

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

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°22 PROGRAMMATION ET USINAGE
SUR MACHINES A COMMANDE
NUMERIQUE**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

SPECIALITE : MMOAMPA

NIVEAU : TS

ANNEE 2007

Document élaboré par :

Nom et prénom

DINCA Carmen Mihaela

EFP

CDC -

Electrotechnique

DR

DRGC

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

Présentation du Module.....	6
RESUME THEORIQUE.....	7
I. INTRODUCTION.....	8
I.1. Historique.....	8
II. DEFINITION DE LA COMMANDE NUMERIQUE.....	8
I.2. Principaux organes.....	8
I.3. Classification des MOCN.....	9
I.4. Les axes.....	12
I.5. Les points de référence.....	14
I.6. Programmation.....	17
I.7. Eléments du langage de programmation.....	19
I.8. Fonctions simplifiant la programmation.....	46
I.9. Préparation d'une mocn.....	74
I.10. Fonction de compensation.....	80
I.11. Configuration des programmes.....	90
I.12. Elaboration d'un programme de commande numerique.....	93
I.13. Applications.....	107
TRAVAUX PRATIQUES.....	122
TP1 – Fraisage - Contournage d'un rectangle simple.....	123
TP2 – Fraisage - Contournage d'un rectangle avec des angles arrondis.....	126
TP3 – Fraisage - Contournage d'un teton Ø 30, application perçage taraudage....	129
TP4 – Fraisage - Dessin de definition platine.....	133
TP5 – Fraisage - Exercice de synthese - Crochet.....	146
TP6 – Tournage - Piece épaulée.....	153
TP7 – Tournage - Piece filetée.....	157
TP8 – Tournage - Exercice de synthese.....	162
EVALUATION DE FIN DE MODULE.....	167

MODULE : 22

**PROGRAMMATION ET USINAGE SUR MACHINES A
COMMANDE NUMERIQUE**

Durée : 70 heures

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit réaliser la programmation des machines à commande numérique et effectuer des opérations d'usinage selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

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

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Analyse rigoureuse et structurée de la tâche*
- *Utilisation correcte du code ISO*
- *Maîtrise d'un logiciel de CFAO*
- *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 dessins DAO et FAO*
- *Faisabilité du programme CN*

Présentation du Module

Ce module de compétence particulière est situé à la fin du programme de deuxième semestre du programme.

Le stagiaire doit développer les compétences particulières suivantes pour l'exécution des tâches de la compétence du module « Programmer une MOCN » :

- *Fabriquer des pièces de complexité et de précision moyennes*
- *Contrôler la géométrie des pièces et ensembles mécaniques*
- *Établir un dossier de fabrication*
- *Organiser, gérer et planifier une fabrication*

Pour la mise en place du module on suivra les étapes suivantes :

- *Présentation des machines disponibles.*
- *Technologie de la MOCN.*
- *Programmation*
- *Travaux pratiques*

La partie pratique et les démonstrations sur machine constituera globalement 80% du temps impartie tandis que la partie pratique les 20% restant comprendra les travaux dirigés pour l'élaboration des programmes et la manipulation des machines. La manipulation des machines va permettre aux stagiaires de vérifier la validité des programmes.

Le contenu du module va être adapté aux MOCN existantes dans chaque établissement.

***MODULE 22 : PROGRAMMATION ET
USINAGE SUR MACHINES A COMMANDE
NUMERIQUE***

RESUME THEORIQUE

I. INTRODUCTION

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

I.1. Historique

C'est en 1942 aux États-Unis que la C.N. a commencé à être exploitée, pour permettre l'usinage de pompes à injection pour moteurs d'avions. Il s'agissait en fait de cames, dont le profil complexe était irréalisable au moyen d'une machine traditionnelle.

II. DEFINITION DE LA COMMANDE NUMERIQUE

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.

I.2. Principaux organes

La M.O.C.N. « fraiseuse » est un ensemble qui comprend :

- La machine-outil proprement dite. Ses chariots sont équipés de vis à billes, afin d'éliminer les jeux. Les différents mouvements sont commandés par des moteurs. Les déplacements sont contrôlés avec des capteurs de mesure.

Le D.C.N. C'est un automatisme composé d'éléments électroniques. Il sait exploiter et interpréter les informations.

Exemples :

Le D.C.N. donne l'ordre de mise en marche de la broche, ou encore commande au chariot longitudinal de se déplacer de X mm dans le sens plus avec une vitesse programmée de F mm/min.

- L'armoire électrique. Elle sert de relais entre la machine et le D.C.N. et renferme des câbles, des amplificateurs, des fusibles.
- Un pupitre de commande. Il sert à dialoguer avec le D.C.N. et envoie des ordres de commande codés. Il possède des touches sensibles, ainsi qu'un écran graphique. Celui-ci sert à visualiser par exemple le programme, ou le profil fini de la pièce et la trajectoire des outils, ou encore la page outil.

Remarque :

C.N. : commande numérique.

C.N.C. : commande numérique par ordinateur.

D.C.N. ; directeur de commande numérique.

M.O.C.N. : machine-outil à commande numérique.

I.3. Classification des MOCN

I.3.1. 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 :

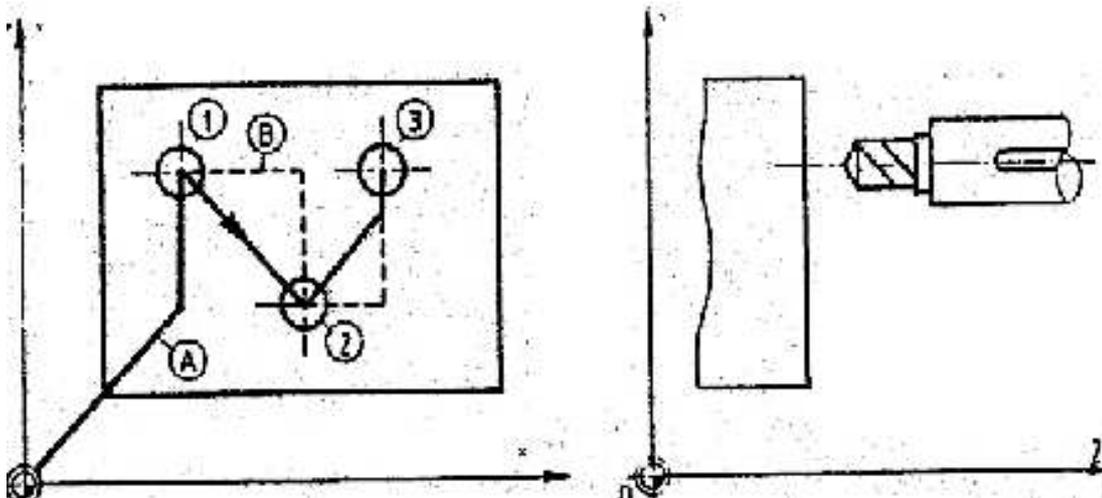
1. Machine à déplacement par positionnement
2. Machine à déplacement paraxial point à point.

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.

I.3.2. Déplacement par positionnement point à point

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



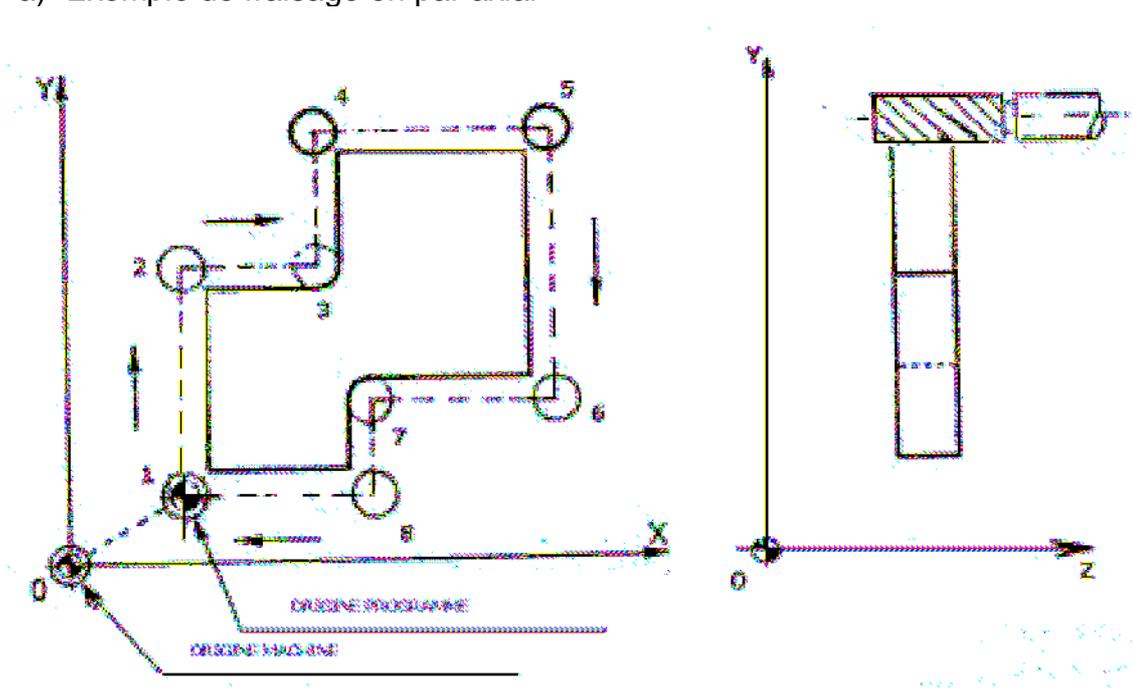
Plusieurs possibilités de déplacement s'offrent à l'opérateur pour positionner les perçages 1 2 3. Seule importe la position de l'outil par rapport à la pièce fin de déplacement.

- 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.

I.3.3. Déplacement par axial

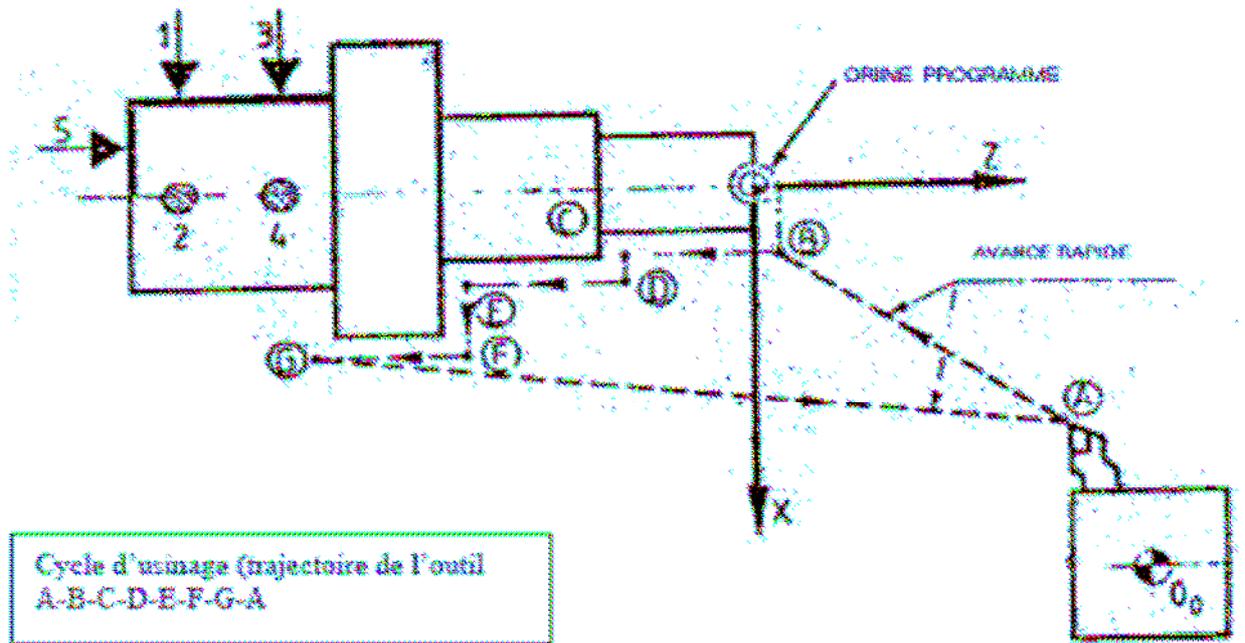
Ce type de machine permet ; en plus du positionnement point à point, des fraisages ou tournages précis à des vitesses imposées par la bande, sens des trajectoires parallèles à chacun des axes de déplacement X, Y, Z (dressage ,cylindrage ,rainurage...). Cependant, un système de contrôle par axial ne permet 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



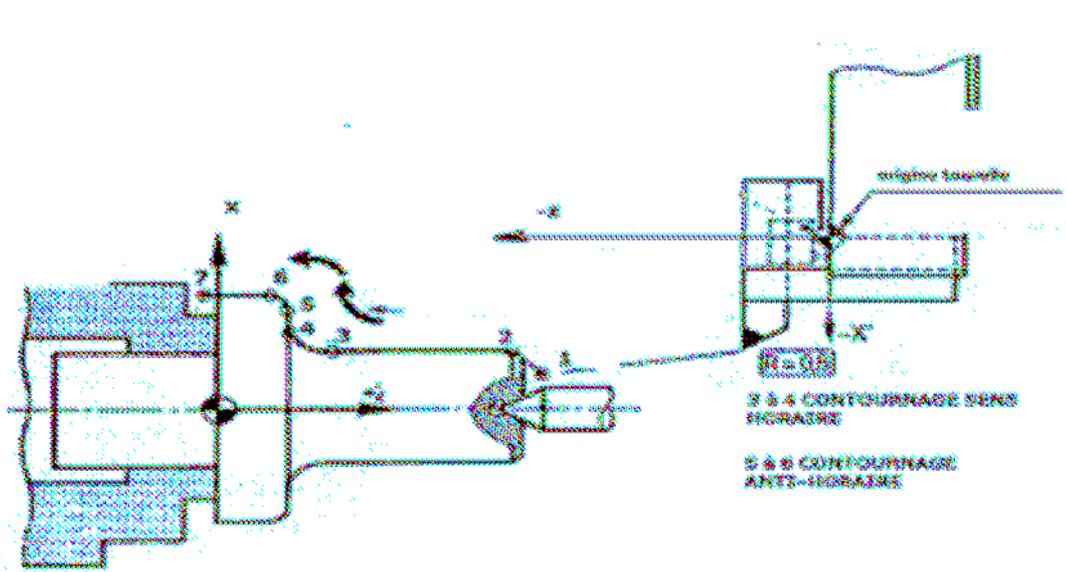
Pour réaliser cette pièce, l'outil se déplacera suivant des trajectoires linéaires selon les coordonnées X-Y.
De même qu'en fraisage, les positionnements d'un ou des outils se font en avance rapide.

I.3.4. Déplacement continu (contournage)

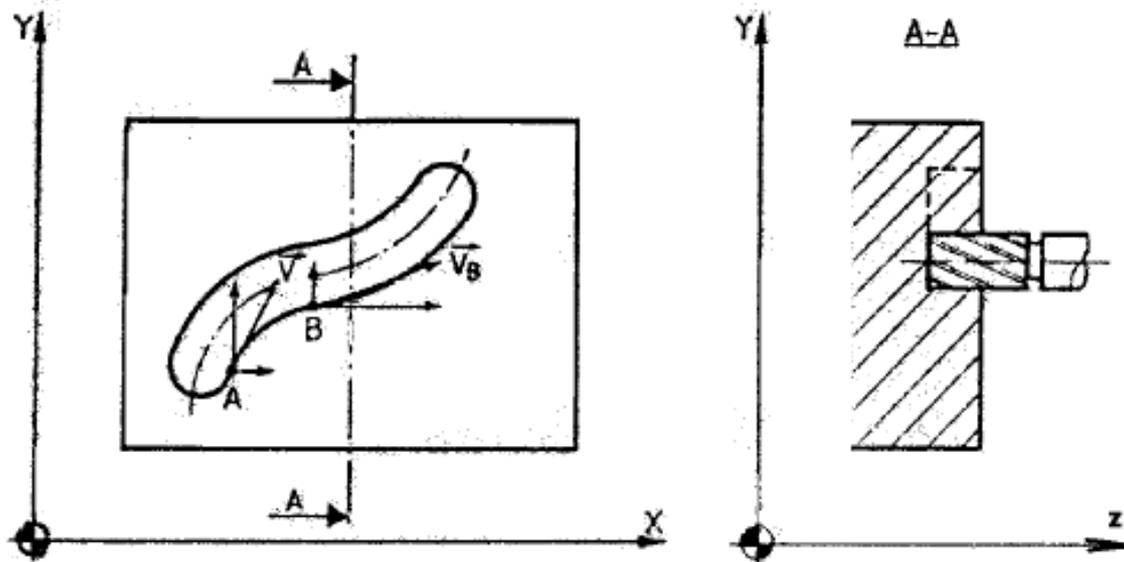
Dans le cas où les informations en X, Y, Z sont liées par une loi mathématique, le mouvement décrit une trajectoire qui n'est pas obligatoirement parallèle aux axes. Les déplacements pouvant être simultanés, le mode de fonctionnement est alors appelé contournage.

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

Exemple de tournage continu



Exemple de fraisage continu



Référentiel et axes normalisés :

Ces définitions sont destinées essentiellement à faciliter la programmation sur machines à commande numérique.

Une machine outil à commande numérique par ordinateur est capable de commander ses propres mouvements suivants deux ou trois axes (voir d'avantage) et de mesurer avec précision les déplacements des organes mobiles.

Il est lié à la pièce placée sur la machine et il est désigné par les lettres X, Y, Z. Les axes sont parallèles aux glissières de la machine. Le sens positif du mouvement d'un chariot de la machine est celui qui provoque une augmentation sur la pièce de la coordonnée correspondante. Le choix de l'origine du référentiel est défini dans le paragraphe « les points de référence ».

I.4. Les axes

Les systèmes d'axes sont définis par des normes (NF Z68-020). Afin de ne pas confondre X, Y et Z ainsi que leur sens + ou - il est simple d'utiliser la règle des trois doigts de la main droite (figure 1).

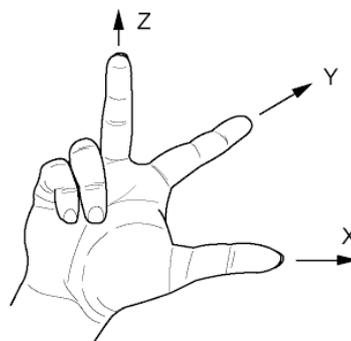


Figure 1. La règle de la main droite

I.4.1. L'axe Z

C'est l'axe de la broche, que celle-ci fasse tourner l'outil ou la pièce. Pour les machines possédant plusieurs broches, l'une d'entre elles est choisie comme broche principale. Pour les machines ne possédant pas de broche (étou limeur, raboteuse ...) l'axe Z est perpendiculaire à la surface de la table.

I.4.2. L'axe X

C'est un axe correspondant à un mouvement de la machine, il est perpendiculaire à l'axe Z.

I.4.3. L'axe Y

C'est celui qui forme, avec les axes X, Z précédemment définis, un trièdre de sens direct.

I.4.4. Mouvement de rotation

Les symboles A, B, C désignent les mouvements de rotation effectués respectivement autour d'axes parallèles à X, Y, Z. les valeurs positives de A, B, C sont données par le mouvement d'une vis à droite tournant dans le sens positif et avançant respectivement dans le sens positif des axes X, Y, Z.

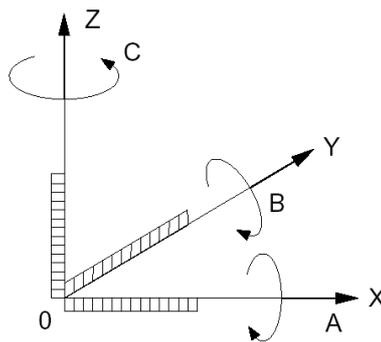


Figure 2. Le système d'axes

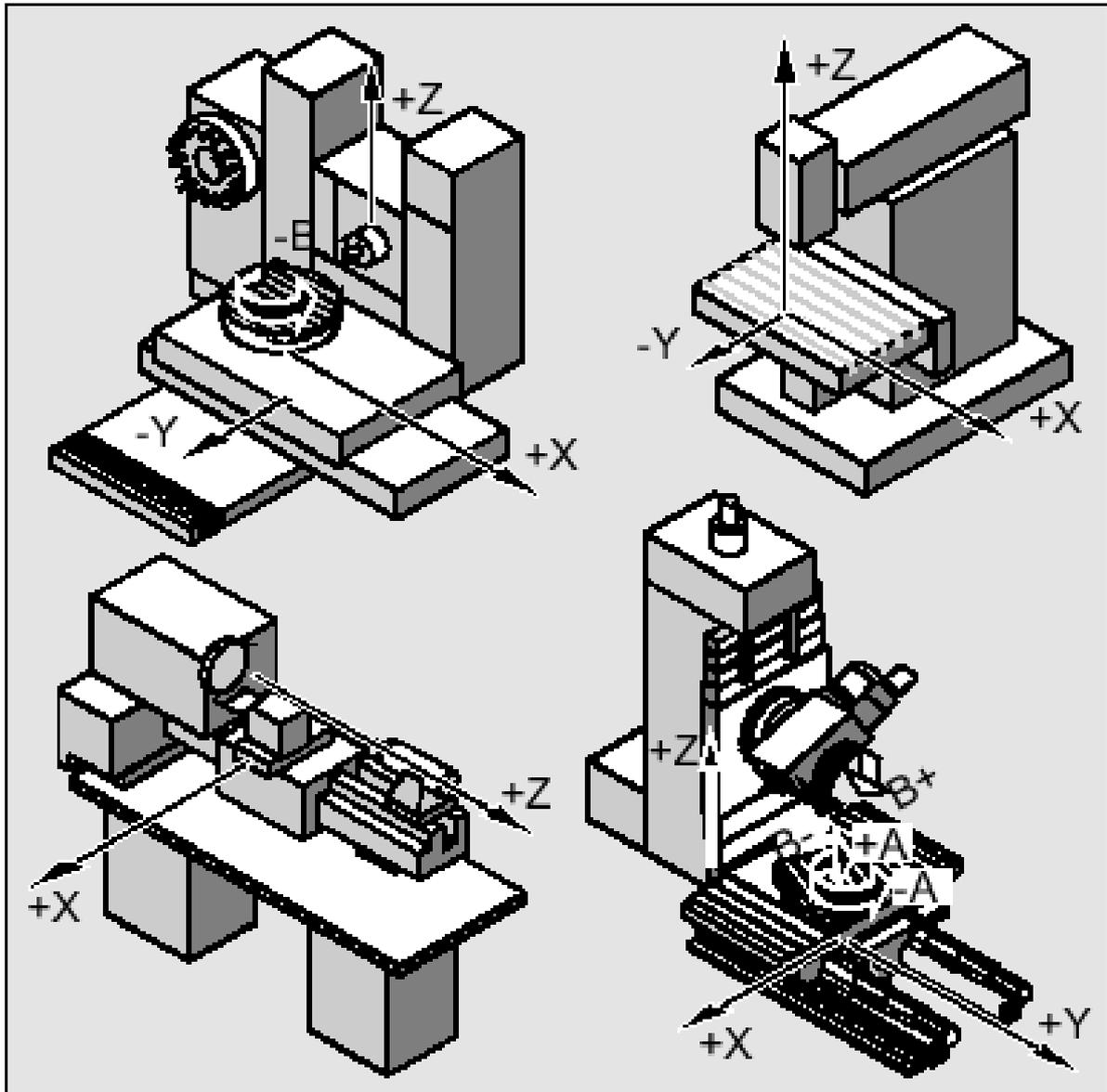


Figure 3. L'affectation des axes pour différentes MOCN

I.5. LES POINTS DE RÉFÉRENCE

I.5.1. Origine mesure (Om)

Il s'agit d'une position dans le volume d'usinage qui est définie exactement par des interrupteurs fin de cours.

On le symbolise par :



I.5.2. Origine de Machine (OM)

Il s'agit d'un point non modifiable, défini par le constructeur de la machine. Il constitue l'origine du système coordonné de la machine.

On le symbolise par :



I.5.3. Origine pièce (Op)

Indépendant du système de mesure, l'origine pièce est définie par un point de la pièce sur la quelle il est possible de se positionner.

On le symbolise par : 

I.5.4. Origine programme (OP)

Il s'agit du point de départ pour les indications de cotation dans le programme de pièce. Ce point peut être défini librement par le programmeur et déplacé à loisir dans un programme de pièce.

On le symbolise par : 

I.5.5. Point Piloté par la Machine (PPM)

Il s'agit du point de départ pour la mesure des outils. Il se trouve en un point adéquat du système de porte-outil et il est défini par le fabricant de la machine. D'autre par en absence de toute information sur la géométrie de l'outil c'est le point piloté par la machine.

On le symbolise par : 

I.5.6. L'arrête tranchante (AT)

C'est le point sur le quel s'effectue la coupe. Il est défini par rapport au point de départ pour la mesure de l'outil (PPM).

On le symbolise par :  pour tournage ou  pour fraisage.

I.5.7. Définition des décalages

Pour écrire un programme pièce, le programmeur choisit une origine programme. L'origine programme est généralement un point de départ de cotations sur le dessin de la pièce. L'opérateur apprend au système la position de l'origine programme (OP) par une prise d'origine pièce : apprentissage (pour chacun des axes) d'un point connu et accessible de la pièce dit origine pièce (Op) qui peut être confondu avec l'origine programme.

Décalage d'origine pièce (Op/OM) = PREF

Introduction du décalage de l'origine programme par rapport à l'origine pièce (peut être réalisée par programmation).

Décalage d'origine programme (OP/Op) = DEC1

Décalages sur l'axe Z.

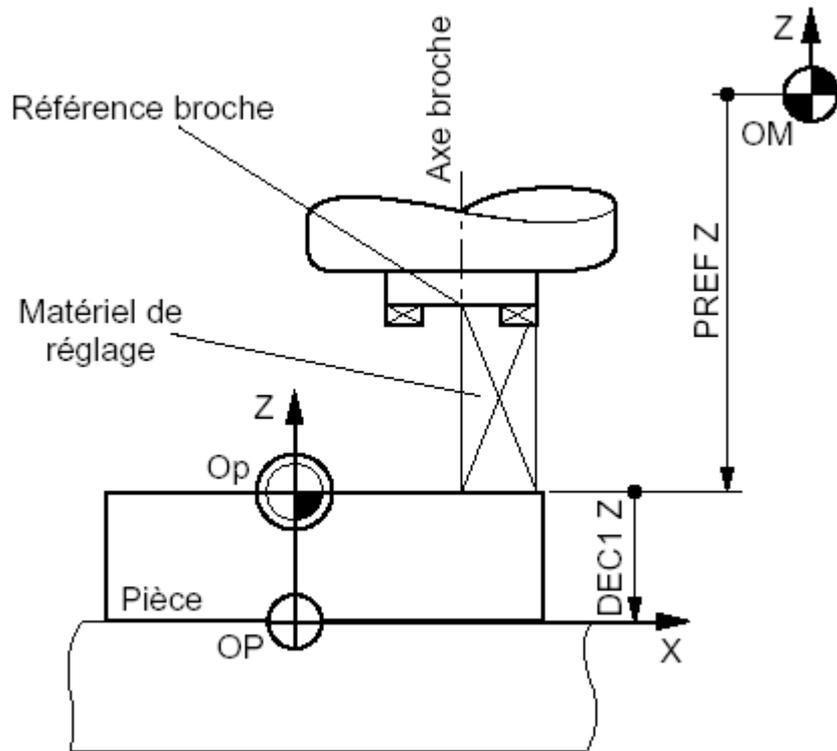
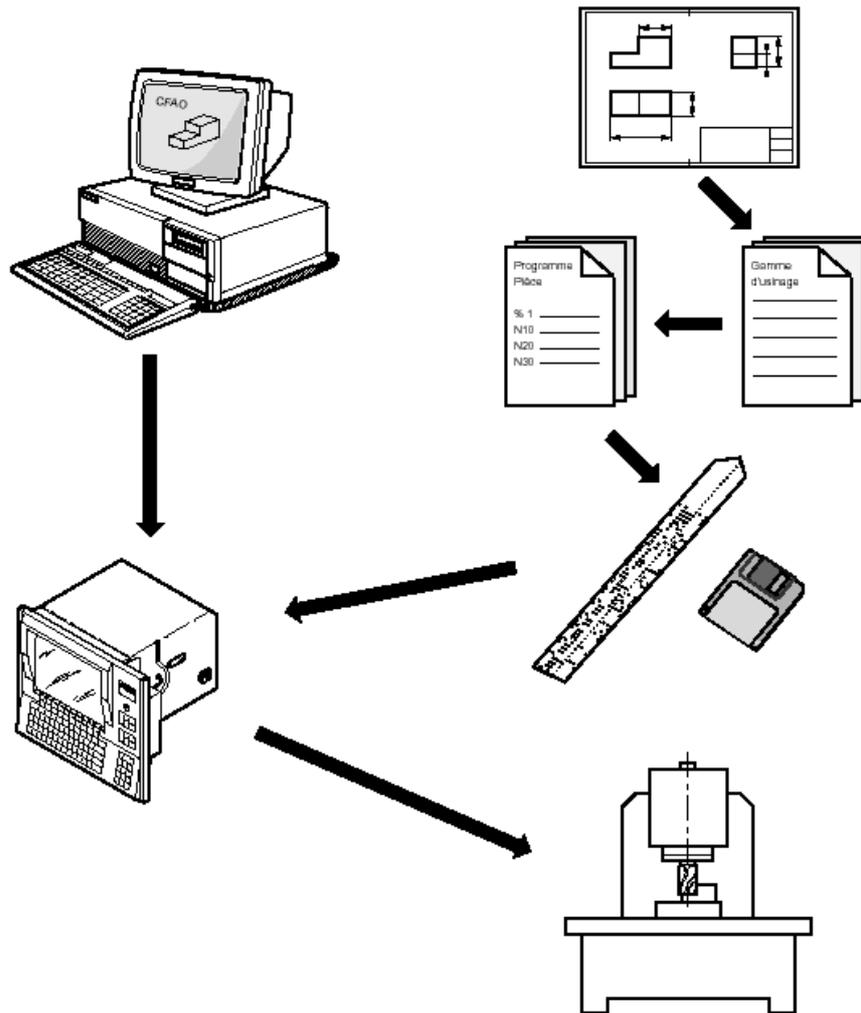


Figure 4: Décalages

Elaboration d'un programme

Le programme pièce peut être créé par programmation traditionnelle ou par l'intermédiaire d'un système FAO.



I.6. PROGRAMMATION

La programmation consiste à décrire les opérations prévues dans un langage codé assimilable par le calculateur de la machine.

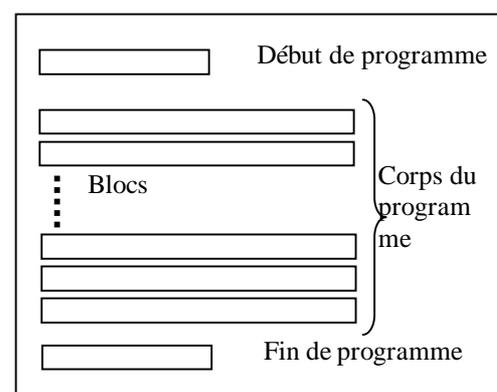
I.6.1. Structure des programmes

Un programme comporte toutes les informations utiles à la machine pour réaliser l'usinage. Un programme CN se compose d'une suite de séquences de programme, mémorisées dans la commande.

Lors de l'usinage de la pièce, ces séquences sont lues et vérifiées par le calculateur dans l'ordre programmé. Des signaux de commande correspondants sont transmis à la machine.

Un programme comporte principalement :

- Des fonctions préparatoires d'adresse G.
- Des coordonnées de points (X, Y, Z, I, J ...)
- Des informations de vitesse, d'avances (S, F ...)
- Des fonctions auxiliaires d'adresse M.



Un programme d'usinage est constitué de :

- Un début de programme.
- Un corps de programme formé de lignes ou blocs.
- Fin de programme.

Début de programme

Tout programme doit débuter par le caractère O qui permet au système de reconnaître le début du programme. D'autre part chaque programme est identifié par un numéro constitué au plus de quatre chiffres. Ce qui donne finalement chaque programme doit commencer par un bloc qui a la syntaxe suivante : Onnnn ; (n désignant un chiffre de 0 à 9).

Exemple : O12 ; O1972 ; O06.

Corps du programme

Les programmes CN se composent de blocs, à l'image des phrases dans notre propre langage ; ces blocs sont composés de mots. Chaque mot du « langage CN » est constitué d'un symbole d'adresse et d'un chiffre ou d'une suite de chiffres, qui décrivent une valeur arithmétique.

Le symbole d'adresse du mot est généralement une lettre. La suite de chiffres peut contenir un signe et un point décimal, le signe étant toujours placé entre la lettre adresse et la suite de chiffres. Les signes positifs (+) n'ont pas besoin d'être écrits.

Un programme CN se compose de blocs distincts, chaque bloc étant généralement constitué de (plusieurs) mots. Un bloc doit contenir toutes les données nécessaires à l'exécution d'une opération d'usinage et doit se terminer par le caractère « LF » (LINE FEED = nouvelle ligne) ou « EOB » (END OF BLOC = fin de bloc)

Exemples de mot :

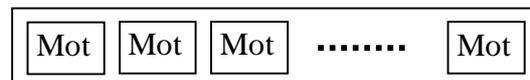
X06.08

Z-20.

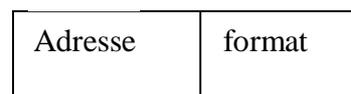
N9548

Exemple de bloc : N20 G01 X17 Z-92 F0.1 ;

Bloc



Mot



Remarque :

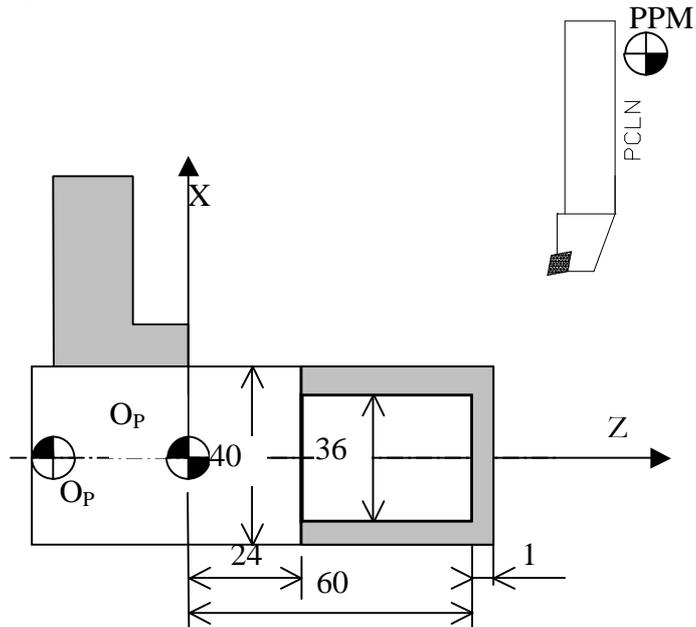
La fin du bloc est identifier par « ; » (point virgule)

Fin programme :

La fin du programme est identifier par le mot : M30.

I.6.2. Exemple de programme

```
O0001;
N10 G00 X200 Z100;
N20 T0303;
N30 S1000 M13;
N40 X42 Z60;
N50 G01 G95 X0 F0.1;
N60 G00 Z61;
N70 X36;
N80 G01 Z24 F0.2;
N90 X42;
N100 G00X100 Z100 M5;
N110 M30 ;
```



I.7. ELÉMENTS DU LANGAGE DE PROGRAMMATION

I.7.1. Définition des adresses

Adresse	Définitions
O	Numéro de programme
F	Vitesse d'avance
G	Fonction préparatoire
I	Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe X
J	Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe Y
K	Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe Z
M	Fonction auxiliaire
N	Numéro de bloc
P	Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée
Q	Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée
R	Rayon du cercle en interpolation circulaire. Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée
S	Vitesse de rotation de la broche
T	Identification de l'outil à utiliser
U	Déplacement relatif selon l'axe des X
W	Déplacement relatif selon l'axe des Y
X	Coordonnée suivant l'axe X
Y	Coordonnée suivant l'axe Y
Z	Coordonnée suivant l'axe Z

I.7.2. Les codes G (tournage)

Les principales codes **G** soutenus par la gammes des centres de tournage CINCINNATI MILACRON.

Les codes G du groupe 00 à l'exception de G10 et G11 sont des codes G non-modaux.

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

CODE G	GROUPE	FONCTION
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	REPITION 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 LATERAE
G88		CYCLE POUR TARAUDAGE LATERAE
G89		CYCLE POUR ALESAGE LATERAE
G90		CYCLE DE COUPE DE DIAMETRE EXTERIERE/INTERIEURE
G92	01	CYCLE DE COUPE DE FILETAGE
G94		CYCLE DE TOURNAGE DE FACI 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

CODE G	GROUPE	FONCTION
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	REPITION DE FORMAT
G74		Perçage AVAC DEBOURRAGES DE FACE EN BOUT
G75		Perçage DE DLAMETRE EXTERIERE/INTERIEURE
G76		CYCLE DE FILETGE MULTIPLE
G80		ANNULATION DE CYCLE PREPROGRAMME 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 LATERAE
G88		CYCLE POUR TARAUDAGE LATERAE
G89		CYCLE POUR ALESAGE LATERAE
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

I.7.3. Les codes 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

CODE G	GROUPE	FONCTION
G40		ANNULATION DE COMPENSATION D'OUTIL
G41	07	COMPENSATION D'OUTIL A GAUCHE
G42		COMPENSATION D'OUTIL A DROITE
G43		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		COMMANDE DE SYSTEME DE COORDONNEES DE MACHINE
G54		SELECTION DE SYSTEME DE COORDONNEES DE TRAVAIL 1
G55	014	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		AVANCE PAR MINUTE
G95	05	AVANCE PAR TOUR
G98		RETOUR AU POINT INITIAL EN CYCLE PREPROGRAMME
G99	10	RETOUR AU POINT R EN CYCLE PREPROGRAMME

I.7.4. Les codes M

Les codes **M** sont programme en utilisant un seul code M par bloc avec une plage de valeur de 0 à 99.

