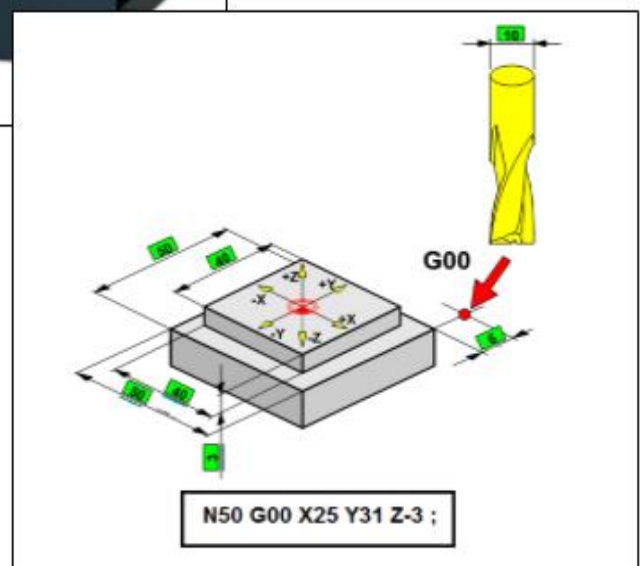


Programmation et réglage des machines à commande numérique



Chapitre 1 : Généralités sur la commande numérique des machines-outils

Introduction :

Une Machine-outil à Commande Numérique (M.O.C.N.) est une machine d'usinage à cycle automatique programmable.

Le terme "commande numérique" est générique et a été retenue parce que la machine est commandée par des "consignes" numériques fournies par un calculateur.

En d'autres termes, on peut dire que les organes mobiles de la machine sont motorisés et qu'un automatisme assure la commande et le contrôle de la position et/ou de la vitesse.

Ce type de machine se compose de deux parties complémentaires :

- **la partie opérative** : c'est la machine-outil : elle agit directement sur le produit à réaliser.
- **la partie commande** : c'est la commande numérique : elle permet d'élaborer des ordres en fonction des consignes et des comptes rendus.

Historique :

La première MOCN daté de 1942.

La fabrication d'une came tridimensionnelle complexe avait obligé la Bendix Corporation (U.S.A.) de commander directement les mouvements de la machine à partir des définitions numériques des courbes produites par des calculateurs.

1955 : à Font du Lac, le constructeur américain Giddins & Lewis commercialise la première MOCN.

1959 : apparition de la CN en Europe à la foire de Hanovre

1964 : en France, la Télémécanique Electrique lance la CN NUM 100 conçue à base de relais Télésat.

1968 : la CN adopte les circuits intégrés ; elle devient plus compacte et plus puissante.

1972 : les mini calculateurs remplacent les logiques câblées ; la CN devient CNC.

1976 : développement des CN à microprocesseurs.

1984 : apparition de fonctions graphiques évoluées et du mode de programmation conversationnel.

1986 : les CN s'intègrent dans les réseaux de communication, début de l'ère de la fabrication flexible (CIM).

1990 : développement des CN à microprocesseurs 32 bits

Définition de la commande numérique :

La commande numérique est une technique utilisant des données composées de codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaires à la conduite d'une machine ou d'un procédé.

La CN est un ensemble d'automatismes dans lequel les ordres de mouvements ou de déplacements, la vitesse de ces déplacements et leur précision sont donnés à partir d'informations numériques.

Terminologie :

CN: Commande Numérique.

CNC: Commande Numérique par Calculateur.

DCN: Directeur de Commande Numérique.

DNC: Direct Numerical Control (commande numérique directe)

MOCN: Machine-Outil à Commande Numérique.

MDI:

Manual Data Input

CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur

CAD/CAM: Computer Aided Design /computer Aided Manufacturing (voir CFAO)

CCW : CounterClockWise (sens antihoraire)

CW : ClockWise (sens horaire)

PCMCIA : Personal Computer Memory Card International Association

RAM : Random Access Memory (mémoire vive, ou à accès direct)

ROM : Read Only Memory (mémoire morte, ou à lecture seule)

Domaines d'utilisation :

Les M.O.C.N. conviennent surtout à la fabrication en petites et moyennes séries renouvelables. Elles permettent la réalisation, sans démontage, de pièces complexes comportant beaucoup d'opérations d'usinage.

Elles se situent à mi-chemin entre les machines conventionnelles très flexibles, réservées aux travaux unitaires (prototypes, maintenance) et les machines transferts, très productives, réservées aux grandes séries.

Les MOCN sont employées dans de nombreux secteurs industriels:

Métallurgie, Bois, Textile...

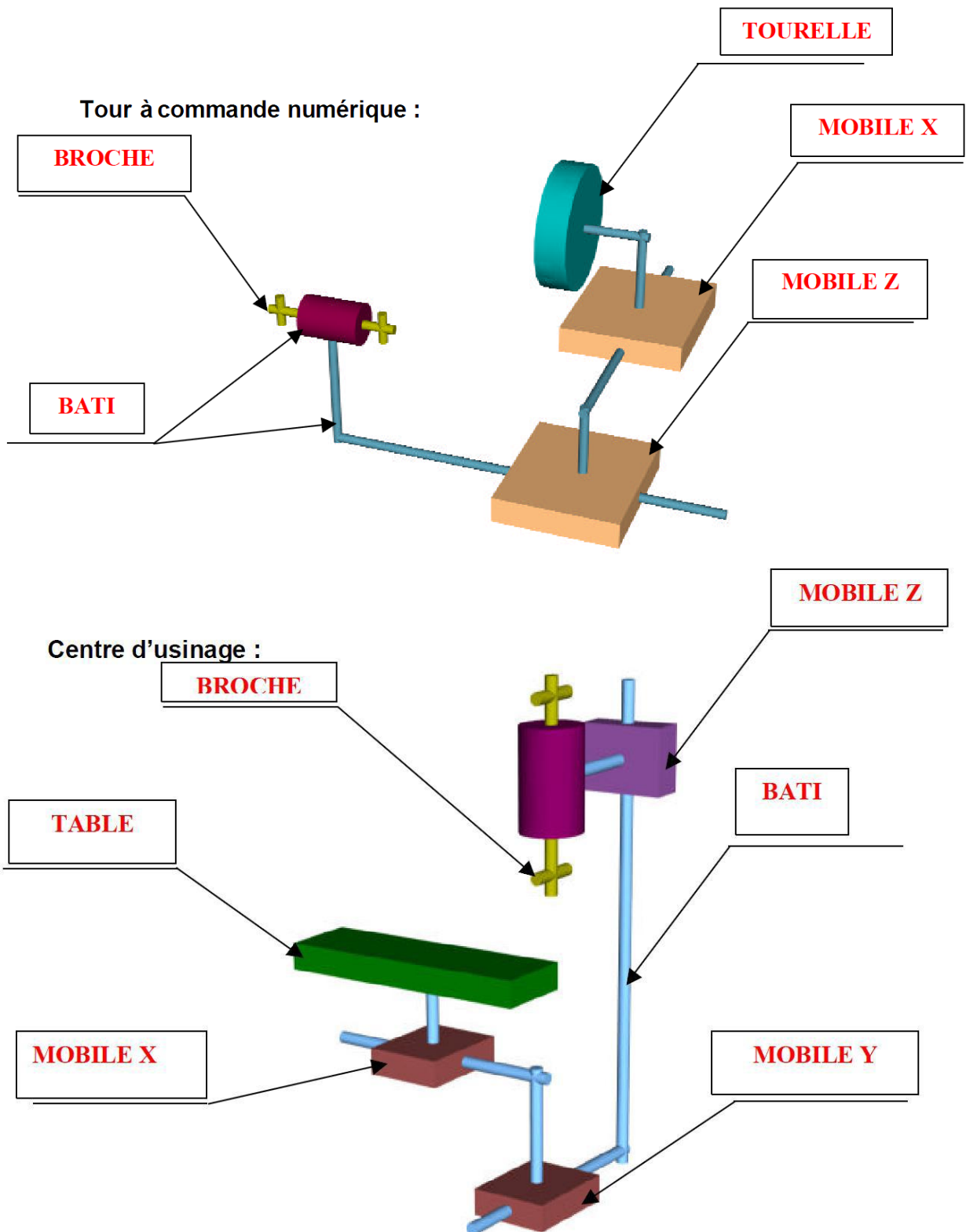
La CN est aussi associée à de nouvelles technologies de façonnage:

- Laser
- Electroérosion
- Jet d'eau

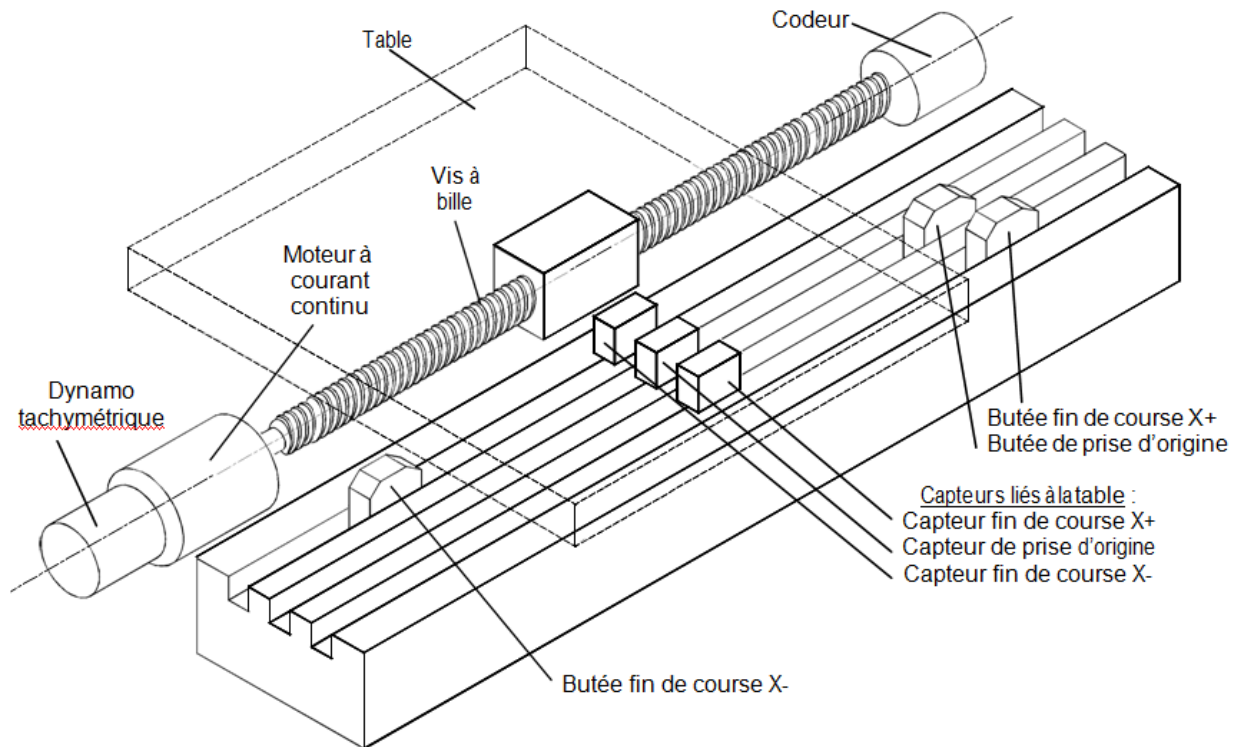
Les principaux procédés de fabrication sont concernés:

- Perçage, taraudage
- Tournage, alésage
- Fraisage
- Rectification
- Oxycoupage, soudure en continu, par points
- Poinçonnage, cisailage
- Etc.

Architecture d'une MOCN :



Principe d'asservissement d'un organe mobile:



La fonction principale d'une CN est de contrôler en permanence les déplacements des divers organes mobiles de la machine, en vitesse et en position.

