour, du décalage de l'outil, des Éléments géométriques manquants, etc. .

**6)** Coder dans le langage compris par la commande de la machine toutes les séquences D'usinage dans le format propre à la C.N.

**7)** Taper le programme qui sera lu par la C.N. et éditer le listing qui sera confié à l'opérateur.

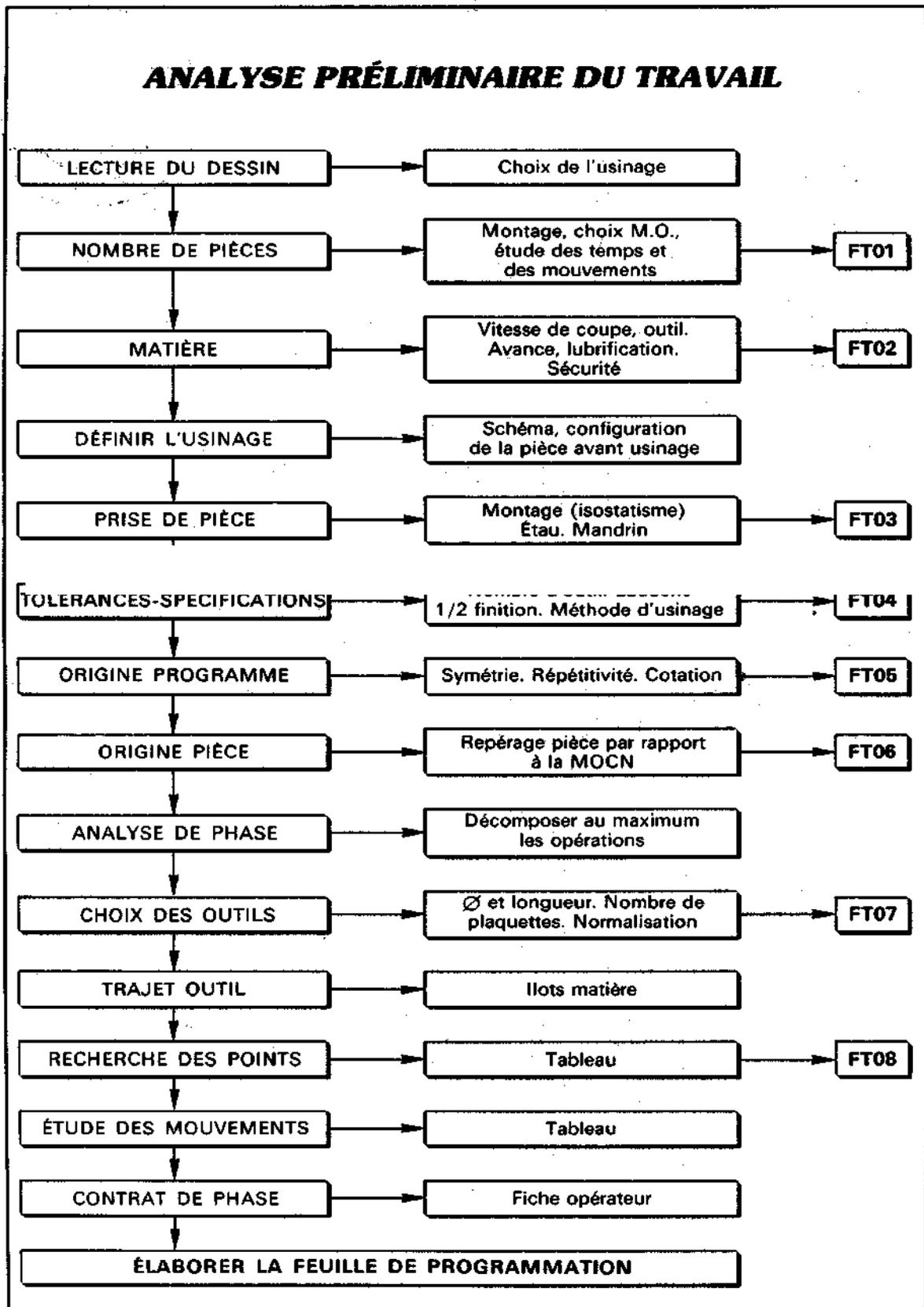
**8)** Rédiger la fiche d'instruction détaillée pour l'opérateur; celle-ci

comportera:

- La liste des opérations et des outils
- Les correcteurs d'outils attribués à ceux-ci
- La description du montage de la pièce
- La prise d'origine
- Les contrôles avec éventuellement les arrêts prévus à cet effet

**9)** Après vérification du bordereau et du listing lors de la fabrication de la Première pièce et optimisation des conditions de coupe, édition du listing Destiné à l'archivage. Toutes ces tâches sont réalisées par le programmeur sans utilisation d'aide autre Que la calculatrice pour les calculs de géométrie, c'est pourquoi l'on appelle ce type de Programmation "manuelle".

# *FICHES D'AIDE A LA PROGRAMMATION*



# (FT 01)

## NOMBRE DE PIÈCES

Le nombre de pièces, ainsi que la complexité de la pièce (lecture du dessin), sont des

Facteurs déterminants dans le choix de la machine-outil :

- \* machine traditionnelle,
- \* machine automatique,
- \* MOCN.

### 1. GRANDE SÉRIE (> 500000 pièces)

L'économie, dans ce cas, va porter sur le temps de montage de la pièce sur la machine. Le temps de réglage de la MO, puisque divisé par le nombre de pièces, peut être très long. L'utilisation de machines transferts, ou de machines automatiques est préférable à celle des MOCN.

### 2. MOYENNE SÉRIE

Cas des petites ou moyennes séries, renouvelables périodiquement. L'utilisation des

MOCN se révèle très rentable, en effet: le lancement d'une campagne d'usinage à l'aide d'un programme stabilisé est très rapide. Les temps de mise au point et de réglage de la MOCN sont bons. L'usinage est quasi immédiat.

### 3. TRÈS PETITE SÉRIE -PIÈCE UNITAIRE

L'utilisation de la MOCN n'est rentable que si la pièce à usiner est complexe. En effet, la programmation de l'usinage permet d'économiser les temps de montage et de réglage sur la MO traditionnelle. L'exigence de la précision et de la qualité pour des pièces, souvent prototype, justifie également le choix d'une MOCN.

## (FT 02) MATIÈRE

La programmation de l'usinage d'une pièce tient compte de la matière à usiner.

Celle-ci permet de déterminer, notamment:

- \* le choix de l'outil, ~
- \* le choix de la vitesse de coupe,
- \* le choix de la vitesse d'avance,
- \* la valeur de la profondeur de passe,
- \* le choix du lubrifiant,
- \* la durée de vie des outils,
- \* la puissance de la machine.

Sur les MOCN, qui sont considérées comme des machines puissantes et robustes, il est conseillé de travailler avec des outils en carbures métalliques.

Ces outils permettent d'atteindre des vitesses de coupe élevées, de l'ordre de 100 à 400 m/min; de plus, un système de plaquettes amovibles facilite le remplacement de la partie coupante de l'outil.

$$\boxed{N = \frac{1000 V}{\pi D}} \Rightarrow \begin{cases} N = \text{Nombre de tours par minute (tr/min),} \\ V = \text{Vitesse de coupe en mètres par minute (m/min),} \\ D = \text{Diamètre de la fraise ou de la pièce en millimètres (mm)} \end{cases}$$

$$\boxed{A = aZN} \Rightarrow \begin{cases} A = \text{Vitesse d'avance en millimètres par min (mm/min),} \\ a = \text{avance par dents, en millimètres (mm),} \\ Z = \text{Nombre de dents,} \\ N = \text{Nombre de tours par min (tr/min).} \end{cases}$$

Il est conseillé, lors de l'achat des outils, de relever les paramètres de coupe indiqués par le fabricant; de noter, lors de l'usinage, les paramètres réels et, de créer un fichier de ces données. Sur les MOCN une lubrification parfaitement bien adaptée permet :

- \* d'accroître d'un tiers la vitesse de coupe de l'outil,
- \* d'augmenter la durée de vie de l'outil,
- \* d'améliorer l'état des surfaces usinées,
- \* de diminuer les efforts de coupe (puissance absorbée),
- \* de refroidir la pièce (caractéristiques dimensionnelles),
- \* d'éliminer les copeaux de la zone d'usinage-

Un lubrifiant doit être :

- \* non corrosif, pour la machine, les peintures et... pour l'opérateur;
- \* stable dans le temps (pas de dépôt, pas de développement bactérien);
- \* facile à éliminer sur la pièce et sur la machine.

Actuellement, trois principaux types de lubrifiants sont utilisés :

- \* fluide, dit «pétroliers » ou « émulsion », additionné à de l'eau (2 à 10%) = émulsion blanche, laiteuse;
- \* fluide, dit «semi synthétiques», additionné à de l'eau (2 à 10%) = émulsion translucide;
- \* fluide, dit « synthétiques », ne contient pas d'huile minérale.

Sur les MOCN, en tournage comme en fraisage, il est conseillé d'utiliser des fluides semi synthétiques.

## (FT 03)

# PRISE DE PIÈCE

D'une manière générale les montages d'usinage utilisés sur les MOCN sont plus simples que ceux employés sur les MO traditionnelles (exemple: élimination des canons de perçage, ...).

### \* Qualités mécaniques et géométriques

Afin de conserver la géométrie de la pièce, un montage d'usinage ne doit pas se déformer pendant l'usinage et sous les efforts de coupe. En outre, il doit positionner correctement la pièce, en respectant les règles de l'isostatisme.

### \* Ablocage de la pièce

Comme sur les machines transferts, ou automatisées, il convient de minimiser les temps de montage et de démontage des pièces. D'essayer de réaliser le maximum d'usinage sans démontage. De réaliser plusieurs pièces en même temps ou en série.

### \* Conception du montage

Afin de réduire le nombre d'heures d'usinage du montage, il est judicieux d'utiliser au maximum les éléments standards (pieds de position, brides pivotantes, vis articulées...)

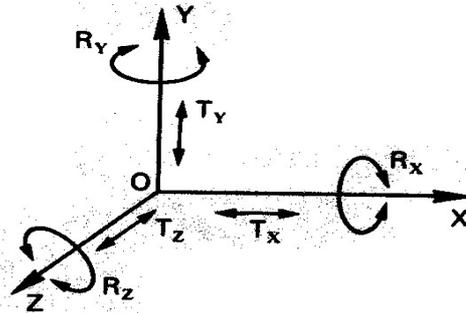
### \* Précautions

Le programmeur doit appréhender très clairement, et très précisément l'encombrement spatial du montage d'usinage, afin de prévoir les dégagements et les

Déplacements. Veiller à ne pas usiner les têtes de vis et, à ne pas percuter les brides ou l'ossature du montage.

### \* Isostatisme

Par rapport à un trièdre OXYZ, une pièce peut se déplacer suivant six mouvements Simples :



- 3 translations,
- 3 rotations.

La pièce possède donc 6 degrés de liberté:

Chaque fois que l'on supprime un mouvement, on élimine un degré de liberté. j

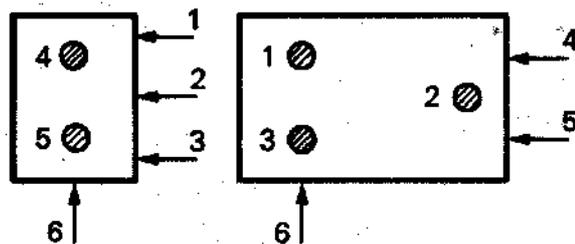
\* Immobilisation isostatique i

Lorsque les six degrés de liberté sont supprimés, on dit que la pièce est immobilisée

Isostatiquement.

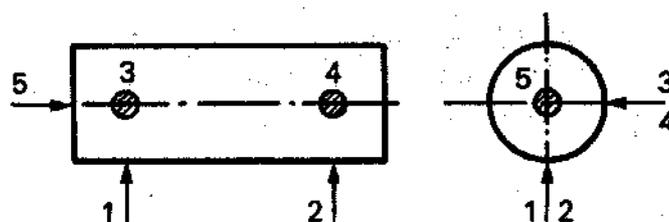
### ■ Représentation symbolique

#### ● Pièce prismatique



1, 2, 3 : appui plan  
4, 5 : orientation  
6 : butée

#### ● Pièce cylindrique



1, 3 } : Vés  
2, 4 }  
5 : butée  
6 : par serrage  
(mandrin-pièce)

## (FT 04)

# TOLÉRANCES - SPÉCIFICATIONS

Le respect des tolérances et spécifications particulières, inscrites sur le dessin de définition de la pièce à usiner, reste l'objectif principal de l'usineur, qu'il travaille sur une MO traditionnelle ou sur une MO à commande numérique. La différence vient de l'apport considérable dans la précision des déplacements sur une MOCN : répétitivité et précision de l'ordre de 0,01 mm. Ce qui permet d'obtenir la plupart des cotes à effectuer sur les pièces courantes, en programmant la cote moyenne

Exemple :

$$40 \pm 0,1 \left\{ \begin{array}{l} \text{cote maxi : } 40,1 \\ \text{cote mini : } 39,9 \end{array} \right\} \text{ cote moy : } 40$$

$$20_{-0,04}^0 \left\{ \begin{array}{l} \text{cote maxi : } 20 \\ \text{cote mini : } 19,96 \end{array} \right\} \text{ cote moy : } 19,98$$

Au respect des tolérances dimensionnelles de la pièce s'ajoutent ceux des tolérances

Géométriques et des états de surface. Il convient, de ce fait, de tenir compte des points suivants :

- \* Ablocage de la pièce (montage indéformable).
- \* Usure des glissières.
- \* Phénomène de «pompage» de J'axe: asservissement mal réglé en boucle fermée, le Calculateur vérifie en permanence sa position ce qui entraîne un très faible

Déplacement. Facilement vérifiable en montant un comparateur sur la machine.

- \* Usure des vis à billes.
- \* Usure des roulements de la broche.
- \* Usure des outils.
- \* Lubrification...

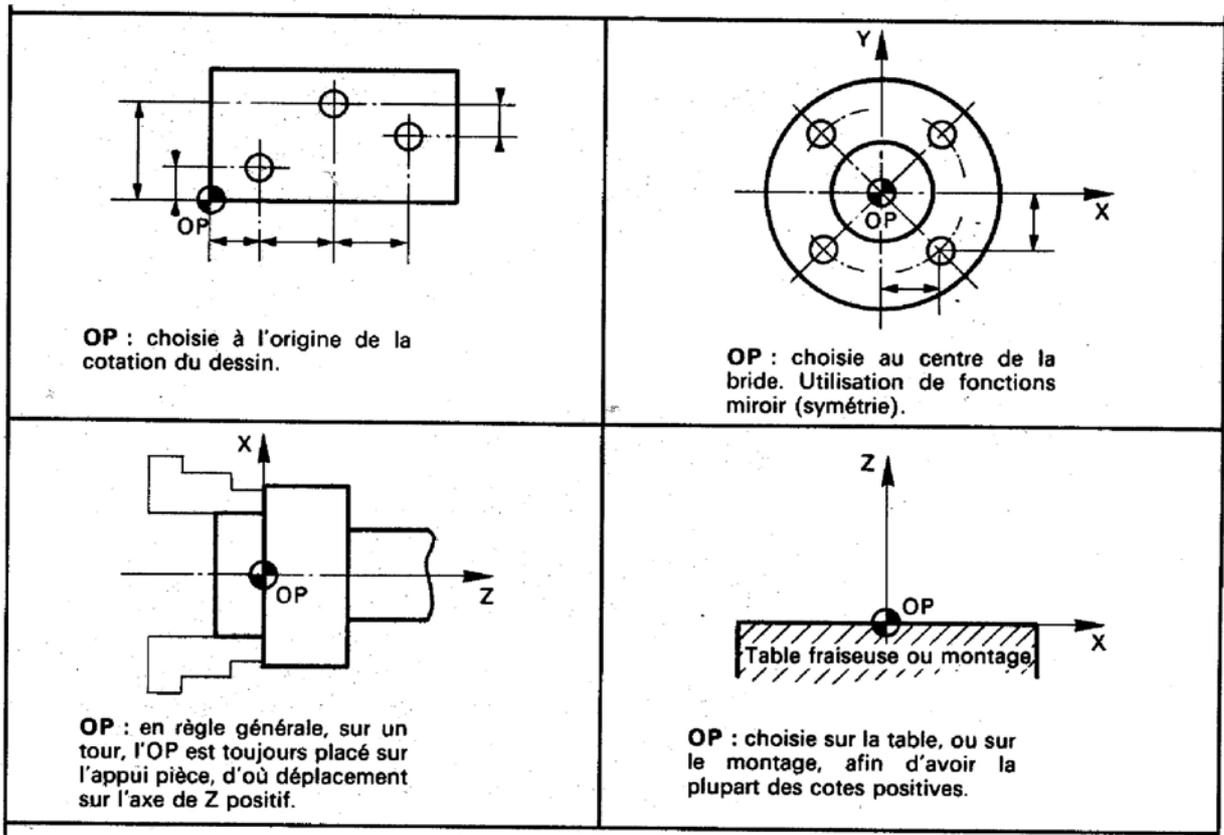
## (FT 05) ORIGINE PROGRAMME (OP)

L'OP est le point d'origine du trièdre de référence permettant la programmation.

.L'OP est indépendante du système de mesure.

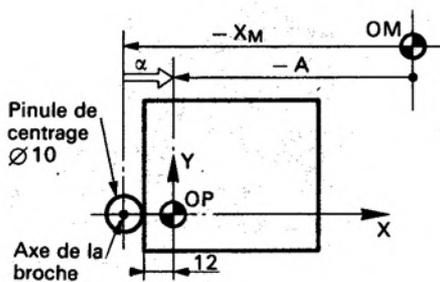
.L'OP est judicieusement choisie par le programmeur (à l'aide du dessin de fabrication).

Il est conseillé d'avoir un maximum de cotes positives.

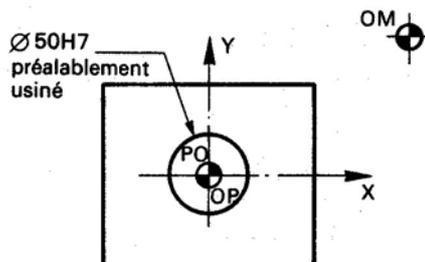
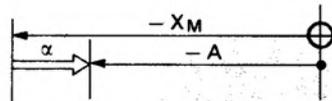


## (FT 06) ORIGINE PIÈCE (PO)

C'est le positionnement, sur les (deux ou trois) axes, de la pièce par rapport à l'origine programme (OP). Lorsqu'il est impossible d'accéder directement à l'OP (axe d'un alésage non exécuté, ...) il convient de prendre une autre surface de référence et d'indiquer le décalage à la machine. De même, il n'est pas possible, comme sur une MOT, de tangenter une pièce avec l'axe de la broche. Il faut avoir recours à une pinule, ou à une pige, ...II convient de tenir compte de ce décalage et de l'introduire en PO.



En tangentant, on détermine la cote  $X_M$ . Cote de l'origine mesurée à l'axe de la broche. Or, pour positionner correctement la pièce il faut connaître la cote  $A$ . On l'obtient, en initialisant le décalage,  $\alpha = (-X_M) - (-A)$ , en PO. Graphiquement  $\alpha$  prolonge  $\overline{X_M}$  :



Dans certains cas, OP et PO sont confondues. Pour positionner la pièce, comme en usinage traditionnel, on utilise un comparateur monté sur un support. L'axe de la broche est situé dans l'axe du trou  $\text{Ø}50\text{H}7$ .

## (FT 07)

# Choix des outils

Le choix des outils de coupe a une influence sur la programmation et la fabrication d'une pièce. Ainsi, la conception d'un bon programme ne suffit pas, il importe de choisir judicieusement les outils qui l'accompagnent et de tenir compte des points suivants :

\* Travailler, de préférence, avec une gamme d'outils standard, dont les caractéristiques sont bien connues. Ne pas oublier qu'un outil « maison » coûte cher, de plus, il est difficile à reproduire, alors qu'une plaquette amovible se remplace facilement.

\* Travailler avec des outils toujours bien affûtés. Il est préférable de changer de

Plaquettes ou de fraises avant de commencer à usiner une pièce. Un changement en

Cours d'usinage, avec reprise, est une opération délicate et toujours longue.

\* Travailler avec des outils suffisamment dimensionnés. Un outil de section trop faible fléchira devant les efforts de coupe et les cotes obtenues seront en dehors des tolérances malgré un programme correct. Il convient de tenir compte de ces flexions et, si nécessaire, de prévoir une passe de finition.