Ces codes sont utilisés pour commander des diverses fonctions se rapportant à 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 PROGRAMME		*
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	RETRACTION DE 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		*

I.7.5. Fonctions préparatoires (G)

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

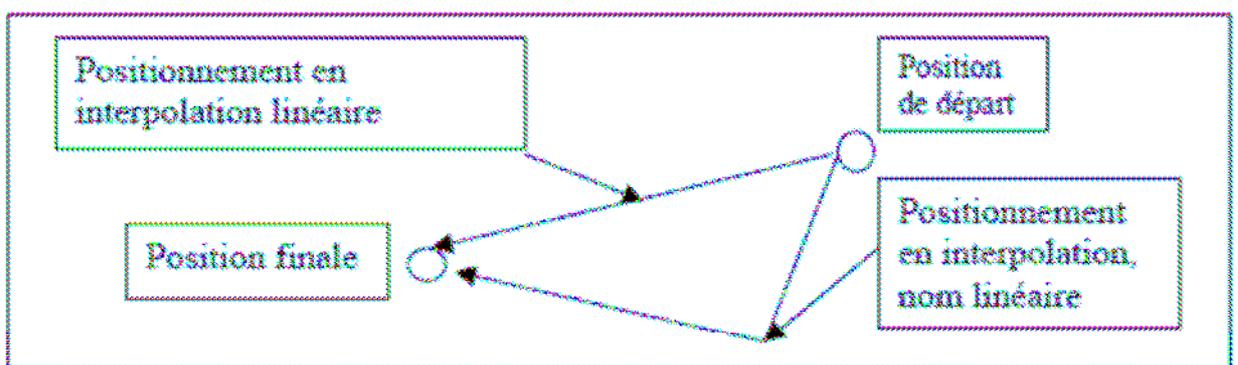
FORMAT

```
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 linéaire**(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
```

EXPLICATION

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

La vitesse des avances spécifiée dans F est efficace jusqu'à ce qu'une nouvelle valeur soit spécifiée. 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 aucune valeur F n'est pas programmée, l'avance est considérée comme étant 0.

L'avance suivant chaque axe est calculé ci-dessous.

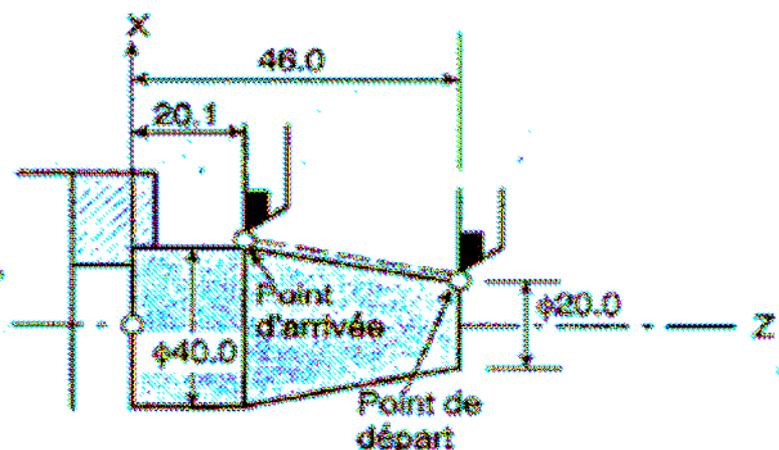
EXEMPLE : Interpolation linéaire (Tournage)

< Programmation du diamètre >

G01X40.0Z20.1F20 ; (commande absolue)

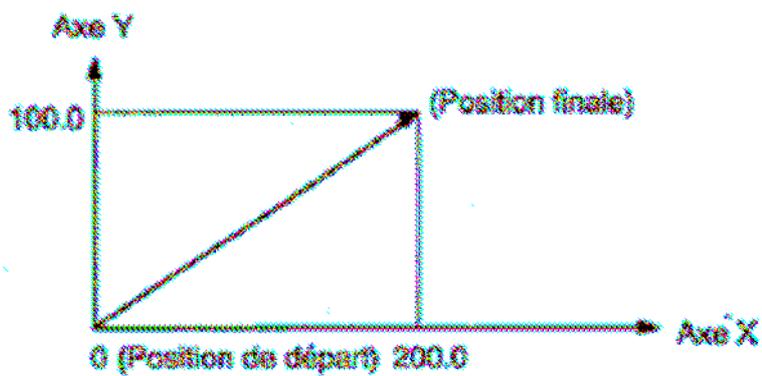
ou

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	
$G17 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\}$	$Xp_Yp_ \left\{ \begin{array}{l} L_J_ \\ R_ \end{array} \right\} F_$
Arc dans le plan ZpXp	
$G18 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\}$	$Xp_Zp_ \left\{ \begin{array}{l} L_K_ \\ R_ \end{array} \right\} F_$
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

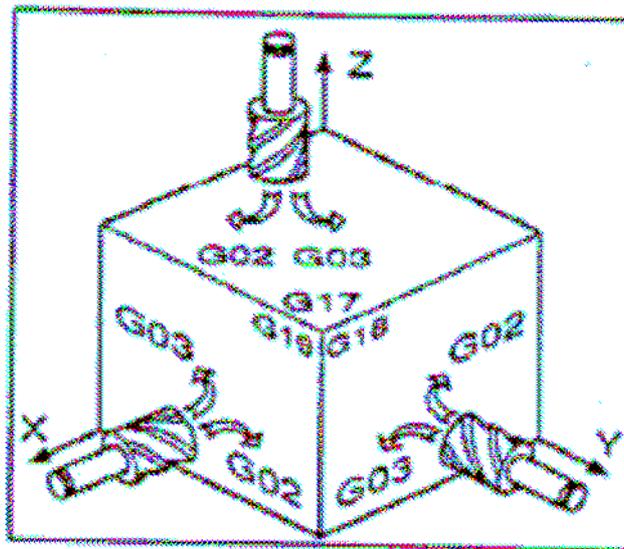
L'interpolation circulaire permet de contrôler à chaque instant la position de l'outil pendant l'usinage des arcs de cercles quelconques en général uniquement dans le plan.

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.

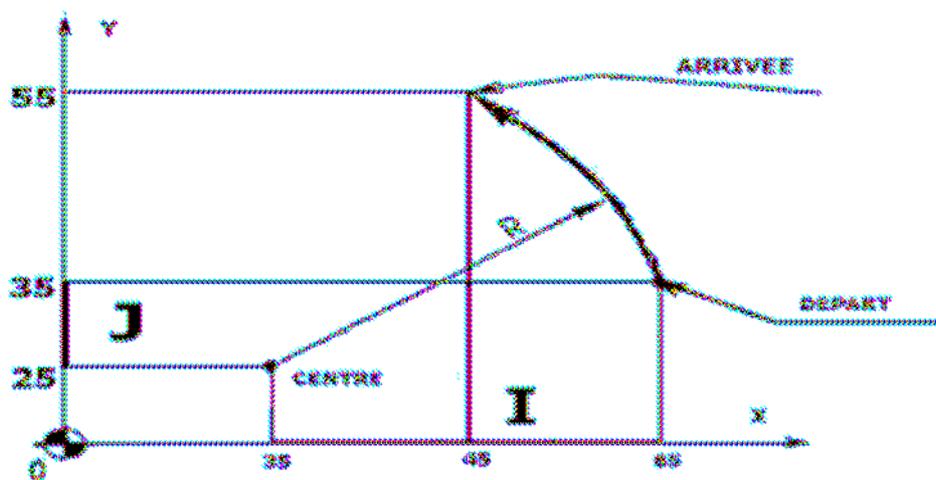
Trois paramètres (i), (j) ou (k) sont placés à la suite des ordres de mouvements X, Y, ou Z, lors de l'interpolation.

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 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.

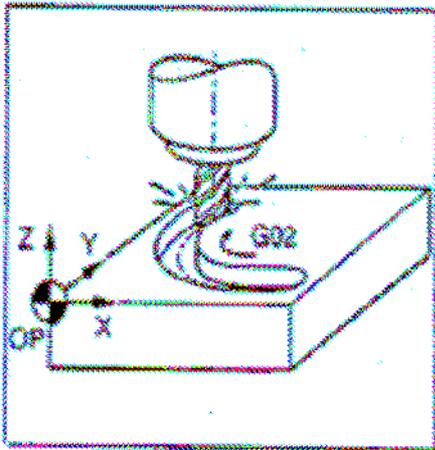
Ainsi, lorsque l'on voudra suivre un contour quelconque, on le décomposera en segments élémentaires appelés incréments (plus petit accroissement possible d'une grandeur donnée).

De leur nombre dépendra la précision avec laquelle on veut réaliser l'usinage.

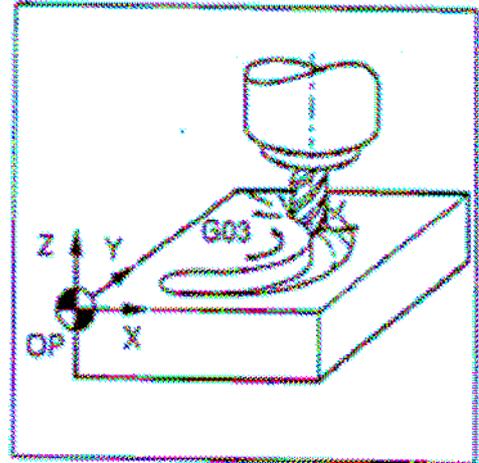
Ce découpage de la courbe en segments s'appelle INTERPOLATION.
Certaines machines sont équipées de ces deux interpolateurs linéaire et circulaire.
Elles font partie des machines évoluées.
Le sens de l'usinage sera programmé par la fonction.

EXEMPLE DE FRAISAGE

G02 interpolation circulaire sens
Horaire à vitesse d'avance
Programmée

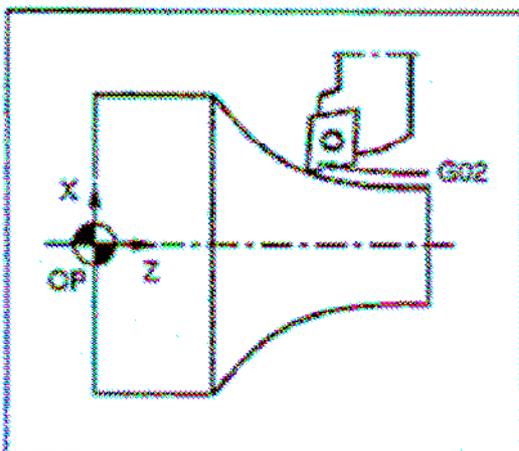


G03 interpolation circulaire sens
antihoraire à vitesse d'avance
programmée

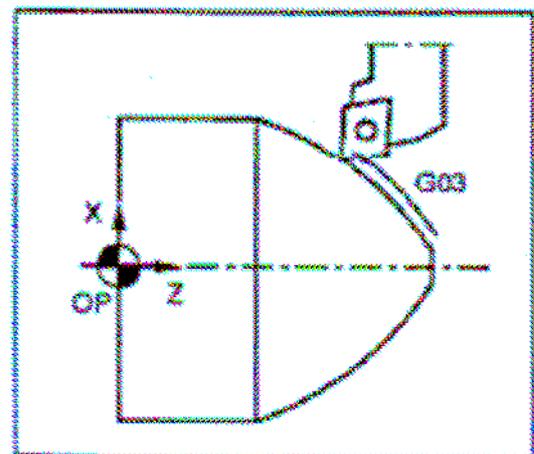


EXEMPLE DE TOURNAGE

G02 interpolation circulaire sens
Horaire à vitesse d'avance
Programmée



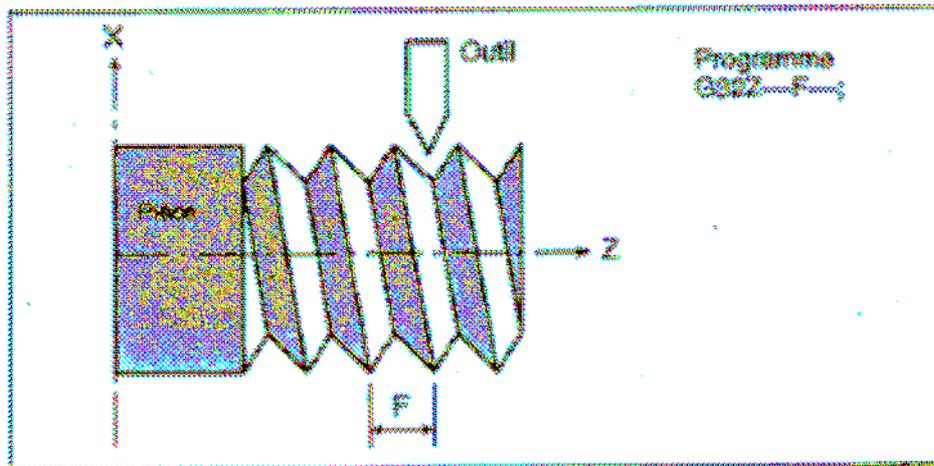
G03 interpolation circulaire sens
antihoraire à vitesse
programmée



Filetage droit à pas constant

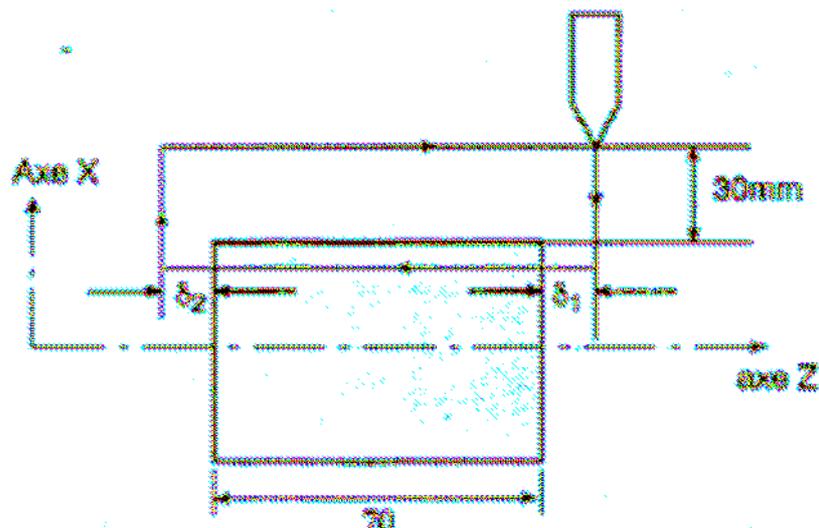
(G32)

Le filetage droit à pas constant peut être usiné 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)

G00 U-62.0;

Z G32 W-74.5 F4.0;

G00 U62.0;

W74.5 ;

U-64.0 ;

(Pour le deuxième usinage, usinez 1 mm supplémentaire)

G32 W-74.5 ;

G00 U64.0 ;

W74.5;

REMARQUE

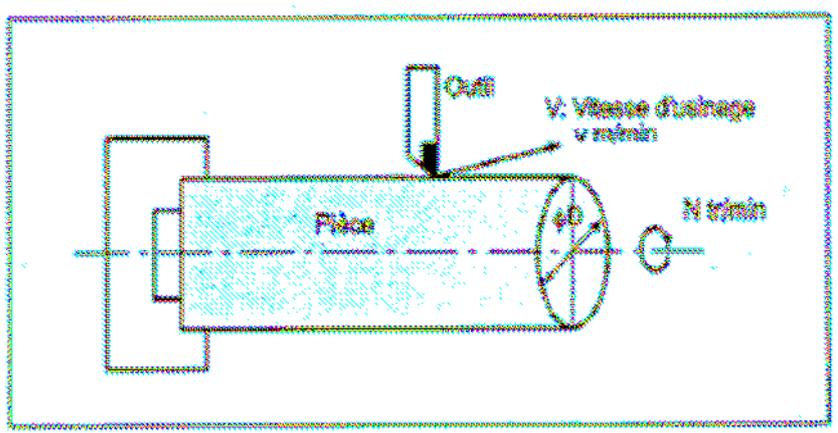
1. La correction de la vitesse d'avance est activée {fixée sur 100 %) au cours du filetage.
2. Il est très dangereux d'arrêter l'avance de l'outil à fileter sans arrêter la broche. Cela augmentera brutalement la profondeur d'usinage. Ainsi, la fonction de suspension de l'avance est désactivée lors du 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.



EXEMPLE

(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 $N=1000v/3tD$. 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.

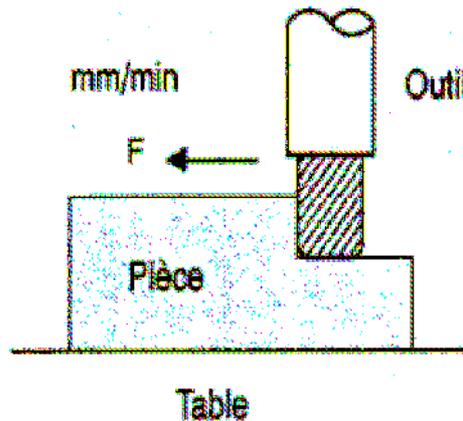
Fonction d'avance

(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 (GO1), dans les blocs AVANCE DE COUPE d'interpolation circulaire (GO2, GO3), 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 spécifiée par le code F. G94 est un code modal. Une fois spécifiée il reste actif jusqu'à ce qu'un code G95 (avance par tour) soit programmé.

Avance par tour (G95).

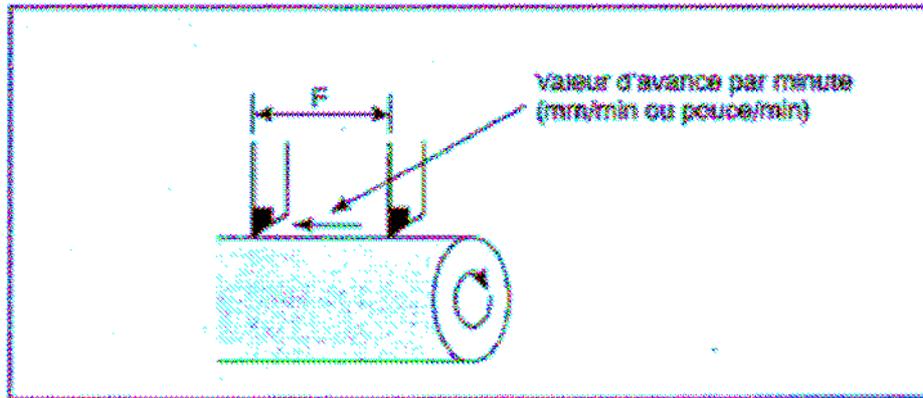
Programmer avec le code F la valeur de l'avance de l'outil par tour de broche.

Après avoir spécifié G95 la valeur de l'avance de l'outil par tour de broche doit être spécifiée e 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.



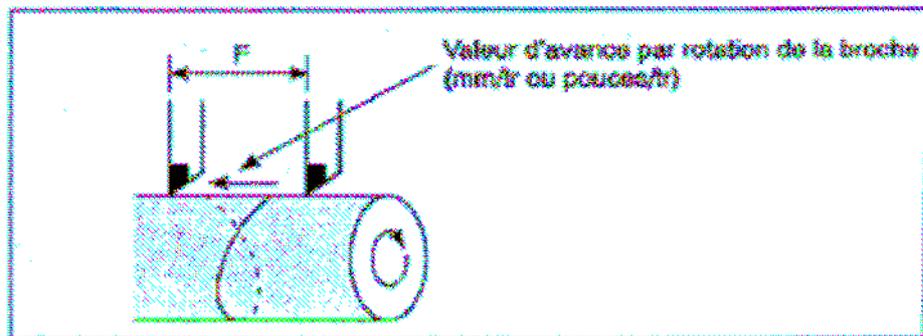
Après avoir spécifié G98, la valeur d'avance de l'outil par minute doit être spécifiée par le réglage d'un numéro après F. G98 est une référence modale.

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.



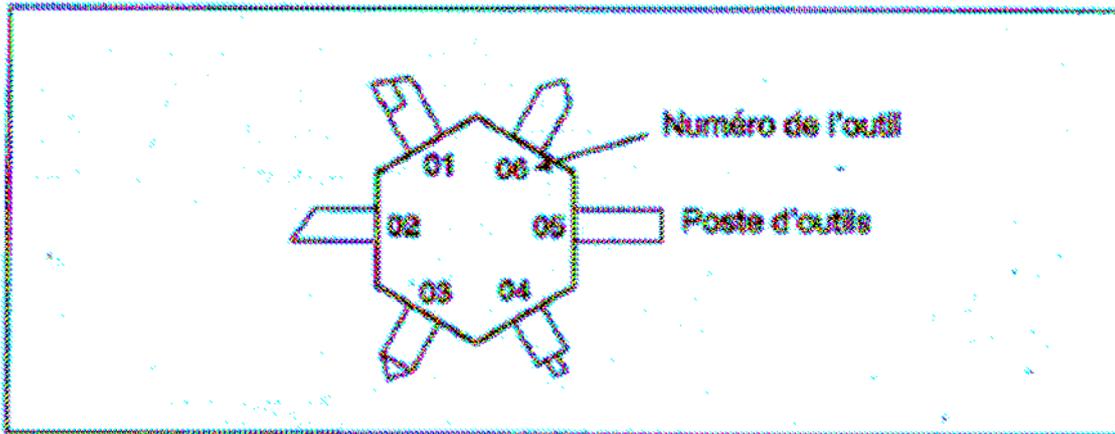
Après avoir spécifié G99, la valeur d'avance de l'outil par minute doit être spécifiée par le réglage d'un numéro après F. G99 est une référence modale.

Une fois que G99 est spécifiée, elle est activée jusqu'à ce que G98 (avance par minute) soit spécifiée.

Selection de l'outil pour différents 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).

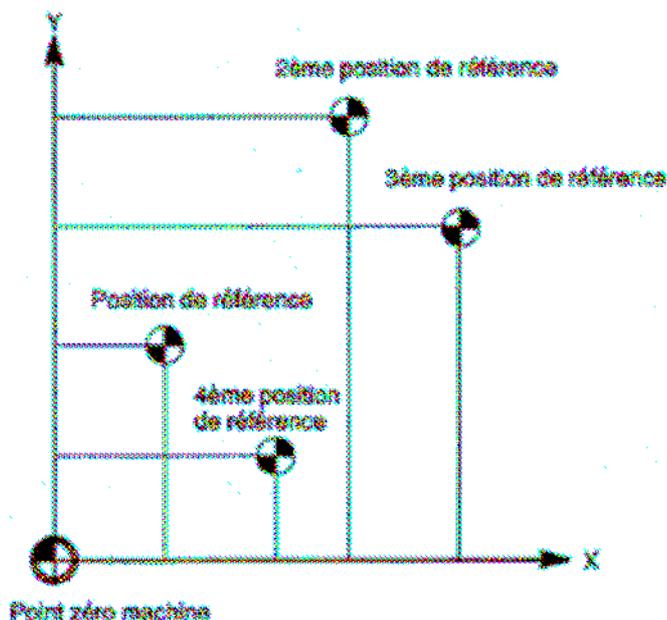
Cette fonction porte le nom de fonction outil.

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 positions de référence peut être spécifié 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 fonctions de retour à la seconde, la troisième, et à la quatrième position de référence il peuvent être utilisées qu'après avoir effectué 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 a la position de référence (G27) et la fonction qui permet de contrôler que l'outil est bien retourné à la position de la référence spécifiée dans le programme. Si le retour à cette position s'est bien effectué suivant l'axe spécifiée, la lampe de l'axe concerné s'allume.

Fonction de la temporisation

(G04)

Format

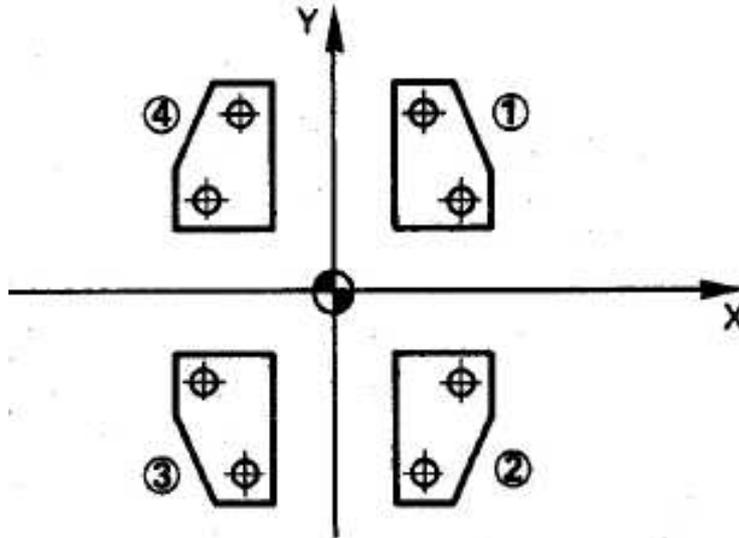
Temporisation G04 X- ; ou G04 P- ;

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 retardée 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 } Programme pièce ①
N... }
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

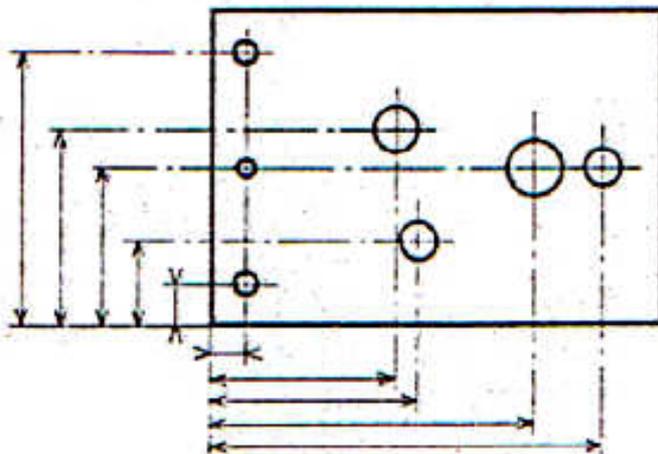
Programmation absolue et programmation relative **(G90/G91)**

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.

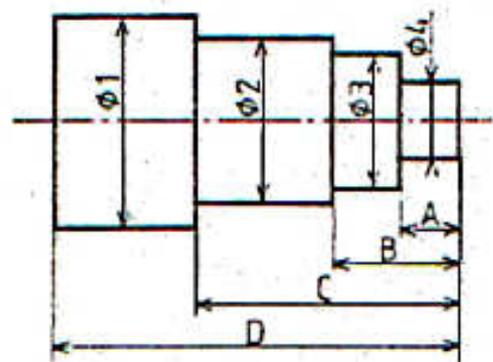
Pour assurer l'usinage d'une pièce sur machine-outil commandée numériquement, le programmeur peut recevoir le dessin de produit fini coté suivant deux modes.

Cotations absolues / G90

Pièce prismatique



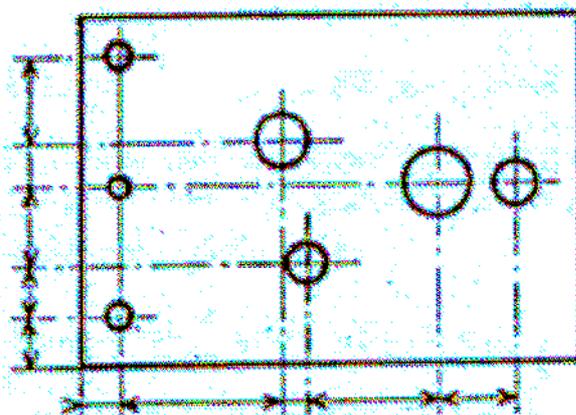
Pièce de révolution



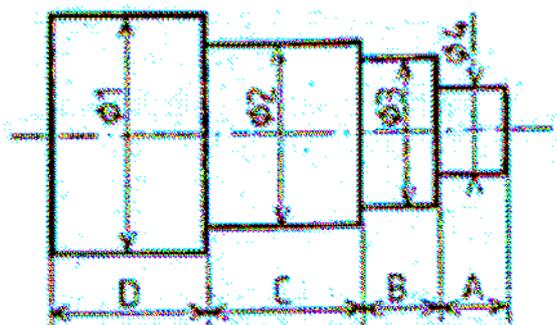
Nous remarquons que les coordonnées sont données par rapport à une origine fixe.

Citations relatives /G91

Pièce prismatique



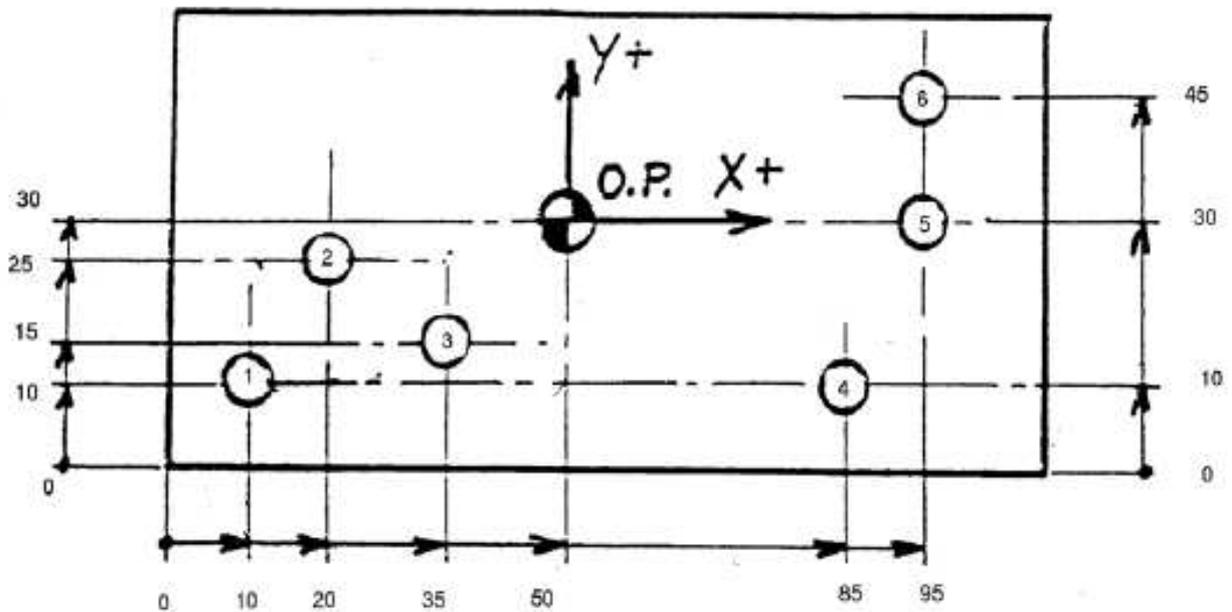
Pièce de révolution



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

EXERCICE : MODE DE COTATION EN FRAISAGE

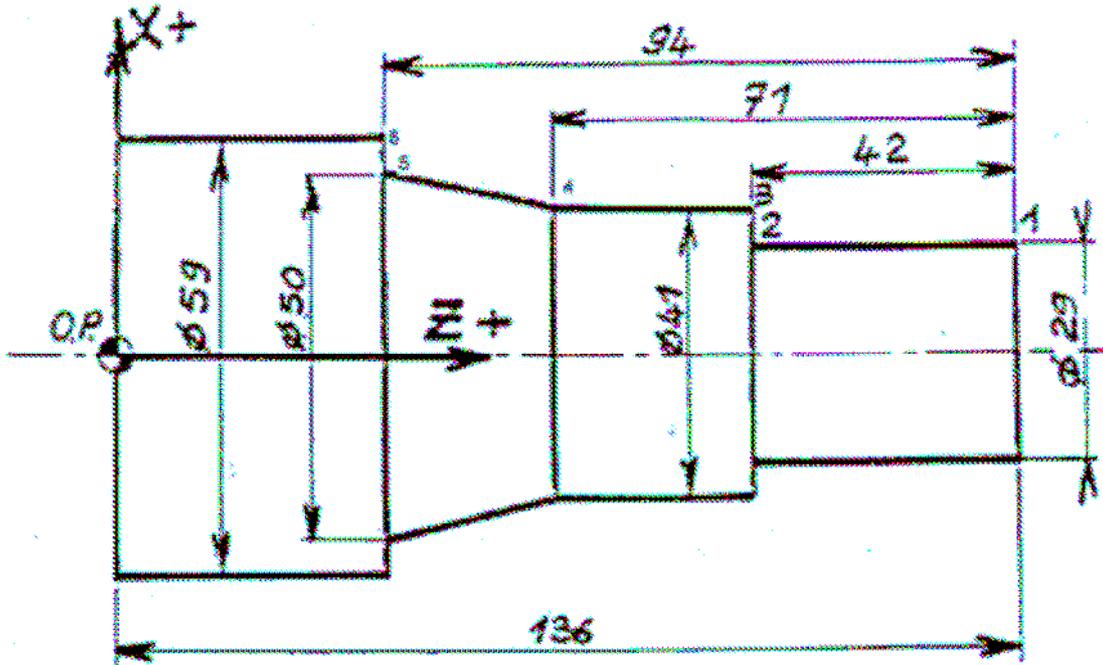
A REMPLIRE PAR LE STAGIAIRE (travail individuel)



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=

I.8. Fonctions simplifiant la programmation

I.8.1. 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.

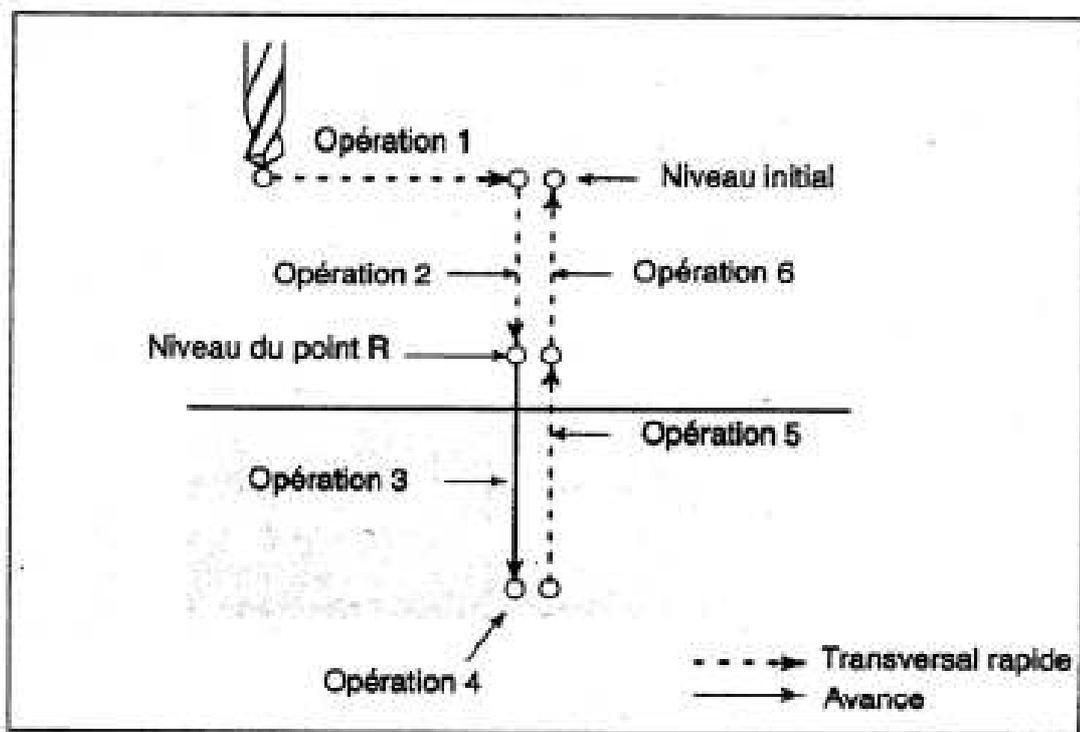
Le tableau suivant contient une liste des cycles fixes.

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 dans 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 restent 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.