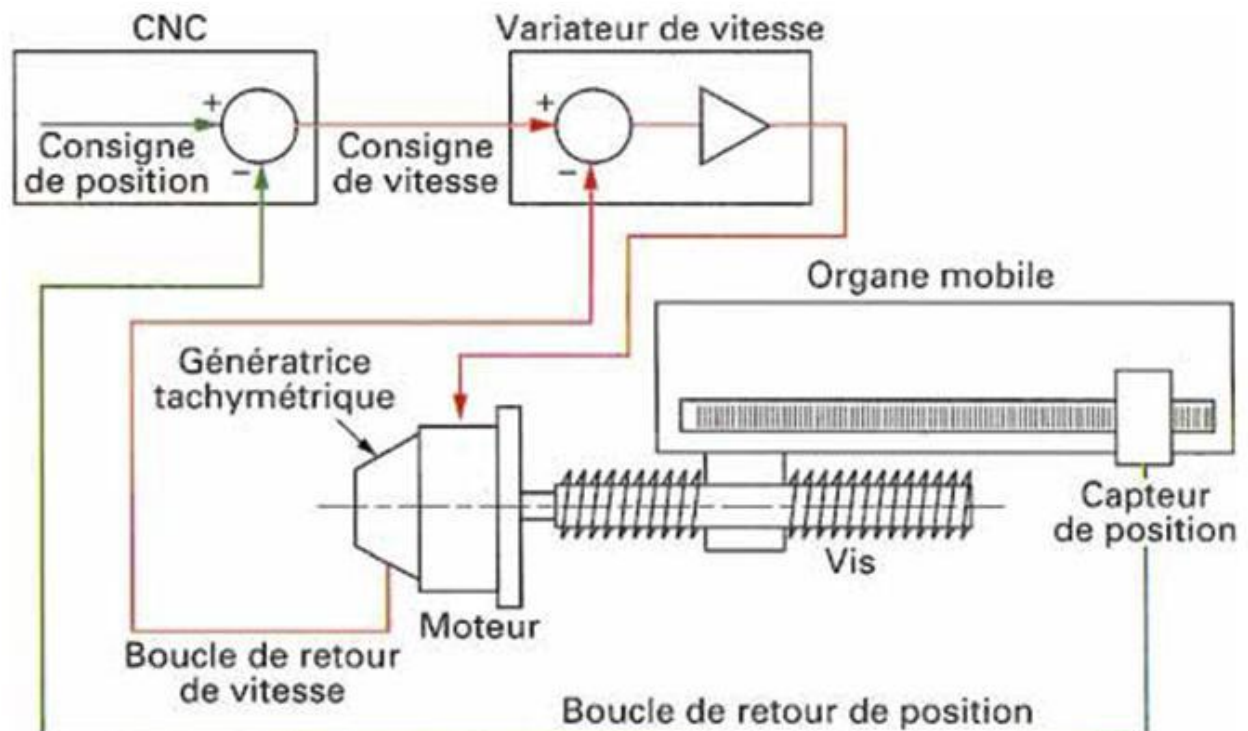
Chaque axe de déplacement est donc assujéti à un asservissement en boucle fermée, dont le principe consiste à mesurer continuellement la position réelle du mobile et la comparer avec la grandeur d'entrée, ou position de consigne délivrée par la CN pour atteindre la nouvelle position programmée. Dès que l'écart mesuré entre les deux s'annule, le mobile s'arrête.

Le déplacement de la table ou de l'outil d'un point à un autre implique la connaissance :

- de l'axe (X, Y, Z,...) sur lequel le déplacement doit s'effectuer,
- des coordonnées du point à atteindre,
- du sens de déplacement (+ ou -),
- de la vitesse de déplacement de la table ou de l'outil.

Les CN modernes permettent de contrôler simultanément plusieurs axes linéaires ou rotatifs (en général de 2 à 5) et de les interpoler entre eux afin de suivre avec précision une trajectoire quelconque dans l'espace.

Entraînement d'un organe mobile suivant un axe :



On appelle axe tout mouvement asservi en position et en vitesse.
Un axe de machine est constitué de la façon suivante :

- un chariot mobile sur glissières.
- un système de transmission vis écrou (vis à billes).
- un moteur et un réducteur.
- un dispositif de mesure de vitesse.
- un dispositif de mesure de position.

Le codeur rotatif de position, monté sur l'extrémité de l'arbre de sortie du réducteur, délivre une information numérique sur la position angulaire θ de cet arbre, un pas angulaire $\Delta\theta$ correspond à une variation de position de un micromètre pour le chariot.

Chaque axe est donc asservi en position et en vitesse par la commande numérique afin de réaliser un profil avec la meilleure précision, d'obtenir un bon état de surface, d'effectuer l'usinage le plus rapidement possible

Moteurs :

Pour l'activation des axes, quatre grands types de moteurs sont utilisés dans les machines à Commande Numérique.

- Les moteurs hydrauliques ont été remplacés progressivement par des moteurs électriques.
- Pour les petites machines à faible coût nécessitant peu de couple, les moteurs pas à pas sont une solution intéressante. Le moteur pas à pas est un moteur du type tout ou rien. Il donne un pas lors de l'envoi d'une impulsion. Il est possible de perdre des pas si le train d'impulsions est trop rapide ou si le couple résistant est trop important.
- Pour les machines plus puissantes, devant garantir une bonne précision et un bon état de surface en usinage, la solution retenue est le moteur à courant continu à aimant permanent commandé par un variateur de vitesse.
- Les moteurs à courant continu à excitation shunt ou indépendante offrent une grande souplesse de commande et une gamme de vitesse étendue, mais ils nécessitent un entretien fréquent des balais.
- Les moteurs asynchrones demandent la connaissance de la courbe couple-vitesse de rotation.
- Moteurs linéaires : compte tenu des performances croissantes des asservissements de machines, les vis à billes arrivent à leurs limites physiques, tant pour leurs capacités d'accélération que pour leur tenue géométrique (flexion, flambage). C'est pourquoi certains constructeurs entreprennent d'intégrer des moteurs linéaires pour commander leurs mécaniques de machines.

Cette nouvelle solution d'entraînement, qui consiste schématiquement à ouvrir un moteur circulaire pour le mettre à plat, présente les avantages suivants :

- très grandes vitesses de déplacement (plusieurs centaines de mètres par minute);
- dynamique élevée;
- grande raideur statique et dynamique ;
- construction simplifiée.

Avantages des moteurs pas à pas :

- Faible coût
- Fonctionnement en boucle ouverte (contre-réaction inutile)
- Couple à l'arrêt très élevé (freins inutiles)
- Couple élevé à basse vitesse
- Maintenance aisée (pas de balais)
- Solidité et usage dans tout environnement
- Précision élevée dans la commande du positionnement

Inconvénients des moteurs pas à pas :

- Faibles performances à basse vitesse, même en micro -pas
- Consommation de courant élevée quelle que soit la charge
- Tailles disponibles limitées
- Bruit important
- Diminution du couple avec la vitesse
- Risque de calage ou de perte de position en fonctionnement sans boucle de contrôle

Liaison moteur-table :

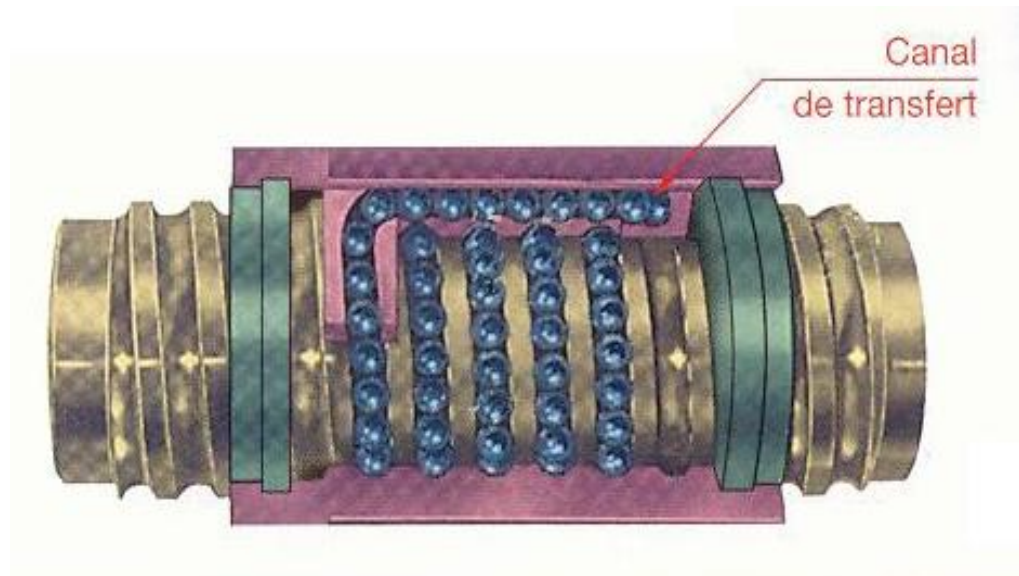
Les éléments utilisés doivent avoir le moins de jeu possible, c'est pour cette raison qu'on utilise des vis à billes.

Vis à billes :

Les filets de la vis sont remplacés par des gorges où circulent des billes d'acier.

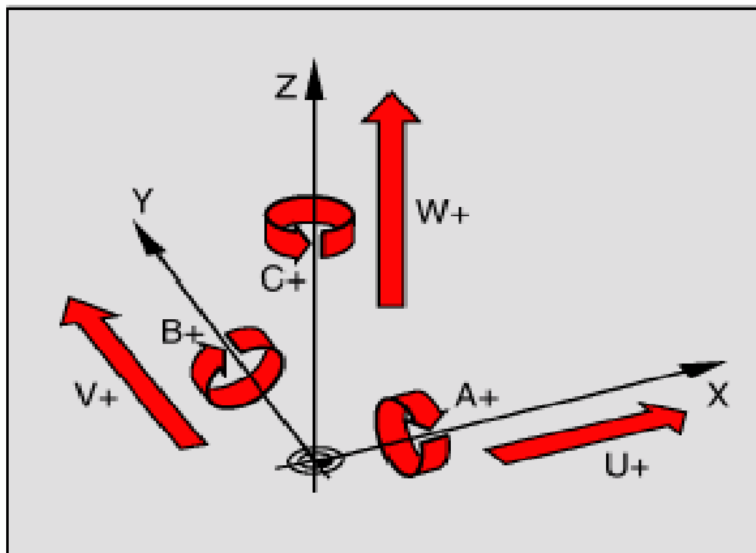
Avantages :

- jeux pratiquement nuls,
- diminution des frottements,
- vitesse de translation élevée (jusqu'à 15 m/mn).



Les déplacements de l'outil ou du porte-pièce s'effectuent par combinaisons de translations et /ou de rotations.

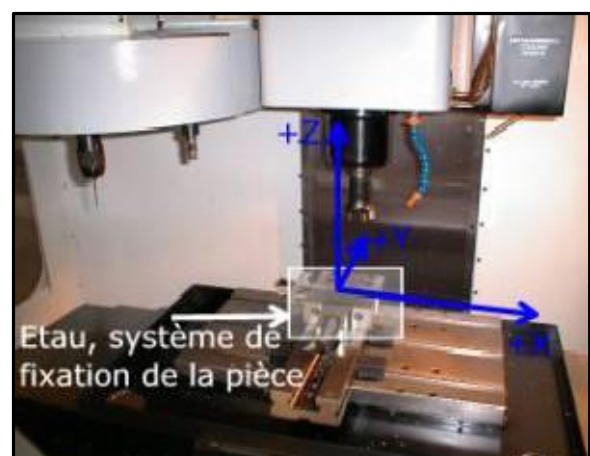
1- Définition et implantation des axes :



L'axe Z Correspond à l'axe de la broche, le sens positif correspond à un accroissement de la distance entre la pièce et l'outil.

L'axe X Correspond à l'axe suivant ayant le plus grand déplacement, le sens positif correspond à un accroissement de la distance entre la pièce et l'outil.

L'axe Y forme avec les deux autres un trièdre orthonormé direct



2. Les différentes origines en commande numérique

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).

Origine Machine (OM) :

Il s'agit d'un point non modifiable fixé par le constructeur de la machine, cette origine est défini par des interrupteurs de fin de course (point R).

Origine mesure (Om) :

Le plus souvent, l'origine mesure (Om) est confondue avec l'origine machine. Lorsqu'une machine est en POM et les coordonnées X, Y, et Z sont toutes à 0. Dans ce cas l'origine mesure et l'origine machine sont confondues (point M).

Origine programme (OP) :

Il s'agit du point de départ pour les indications de cotation indiquées dans le programme, cette origine est définie par le programmeur.

Origine pièce (Op) :

Il s'agit d'un point « palpable » sur la pièce dont ses coordonnées X, Y et Z sont définies par rapport à l'origine mesure (point W).

Le plus souvent, l'origine programme et l'origine pièce sont confondues.

