

Cours CAO / CFAO

Université de M'sila



CH III : PROGRAMMATION DES MOCN

Dr : ARSLANE Mustapha

MAB à l'université de M'sila

Département de Génie Mécanique

Table des matières



Objectifs	3
I - Chapitre III. PROGRAMMATION DES MOCN	4
1. Description des différents modes de programmation	5
1.1. <i>Programmation manuelle (Le langage ISO)</i>	5
1.2. <i>Le langage conversationnel sur pupitre de la C.N (Programmation en g-code guide programming)</i>	6
1.3. <i>Les langages de haut niveau ou Programmation assistée (Shopmill Sinumerik 840d)</i>	6
1.4. <i>Programmation automatique par une FAO / CAM</i>	7
1.5. <i>Programmation ISO</i>	7
1.6. <i>Exemple</i>	34
Références	35

Objectifs

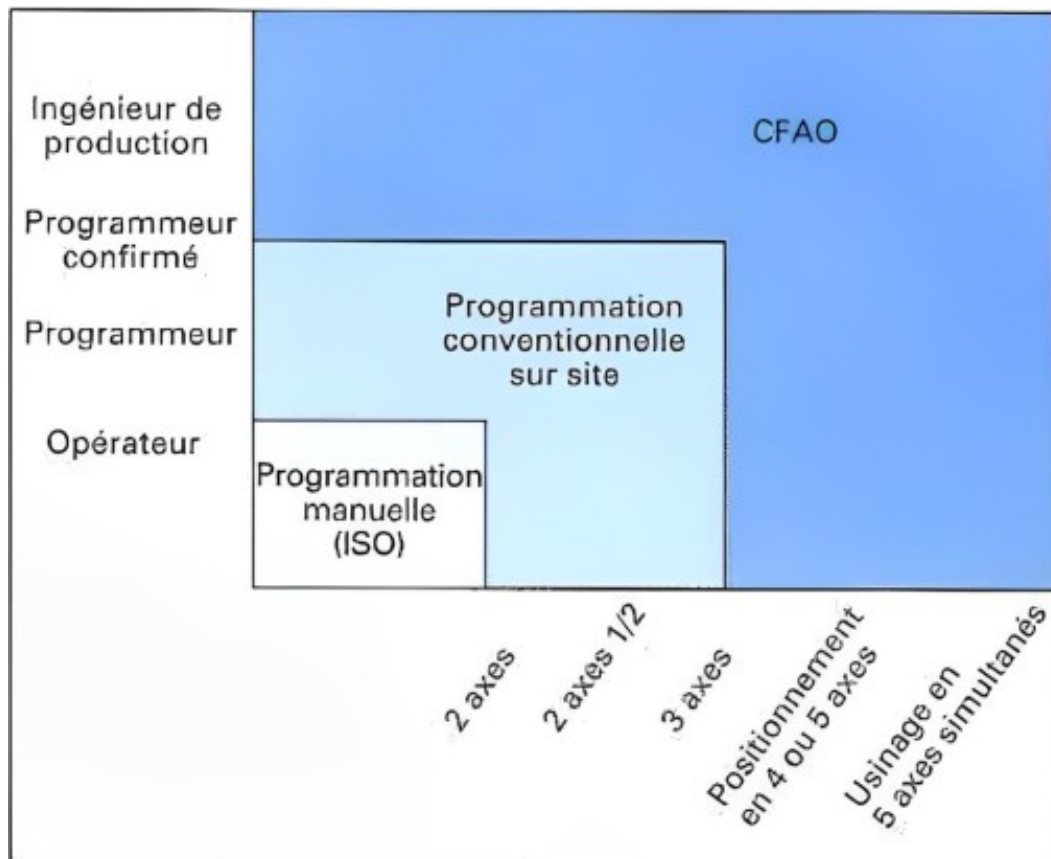
Il s'agit de perfectionner les connaissances des étudiants dans le domaine de la **CFAO**.
A la fin du semestre, l'étudiant devra acquérir les compétences suivantes :

- Modélisation des pièces de formes complexes (moules, matrices, ...).
- Simulation du processus d'usinage.
- Interprétation et vérification du programme d'usinage généré automatiquement.

Chapitre III. PROGRAMMATION DES MOCN

I

La programmation implique la préparation méticuleuse de la traduction de la **gamme d'usinage** d'une pièce en un ensemble structuré d'**instructions alphanumériques**. Ces instructions sont ensuite interprétées et exécutées par la commande numérique (CN) afin d'effectuer l'usinage souhaité. Ce processus peut être réalisé **manuellement** ou avec l'aide d'un ordinateur utilisant un langage de **programmation avancée**. Pour mieux comprendre les différentes approches de programmation, la figure ci-dessous classe ces méthodes en fonction des compétences du programmeur et de la complexité des machines à piloter.



Méthodes comparées de programmation

1. Description des différents modes de programmation

Indépendamment du langage de programmation employé pour élaborer les programmes pour pièces, le seul langage que la machine peut comprendre est le langage **ISO**. La transition d'un langage de haut niveau vers le langage ISO est réalisable grâce à l'utilisation d'un logiciel de traduction (**post-processeur**).

1.1. Programmation manuelle (Le langage ISO)

Sur le pupitre de la C.N :

Cette approche engage la machine, bien que la plupart des systèmes présentent une interface peu conviviale.

Sur le poste de programmation avec téléchargement sur la C.N :

Le poste de programmation peut revêtir deux formes :

- Une console spécialisée reproduisant l'interface utilisateur de la C.N.
- Un ordinateur standard utilisant un logiciel dédié ou un éditeur de texte.

L'écriture du programme se déroule en temps différé, mais les vérifications syntaxiques et la simulation graphique nécessitent l'utilisation de la M.O.C.N. ou d'un logiciel de simulation.



1.2. Le langage conversationnel sur pupitre de la C.N (Programmation en g-code guide programming)

Logiciel intégré dans la CN qui autorise la création, la modification, la visualisation et la simulation d'un ou plusieurs programmes pièces rédigés en mode conversationnel pendant que la machine façonne une pièce spécifiée par un autre programme en mémoire.

Assistance à la programmation (divers fichiers) - Programmation en temps différé tout en utilisant le pupitre de la machine (avec la présence d'un programmeur sur site pendant la production en cours).

```

UORKPIECE(, "", "BOX", 48, 0, -10, -80, -101, -101, 101, 101)
T="CUTTER 20"
M6
G0 X0 Y-110. S2000 M3
F500
THE_SHAPE ; CALL SUBPROGRAM
T="CUTTER 10"
M6
G0 X0 Y-110. S3000 M3
F200
THE_SHAPE ; CALL SUBPROGRAM
M30

```

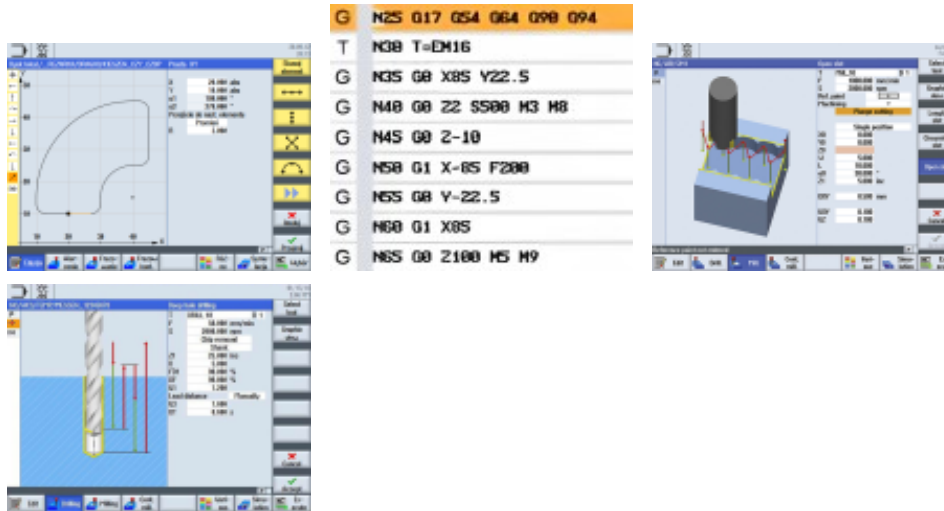
1.3. Les langages de haut niveau ou Programmation assistée (Shopmill Sinumerik 840d)

Ces langages normalisés simplifient le processus de programmation. Un post-processeur (logiciel de traduction) spécifiquement conçu pour chaque contrôleur de commande numérique facilite la conversion vers le langage ISO.

ShopMill ne fait appel à aucun codage ni à aucune notion dans un langage nécessitant une acquisition préalable : Toutes les données à saisir sont demandées en clair. les images d'aide de ShopMill vous apportent une assistance optimale. vous pouvez aussi intégrer des instructions DIN/ ISO dans la gamme d'usinage graphique de ShopMill.

vous pouvez passer à tout moment d'une opération au graphique de la pièce lors de l'établissement de la gamme d'usinage.

Programmation assistée

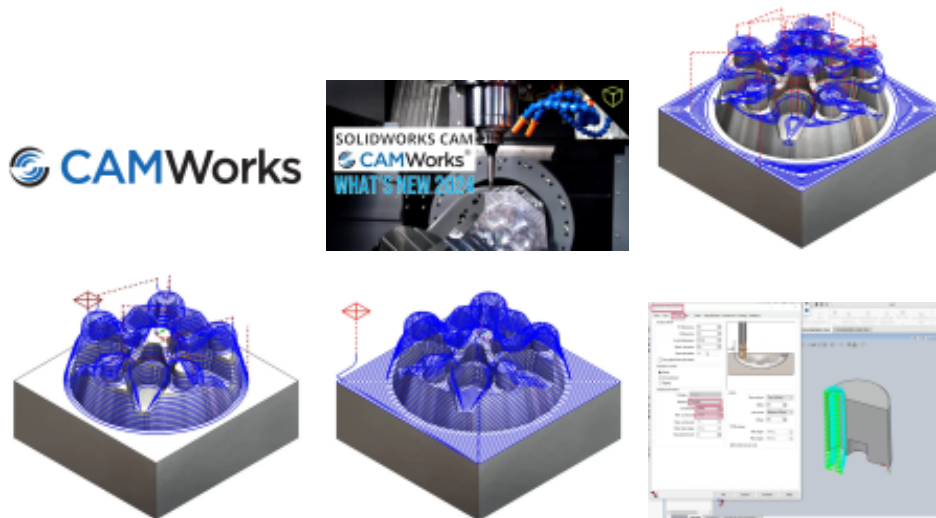


1.4. Programmation automatique par une FAO / CAM

Les logiciels de **FAO / CAM** exploitent la géométrie de la pièce à usiner, créée initialement en **CAO / CAD**. Dans ces programmes, une session d'usinage implique principalement la sélection des surfaces à usiner, le choix des outils, la détermination de la méthode d'usinage et la configuration des paramètres de coupe.