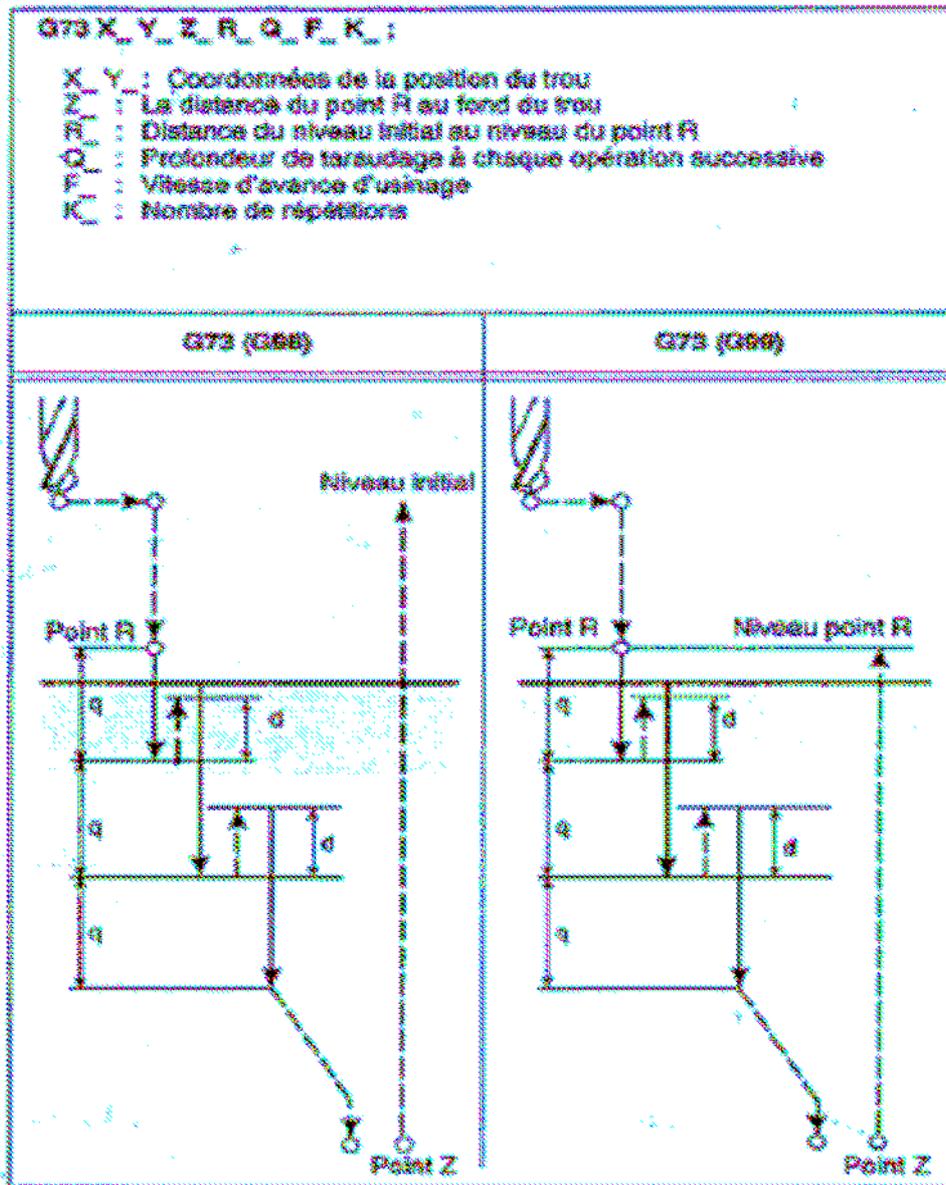
	Positionnement (Déplacement rapide G00)
	Avance d'usinage (Interpolation linéaire G01)
	Avance manuelle
	Arrêt de broche orientée (La broche s'arrête à une position fixe)
	Décalage (Transversal rapide G00)
	Temporisation

Cycle de perçage avec débouillage a grande vitesse

G73

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

FORMAT



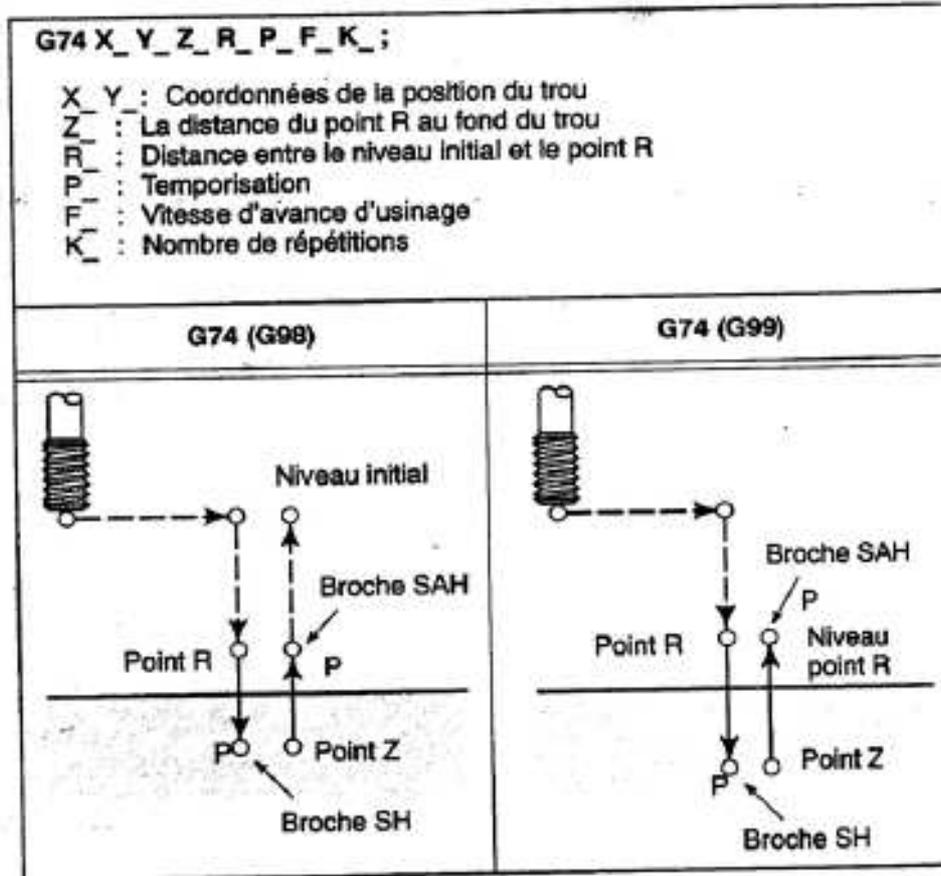
EXPLICATION

Le cycle de perçage avec débouillage 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

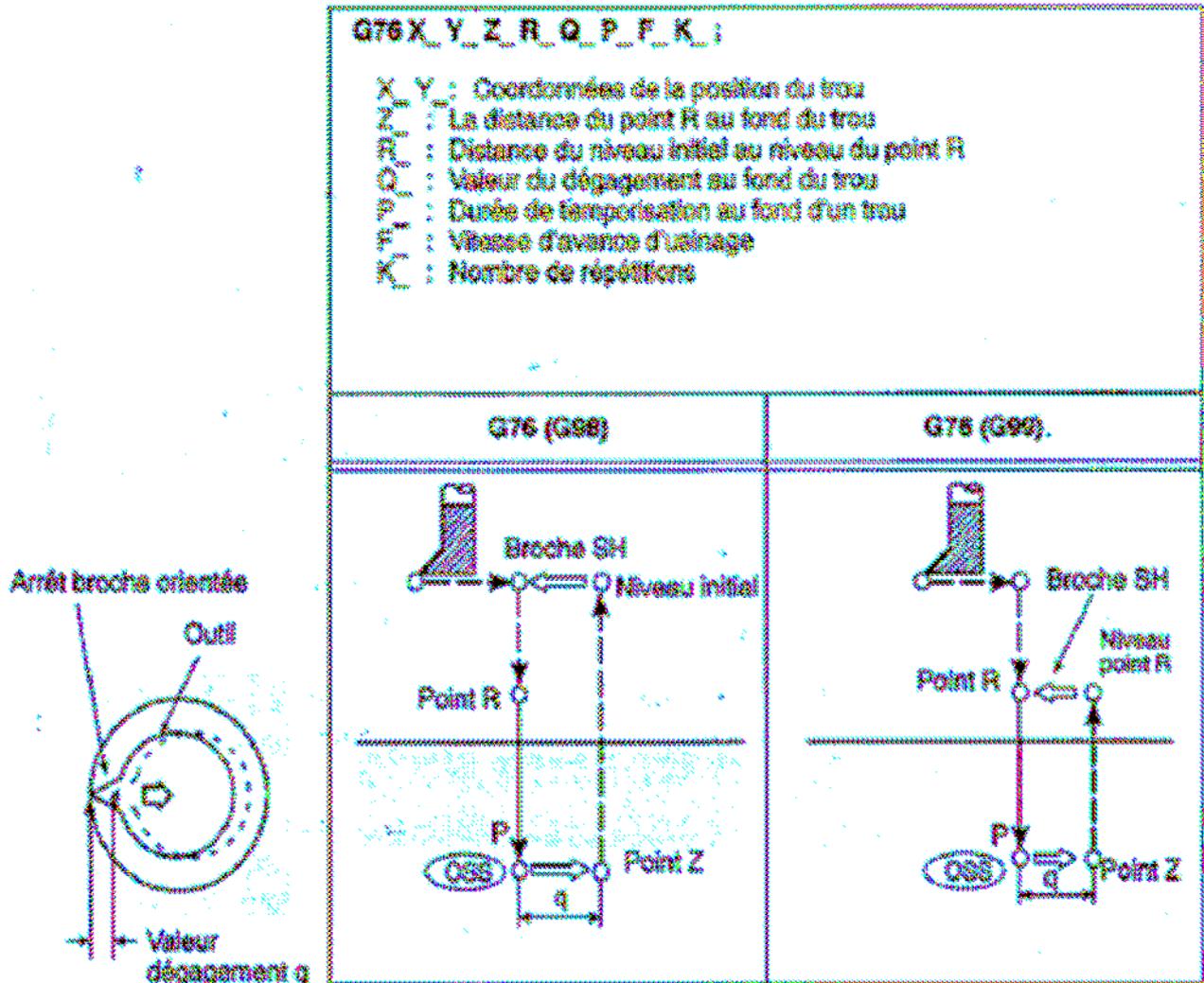
Le taraudage est effectué en faisant tourner la broche dans le sens antihoraire. Lorsque le fond du trou est atteint, le sens de rotation de la broche est inversé pour le retrait. Ceci crée un filet de pas inverse. La correction des avances est ignorée en taraudage à gauche. Un arrêt des avances n'arrête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

Cycle d'alesage fin

G76

Le cycle d'alesage fin permet d'alerer 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



EXPLICATIONS

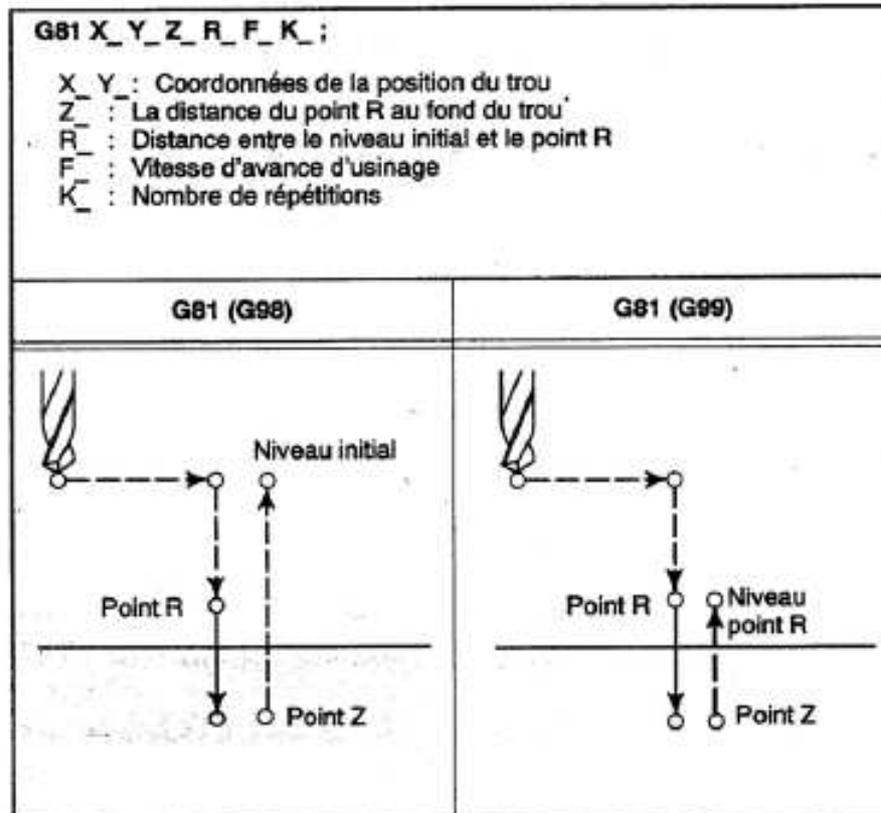
Lorsque le fond du trou est atteint, la broche est arrêtée toujours dans la même position, et l'outil est décalé en sens inverse de l'arête de coupe puis il est retiré hors de la pièce. Cette opération permet d'effectuer un usinage propre et précis.

Cycle de perçage 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



EXPLICATIONS

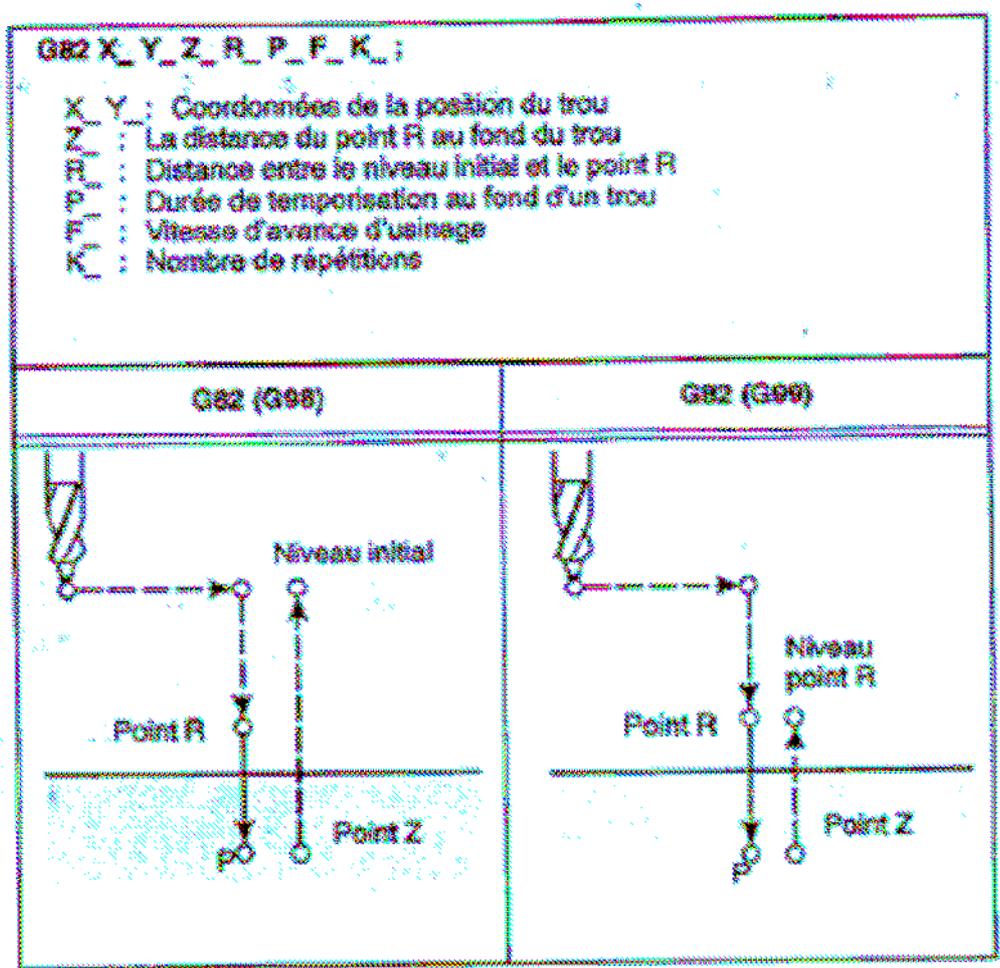
Après le positionnement des axes X et Y, l'axe Z va en rapide jusqu'au point R.
 Le perçage est effectué à partir du point R jusqu'au point Z.
 Il y a ensuite retrait de l'outil en transversal rapide.

Cycle de perçage 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



EXPLICATIONS

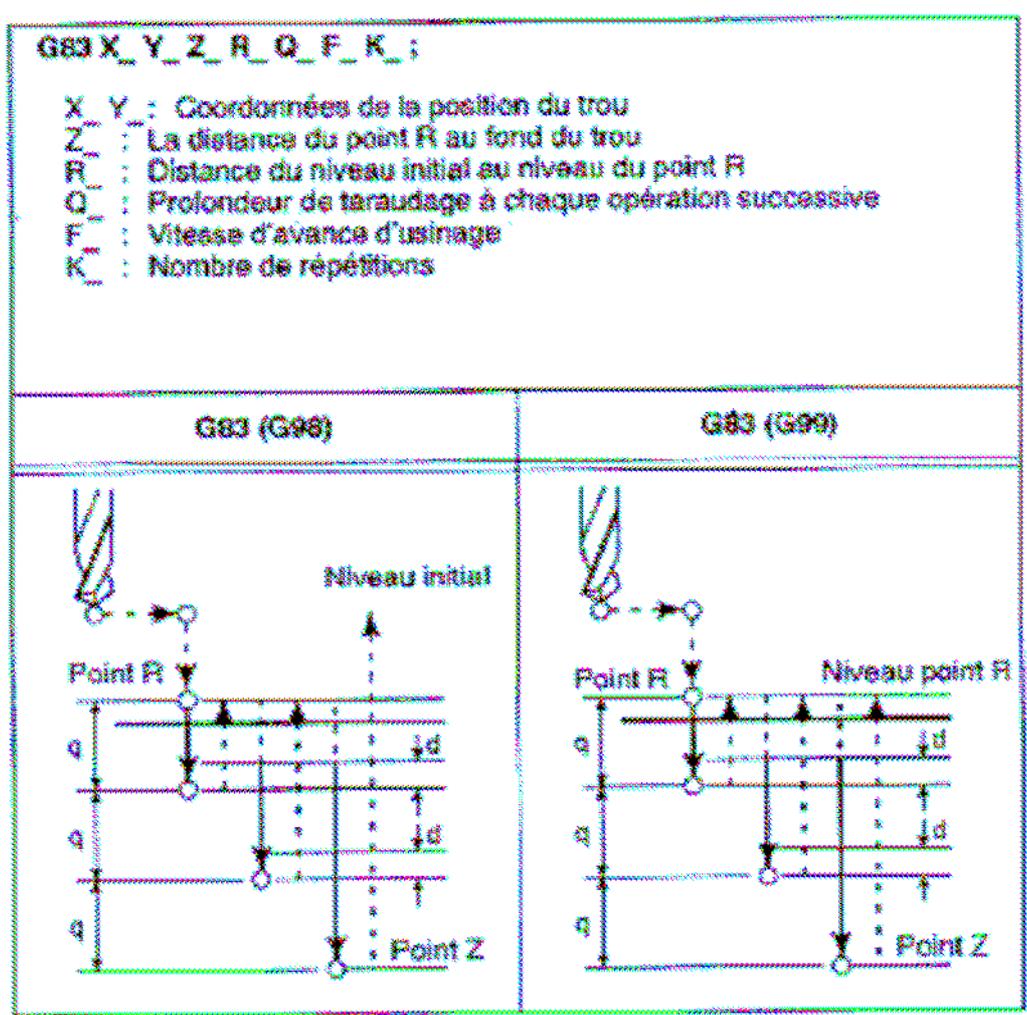
Après le positionnement des axes X et Y, l'axe Z va en rapide jusqu'au point R.
 Le perçage effectué à partir de point R jusqu'au point Z.
 Lorsque le fond du trou est atteint, une temporisation est effectuée.
 Il y a ensuite retrait de l'outil en transversal rapide.

Cycle de perçage de petits trous avec débouillage

G83

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

FORMAT



Explications

Q représente la profondeur de perçage à chaque opération successive.

Cette valeur est toujours spécifiée en relatif.

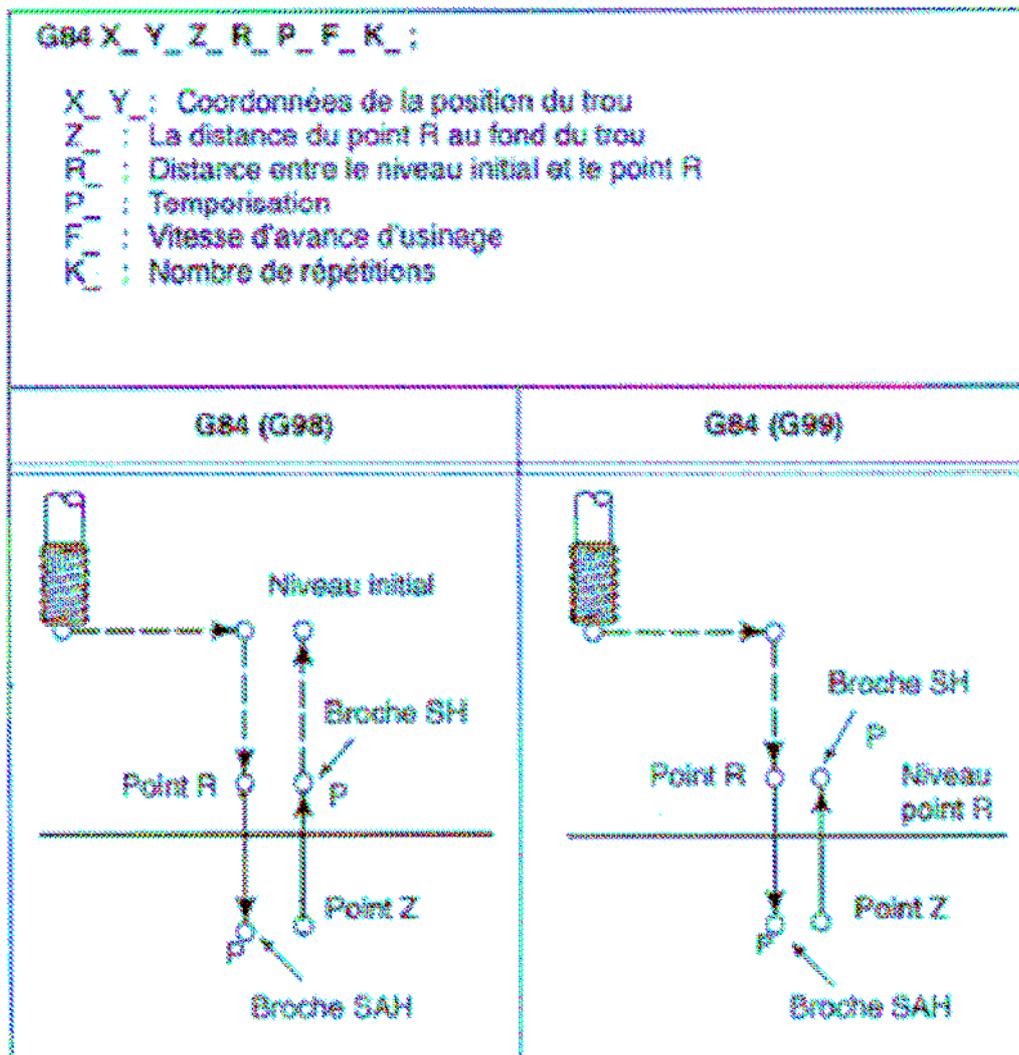
Dans la seconde passe et les suivantes, le transversal rapide est appliqué jusqu'à un point d juste avant la fin du dernier perçage, et l'avance d'usinage est appliquée à nouveau.

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



Explication

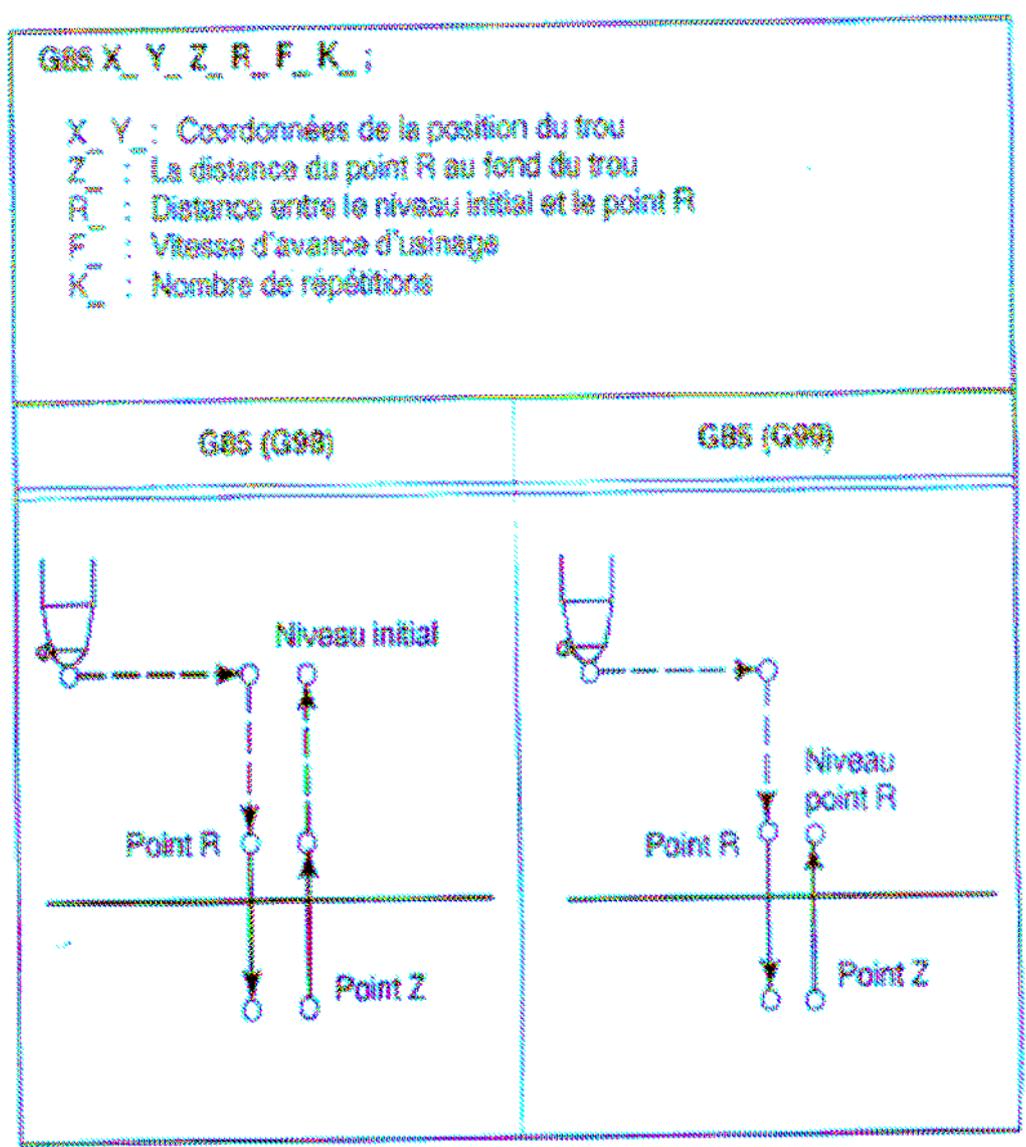
Le taraudage est exécuté en tournant la broche en sens horaire. Lorsque le fond a été atteint, la broche est tournée dans la direction inverse pour le retrait. Cette opération crée des filetages.

Cycle d'alésage

G85

Ce cycle permet d'aléser 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.

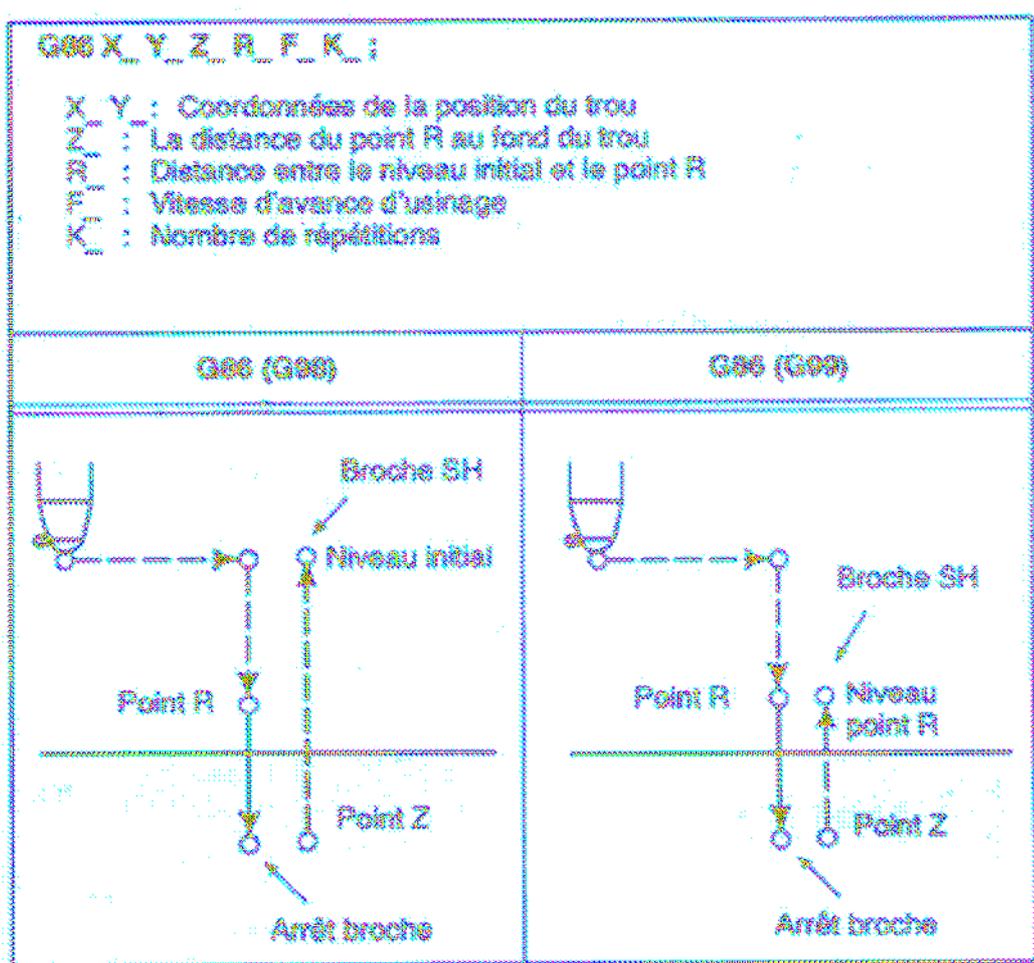
Lorsque le point Z est atteint, il y retour au point R en avance d'usinage.

Cycle d'alésage

G86

Ce cycle permet d'aléser 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 retour au point R en avance rapide.

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

Cycle d'alesage contre cycle d'alesage

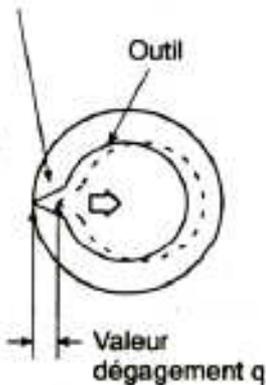
G87

Ce cycle permet d'effectuer des alésages précis.

FORMAT

<p>G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;</p> <p>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</p>	
G87 (G98)	G87 (G99)
<p>The diagram illustrates the G87 (G98) cycle. It shows a cross-section of a hole being drilled. The tool is offset by a distance 'q' from the hole's axis. The broche (drill) is shown in a 'SH' (stop) position. The cycle involves moving the broche down to 'Point Z' (the bottom of the hole) and then back up to 'Point R' (the initial level). The tool offset 'q' is maintained throughout the cycle.</p>	Non utilisé

Arrêt broche orientée



Explications

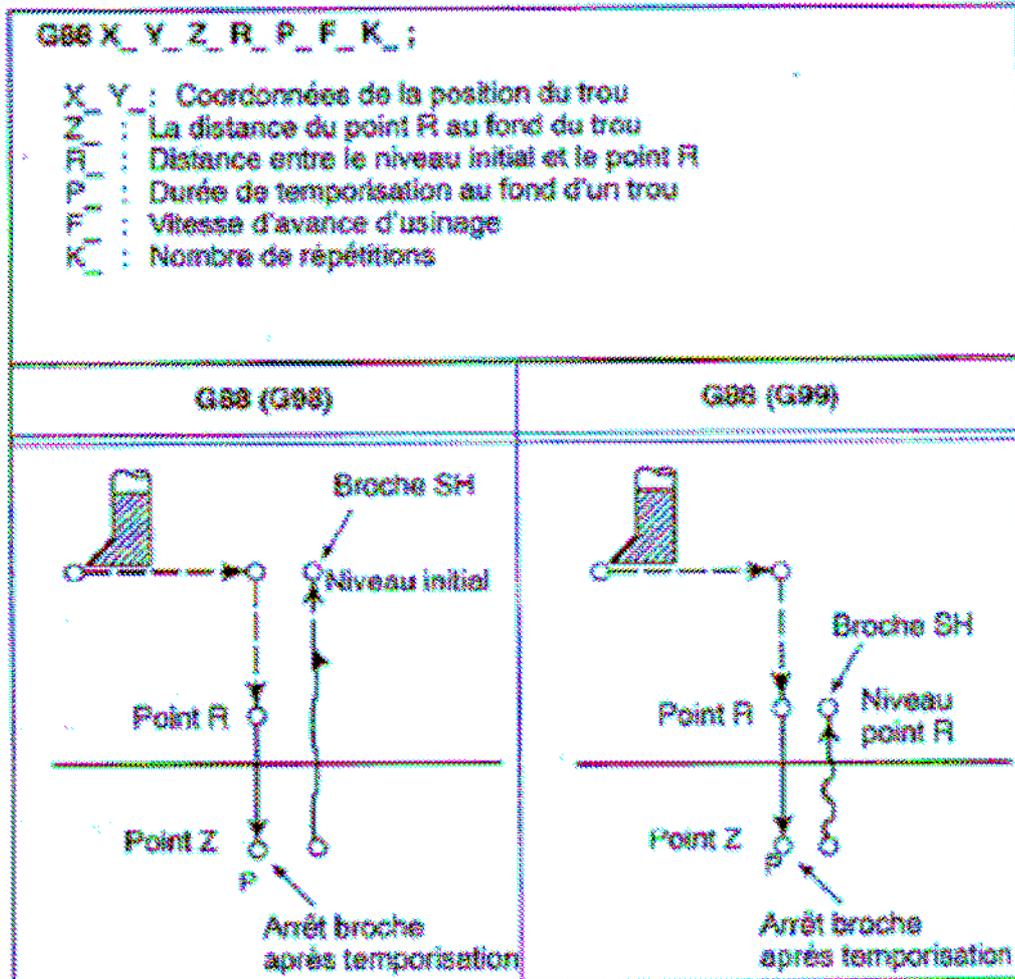
Après un positionnement en rapide suivant les axes X et Y, la broche est arrêtée suivant une position d'orientation fixe. L'outil est décalé dans le sens opposé a sa pointe, puis l'axe z descend en rapide jusqu'au fond du trou (point R).

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 a sa pointe, et il y a retrait de l'axe Z jusqu'au niveau initial. L'outil et alors décalé en sens inverse et la broche est mise en rotation dans le sens horaire et il y a enchaînement des blocs suivants.

Cycle d'alesage

G88

Ce cycle permet d'aléser un trou.



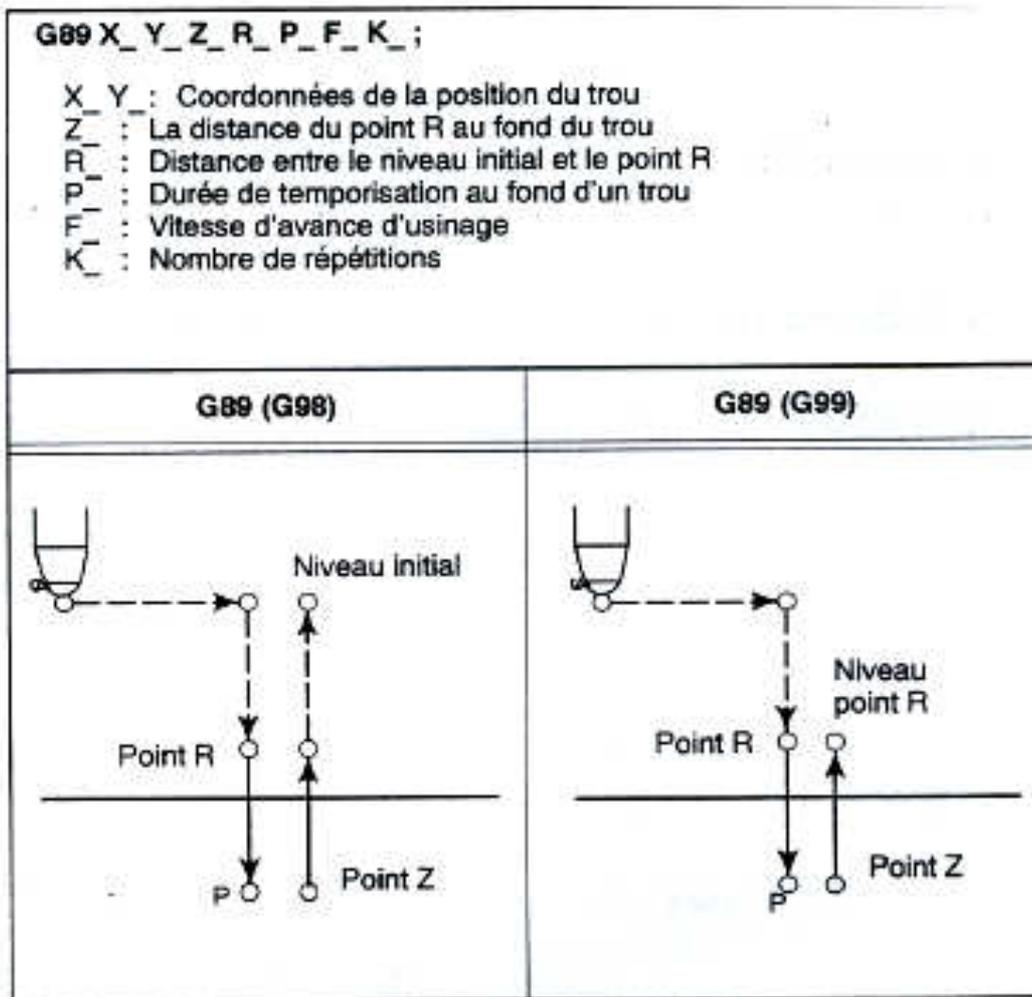
Explications

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'alesage

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.