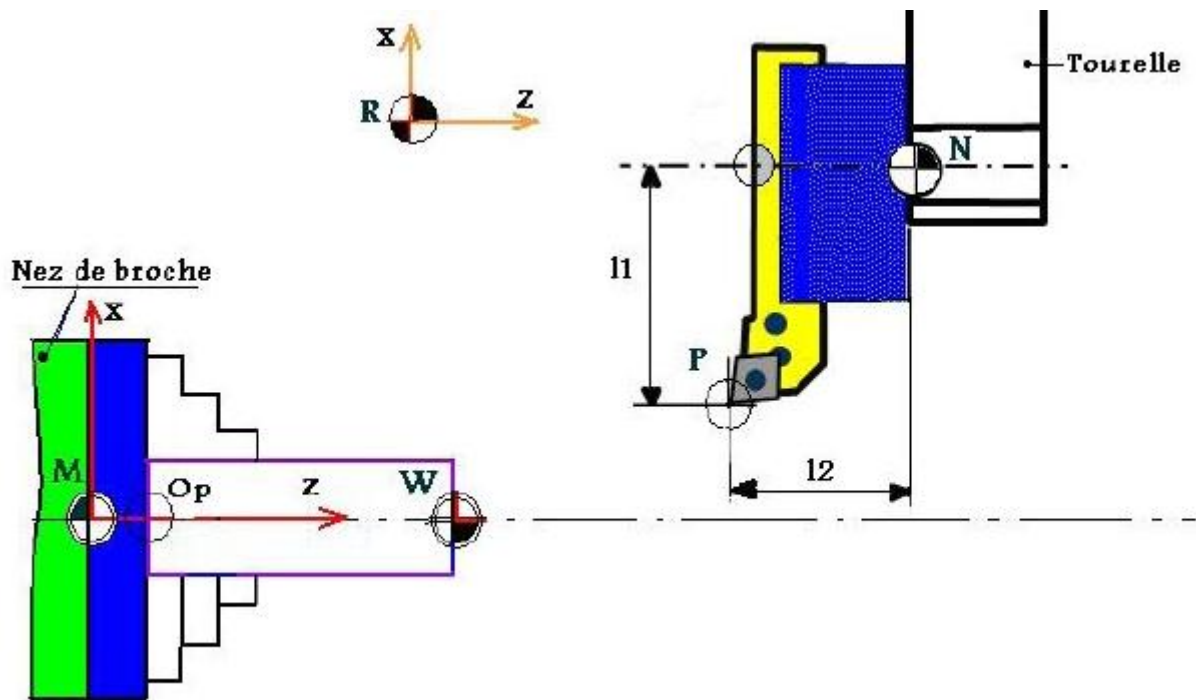
3. Point Piloté par la Machine (PPM):

Il s'agit du point de départ pour la mesure des outils. Il se trouve en un point du système de porte-outil. Il est défini par le fabricant de la machine (point N).

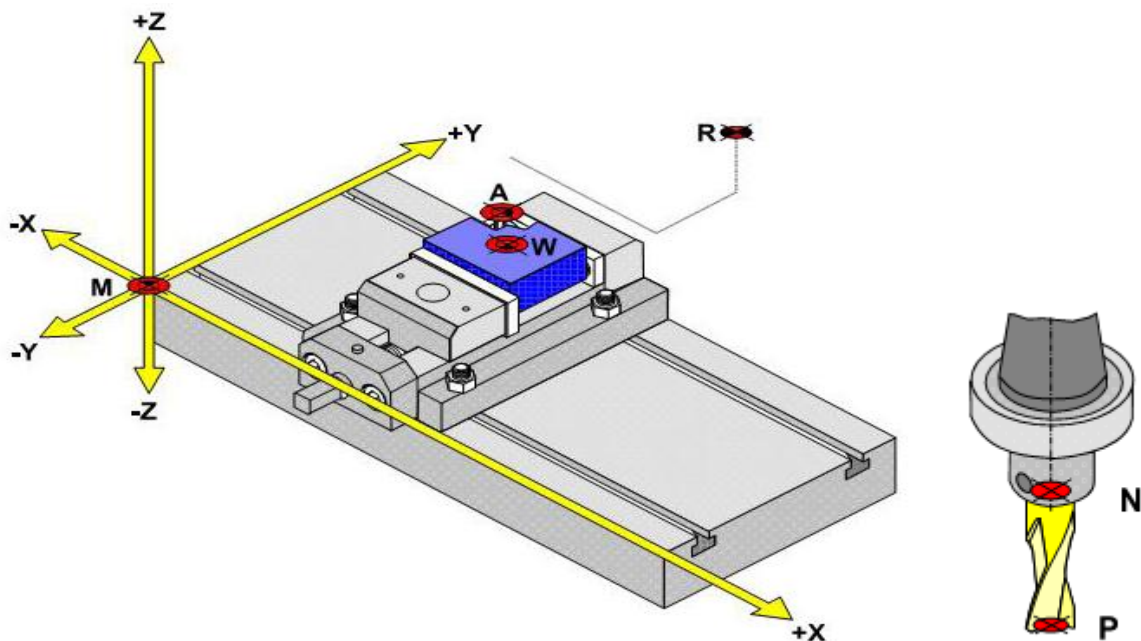
4. Point Piloté de l'Outil (PPO) :

C'est le point dont la trajectoire de déplacement correspond au profil à usiner sur la pièce, cette trajectoire est définie par des mouvements et des positions (x,y,z) dans le programme (Point P).

En tournage



En fraisage :

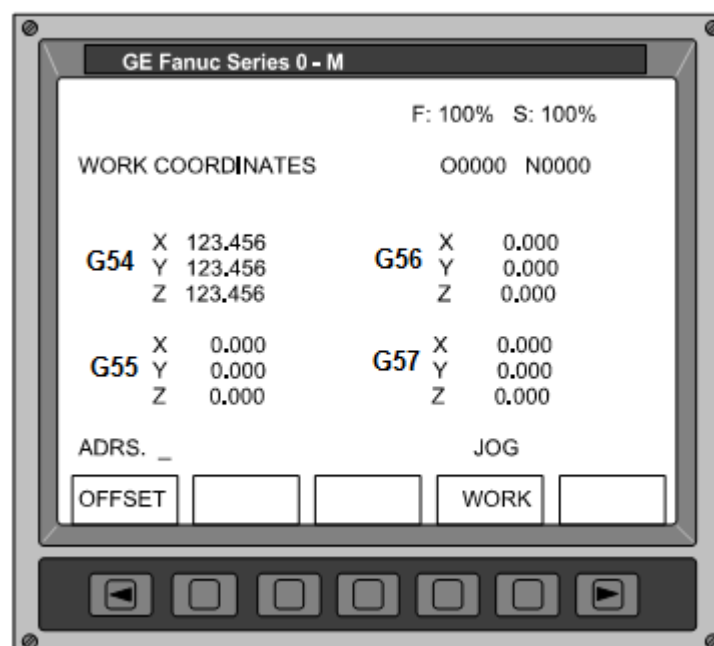
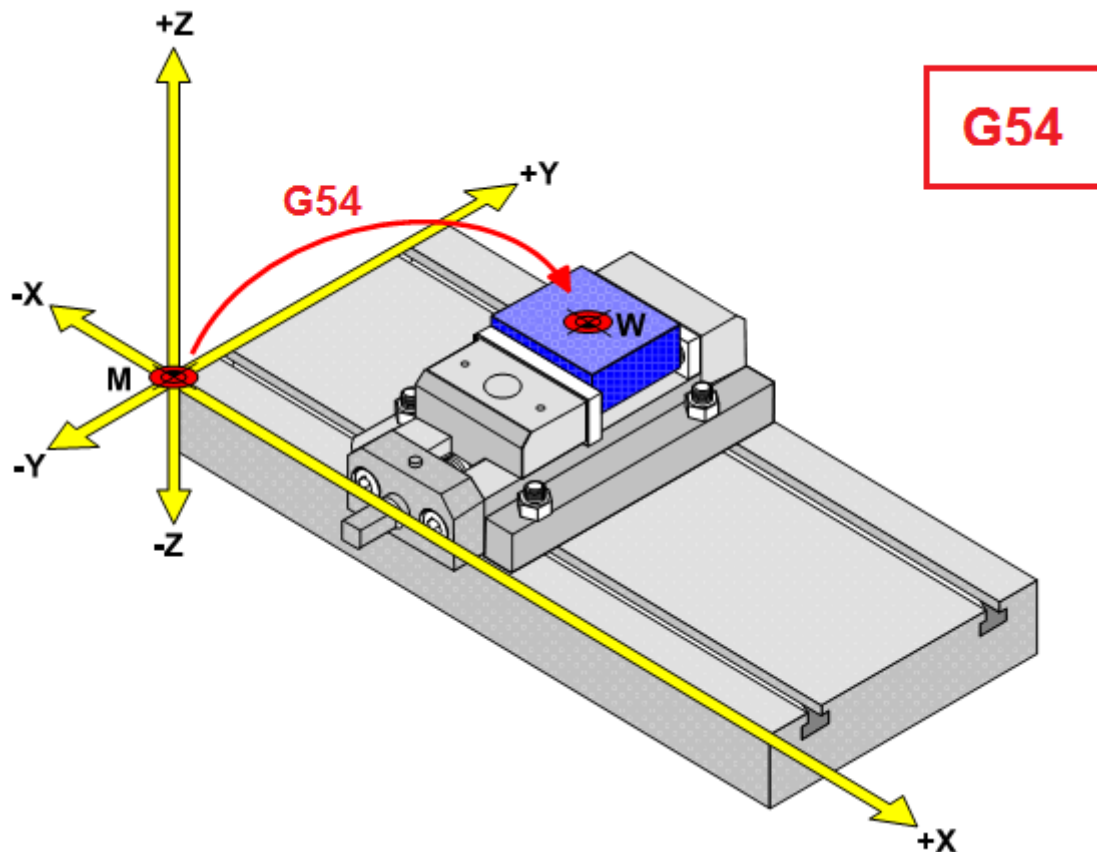


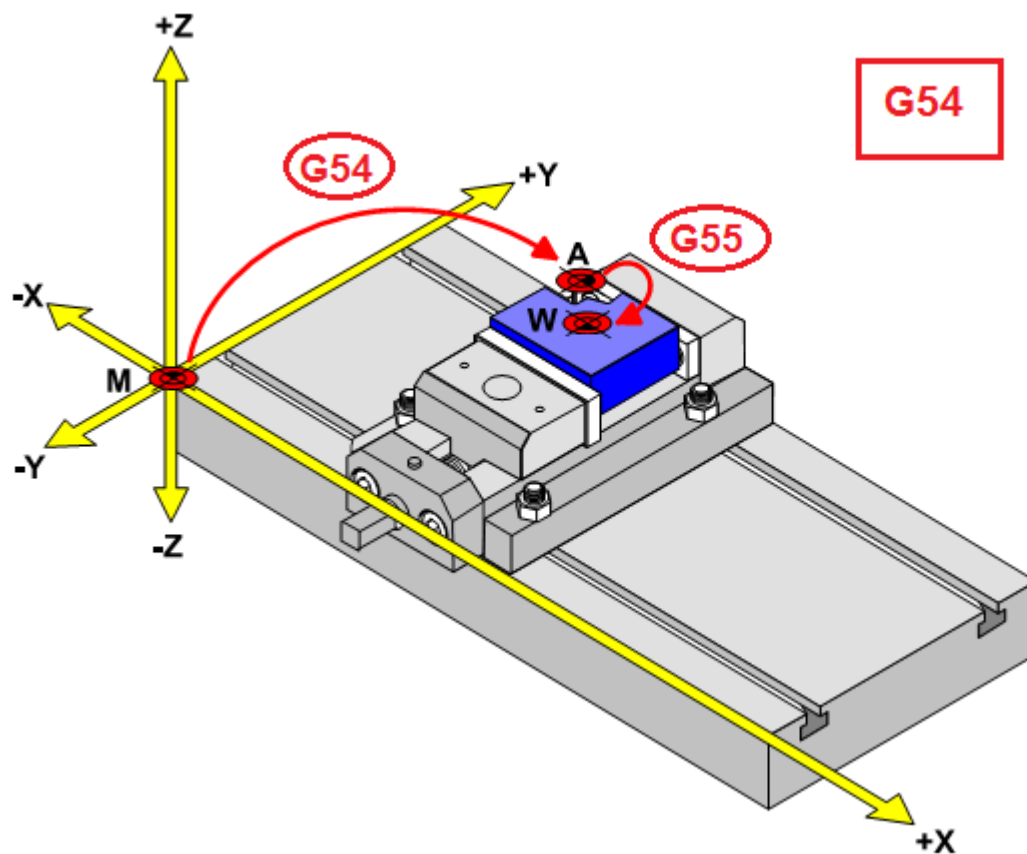
Les DCN (Directeur de Commande Numérique) autorisent la mise en place de six repères pièces différents appelés aussi coordonnées de travail : **G54, G55, G56, G57, G58 et G59**.