Cette approche élimine les risques d'erreurs liées au transfert de données, entraînant des gains de temps significatifs, surtout dans le cas de pièces complexes.

Programmation automatique par une FAO / CAM



1.5. Programmation ISO

Elle est réalisée selon le code ISO ou EIA, et permet de décrire les différentes opérations nécessaires à l'usinage d'une pièce. La MOCN reçoit des informations codées. C'est le langage de la machine qui est composé d'un vocabulaire contenant des mots. Un mot a plusieurs caractères

Remarques

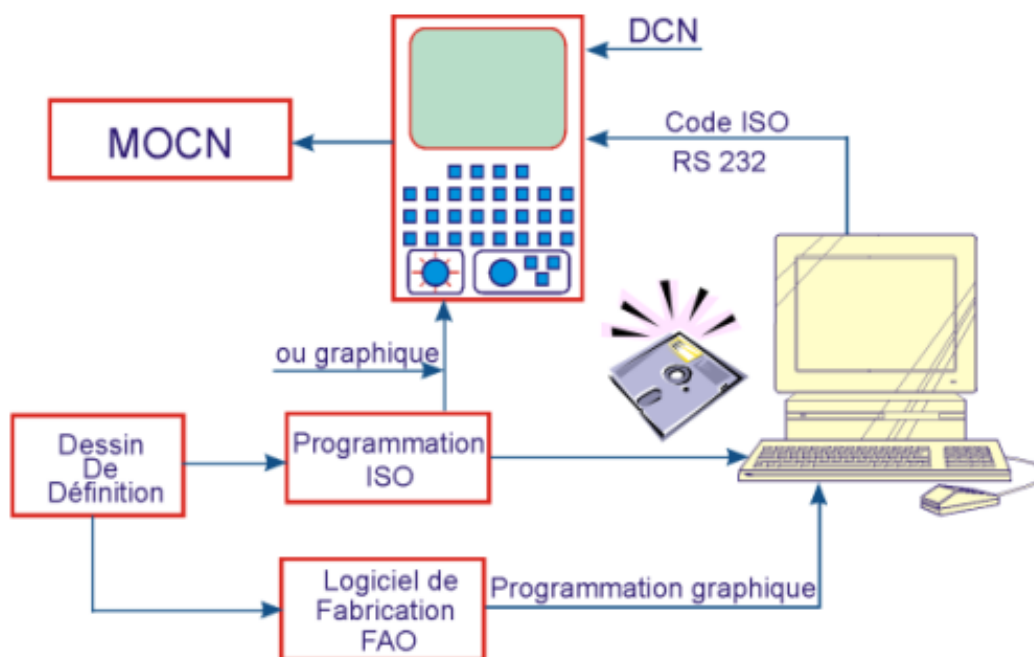
- La programmation peut être automatisée : logiciel de FAO (fabrication assistée par ordinateur), CamWorks, TopSolid ou SOLIDconcept par exemple.
- Actuellement on peut programmer une MOCN sans connaître le code ISO, en utilisant des schémas d'aide interactifs, c'est ce qu'on appelle le mode conversationnel

Note :

- ISO : International Standard Organisation
- EIA : Electronic Industries Association.

1.5.1. Chargement d'un programme

L'opérateur introduit le programme dans le DCN en utilisant le clavier de celui-ci. Pour le stockage, le programme peut être tapé ou transféré sur une disquette, si le DCN est relié à un micro-ordinateur par un câble RS 232.



Chargement d'un programme

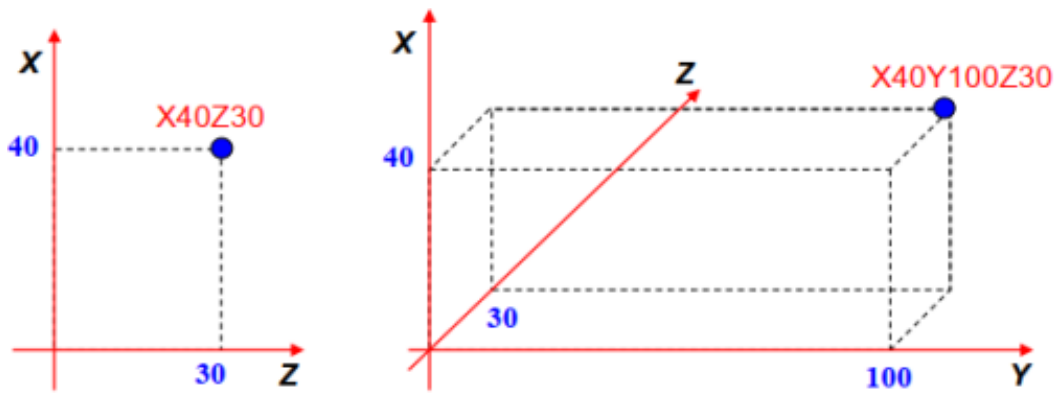
1.5.2. Programmation des cotes

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

a) Coordonnées cartésiennes

Le système de coordonnées cartésiennes est défini par deux axes dans le plan et par trois, quatre ou cinq axes dans l'espace.

La position des différents points de la machine est exprimée au moyen de trois, quatre ou cinq coordonnées.

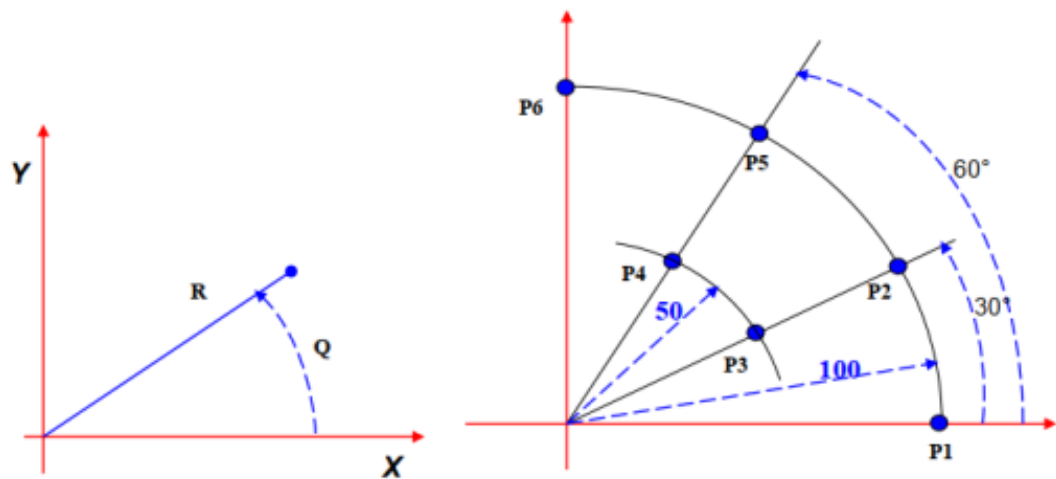


Coordonnées cartésiennes

b) Coordonnées polaires

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

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

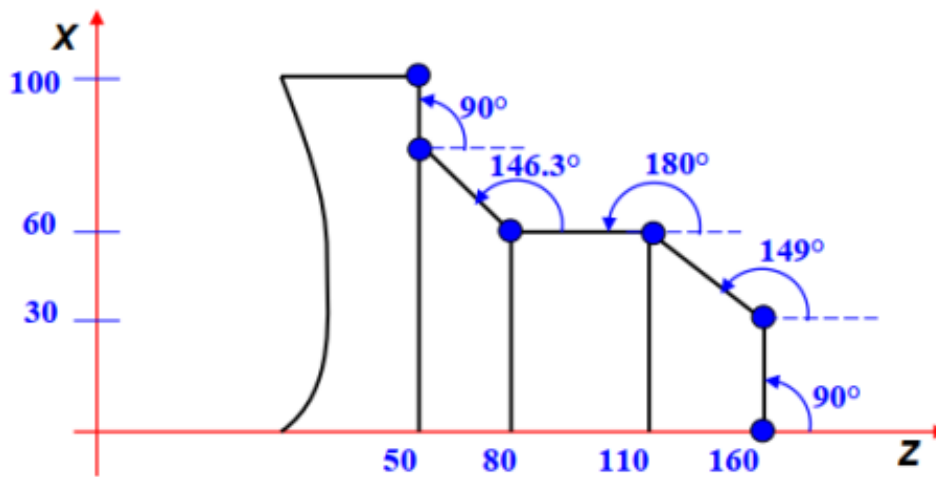


Coordonnées polaires

P1 :R 100 Q 0 _ P2 :R 100 Q 30 _ P3 :R 50 Q 30

c) Angle et une coordonnée cartésienne

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



Angle et Coordonnées cartésiennes

Exemple

X0 Z160 : Point P0

Q90 X30 : Point P1

Q149 Z110 : Point P2

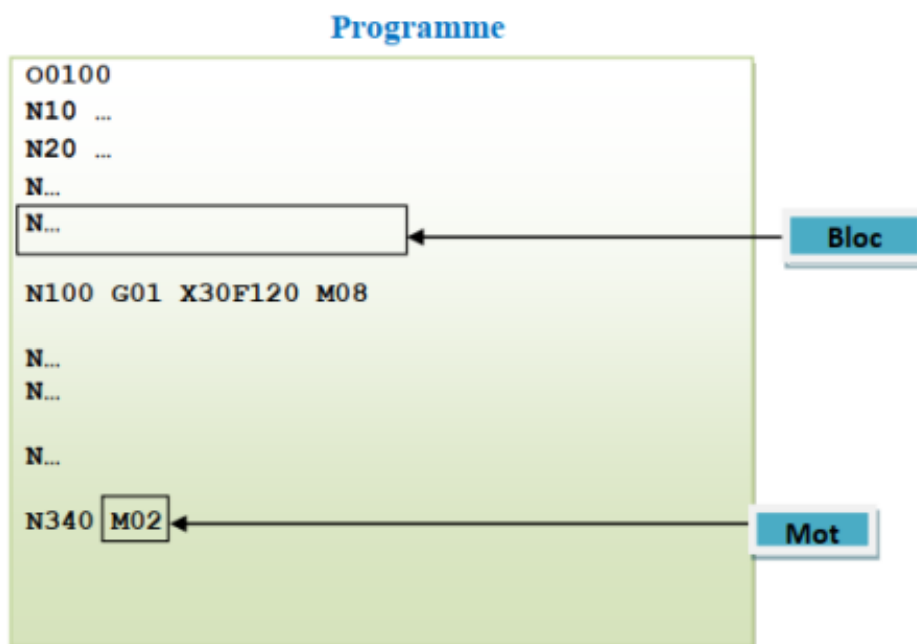
Q180 Z80 : Point P3

Q146.3 Z50 : Point P4

Q90 X100 : Point P5

1.5.3. Structure d'un programme CN

La programmation s'effectue suivant le **code ISO**. Un programme est constitué de lignes appelées "**blocs**". Un bloc correspond aux instructions relatives à une séquence d'usinage. Chaque bloc est constitué d'un groupe de **mots**. Un mot est un ensemble de caractères composé d'une **adresse** suivie de chiffre constituant une information.