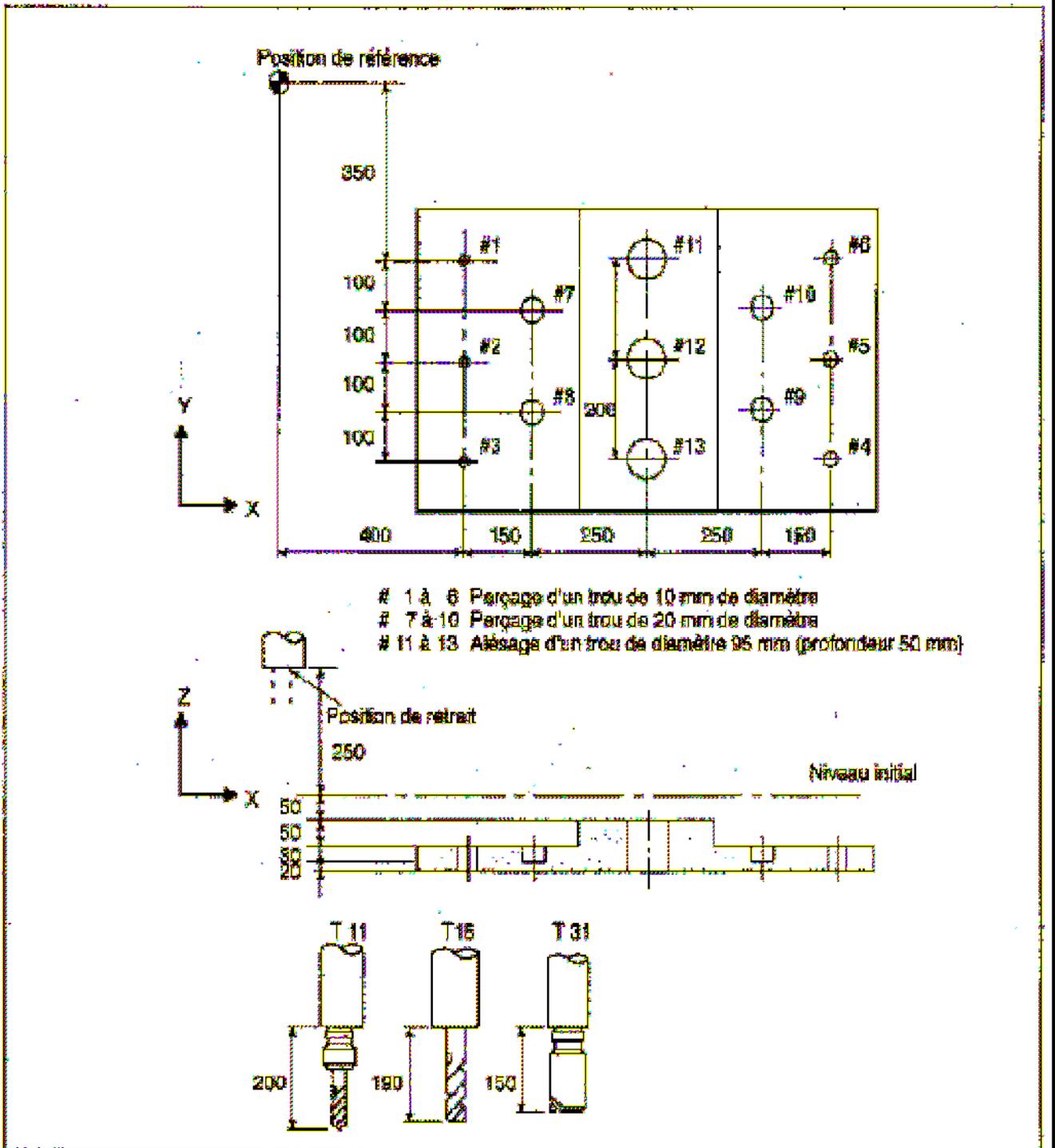
Explications

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
D4OUTIL 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 M5;	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	G49Z250.0T31M6;	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	G35G99X800.0Y-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

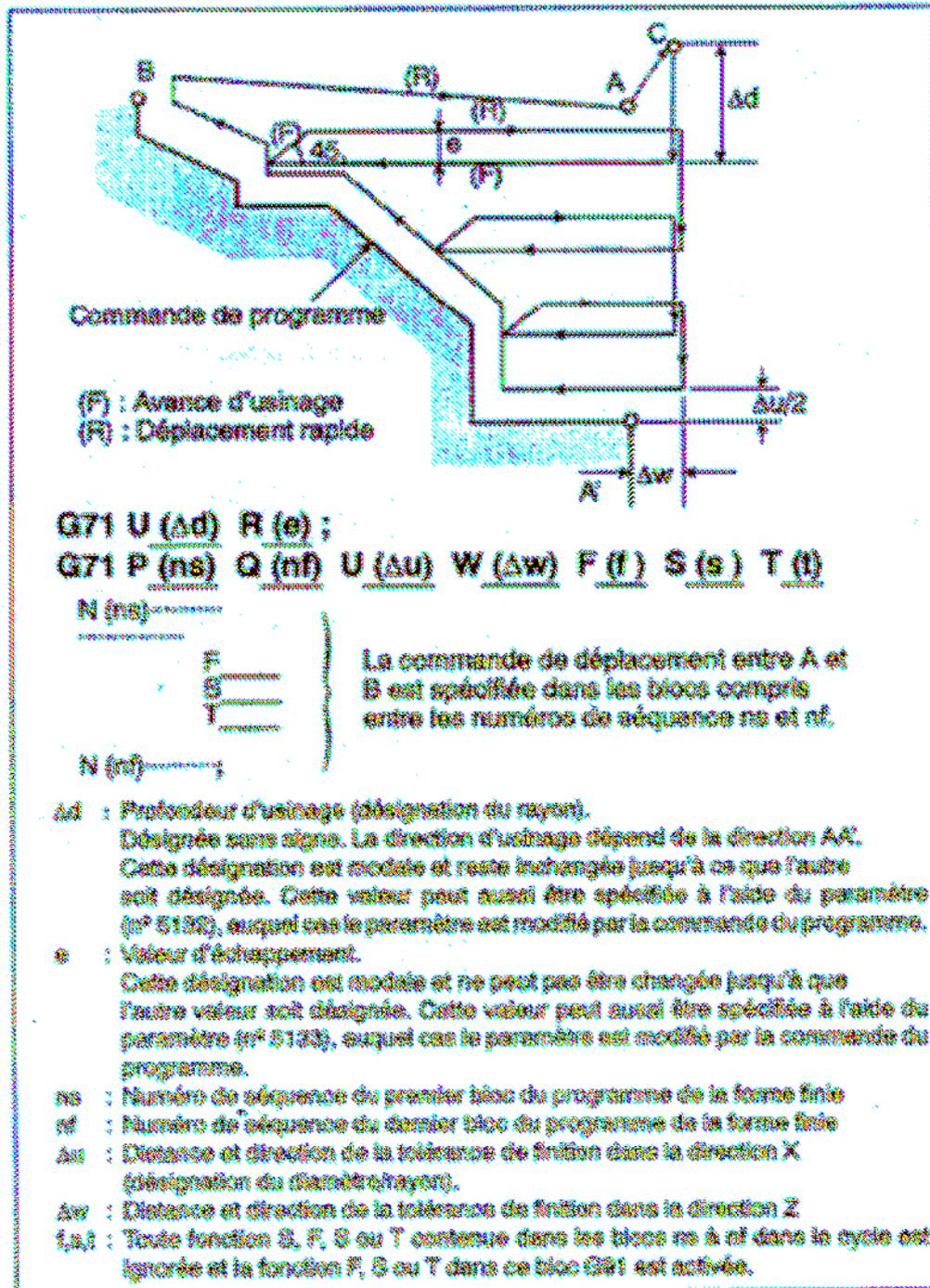
I.8.2. LES CYCLES FIXES EN TOURNAGE

G71- G72 – G73 – G74 – G76

Cycle d'ébauche en chariotage

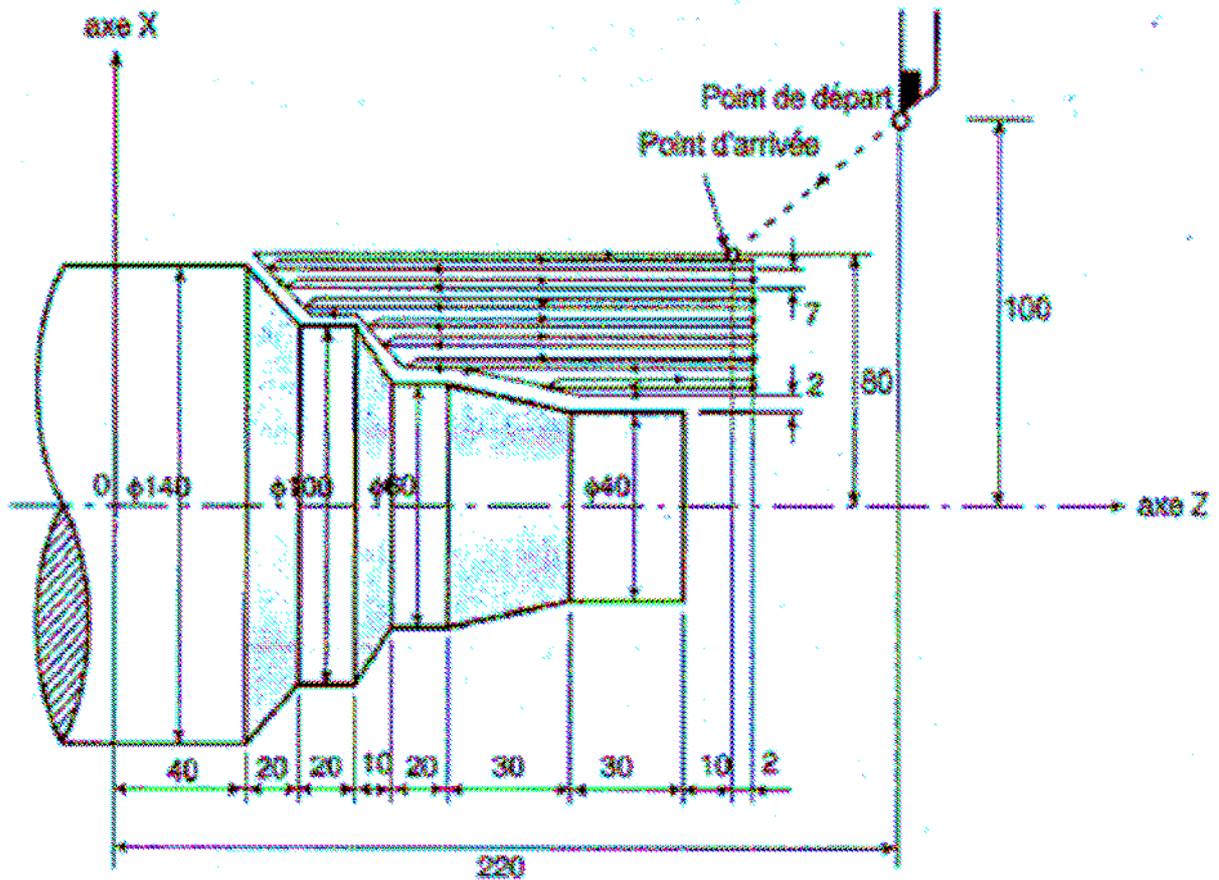
G71

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 Δw à gauche.



EXEMPLE

Enlèvement des copeaux pendant le tournage (G71)



(Désignation du diamètre, entrée métrique)

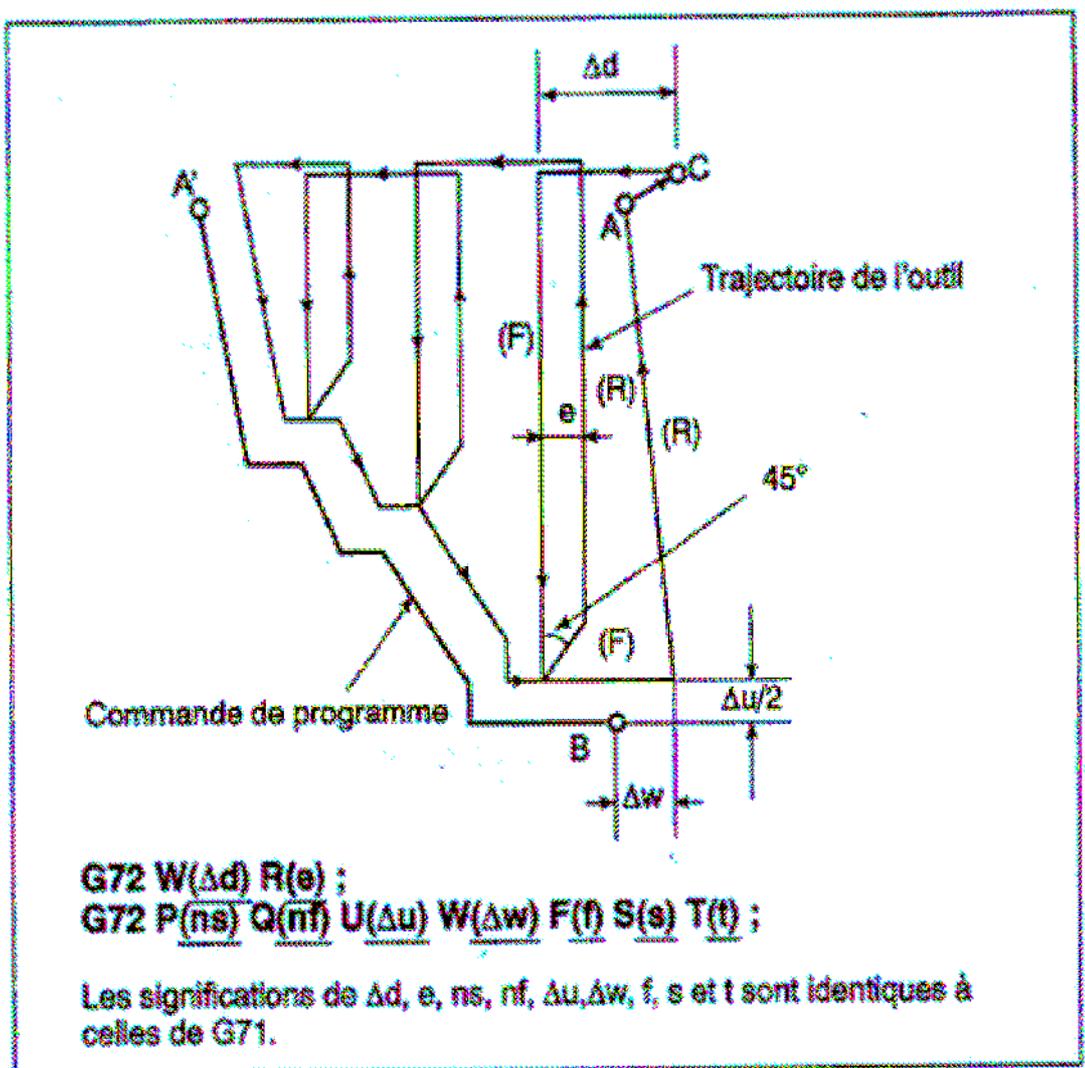
```

N010 G50 X200.0 Z220.0 ;
N011 G00 X150.0 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'ébauche en dressage

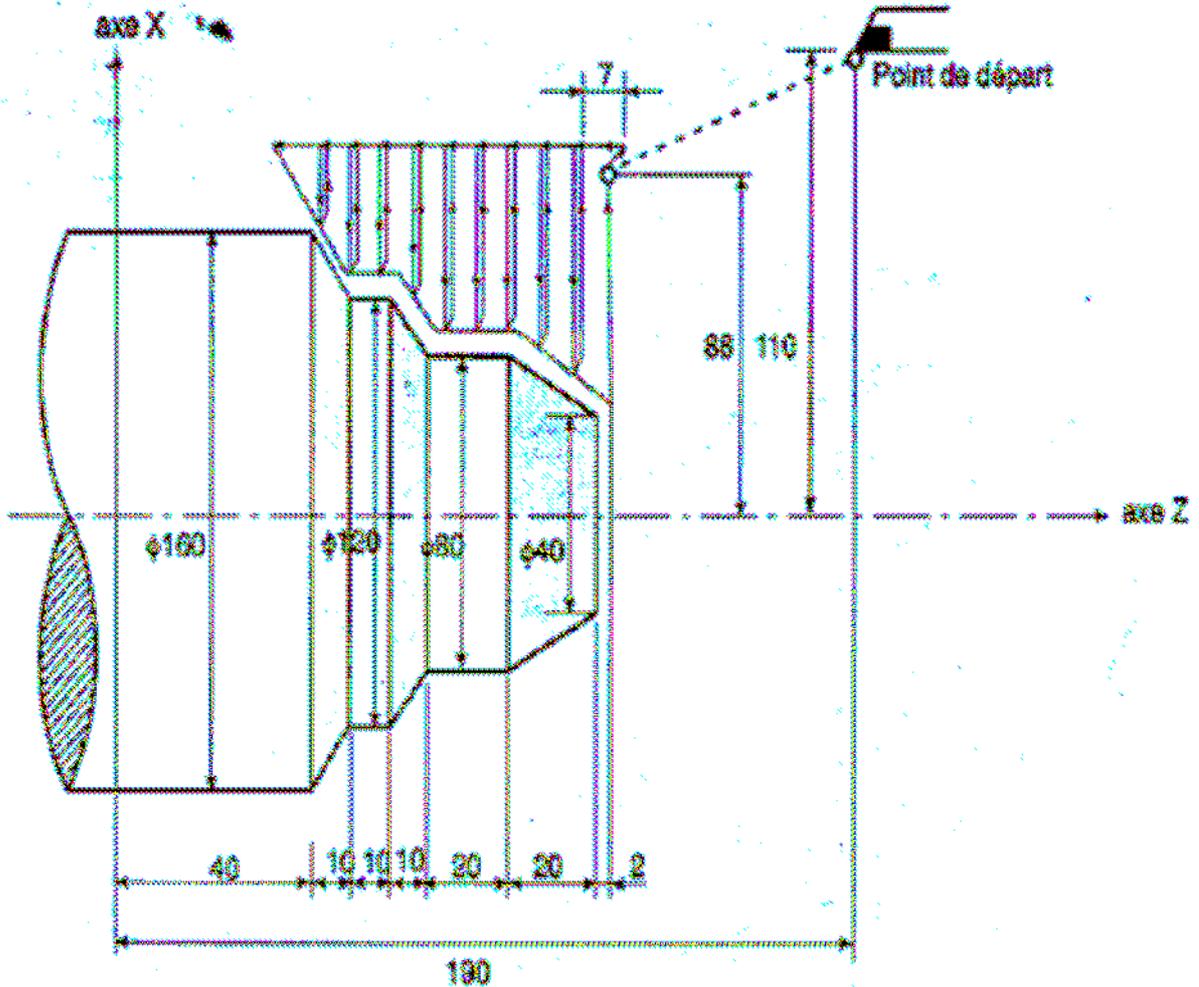
G72

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)

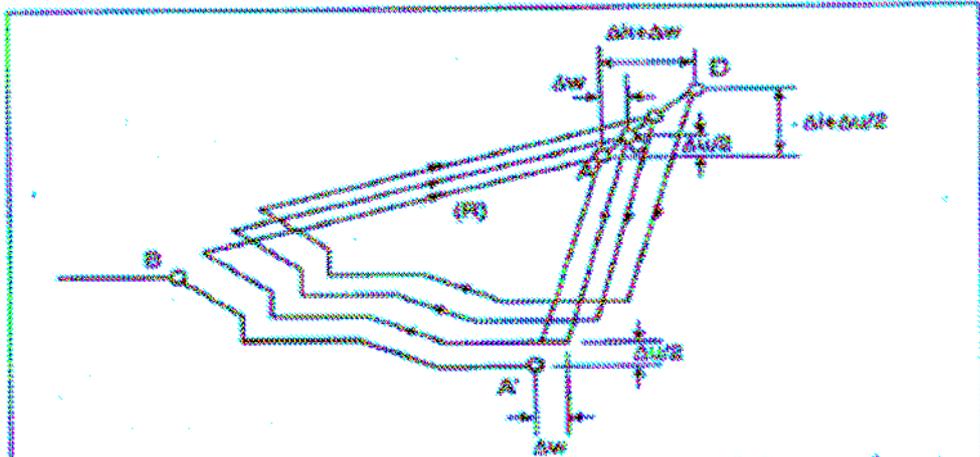
```

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 (Δk) W (Δw) R (d) ;

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

N (ns)-----

F-----
S-----
T-----

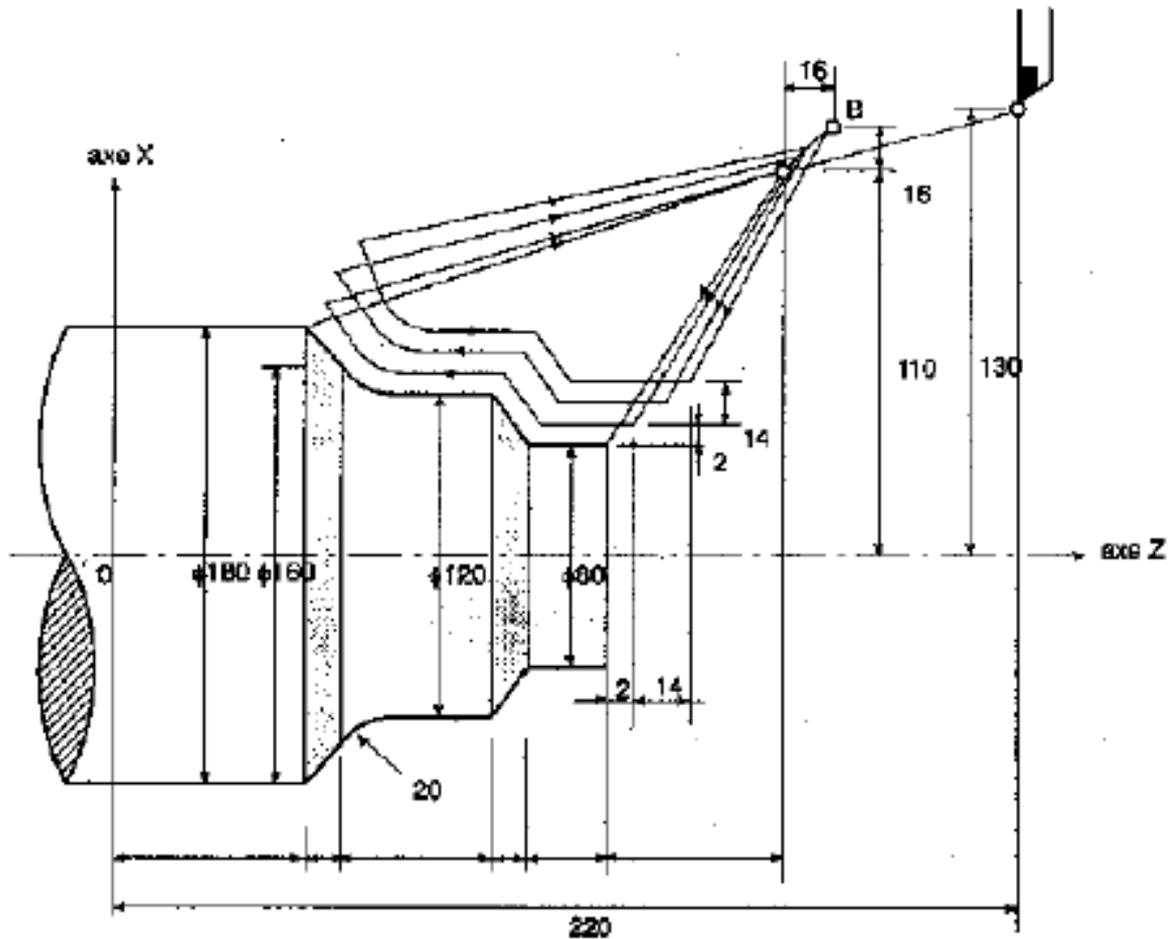
N (nf)-----

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

- Δk : 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° S136), auquel cas le paramètre est modifié par la commande du programme.
- Δw : 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° S136), 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° S137, 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 G73 sont activées.

EXEMPLE

Répétition de modèle (G73)