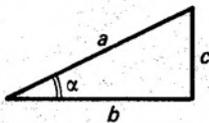
## (FT 08)

# RECHERCHE DES POINTS

Avant de commencer la programmation d'une pièce, il est nécessaire de connaître avec précision les coordonnées de tous les points particuliers de la pièce, en X, Y et Z. Ce repérage et ce calcul se font à l'aide des indications du dessin de fabrication. Nous conseillons de ranger tous ces points, avec leur repère, dans le tableau suivant :

NMERO DU POINT	X	Y	Z

### ■ Rappel de mathématiques



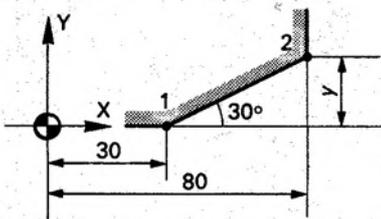
$$\sin \alpha = \frac{c}{a} \quad \text{tg } \alpha = \frac{c}{b}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{a} \quad \text{cotg } \alpha = \frac{b}{c}$$

$$a = \sqrt{c^2 + b^2} \quad b = \sqrt{a^2 - c^2} \quad c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

### ■ Exemple simple :

Calcul de Y pour le point 2 :



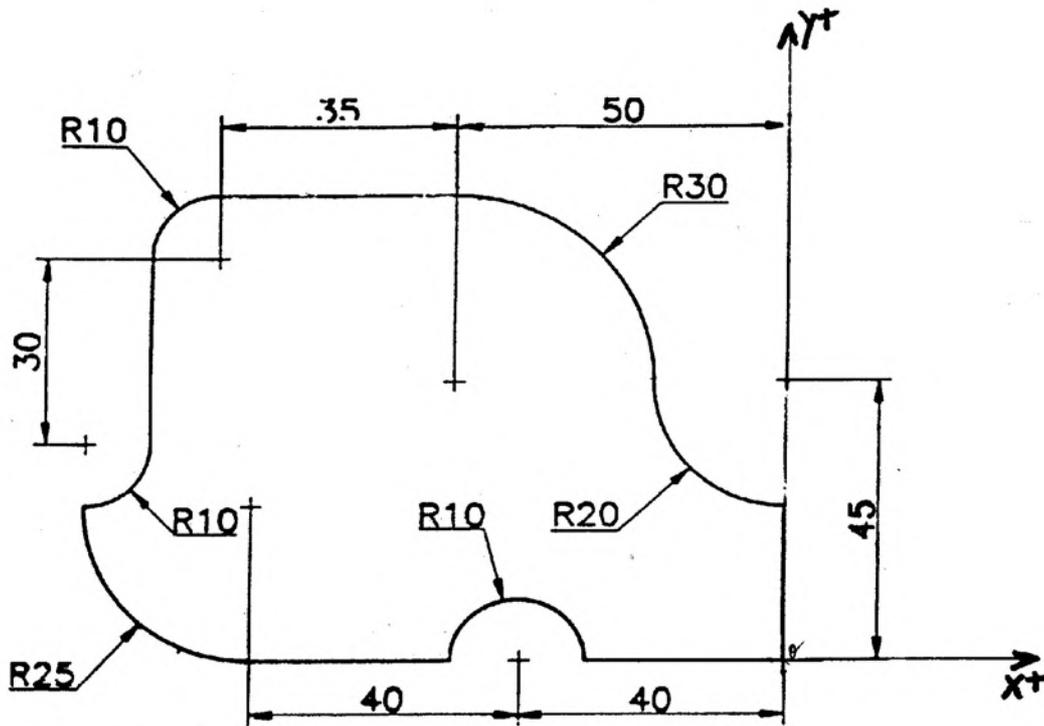
$$\text{tg } 30^\circ = \frac{Y}{(80 - 30)}$$

$$\text{d'où } Y = 50 \times 0,577 = 28,85$$

Numéro du point	X	Y	Z
1	30	0	—
2	80	28,85	—

**EXERCICE 1: remplir le tableau d'après le dessin**

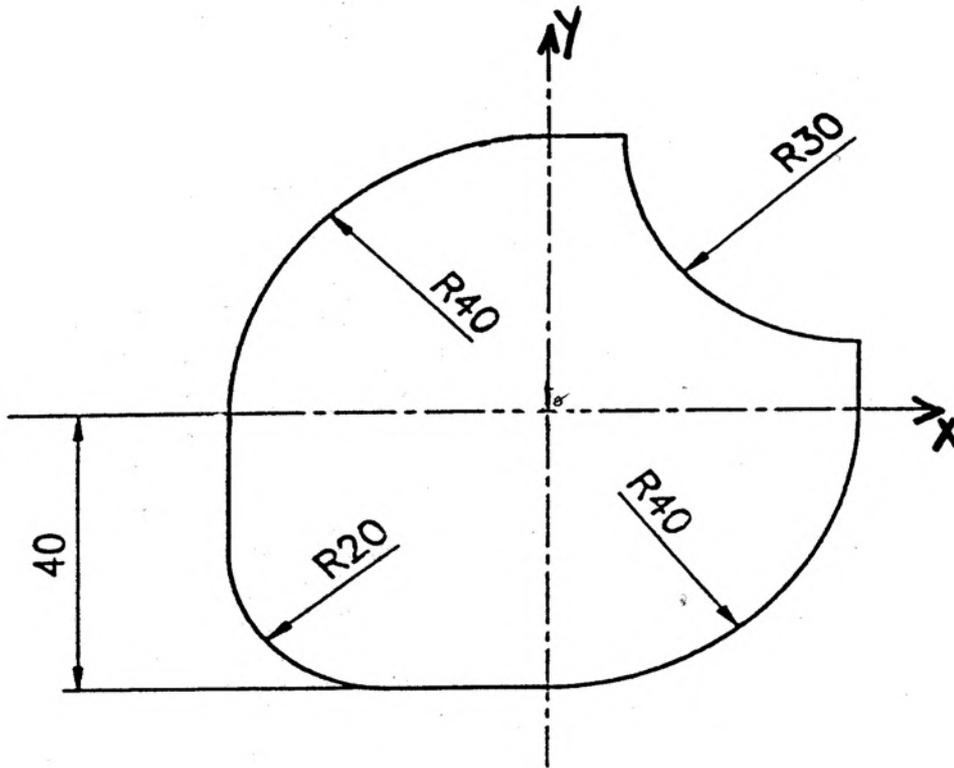
TRAVAIL INDIVIDUEL : A REMPLIR PAR LE STAGIAIRE



POINTS	G	X	Y	I	J	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

**EXERCICE 2: remplir le tableau d'après le dessin**

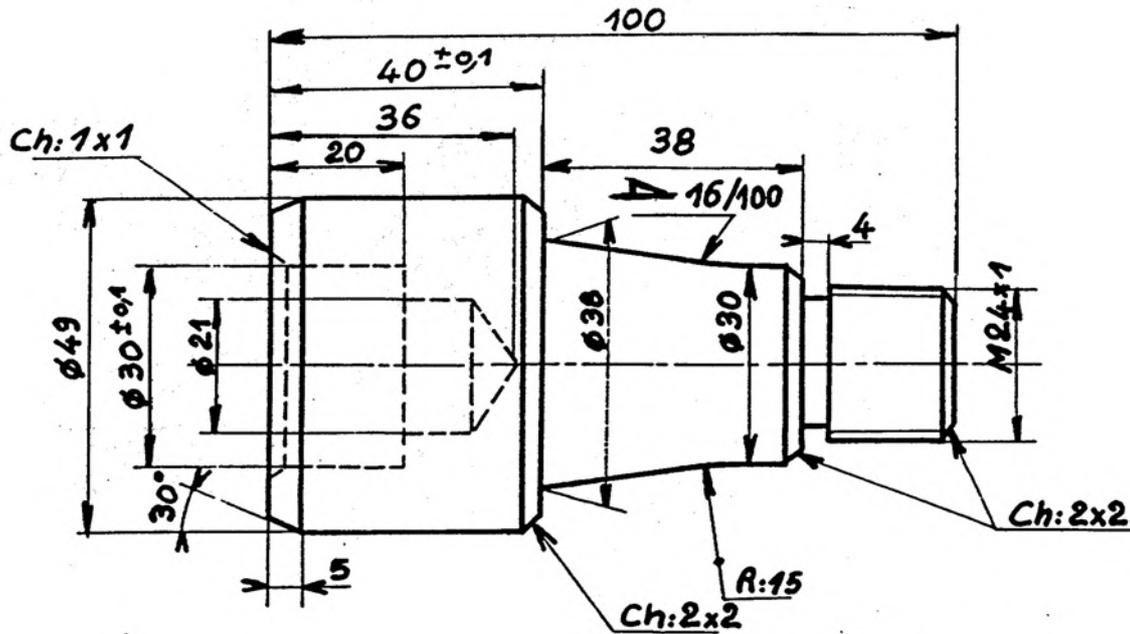
TRAVAIL INDIVIDUEL : A REMPLIR PAR LE STAGIAIRE



POINTS	G	X	Y	I	J	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

**EXERCICE 3: remplir le tableau d'après le dessin**

TRAVAIL INDIVIDUEL : A REMPLIR PAR LE STAGIAIRE



POINTS	G	X	Z	I	K	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

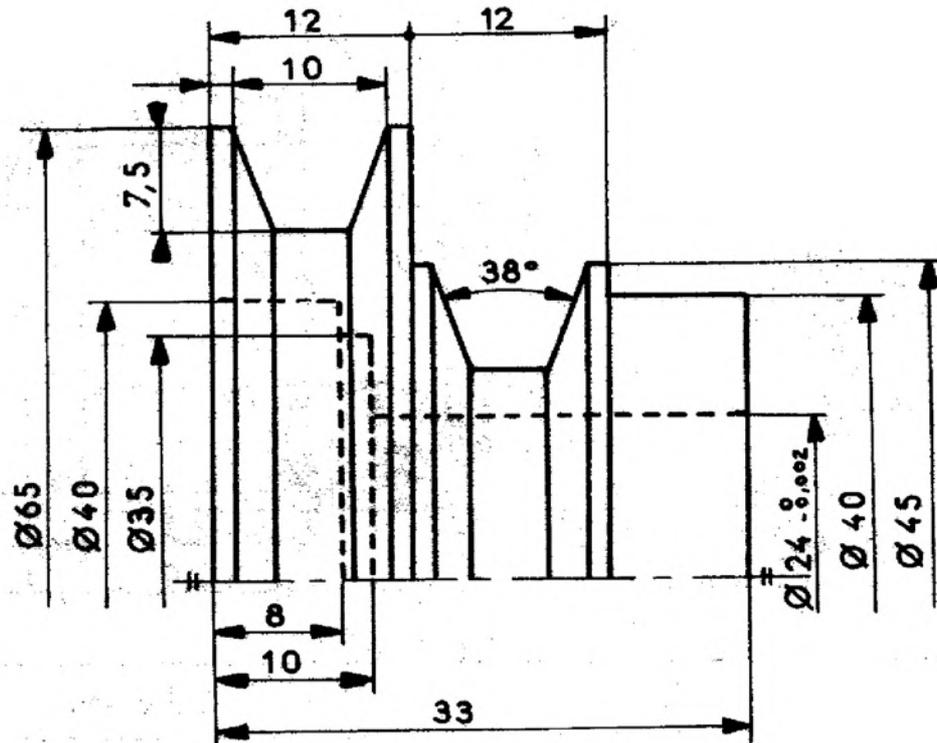
# **CH : X**

# **APPLICATIONS**

## 1. APPLICATION EN (TOURNAGE)

TOURNAGE : D'UNE POULIE 10A-U4G (Ø70 X 37 brute)

### DESSIN DE DEFINITION

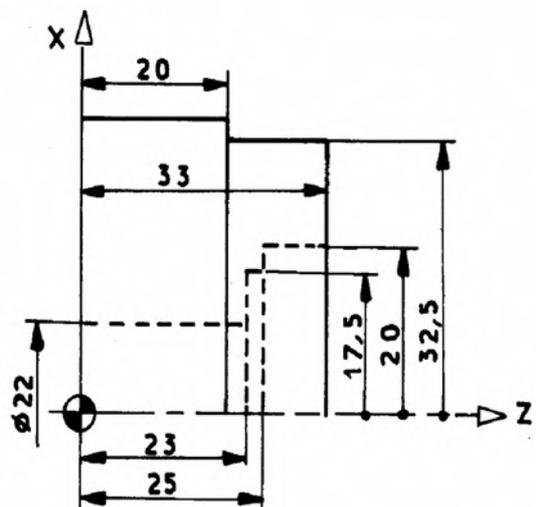
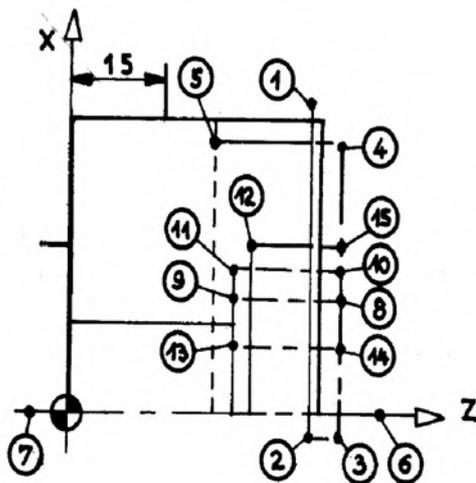
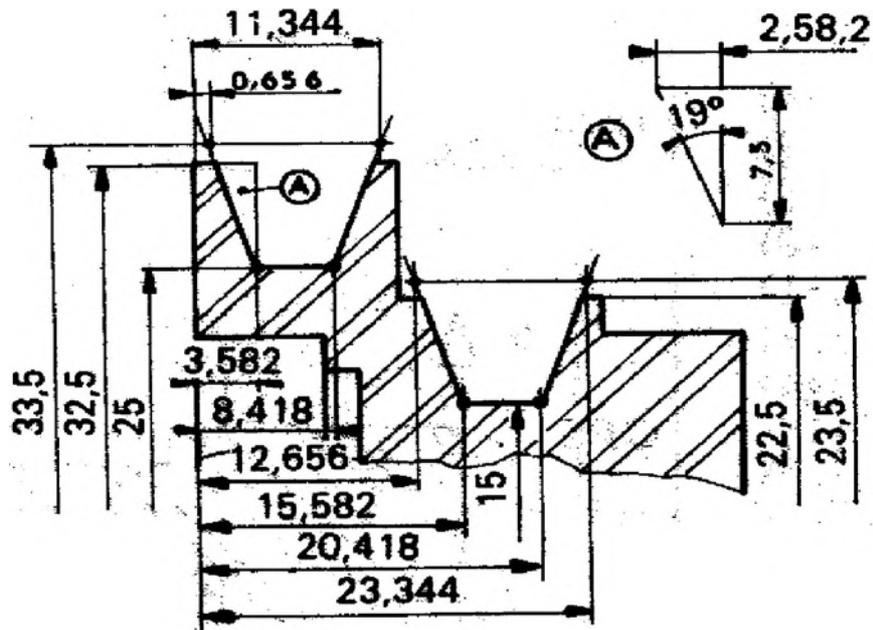


### GAMME DE LA Phase 1

Montages : Serrage extérieur, Mors doux épaulés, sur Ø 70/15.

N°	OPERATIONS	OUTILS
1	Dresser face avant	T101 outil à dresser R0.4
2	Charioter Ø 66,5	T101 outil à dresser
3	Perser Ø 22	T303 Forêt Ø 22
4	Aléser Ø 35/10	T606 Outil à aléser drés. R0.4
5	Aléser Ø 40/8	T606 Outil à aléser drés. R0.4

# RECHERCHE DES POINTS



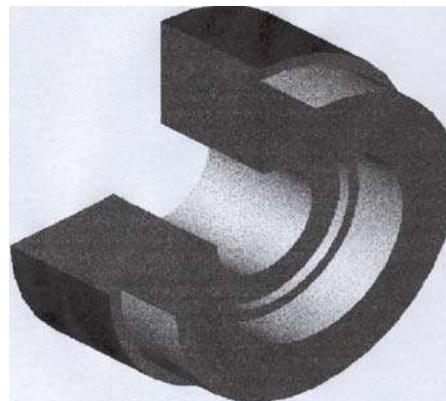
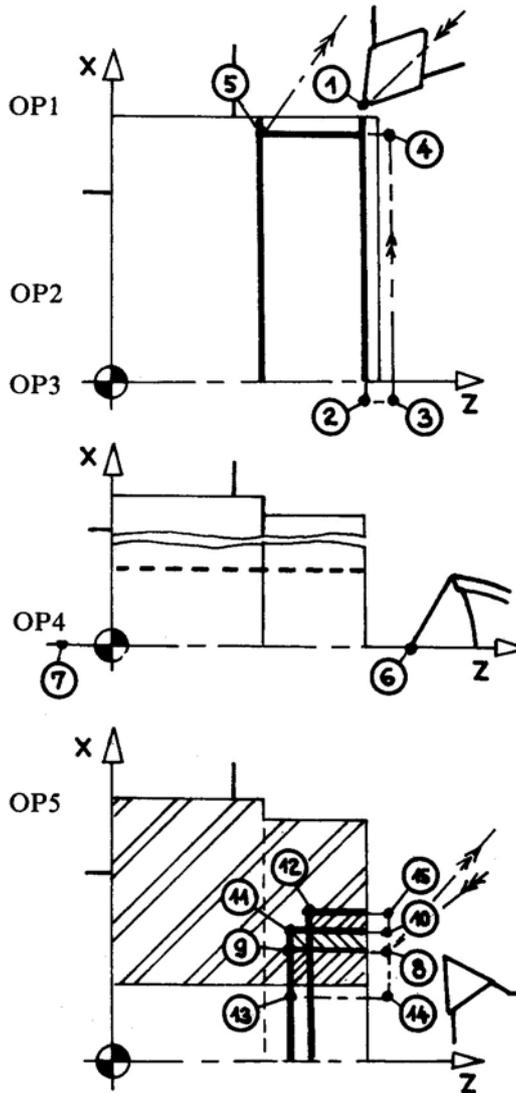
PROGRAMME

SCHEMAS

OBSER

```

%
N10G0G21X200.Z300.
G97S1200 M4
G0Z1.T0101
X72 M8
G72W1.R1. (dressage)
G72P20Q30U0.W0.F.2
N20G1Z0.
X72
X-1.
N30Z1.
G0
X72.
Z1
X70.
G71U2. R2.(chariotage)
G71P40Q50U0. W0.F.2
N40G1X65.
Z1
Z-13.
N50X70.
G0X72.
Z1.
G97S600
N60G0X200.Z300.
G97S600 M3
G0Z1.T0303 (forêt ø22 )
X0.
Z5.
G1Z-45.F.2
G0Z5.
G97S800
N70G0X200. Z300.
G97S800 M4
G0Z1. T0606
X22.
Z1
G71U2. R2. (alésage)
G71P80Q90U0. W0.F.2
N80G1X40.
Z.225
Z-10.
X35.
Z-12.
N90X22.
G0
Z1.
M9
G97S800X200.Z300.M5
M30
%
    
```

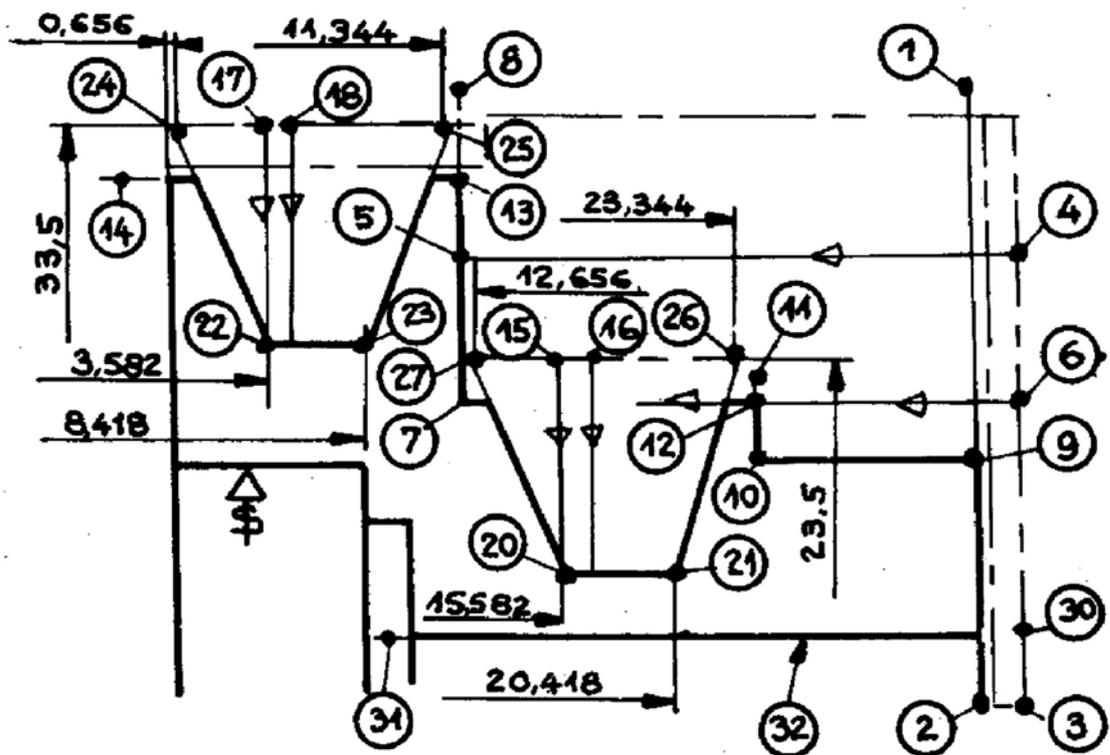
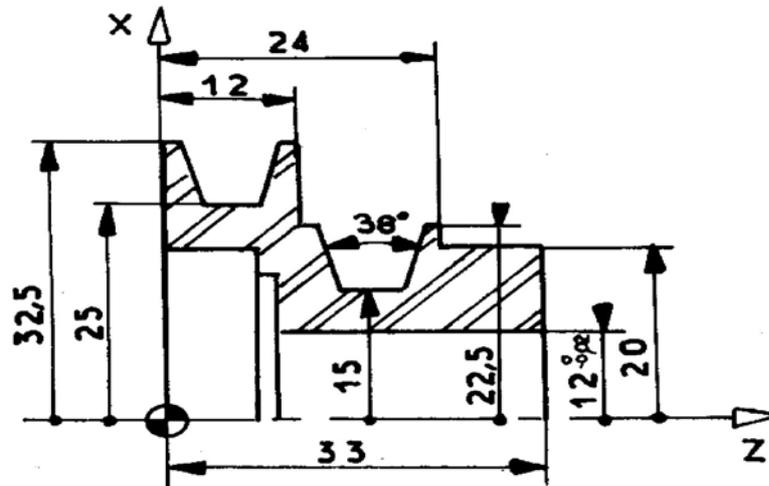


**GAMME DE LA Phase 2**

Montages : serrage intérieur, Mors doux épaulés, par Ø 40/8.