Par défaut la machine utilise G54

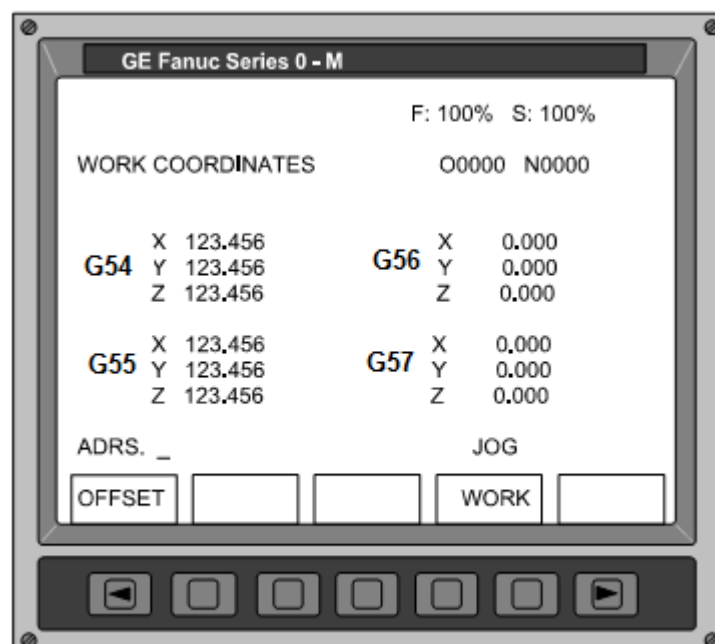
Ces différentes origines peuvent être utilisées dans le même programme.

En fraisage :

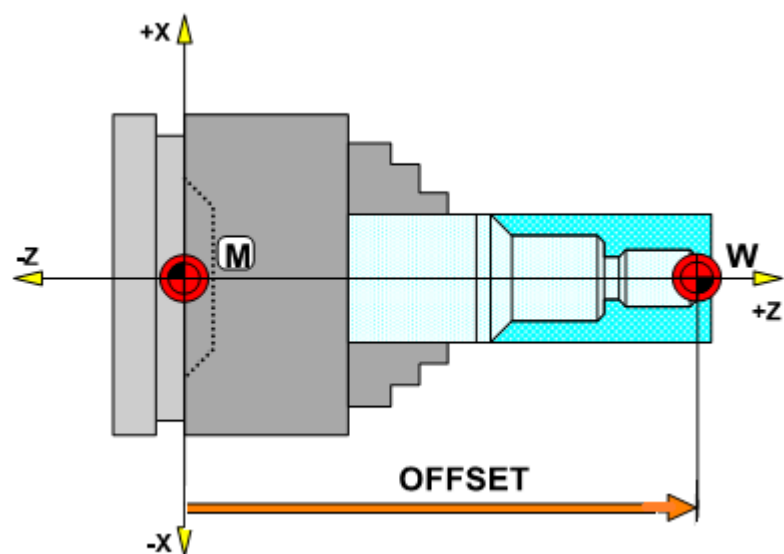




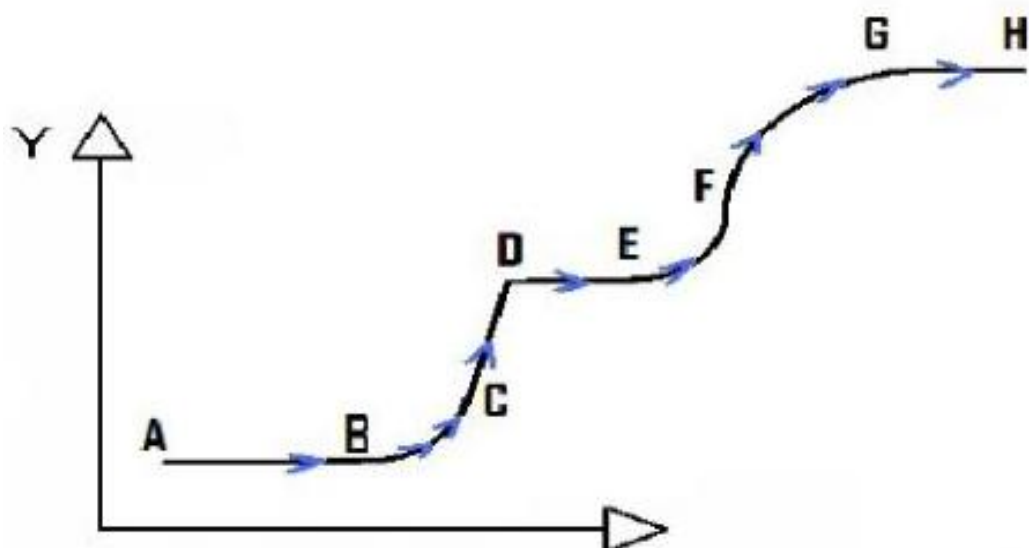
G54 + **G55**



En tournage :



5. Déplacement en continu



La programmation est le travail de préparation qui consiste à traduire, sous forme de texte alphanumérique, la gamme d'usinage de la pièce en un ensemble ordonné d'instructions comprises et exécutables par la CN en vue de réaliser son usinage.

1. Les différents modes de programmation :

Quel que soit le langage de programmation utilisé pour le développement des programmes pièces, le seul langage compréhensible par la machine est le **langage ISO**. Le passage d'un langage de haut niveau au langage ISO est possible en utilisant un logiciel de traduction.

2. Les langages de haut niveau :

Ces langages normalisés facilitent la programmation, il présente l'avantage d'être indépendants de la C.N qui sera utilisée pour l'usinage.

Un post-processeur (logiciel de traduction installé sur la machine) spécifiquement développé pour chaque directeur de commande numérique permet la traduction en langage ISO.

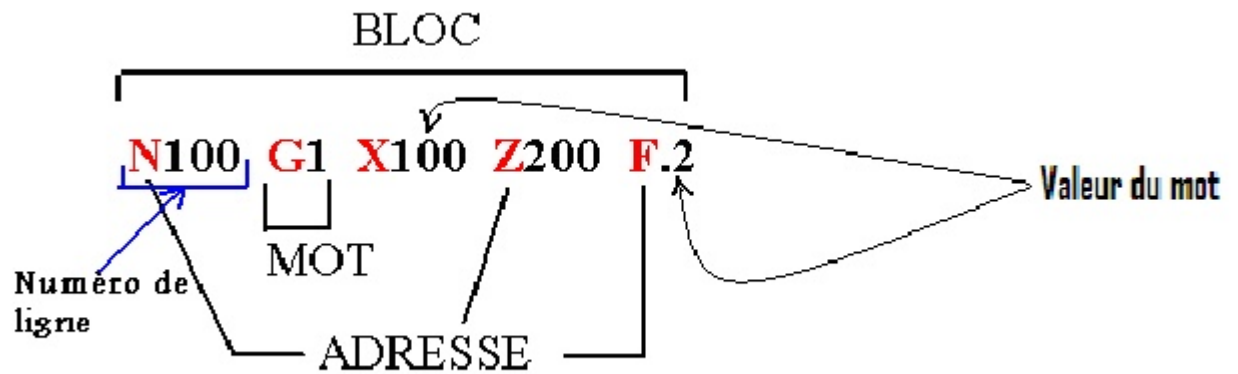
3. Programmation automatique par une F.A.O.

La pièce à usiner est dessinée, tout d'abord, sur un logiciel CAO (Autocad, Solidworks....), ensuite elle est renvoyée sur un logiciels FAO qui utilise sa géométrie pour développer un processus d'usinage qui consiste à sélectionner les surfaces à usiner, choisir les outils, définir la méthode d'usinage et les paramètres de coupe.

Les risques d'erreurs sont éliminés, le gain de temps est important particulièrement pour les pièces complexes.

4. Programmation en code G

Format d'un programme:



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

Mot : ensemble de caractères comportant une adresse suivie de chiffres constituant une information. Exemple : X100

Bloc : groupe de mots correspondant aux instructions relatives à une séquence d'usinage.
Exemple : N100 G01 X100 Z200 F0.2

Composition maximum d'un bloc :

N : Numéro de bloc

G : Fonction préparatoire

X : Mouvement suivant l'axe X

Y : Mouvement suivant l'axe Y

Z : Mouvement suivant l'axe Z

I : Coordonnée de l'axe du rayon en X

J : Coordonnée de l'axe du rayon en Y

K : Coordonnée de l'axe du rayon en Z

F : Fonction vitesse d'avance ("Fedrat" = avance)

S : Fonction vitesse de broche ("Speed" = vitesse)

T : Fonction outil

M : Fonction auxiliaire ("Miscellaneous" = varié, divers)

Remarques:

- Un bloc peut contenir plusieurs codes G (mais un seul code M et T)
- Le mot d'adresse N est facultatif
- Le caractère de fin de bloc est le (;)

Fonctions préparatoires

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

Exemple : G00, G01, G02, G03, G04, etc.

Interpolation

- L'outil suit une courbe d'interpolation dont la description peut s'étendre sur plusieurs blocs.
- Un code G définit le type de déplacement.
- Seules les coordonnées du point d'arrivée sont données.

G00

G00: Déplacement rapide à vide jusqu'au point d'arrivée. (Modal)

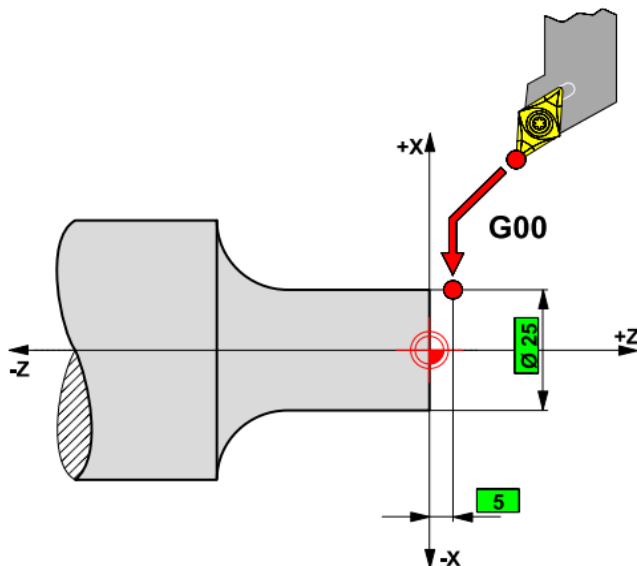
Utilisé pour la mise en position rapide de l'outil

Attention !!

La trajectoire n'est pas contrôlée

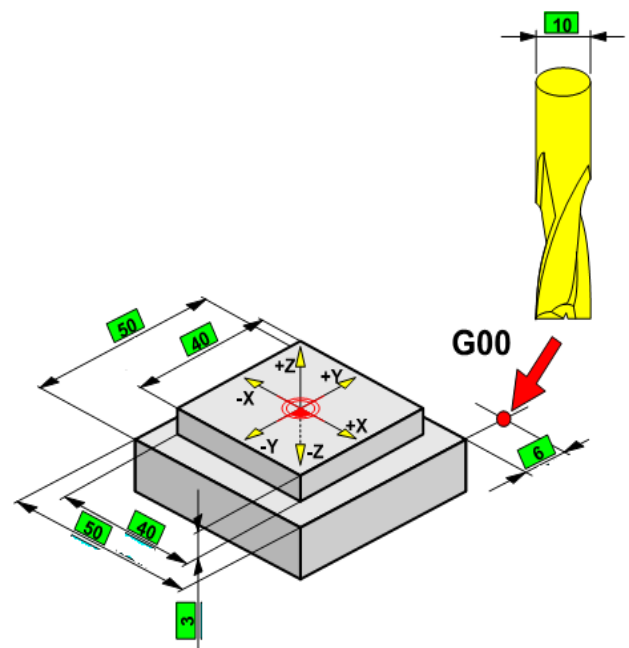
La vitesse de déplacement n'est pas programmable

Tournage



N60 G00 X25 Z5 ;

Fraisage



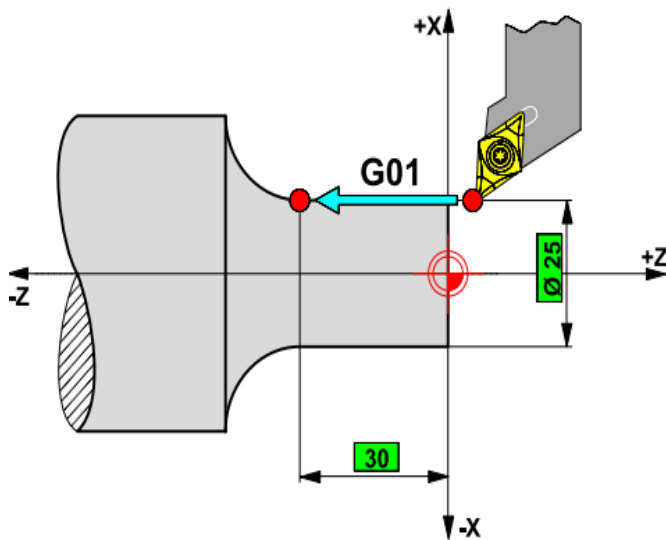
N50 G00 X25 Y31 Z-3 ;

G01

G01 : Interpolation linéaire à vitesse contrôlée, à vide ou en usinage. (Modal)