(Désignation du diamètre, entrée métrique)

```

N010 G50 X260.0 Z220.0;
N011 G00 X220.0 Z180.0;
N012 G73 U14.0 W14.0 R3;
N013 G73 P014 Q019 U4.0 W2.0 F0.8 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

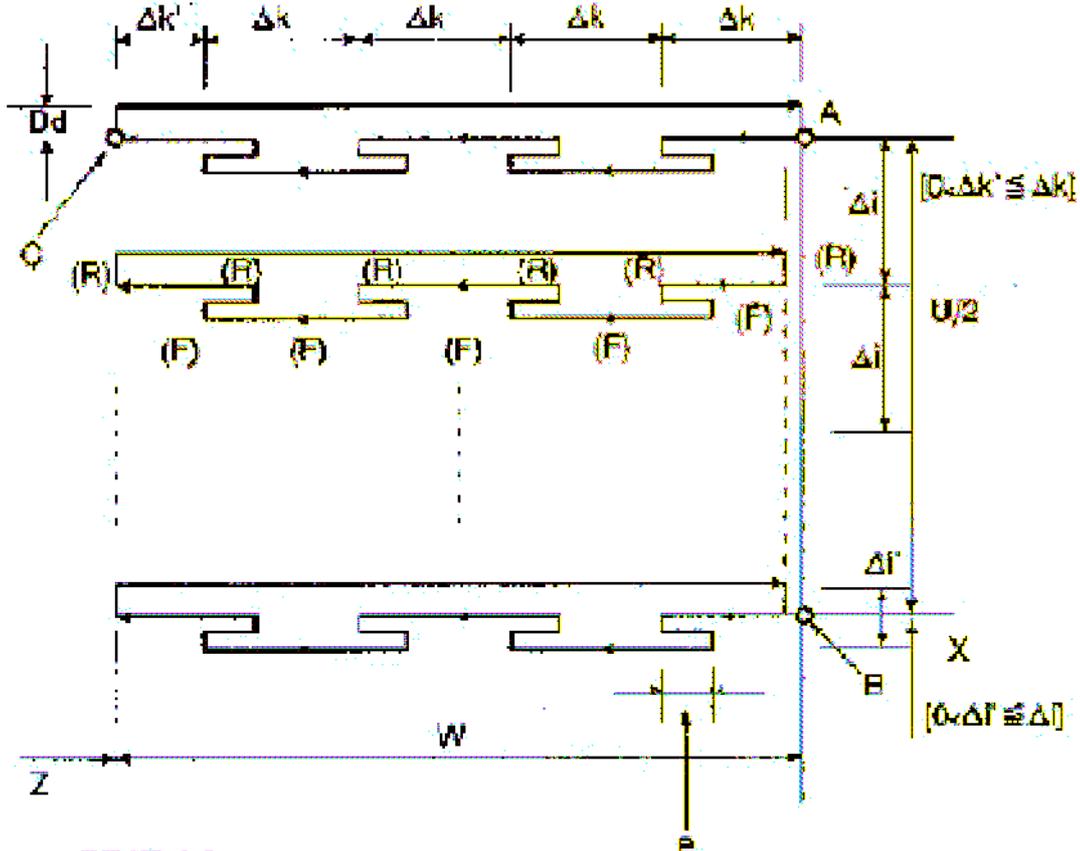
G70 P (ns) Q (nf) ;
(ns) : Numéro de séquence du premier bloc du programme de
finition
(nf) : Numéro de séquence du dernier bloc du programme de
finition

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 perçage transversal avec débouillage G74

Le programme suivant génère la trajectoire d'usinage de la figure ci-dessous. Le bris de copeaux est possible dans ce cycle comme illustré dans le schéma. Si X (U) et P sont omis, le perçage n'a lieu que sur l'axe Z.



G74R (e) ;

G74X(U) Z(W) P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F (f) ;

e : Valeur de retour.

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° 5139, auquel cas le paramètre est modifié par la commande du programme.

X : Composant X du point B.

U : Valeur relative de A à B.

Z : Composant Z du point C.

W : Valeur relative de A à C.

Δi : Valeur de mouvement dans la direction X (sans signe).

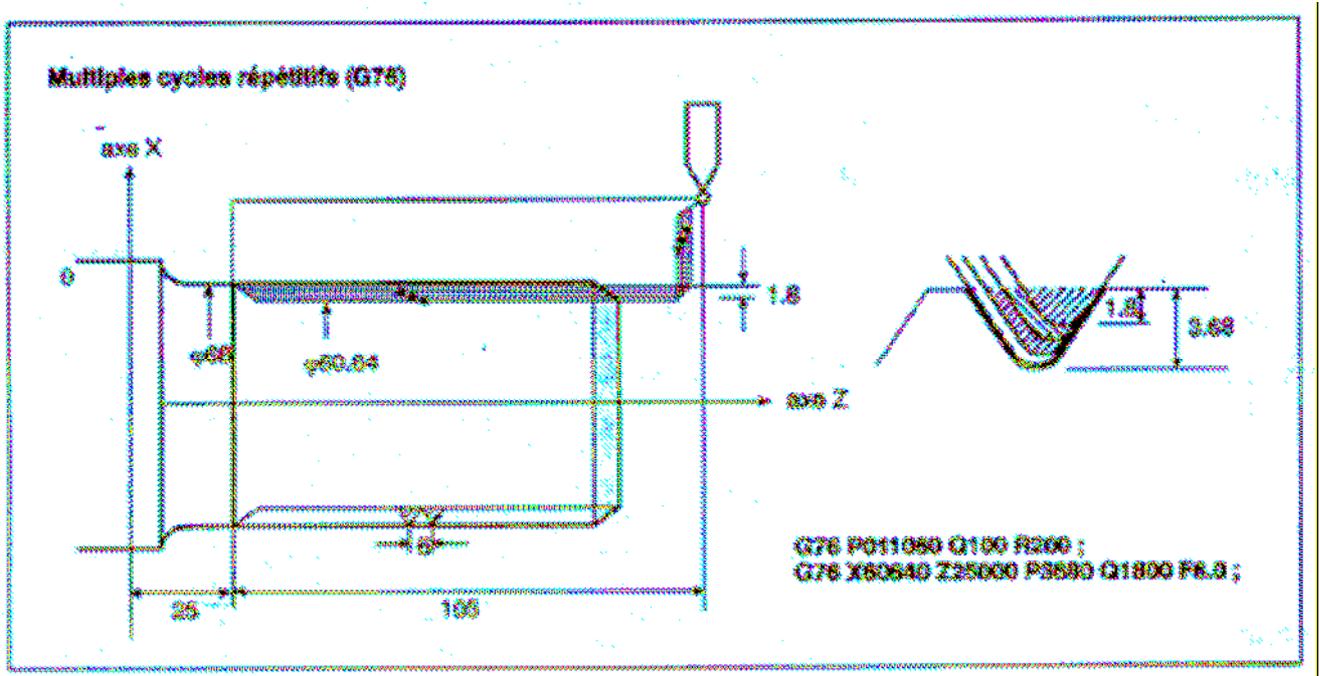
Δk : Profondeur d'usinage dans la direction Z (sans signe).

Δd : Valeur de relâchement de l'outil au fond de l'usinage. Δd est toujours accompagné du signe plus (+). Néanmoins, si l'adresse X (U) et Δi sont omis, le sens du relâchement peut être spécifié à l'aide du signe désiré.

f : Vitesse d'avance.

Cycle de filetage multiple

G76



G76P (m) (r) (a) Q(Δd min) R (d);

G76X (u) -Z (W) -R (i) P(K) Q(Δd) F(L);

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

Cette désignation est modale et rest 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 0,0 L et 9,9 L 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 $m = 2$, $r = 1,2 L$, $a = 60^\circ$, effectuez les spécifications de la manière ci-dessous (L étant le pas du filetage).

P	02	12	60
	m	r	a

(Δd) 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

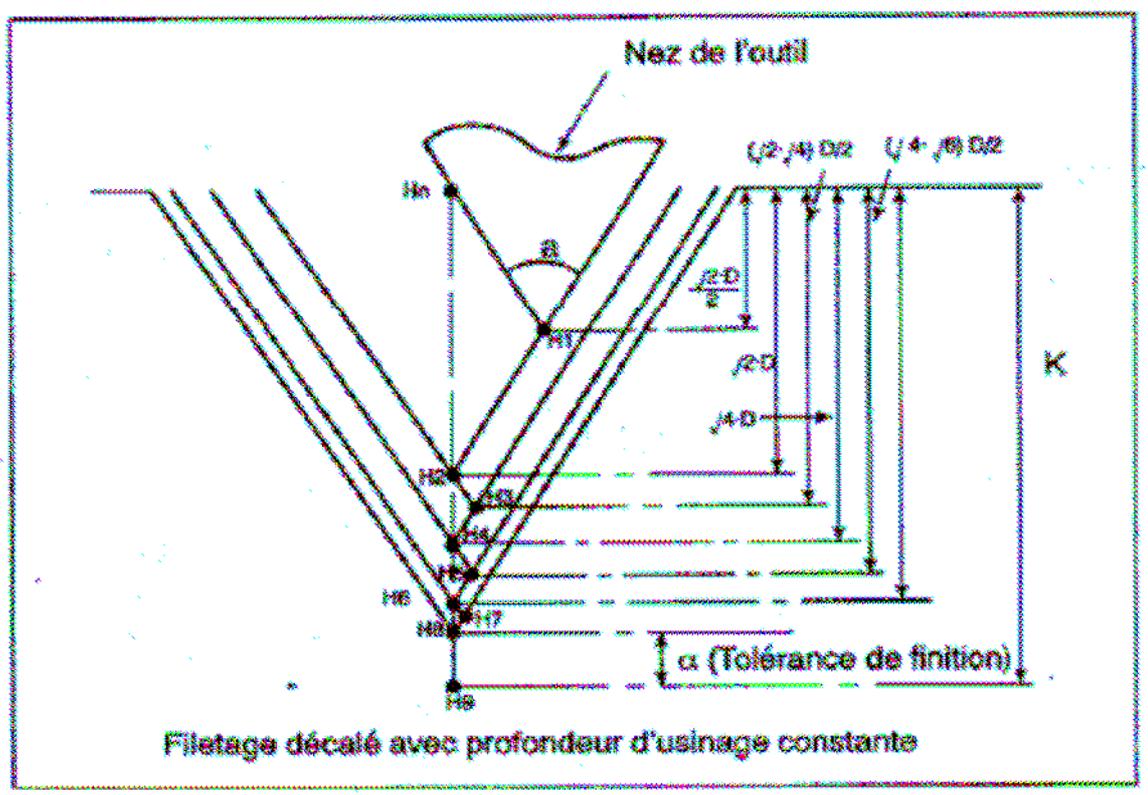
Cette désignation est modale et rest inchangée jusqu'à ce que l'autre valeur soit désignée.

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.

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

L : Pas du filetage (identique à G32).



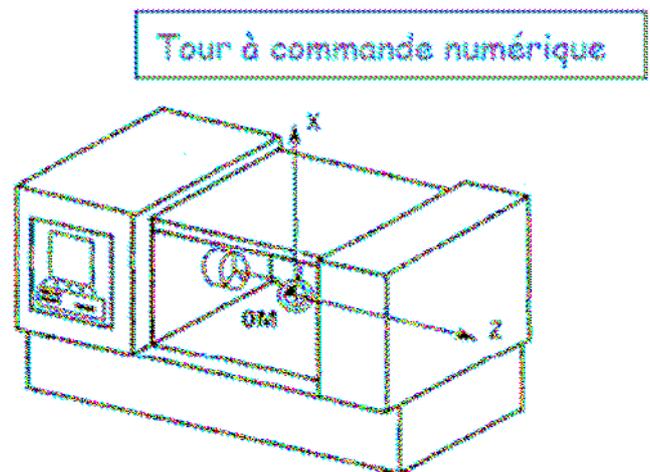
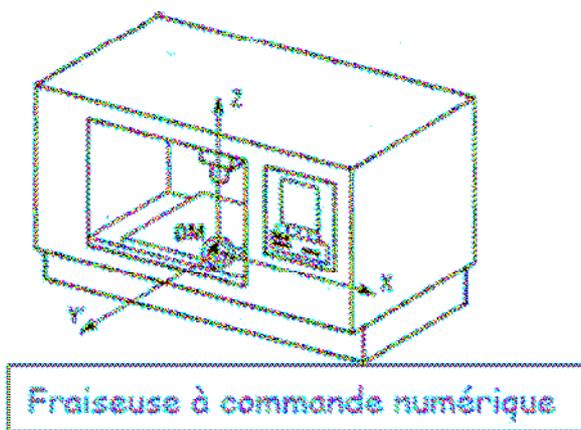
I.9. PREPARATION D'UNE MOCN

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).

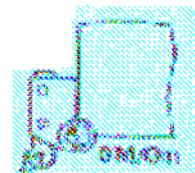
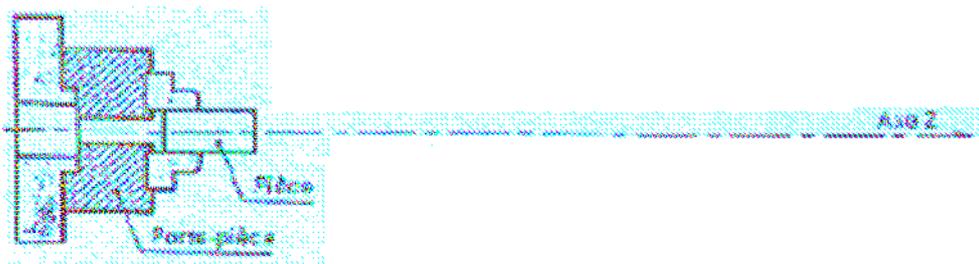
Ce point est le point de référence de la machine. Il est atteint en réalisant les prises d'origine machine (POM).

Exemples:



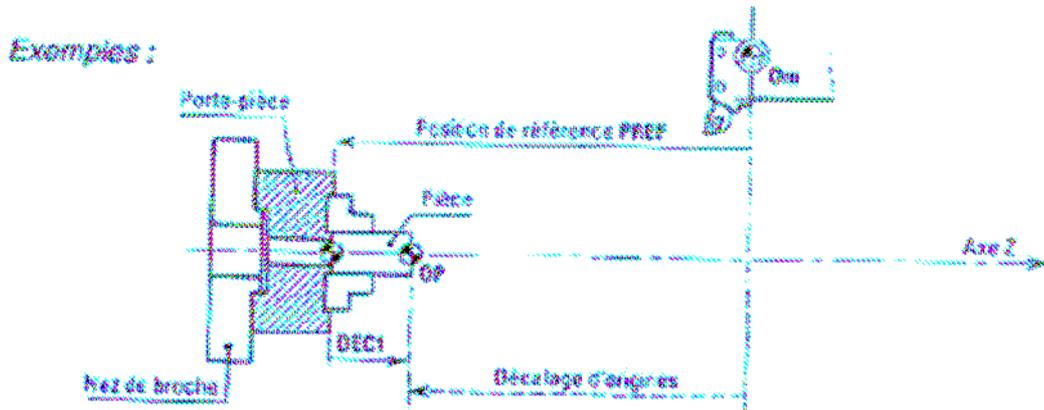
Le plus souvent, l'origine machine est confondue avec l'origine mesure (Om). Dans le cas contraire, l'origine mesure est définie par un paramètre machine OM/Om spécifique. Lors de l'opération de prises d'origines, le calculateur connaît la valeur de ce paramètre et peut positionner le « zéro mesure ».

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.

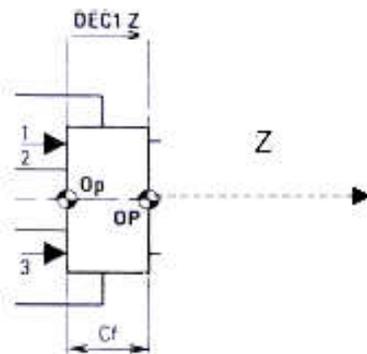


Origine Programme

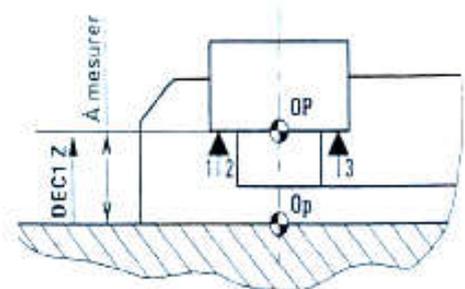
L'origine programme (OP) est l'origine des axes qui a servi à établir le programme. Elle est choisie par le bureau des méthodes. Toutes les coordonnées des points des cycles d'usinage sont définies par rapport à l'OP à partir des cotes de fabrication.
L'origine programme est définie par rapport à l'origine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

Origine Pièce

Pour des raisons pratiques, l'origine mesure ne peut être le point de référence pour la suite des opérations.

Il faut déterminer, sur chaque axe, un point de référence lié au porte-pièce (ou la pièce) sur lequel on peut se positionner.

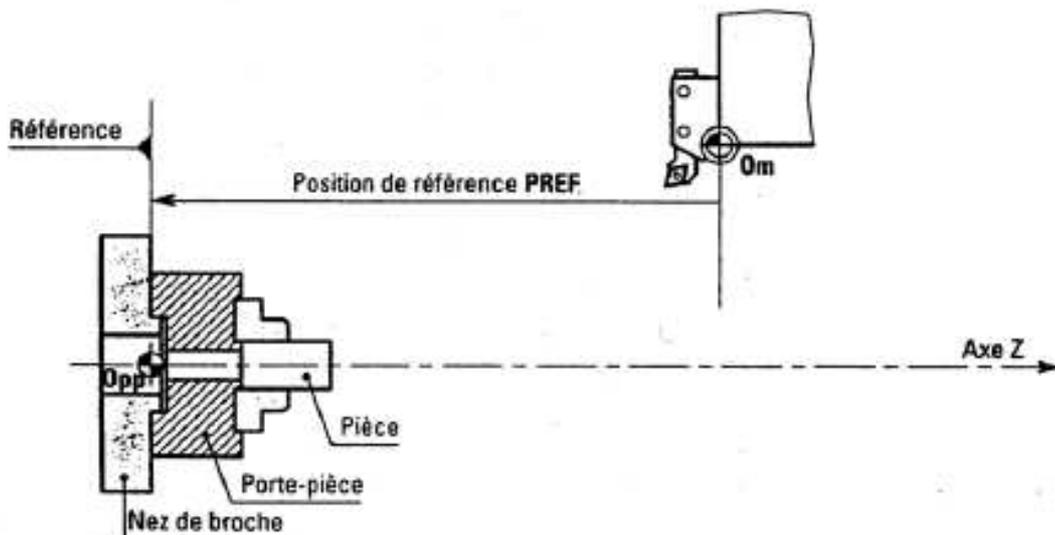
Ce point est défini par rapport à l'origine. Les nouvelles origines (sur chaque axe) ainsi définies sont appelées :

Mesure par le paramètre PREF

- origine porte-pièce (Opp) si le point palpé est sur la référence ;
- broche/porte-pièce ou table/porte-pièce;
- origine pièce (Op) si le point palpé est sur la référence porte-pièce/pièce.

Exemples: tournage

Cas du point déterminé sur la référence Broche/porte-pièce



Remarque:

Le paramètre PREF est déterminé lors de la réception de la machine et sa valeur est enregistrée par le directeur de commande. En général, c'est une donnée machine stabilisée (rarement modifiée).

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 -**

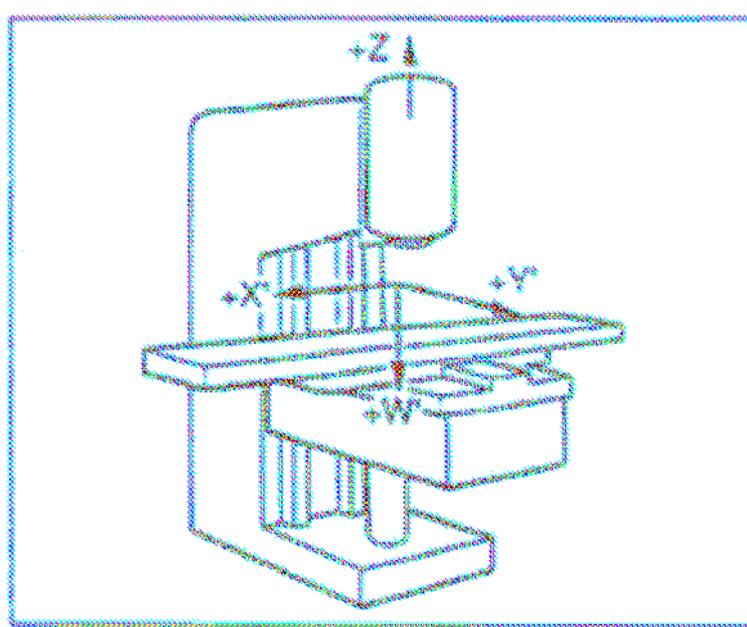
Symbolisation des mouvements d'une fraiseuse ou d'un centre d'usinage :

Le système est parallèle aux glissières principales de la machine.

Z : Parallèle à l'axe principal de la broche

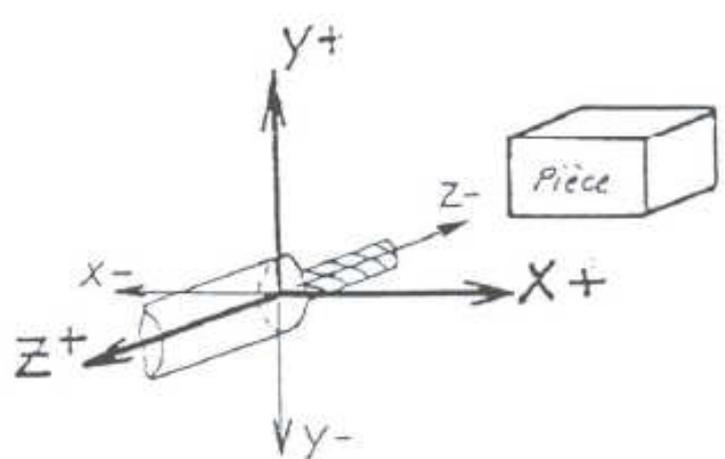
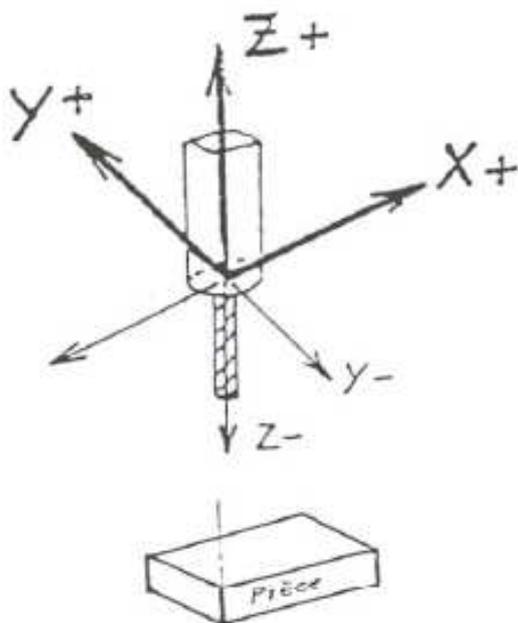
X: Perpendiculaire à Z possède le plus grand déplacement (exemple : le longitudinal)

Y: Perpendiculaire à X et Z



BROCHE VERTICALE
HORIZONTALE

BROCHE



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

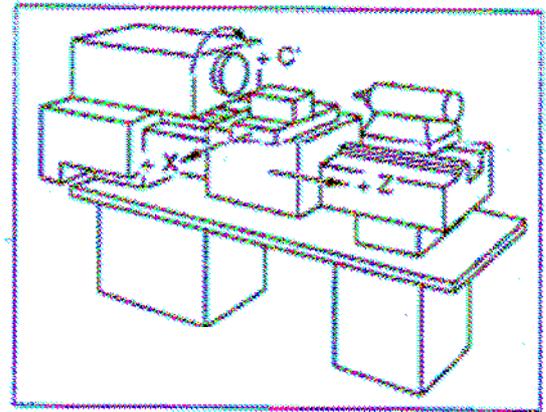
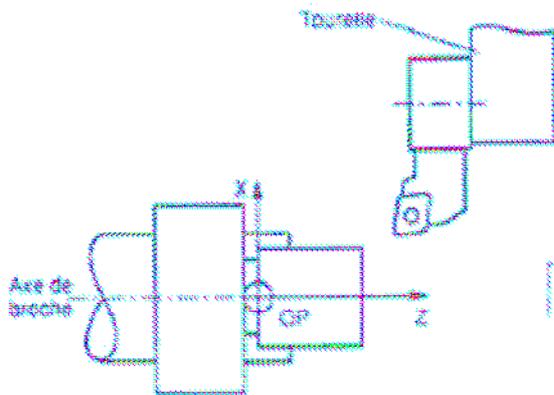
Z : Parallèle à l'axe de la broche

X: Perpendiculaire à Z

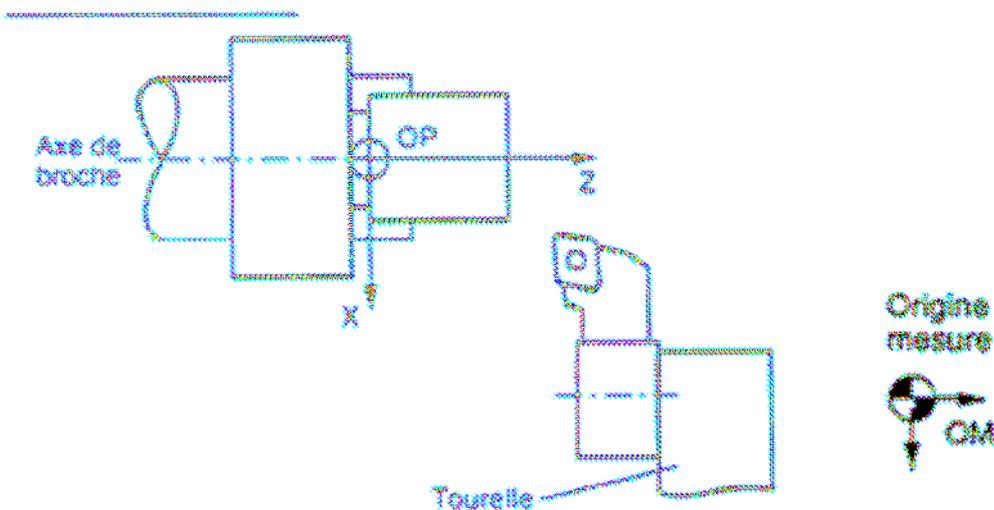
Le signe + étant dirigé vers la tourelle principale.



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

I.10. FONCTION DE COMPENSATION

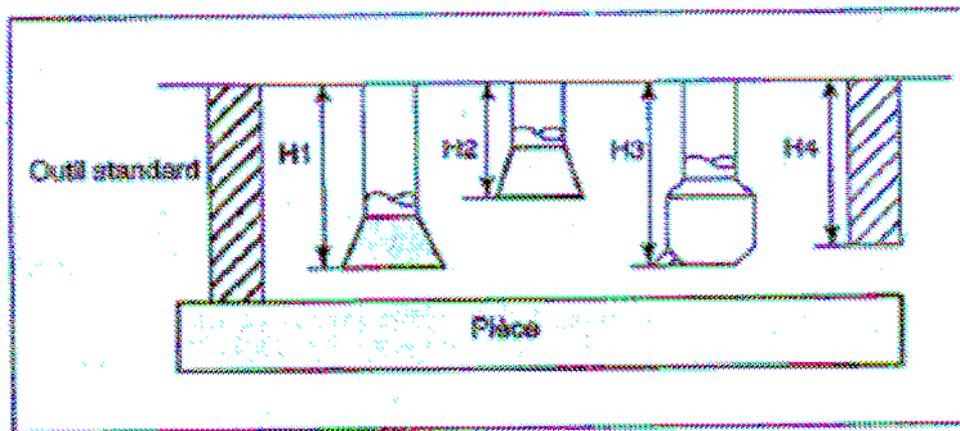
A. CORRECTION DE LA LONGUEUR D'OUTIL

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 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.

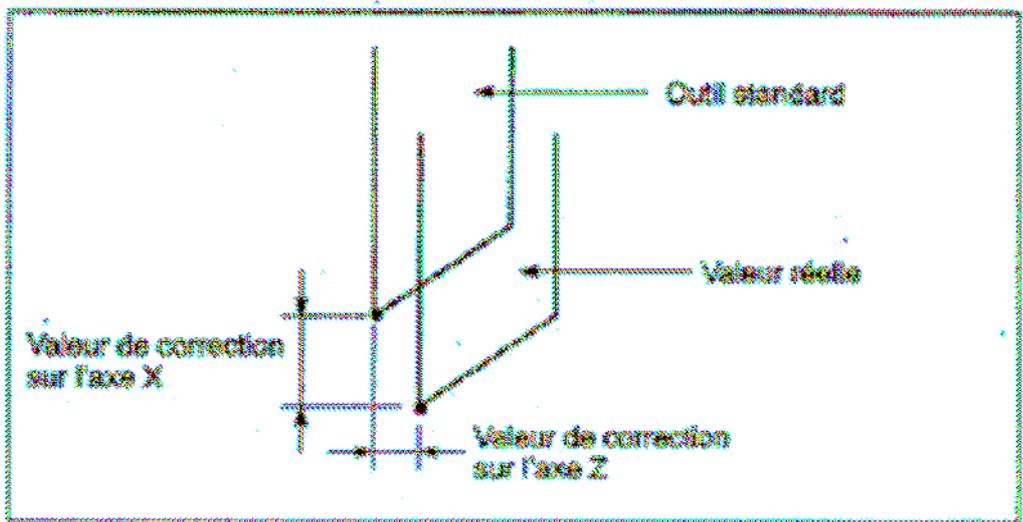
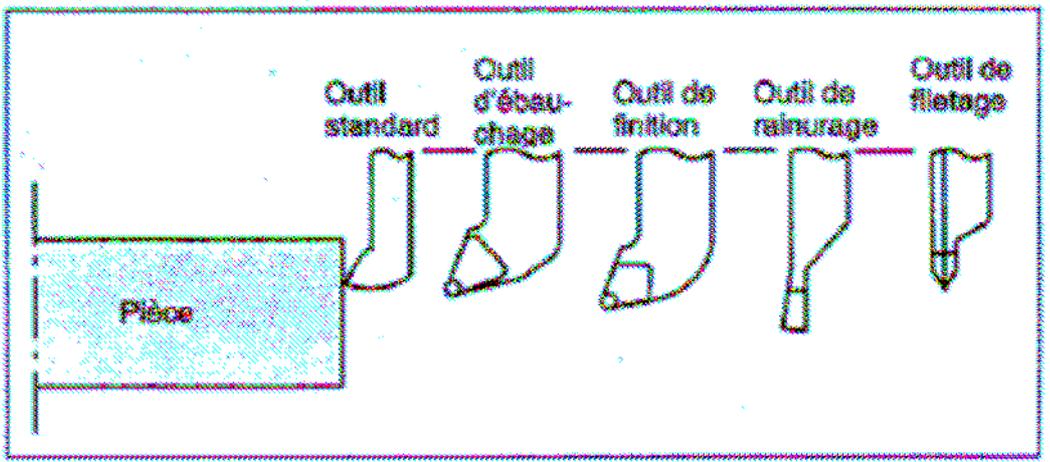
Pour annuler la compensation de la longueur, spécifier G49 ou H00 le système annule immédiatement la compensation de longueur lorsque G49 ou H00 est exécuté.

2. CORRECTION EN TOURNAGE

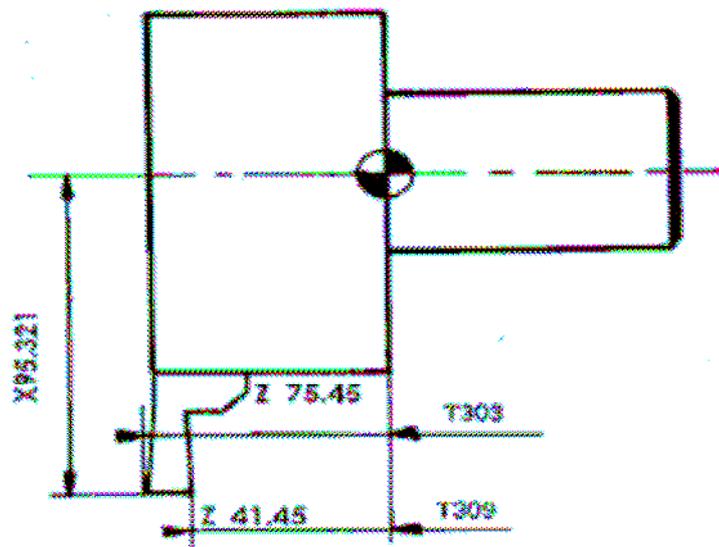
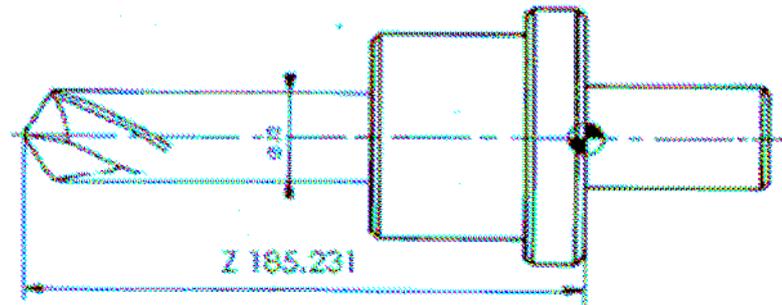
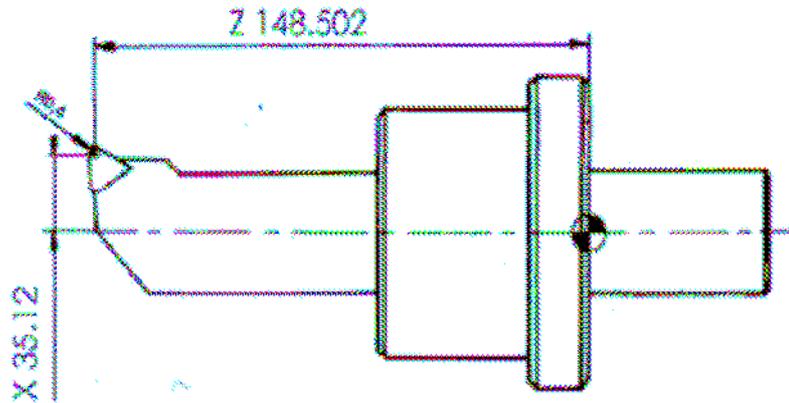
La correction d'outil est utilisée pour compenser la différence lorsque l'outil réellement utilisé diffère de l'outil imaginé utilisé pour la programmation (habituellement outil standard).

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.



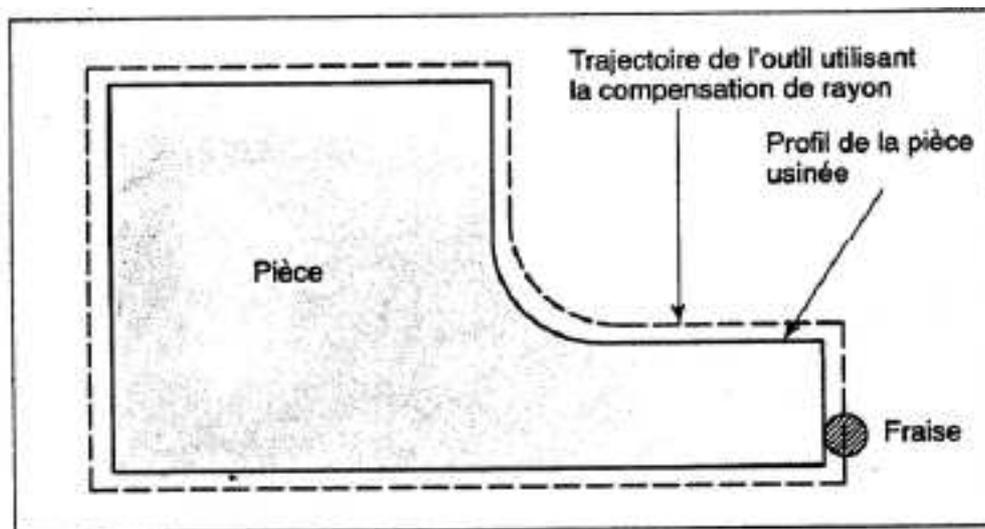
EXEMPLE DE CORRECTION DE QUELQUES OUTILS



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.

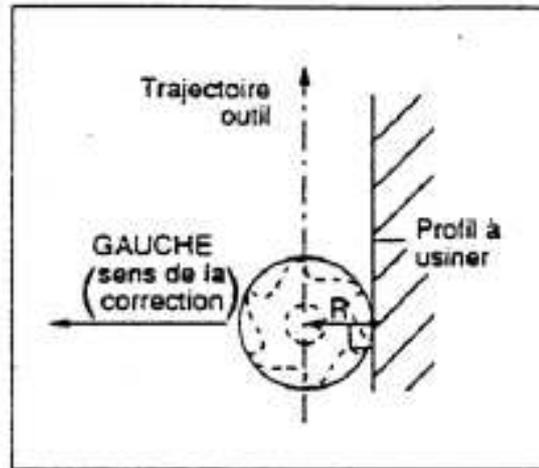


Les valeurs de compensation de rayon sont mémorisées dans la mémoire des correcteurs. Chaque correcteur a un numéro. Le numéro du correcteur est spécifié par l'adresse D (code D) suivie de 1 à 3 chiffres. Le code D reste actif jusqu'à ce qu'un autre code D soit programmé. Le code D est utilisé pour spécifier 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 calculée pour des coordonnées qui ne se trouvent pas dans le plan spécifié.

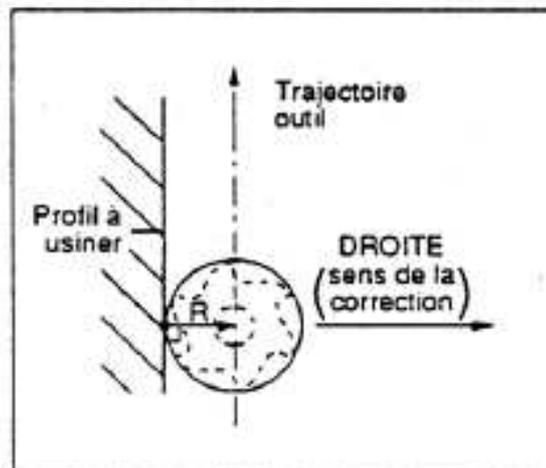
G41 Correction de rayon à gauche du profil à usiner.

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



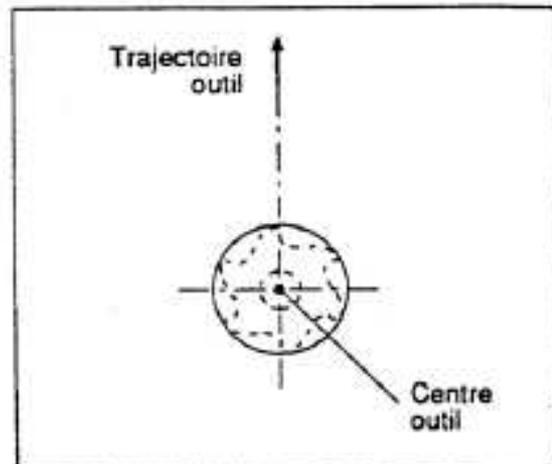
G42 Correction de rayon à droite du profil à usiner.

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

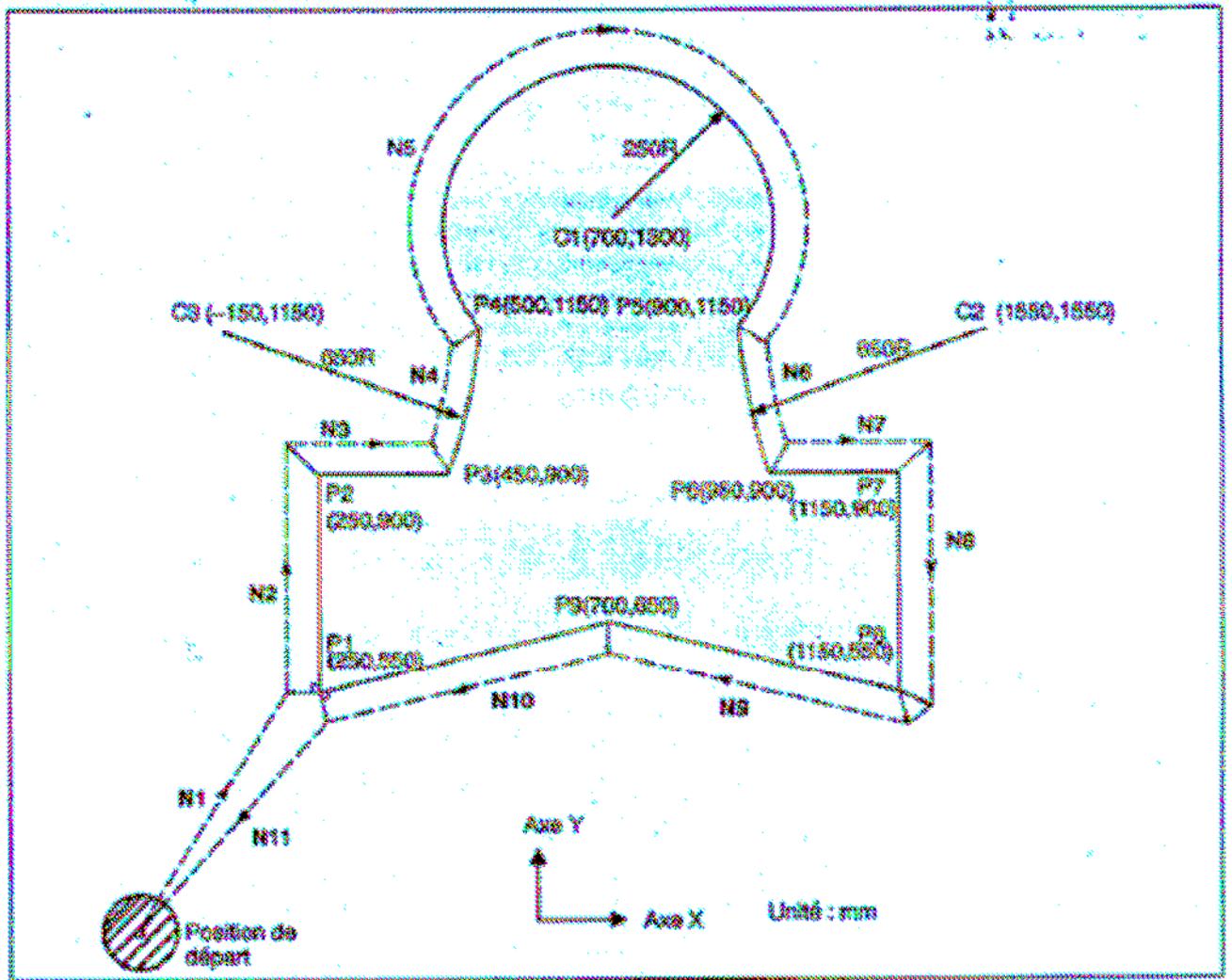


G40 Annulation de correction de rayon.

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



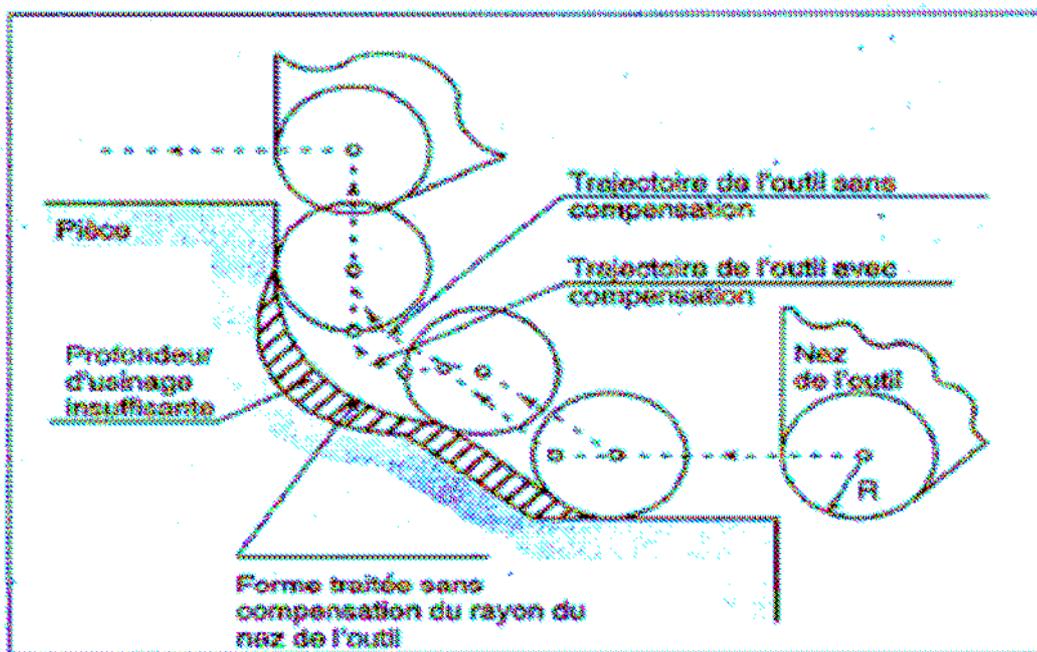
Exemple



G92 X0 Y0 Z0 ;	Spécifie les coordonnées absolues. L'outil est positionné au point de départ (X0, Y0, Z0).
N1 G90 G17 G00 G41 D07 X250.0 Y550.0 ;	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).
N2 G01 Y900.0 F150 ;	Spécifie un usinage de P1 à P2.
N3 X450.0 ;	Spécifie un usinage de P2 à P3.
N4 G03 X500.0 Y1150.0 R650.0 ;	Spécifie un usinage de P3 à P4.
N5 G02 X900.0 R-250.0 ;	Spécifie un usinage de P4 à P5.
N6 G03 X950.0 Y900.0 R650.0 ;	Spécifie un usinage de P5 à P6.
N7 G01 X1150.0 ;	Spécifie un usinage de P6 à P7.
N8 Y550.0 ;	Spécifie un usinage de P7 à P8.
N9 X700.0 Y650.0 ;	Spécifie un usinage de P8 à P9.
N10 X250.0 Y550.0 ;	Spécifie un usinage de P9 à P1.
N11 G00 G40 X0 Y0 ;	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)

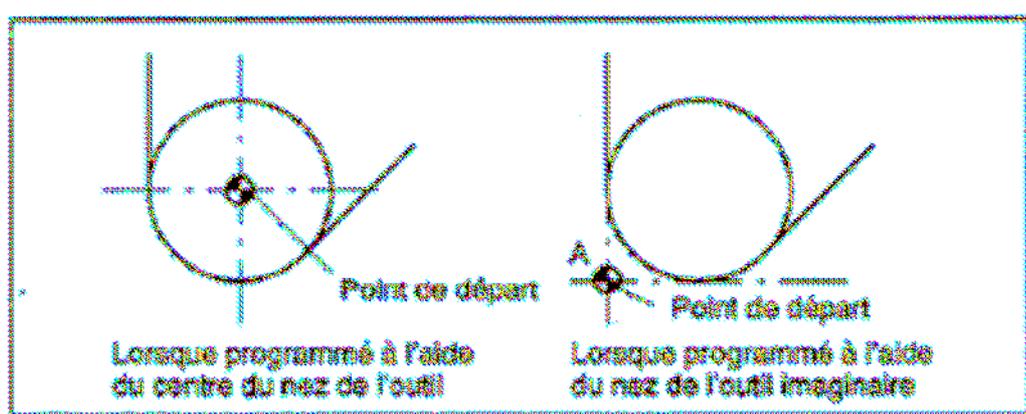
Il est difficile d'obtenir la compensation nécessaire pour former des pièces précises en utilisant uniquement la fonction de correction de l'outil en raison de la rondeur du nez de l'outil lors l'usinage. La fonction de compensation du rayon du nez de l'outil compense automatiquement les erreurs ci-dessous.



Le nez de l'outil sur la position A, dans le schéma suivant n'existe pas 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 imaginer 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.

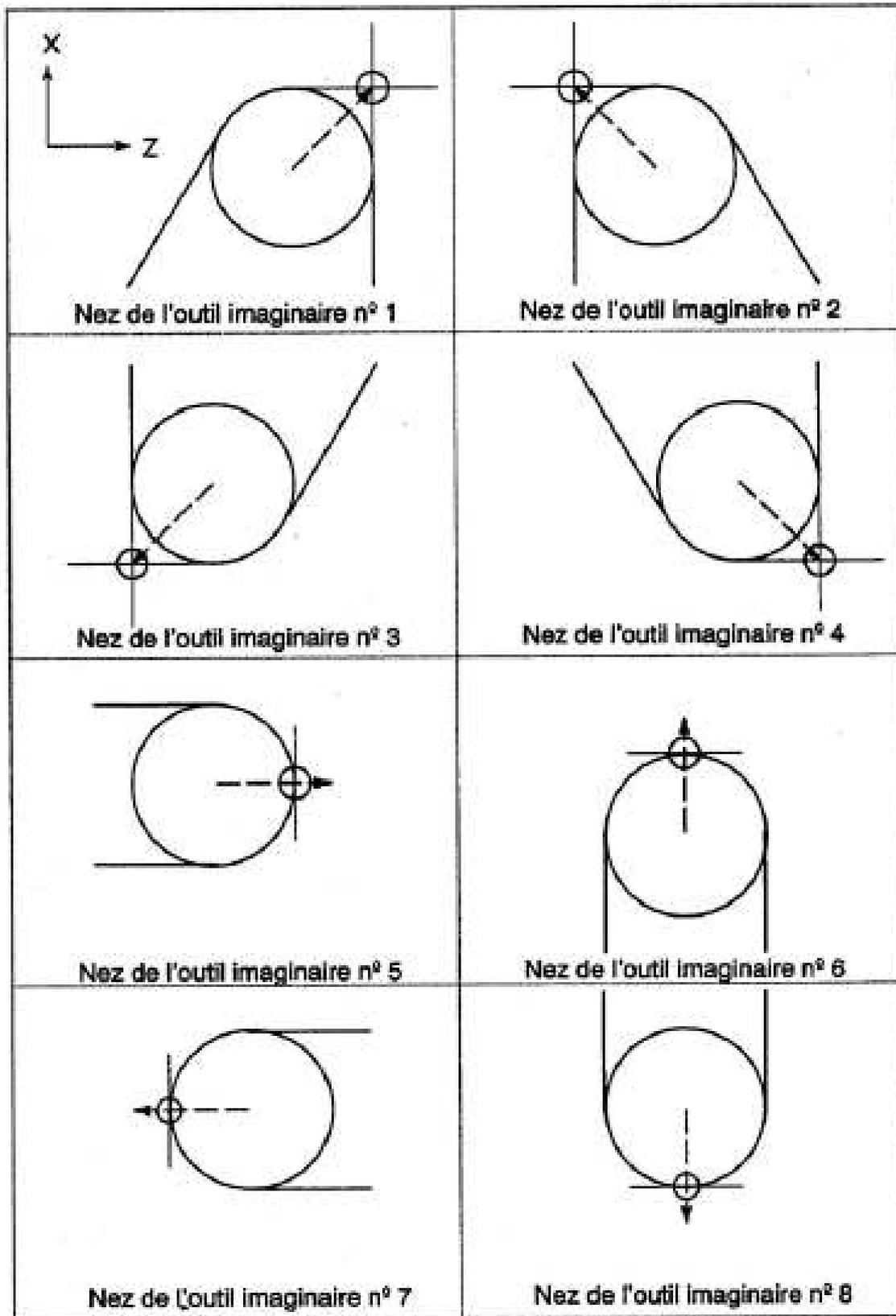
Le rapport de position lorsque l'outil est réglé sur la position de départ est indiqué dans le schéma suivant.



Direction du nez de l'outil imaginaire

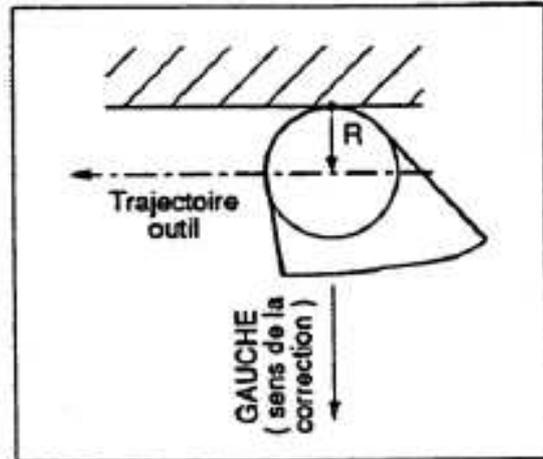
La direction du nez de l'outil imaginaire vue depuis le centre du nez de l'outil dépend de la direction de l'outil pendant l'usinage; elle doit donc être définie au préalable, comme les paramètres de la correction.

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



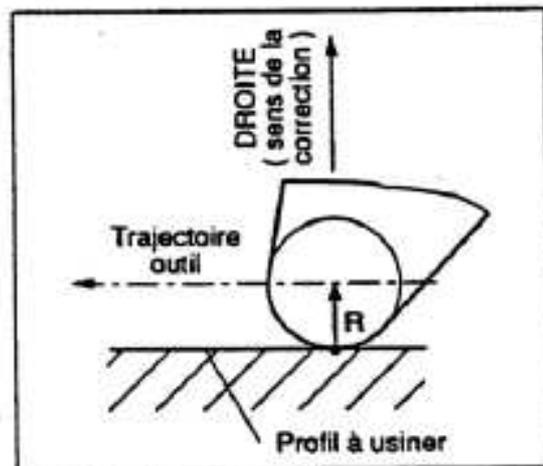
G41 Correction de rayon à gauche du profil à usiner.

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



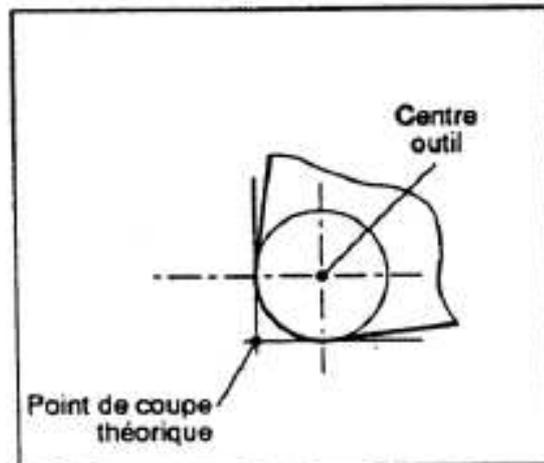
G42 Correction de rayon à droite du profil à usiner.

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.

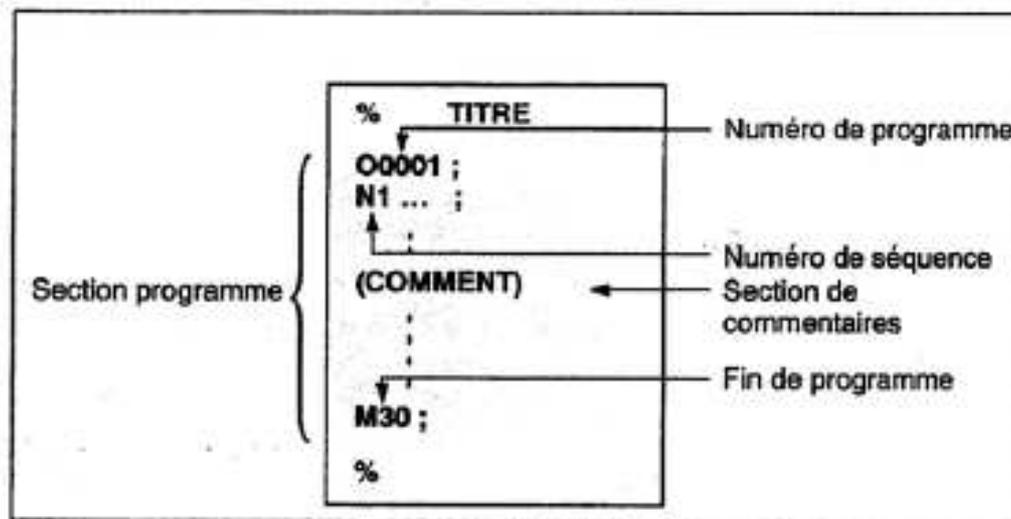
Pilotage du point de coupe théorique de l'outil. La correction de rayon n'est plus appliquée à l'outil.



I.11. 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 affectée 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	;

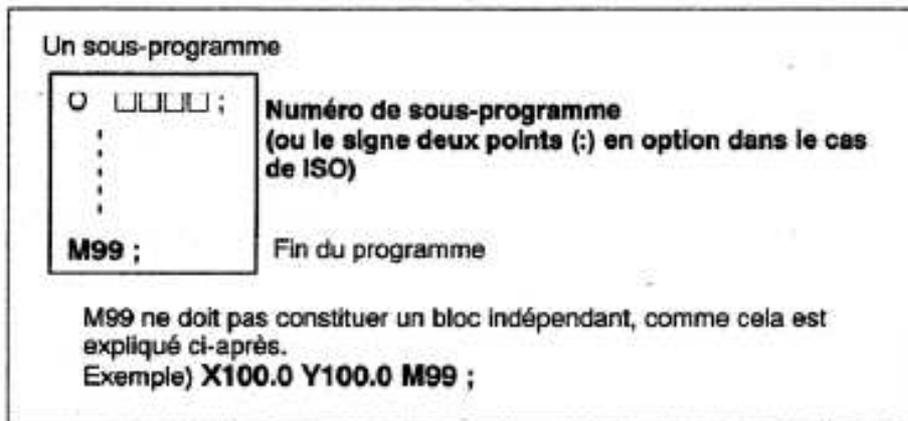
Appel d'un Sous-programme

(M98, M99)

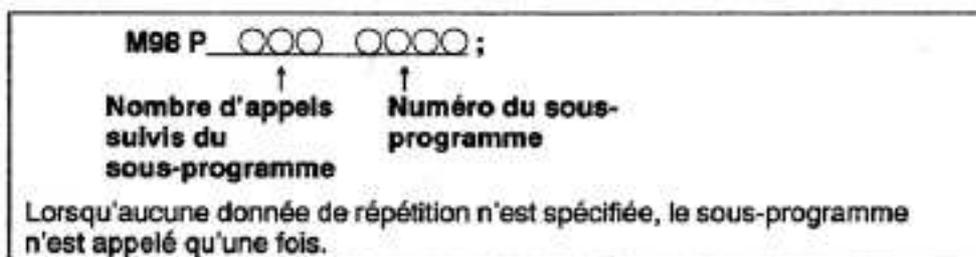
Si un programme comporte une séquence fréquemment répétée, elle peut être mémorisée comme un sous-programme pour simplifier la programmation.

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

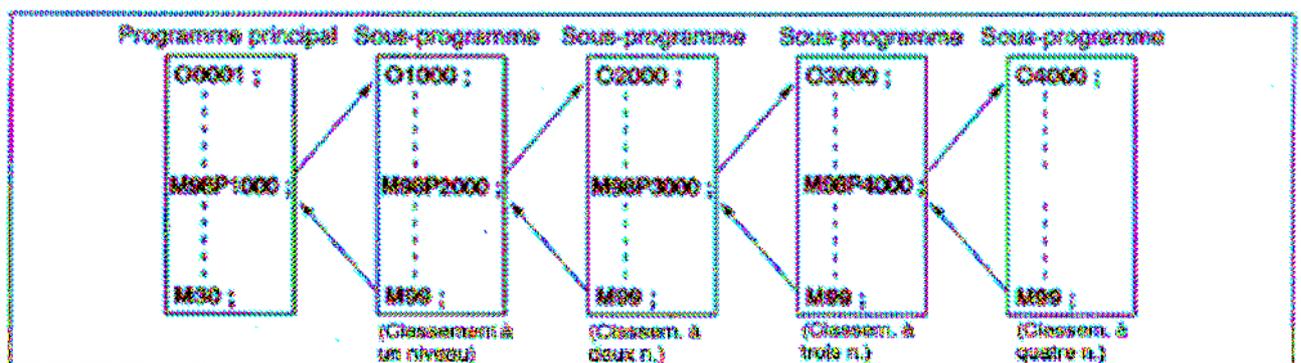
Format



Appel de sous-programme



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.

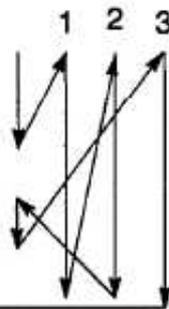
★ **X1000.0 M98 P1200 ;**

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

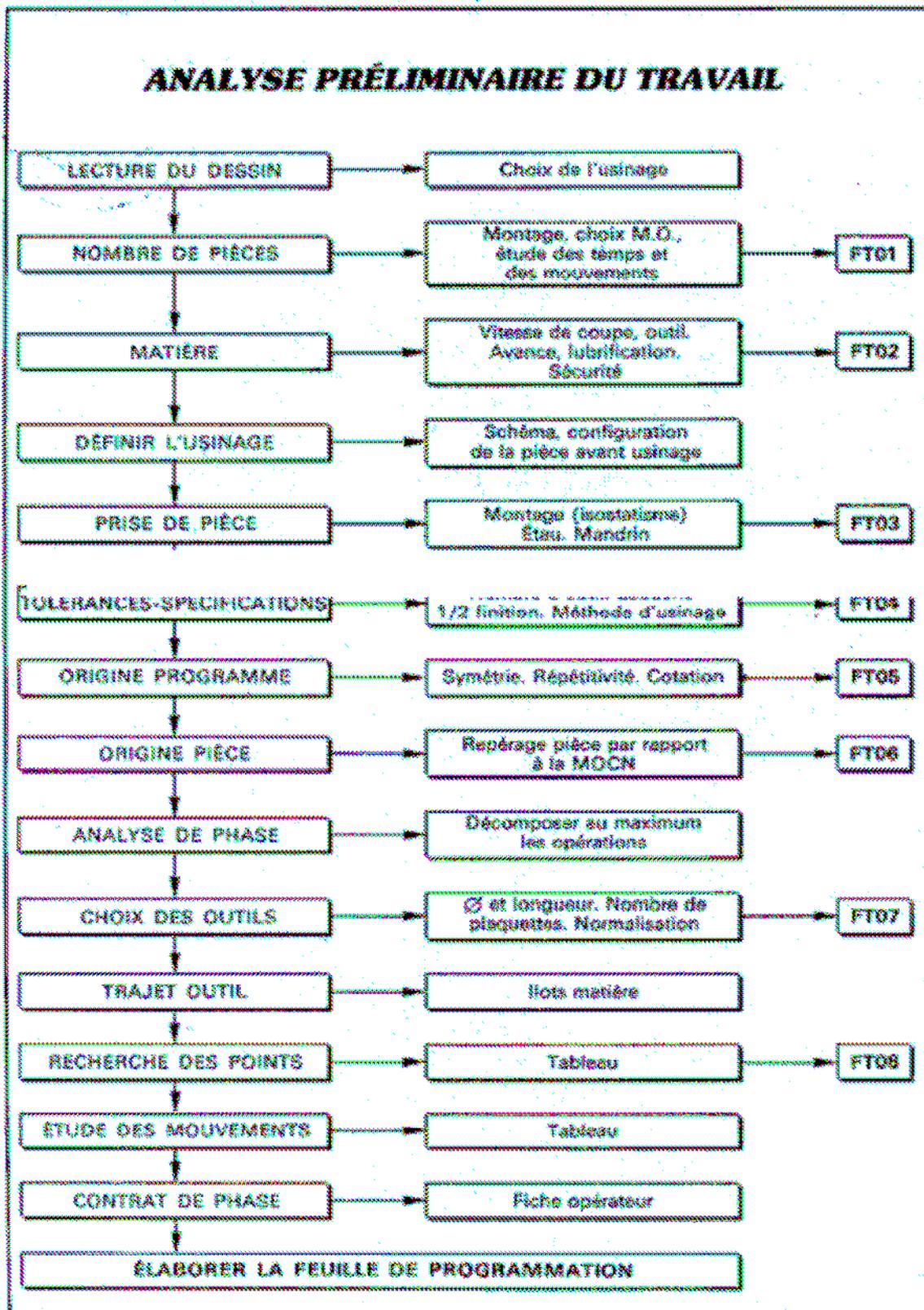
I.12. ELABORATION D'UN PROGRAMME DE COMMANDE NUMERIQUE

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.

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

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

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 », additiomé 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

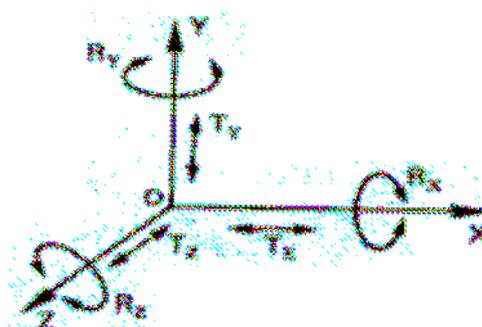
Afin de réduire le nombre d'heures d'usinage du montage, il est judicieux d'utiliser au maximum les éléments standards (pieds de position, brides pivotantes, vis articulées...)

- 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.

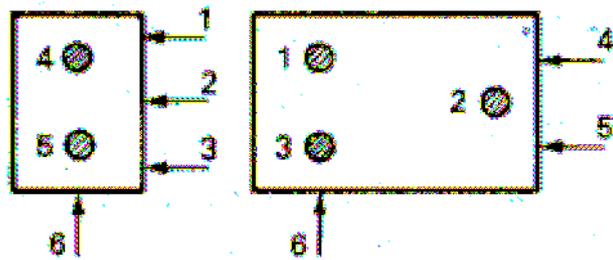
Chaque fois que l'on supprime un mouvement, on élimine un degré de liberté j.

- Immobilisation isostatique i

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

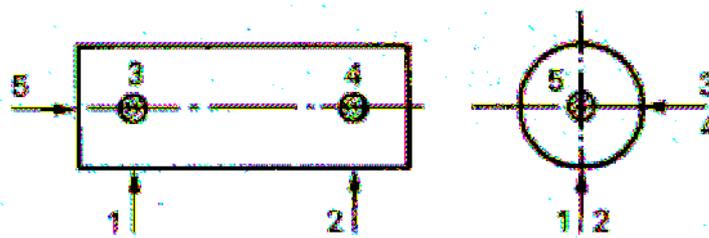
■ Représentation symbolique

• 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 :

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

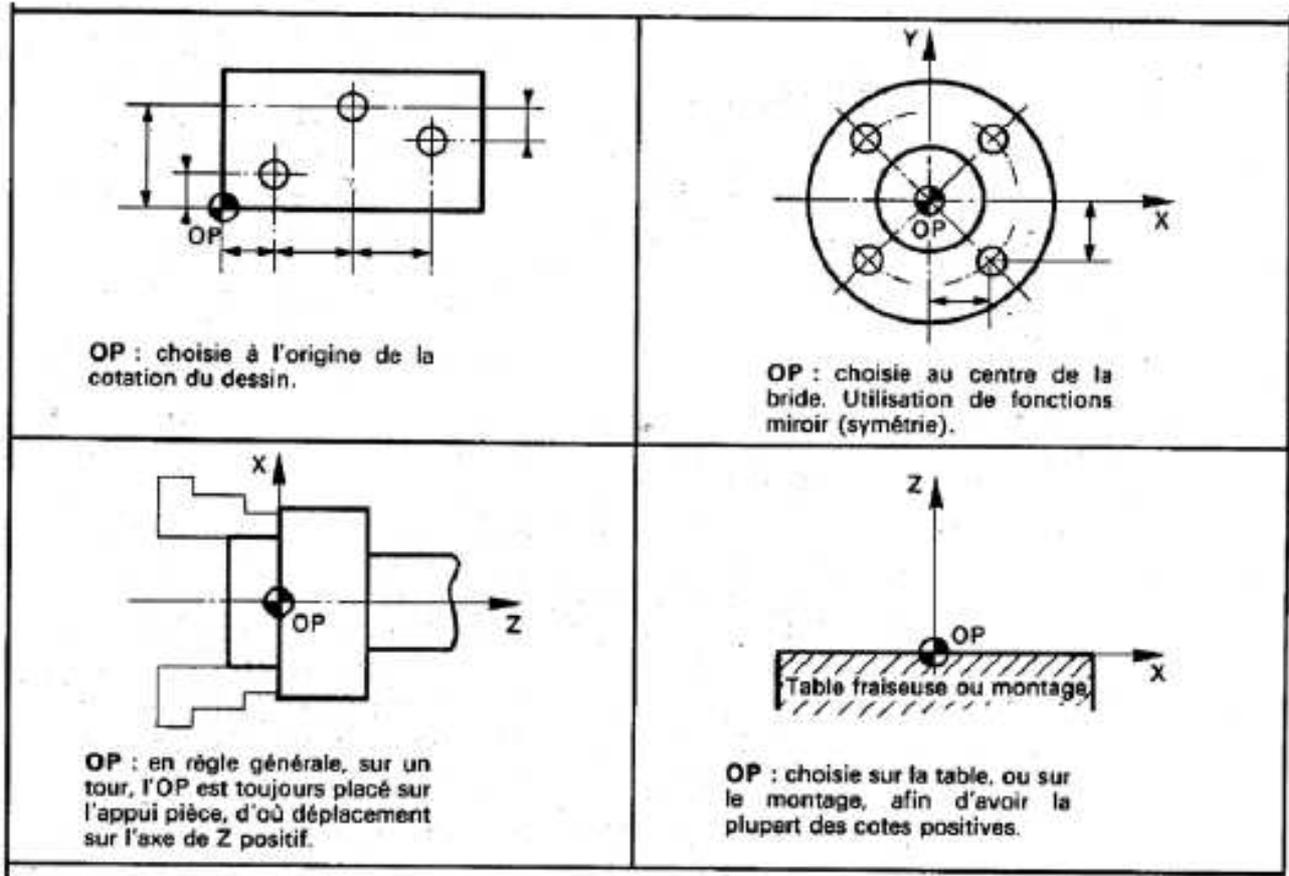
$$20^{+0,04} \left\{ \begin{array}{l} \text{cote maxi : } 20 \\ \text{cote mini : } 19,96 \end{array} \right\} \text{cote moy : } 19,98$$

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 l'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)

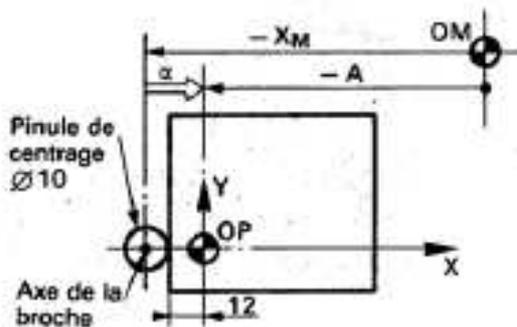
L'OP est le point d'origine du trièdre de référence permettant la programmation.
L'OP est indépendante du système de mesure.
L'OP est judicieusement choisie par le programmeur (à l'aide du dessin de fabrication).
Il est conseillé d'avoir un maximum de cotes positives.



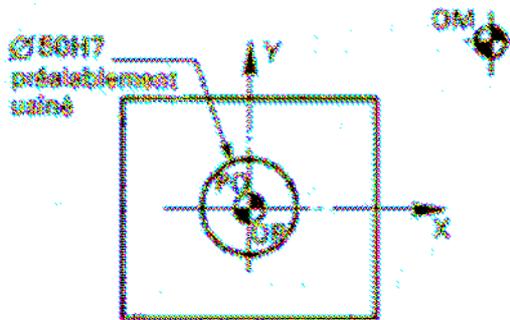
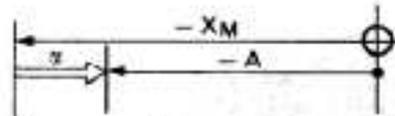
(FT 06)
ORIGINE PIÈCE (PO)

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. Il 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 $\vec{\alpha}$ prolonge \overline{XM} :



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 $\varnothing 50H7$.

**(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 :

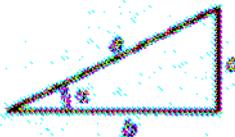
- Travailler, de préférence, avec une gamme d'outils standard, dont les caractéristiques sont bien connues. Ne pas oublier qu'un outil « maison » coûte cher, de plus, il est difficile à reproduire, alors qu'une plaquette amovible se remplace facilement.
- Travailler avec des outils toujours bien affûtés.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



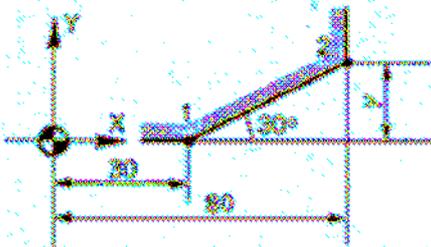
$$\sin \alpha = \frac{c}{b} \quad \text{tg } \alpha = \frac{c}{a}$$

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

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

■ Exemple simple :

Calcul de Y pour le point 2 :



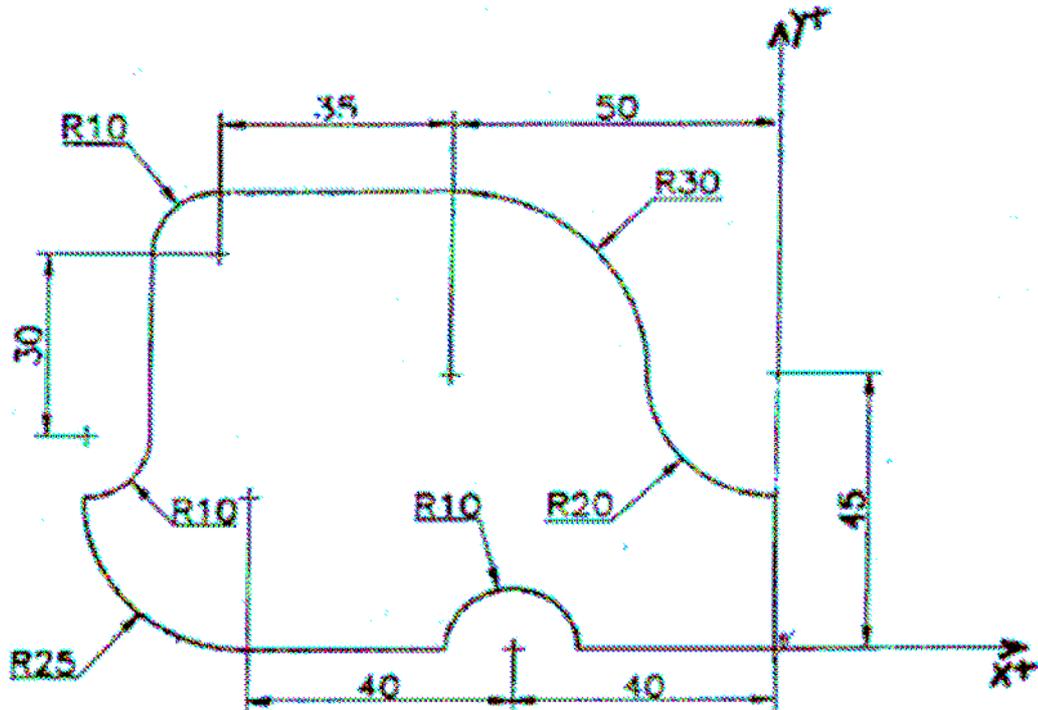
$$\text{tg } 30^\circ = \frac{Y}{(80 - 30)}$$

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

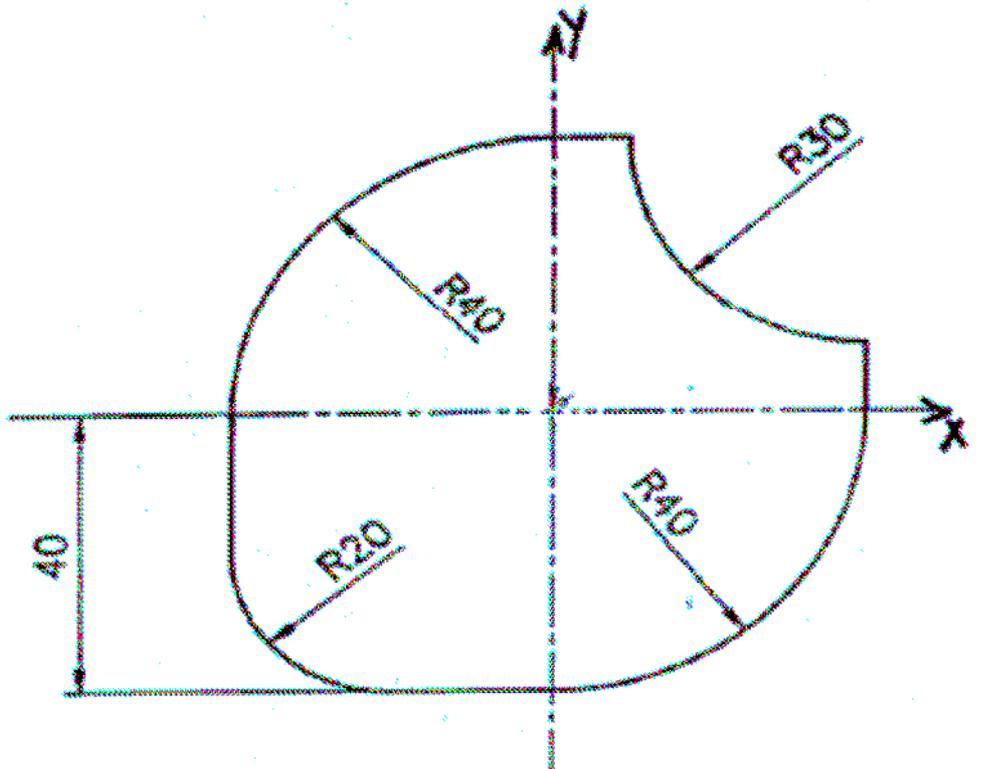
TRAVAIL INDIVIDUEL : A REMPLIR PAR LE STAGIAIRE



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

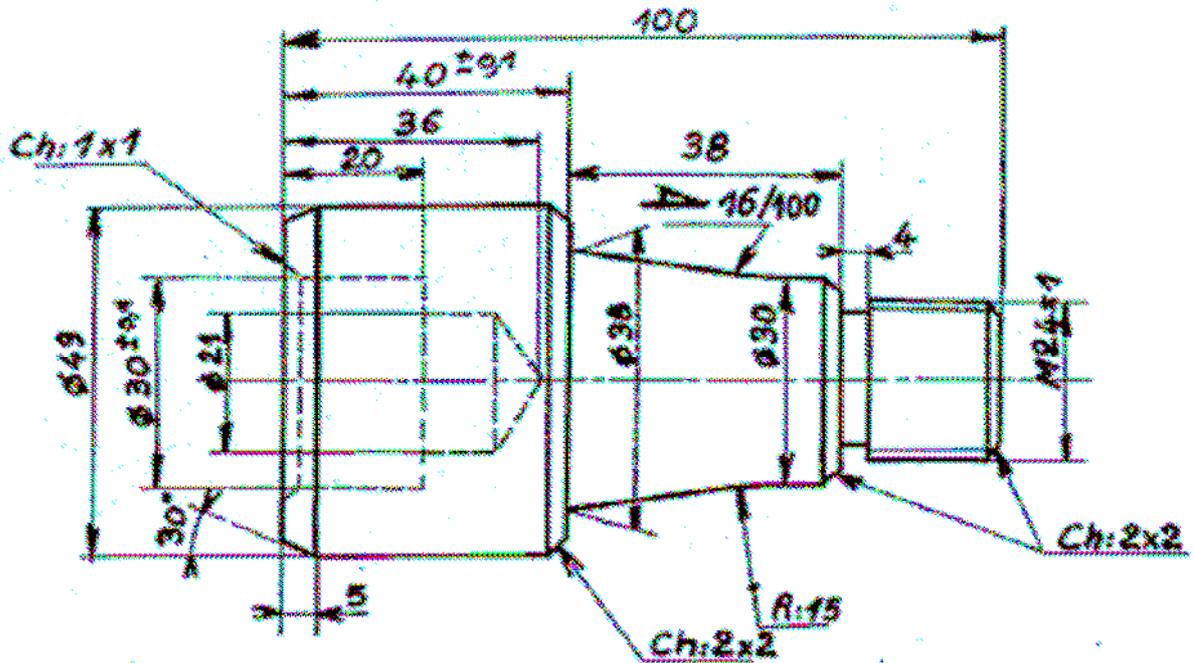
TRAVAIL INDIVIDUEL : A REMPLIR PAR LE STAGIAIRE



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



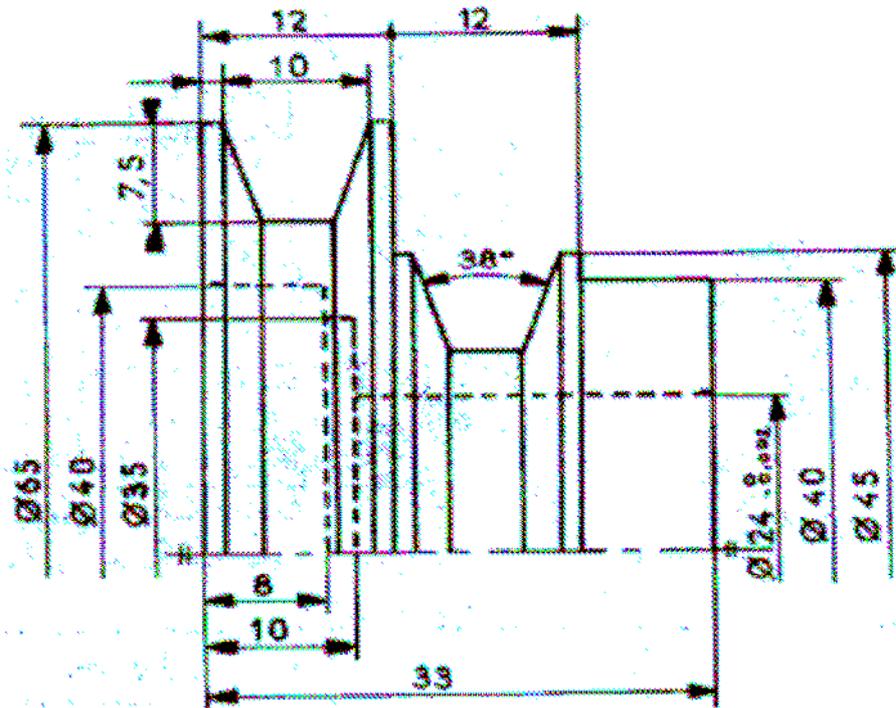
POINTS	G	X	Z	I	K	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

I.13. APPLICATIONS

1. APPLICATION EN (TOURNAGE)

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

DESSIN DE DEFINITION

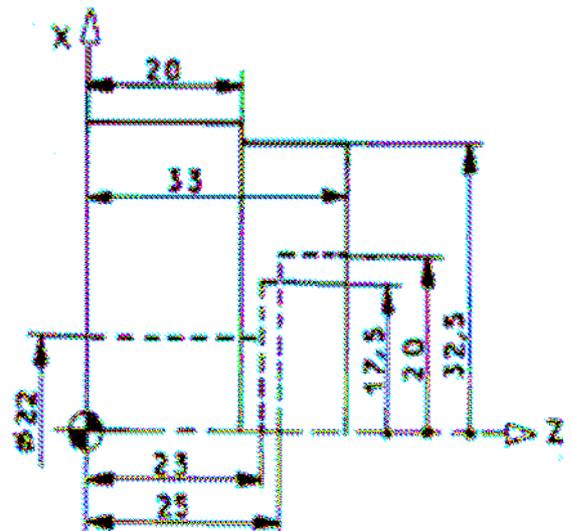
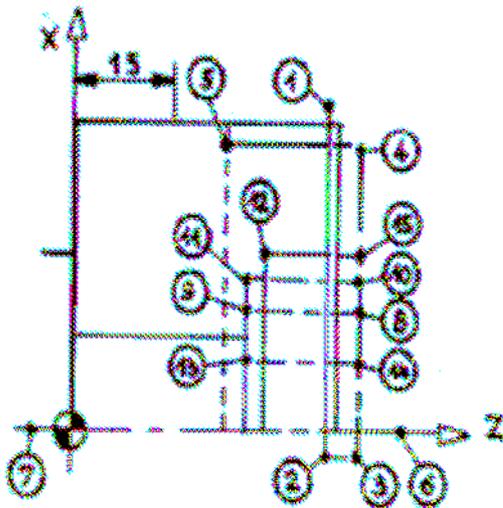
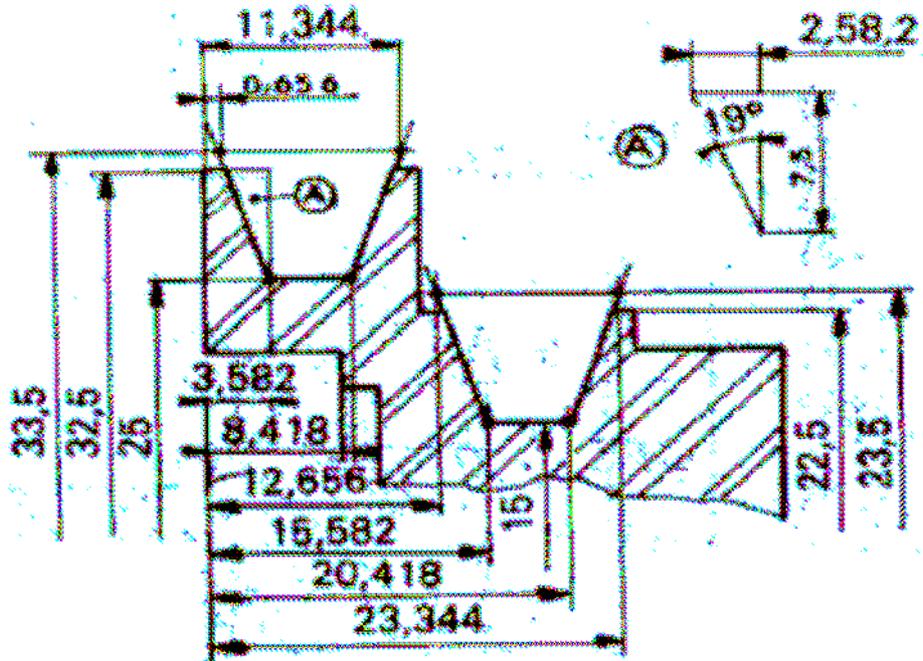


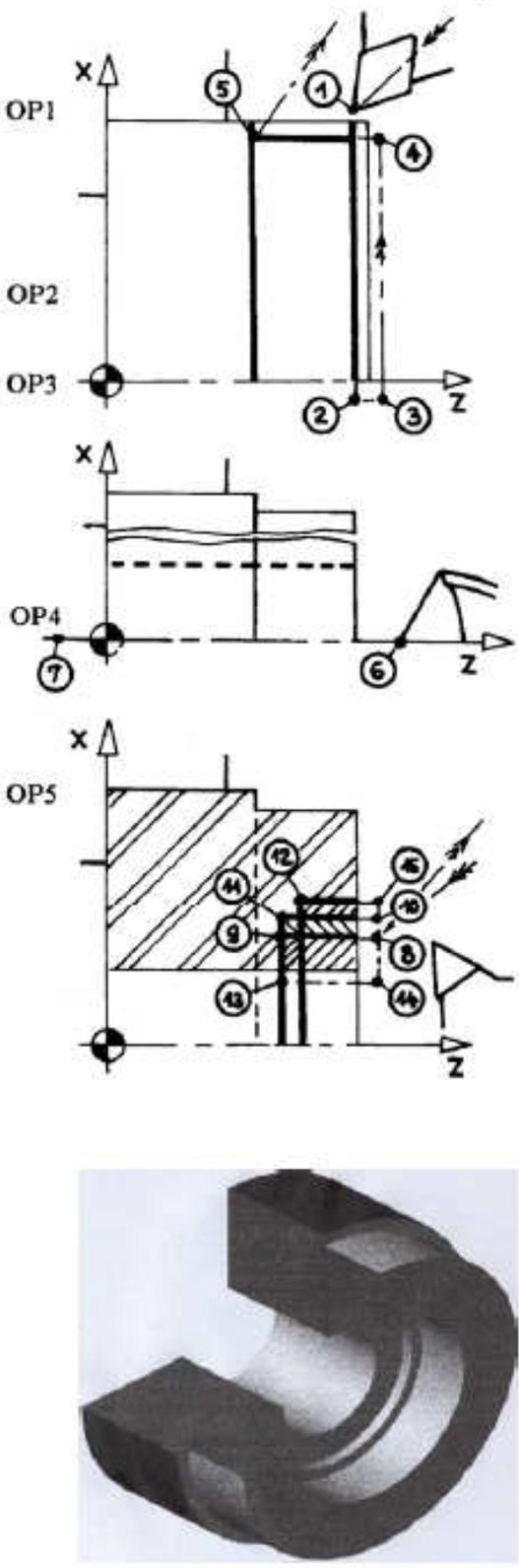
GAMME DE LA Phase 1

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



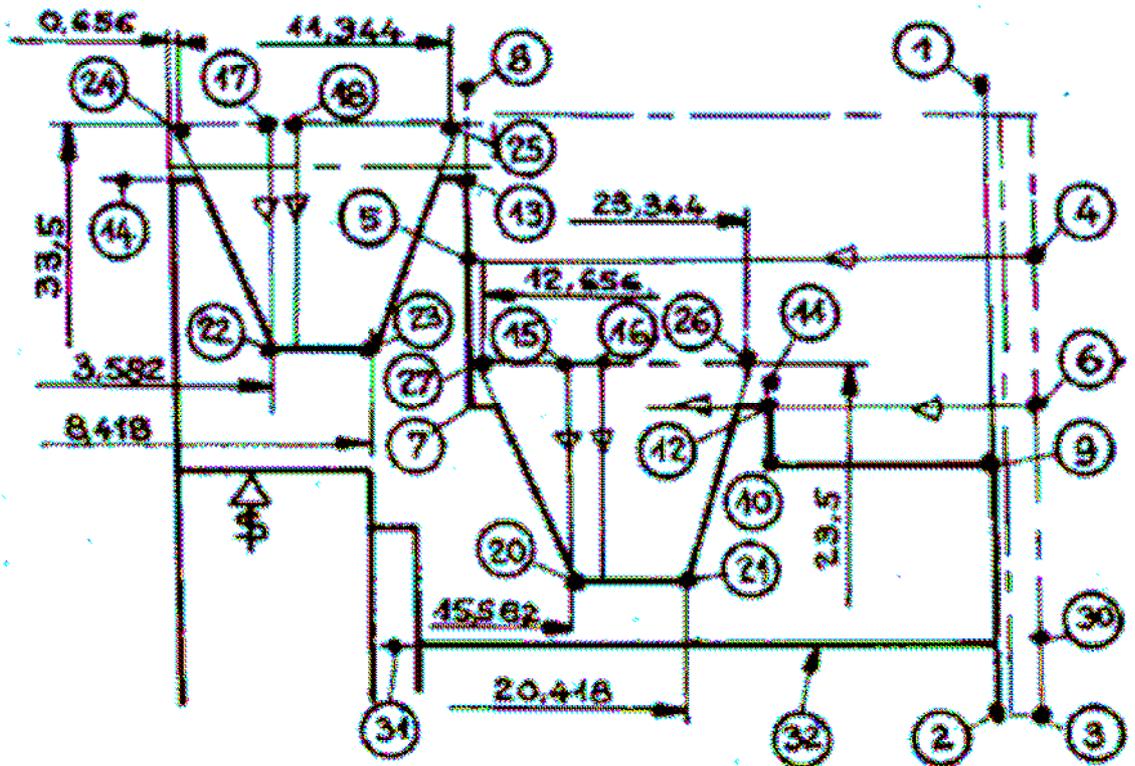
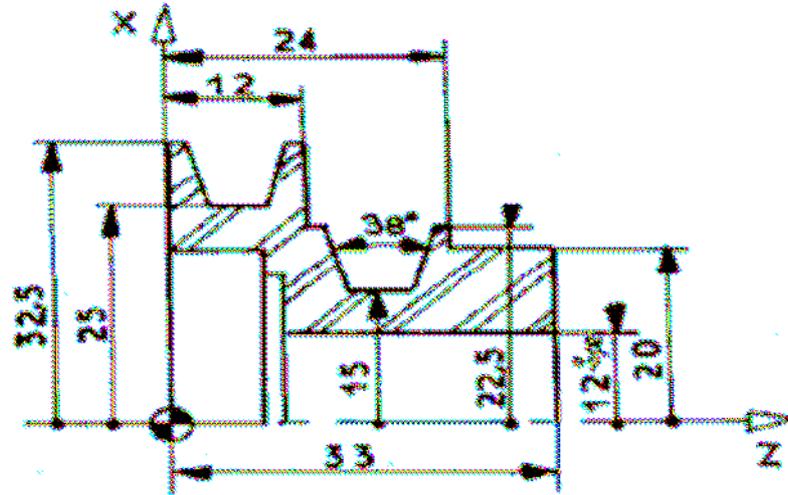
PROGRAMME	SCHEMAS	OBSER
<pre> % N10G0G21X200.Z300. G97S1200 M4 G0Z1.T0101 X72 M8 G72W1.R1. (dressage) G72P20Q30U0.W0.F.2 N20G1Z0. X72 X-1. N30Z1. G0 X72. Z1 X70. G71U2.R2.(chariotage) G71P40Q50U0.W0.F.2 N40G1X65. Z1 Z-13. N50X70. G0X72. Z1. G97S600 N60G0X200.Z300. G97S600 M3 G0Z1.T0303 (forêt ø22) X0. 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 %</pre>	 <p>The 'SCHEMAS' column contains three technical drawings and a 3D model. OP1: A vertical cross-section of a part with a diameter of 200mm and a height of 300mm. It shows a chamfered top edge (point 1), a vertical edge (point 2), a bottom edge (point 3), and a vertical edge (point 4). A point 5 is marked at the top left corner. OP4: A horizontal cross-section of the part, showing a diameter of 70mm. It includes a chamfered edge (point 6) and a vertical edge (point 7). OP5: A detailed cross-section of the part, showing a central hole with a diameter of 22mm. It includes chamfered edges (points 8, 9, 10, 11, 12, 13) and a vertical edge (point 14). 3D Model: A perspective view of the part, showing its U-shaped profile, central hole, and chamfered edges.</p>	

GAMME DE LA Phase 2

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

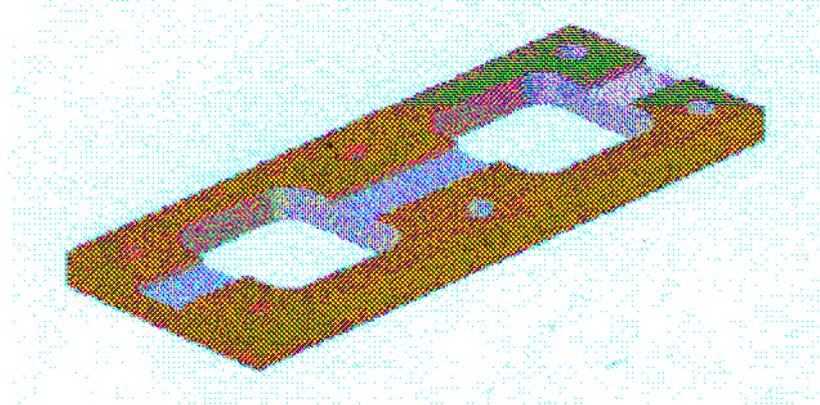
N°	OPERATIONS	OUTILS
1	Mise à longueur	T1 outil à dresser R0.4
2	Epauler Ø 45,5	T1 outil à dresser R0.4
3	Epauler Ø 40	T1 outil à dresser R0.4
4	Finir Ø 45	T1 outil à dresser R0.4
5	Finir Ø 65	T1 outil à dresser R0.4
6	Défoncer gorge sur Ø 45	T3 Outil à saigner lar .4
7	Défoncer gorge sur Ø 65	T303 Outil 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

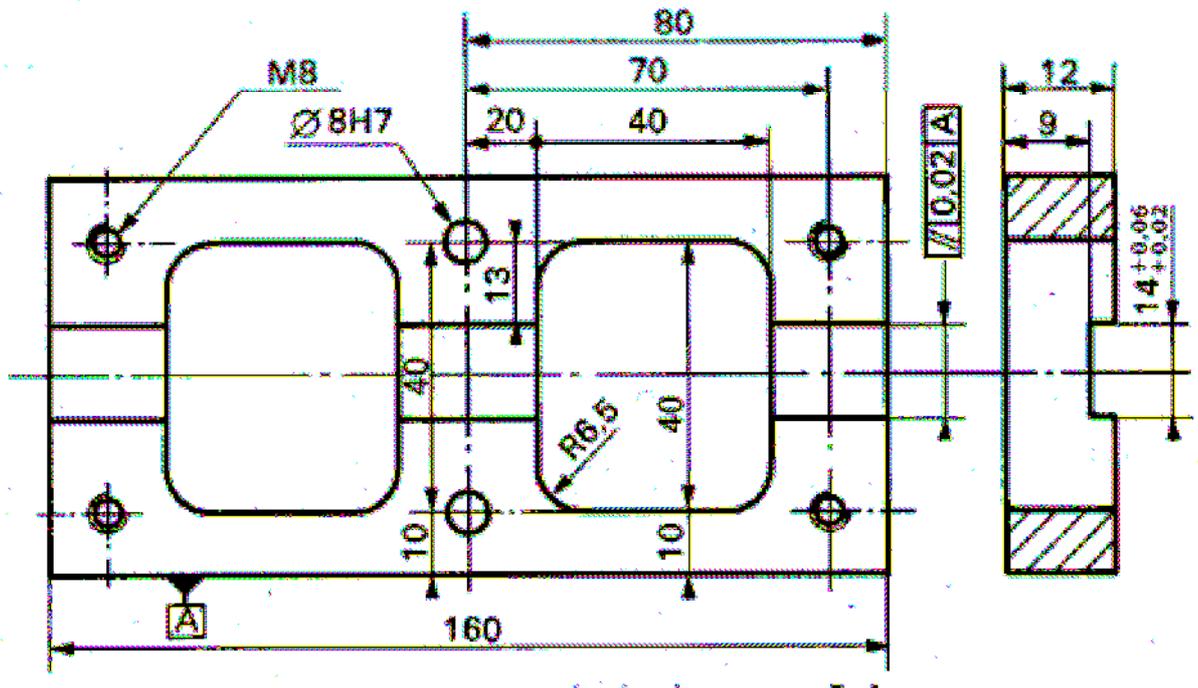


PROGRAMME	SCHEMAS	OBSER
<p> N10G0G21X200.E300. G97S1200M4 G0Z1.T0101M8 X72 G72W1.R1.(dressage) G72P20Q30U0.W0.F.2 N20G1E0. X-1 N30E1. G0 X72. G71U2.R2.(chariotage) G71P40Q50U0.W0.F.2 N40G1X40. E0. E-9. X45. E-11. X37.061E-19.71 X45.E-21. E-23. X65. E-25. X58.649E-31.968 X65.E-33. E-36 N50X70. G00 E1 G97S1200 X200.E300. G97S1200M4 T0303M8 G0Z1. X72. E-13. X45. G71U2.R2.(Realisation des gorge) G71P70Q80U0.W0.F.2 N70G1X45. E-13. X30.734E-15.318 E-18.682 N80X45.E-21. G0X72. E-27. X70. G71U2.R2. G71P90Q100U0.W0.F.2 N90G1X65. E-27. X50.734E-29.318 E-30.682 X65.E-33. N100X70. G0X72. E1. M9 G97S1200X200.E300.M5 M30 </p>		

2. APPLICATION EN FRAISAGE



DESSIN DE DEFINITION



TOLERANCE GENERALES : +0.1

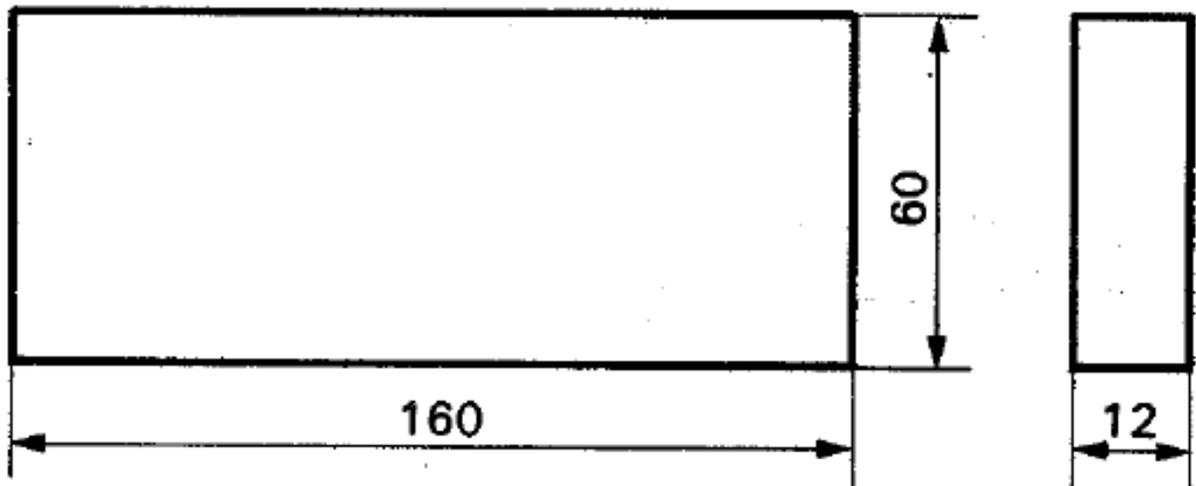
MATIERE : AU4G

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

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

DEFINITION DE L'USINAGE

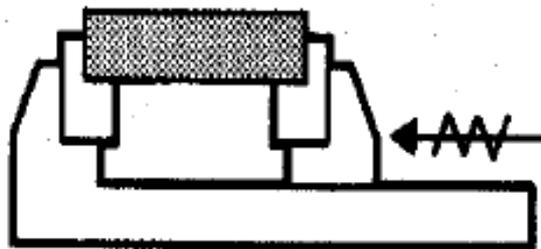
La phase à étudier porte sur l'ensemble des usinages réalisables, Sans démontage de la pièce, en fraisage.



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 -) 0, 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.

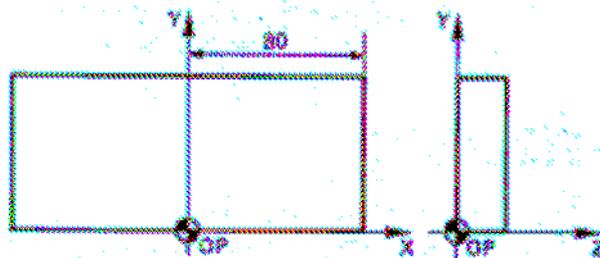
b) Tolérances géométriques, de forme et de position :

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:

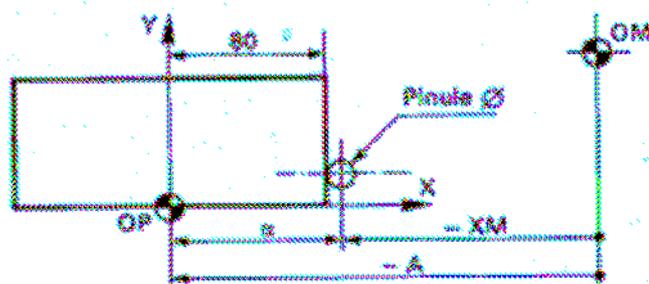
L'origine programme (OP) de la pièce correspond à l'origine du trièdre qui a servi à la cotation du dessin de définition. La pièce est symétrique par rapport à l'axe des y, ainsi défini.

ORIGINE PIECE OP

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

AXE X :

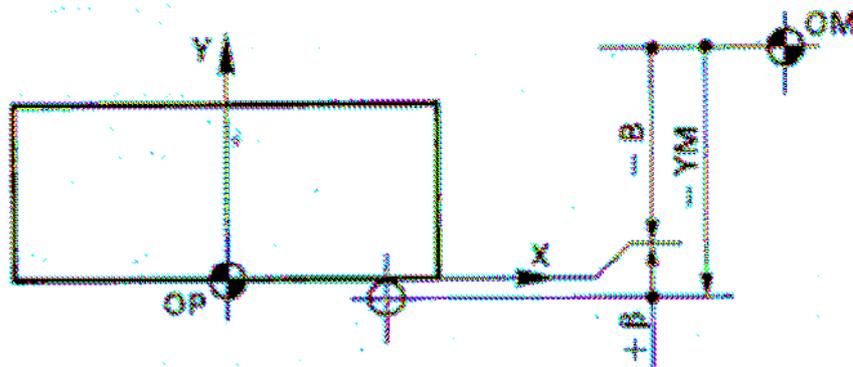
:



$$\alpha = 80 + R$$

Le décalage α est égal au rayon de la pinule +80

AXE Y :



Le décalage β 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

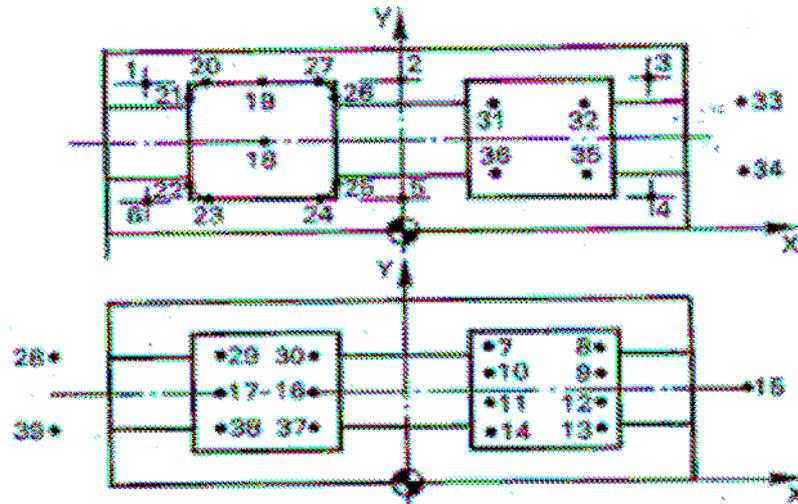
L'ensemble des usinages porte sur :

- .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
(OOPERATION 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
(OOPERATION 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
(OOPERATION 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
(OOPERATION 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.
(OOPERATION 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
(OOPERATION 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.
```