N°	OPERATIONS	OUTILS
1	Mise à longueur	T1 outil à dresser R0.4
2	Epauler Ø 45,5	T1 outil à dresser R0.4
3	Epauler Ø 40	T1 outil à dresser R0.4
4	Finir Ø 45	T1 outil à dresser R0.4
5	Finir Ø 65	T1 outil à dresser R0.4
6	Défoncer gorge sur Ø 45	T3 Outil à saigner lar .4
7	Défoncer gorge sur Ø 65	T303 Outil à saigner lar .4
8	Dresser gorge coté G Ø 65	T303 Outil à saigner lar .4
9	Dresser gorge coté DØ 65	T3 Outil à saigner lar .4
10	Dresser gorge coté DØ 45	T3 Outil à saigner lar .4
11	Dresser gorge coté G Ø 645	T3 Outil à saigner lar .4
12	Aléser Ø 24	T6 Outil à aléser dres.R0.4

**RECHERCHE DES POINTS**

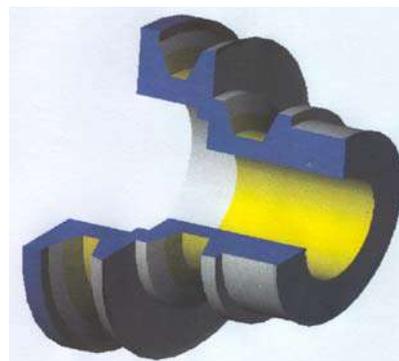
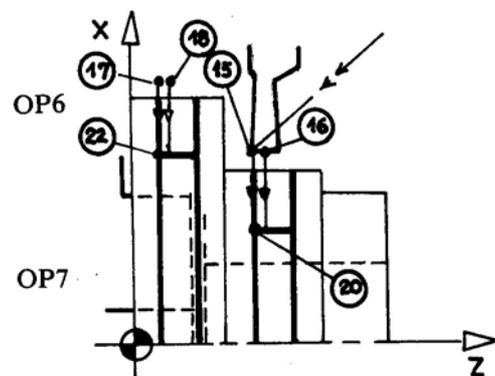
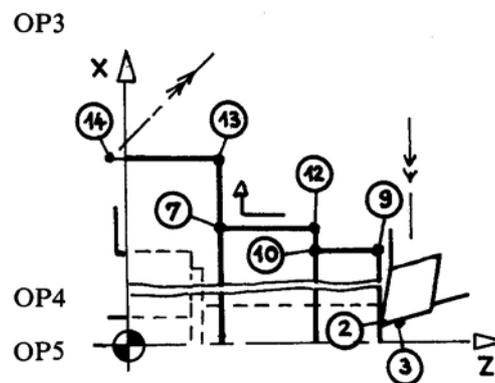
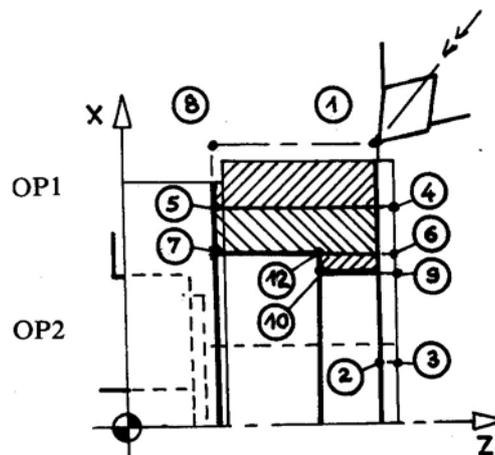


PROGRAMME

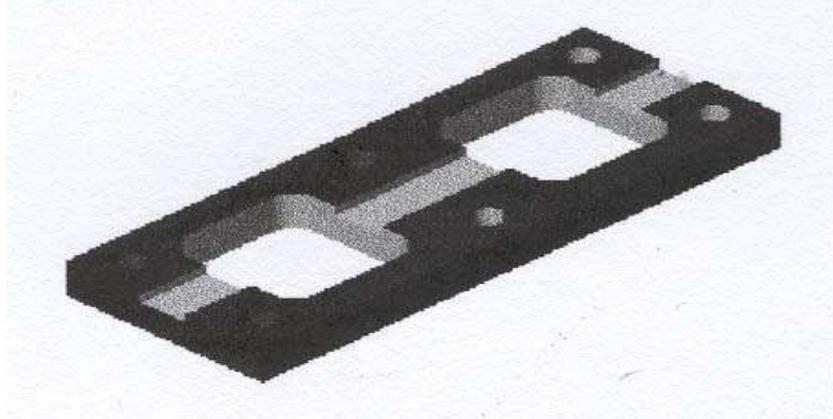
SCHEMAS

OBSER

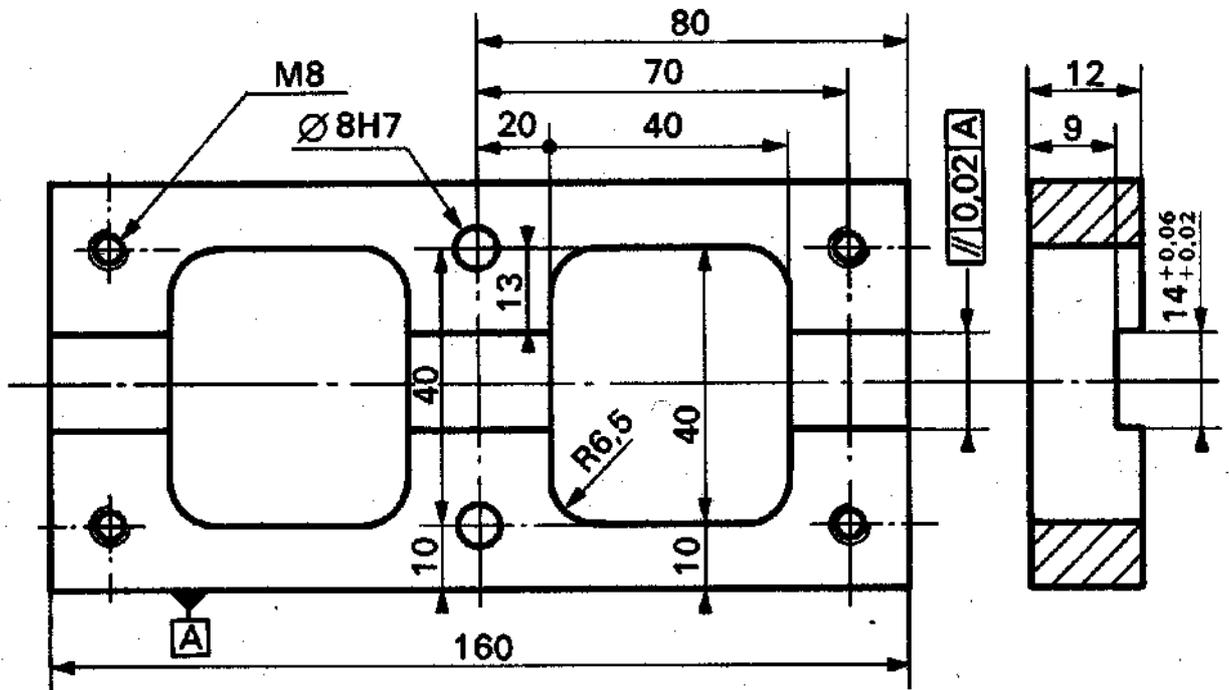
%  
 N10G0G21X200.Z300.  
 G97S1200M4  
 G0Z1.T0101M8  
 X72  
 G72W1.R1.(dressage)  
 G72P20Q30U0.W0.F.2  
 N20G1Z0.  
 X-1  
 N30Z1.  
 G0  
 X72.  
 G71U2. R2.(chariotage)  
 G71P40Q50U0. W0.F.2  
 N40G1X40.  
 Z0.  
 Z-9.  
 X45.  
 Z-11.  
 X37.061Z-19.71  
 X45.Z-21.  
 Z-23.  
 X65.  
 Z-25.  
 X58.649Z-31.968  
 X65.Z-33.  
 Z-36  
 N50X70.  
 G00 Z1  
 G97S1200  
 X200. Z300.  
 G97S1200M4  
 T0303M8  
 G0Z1.  
 X72.  
 Z-13.  
 X45.  
 G71U2.R2. (Realisation des  
 gorge)  
 G71P70Q80U0. W0.F.2  
 N70G1X45.  
 Z-13.  
 X30.734Z-15.318  
 Z-18.682  
 N80X45.Z-21.  
 G0X72.  
 Z-27.  
 X70.  
 G71U2. R2.  
 G71P90Q100U0. W0.F.2  
 N90G1X65.  
 Z-27.  
 X50.734Z-29.318  
 Z-30.682  
 X65.Z-33.  
 N100X70.  
 G0X72.  
 Z1.  
 M9  
 G97S1200X200.Z300.M5  
 M30



## 2. APPLICATION EN FRAISAGE



### DESSIN DE DEFINITION



TOLERANCE GENERALES : +0.1

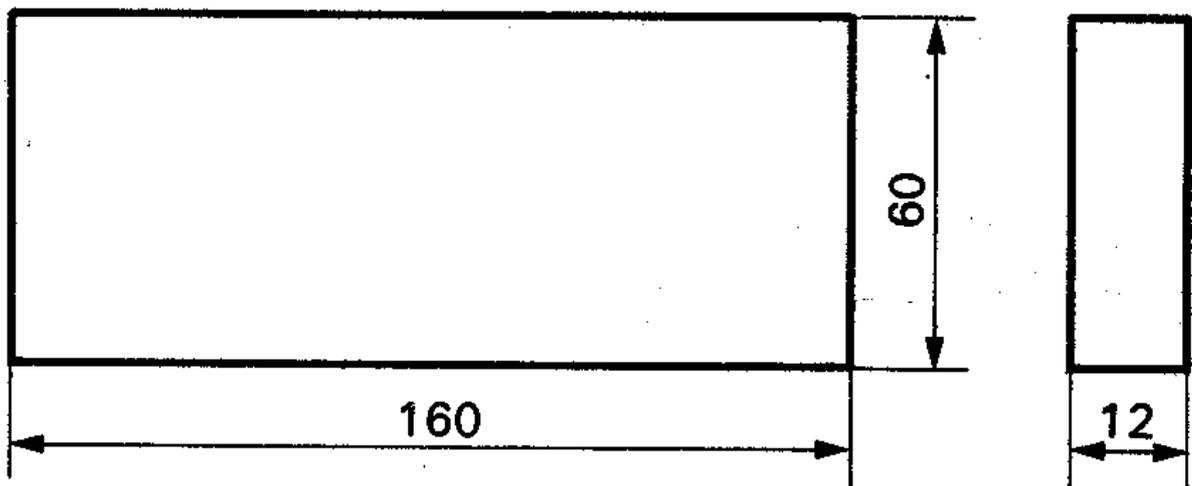
**MATIERE : AU4G**

Réflexion: Alliage d'aluminium (duralumin)  
4% de cuivre + magnésium.

Déterminer : L'avance.....  
La vitesse de coupe.....  
La lubrification.....

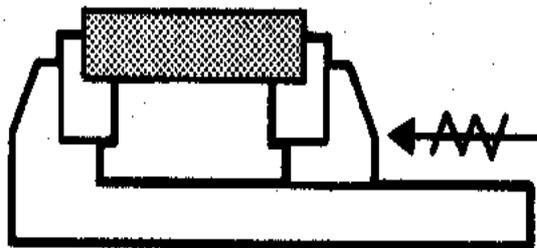
**DEFINITION DE L'USINAGE**

La phase à étudier porte sur l'ensemble des usinages réalisables, Sans démontage de la pièce, en fraisage.

**PRISE DE PIECE**

Ablitage de la pièce en étau à mors parallèles, épaulés. (Appui plan 1-2-3 et orientation 4-5).

Une butée (6) assure la mise en position.



## TOLERANCES ET SPECIFICATIONS

a) Tolérances dimensionnelles (+ OU -) O, 1 sur toutes les cotes; Ne posent aucun problème sur une MOCN.

La cote 14 (+0.06, +0.02) devra être réalisée en modifiant le correcteur de Rayon d'outil.

Le  $\varnothing 8H7$  sera réalisé à l'aide d'un alésoir machine.

b) Tolérances géométriques, de forme et de position :

Rainure de 14 parallèle à 0,02 par rapport à la surface A du Parallélépipède. Nécessite un contrôle sérieux et précis du mors fixe

De l'étau recevant la surface A en orientation (point 4 et 5

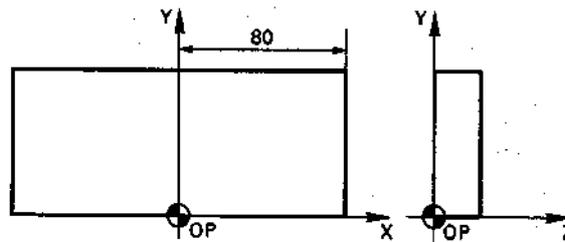
D'isostatisme).

c) États de surface1~ soit  $R_a = 1,6 \mu\text{m}$ .

Rugosité que l'on obtient facilement, en fraisage en roulant ou en

Bout, en outil acier rapide ou carbure.

### ORIGINE PROGRAMMA OP



### Explications:

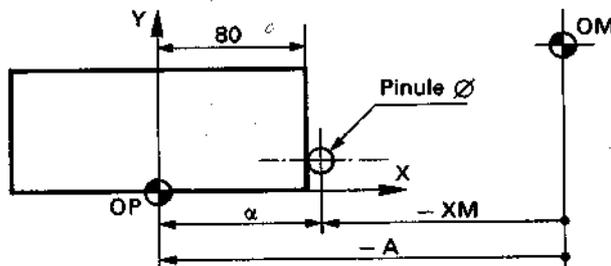
L'origine programme (OP) de la pièce correspond à l'origine du trièdre qui a servi à la cotation du dessin de définition. La pièce est symétrique par rapport à l'axe des y, ainsi défini.

### ORIGINE PIECE OP

L'origine programme (OP) et l'origine pièce (PO) sont confondues, sur l'axe des Z (embase du montage).

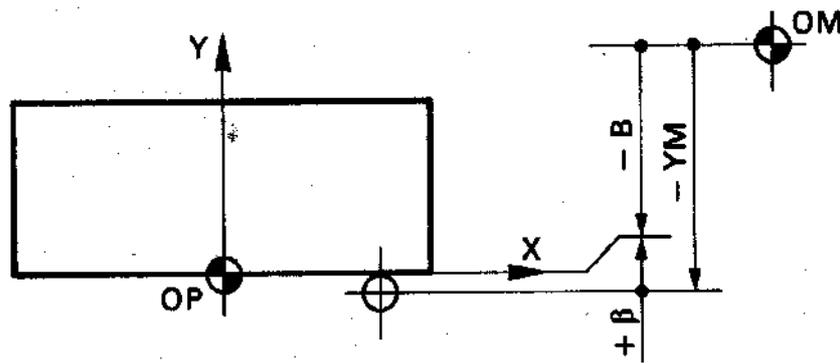
### AXE X :

:



$$\alpha = 80 + R$$

Le décalage  $\alpha$  est égal au rayon de la pinule +80

**AXE Y :**

Le décalage  $\beta$  est égal au rayon de la pinule +80



$$\alpha = 80 + R_{\text{PINULE}}$$

D'où le décalage :  $\beta = R_{\text{PINULE}}$

$$\gamma = 0$$

**Analyse de phase**

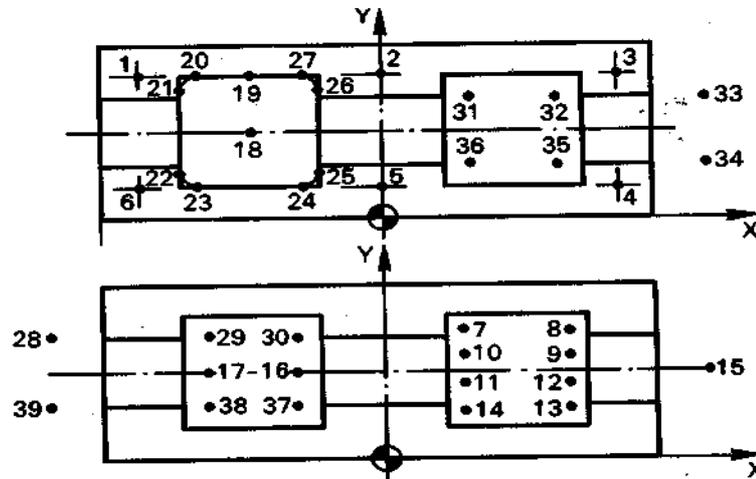
L'ensemble des usinages porte sur :

- .Perçage taraudage des quatre trous M8.
- .Perçage alésage des deux trous  $\varnothing 8$  H7.
- .Défonçage usinage des deux poches 40 x40.
- .Usinage de la rainure L= 14.

**CHOIX DES OUTILS**

DISIGNATION D'OPERATION	N° D'OUTIL	DISIGNATION D'OUTIL
TARAUDAGE M8	T1	FORET A CENTRER
	T2	FORET $\varnothing 6.75$ MM
	T3	TARAUD M8
alésages $\varnothing 8$ H7	T1	Foret à centrer (déjà mentionné)
	T4	Foret $\varnothing 07,8$
	T5	Alésoir machine 8H7
Réalisation des poches et la rainure	T6	fraise couteau $\varnothing 12$
	T7	fraise deux tailles $\varnothing 12$

## RECHERCHE DES POINTS



n° point	X	Y	Z
1	-70	50	
2	0	50	
3	70	50	
4	70	10	
5	0	10	
6	-70	10	
7	26,5	43,5	
8	53,5	43,5	
9	53,5	34	
10	26,5	34	
11	26,5	25	
12	43,5	25	
13	53,5	16,5	
14	26,5	16,5	
15	± 88	30	
16	± 28	30	
17	± 52	30	
18	-40	30	
19	-40	50	
20	-53,5	50	

n° point	X	Y	Z
21	-60	43,5	
22	-60	16,5	
23	-53,5	10	
24	-26,5	10	
25	-20	16,5	
26	-20	43,5	
27	-26,5	50	
28	-88	37	
29	-52	37	
30	-28	37	
31	28	37	
32	52	37	
33	88	37	
34	88	23	
35	52	23	
36	28	23	
37	-28	23	
38	-52	23	
39	-88	23	

## PROGRAMME

### **O6666**

(FORMAT: FANUC 21IMA)

N10G17G80G40G54

N20T1M6

#### **(OPERATION 1:CENTRAGE)**

(FORET ACENTRER)

N30S800M3

N40G90G0X-70.Y50.