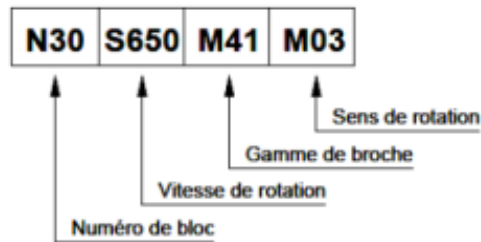
🔑 Définition : Bloc :

groupe de mots correspondant aux instructions relatives à une séquence d'usinage. La numérotation des blocs s'effectue de 5 en 5 ou de 10 en 10 pour permettre une insertion éventuelle de blocs.

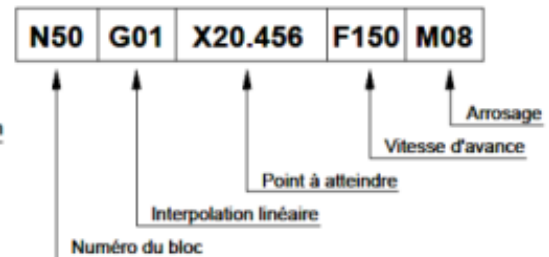
👉 Exemple

Exemples de blocs

Ecriture d'un bloc définissant la mise en rotation de broche.



Ecriture d'un bloc définissant une trajectoire.



🔑 Définition : Mot :

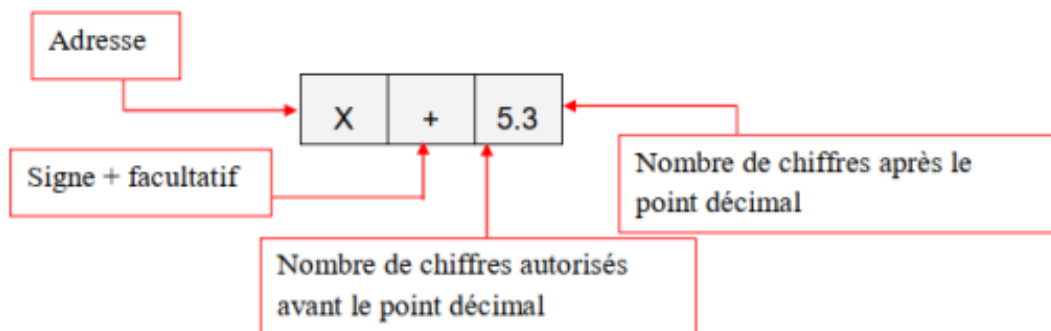
ensemble de caractères comportant une adresse suivie de chiffres constituant une information. Exemple : X 10.850

🔑 Définition : Adresse :

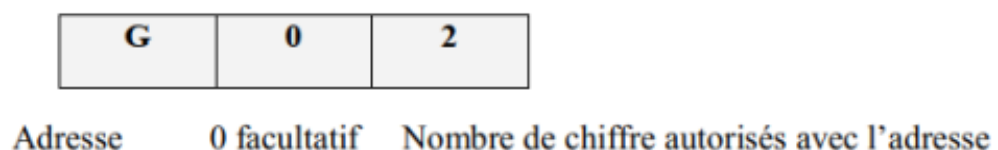
lettre débutant un mot d'un langage machine, qui précise la fonction générale commandée.

👉 Exemple

Mot définissant une dimension



Mot définissant une fonction



N... : numéro de ligne : repérage chronologique en début de ligne.

G... : fonctions préparatoires définissant la forme et les conditions de déplacement.

M... : fonctions auxiliaires donnant les changements d'état de la machine.

X..., **Y...**, **Z...** : axes principaux désignant les coordonnées des points d'arrivée.

I..., **J...**, **K...** : paramètres définissant les trajectoires circulaires (rayons).

R... : paramètres définissant les trajectoires circulaires.

F... : précise l'avance ou la vitesse d'avance.

S... : précise la vitesse de coupe ou la vitesse de rotation de la broche.

T... : symbole du numéro d'outil.

 Remarque

- Un bloc peut contenir plusieurs codes **G** (mais un seul code **M** et **T**)
- Le mot d'adresse **N** est facultatif
- Le mot d'adresse **T** réalise immédiatement un changement d'outil sans attendre un **M06**
- Le caractère de fin de bloc est le (;)

a) Structure d'un programme

Pour réaliser les différentes opérations nécessaires à l'usinage d'une pièce, un programme CN peut être écrit de différentes manières.

Selon la nature de la pièce à usiner et sa complexité, les différentes structures de programme CN peuvent être proposées :

- Un programme principal,
- Un programme principal contenant des appels de séquences internes,
- Un programme principal et des sous programmes.

Les documents suivants sont nécessaires :

- Le dessin de définition,
- Le contrat de phase avec l'isostatisme et les paramètres de coupe,
- Le dossier de la machine.

Pour l'usinage d'une pièce simple ne nécessite pas de cycles d'ébauche, un programme CN peut être structuré de la manière suivante :

Structure	Exemple
Numéro du programme	O4723 (Tour SMI) (Ph 10)
Initialisation	N28 G40 G80
Position de dégagement	N29 G00 X100 Z100
Opération 1	(Opération : centrage) N30 T0505 M06 (Foret à centrer) N40 G00 X0 Z52 N45 G95 G97 S2500 F0.05 M03 M08 N50 G01 Z40 N60 G00 Z52
Position de dégagement	N70 G00 G00 X100 Z100 M09
Opération N	(Opération : finition profil) N240 T0303 M06 (Outil de finition) N250 G92 S4000 N260 G00 X4 Z52 F0.05 M8 N270 G01 G42 X5 Z46 N280 G96 S250 N290 G01 X15.961 Z46 N300 X24 Z31 N310 Z26 N320 X26 N330 G03 X34 Z22 I26 K22 N340 G01 Z18
Position de dégagement	N370 G40 G00 X100 Z100 M05 M09
Fin de programme	N710 M02

Structure d'une opération

Structure	Exemple
Opération précédente	(Opération : centrage)
Appel de l'outil	N30 T0505 M06 (Foret à centrer)
Approcher l'outil en rapide	N40 G00 X0 Z100
Adapter les conditions de coupe	N45 G97 G95 S2500 F0.05 M03 M08
Réaliser l'opération d'usinage	N50 G01 Z40
Dégager l'outil en rapide	N60 G00 Z100
Opération suivante	

b) Les fonctions préparatoires G

i Classification des fonctions préparatoires G

On distingue deux types de fonctions G :

- Les fonctions G modales,
- Les fonctions G non modales.

i Fonctions G modales

Une fonction est dite "**modale**" lorsqu'elle **reste active** (mémorisée) après le bloc où elle est écrite jusqu'à sa **révocation**.

Ces fonctions appartenant à une famille de fonctions G se révoquant mutuellement.

Certaines familles de fonctions G comportent une fonction initialisée à la mise sous tension du système. La validité de ces fonctions est maintenue jusqu'à ce qu'une fonction de même famille révoque leur validité.

Exemple

N.. G00 X... Y... Interpolation linéaire à vitesse rapide.

N.. G01 Z... L'interpolation linéaire à vitesse d'usinage, révoque G00.

i Fonctions G non modales

Fonctions **uniquement valide dans le bloc** ou elles sont programmées (révoquée en fin de bloc).

c) Choix du mode de programmation

Il existe deux types de commandes de déplacements de l'outil : les commandes absolues et les commandes incrémentielles (relatives)

Définition

G90 : Programmation absolue par rapport à l'origine programme. La valeur programmée sur un axe est repérée par rapport à l'origine programme (**OP**).

G91 : Programmation relative par rapport au point de départ du bloc. La valeur programmée sur un axe est repérée par rapport à la dernière position programmée.

Remarque

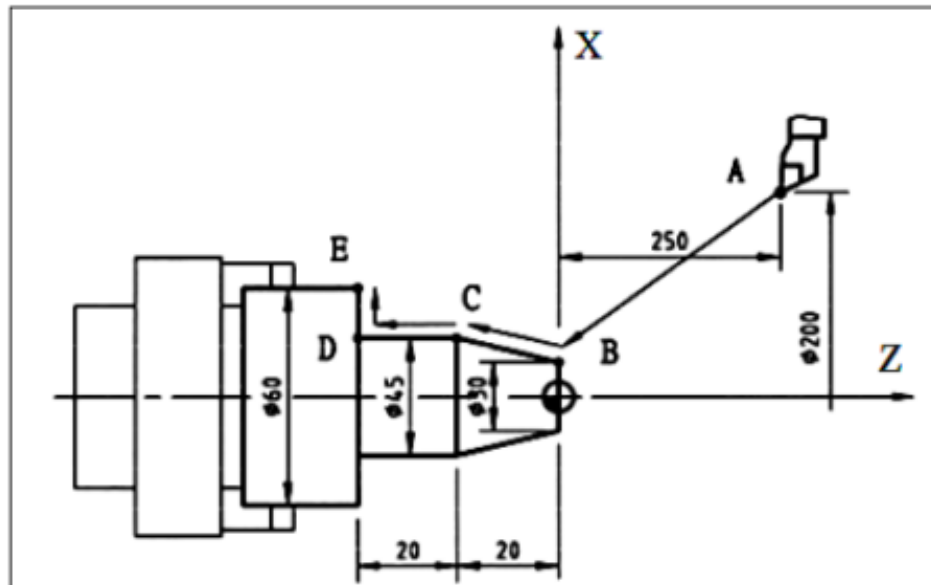
Pour assurer l'usinage d'une pièce sur machine-outil commandée numériquement, le programmeur peut recevoir le dessin de produit fini coté suivant deux modes.