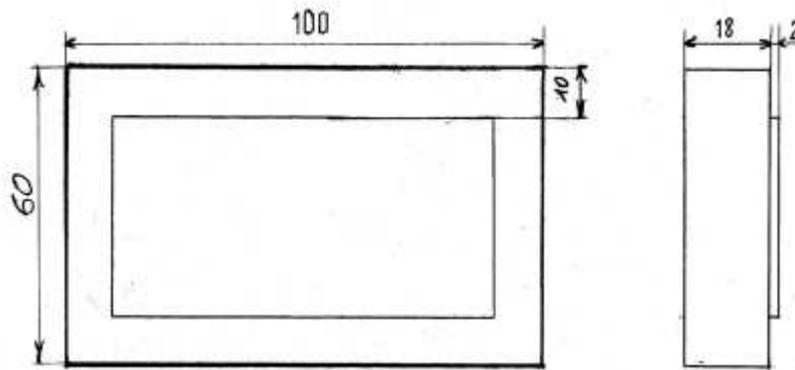
N890Y16.
N900X53.5
N910G3X54.Y16.5J.5
N920G1Y43.5
N930G3X53.5Y44.I-.5
N940G1X26.5
N950G3X26.Y43.5J-.5
N960G1Y16.5
N970G3X26.5Y16.I.5
N980G1X38.
N990G0Z2.
N100M9
N1010G91G28Z0.
N1020G90G0X300.Y100.M5
N1030M1
N1040T6M6
(OPERATION 7:REALISATION DE LA POCHE 2)
(FRAISE COUTEAU)
N1050G90G17G80G40
N1060S50M3
N1070G0X-40.Y30.
N1080G43Z50.H6
N1090MB
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
(OOPERATION 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 22 : PROGRAMMATION ET USINAGE SUR MACHINES A COMMANDE NUMERIQUE