N50G43Z50.H1

N60M8

N70G81G98X-70.Y50.Z-3.R2.F75.

N80X0.

N90X70.

N100Y10.

N110X0.

N120X-70.

N130G0G80Z2.

N140M9

N150G91G28Z0.

N160G90G0X300.Y100.M5

N170M1

N180T2M6

#### **(OPERATION 2:PERCAGE DIAMETRE6.75)**

(FORET DIAMETRE 6.75)

N190G90G17G80G40

N200S600M3

N210G0X-70.Y50.

N220G43Z50.H2

N230M8

N240G81G98X-70.Y50.Z-20.R2.F75.

N250X70.

N260Y10.

N270X-70.

N280G0G80Z2.

N290M9

N300G91G28Z0.

N310G90G0X300.Y100.M5

N320M1

N330T4M6

#### **(OPERATION 3: PERÇAGE DIAMETRE7.8)**

(FORET DIAMETRE 7.8)

N340G90G17G80G40

N350S500M3

N360G0X0.Y50.

N370G43Z50.H4

N380M8

N390G81G98X0.Y50.Z-20.R2.F75.

N400Y10.

N410G0G80Z2.

N420M9  
N430G91G28Z0.  
N440G90G0X300.Y100.M5  
N450M1  
N460T7M6

**(OPERATION 4:CONTOUR 1 DE LA RAINURE)**

(FRAISE DEUX TAILLE DIAMETRE 12)

N470G90G17G80G40  
N480S450M3  
N490G0X100.Y31.  
N500G43Z50.H7  
N510M8  
N520Z2.  
N530G1Z9.F150.  
N540X80.  
N550X-80.F250.  
N560X-100.  
N570G0Z2.

**(OPERATION 5:)CONTOUR 2 DE LA RAINURE**

(FRAISE DEUX TAILLE DIAMETRE 12)

N590G90G0X-100. Y29. S50  
N600Z2.  
N610G1Z9. F150.  
N620X-80.  
N630X80. F250.  
N640X100.  
N650G0Z2.  
N660M9  
N670G91G28Z0.  
N680G90G0X300.Y100.M5  
N690M1  
N700T6M6

**(OPERATION 6:REALISATION DE LA POCHE 1)**

(FRAISE COUTEAU)

N710G90G17G80G40  
N720S50M3  
N730G0X40.Y30.  
N740G43Z50.H6  
N750M8  
N760Z2.  
N770G1Z-1.F150.  
N780X38.Y28.  
N790X42.F250.  
N800Y32.  
N810X38.  
N820Y28.  
N830Y22.  
N840X48.  
N850Y38.  
N860X32.  
N870Y22.  
N880X38.

N890Y16.  
N900X53.5  
N910G3X54.Y16.5J.5  
N920G1Y43.5  
N930G3X53.5Y44.I-.5  
N940G1X26.5  
N950G3X26.Y43.5J-.5  
N960G1Y16.5  
N970G3X26.5Y16.I.5  
N980G1X38.  
N990G0Z2.  
N1000M9  
N1010G91G28Z0.  
N1020G90G0X300.Y100.M5  
N1030M1  
N1040T6M6

**(OPERATION 7:REALISATION DE LA POCHE 2)**

(FRAISE COUTEAU)

N1050G90G17G80G40  
N1060S50M3  
N1070G0X-40.Y30.  
N1080G43Z50.H6  
N1090M8  
N1100Z2.  
N1110Z-1.  
N1120G1X-42.Y28.F150.  
N1130X-38.F250.  
N1140Y32.  
N1150X-42.  
N1160Y28.  
N1170Y22.  
N1180X-32.  
N1190Y38.  
N1200X-48.  
N1210Y22.  
N1220X-42.  
N1230Y16.  
N1240X-26.5  
N1250G3X-26.Y16.5J.5  
N1260G1Y43.5  
N1270G3X-26.5Y44.I-.5  
N1280G1X-53.5  
N1290G3X-54.Y43.5J-.5  
N1300G1Y16.5  
N1310G3X-53.5Y16.I.5  
N1320G1X-42.  
N1330G0Z2.  
N1340M9  
N1350G91G28Z0.  
N1360G90G0X300.Y100.M5  
N1370M1  
N1380T3M6

**(OPERATION 8: TARAUDAGE M8)**

N1390G90G17G80G40

N1400S50M3

N1410G0X-70.Y50.

N1420G43Z50.H3

N1430M8

N1440G84G98X-70.Y50.Z-22.309R2.F468.75

N1450X70.

N1460Y10.

N1470X-70.

N1480G0G80Z2.

N1490M9

N1500G91G28Z0.

N1510G90G0X300.Y100.M5

N1520M1

N1530T5M6

**(OPERATION 9: ALESAGE 8H7)**

(ALESOIR DIAMETRE 8H7)

N1540G90G17G80G40

N1550S50M3

N1560G0X0.Y10.

N1570G43Z50.H5

N1580M8

N1590G81G98X0.Y10.Z0.R2.F75.

N1600Y50.

N1610G0G80Z2.

N1620M9

N1630G91G28Z0.

N1640G90G0X300.Y100.M5

N1650M30

%

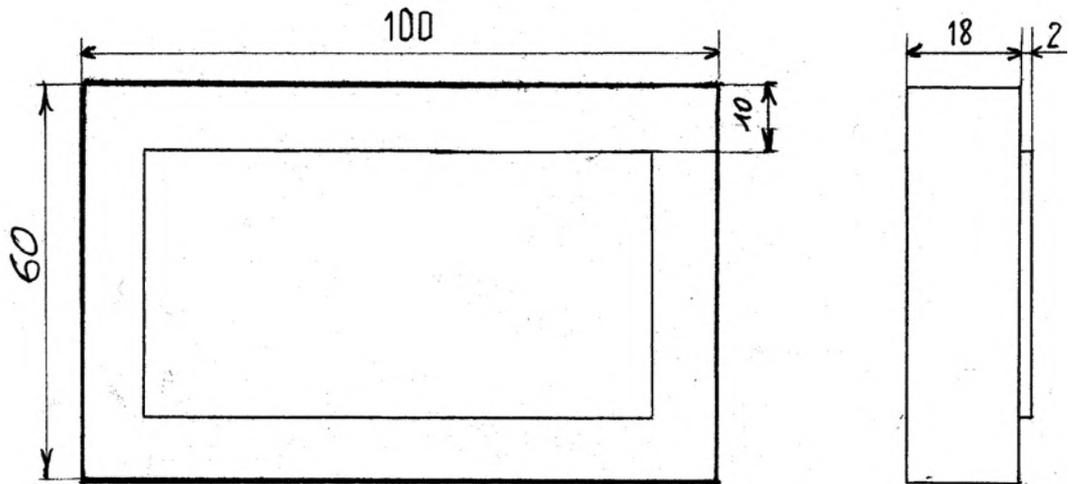
***Module : 15  
PROGRAMMATION  
DES MOCN  
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES***

# **PARTIE (I)**

# **FRAISAGE**

# TP : N° 1

## Contournage d'un rectangle simple



### 1. OBJECTIFS VISES

Apprendre à programmer la réalisation d'un contour simple

2. DUREE DU TP : 2H

### 3. MATERIEL

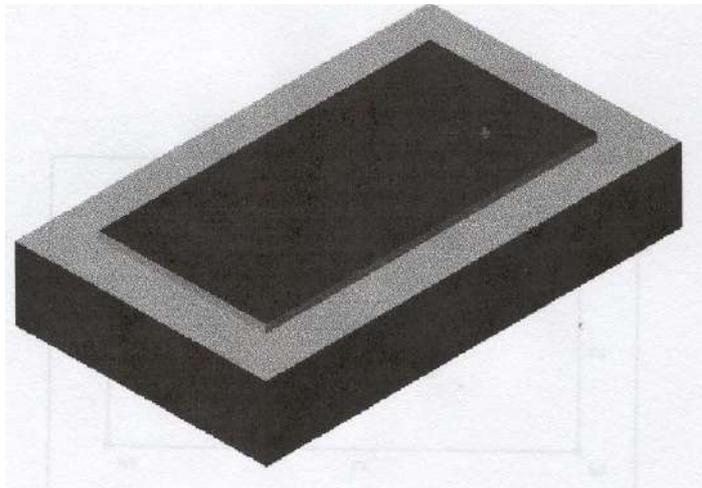
a) équipement :

- \* Centre d'usinage (CN).
- \* fraise  $\varnothing 20$  en ARS 4 dents (T1)
- \* pied a coulisse- jauge de profondeur

b) matière d'œuvre :

- \* AU4G
- \* Brute 100x60x20

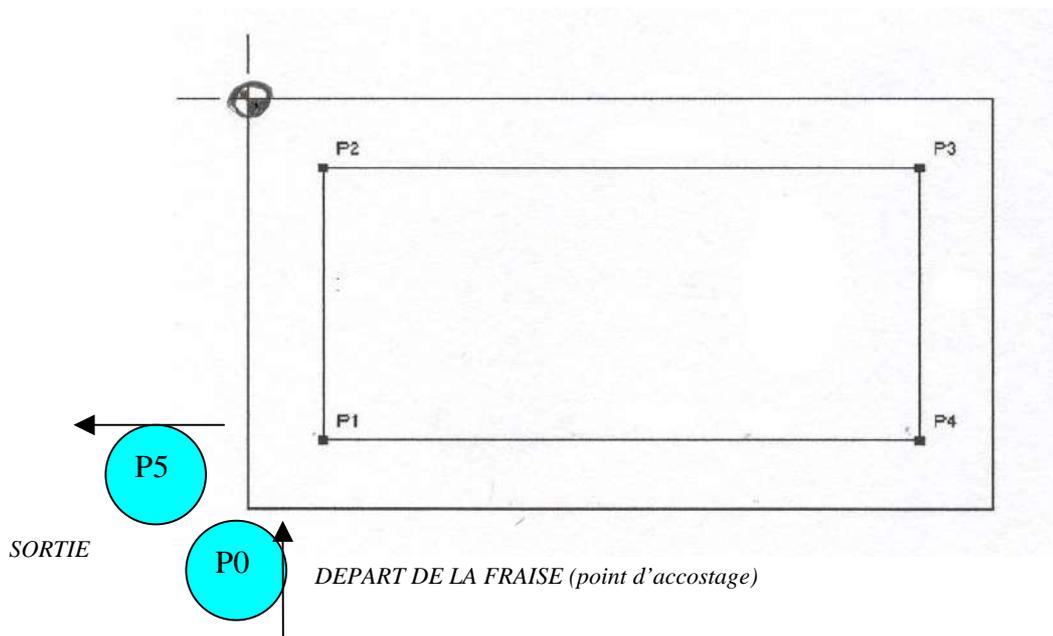
4. DESCRIPTION DU TP : (voir dessin)



5. DEROULEMENT DU TP

Il s'agit de réaliser un contour d'une largeur de 10 mm profondeur 2mm

- Recherche des points.



N°	POINT	X	Y
0		0	-72
1		10	-50
2		10	-10
3		90	-10
4		90	-50
5		-12	-60

- choix des conditions de coup

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$V_f = f_z \times z \times N$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	Fraise Ø 20 en ARS	1500 tour/mm	600 mm /mn

- réglage de la machine
  - \* Régler l'origine machine
  - \* Introduire la longueur d'outil et son rayon
- établir le programme

**%O1111**

N10G17G80G40G54

N20T1M6

N30S1500M3

N40G90G0X0.Y-72.

N50G43Z2.H1

N60M8

N70G1Z-2.F600.

N80Y0

N90X100.

N100Y-60.

N110X-12.

N120G0Z2.

N130M9

N140G91G28Z0.

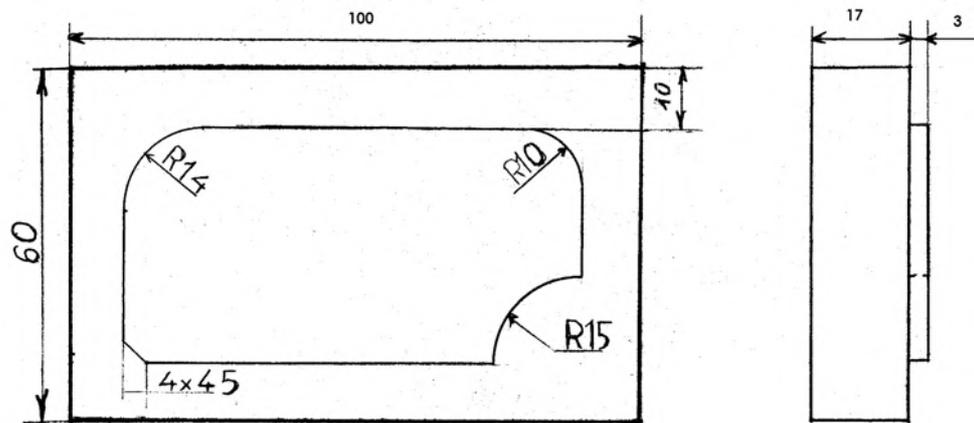
N150G90G0X0.Y0.M5

N160M30

%

- introduction du programme par le pupitre

- réalisation de la pièce.

**TP : N° 2****Contour nage d'un rectangle avec des angles arrondis****1. OBJECTIFS VISES**

- Apprendre à programmer l'usinage des rayons avec les fonctions G02 et G03
- Application de la fonction G41 (correction du rayon)

**2. DUREE DU TP :**                      **3H**

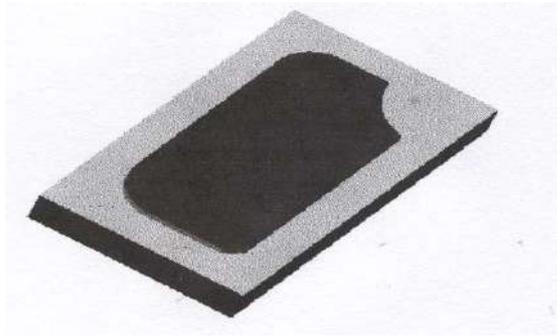
**3. MATERIEL****a) équipement**

- \* Centre d'usinage (CN).
- \* fraise  $\varnothing 35$  en ARS 4 dents (T1)
- \* pied a coulisse- jauge de profondeur

**b) matière d'œuvre :**

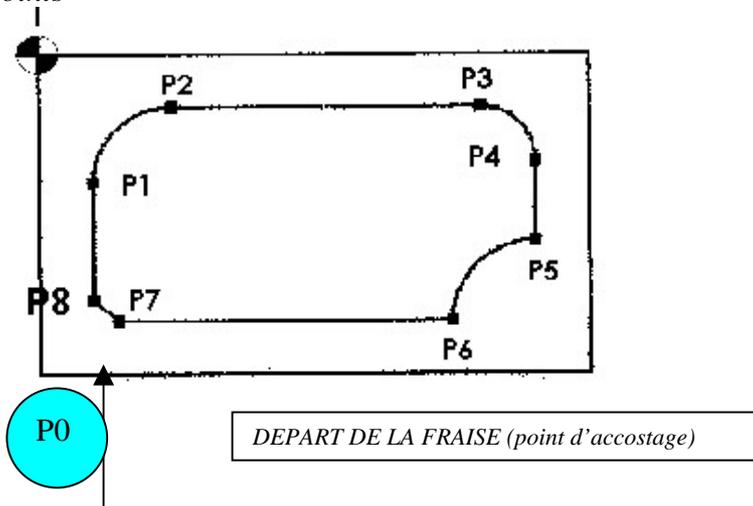
- \* AU4G
- \* Brute 100x60x20

4. DESCRIPTION DU TP : (voir dessin)



6. DEROULEMENT DU TP

- recherche des points



N°	POINT	X	Y
0		-7.5	-80
1		10	-24
2		24	-10
3		80	-10
4		90	-20
5		90	--35
6		75	-50
7		14	-50
8		10	-46

- choix des conditions de coup

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$V_f = f_z \times z \times N$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	Fraise Ø 35 en ARS	900 tour/mm	360 mm /mn

- réglage de la machine
  - \* Régler l'origine machine
  - \* Introduire la longueur d'outil et son rayon
- établir le programme

## O2222

(FORMAT: FANUC 21IMA)

N10G17G80G40G54

N20T1M6 (FRAISE EN CARBURE DIAMETRE 35 4 DENTS)

N30S900M3

N40G90G0X-7.5.Y-80.

N50G43Z2.H1

N60M8

N70G1Z-3.F360.

## N80G41X10.D1

N90Y-24.

N100G2X24.Y-10.I14.

N110G1X80.

N120G2X90.Y-20.J-10.

N130G1Y-35.

N140G3X75.Y-50.J-15.

N150G1X14.

N160X10.Y-46.

N170G40X-30.

N180G0Z2.

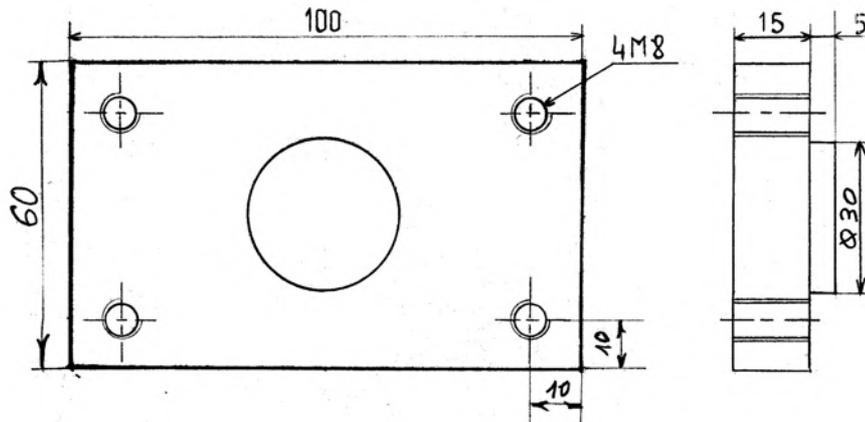
N190M9

N200G91G28Z0.

N210G90G0X-200.Y200.M5

N220M30

- introduction du programme par le pupitre
- réalisation de la pièce

**TP : N° 3****CONTOURNAGE D'UN TETON Ø 30, APPLICATION PERÇAGE TARAUDAGE****1. OBJECTIFS VISES**

Apprendre a programmer la réalisation :

- d'un cercle complet par une interpolation circulaire,
- L'application des fonctions **M98** et **M99** (appel d'un sous programme)
- L'application du cycle **G81** (cycle de perçage).
- L'application du cycle **G84** (cycle de traudage).

**2. DUREE DU TP :**                      **4H**

**3. MATERIEL**

**a) équipement**

\* Centre d'usinage (CN).