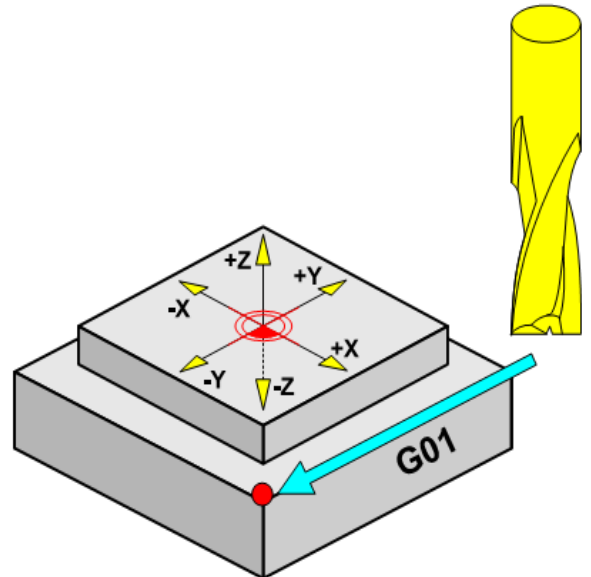
La vitesse d'avance doit être introduite avant ou dans le même bloc sous l'adresse F

Tournage



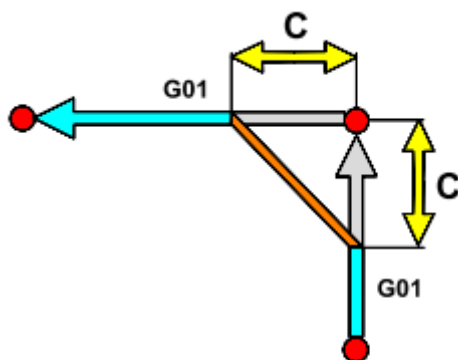
N80 G01 X25 Z-30 ;

Fraisage



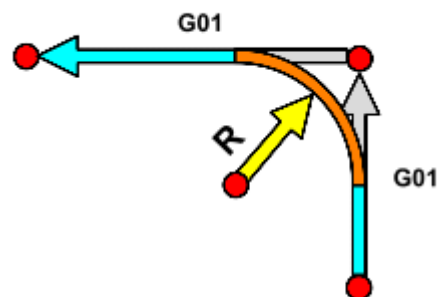
N70 G01 X25 Y-25 ;

Programmation des chanfreins C et des rayons R



N0140 G01 X... C...

N0145 G01 Z...



N0140 G01 X... R...

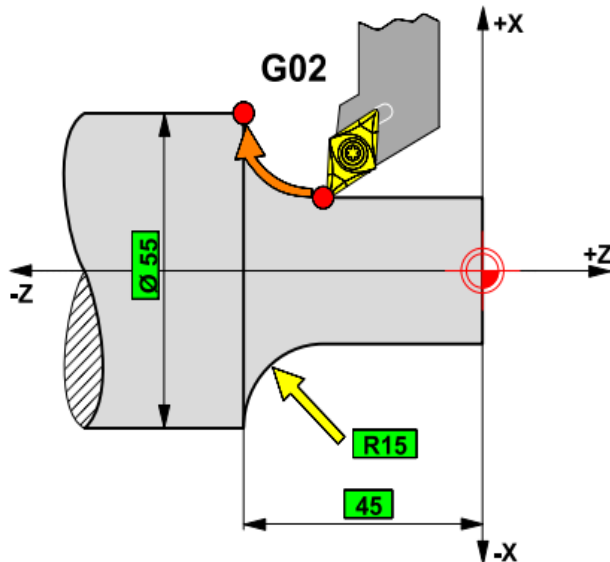
N0145 G01 Z...

G02/G03

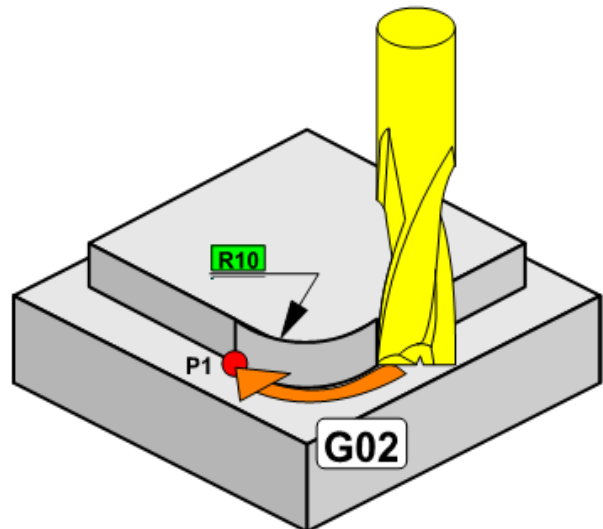
Interpolation circulaire avec la valeur du rayon

G02 : Interpolation circulaire dans le sens horaire. (Modal)

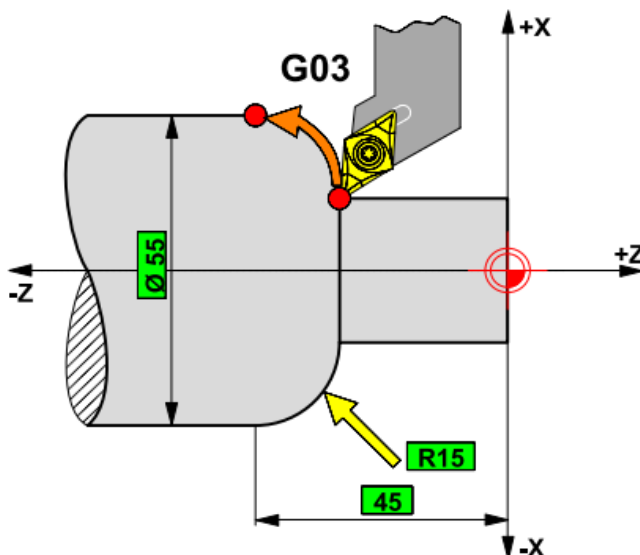
G03 : Interpolation circulaire dans le sens antihoraire. (Modal)



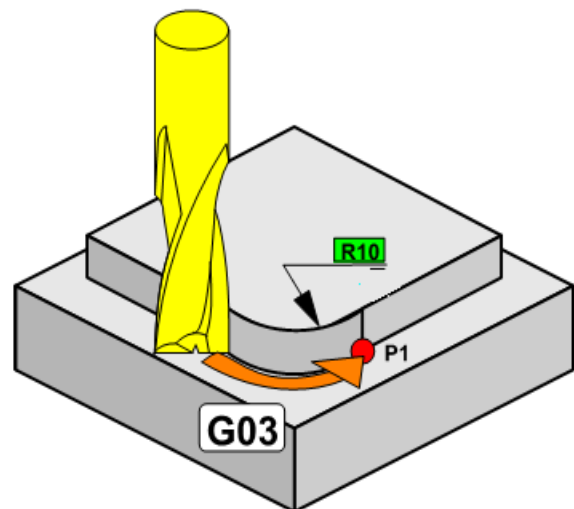
N130 G02 X55 Z-45 R15 ;



N150 G02 X.. Y.. R10 ;



N210 G03 X55 Z-45 R15 ;



N180 G03 X.. Y.. R10 ;

- La machine exécute la trajectoire la plus courte.
- Une valeur de rayon négative désigne parfois la trajectoire de plus de 180°

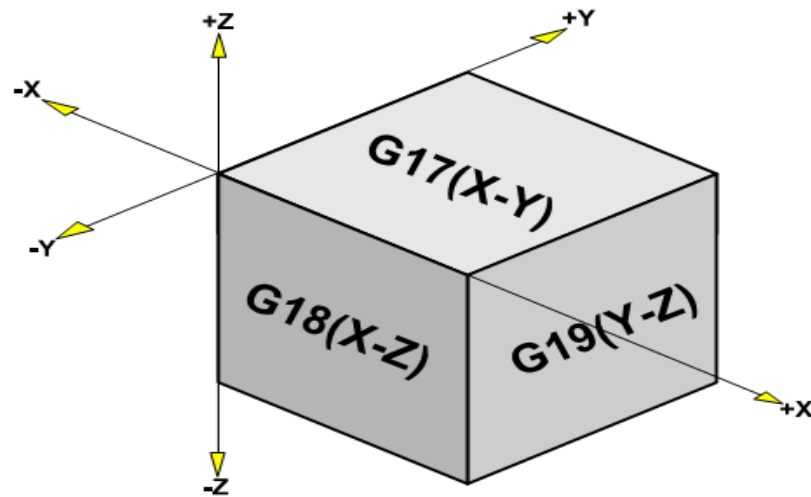
G17 - G18 - G19

Choix du plan d'interpolation

G17 : Plan XY (modal et par défaut en fraisage)

G18 : Plan ZX (modal et par défaut en tournage)

G19 : Plan YZ (modal)



Fonction d'avance :

L'adresse **F** suivi d'un nombre entier ou un réel exprime la valeur de la vitesse d'avance.

G94 : l'unité de l'avance est le mm/min, (modal)

G95 : l'unité de l'avance est le mm/tr, (modal)

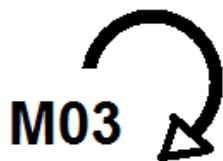
Fonction vitesse de broche :

L'adresse **S** suivie d'un entier exprime la valeur de la vitesse de broche en **tr/mn**

La rotation de la broche s'effectue par la commande **M03** ou **M04**

M03 : Rotation de la broche, sens horaire.

M04 : Rotation de la broche, sens trigonométrique



Fonction sélection outil :

L'adresse **T** suivie d'un entier exprime la sélection d'outil

M06 : est la fonction de changement d'outil en fraisage

Exemple : T01 M06 ;

Unités :

Certains équipements supportent 2 systèmes d'unités

G20 : Système International (mm)

G21 : Système Impérial (pouce)

Coordonnées absolues ou relatives : G90/G91

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

G90 : Coordonnées absolues (modal),

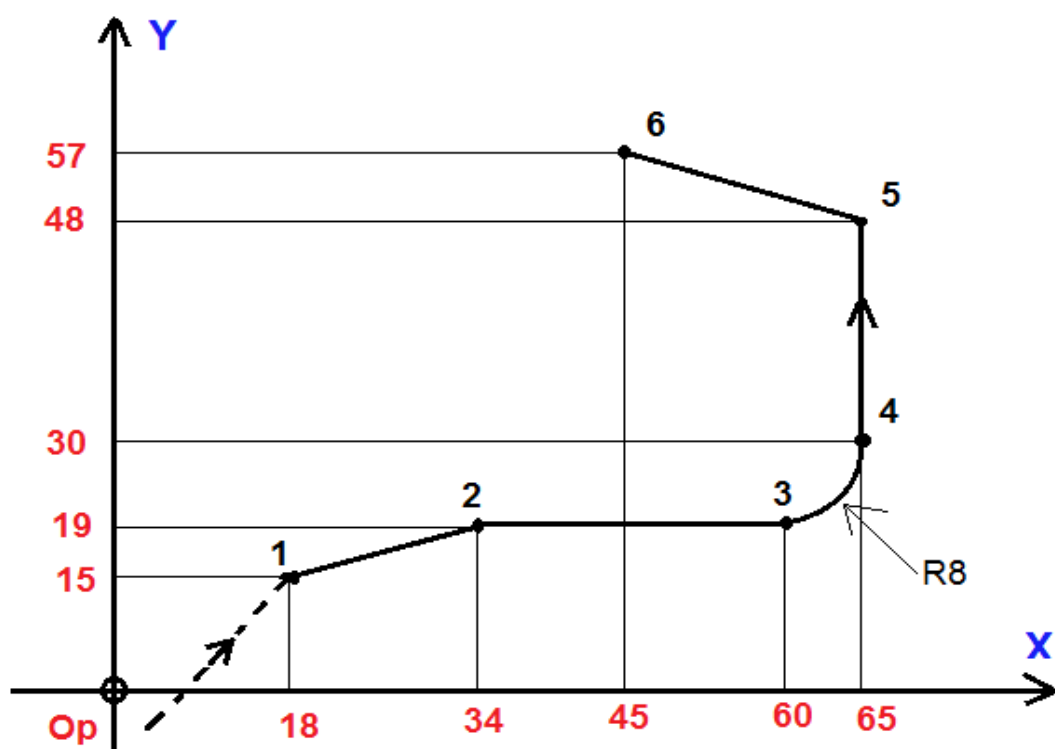
Toutes les coordonnées sont définies par rapport à une origine fixe (origine pièce).

G91 : Coordonnées relatives (modal),

Les coordonnées de chaque point sont définies par rapport au point précédent.