TRAVAUX PRATIQUES

TP1 – Fraisage - Contournage d'un rectangle simple



1. Objectifs visés

Apprendre à programmer la réalisation d'un contour simple

2. Durée du TP

2h

3. Matériel

a) équipement et outillage :

- centre d'usinage (CN).
- fraise $\varnothing 20$ en ARS 4 dents (T1)
- pied à coulisse, jauge de profondeur

b) matière d'œuvre :

- AU4G
- Brute 100x60x20

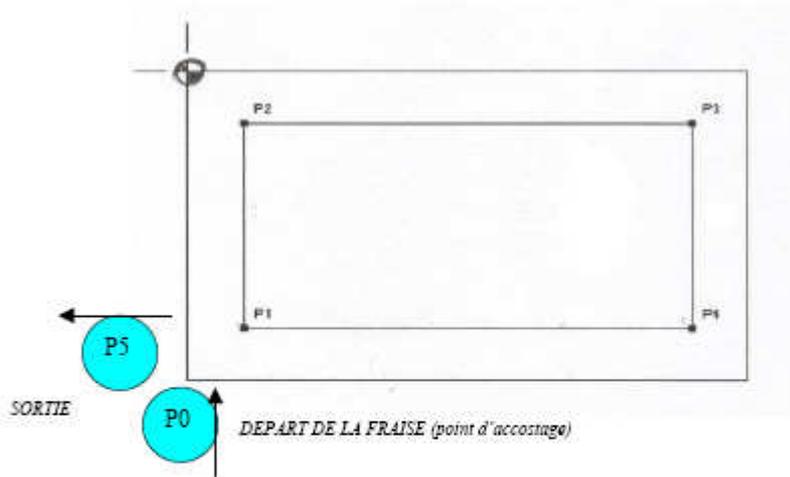
4. Description du TP : (voir dessin)



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

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

$$V_f = X \times s \times N$$

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

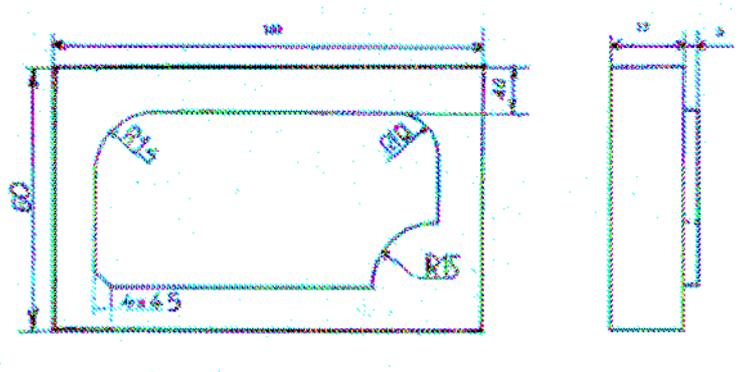
- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Etablir 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.

TP2 – Fraisage - Contournage d'un rectangle avec des angles arrondis



1. Objectifs visés

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

2. Durée du TP

3 h

3. Matériel

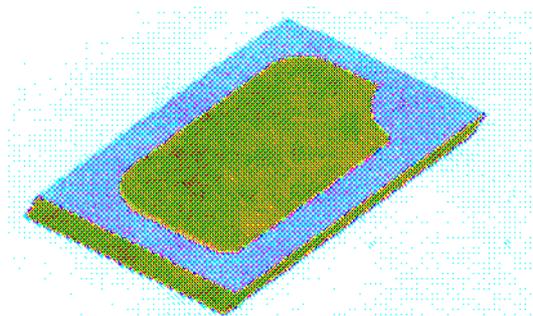
a) équipement et outillage :

- centre d'usinage (CN).
- fraise $\varnothing 35$ en ARS 4 dents (T1)
- pied à coulisse, jauge de profondeur

b) matière d'œuvre :

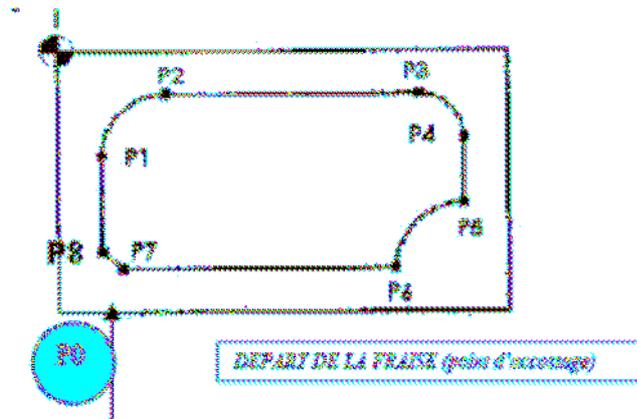
- AU4G
- Brute 100x60x20

4. Description du TP : (voir dessin)



5. 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

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

$$V_f = X : x \times N$$

N° d'outil	désignation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
T1	Fraise Ø 35 en ARS	900 tours/min	360 mm/min

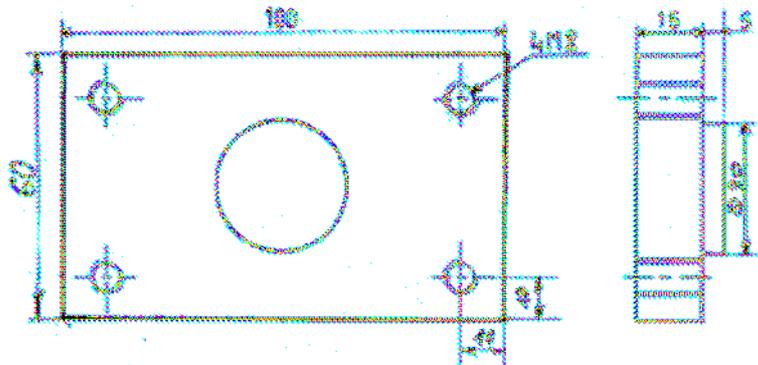
- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Etablir le programme

```
O2222
(FORMAT: FANUC 21IMA)
N10G17G80G40G54
N20T1M6 (FRAISE EN CARBURE DIAMETRE 35 4 DENTS)
N30S900M3
N40G90G0X-7.5.Y-80.
N50G43Z2.H1
N60M8
N70G12-3.F360.
N80G41X10.D1
N90Y-24.
N100G2M24.Y-10.I14.
N110G1X80.
N120G2M90.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.

TP3 – Fraisage - Contournage d'un teton Ø 30, application perçage taraudage



1. Objectifs visés

Apprendre à 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 taraudage).

2. Durée du TP

4 h

3. Matériel

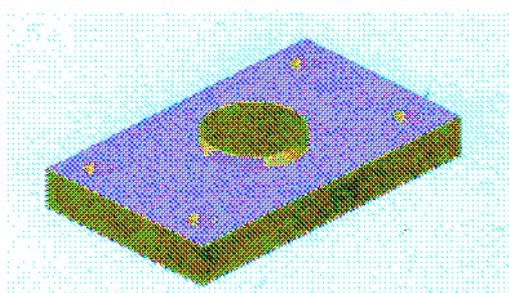
a) équipement et outillage :

- centre d'usinage (CN).
- fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)
- foret à center Ø 2,5
- foret Ø 6,75
- Taraud M8

b) matière d'œuvre :

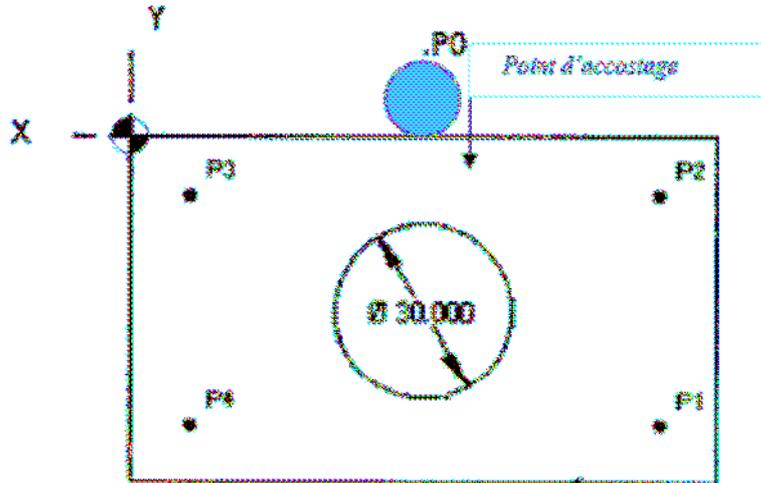
- AU4G
- Brute 100x60x20

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

$$N = 1000 X Y / \pi X D$$

$$V_f = f_z X_c \times N$$

N° d'outil	designation	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance
T1	Ø 30 (4 plaquette en carbure métallique)	1800 tours/min	250 mm/min
T2	Juret à centré Ø 2.5	2100 tours/min	340 mm/min
T3	Juret Ø 6.75	1150 tours/min	360 mm/min
T4	Taraud M8	50 tours/min	62.5 mm/min

- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Etablir le programme

```

N250M8
N260G81G98X90.Y-50.Z-3R2.F340.
N270Y-10.
N280X10.
N290Y-50.
N300G0G80Z2.
N310M9
N320G91G28Z0.
N330G90G0X0.Y0.M8
N340M1
N350T3M6 (FORET DIAMETRE 6.75)
(OOPERATION 3 perçage)
N360G90G17G80G40
N370S1350M3
N380G0X90.Y-50.
N390G43Z2.H3
N400M8
N410G81G98X90.Y-50.Z-2R2.F300.
N420Y-10.
N430X10.
N440Y-50.
N450G0G80Z2.
N460M9
N470G91G28Z0.
N480G90G0X0.Y0.M8
N490M1
N500T4M6 (TRAUD M6)
(OOPERATION 4 traudage)
N510G90G17G80G40
N520S50M3
N530G0X90.Y-50.
N540G43Z2.H4
N550M8
N560G81G98X90.Y-50.Z-21R2.F62.5.
N570Y-10.
N580X10.
N590Y-50.
N600G0G80Z2.
N610M9
N620G91G28Z0.
N630G90G0X0.Y0.M8
N640M30
O2223
(Le sous programme: 2223)
N10Y10.
N20G3J-40.F250.
N30M99

```

```

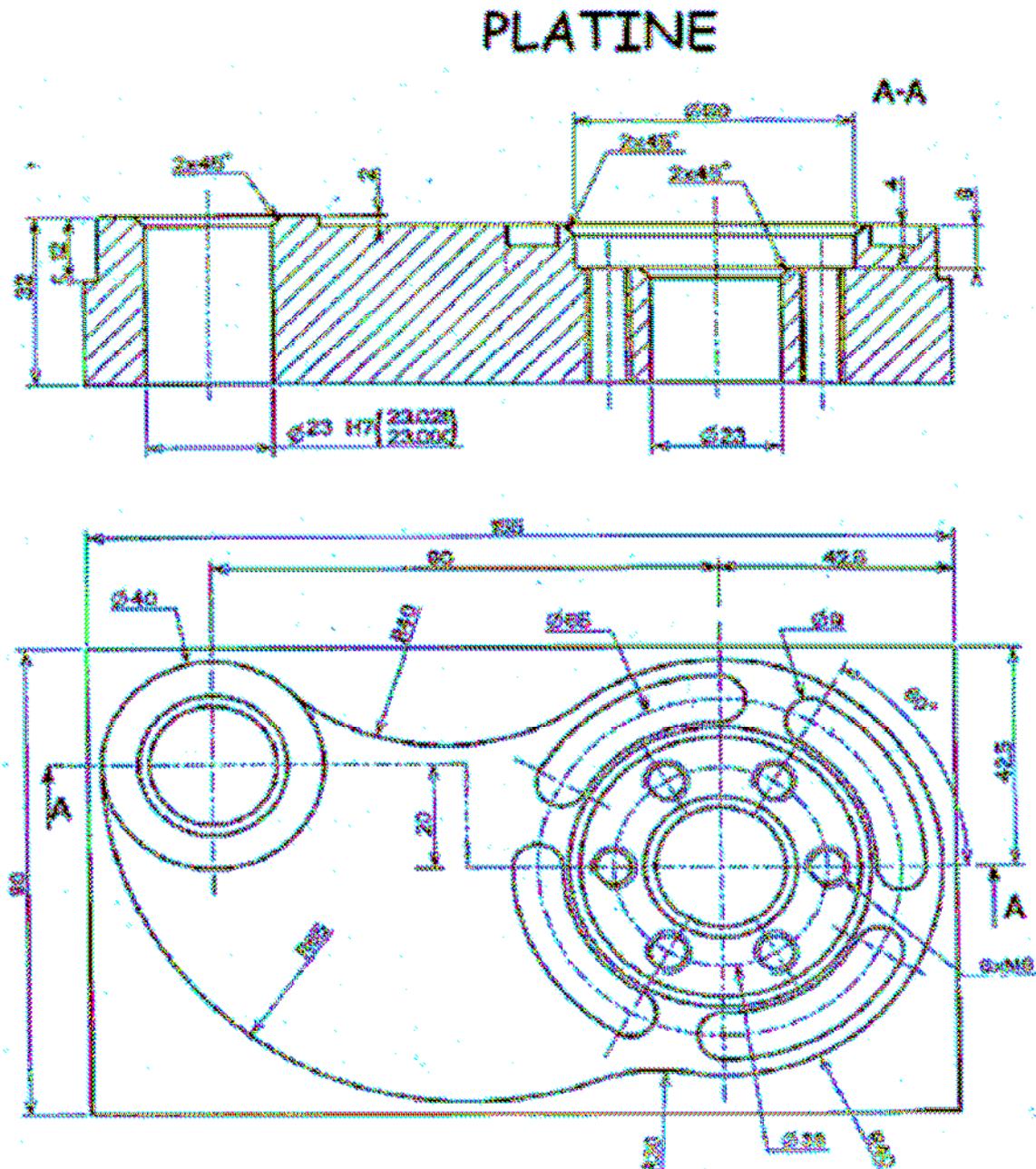
N250M8
N260G81G98X90.Y-50.Z-3R2.F340.
N270Y-10.
N280X10.
N290Y-50.
N300G0G80Z2.
N310M9
N320G91G28Z0.
N330G90G0X0.Y0.M5
N340M1
N350T3M6 (FORET DIAMETRE 6.75)
(OOPERATION 3 perçage)
N360G90G17G80G40
N370S1350M3
N380G0X90.Y-50.
N390G43Z2.H3
N400M8
N410G81G98X90.Y-50.Z-2R2.F300.
N420Y-10.
N430X10.
N440Y-50.
N450G0G80Z2.
N460M9
N470G91G28Z0.
N480G90G0X0.Y0.M5
N490M1
N500T4M6 (TARAUD M8)
(OOPERATION 4 taraudage)
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.

TP4 – Fraisage - Dessin de definition platine

1. Objectifs visés



2. Durée du TP

4 h

3. Materiel

a) matière d'œuvre :

- AU4G

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

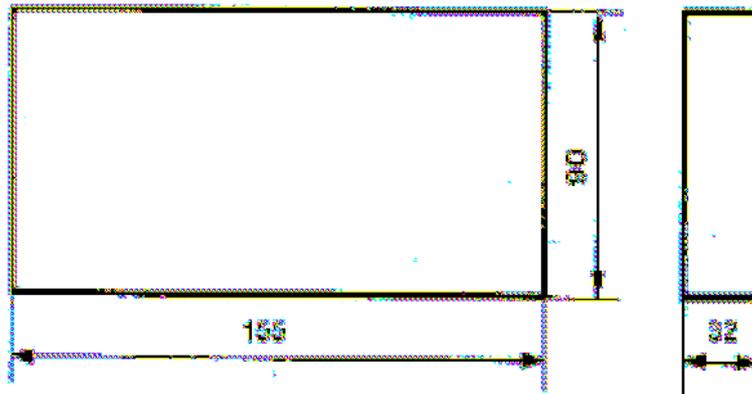
4. Description du TP : (voir dessin)

Déterminer :

- L'avance.....
- La vitesse de coupe.....
- La lubrification.....

DEFINITION DE L'USINAGE

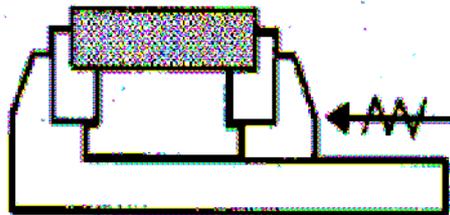
La phase à étudier porte sur l'ensemble des usinages réalisables, sans démontage de la pièce, en fraisage.



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 12 mm

OPERATION 2 : contournage du téton Ø 40 mm profondeur 2mm

OPERATION 3 : pointages, perçage de tous les trous

OPERATION 4 : alésage des deux diamètres Ø 23 H7

OPERATION 5 : évidement du Ø50 profondeurs 8 mm

OPERATION 6 : réalisation des rainures en arc largeur 9 mm

OPERATION 7 : taraudage des trous M8

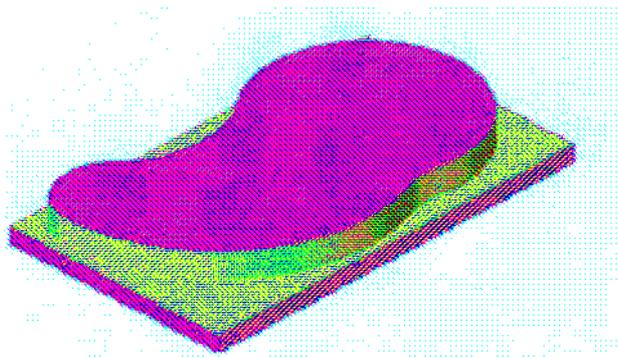
OPERATION 8 : chanfreinage

CHOIX DES OUTILS

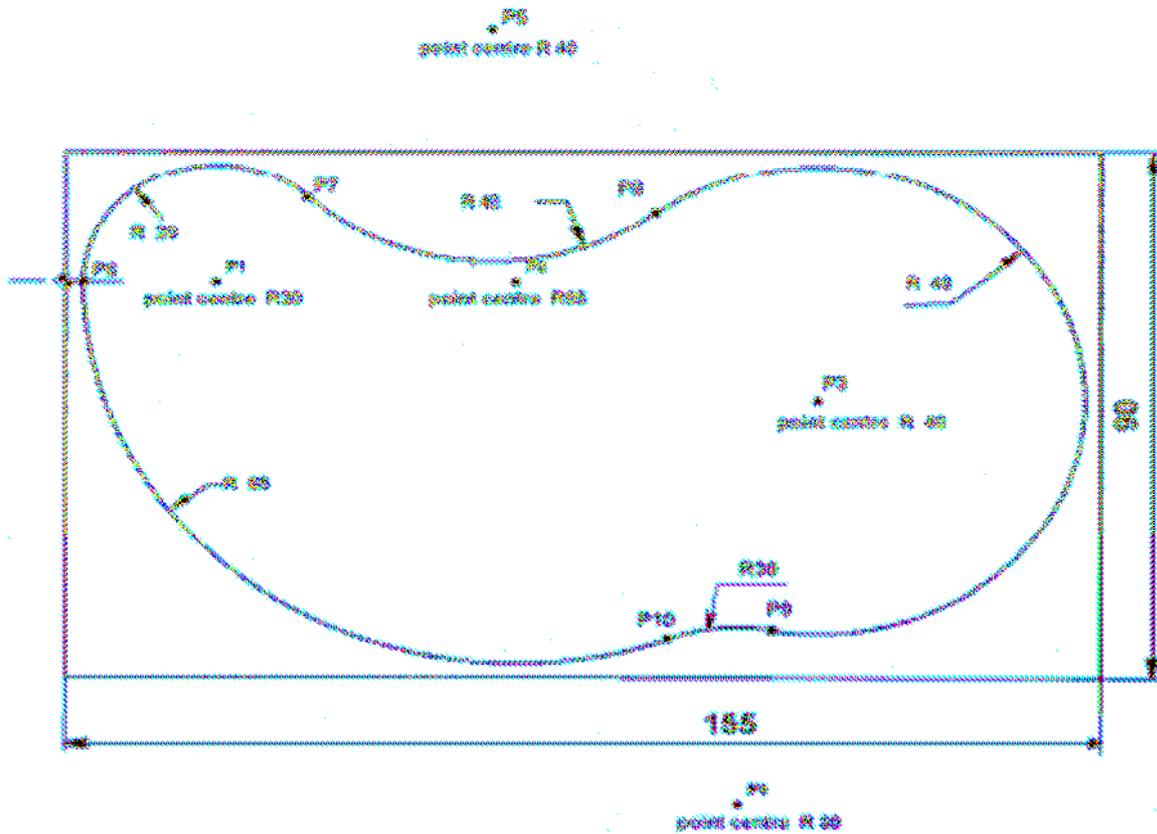
N° D'OUTIL	DISIGNATION	N° D'OPERATION
T1	<i>fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique</i>	1
T1	« «	2
T2	<i>foret a centré Ø 2.5 mm</i>	3
T3	<i>foret Ø 6.75 mm</i>	3
T4	<i>foret Ø 20 mm</i>	3
T5	<i>fraise Ø 18 mm en ARS 4 dents</i>	4
T5	« «	5
T6	<i>fraise Ø 8 mm en ARS 4 dents</i>	6
T7	<i>Taraud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

5. Deroulement du TP

- a) Realisation de l'operation n°1 (contournage de la platine)



- Recherche des points



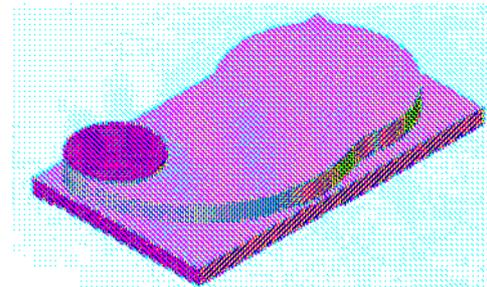
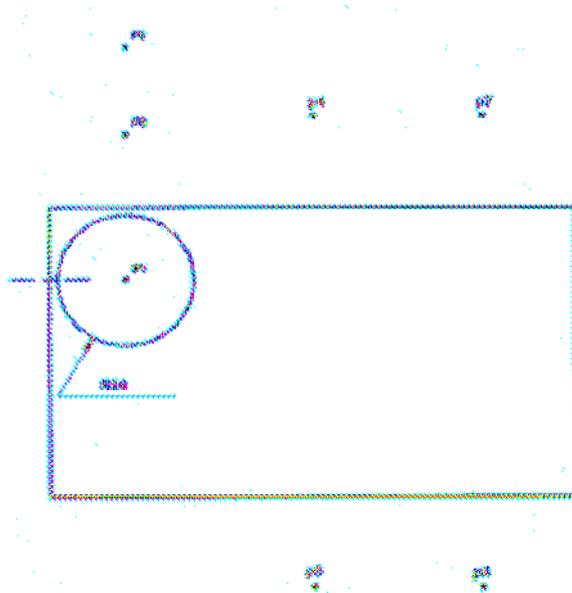
N°	POINT	X	Y
1		22.5	0
2		67.5	0
3		112.5	-20
4		100.721	-89.002
5		63.832	43.493
6		2.5	0
7		36.277	14.498
8		88.166	11.747
9		105.7	-59.43
10		90.23	-60.896

- Etablir le programme

```

O7777
( FORMAT: FANUC 21IMA)
N10G17G80G40G54
N20TIM6
( 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
N220G91G2820.
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-22.9Y0.I-31.473J84.318
N60X53.499Y32.62I45.
N70G3X63.038Y28.514I10.333J10.873
N80G0Z2.
N90M99
%
```

b) Realisation de l'operation n°2 (réalisation du teton)



- Recherche des points

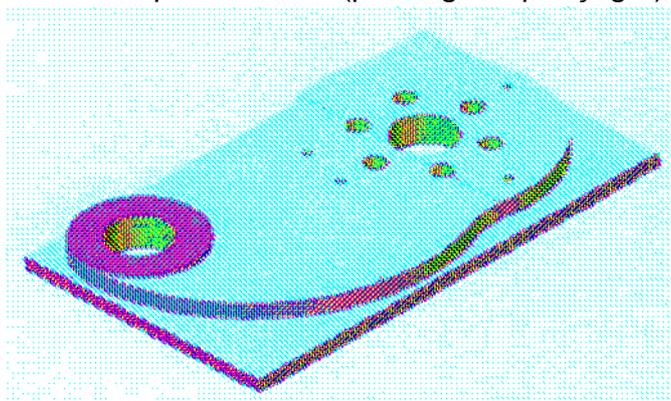
N°	POINT	X	Y
1		22.5	0
2		22.5	72
3		22.5	45
4		78	50.5
5		78	-95.5
6		128	-95.5
7		128	50.5

- Etablir le programme

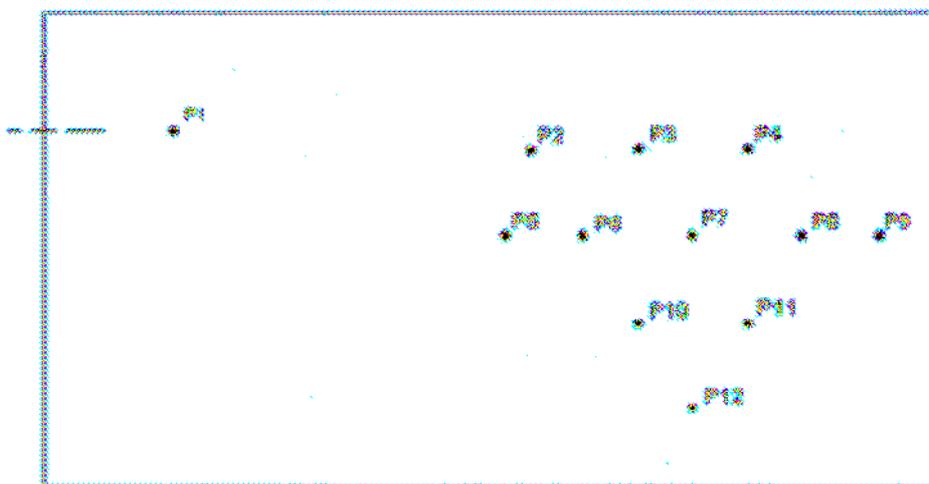
```

O7779
N10G17G80G40G54
N20T1M6
( OPERATION 2: CONTOUR DU TETON)
( FRAISE DIAMETRE 50 )
N30S1200M3
N40G90G0X22.5Y72.
N50G42Z15.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
    
```

c) Realisation de l'opération n°3 (pointage et per çage)



- Recherche des points



N° POINT	DESIGNATION	X	Y
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

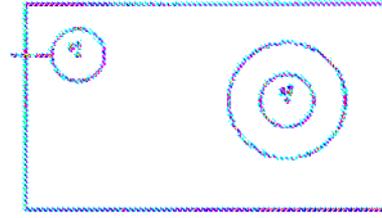
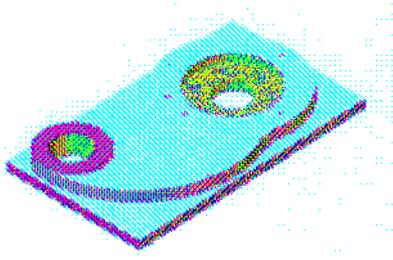
- Etablir le programme

```

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

```

d) Réalisation des opérations n°4 et 5 (alésage 23 H7 évidemment Ø 50 mm)



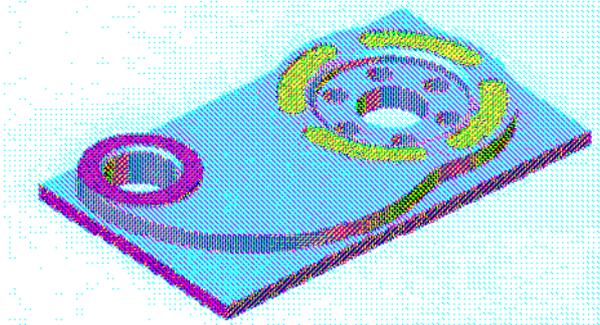
- Recherche des points

POINT	X	Y
1	22.5	0
2	112.5	-20

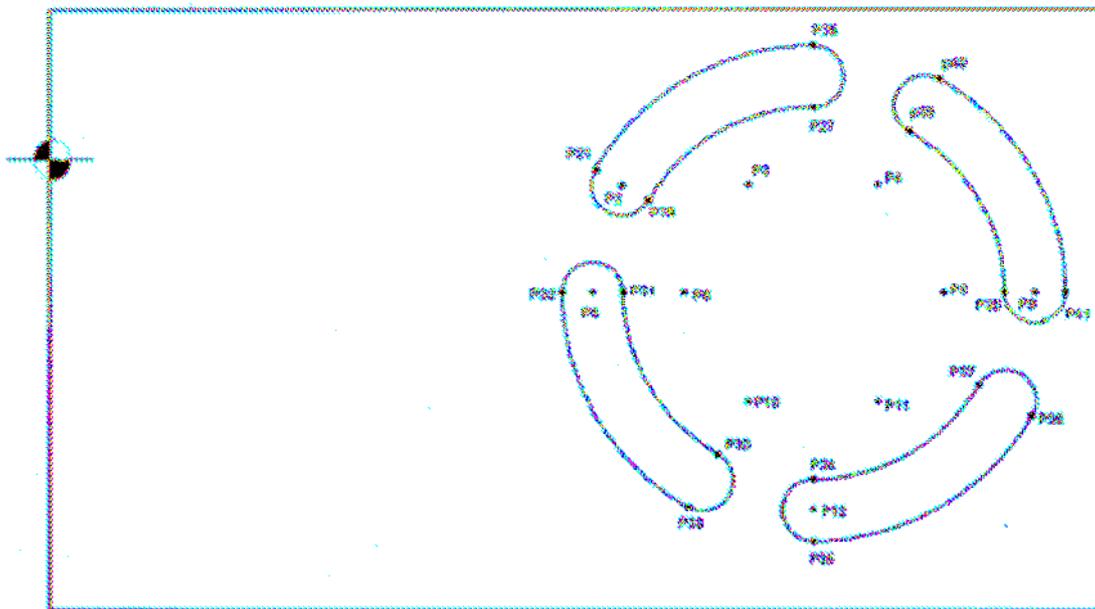
- Etablir le programme

```
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
*
```

- e) Realisation des operations 6, 7 et 8 (réalisation des rainures, taraudage M8 et les chanfreines 2x45°)



- 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.