**b) outillage**

\* fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)

\* foret a centré Ø 2.5

\* foret Ø 6.75

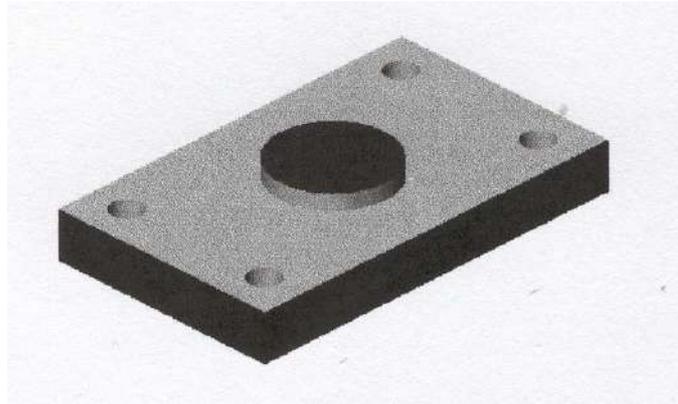
\* Taraud M8

**c) matière d'œuvre :**

\* AU4G

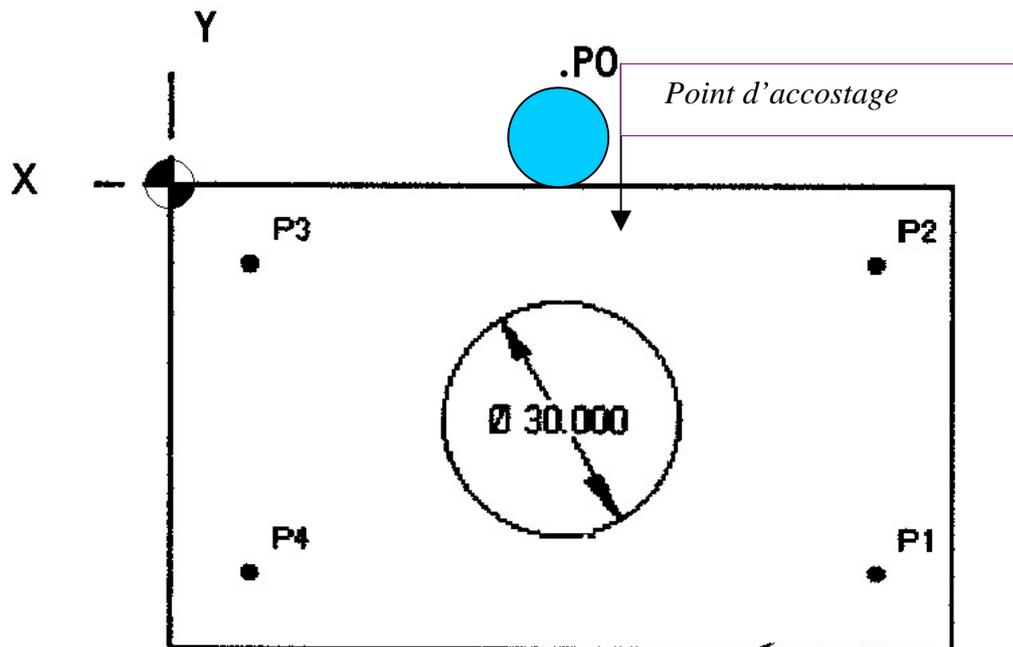
\* Brute 100x60x20

4. DESCRIPTION DU TP : (voir dessin)



5. DEROULEMENT DU TP

- recherche des points.



N°	POINT	X	Y
0		50	27
1		90	-50
2		90	--10
3		10	-10
4		10	-50

- choix des conditions de coup .

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$V_f = f_z \times z \times N$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)	1800 tour/mm	250 mm /mn
<b>T2</b>	foret a centré Ø 2.5	2100 tour/mm	340 mm /mn
<b>T3</b>	foret Ø 6.75	1350 tour/mm	300mm/mn
<b>T4</b>	Taraud M8	50 tour/mm	62.5mm/mn

*réglage de la machine*

\* Régler l'origine machine

\* Introduire les longueurs des outils et le rayon de la fraise

- Rédaction du programme

### O3333

(FORMAT: FANUC 21IMA)

N10G17G80G40G54

N20T1M6 (FRAISE EN CARBURE DIAMETRE 50 4 DENTS)

**(OPERATION 1 contournage du téton)**

N30S1800M3

N40G90G0X50.Y27.

N50G43Z2.H1

N60M8

N70G1Z-2F250.

N80M98P12223 (APPEL DU SOUS PROGRAMME N° 2223)

N90G1X50.Y37.

N100Z-4F250.

N110M98P12223

N120G1X50.Y37.

N130Z-5.F250.

N140M98P12223

N150G0Z2.

N160M9

N170G91G28Z0.

N180G90G0X0.Y0.M5

N190M1

N200T2M6 (FORET A CENTRER)

**(OPERATION 2 centrage)**

N210G90G17G80G40

N220S2100M3

N230G0X90.Y-50.

N240G43Z2.H2

N250M8  
N260G81G98X90.Y-50.Z-3R2.F340.  
N270Y-10.  
N280X10.  
N290Y-50.  
N300G0G80Z2.  
N310M9  
N320G91G28Z0.  
N330G90G0X0.Y0.M5  
N340M1  
N350T3M6 (FORET DIAMETRE 6.75)  
**(OPERATION 3 perçage)**  
N360G90G17G80G40  
N370S1350M3  
N380G0X90.Y-50.  
N390G43Z2.H3  
N400M8  
N410G81G98X90.Y-50.Z-22R2.F300.  
N420Y-10.  
N430X10.  
N440Y-50.  
N450G0G80Z2.  
N460M9  
N470G91G28Z0.  
N480G90G0X0.Y0.M5  
N490M1  
N500T4M6 (TARAUD M8)  
**(OPERATION 4 traudage)**  
N510G90G17G80G40  
N520S50M3  
N530G0X90.Y-50.  
N540G43Z2.H4  
N550M8  
N560G81G98X90.Y-50.Z-219R2.F62.5.  
N570Y-10.  
N580X10.  
N590Y-50.  
N600G0G80Z2.  
N610M9  
N620G91G28Z0.  
N630G90G0X0.Y0.M5  
N640M30

**O2223**

(Le sous programme: 2223)

N10Y10.  
N20G3J-40.F250.  
N30M99

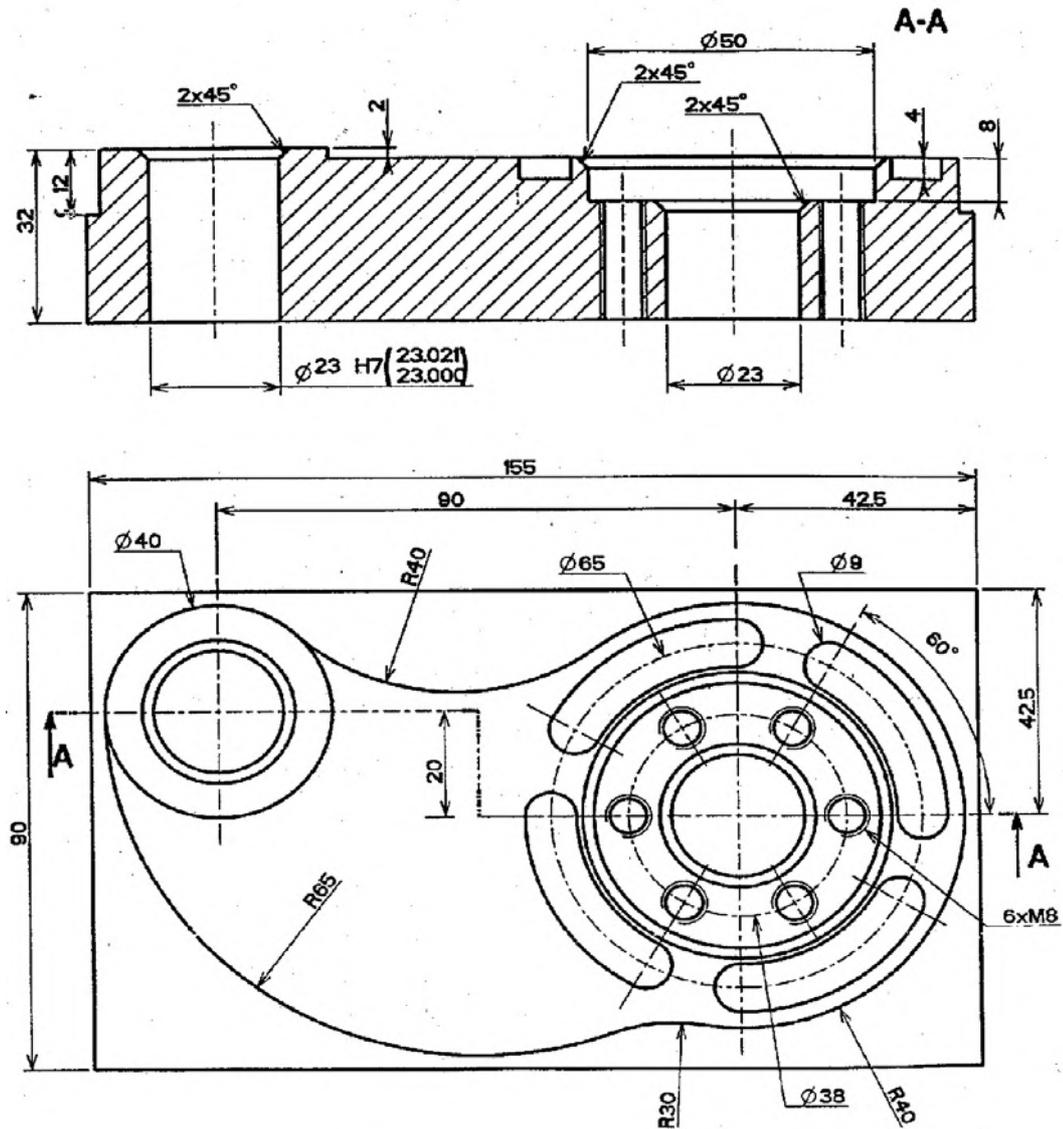
- *introduction du programme par le pupitre*

- *réalisation de la pièce.*

# TP N° 4

## DESSIN DE DEFINITION

### PLATINE



**MATIERE :**

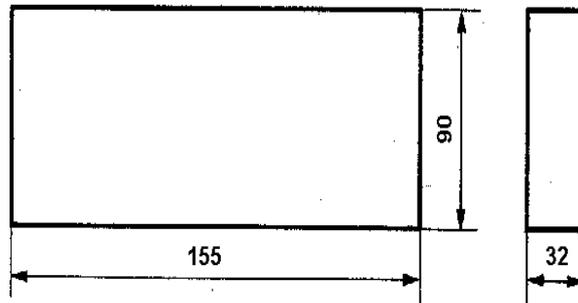
**AU4G**

Réflexion: Alliage d'aluminium (duralumin)  
4% de cuivre + magnésium.

Déterminer :  
L'avance.....  
La vitesse de coupe.....  
La lubrification.....

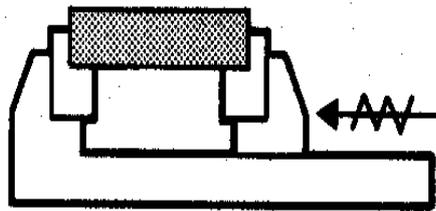
## DEFINITION DE L'USINAGE

La phase à étudier porte sur l'ensemble des usinages réalisables, Sans démontage de la pièce, en fraisage.



## PRISE DE PIECE

Ablocage de la pièce en étau à mors parallèles, épaulés. (Appui plan 1-2-3 et orientation 4-5). Une butée (6) assure la mise en position.



## Analyse de phase

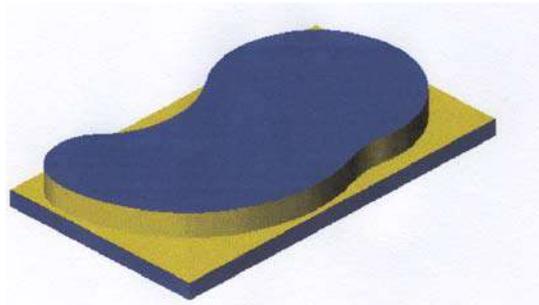
L'ensemble des usinages porte sur :

- OPERATION 1 : contournage de la forme de LA PLATINE profondeur 12mm
- 2 : contournage du téton  $\varnothing 40$  mm profondeur 2mm
- 3 : Pointages. perçage de tous les trous
- 4 : alésage des deux  $\varnothing 23H7$
- 5 : évidement du  $\varnothing 50$  profondeurs 8mm
- 6 : réalisation des rainure en arc largeur 9mm
- 7 : taraudage des trous M8
- 8 : chanfreinage

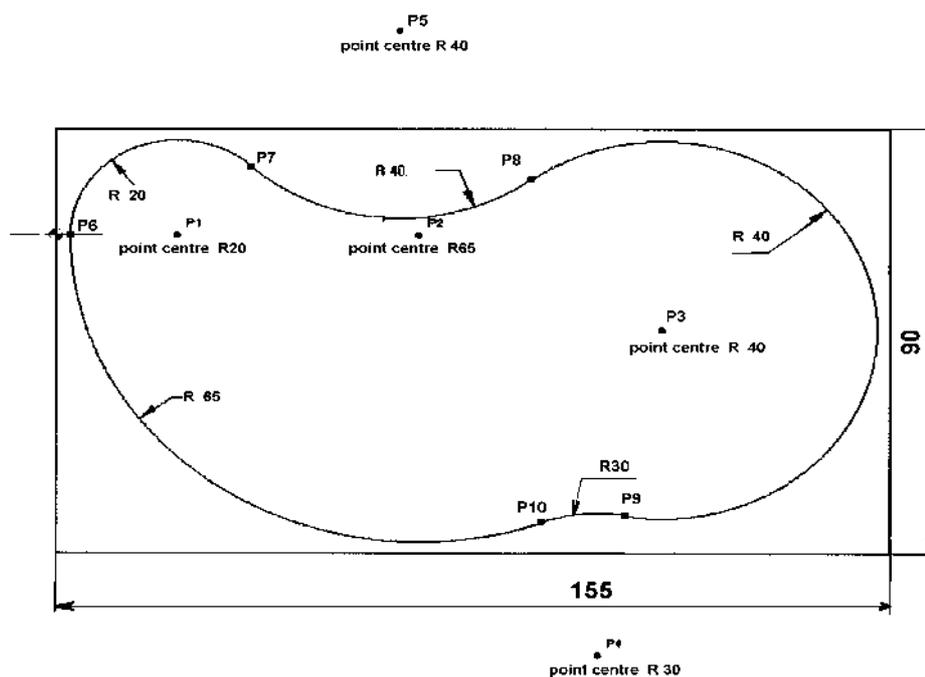
CHOIX DES OUTILS

N° D'OUTIL	DISIGNATION	N° D'OPERATION
T1	fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)	1
T1	« «	2
T2	foret a centré Ø 2.5 mm	3
T3	foret Ø 6.75 mm	3
T4	foret Ø 20 mm	3
T5	fraise Ø 18 mm en ARS 4 dents	4
T5	« «	5
T6	fraise Ø 8 mm en ARS 4 dents	6
T7	Taraud M8	7
T8	Fraise conique en ARS Ø14. 90°	8

REALISATION DE L'OPERATION N° 1 (contournage de la platine )



a) RECHERCHE DES POINTS



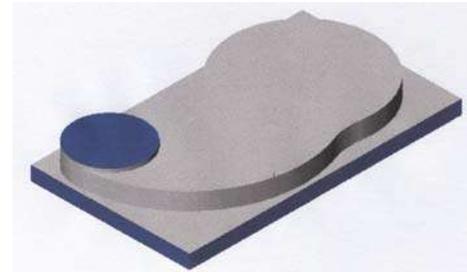
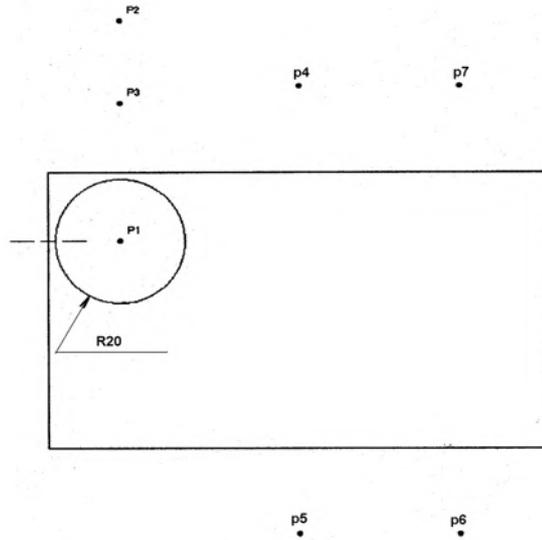
N°	POINT	X	Y
	1	22.5	0
	2	67.5	0
	3	112.5	-20
	4	100.721	-89.002
	5	63.832	43.493
	6	2.5	0
	7	36.277	14.498
	8	88.166	11.747
	9	105.7	-59.43
	10	90.23	-60.896

## b) PROGRAMME DE L'OPERATION N° 1

```

O7777
( FORMAT: FANUC 21IMA )
N10G17G80G40G54
N20T1M6
( OPERATION 1: CONTOUR )
( FRAISE DIAMETRE 50 )
N30S1200M3
N40G90G0X65Y55
N50G43Z2.H1
N70G1Z-3.F50.
N80M98P17778
N90G0X65Y55.
N100Z-1.
N110G1Z-6.F50.
N120M98P17778
N130G0X65.Y55.
N140Z-4.
N150G1Z-9.F50.
N160M98P17778
N170G0X65.Y55.
N180Z-7.
N190G1Z-12.F250.
N200M98P17778
N210M9
N220G91G28Z0.
N230M5
N240M30
O7778
( SUB NUMBER: 7778 )
N10X63.038Y28.514
N20G3X72.957Y31.588I.794J14.979F100.
N30G2X101.563Y-84.073I39.543J-51.588
N40G3X98.973Y-84.318I-.842J-4.929
N50G2X-22.5Y0.I-31.473J84.318
N60X53.499Y32.62I45.
N70G3X63.038Y28.514I10.333J10.873
N80G0Z2.
N90M99
%
```

REALISATION DE L'OPERATION N° 2 (réalisation du téton)



a) RECHERCHE DES POINTS

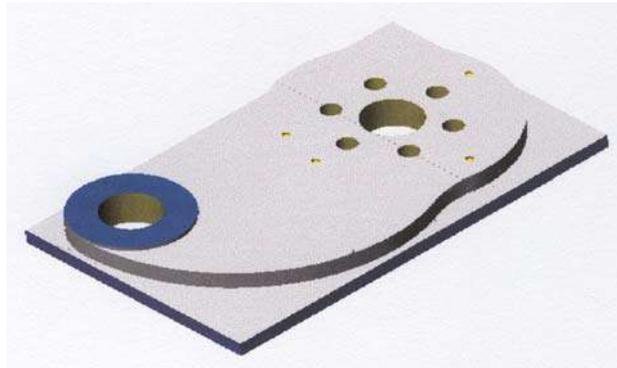
N°	POINT	X	Y
1		22.5	0
2		22.5	72
3		22.5	45
4		78	50.5
5		78	-95.5
6		128	-95.5
7		128	50.5

b) PROGRAMME DE L'OPERATION N° 2

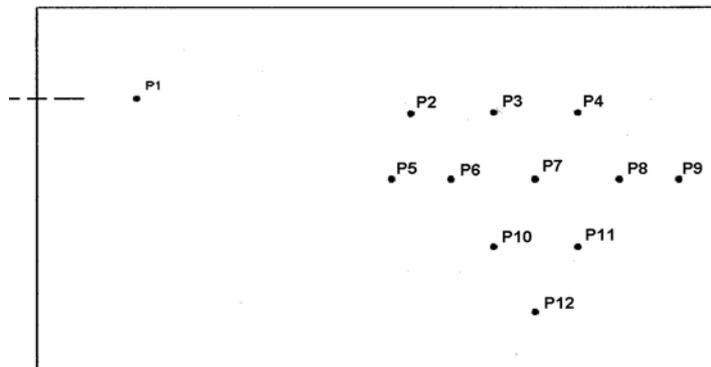
```

O7779
N10G17G80G40G54
N20T1M6
( OPERATION 2: CONTOUR DU TETON )
( FRAISE DIAMETRE 50 )
N30S1200M3
N40G90G0X22.5Y72.
N50G43Z15.H1
N60Z2.
N70G1Z-2.F250.
N80Y45.
N90G2J-45.F100.
N100G0Z2.
N110G90G0X78.Y50.5
N120G1Z-2.F50.
N130Y-95.5F100.
N140G0Z2.
N150G90G0X128.Y-95.5
N160G1Z-2.F50.
N170Y50.5F100.
N180G0Z2.
N190M9
N200G91G28Z0.
N210M5
N220M30
    
```

**REALISATION DE L'OPERATION N° 3 (pointage et perçage)**



**a) RECHERCHE DES POINTS**

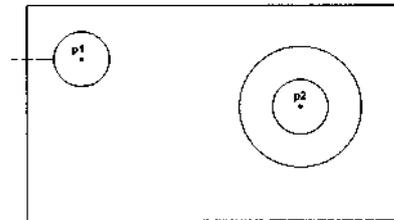
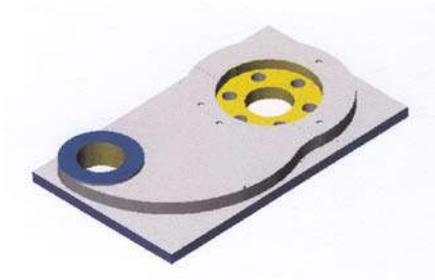