➔ Dans le même programme, les deux modes peuvent être utilisés en alternance

Exemple de programmation avec G90/G91



Trajectoire de l'outil

Absolue G90

```
O1990 ;
N10.....
N20.....
..
..
N60 G90 G00 X18 Y15 ;    (1)
N70 G01 X34 Y19 ;        (2)
N80 X60 ;                 (3)
N90 G03 X65 Y30 R8 ;     (4)
N100 G01 Y48 ;           (5)
N110 X45 Y57 ;           (6)
```

Relatif G91

```
O1990 ;
N10.....
N20.....
..
..
N60 G91..... ;        (1)
N70 G01 X16 Y4 ;         (2)
N80 X26 ;                 (3)
N90 G03 X5 Y11 R8 ;      (4)
N100 G01 Y18 ;           (5)
N110 X-20 Y9 ;           (6)
```

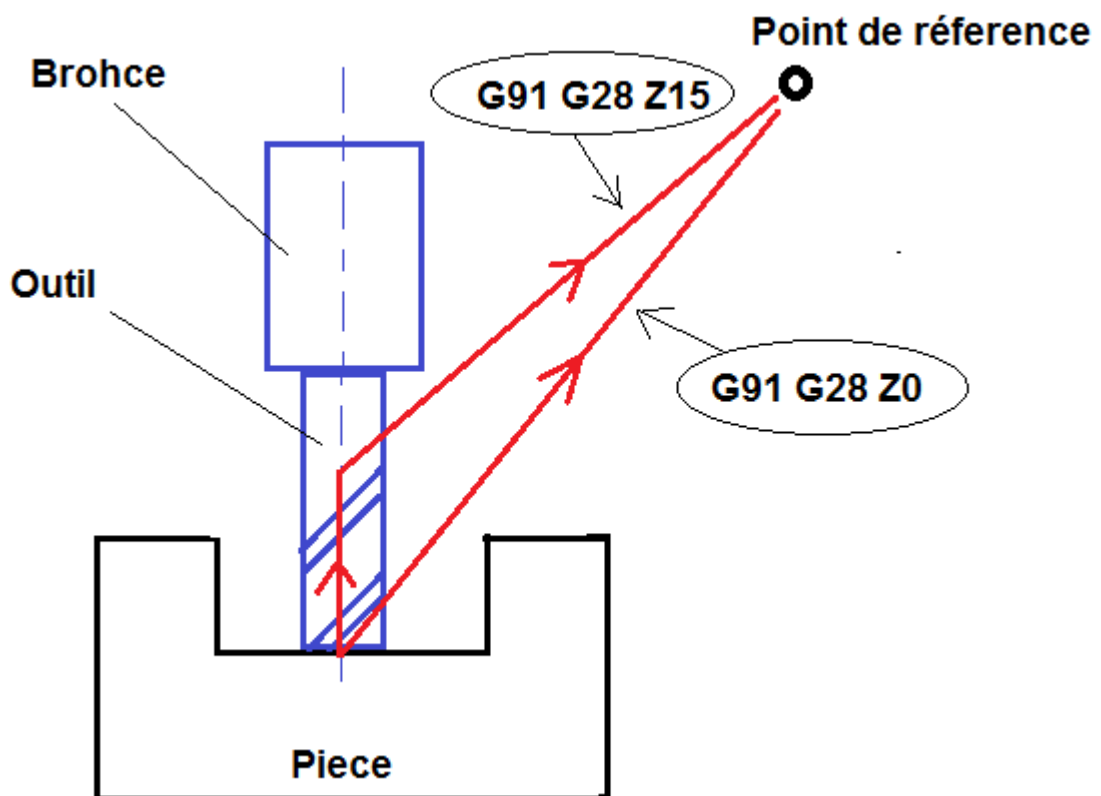
Retour au point de référence G28

G28 : Retour au point de référence (non modal),

On l'utilise lorsqu'on veut monter l'outil pour la première fois, lorsqu'on veut changer l'outil ou à la fin de l'usinage.

La syntaxe est la suivante :

G28 G91 Z0 ou G28 G91 Z15 (la valeur 15 comme exemple seulement)



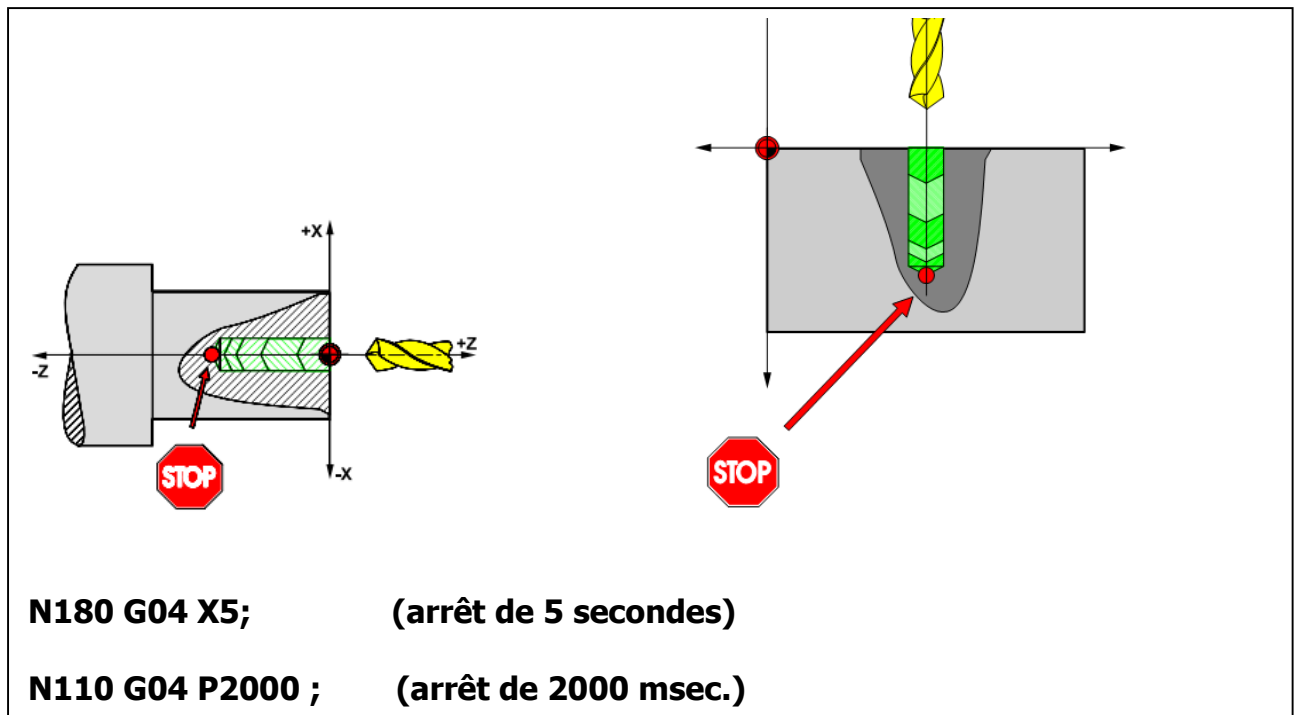
Arrêt temporisé G04

En spécifiant une temporisation, l'exécution du bloc suivant est retardée du temps spécifié.

Temporisation **G04 X...** ou **G04 P...**

X spécifié un temps en second (point décimal autorisé)

P spécifie un temps en msec. (Point décimal non autorisé)



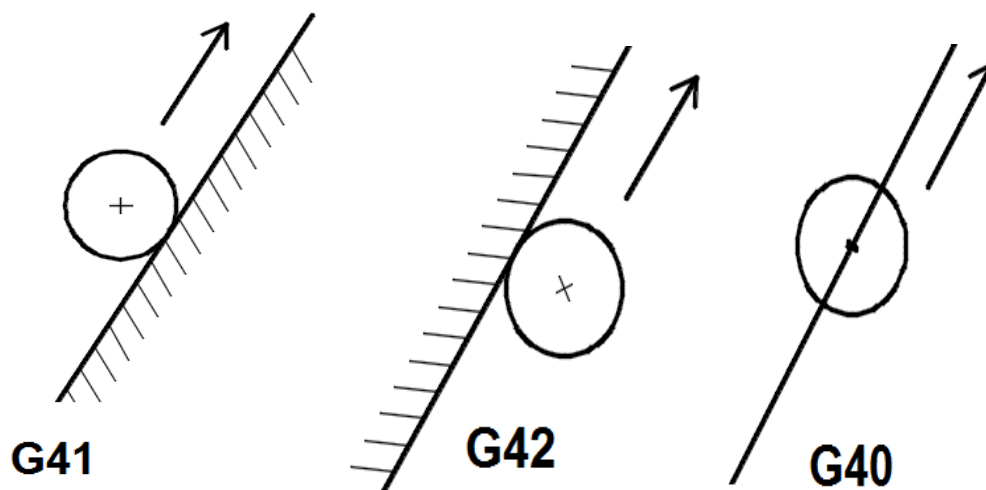
Correction de rayon de l'outil G40_G41_G42

En fraisage, le point piloté de l'outil est le centre de base de la fraise alors que l'usinage est effectué par la périphérie de la fraise, ce qui provoque un décalage entre le profil usiné réellement et le profil programmé. Pour résoudre ce problème on adopte une compensation (correction) du rayon de l'outil.

G41 : Correction du rayon de l'outil à gauche de la trajectoire (modale)

G42 : Correction du rayon l'outil à droite de la trajectoire (modale)

G40 : Annulation de la correction du rayon de l'outil (modale)



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 suivie de chiffres 01, 02, 03... Exemple : D01, D02, D03....

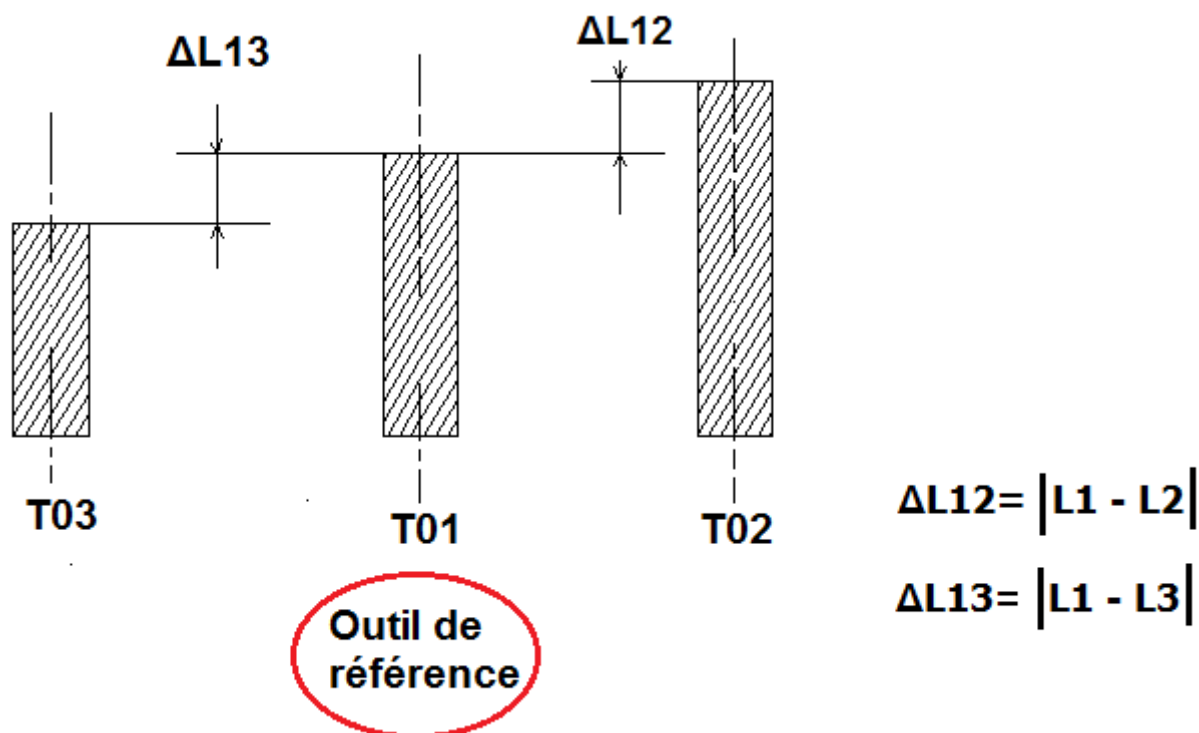
Utiliser de préférence l'adresse D01 pour l'outil T01, D02 pour T02, D03 pour T03....

Correction de la longueur d'outil **G43_G44_G49**

En fraisage, les outils utilisés au cours d'une opération d'usinage n'ont pas la même longueur, ce qui peut provoquer des erreurs d'usinage sur la pièce ou des chocs des outils avec la pièce après chaque changement d'outil. Pour résoudre ce problème on adopte une correction de longueur d'outil.

Méthode de détermination des valeurs de correction de longueur

On prend un outil de référence T01, on tangente sur le plan (Z0) de la pièce avec, dans l'adresse H01 on introduit la valeur « zéro » pour l'outil de référence. On tangente avec les autres outils à utiliser par la suite et on introduit la différence de longueur entre chacun avec l'outil de référence dans les adresse H02 ; H03 ; H04 ; ... pour les outils T02, T03, T04,...