Complément

- **Propriétés des fonctions** : Les fonctions G90 et G91 sont modales. La fonction G90 est initialisée à la mise sous tension.
- **Révocation** : Les fonctions G90 et G91 se révoquent mutuellement

Exemple 1

Veillez indiquer l'itinéraire de mouvement de l'outil ci-dessous par des méthodes de positionnement absolu et positionnement relatif



Texte légal : Programme de positionnement absolu

G54 X200 Z250 _____ Réglage du système de coordonnées.
 G00 X30 Z0 _____ Déplacez l'outil du point A au point B.
 G01 X45 Z-20 F0.2 _____ Coupe d'outil du point B au point C.
 Z-40 _____ Coupe d'outil du point C au point D.
 X60 _____ Coupe d'outil du point D au point E

Texte légal : Programme de positionnement incrémentiel ou relatif

G54 X200 Z250 _____ Réglage du système de coordonnées.
 G00 U-170 W-250 _____ Déplacez l'outil du point A au point B.
 G01 U15 W-20 F0.2 _____ Coupe d'outil du point B au point C.
 W-20 U15 _____ Coupe d'outil du point C au point D.
 U15 _____ Coupe d'outil du point D au point E.

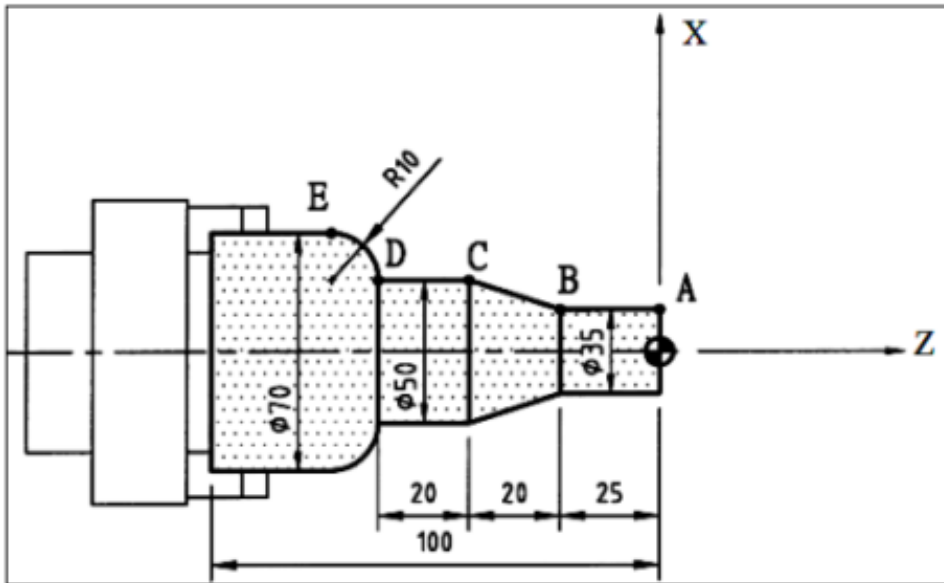
Exemple 2 :

Soit la pièce définie par le dessin ci-dessous :

Remplir le tableau suivant :

Point	Programmation absolue G90	Programmation relative G91

	Coordonnées en X	Coordonnées en Z	Coordonnées en X	Coordonnées en Z
A				
B				
C				
D				
E				



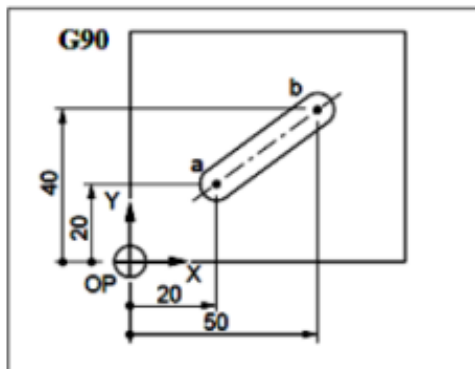
Exemple : Exemples de fraisage

Exemple 1 : Usinages en programmation absolue (G90)

```

O0020
...
N30 S600 M03
N40 G00 X20 Y20 Z2    Point a, approche
N50 G01 Z-1.5 F50      Plongée sur Z
N60 X50 Y40 F120       Point b
N..

```



Exemple 2 : Usinages en programmation relative (G91)

e) Interpolation linéaire à vitesse d'avance programmée G01

Le point programmé est atteint en effectuant une trajectoire linéaire à vitesse d'avance programmée.

La trajectoire est la résultante de tous les déplacements des axes programmés dans le bloc.

Syntaxe

N..G01 X.. Y.. Z.. [F..]

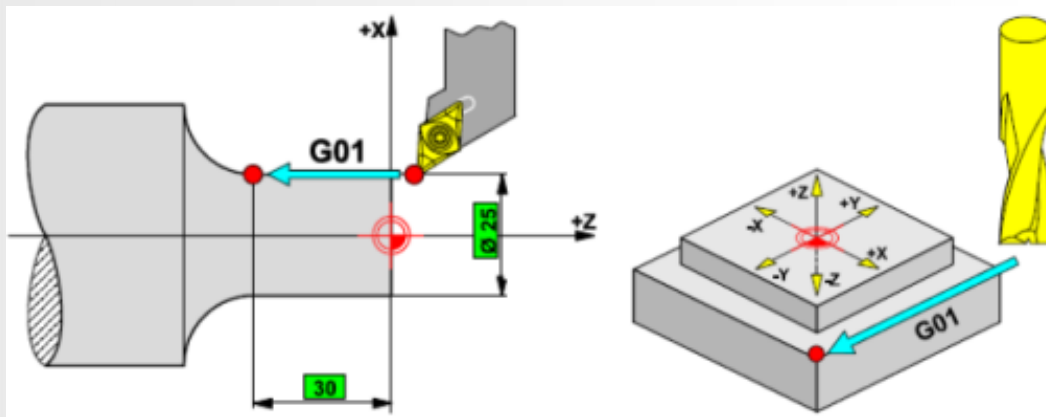
G01 : Interpolation linéaire à vitesse d'avance programmée.

X.. Y.. Z.. Point à atteindre :

F.. : Vitesse d'avance.

Attention

- **Propriétés de la fonction** : La fonction G01 est modale.
- **Révocation** : La fonction G01 est révoquée par l'une des fonctions G00, G02 ou G03.



f) Fonction pour le chanfrein et pour l'angle de l'arc

Cette fonction est utilisée pour simplifier le codage du programme pour une section à angle droit de la pièce de travail ayant un chanfrein de 45° ou des angles d'arcs tangentiels dans le plan X-Y. La commande pour le chanfrein et pour l'angle de l'arc nécessite la commande de déplacement G01 avec une valeur de déplacement supérieure à l'angle du chanfrein ou à la valeur du rayon en amont.

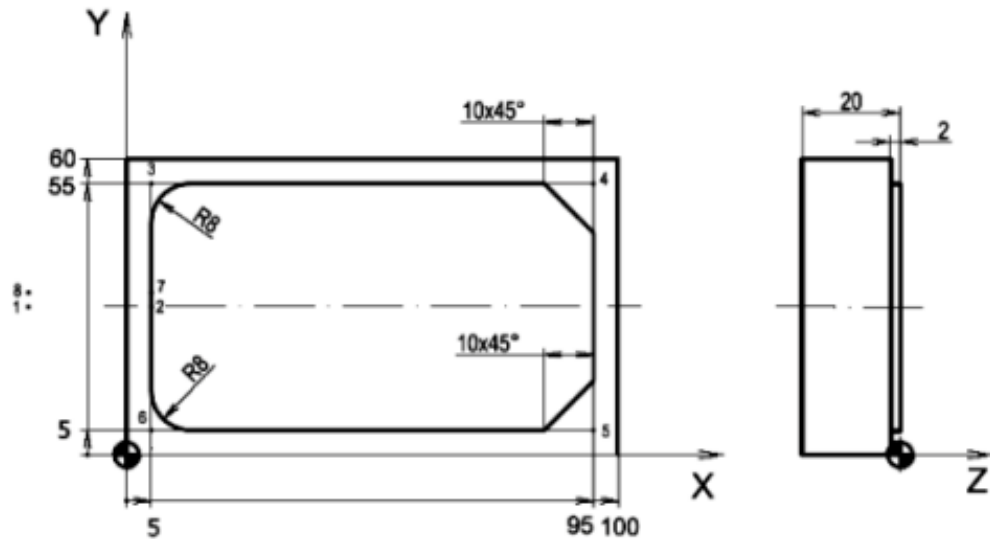
Syntaxe

G01 X... Y... C... F... ; (chanfrein de 45°)

G01 X... Y... R... F... ; (Rayon de l'arc)

Exemple

Appication



Syntaxe

.....