<b>N° POINT</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	Pointage alésage 23H7	22.5	0
2	Pointage de la plongé de la fraise(réalisation de la rainure)	84.354	-3.75
3	Préparation du trou de traudage M8	103	-3.546
4	Préparation du trou de traudage M8	122	-3.546
5	Pointage de la plongé de la fraise(réalisation de la rainure)	80	-20
6	Préparation du trou de traudage M8	93.5	-20
7	Pointage alésage 23H7	112.5	-20
8	Préparation du trou de traudage M8	131.5	-20
9	Pointage de la plongé de la fraise(réalisation de la rainure)	145	-20
10	Préparation du trou de traudage M8	103	-36.454
11	Préparation du trou de traudage M8	122	-36.454
12	Pointage de la plongé de la fraise(réalisation de la rainure)	112.5	-52.5

**b) PROGRAMME DE L'OPERATION N° 3**

O7780  
N10G17G80G40G54  
N20T2M6  
( OPERATION 3:POINTAGE )  
( FORET a centrer 2.5 )  
N30S1500M3  
N40G90G0X22.5Y0.  
N50G43Z15.H2  
N60Z2.  
N70G81G99X22.5Y0.Z-4.R2.F50.  
N80X84.354Y-3.75  
N90X80.Y-20.  
N100X112.5Y-52.5  
N110X145.Y-20.  
N120X103.Y-36.454  
N130X122.  
N140X131.5Y-20.  
N150X122.Y-3.546  
N160X103.  
N170X93.5Y-20.  
N180X112.5  
N190G0G80Z2.  
N200M9  
N210G91G28Z0.  
N220M5  
N230M1  
N240T3M6  
( OPERATION 3:PERÇAGE DIAMETRE 6.75mm )  
N250G90G17G80G40  
N260S450M3  
N270G0X112.5Y-20.  
N280G43Z15.H3  
N290Z2.  
N300G81G99X112.5Y-20.Z-23.R2.F50.  
N310X93.5  
N320X131.5  
N330X22.5Y0.  
N340X103.Y-3.546  
N350X122.  
N360Y-36.454  
N370X103.  
N380G0G80Z2.  
N390M9  
N400G91G28Z0.  
N410M5  
N420M1  
N430T4M6  
( OPERATION 3:PERÇAGE DIAMETRE 20 mm )  
N440G90G17G80G40  
N450S250M3  
N460G0X112.5Y-20.  
N470G43Z15.H4  
N480Z2.  
N490G81G99X112.5Y-20.Z-27.R2.F50.  
N500X22.5Y0.  
N510G0G80Z2.  
N520M9  
N530G91G28Z0.  
N540M5  
N550M30

**REALISATION DE L'OPERATION N° 4 ET 5 (alésage 23H7 évidemment Ø 50 mm )**



a) RECHERCHE DES POINTS

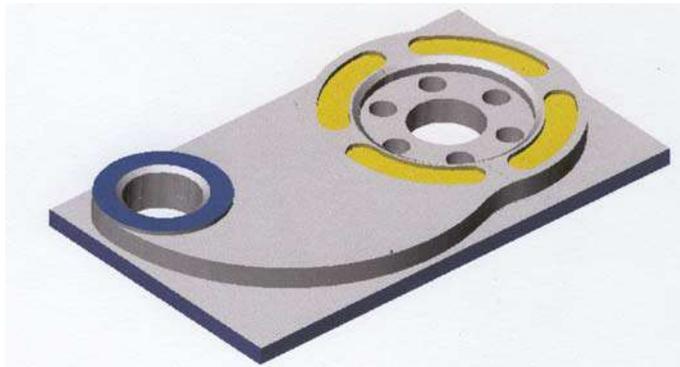
POINT	X	Y
1	22.5	0
2	112.5	-20

b) PROGRAMME DE L'OPERATION N° 4 et 5

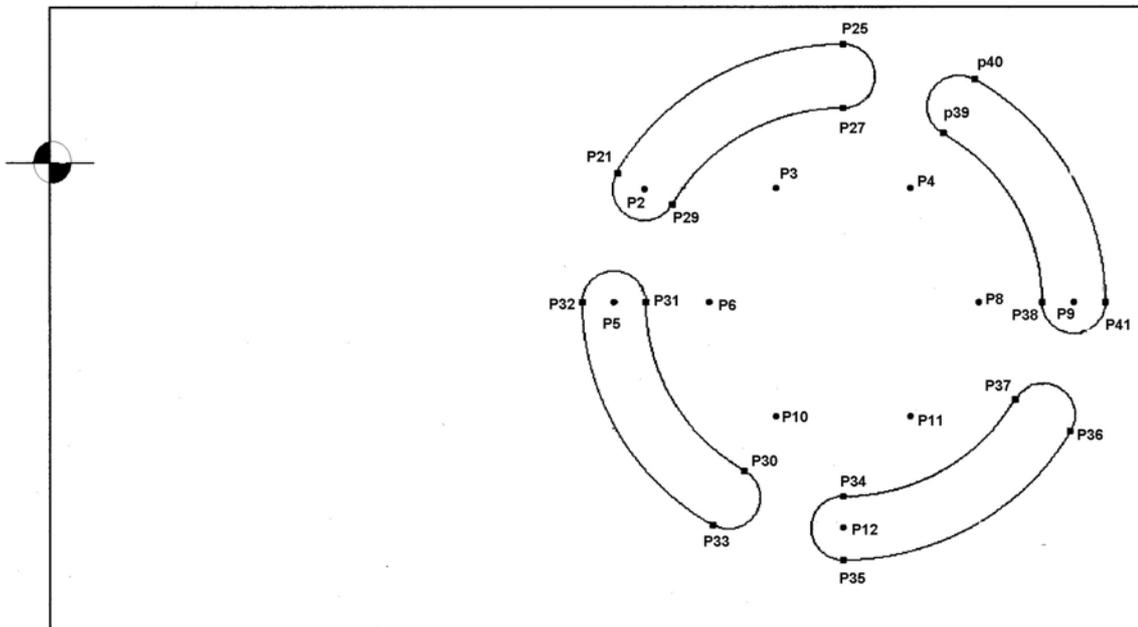
```

O7781
N10G17G80G40G54
N20T18M6
( OPERATION 4 ALESAGE DIAMETRE 23H7(1) )
( FRAISE DIAMETRE 18 )
N30S1200M3
N40G90G0X22.5Y0.
N50G43Z15.H18
N60Z2.
N70G1Z-22.F50.
N80Y2.5
N90G2J-2.5F100.
N100G0Z2.
( OPERATION 4 ALESAGE DIAMETRE 23H7(2) )
N120G90G0X112.5Y-20.
N140G1Z-22.F50.
N150Y-17.5
N160G2J-2.5F100.
N170G0Z2.
( OPERATION 5 EVIDEMENT DIAMETRE 50mm prof 8 mm )
( FRAISE DIAMETRE 18 )
N190G90G0X112.5Y-20.
N210G1Z-6.F50.
N220M98P17781
N230G0X112.5Y-20.
N240Z-2.
N250G1Z-10.F50.
N260M98P17781
N270M9
N280G91G28Z0.
N290M5
N300M30
O7781
( SUB NUMBER: 7781 )
N10Y-14.286
N20G2J-5.714F100.
N30G1Y-4.
N40G2J-16.
N50G0Z2.
N60M99
%
```

**REALISATION DE L'OPERATION N° 6, 7 et 8**  
 (réalisation des rainures , taraudage M8 et les chanfreines 2x45°)



a) RECHERCHE DES POINTS



N°	POINT	X	Y
21		80.475	-15
25		112.5	17
27		112.5	8
29		88.251	-6
30		98.5	-44.249
31		84.5	-20
32		75.5	-20
33		94	-52.043
34		112.5	-48
35		112.5	-57

N° POINT	X	Y
36	144.543	-38.5
37	136.749	-34
38	140.5	-20
39	126.5	4.249
40	131	12.043
41	149.5	-20

**REMARQUE :**

les coordonnées des points de taraudage (p3,p4,p8 ,p11,p10,p6) ainsi que les points de plongée de la fraise dans la rainure (p2,p5,p9,p12) sont mentionnées dans le tableau de l'opération N°3

## b) PROGRAMME DE L'OPERATION N°6,7 et 8

%

O7782

N10G17G80G40G54

N20T6M6

( OPERATION 6 réalisation des rainures)

N30S1350M3

**(rainure : 1)**

N40G90G0X84.354Y-3.75

N50G43Z2.H6

N60G1Z-6.F50.

N70X96.25Y8.146

N80X96.Y8.579

N90G2X112.5Y13.I16.5J-28.579F100.

N100Y12.J-.5

N110G3X84.787Y-4.J-32.

N120G2X83.921Y-3.5I-.433J.25

N130X96.Y8.579I28.579J-16.5

N140G0Z2.

**(rainure :2)**

N160G90G0X145.Y-20.

N180G1Z-6.F50.

N190Y-17.389

N200Y-20.5

N210G2X144.5Y-20.J.5F100.

N220G3X128.5Y7.713I-32.

N230G2X129.Y8.579I.25J.433

N240X145.5Y-20.I-16.5J-28.579

N250X145.Y-20.5I-.5

N260G0Z2.

**(rainUre : 3)**

N280G90G0X112.5Y-52.5

N290M8

N310G1Z-6.F50.

N320X115.111

N330X112.

N340G3X112.5Y-53.I.5F100.

N350X141.079Y-36.5J33.

N360X140.213Y-36.I-.433J.25

N370G2X112.5Y-52.I-27.713J16.

N380G3X112.Y-52.5J-.5

N390G0Z2.

N400M9

**( rainure : 4 )**

N410G90G0X80.Y-20.  
N420M8  
N430G1Z-6.F50.  
N440Y-22.611  
N450Y-19.5  
N460G2X80.5Y-20.J-.5F100.  
N470G3X96.5Y-47.713I32.  
N480G2X96.Y-48.579I-.25J-.433  
N490X79.5Y-20.I16.5J28.579  
N500X80.Y-19.5I.5  
N510G0Z2.  
N530G91G28Z0.

**( OPERATION 7 TARAUDAGE )**

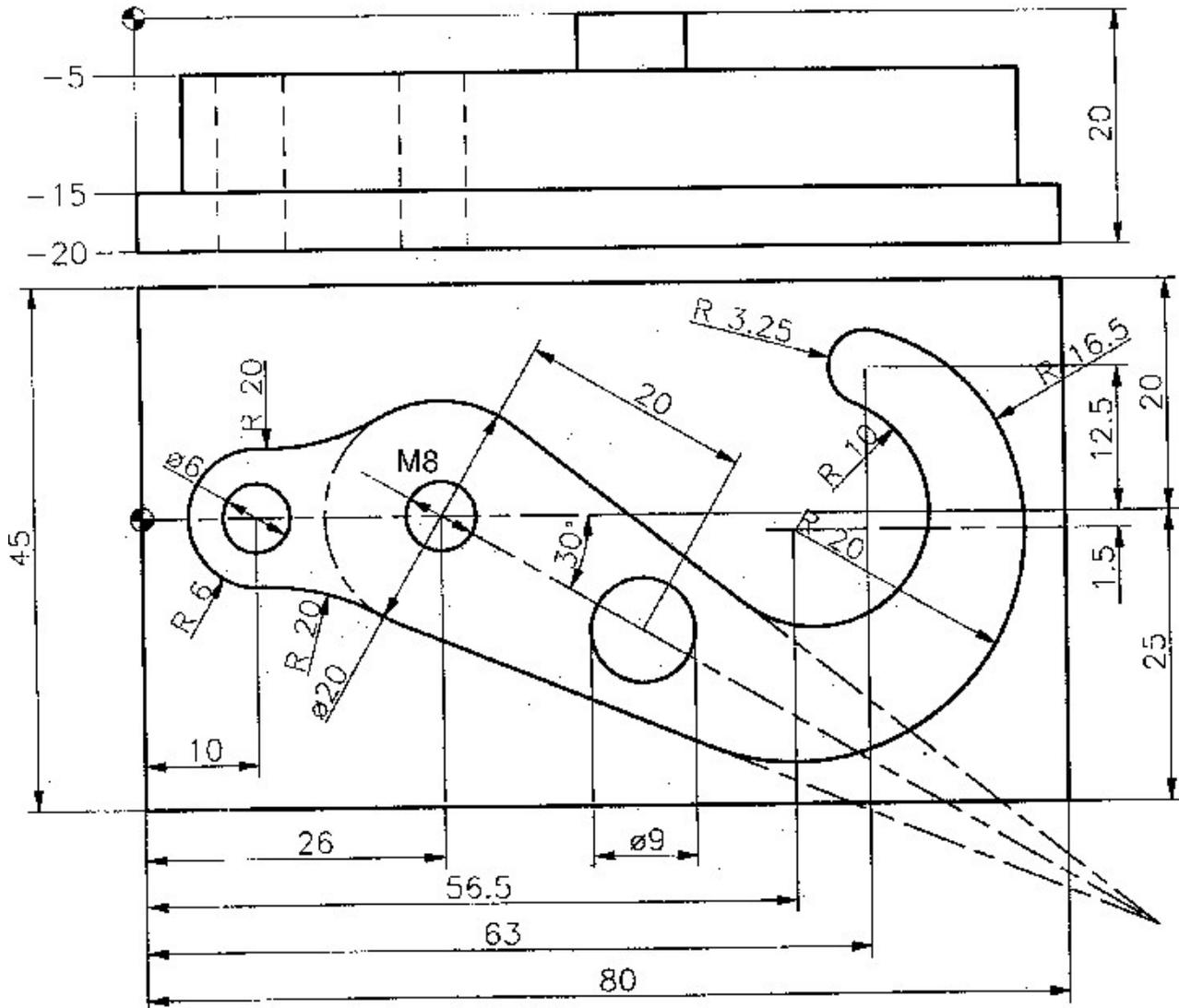
N560T7M6  
N570G90G17G80G40  
N580S50M3  
N590G0X93.5Y-20.  
N600G43Z2.H7  
N620G84G99X93.5Y-20.Z-22.R.5F62.5  
N630X103.Y-3.546  
N640X122.  
N650X131.5Y-20.  
N660X122.Y-36.454  
N670X103.  
N680G0G80Z8.  
N700G91G28Z0.

**( OPERATION 8 CHANFREINAGE )**

N730T8M6  
N740S250M3  
Chanfreinage de DIAMETRE 50 MM  
N750G90G0X112.5Y5.  
N760G43Z2.H8  
N770G1Z-4.F50.  
N780G3J-25.F100.  
N790G0Z2.  
(Chanfreinage de DIAMETRE :23H7 (1))  
N800G90G0X22.5Y11.5  
N810Z2.  
N820G1Z-2.F50.  
N830G3J-11.5F100.  
N840G0Z2.  
(Chanfreinage de DIAMETRE :23H7 (2))  
N850G90G0X112.5Y-8.5  
N860Z2.  
N870G1Z-10.F50.  
N880G3J-11.5F100.  
N890G0Z2.  
N900M9  
N910G91G28Z0.  
N240M5  
N250M30

# EXERCICE DE SYNTHÈSE

## CROCHET



### 1. OBJECTIFS

Application de synthèse des difficultés vues dans les TP ci-dessus

### 2. DUREE DU TP :

8H

### 3. MATERIEL

#### *a) équipement*

\* Centre d'usinage (CN).

#### *b) outillage*

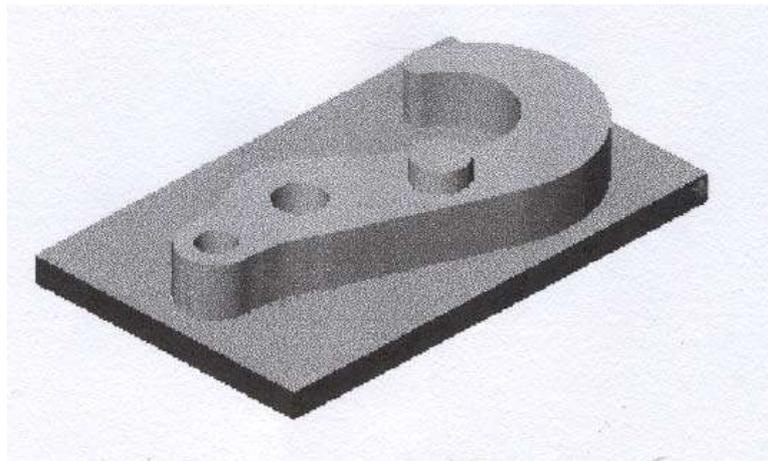
- \* fraise  $\varnothing 50$  (4 plaquette en carbure métallique)
- \* fraise  $\varnothing 22$  en (ARS) pour ébauche du contour
- \* fraise  $\varnothing 18$  en (ARS) pour finition du contour
- \* foret a centré  $\varnothing 2.5$
- \* foret  $\varnothing 6.75$
- \* Taraud M8

#### *c) matière d'œuvre :*

- \* AUG4
- \* Brute 80X45X20

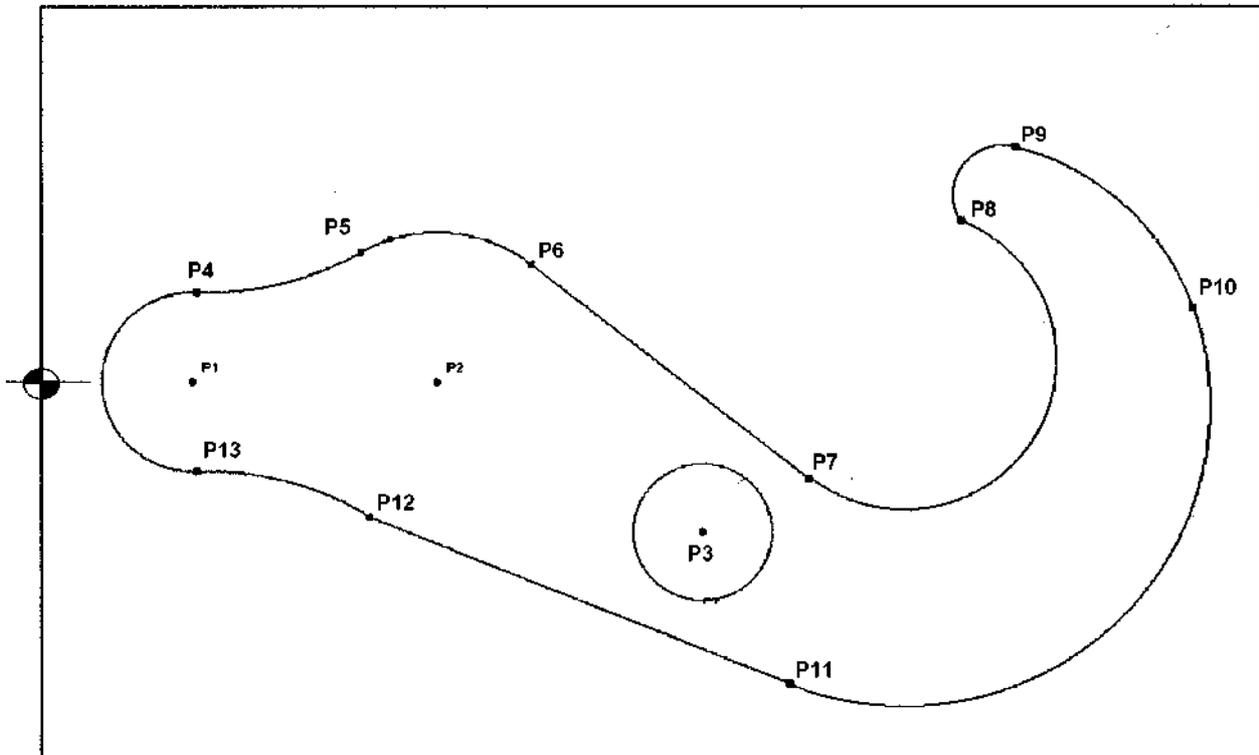
#### **4. DESCRIPTION DU TP :**

(voir dessin)



5. DEROULEMENT DU TP

- Recherche des points.