G43 : compensation de longueur en ajoutant la différence.

G44 : compensation de longueur en retranchant la différence.

G49 : annulation de la correction de longueur

Outil T02: plus long que l'outil T01 alors on doit utiliser G43 pour ajouter la différence de longueur (ΔL_{12}) à la valeur de Z.

➤ Exemple :

G00 G43 Z5 H02 ;

Outil T03: plus court que l'outil T01 alors on doit utiliser G44 pour retrancher la différence de longueur (ΔL_{13}) à la valeur de Z.

➤ Exemple :

G00 G44 Z5 H03 ;

➤ **Cas particulier :**

Lorsqu'on tangente avec le nez de la broche ou avec une cale et on retranche la longueur de la cale, l'outil de référence dans ce cas à une longueur $L=0$.

Alors les valeurs à introduire dans les adresses H01, H02, H03,... sont égales aux longueurs réelles des outils T01, T02, T03,... et la fonction à utiliser est G43 car tous les outils ont une longueur supérieure à 0.

Chapitre 4:

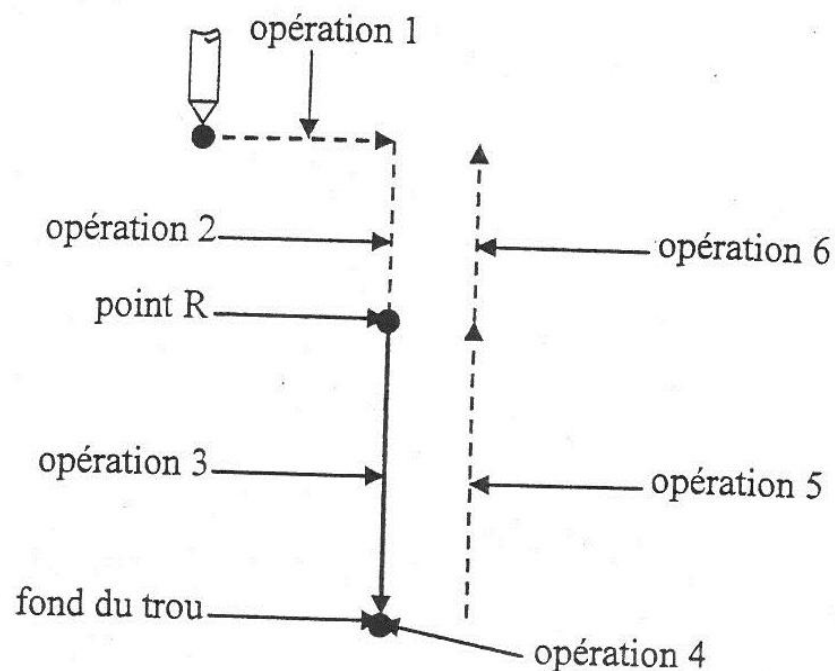
Cycles Fixes

Généralités :

Afin de simplifier la programmation, le constructeur a préprogrammé des cycles d'usinage qui sont paramétrables (cycles fixes).

Ces cycles font du perçage, du taraudage, du chambrage et de l'alésage. L'ensemble de ces cycles s'effectue en six opérations :

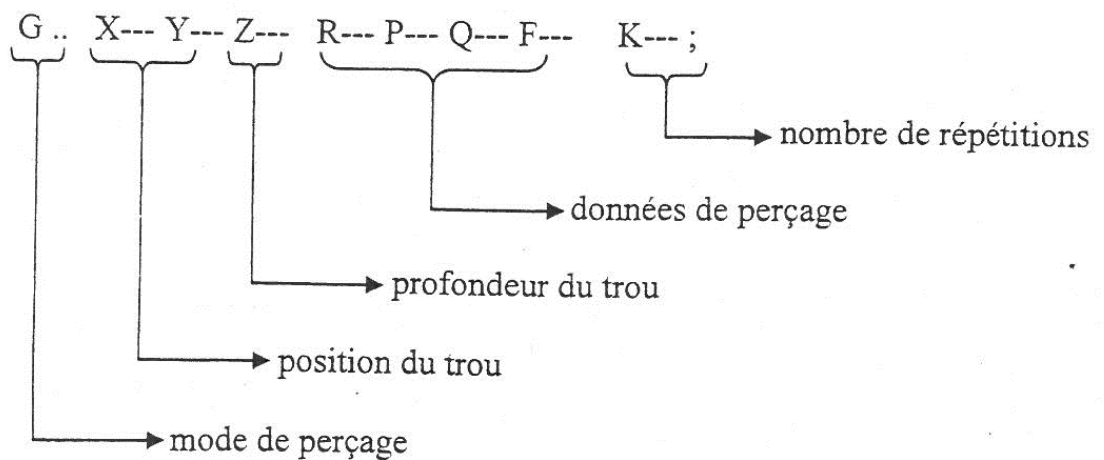
- opération 1 : positionnement en rapide des axes autres que Z
- opération 2 : descente en rapide au point R
- opération 3 : travail
- opération 4 : opération au fond du trou
- opération 5 : remontée en rapide au point R
- opération 6 : remontée en rapide au point de positionnement



Instructions utilisables en cycles fixes :

Nature de l'instruction	Code	Commentaire
mode de coordonnées	G90	absolu
	G91	relatif ou incrémental
spécification du point de retour	G98	retour au point initial
	G99	retour au point R
mode de perçage	G73	voir tableau suivant
	G74	
	.	
	.	
	G89	

Les paramètres de ces cycles fixes sont donnés sous la forme :



X,Y : position du trou

Z : Spécifie: - la cote de fond du trou en mode absolu (G90)
- ou bien la distance entre le fond du trou et le point R en mode relatif (G91)

R: Spécifie: - la cote du point R en mode absolu (G90)
- la différence de cote entre le niveau de positionnement initial et le point R, en mode relatif (G91).

Q: spécifie la distance de plongée de l'outil (perçage avec déburrage ou alésage fin)

P: spécifie le temps d'arrêt au fond du trou

F: spécifie la vitesse d'avance

K: spécifie le nombre de répétitions des opérations de 1 à 6
Si K n'est pas spécifié alors K=1

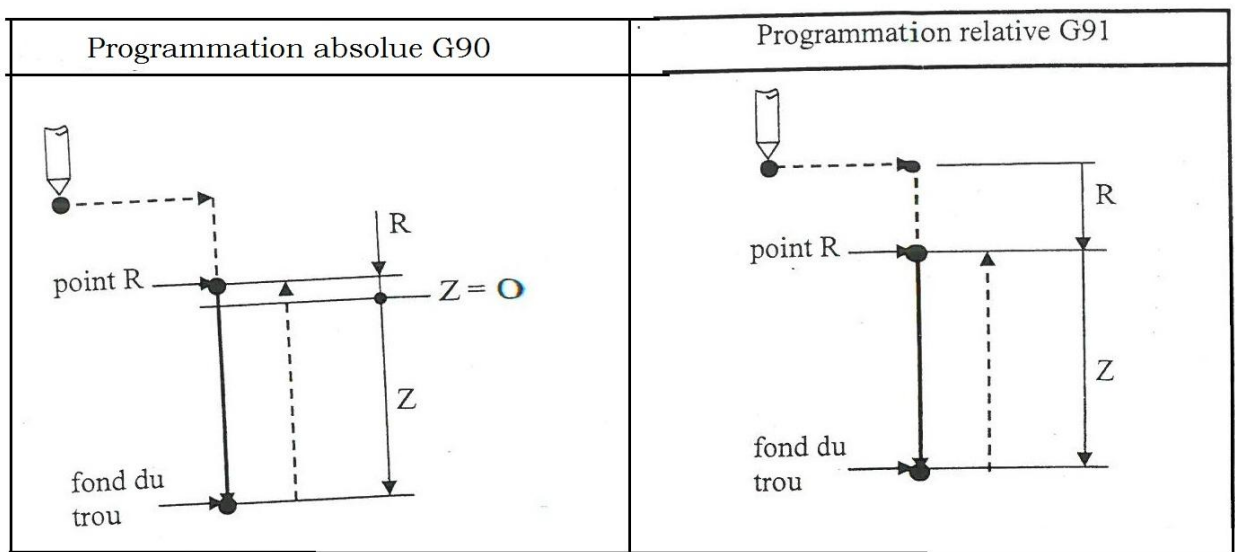


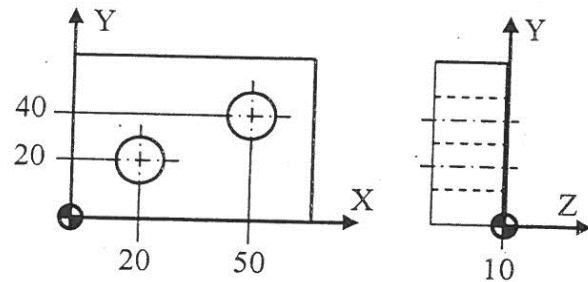
Tableau des cycles fixes disponibles

Code	avance en Z ⁻	Opération au fond du trou	avance en Z ⁺	application
G73	intermittente		rapide	perçage avec déburrage à grande vitesse
G74	continue	arrêt temporisé	vitesse de travail	taraudage gauche
G76	continue	arrêt orienté de la broche	rapide	alésage fin
G80				annulation
G81	continue		rapide	perçage, centrage
G82	continue	arrêt temporisé	rapide	perçage chambrage
G83	intermittente		rapide	perçage avec déburrage
G84	continue	arrêt temporisé	vitesse de travail	taraudage
G85	continue		vitesse de travail	alésage
G86	continue	arrêt de la broche		alésage
G87	continue			contre-alésage
G88	continue	arrêt temporisé arrêt de la broche	manuelle	alésage
G89	continue	arrêt temporisé	vitesse de travail	alésage

Cycle de perçage, centrage G81

La syntaxe est la suivante : G81 X ... Y... Z... R... F...;

Exemple :



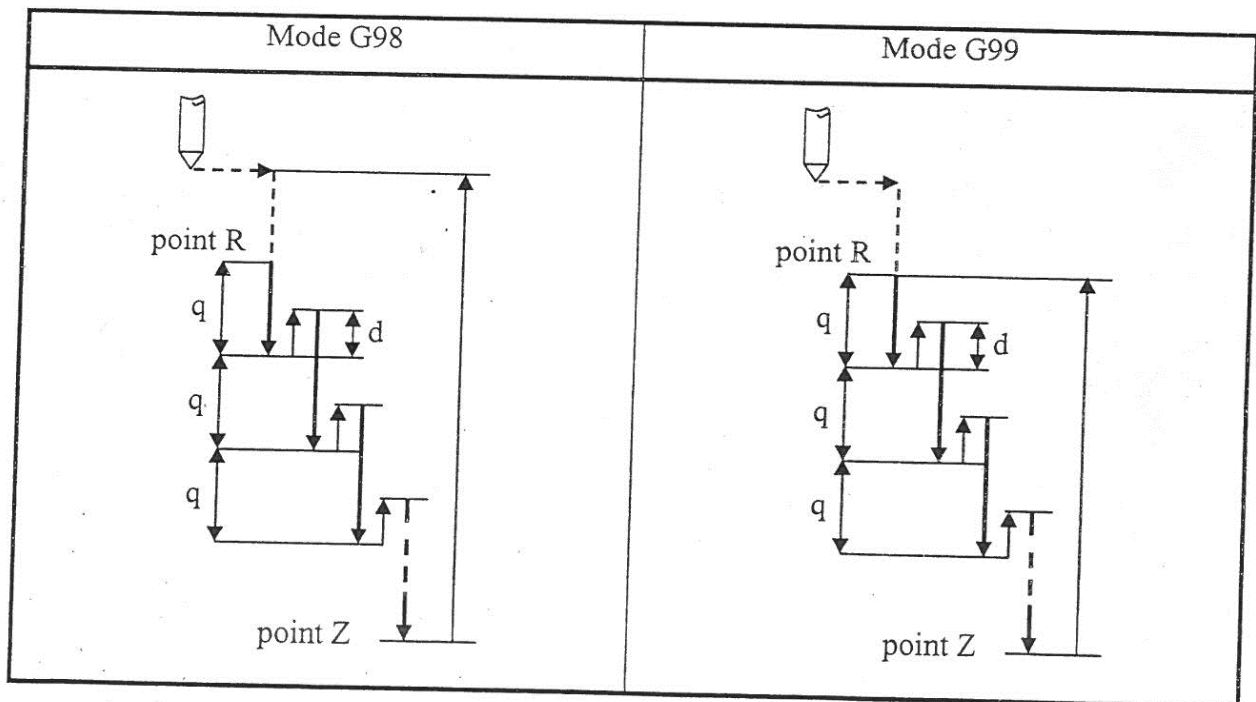
```

O 1000 ;
N 10 G17 G40 G49 G54 G80 T01 ;
N20 G28 G91 Z0 ;
N30 M06;
N40 G00 G90 X20 Y20 S800 M03 ;
N50 G43 Z5 H01 M08 ;
N60 G81 Z-12 R2 F80 ;      (perçage du 1er trou)
N70 X50 Y40 ;             (perçage du 2eme trou)
N80 G80 Z5 M09 ;          (annulation de cycle fixe)
N90 G28 G91 Z0 M05 ;
N100 M30 ;
  
```

Remarque : pour revenir à l'origine machine, on doit annuler le mode de cycle fixe. Sinon la machine se met en état d'alarme.