N20 G00 X-22 Y30 Z1

N25 G01 Z-2 _____ Point 1

N30 G41 _____ Correction d'outil

N35 G01 X5 _____ Point 2

N40 G01 Y55 R8 _____ Point 3

N45 G01 X95 C10 _____ Point 4

N50 G01 Y5 C10 _____ Point 5

N55 G01 X5 R8 _____ Point 6

N60 G01 Y32 _____ Point 7

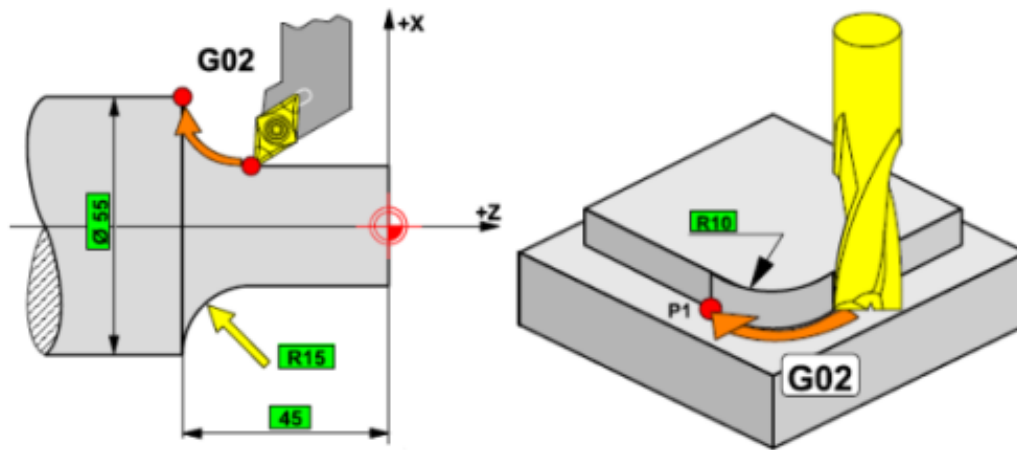
N65 G01 X-22 G40 _____ Point 8 avec révocation de la fonction G41

N70 G00 Z50 _____ Dégagement à la distance de sécurité

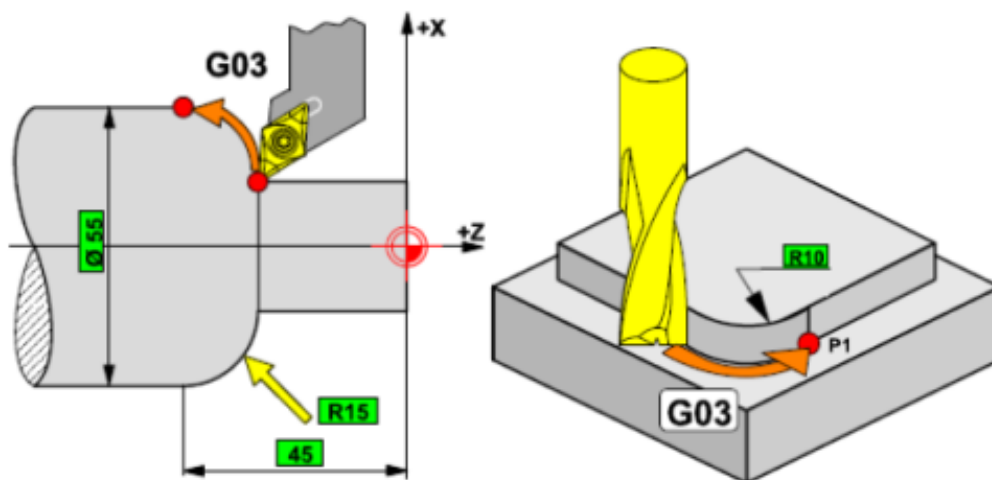
.....

g) Interpolation circulaire

G02 : Interpolation circulaire sens anti-trigonométrique à vitesse d'avance programmée.

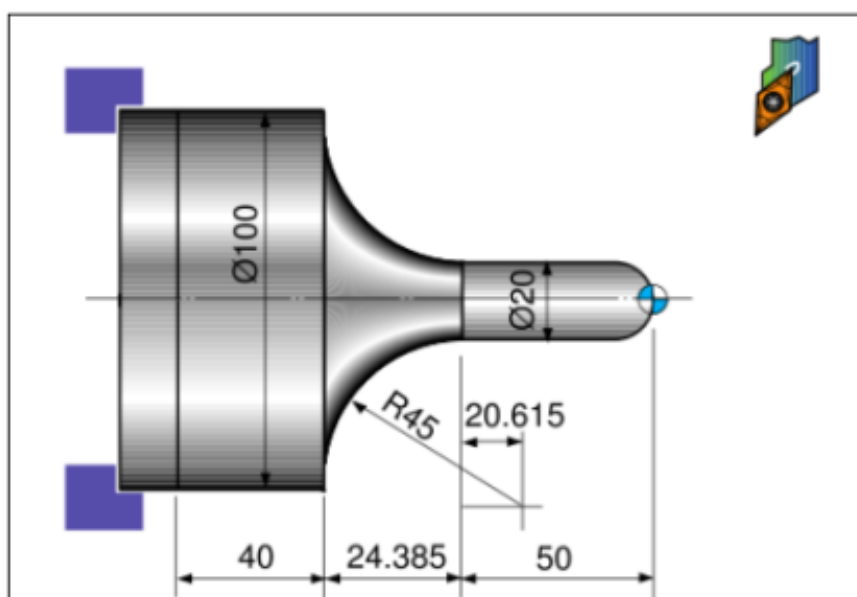


G03 : Interpolation circulaire sens trigonométrique à vitesse d'avance programmée.



Exemple

La position du point programmé est atteinte en décrivant une trajectoire circulaire.



....

N20 T0303

G96 S200 M03

G00 X0 Z3 M08

G42 G01 Z0 F0.2

G03 X20 Z-10 R10

G01 Z-50

G02 X100 Z-74.385 I40 K20.615 : ou (G02 X100.0 Z-74.385

R45)

G01 Z-125

G40 U2 W1

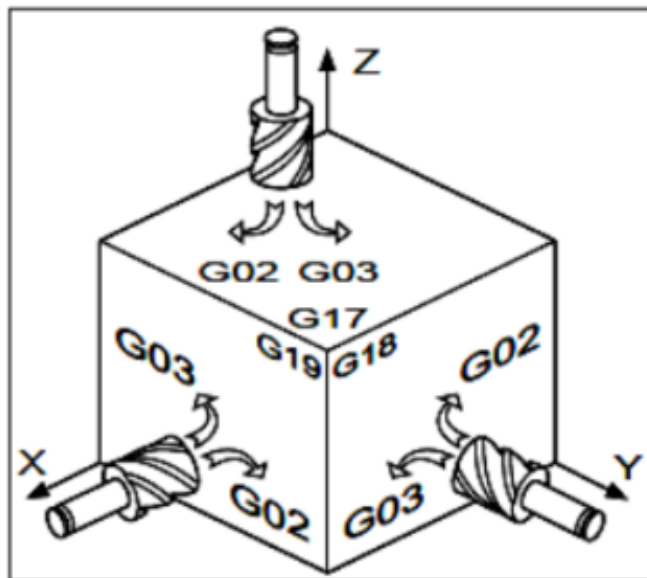
G00 X200 Z200 M09

M30

h) Choix du plan d'interpolation

Deux axes linéaires pilotés dépendant du choix du plan d'interpolation (Fraisage uniquement) :

- axes X (ou U) et Y (ou V) en G17,
- axes Z (ou W) et X (ou U) en G18,
- axes Y (ou V) et Z (ou W) en G19.



Syntaxe : Syntaxe (Plan XY) : N... [G17] G02/G03 X...Y...I...J... / R... [F...]

G17 Choix du plan XY.

X...Y... Point à atteindre :

I...J... Position du centre de l'interpolation dans le plan XY(I suivant X, J suivant Y).

R... Rayon du cercle à interpoler.

F... Vitesse d'avance.

Syntaxes en fonction du plan choisi G17/G18/G19 (Fraisage uniquement) :

Plan principal d'interpolation Fonction Interpolation Syntaxe

XY G17 G02/G03 X...Y...I...J... ou R...

ZX G18 G02/G03 X..Z...I...J... ou R...

YZ G19 G02/G03 Z...Y...I...J... ou R...

Rappel

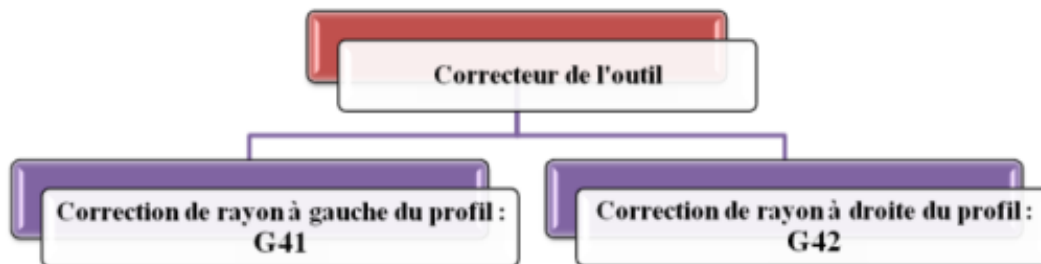
Propriétés des fonctions : Les fonctions G02 et G03 sont modales.

Révocation : - La fonction G02 est révoquée par les fonctions G00, G01 ou G03.

- La fonction G03 est révoquée par les fonctions G00, G01 ou G02

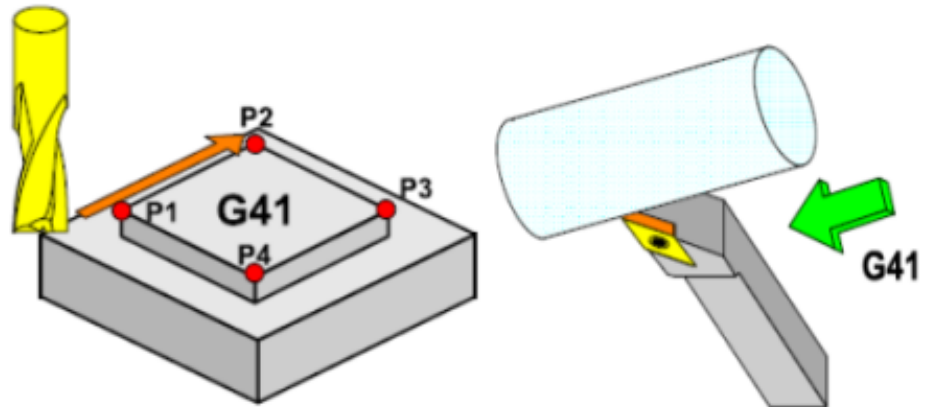
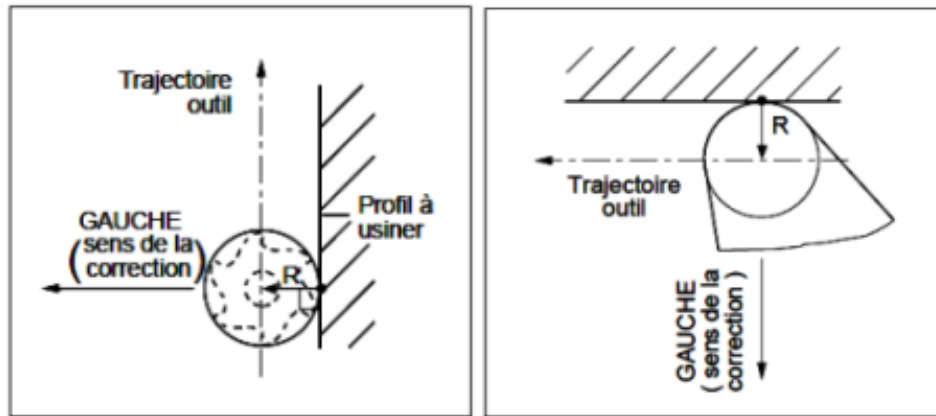
i) Positionnement de l'outil par rapport à la pièce

Comme l'outil a 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 la pièce de la valeur de son rayon. Cette fonction est appelée fonction compensation de rayon de l'outil.