N°	POINT	X	Y
1		10	0
2		26	0
3		43.321	-10
4		10.231	5.996
5		21	8.66
6		32.17	7.869
7		50.33	-6.369
8		60.248	10.771
9		63.783	15.654
9		75.409	5.014
10		49.03	-20.053
12		21.544	-8.986
13		10.231	-5.996

- choix des conditions de coup pour la fraise diamètre 50

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$V_f = f_z \times z \times N$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)	1500 tour/mm	200 mm/mn
<b>T2</b>	fraise Ø 22 en (ARS)	1400tour/mn	560mm/mn
<b>T3</b>	fraise Ø 18 en (ARS)	1700tour/mn	680mm/mn
<b>T4</b>	foret a centré Ø 2.5	2000tour/mn	800mm/mn
<b>T5</b>	foret Ø 6.75	1800tour/mn	720mm/mn
<b>T6</b>	Taraud M8	50tour/mn	62.5mn/mn

- réglage de la machine

\* Régler l'origine machine

\* Introduire les longueurs des outils et le rayon de la fraise

- Rédaction du programme

**O6666**

**(CROCHET)**

**(FORMAT: FANUC 21IMA)**

N10G17G80G40G54

N20T1M6

**(OPERATION 1: SURFAÇAGE)**

(FRAISE DIAMETRE 50mm)

N30S1500M3

N40G90G0X-27.Y0.

N50G43Z2.H1

N60M8

N70G1Z-1.F200.

N80X107.

N90G0Z2.

**(OPERATION 2: CONTOUR DU TETON)**

(FRAISE DIAMETRE 50mm)

N110G90G0X-27Y-10.  
N120Z2.  
N130G1Z-3.  
N140M98P16667  
N150G0X-27Y-10.  
N160Z-5.  
N170M98P16667  
N180G0Z2.  
N190M9  
N200G91G28Z0.  
N210M5  
N220M1  
N230T2M6

**(OPERATION 3:CONTOUR EBAUCHE DU CROCHET)**  
**(FRAISE POUR EBAUCHE DIAMETRE 22mm)**  
**(Suggestion jouer sur la correction du**  
**Rayon de la fraise diamètre 22**  
**Pour laisser un surplus de**  
**La matière pour la finition)**

N240G90G17G80G40  
N250S1400M3  
N260G0X-14.Y0.  
N270G43Z2.H2  
N280M8  
N290G1Z-9F560.  
N300M98P16668  
N310G0X-14.Y0.  
N330G1Z-13  
N340M98P16668  
N350G0X-14.Y0.  
N370G1Z-15.  
N380M98P16668  
N390M9  
N400G91G28Z0.  
N410M5  
N420M1  
N430T3M6

**(OPERATION 4:CONTOUR DU CROCHET FINITION)**  
**(FRAISE DIAMETRE 18mm POUR FINITION)**

N440G90G17G80G40  
N450S1700M3  
N460G0X-11.Y0.  
N470G43Z2.H3  
N480M8  
N490G1Z-9F680.  
N500M98P16669  
N510G0X-11.Y0.  
N530G1Z-13  
N540M98P16669  
N550G0X-11.Y0.  
N570G1Z-15.  
N580M98P16669  
N590M9

N600G91G28Z0.  
N610M5  
N620M1  
N630T4M6

**(OPERATION 5: centrage)**

(FORET a centrer 2.5mm)

N640G90G17G80G40  
N650S2000M3  
N660G0X10.Y0.  
N670G43Z2.H4  
N680M8  
N690G81G98X10.Y0.Z-3R2.F800.  
N700X26.  
N710G0G80Z2.  
N720M9  
N730G91G28Z0.  
N740TM6

**(OPERATION 6: perçage)**

(FORET DIA 6.75mm)

N750G90G17G80G40  
N760S1800M3  
N770G0X10.Y0.  
N780G43Z2.H5  
N790M8  
N800G81G98X10.Y0.Z-23.732R2.F720.  
N810X26.  
N820G0G80Z2.  
N830M9  
N840G91G28Z0.  
N850M5  
N860M1  
N870T6M6

**(OPERATION 7:traudage)**

(TARAUD M8)

N880G90G17G80G40  
N890S50M3  
N900G0X26.Y0.  
N910G43Z2.H6  
N920M8  
N930G84G98X26.Y0.Z-22.309R2.F62.5  
N940G0G80Z2.  
N950M9  
N960G91G28Z0.  
N970M5  
N980M30

**O6667**

**(SUB NUMBER: 6667)**

N10G41X38.821D1  
N20G2I4.5  
N30G0Z2  
N40G40  
N50M99

**O6668**

**(SUB NUMBER: 6668)**

N10G41X4.D2  
N20G2X10.231Y5.996I6.  
N30G3X21.Y8.66I.769J19.985  
N40G2X32.17Y7.869I5.J-8.66  
N50G1X50.33Y-6.369  
N60G3X60.248Y10.771I6.17J7.869  
N70G2X63.783Y15.654I2.752J1.729  
N80X75.409Y5.014I-3.974J-16.014  
N90X49.03Y-20.053I-18.909J-6.514  
N100G1X21.544Y-8.986  
N110G3X10.231Y-5.996I-10.544J-16.995  
N120G2X4.Y0.I-.231J5.996  
N130G40G0Z2.  
N140M99

**O6669****(SUB NUMBER: 6669)**

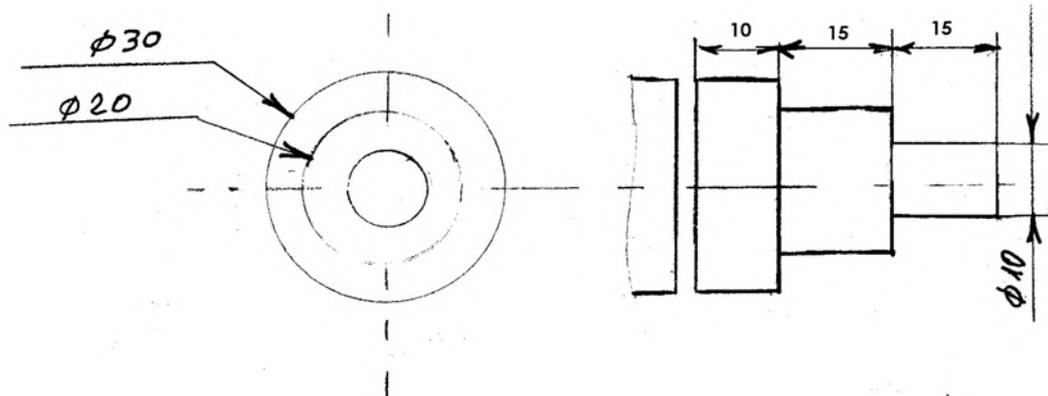
N10G41X4.D3  
N20G2X10.231Y5.996I6.  
N30G3X21.Y8.66I.769J19.985  
N40G2X32.17Y7.869I5.J-8.66  
N50G1X50.33Y-6.369  
N60G3X60.248Y10.771I6.17J7.869  
N70G2X63.783Y15.654I2.752J1.729  
N80X75.409Y5.014I-3.974J-16.014  
N90X49.03Y-20.053I-18.909J-6.514  
N100G1X21.544Y-8.986  
N110G3X10.231Y-5.996I-10.544J-16.995  
N120G2X4.Y0.I-.231J5.996  
N130G40G0Z2.  
N140M99  
%

- *introduction du programme par le pupitre*

- *réalisation de la pièce.*

# **PARTIE (II)**

# **TOURNAGE**

**TP : N° 1****PIECE EPAULEE****OBJECTIFS VISES**

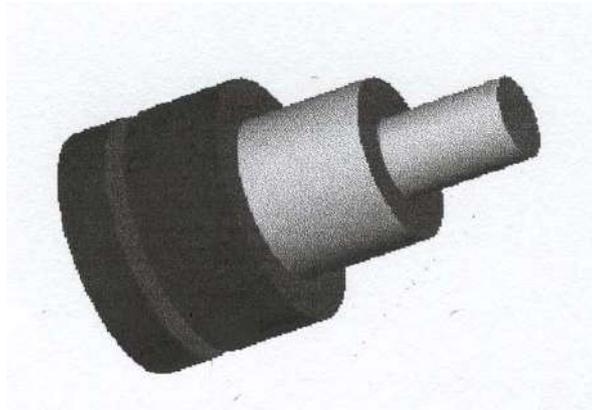
- Apprendre à programmer la réalisation d'un épaulement droit (sans cycle d'ébauche)
- Application du tronçonnage

**2. DUREE DU TP :**                      **2H**

**3. MATERIEL**

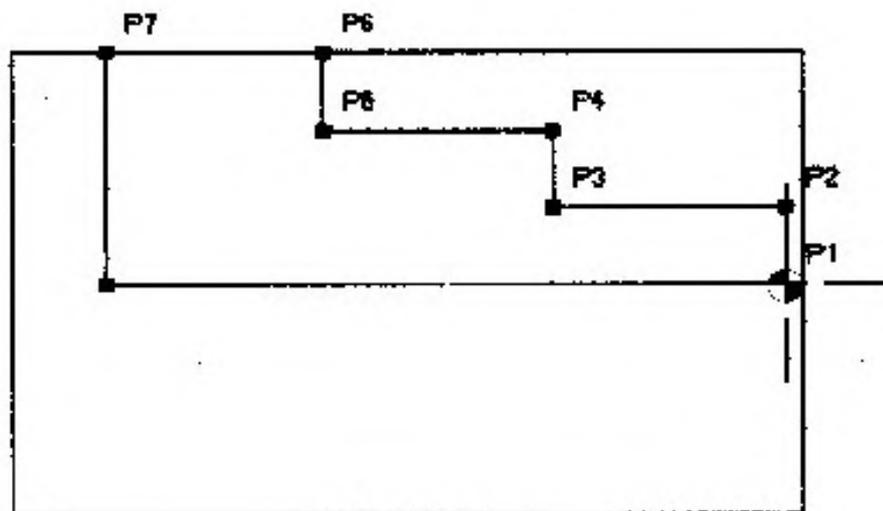
- a) équipement :**                      \* *tour a commande numérique (CN).*
- b) outillage :**                      \* *outil à dresser et a charioter gauche en carbure métallique*  
     \* *outil à tronçonner en carbure métallique*  
     \* *pied a coulisse- jauge de profondeur*
- c) matière d'œuvre :**                \* *Aluminium (composition chimique sans importance)*  
    \* *Brute Ø 30 X 45*

**4. DESCRIPTION DU TP :**                (*voir dessin*)



5. DEROULEMENT DU TP

- recherche des points.



N°	POINT	Z	X
1		0	0
2		0	10
3		-15	10
4		-15	20
5		-30	20
6		-30	30
7		-40	30

- choix des conditions de coup

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	outil à dresser et à charioter gauche en carbure métallique	$N = 1200$ tour/mn	0.2 mm/tour
<b>T2</b>	outil à tronçonner en carbure métallique	360tour/mn	01 mm/tour

- réglage de la machine
  - \* Régler l'origine machine
  - \* Introduire la longueur d'outil et son rayon
- Rédaction du programme

#### **O4444**

(FORMAT: FANUC 21ITA)

##### **(OPERATION 1 DRESSA**

(OUTIL A DRESSER ET A CHARUIOTER GAUCHE)

N10G0G21X200.Z200.

N20G97S1200T0100M4

N30G0Z1.T0101M8

N40X32

N50G1F.2

N60Z0.

N70X-1

N80Z1.

##### **(OPERATION 2:chariotage)**

(OUTIL A DRESSER ET A CHARUIOTER GAUCHE)

N90G0

N100X32.

N110Z1

N130X28.

N140Z-30.

N150X30.

N160G0Z1

N170G1X26.

N180Z-30.

N190X28.

N200G0Z1

N210G1X24.

N220Z-30.

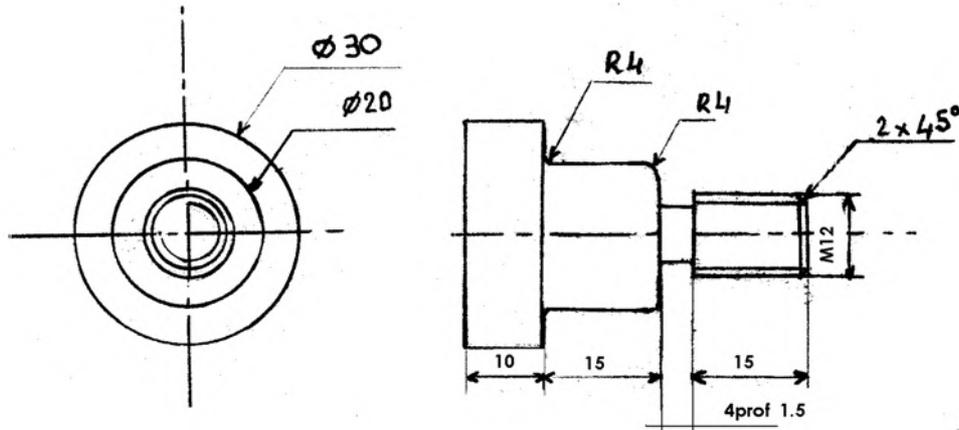
N230X26.

N240G0Z1

N250G1X22.  
N260Z-30.  
N270X24.  
N280G0Z1  
N290G1X20.  
N300Z-30.  
N310X22.  
N320G0Z1  
N330G1X18.  
N340Z-15.  
N350X20  
N370G0Z1  
N380G1X16.  
N390Z-15.  
N400X18.  
N410G0Z1  
N420G1X14.  
N430Z-15.  
N440X16.  
N450G0Z1  
N460G1X12.  
N470Z-15.  
N480X14.  
N490G0Z1  
N500G1X10.  
N510Z-15.  
N520X12.  
N530G0X32.  
N540Z1.  
N550G97S1200  
N560X200.Z200.T0100  
N570M1 (arrêt optionnelle)  
**(OPERATION 3: TRONCONNAGE)**  
(OUTIL À Tronçonner)  
N580G0X200.Z200.  
N590G97S360T0200M4  
N600G0Z1.T0202  
N610X32  
N620Z-40F.1  
N630G01X-1  
N640G0Z1.  
N650M9  
N660G97S1200X200.Z200.T0200M5  
N670M30  
%

- *introduction du programme par le pupitre*

- *réalisation de la pièce.*

**TP : N° 2****PIECE FILETEE****1. OBJECTIFS VISES**

Apprendre à programmer sur le tour à commande numérique l'usinage :

- des rayons extérieurs et intérieurs avec les fonctions **G02** et **G03**
- un filetage extérieur (avec la fonction **G76**)
- un perçage avec déburrage avec la fonction **G81**
- Application des cycles fixe (**G71** ET **G70**)

**2. DUREE DU TP :****4H****3. MATERIEL****a) équipement :**

\* tour à commande numérique (CN).

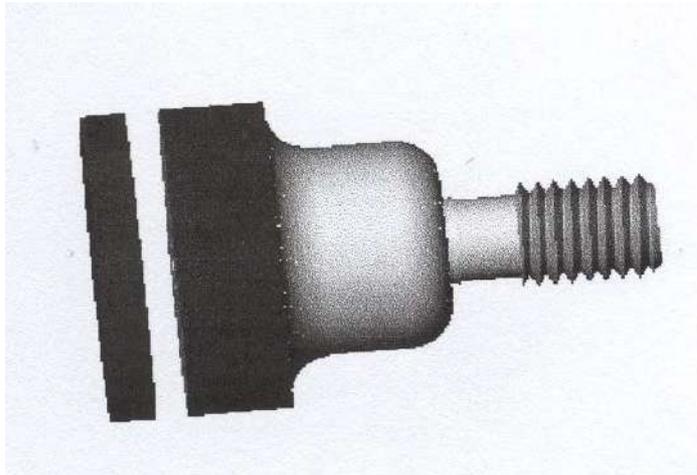
**b) outillage :**

- \* outil à dresser et à charioter gauche
- \* outil à tronçonner (épaisseur 4 mm)
- \* outil à fileter triangulaire 60°
- \* foret à centré diamètre 2.5mm
- \* foret diamètre 5 mm
- \* pied à coulisse- jauge de profondeur

**b) matière d'œuvre :**

- \* Aluminium (composition chimique sans importance)
- \* Brute  $\varnothing 30 \times 48$

4. DESCRIPTION DU TP : (voir dessin)



6. DEROULEMENT DU TP

- Recherche des points.

N°	POINT	Z	X
1		1	0
2		0	6
3		0	10
4		-2	12
5		-15	12
6		-15	10
7		-19	10
8		-19	12
9		-23	20
10		-30	20
11		-34	28
12		-34	30
13		-44	30

- choix des conditions de coup

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	outil à dresser et à charioter gauche en carbure métallique	1200 tour/mn	0.2 mm/tour
<b>T2</b>	outil à tronçonner en carbure métallique	360tour/mn	0.1 mm/tour
<b>T3</b>	outil a fileter triangulaire 60°	300tour/mn	1.5 mm/tour
<b>T4</b>	foret a centré diamètre 2.5mm	1200 tour/mn	0.2 mm/tour
<b>T5</b>	foret diamètre 5 mm	850tour/mn	0.2 mm/tour

- réglage de la machine

- \* Régler l'origine machine

- \* Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Rédaction du programme

**O5555**

(FORMAT: FANUC 21ITA)

**(OPERATION 1: dressage)**

(OUTIL À DRESSER ET À CHARIOTER)

N10G0G21X200.Z300.

N20G97S1200T0100M4

N30G0Z1.T0101

N40X32

N50G1Z0.F.2

N60X-1

**(OPERATION 2: ébauche chariotage)**

(OUTIL À DRESSER ET À CHARIOTER)

N70G0Z2

N80X7.

N110G71U.1R.1

N120G71P130Q220U.2W.2F.2

N130G1X6.

N140Z2

N150X12.Z-2.

N160Z-15.

N170X8.354Z-19.

N180X12.

N190G3X20.Z-23.K-4.

N200G1Z-30.

N210G2X28.Z-34.I4.

N220G1X30.

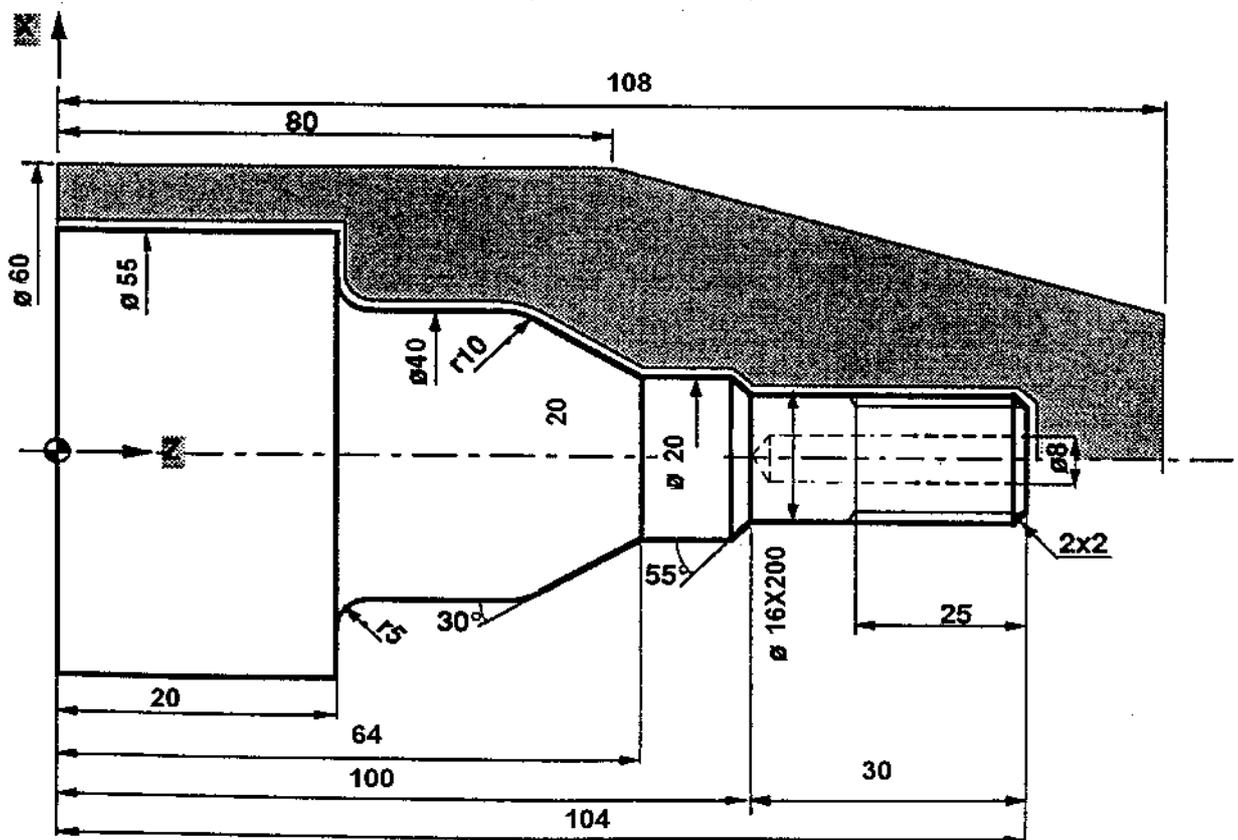
N230G70P130Q220

N240G0X32.  
N260G97S300  
N270X200.Z300.T0100  
N280M1  
**(OPERATION 3: SAIGNAGE)**  
(OUTIL A TRONCONNER)  
N300G97S360T0200M4  
N310G0Z1.T0202  
N320X32.  
N330Z-19  
N340X13.  
N350G1X8.F.1  
N420G0X32.  
N440G97S400  
N450X200.Z300.T0200  
N460M1  
**(OPERATION 4: FILETAGE)**  
(OUTIL A FILETER)  
N480G97S300T0300M3  
N490G0Z1.T0303  
N500X32.  
N510X12.  
N520G76P011060Q50R.2  
N530G76X8.Z-16.P1000Q500F1.5  
N540G0X32.  
N550G97S600  
N560X200.Z300.T0300  
N570M1  
**(OPERATION 5: CENTRAGE)**  
(FORET A CENTRER)  
N590G97S1200T0400M3  
N600G0Z2T0404  
N610X0.  
N620G01 Z-3F.2  
N630G0Z1  
N640X200Z3000T0400  
**(OPERATION 6: PERÇAGE)**  
(FORET DIAMETRE 5 mm)  
N645G97S850T0500M3  
N650G0Z2T0505.  
N670G74R1.  
N680G74Z-50.Q5000F.2  
N690G0Z1.  
N700G97S850  
N710X200.Z300.T0400  
N720M1  
**(OPERATION 7: tronçonnage)**  
(OUTIL A TRONCONNER)  
N740G97S360T0200M4  
N750G0Z1.T0202  
N760X32.  
N770Z-46.  
N780G1X-1F.15  
N810G0X32.  
N820Z1.  
N830M9  
N840G97S500X200.Z300.T0200M5  
N850M30

- *introduction du programme par le pupitre*

- *réalisation de la pièce.*

## EXERCICE DE SYNTHÈSE (TOURNAGE)



### Objectif :

Application de synthèse des difficultés vues dans les TP (1) et (2)

### DUREE DU TP :

8H

### MATERIEL

#### a) équipement :

\* tour a commande numérique (CN).