- Etablir le programme

```
*
O7782
N10G17G80G40G64
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.
N100Y1Z-.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.
```

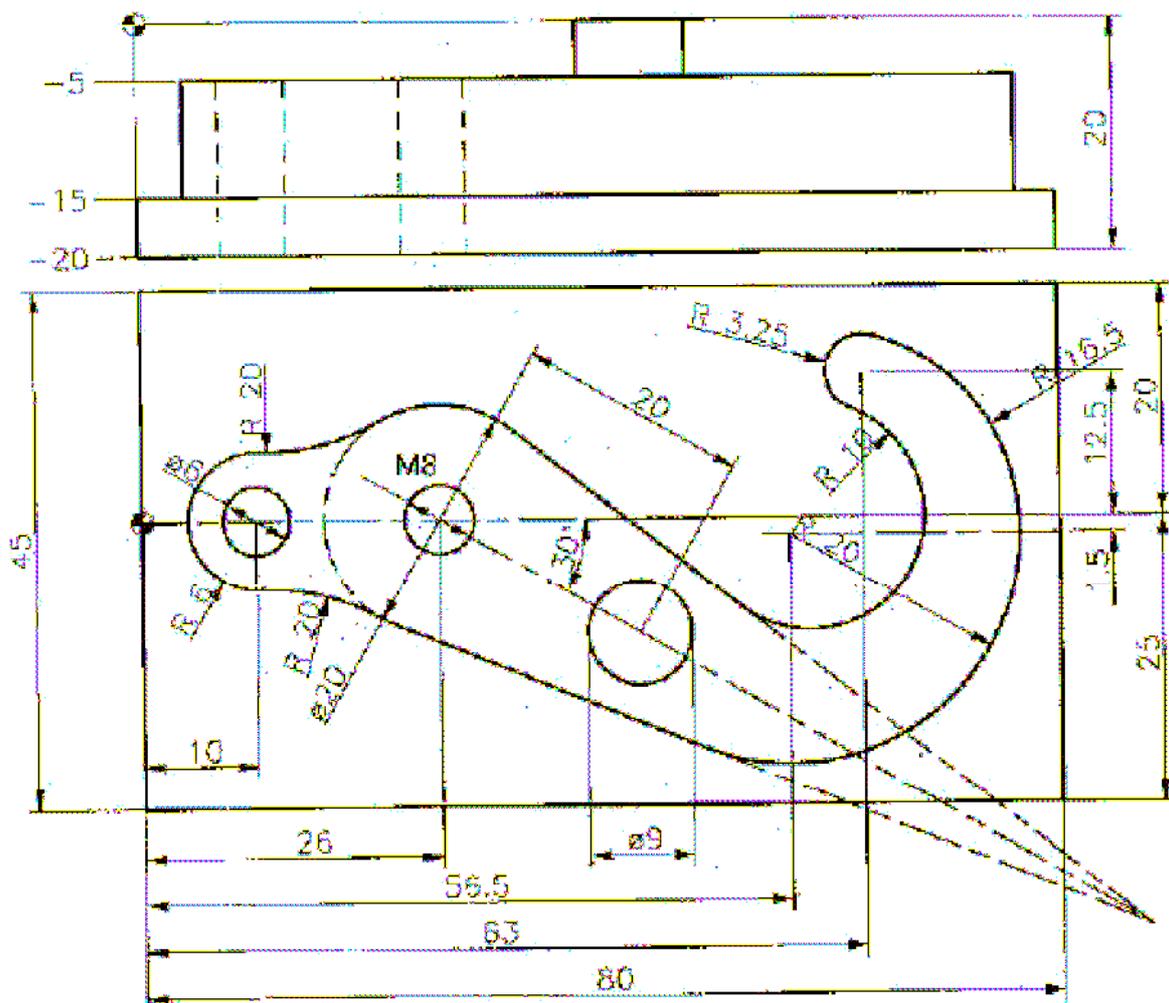
(Chanfreinage de DIAMETRE :23H7 (2))

```
N850G90G0X112.5Y-8.5
N860Z2.
N870G1Z-10.F50.
N880G3J-11.5F100.
N890G0Z2.
```

```
N900M8
N910G91G28Z0.
N240M5
N250M30
```

TP5 – Fraisage - Exercice de synthèse - Crochet**1. Objectifs visés**

Application de synthèse des difficultés vues dans les TP précédents.

**2. Durée du TP**

8 h

3. Matériel

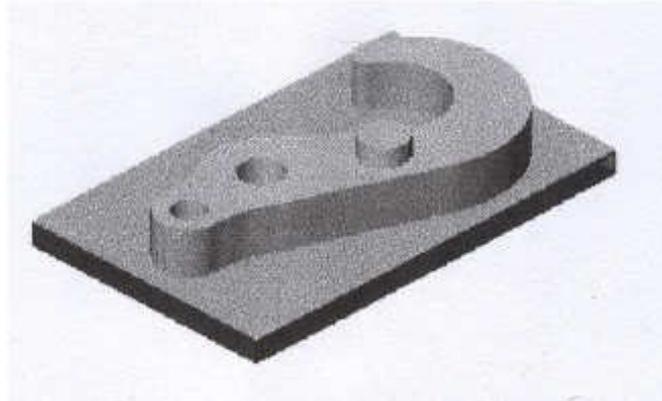
a) équipement et outillage :

- centre d'usinage (CN).
- 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 à centrer $\varnothing 2,5$
- foret $\varnothing 6,75$
- taraud M8

b) matière d'œuvre :

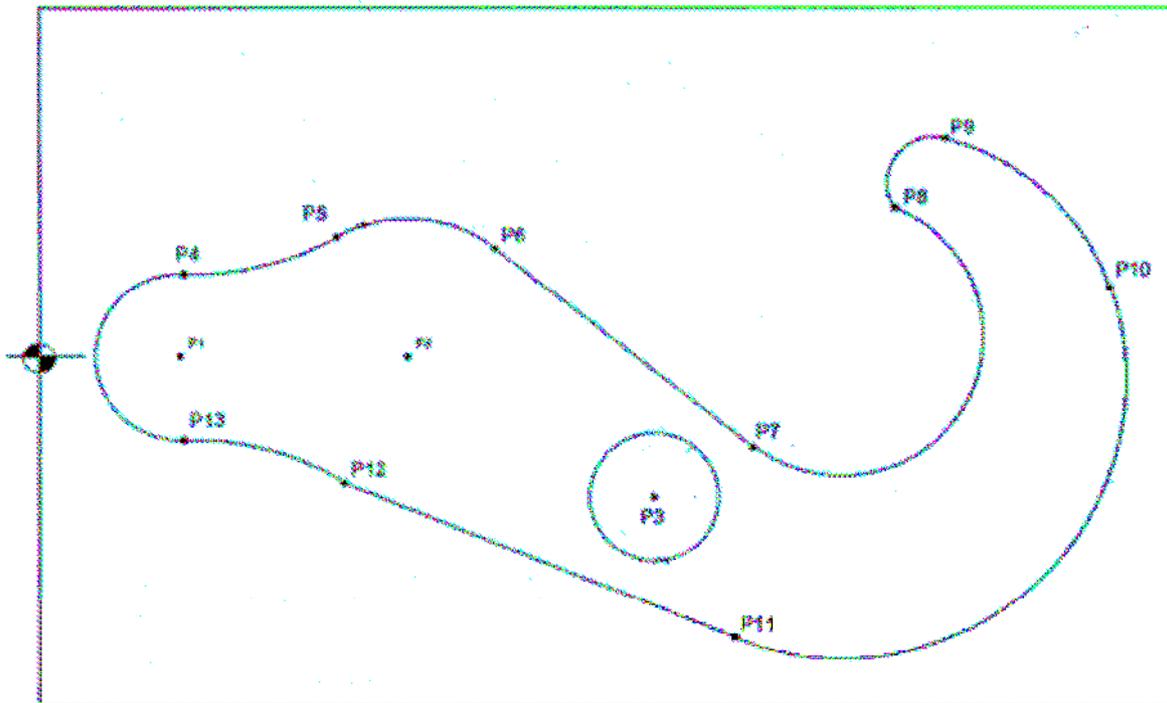
- AU4G
- Brute 80X45X20

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 coupe 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
T1	fraise Ø 50 (4 plaquette en carbure métallique)	1500 tour/mn	200 mm/mn
T2	fraise Ø 22 en (ARS)	1400tour/mn	560mm/mn
T3	fraise Ø 18 en (ARS)	1700tour/mn	680mm/mn
T4	foret a centré Ø 2.5	2000tour/mn	800mm/mn
T5	foret Ø 6.75	1800tour/mn	720mm/mn
T6	Taraud M8	50tour/mn	62.5mn/mn

- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Etablir le 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

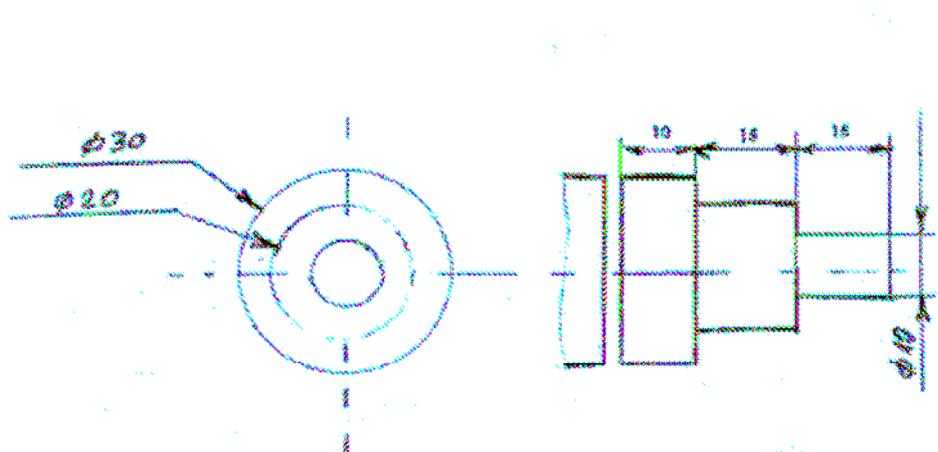
```
N600G91G28Z0.  
N610M5  
N620M1  
N630T4M6  
(OPERATION 5: centrage)  
(FORET a centrer 2.5mm)  
N640G90G17G80G40  
N650S2000M3  
N660G0X10.Y0.  
N670G43Z2.H4  
N680M8  
N690G81G98X10.Y0.Z-3R2.F800.  
N700X26.  
N710G0G80Z2.  
N720M9  
N730G91G28Z0.  
N740T6M6  
(OPERATION 6: perçage)  
(FORET DIA 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
N70G2X63.783Y15.854I2.752J1.729
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
N70G2X63.783Y15.854I2.752J1.729
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.

TP6 – Tournage - Piece épaulée



1. Objectifs visés

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

2. Durée du TP

2 h

3. Matériel

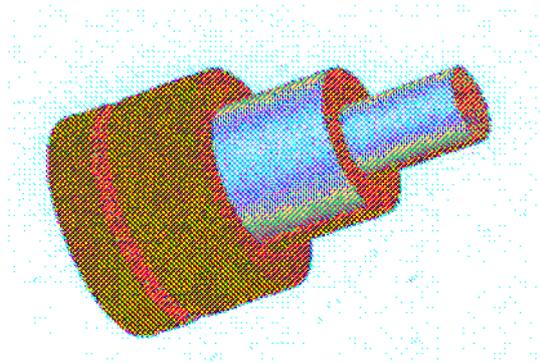
a) équipement et outillage :

- tour à commande numérique (CN).
- outil à dresser et à charioter gauche en carbure métallique
- outil à tronçonner en carbure métallique
- pied à coulisse, jauge de profondeur

b) matière d'œuvre :

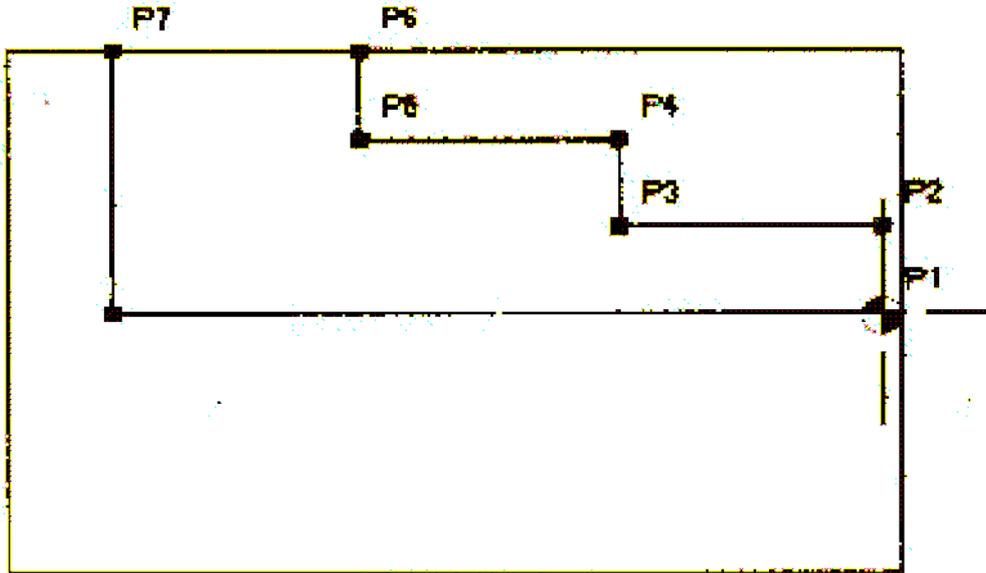
- Aluminium (composition chimique sans importance)
- Brute $\phi 30 \times 45$

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 coupe

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

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

- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon

- Etablir le programme

O4444

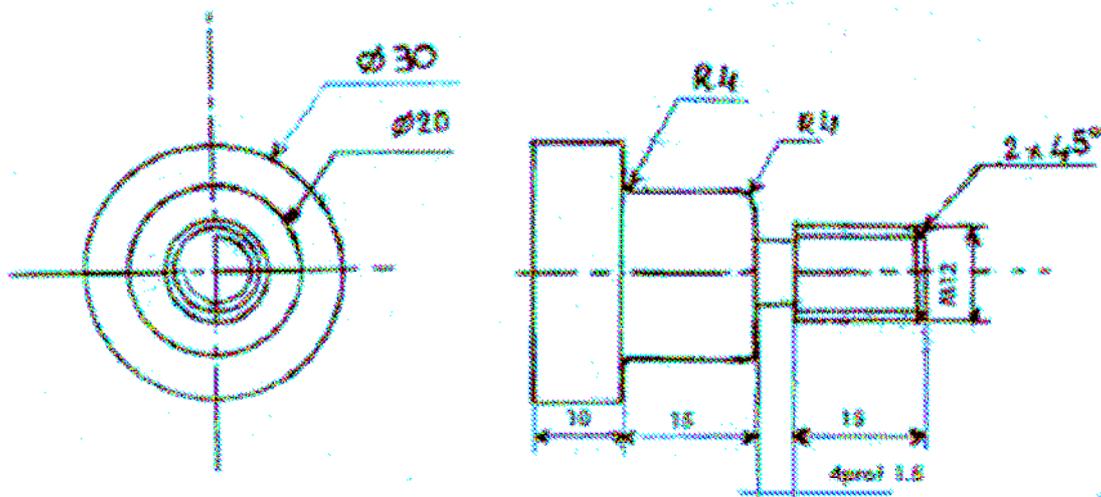
```
(FORMAT: FANUC 21ITA)
(OPERATION 1 DRESSA
(OUTIL A DRESSER ET A CHARUIOTER GAUCHE)
N10G0G21X200.Z200.
N20G97S1200T0100M4
N30G0Z1.T0101M8
N40X32
N50G1F.2
N60Z0.
N70X-1
N80Z1.
(OPERATION 2:chariotage)
(OUTIL A DRESSER ET A CHARUIOTER GAUCHE)
N90G0
N100X32.
N110Z1
N130X28.
N140Z-30.
N150X30.
N160G0Z1
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)
(OOPERATION 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.

TP7 – Tournage - Piece filetée



1. Objectifs visés

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. Durée du TP

4 h

3. Matériel

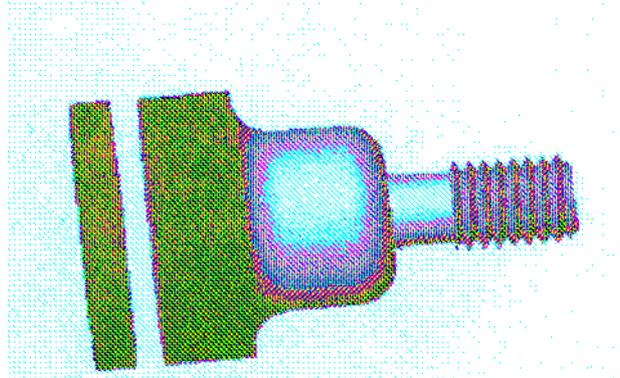
a) équipement et outillage :

- tour à commande numérique (CN).
- outil à dresser et a charioter gauche
- outil à tronçonner (épaisseur 4 mm)
- outil à fileter triangulaire 60°
- foret à centrer diamètre 2,5 mm
- 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)



5. Deroulement du TP

- Recherche des points

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

- Choix des conditions de coupe

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

- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil et son rayon
- Etablir le programme

```

O5555
(FORMAT: FANUC 21ITA)
(OPERATION 1: dressage)
(OUTIL À DRESSER ET À CHARIOTER)
N10G021X200.Z300.
N20G9781200T0100M4
N30G021.T0101
N40X32
N50G120.F.2
N60X-1
(OPERATION 2: ébauche chariotage)
(OUTIL À DRESSER ET À CHARIOTER)
N70G022
N80X7.
N110G71U.1R.1
N120G71P130Q220U.2W.2F.2
N130G1X6.
N140Z2
N150X12.Z-2.
N160Z-15.
N170X8.3542-19.
N180X12.
N190G3X20.Z-23.K-4.
N200G1Z-30.
N210G2X28.Z-34.I4.
N220G1X30.
N230G70P130Q220
    
```

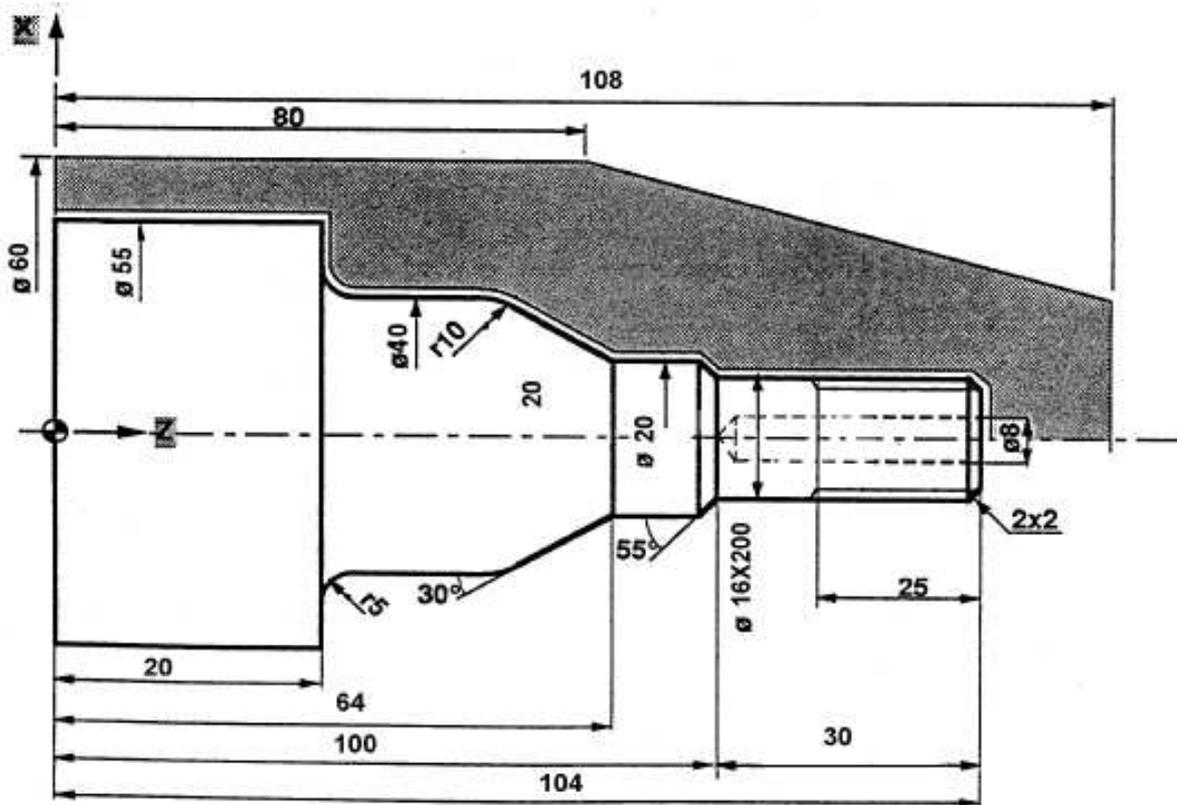
```

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

TP8 – Tournage - Exercice de synthèse



1. Objectifs visés

Application de synthèse des difficultés vues dans les TP précédents du tournage.

2. Durée du TP

8 h

3. Matériel

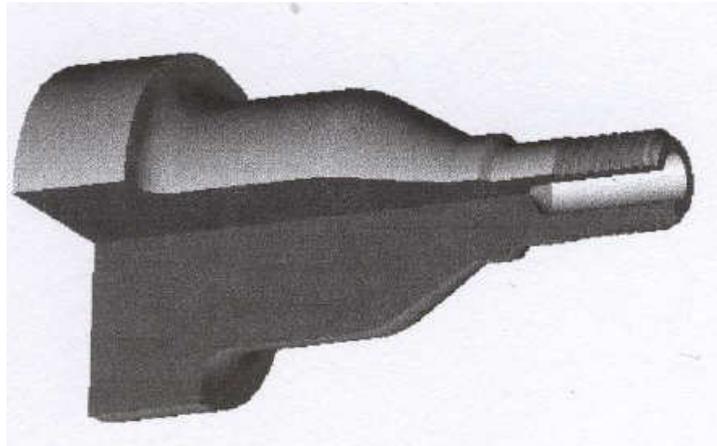
a) équipement et outillage :

- tour à commande numérique (CN).
- 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 8 mm
- pied à coulisse, jauge de profondeur

b) matière d'œuvre :

- acier A42
- brute $\varnothing 60$, longueurs 108 mm

4. Description du TP : (voir dessin)

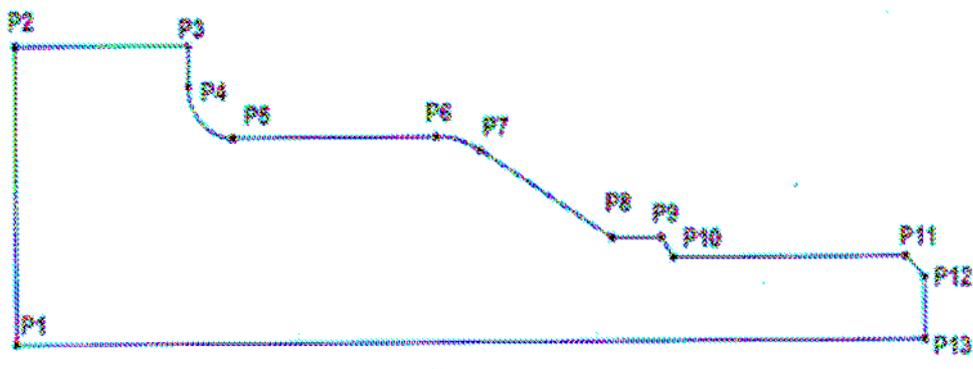


Travail demandé

- Application d'un cycle d'ébauche profondeur de passe 2 mm, réserver 0,15 mm sur la face, 0,5 mm sur le diamètre
- D'un cycle de perçage avec brise coupeaux
 - Valeur première pénétration : 4 mm
 - Valeur dernière pénétration : 2 mm
 - Vitesse d'avance : 0,1 mm/t
- D'une exécution de profil fini
- D'un cycle de filetage avec :
 - Pas de 2 mm
 - Profondeur du filet : 1,226 mm
 - Angle de pénétration 30°
 - Nbre de passe : 9

5. Deroulement du TP

- Recherche des points



N° POINT	Z	X
P1	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 coupe

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

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

- Réglage de la machine
 - Régler l'origine machine
 - Introduire la longueur d'outil en X et en Z
- Etablir le programme

```

%
O7777
(FORMAT: FANUC 21ITA)
(OPERATION 1:dressage)
(OUTIL A DRESSER ET A CHARIOTER GUAUCHE)
N10G0G21X200Z200
N20G97S550T0100M3
N30G0Z147.T0101M3
N40X62
N50Z108.
N60G72W1.R1. {CYCLE D'EBAUCHE DE FACE (dressage)}
N70G72P90Q110U0.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
N220G3X16.2101.797I-.144K-.144
N230G1Z75.303
N240X19.827Z73.963
N250G3X20.273.797I-.117K-.166
N260G1Z68.181
N270X37.266Z53.229
N280G3X40.248.127I-8.836K-5.102
N290G1Z24.797
N300G2X49.594Z20.I4.797
N310G1X57.594
N320G3X58.219.797K-.203
N330G1Z-.203
N340X60.
N350G70P190Q340
N360G0X62.
N370Z147.
N380G97S600

```

```
N390X0.Z0.T0100
N400M1
(OOPERATION 3: CENTRAGE)
(FORET A CENTRER)
N410G0X200Z200
N420G97S600T0300M3
N430G0Z147.T0303M8
N440X0.
N450Z109.
N460G1Z1018F.2
N470G0Z120.
N490G97S600
N500X200Z200.T0300
N510M1
(OOPERATION 4: PERCAGE)
(FORET DIAMETRE 8 MM)
N530G97S600T0400M3
N540G0Z147.T0404M8
N550X0.
N560Z109.
N570G74R2.
N580G74Z2748Q4000F.2
N590G0Z147.
N600M9
N610G97S600X0.Z0.T0400M5
N620M1
(OOPERATION 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.

MODULE 22 : PROGRAMMATION ET USINAGE SUR MACHINES A COMMANDE NUMERIQUE

EVALUATION DE FIN DE MODULE

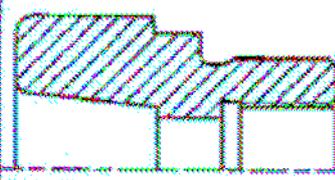
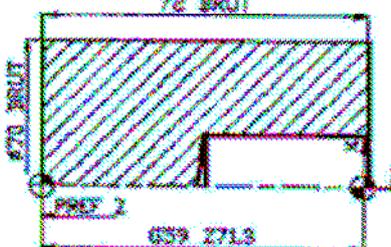
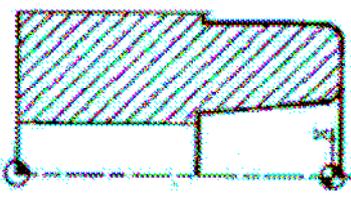
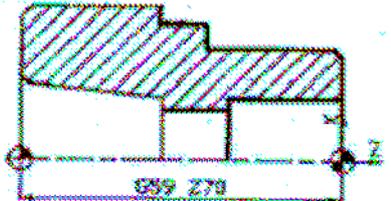
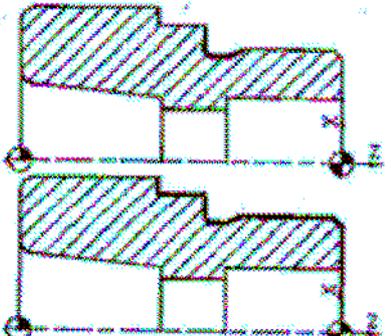
3. Description du TP : (voir dessin)

Travail demandé

- g) Définition des points de la programmation.
- h) Choisir les outils et les conditions de coupe.
- i) Etablir le programme.
- j) Introduire le programme dans la machine (manipulation de pupitre de la machine).
- k) Faire les réglages des origines.
- l) Faire les corrections des outils.
- m) Réaliser la pièce

4. Deroulement du TP

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

PH C/PH		OPERATIONS	CROQUIS	DUT. N°	CON. N°	REF. PORTE DUT.	REF. PLAQUET.
ANALYSE DE FABRICATION							
PLAN N°			PROGRAMME N°	ETABLI PAR			
			Feuille 1/8				
10	A	TOURNAGE EN MORS DURS a_Bressage de face		T4	D4		CNRH 12 04 04 - 0R P25
	B	Percage Ø20 sur la partie de la pièce		T2	D2		LCMX 03 03 03 - 03 P45
20	A	RETOURNEMENT EN MORS DURS a_Bressage de face b_Ebauche ext.		T4	D4		CNRH 12 04 04 - 0R P25
	B	Percage Ø20 sur la long-restante		T2	D2		LCMX 04 03 03 - 03 P45
	C	Ebauche des alésages		T5	D5		TPMR 11 03 03 P25
	D	Finition ext.		T7	D7		VBMT 16 04 04 - 03 P10
	E	Finition des alésages		T6	D6		CCMT 09 03 02 - 0F P65
30	A	USINAGE EN MORS Doux a_Bressage de face b_Ebauche ext.		T4	D4		CNRH 12 04 04 - 0R P25
	B	Ebauche des alésages		T5	D5		TPMR 11 03 03 P25
	C	a- Ebauche gorge b-Finition ext.		T7	D7		VBMT 16 04 04 - 03 P10

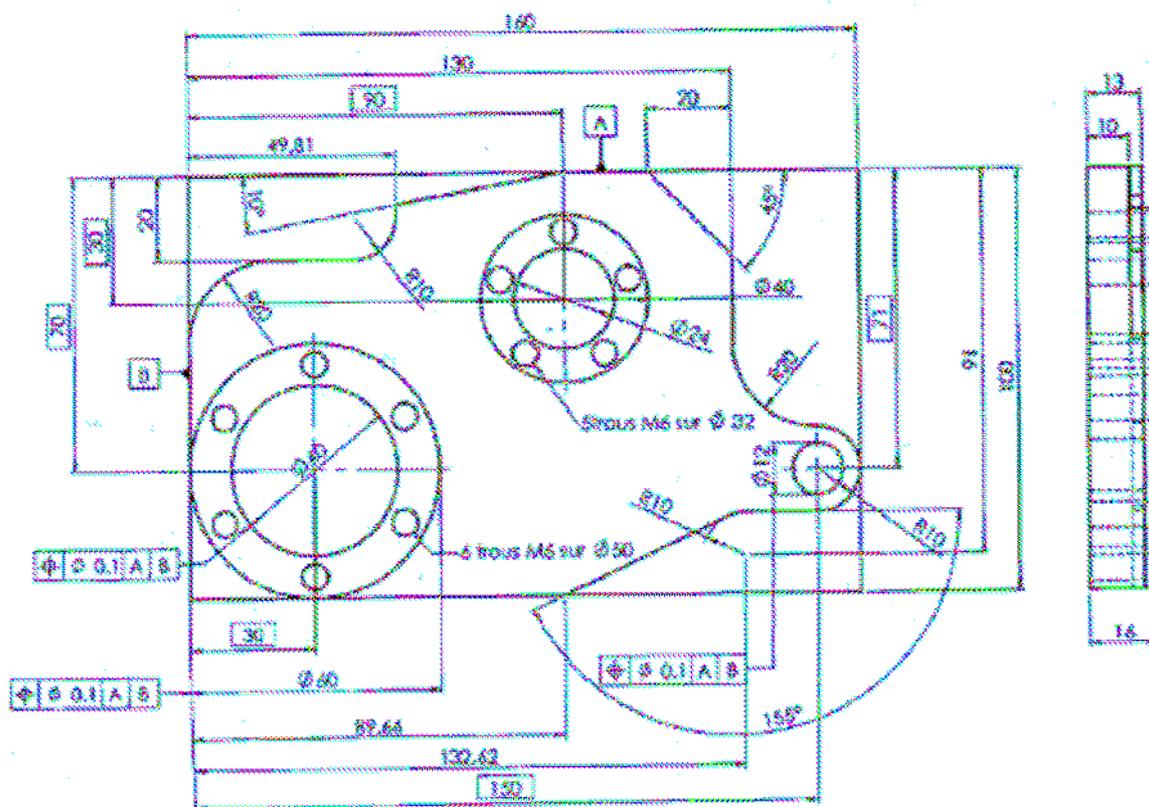
PH. S./PH.	OPERATIONS	DESSINS	OUT. N°	COR. IF	REF. PORTE OUT.	REF. PLAQUET.
D	Finition des alésages		T6	D6		DDM7 D9 T3 D2 - UF P05
E	Gorge INT.		T1	D11 D1		L154 S1 3 215 P10
F	Filetage INT.		T9	D2		R166 D1 L5M101 150 P29
G	Filetage ext.		T3	D3		R166 D5 L5M101 150 P25

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

B. Evaluation de fin de module (en fraisage)



1. Durée du TP

8 h

2. Matériel

a) équipement et outillage :

- 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

3. Description du TP : (voir dessin)

Travail demandé

- a) Définition des points de la programmation.
- b) Choisir les outils et les conditions de coupe convenables.
- c) Etablir le programme.
- d) Introduire le programme dans la machine (manipulation de pupitre de la machine).
- e) Faire les réglages des origines.
- f) Faire les corrections des outils.
- g) Réaliser la pièce

4. 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 alésages 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

Ouvrage	Auteur	Edition
Guide pratique de la commande numérique	R. INTARTAGLIA P. LECOQ	1986
La commande numérique pour tous	MOURICE CARDON RENE PAURIOL	1982
Usinage et commande numérique	A. CORNAND F. KOLB J. LACOMBE I. RAK	1987
La commande numérique par calculateur (tournage)	PAUL GONZALEZ	1985
Module 15 Programmation des MOCN	ALAOUI ISSAM ISTARI FES	OFPPT