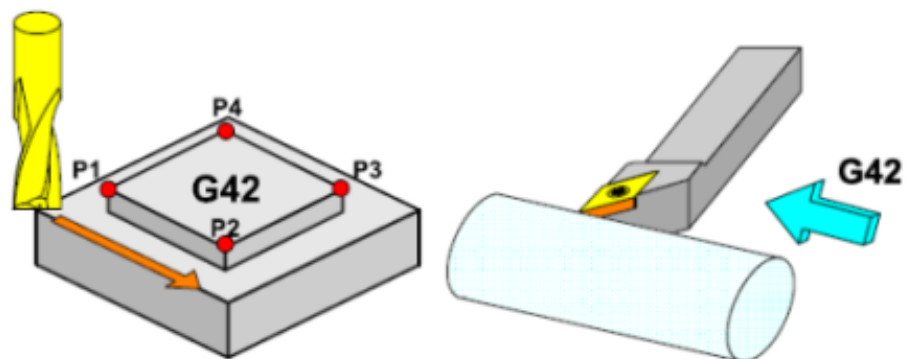
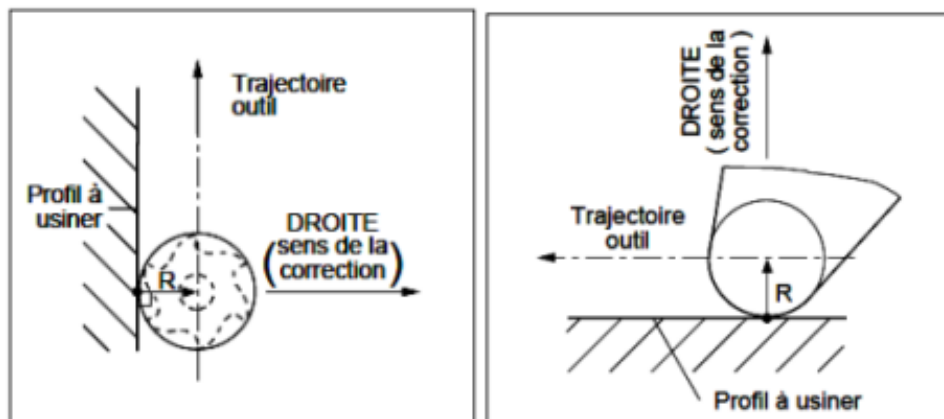
i Correction de rayon à gauche du profil à usiner G41

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



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

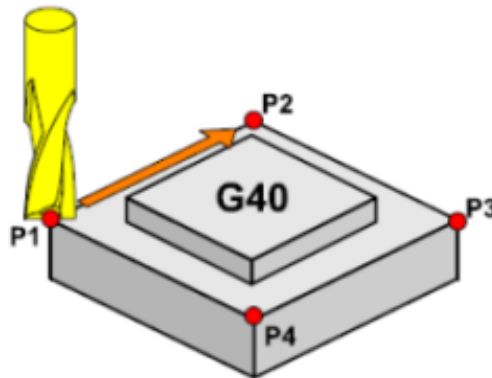
Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à droite) d'une valeur égale au rayon d'outil (R).



N...G41/G42 X...Z...

i Annulation de correction de rayon G40

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



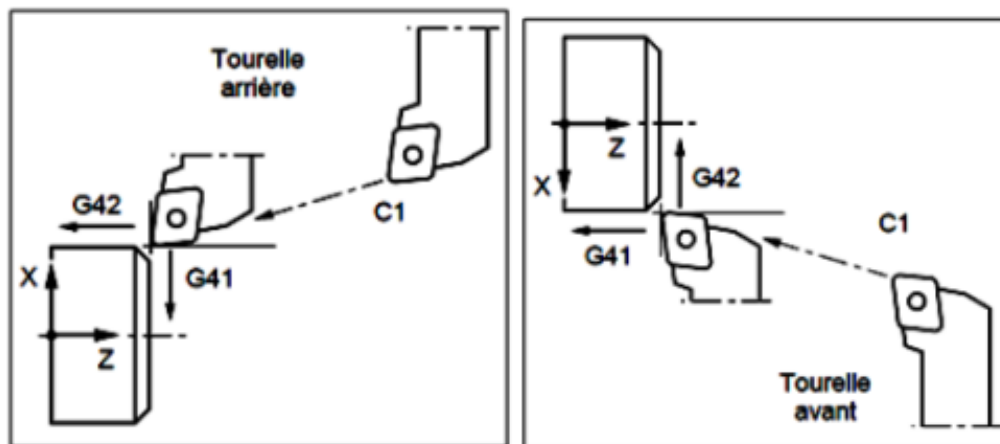
Rappel

Propriétés des fonctions : Les fonctions G40, G41 et G42 sont modales. La fonction G40 est initialisée à la mise sous tension.

Révocation : Les fonctions G41 et G42 se révoquent mutuellement. La fonction G40 révoque les fonctions G41 et G42.

Exemple : Exemple de tournage

Correction de rayon suivant la position de la tourelle



Exemple de fraisage

i Mouvement de coupe

Syntaxe

N..G97 S... [M03/M04]

N.. G96 S... [M03/M04]

G97 : Vitesse de broche exprimée en tr/mn.

G96 : Vitesse de coupe constante exprimée en m/mn.

S : Argument obligatoire lié à la fonction et définissant la vitesse programmée.

Rappel

Propriétés :

La fonction G97 est une fonction modale initialisée à la mise sous tension.

La fonction G96 est une fonction modale.

Révocation :

La fonction G97 est révoquée par G96 S... .

La fonction G96 est révoquée par G97 S... .

Exemple

N...

N100 G97 S900 M04 (Rotation de broche à 900 tr/mn).

N110 ... X50 Z70 (Positionnement du nez de l'outil sur diamètre 50).

N120 G96 S200 (Initialisation de la V.C sur X=50).

N... G97 S900 (Annulation de V.C).

Remarque

Concernant l'usinage en tournage avec vitesse de coupe constante et pendant une opération de dressage, le diamètre tend vers zéro. Alors il faut penser à limiter la vitesse de rotation maximale avec la fonction **G92**.

- **Syntaxe** : N... G92 S...;

Rappel

Propriétés :

La fonction G92 est modale.

Révocation :

La limite de la vitesse est annulée par :

- La fonction d'annulation G92 S0.
- La fonction G92 S... affectée d'une vitesse limite différente.

- La fonction de fin de programme M02.
- Une remise à l'état initial (RAZ).

ii Mouvement d'avance

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.



Syntaxe

N.. G95 F.. G01/G02/G03 X..Z..

N.. G94 F.. G01/G02/G03 X..Y../X..Z..



Rappel

Propriétés :

La fonction G94 est une fonction modale initialisée à la mise sous tension.

La fonction G95 est une fonction modale.

Révocation :

Les fonctions G94 et G95 se révoquent mutuellement



Exemple : Exemple 1 : (fraisage)

N...

N50 G00 X..Y..

N60 G94 F200 (Vitesse d'avance en mm/min).

N70 G01 X..Y..

N..

Exemple 2 : (tournage)

N..

N50 G00 X..Z..

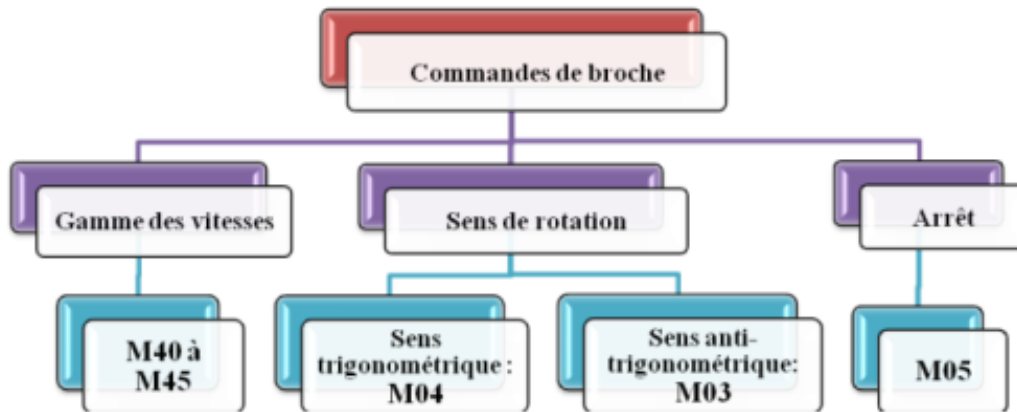
N60 G95 F0.3 (Vitesse d'avance en mm/tr)

N70 G01 X..Z..

N..