#### b) outillage :

\* outil à dresser et a charioter gauche

\* outil à tronçonner (épaisseur 4 mm)

\* outil a fileter triangulaire  $60^\circ$

\* foret a centré diamètre 2.5mm

\* foret diamètre 8 mm

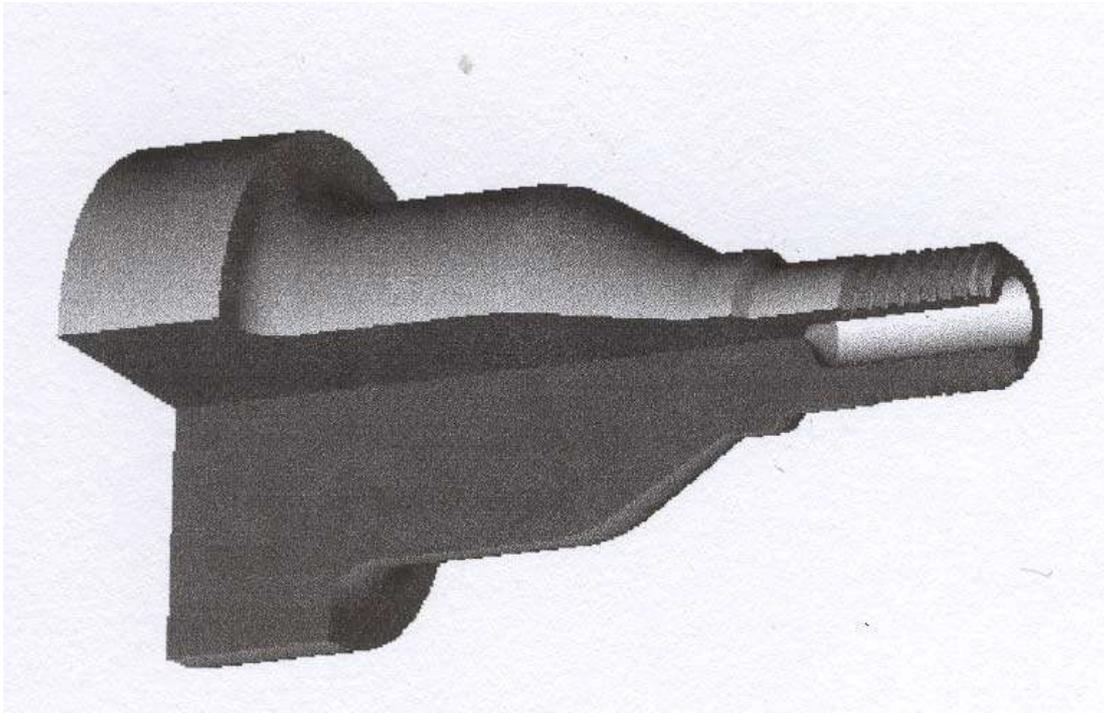
\* pied a coulisse- jauge de profondeur

#### b) matière d'œuvre :

\* acier A42

\* Brute  $\varnothing 60$  longueurs 108 mm

**4. DESCRIPTION DU TP :** (voir dessin)



**TRAVAIL DEMANDE**

a) Application d'un cycle d'ébauche profondeur de passe 2mm, réserver 0,15mm sur la face, 0,5mm sur le diamètre

b) D'un cycle de perçage avec brise coupeaux

Valeur première pénétration : 4mm

Valeur dernière pénétration : 2mm

Vitesse d'avance : 0,1mm/t

c) D'une exécution de profil fini

d) D'un cycle de filetage avec :

Pas de 2mm

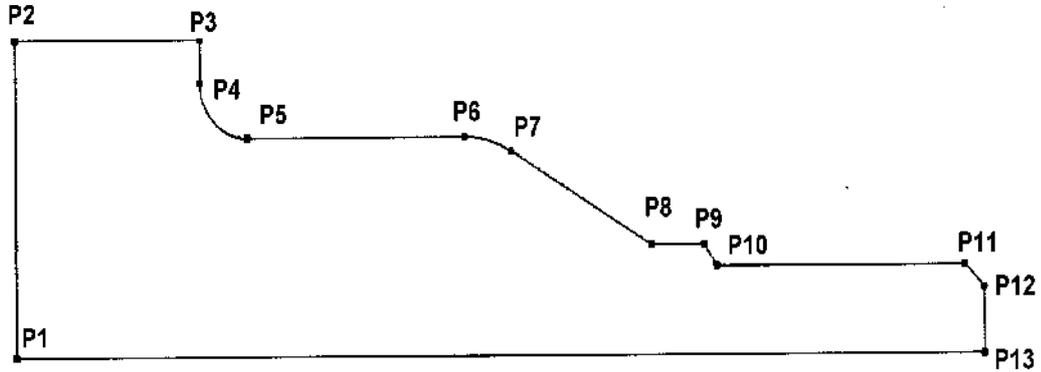
Profondeur du filet : 1,226mm

Angle de pénétration 30°

Nbre de passe : 9

Déroulement du TP

- recherche des points.



N°	POINT	Z	X
	P 1	0	0
	P2	0	58
	P3	20	58
	P4	20	50
	P5	25	40
	P6	48	40
	P7	53.33	37.321
	P8	68.33	20
	P9	74	20
	P10	75.4	16
	P11	102	16
	P12	104	12
	P13	104	0

- choix des conditions de coup

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
<b>T1</b>	outil à dresser et à charioter en carbure métallique	550 tour/mn	0.21 mm/tour
<b>T2</b>	outil à fileter triangulaire 60°	200tour/mn	0.1 mm/tour
<b>T3</b>	foret à centré diamètre 2.5mm	750 tour/mn	0.2 mm/tour
<b>T4</b>	foret diamètre 8 mm	600tour/mn	0.2 mm/tour

- réglage de la machine
  - \* Régler l'origine machine
  - \* Introduire la longueur d'outil en X et en Z
- Rédaction du programme

%

O7777

(FORMAT: FANUC 21ITA)

**(OPERATION 1:dressage)**

(OUTIL A DRESSER ET A CHARIOTER GUAUCHE)

N10G0G21X200Z200

N20G97S550T0100M3

N30G0Z147.T0101M8

N40X62

N50Z108.

**N60G72W1.R1. {CYCLE D'EBAUCHE DE FACE (dressage)}**

N70G72P80Q110U0.W.15F.2

N80G1Z104.

N90X67.124

N100X-8.337

N110Z108.

N120G70P80Q110

**(OPERATION 2:chariotage)**

(OUTIL À DRESSER ET À CHARIOTER GUAUCHE)

N130G0Z147.

N140X62.

N150Z105

N160X60.

**N170G71U1.R1. (cycle d'ébauche pour le chariotage)**

N180G71P190Q340U0.5. W0.15.F.2

N190G1X11.881

N200Z103.94

N210X15.881Z101.94

N220G3X16.Z101.797I-.144K-.144

N230G1Z75.303

N240X19.827Z73.963

N250G3X20.Z73.797I-.117K-.166

N260G1Z68.181

N270X37.266Z53.229

N280G3X40.Z48.127I-8.836K-5.102

N290G1Z24.797

N300G2X49.594Z20.I4.797

N310G1X57.594

N320G3X58.Z19.797K-.203

N330G1Z-.203

N340X60.

N350G70P190Q340

N360G0X62.

N370Z147.

N380G97S600

N390X0.Z0.T0100

N400M1

**(OPERATION 3: CENTRAGE)**

(FORET A CENTRER)

N410G0X200Z200

N420G97S600T0300M3

N430G0Z147.T0303M8

N440X0.

N450Z109.

N460G1Z1018F.2

N470G0Z120.

N490G97S600

N500X200Z200.T0300

N510M1

**(OPERATION 4: PERCAGE)**

(FORET DIAMETRE 8 MM)

N530G97S600T0400M3

N540G0Z147.T0404M8

N550X0.

N560Z109.

N570G74R2.

N580G74Z748Q4000F.2

N590G0Z147.

N600M9

N610G97S600X0.Z0.T0400M5

N620M1

**(OPERATION 5: FILETAGE)**

(OUTIL AFILETER)

N630G0X0.Z0.

N640G97S400T0200M3

N750G0Z147.T0202M8

N660X62.

N670Z106.

N680X18.

N690G76P011060Q50R.15

N700G76X13.546Z86.P1227Q300F2.

N710G0X62.

N720Z147.

N730M9

N740G97S400X0.Z0.T0200M5

N750M30

⊘

- *introduction du programme par le pupitre*

- Réalisation de la pièce.

# Evaluation de fin de module



**3. MATERIEL****a) équipement :**

- \* Tour a commande numérique (CN).
- \* Les outils de coupe nécessaire pour les opérations d'usinage.
- \* les outils de control pour la vérification des cotes.

**b) matière d'œuvre :**

- \* acier A42
- \* Brute  $\varnothing$  70 longueurs 72 mm

**4. DESCRIPTION DU TP :** (voir dessin)**5. DEROULEMENT DU TP**

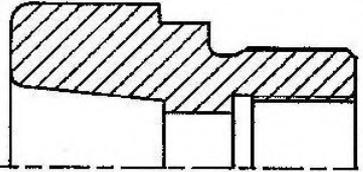
*Le déroulement est expliqué à la fiche d'analyse de fabrication ci-dessous*

# ANALYSE DE FABRICATION

PLAN N°

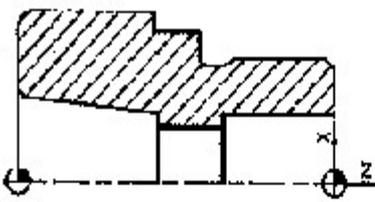
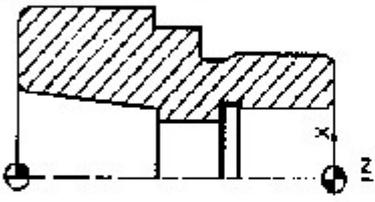
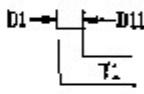
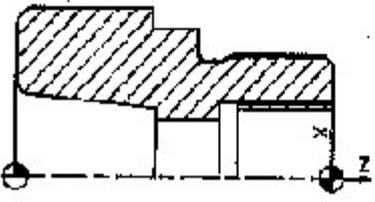
PROGRAMME N°  
N°  
Feuille 1/2

ETABLI PAR



PH S/PH	OPERATIONS	CROQUIS	OUT. N°	CDR. N°	REF. PORTE OUT.	REF. PLAQUET.
10	A Dressage de face		T4	D4		CNMM 12 04 04 - QR P25
	B Percage $\varnothing 20$ sur la notice de la piece		T2	D2		LCMX 03 03 08 - 53 P45
20	A a_Dressage de face b_Ebauche ext.		T4	D4		CNMM 12 04 04 - QR P25
	B Percage $\varnothing 20$ sur la long. restante		T2	D2		LCMX 04 03 08 - 53 P45
	C Ebauche des alesages		T5	D5		TPMR 11 03 08 P25
	D Finition ext.		T7	D7		VBMT 16 04 04 - 53 P10
	E Finition des alesages		T6	D6		CCMT 09 T3 02 - UF P05
30	A a_Dressage de face b_Ebauche ext.		T4	D4		CNMM 12 04 04 - QR P25
	B Ebauche des alesages		T5	D5		TPMR 11 03 08 P25
	C a- Ebauche gorge b-Finition ext.		T7	D7		VBMT 16 04 04 - 53 P10

**SUITE DE L'ANALYSE DE FABRICATION :**

PH S/PH	OPERATIONS	CREQUIS	OUT. N°	CDR. N°	REF. PORTE OUT.	REF. PLAQUET.
D	Finition des alésages		T6	D6		DCMT 09 T3 02 - UF P05
E	Gange Int.		T1	D11 D1		L154 S1 3 215 P10
F	Filetage Int.		T8	D8		R166 DL 16MM01 150 P25
G	Filetage ext.		T3	D3		R166 DG 16MM01 150 P25

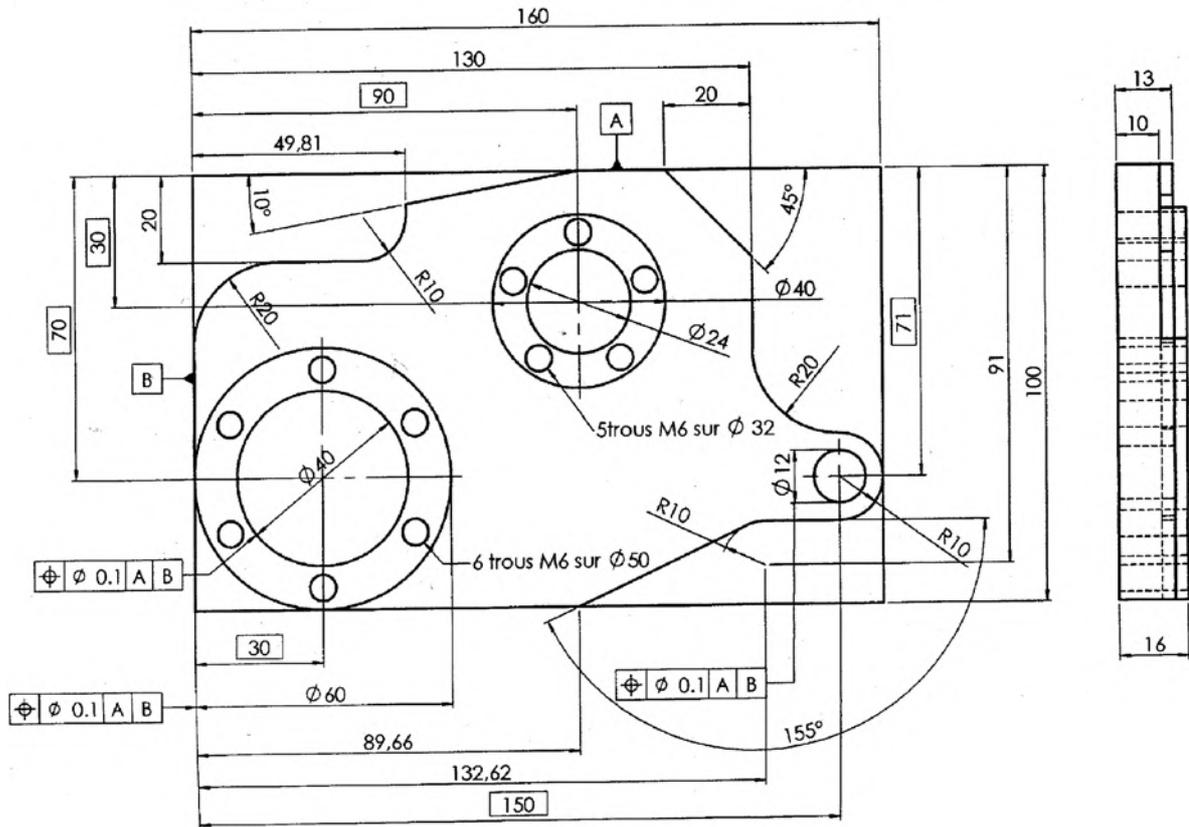
**BAREME DE NOTATION**

- définition des points de la programmation...../10 points
- choisir les outils et les conditions de coupe convenables...../10 points
- Rédaction du programme...../10 points
- Réglages des origines...../5 POINTS SUR CHAQUE AXE
- Faire les corrections des outils...../5 POINTS SUR CHAQUE OUTIL
- Réalisation de la pièce...../20 points

-5 points ..... pour un mauvais état de surface.  
-3 points ..... pour toutes les formes non conformes  
-1 points .....pour toutes les cotes non conforme

## Evaluation de fin de module ( fraissage )

PAGE 1/3



### TRAVAIL DEMANDE :

- définition des points de la programmation.
- choisir les outils et les conditions de coupe convenables.
- Etablir le programme.
- Introduire le programme dans la machine (manipulation de pupitre de la machine).
- Faire les réglages des origines.
- Faire les corrections des outils.
- Réaliser la pièce

2. DUREE DU TP :

**8H**

**3. MATERIEL**

PAGE 2/3

**a) équipement :**

- \* centre d'usinage (CN).
- \* Les outils de coupe nécessaire pour les opérations d'usinage.
- \* les outils de control pour la vérification des cotes.

**b) matière d'œuvre :**

- \* AUG4
- \* Brute fini 160 X 100 X 18

**4. DESCRIPTION DU TP :** (voir dessin)**5. DEROULEMENT DU TP**

- *Surfaçage profondeur 2 mm*
- *Réalisation des tétons Ø 60 et Ø 40 profondeur 3 mm*
- *Réalisation du contour profondeur 6 mm*
- *Centrage des alésages et des trous*
- *Perçage des trous ainsi perçage de préparation pour les alésage Ø 40 et Ø 24*
- *Taraudage M6*

**BAREME DE NOTATION**

- définition des points de la programmation...../10 points
- choisir les outils et les conditions de coupe convenables...../10 points
- Rédaction du programme...../10 points
- Réglages des origines...../5 POINTS SUR CHAQUE AXE
- Faire les corrections des outils...../5 POINTS SUR CHAQUE OUTIL
- Réalisation de la pièce...../20 points

**-5 points ..... pour un mauvais état de surface.**  
**-3 points ..... pour toutes les formes non conformes**  
**-1 points .....pour toutes les cotes non conforme**

**Liste des références bibliographiques**

<b>Ouvrage</b>	<b>Auteur</b>	<b>Edition</b>
GUIDE PRATIQUE DE LACOMMANDE NUMERIQUE	-R.INTARTAGLIA -P.LECOQ	1986
LA COMMANDE NUMERIQUE POUR TOUS	- MOURICE CARDON - RENE PAURIOL	1982
USINAGE ET COMMANDE NUMERIQUE	- A.CORNAND - F.KOLB - J.LACOMBE - I.RAK	1987
LA COMMANDE NUMERIQUE PAR CALCULATOUR (tournage)	- PAUL--.GONZALEZ	1985