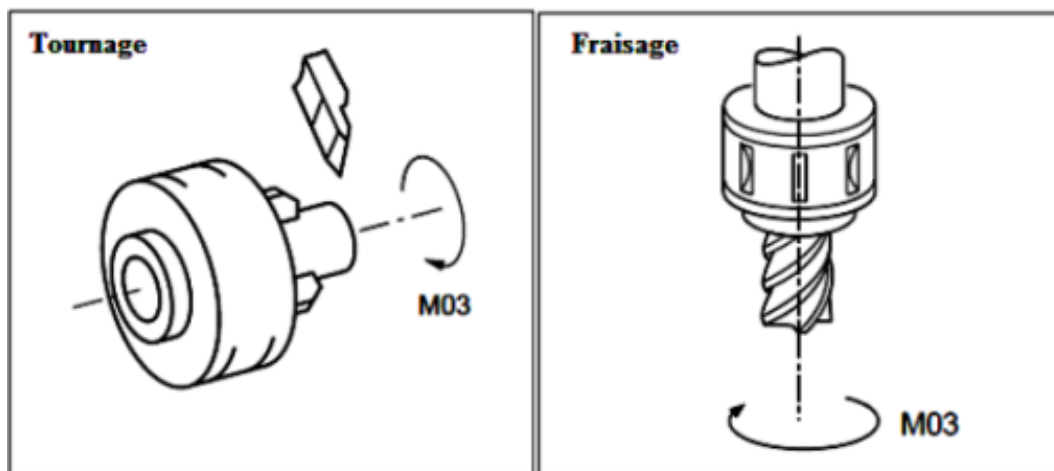
1.5.4. Les fonctions auxiliaires M

a) Commandes de broche

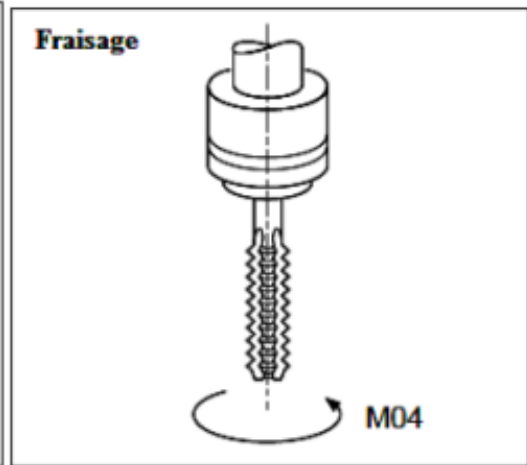
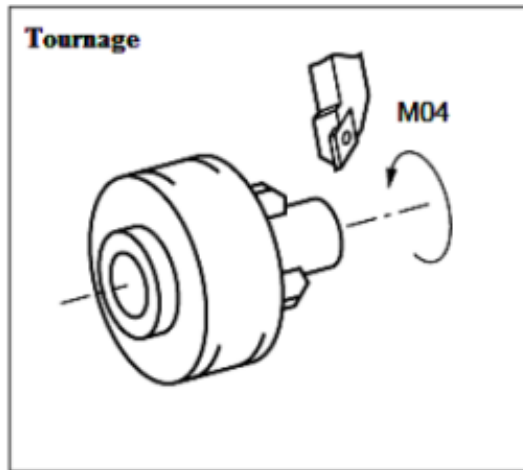


i Commande du sens de rotation M03- M04

M03 : Rotation de broche dans le sens anti-trigonométrique. La commande permet la mise en rotation de la broche à la vitesse programmée.



M04 : Rotation de broche dans le sens trigonométrique. La commande permet la mise en rotation de la broche à la vitesse programmée.



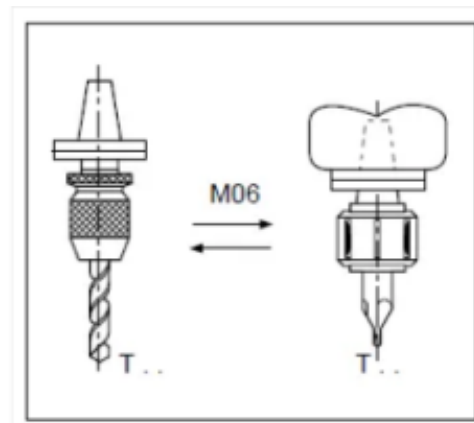
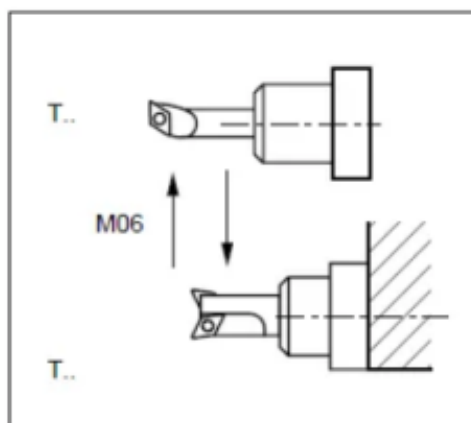
ii Commande arrêt de broche M05

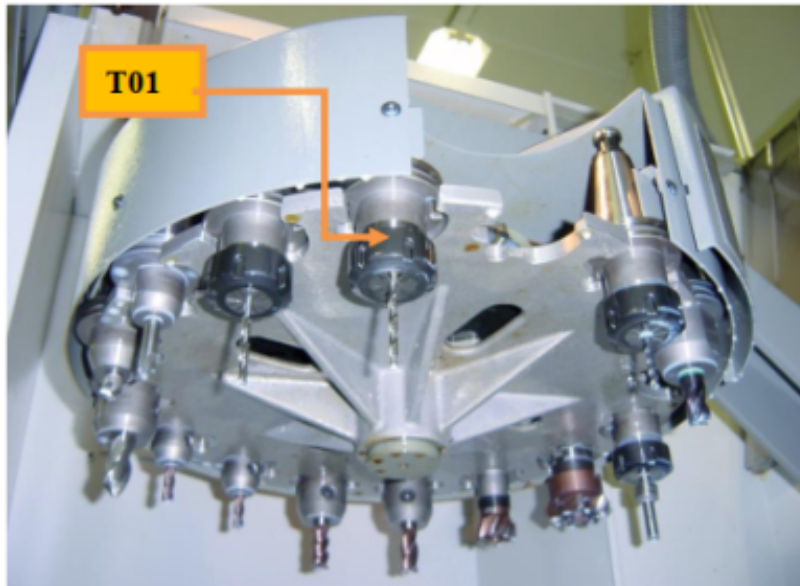
M05: Arrêt de broche. La commande arrête la rotation de la broche.

b) Commande appel d'outil M06

La fonction permet l'appel d'un outil et le positionnement de celui-ci à son poste d'usage.

La mise en place de l'outil s'effectue automatiquement ou manuellement.



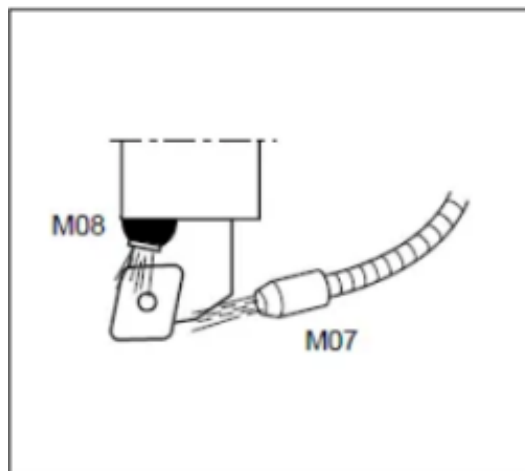


Syntaxe

N.. T.. M06 : T.. La fonction «T» affectée d'un numéro sélectionne l'outil

c) Commande d'arrosage M07, M08 et M09

Les fonctions **M07** et **M08** permettent la mise en service des pompes d'arrosage, valable en tournage et en fraisage



M09 arrêt d'arrosage, cette fonction suspend le fonctionnement des pompes d'arrosage.

d) Tableau des codes M usuels

Fanuc 21i Tournage. Tableau des codes M usuels		
Type	Signification	Fonction
M00	Arrêt programmé	Après
M01	Arrêt optionnel	Après
M02	Fin de programme (identique à M30)	Après
M03	Rotation broche sens horaire	Avant
M04	Rotation broche sens trigonométrique (ou anti-horaire)	Avant
M05	Arrêt rotation broche	Après
M06	Changement outil	Après
M07	Marche second arrosage	Avant
M08	Marche arrosage principal	Avant
M09	Arrêt arrosage	Après
M19	Orientation broche	Après
M30	Fin de programme (identique à M02)	Après
M98	Appel de sous-programme	-
M99	Retour de sous-programme	Après

1.5.5. Les cycles fixes

Les cycles fixes simplifient la programmation en automatisant des opérations répétitives comme le perçage, le taraudage et l'alésage. Chaque fois qu'un mouvement est programmé sur l'axe X et/ou Y, le cycle pré-programmé est exécuté.

G70, G71, G72, G73, G74, G76, G77, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89

Format général:

G _ X _ Y _ Z _ R _ Q _ P _ F _ L _

G : Code du cycle (73, 74, 76, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89)

X, Y : Position du perçage (absolue/relative)

Z : Cote du fond (absolue/relative)

R : Cote du point de dégagement (Retract point)

Q : Valeur de l'incrément pour le perçage par étapes . Valeur du dégagement latéral avant retrait avec arrêt indexé

P : Valeur de l'arrêt temporisé en ms

F : Vitesse d'avance en usinage

L : Nombre total de perçages

☞ **Exemple : G73 Cycle de perçage à dégagement multiple grande vitesse.**

F - Vitesse d'avance

I - Profondeur du premier perçage avant dégagement

J - Valeur de réduction de profondeur de perçage à chaque passe

K - Profondeur de perçage minimale (le contrôle calcule le nombre de perçage)

L - Nombre de répétitions (Nombre de trous à percer) si l'on utilise G91 (Mode incrémentiel)

P - Pause au fond du trou (en secondes)

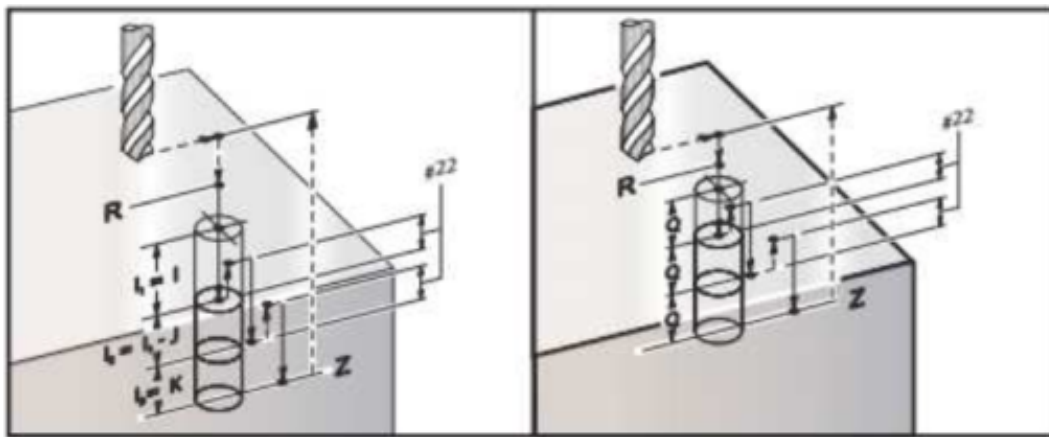
Q - Profondeur de perçage (à chaque dégagement), toujours incrémentiel

R - Position du plan R (Distance au-dessus de la surface de pièce)

X - Position du trou sur axe X

Y - Position du trou sur axe Y

Z - Position d'axe Z au fond du trou



G83 Cycle de perçage à dégagement multiple normal

F - Vitesse d'avance

I - Profondeur de perçage jusqu'au premier dégagement

J - Valeur de réduction de profondeur de perçage à chaque passe

K - Profondeur minimale de perçage

L - Nombre de trous si G91 (Mode incrément) est utilisé, également G81 à G89.

P - Pause à la fin du dernier perçage (en dégagement multiple), en secondes

Q - Profondeur de perçage (à chaque dégagement), toujours incrémentiel

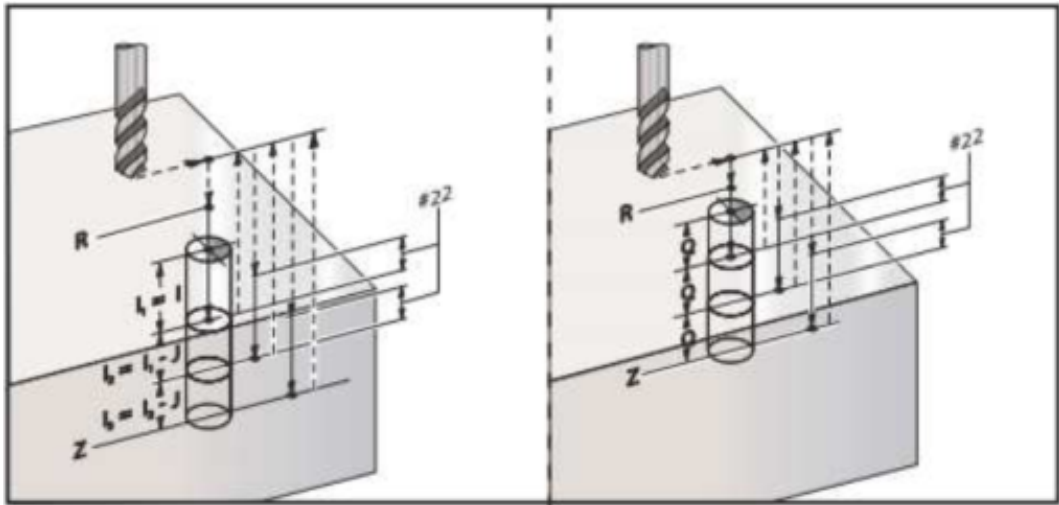
R - Position du plan R (position en dessus de la pièce)

X - Position du trou sur axe X

Y - Position du trou sur axe Y

Z - Position d'axe Z au fond du trou

Si I, J, et K sont spécifiés, la valeur de la première passe sera I, chaque passe suivante sera réduite de J et la passe minimale sera K. Ne pas utiliser une valeur Q lors de la programmation avec I, J, et K. Si l'on a spécifié P, l'outil pausera au fond du trou pendant le temps choisi. L'exemple suivant consiste à percer (dégagement multiple) plusieurs fois et pauser pendant 1.5 secondes :



G74 Cycle de taraudage à gauche

F - Vitesse d'avance Utiliser la formule décrite dans l'introduction du cycle pré-programmé pour calculer la vitesse d'avance et la vitesse de broche.

J - Multiple retrait (Rapidité de retrait)

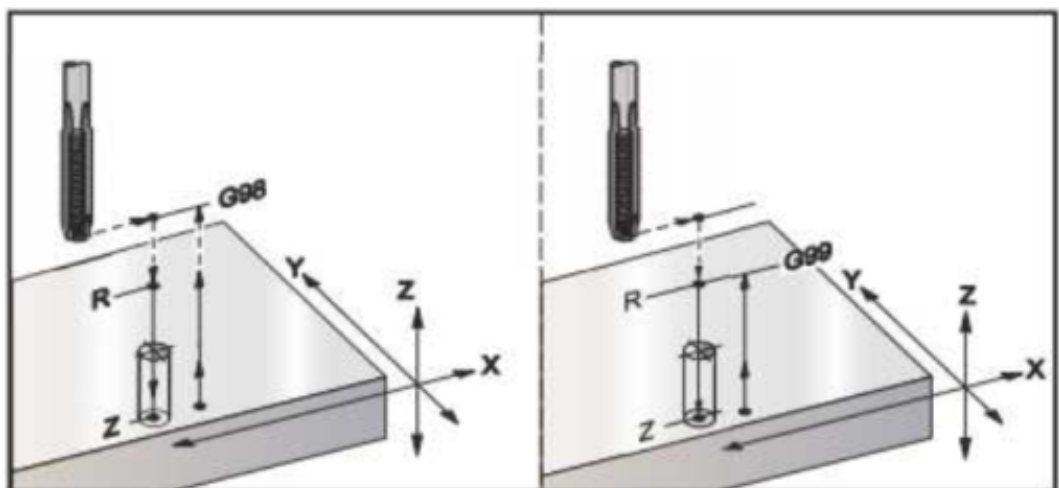
L - Nombre de répétitions (Nombre de trous à tarauder) si l'on utilise G91 (Mode incrémentiel)

R - Position du plan R (position au-dessus de la pièce) où commence le taraudage

X - Position du trou sur axe X

Y - Position du trou sur axe Y

Z - Position d'axe Z au fond du trou



a) G80 Annulation cycle pré-programmé

Ce code G désactivera tous les cycles pré-programmés jusqu'à ce qu'un autre soit sélectionné.

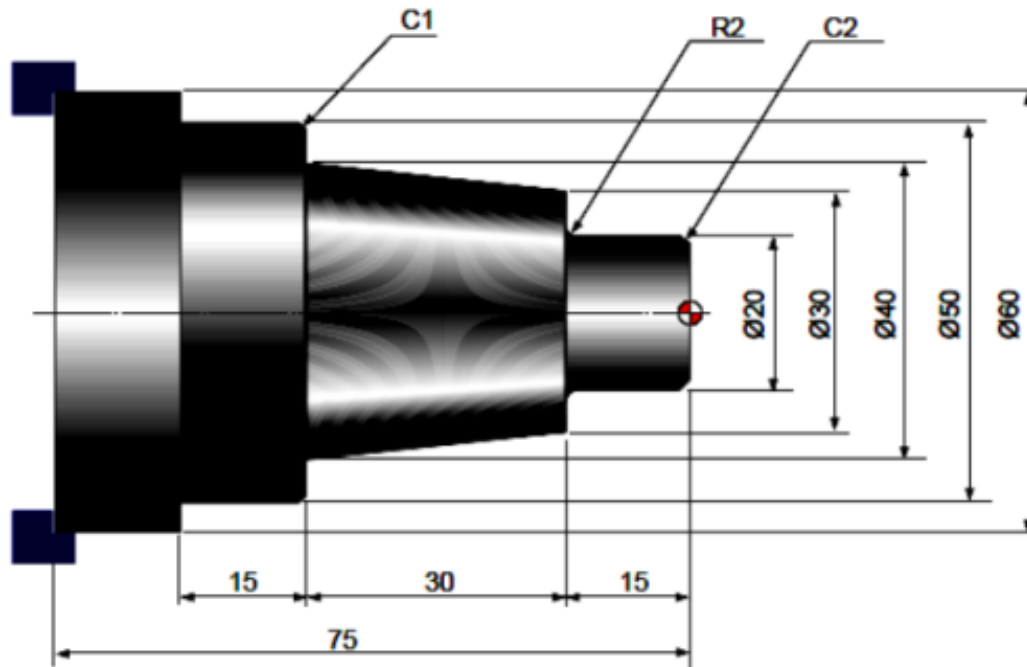
NOTE: L'utilisation de G00 ou de G01 annulera également un cycle pré-programmé

1.6. Exemple

Écrivez le programme CN pour l'usinage en finition de la pièce suivante.

L'outil utilisé : Outil à charioter dresser finition : T0101 ;

Les conditions de coupe : $V_c = 150 \text{ m/min}$; $f = 0.1 \text{ mm/tr.}$



Références

Biblio

1. JEAN-CLAUDE LEON, "Modélisation et construction de surfaces pour la CFAO",
2. Ed. Hermès, Paris, 1991.
3. GERALD FARIN, "Curves and Surfaces for CAGD", Ed. Academic Press, 2002.
4. M. HOSAKA, "Modelling of Curves and Surfaces in CAD/CAM", Ed. Springer Verlag, 1992.
5. DAVID F. ROGERS, "An Introduction to NURBS with Historical Perspective", Ed. Academic Press, 2001.
6. KUNWOO LEE, "Principles of CAD/CAM/CAE systems", Ed. Addison Wesley, 1999.
7. IBRAHIM ZEID, "Mastering CAD/CAM", Ed. McGraw-Hill, 2004.
8. MILTIADIS A. BOBOULOS, "CAD-CAM & Rapid Prototyping Application Evaluation", Ed. Ventus Publishing Aps, 2010.
9. ALAIN BERNARD, "Fabrication assistée par ordinateur", Ed. Lavoisier Hermès-science, Paris, 2003.
10. PETER SMID, "CNC Programming Handbook", Ed. IndustrialPress Inc., 2007.
11. JEAN VERGNAS, "Exploitation des machines-outils à commande numérique", Ed. Pyc, 1985.
12. CLAUDE HAZARD, "La commande numérique des machines-outils", Ed. Foucher, 1984.
13. CLAUDE MARTY, CLAUDE CASSAGNES, PHILIPPE MARIN, "La pratique de la commande numérique des machines-outils", Ed. Tec & Doc, 1993.
14. A. CORNAND, F. KOLB, "Usinage et commande numérique", Ed. Foucher, 1987.
15. P. GONZALEZ, "La commande numérique par ordinateur : tournage, fraisage, centrage", Ed. Casteilla, Paris, 1993.
16. Documentation du logiciel CATIA, "Catia Lathe Machining", "Catia Prismatic Machining", "Catia Advanced Machining".