Cycle de perçage avec déburrage à grande vitesse G73

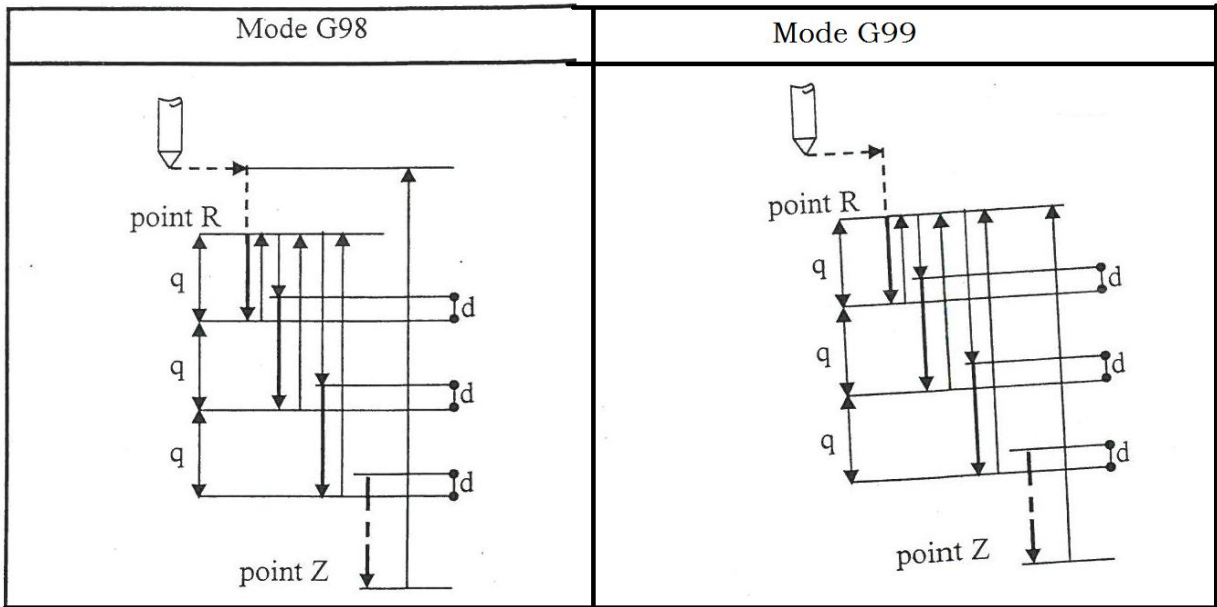
La syntaxe est la suivante : G73 X ... Y... Z... Q... R... F...;



q est la valeur de l'incrément de perçage, spécifié après l'adresse Q. la valeur du retrait d est introduite en paramètre machine (n° 531). Il est possible de régler des retraits de faibles valeurs. Le retrait se fait à la vitesse rapide.

Cycle de perçage avec déburrage G83

La syntaxe est la suivante : G83 X ... Y... Z... Q... R... F...;

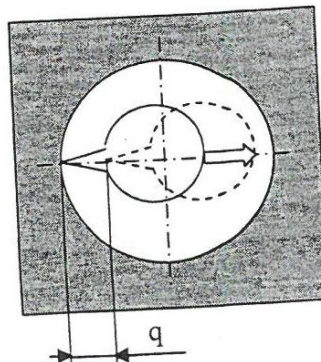


q est la valeur de l'incrément de perçage, spécifié après l'adresse Q. A partir du deuxième incrément de perçage, l'avance rapide est commuté en avance de taravail à d mm avant la position où le dernier retrait a été commandé. Le retrait se fait à la vitesse rapide. la valeur du retrait d est introduite en paramètre machine (n°532).

Cycle d'alésage fin G76

La syntaxe est la suivante : G76 X ... Y.. Z.. Q ... R... F...;

En fin d'usinage (arrivée au point de cote Z), un arrêt temporisé et orienté de la broche est effectué. L'outil est ensuite décalé d'une distance q spécifiée après l'adresse Q. L'axe de décalage est choisi par le constructeur.



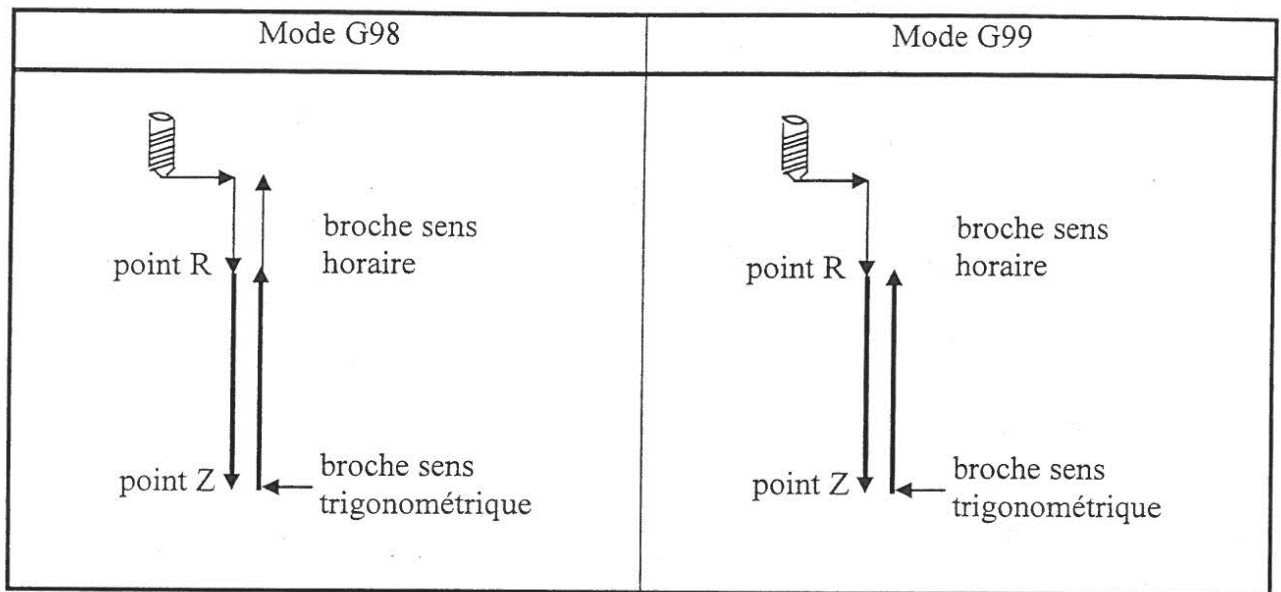
Mode G98	Mode G99

Cycle de contre alésage G87

Mode G98	Mode G99
	non utilisé

Après positionnement de l'outil au point initial, la broche s'arrête en position d'orientation et elle est décalée dans le sens opposé à celui de l'outil. Elle descend en rapide au fond du trou (point R), puis elle est décalée dans le sens de l'outil. Elle tourne dans le sens horaire et remonte à la vitesse de travail jusqu'au point Z. A cette position, la broche s'arrête de nouveau dans la position d'orientation et se déplace dans le sens opposé à celui de l'outil, puis l'outil est retiré du trou. Après le retour au point initial, la broche est décalée dans le sens de l'outil.

Cycle de taraudage G84



La broche est mise en rotation dans le sens horaire, descend en usinant du point R au point Z. Au fond du trou, un arrêt temporisé de la broche est exécuté avec changement du sens de rotation. L'outil est ensuite dégagé du trou taraudé. Au point R, la broche est arrêtée et le sens de rotation est changé.

Exemple (cycles fixes) :

Ecrire le programme d'usinage de la pièce ci dessous.

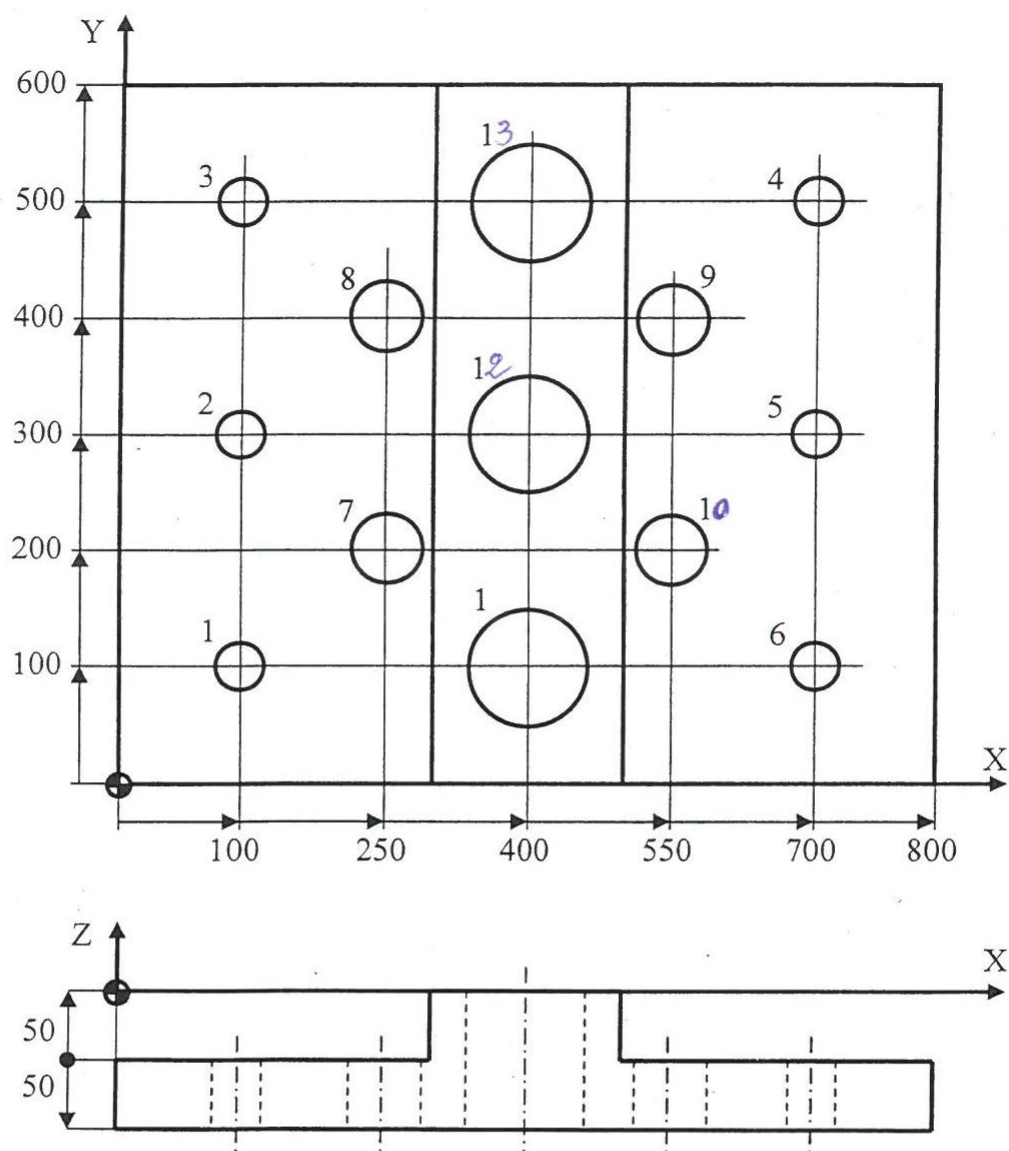
Les trous 1 à 6 : perçage diamètre 10.

Les trous 7 à 10 : perçage diamètre 20.

Les trous 11 à 13 : alésage diamètre 60.

Outils utilisés :

- foret à centrer
- foret diamètre 6
- foret diamètre 10
- foret diamètre 15
- foret diamètre 20
- foret diamètre 25
- foret diamètre 30
- barre d'alésage



Page outils :

Outil	N°	Correcteurs			
		Longueurs		Rayons	
		n°	valeur	n°	valeur
foret à centrer	T01	H01	-----		
foret diamètre 6	T02	H02	-----		
foret diamètre 10	T03	H03	-----		
foret diamètre 15	T04	H04	-----		
foret diamètre 20	T05	H05	-----		
foret diamètre 25	T06	H06	-----		
foret diamètre 30	T07	H07	-----		
outil à aléser	T08	H08	-----		

Fonctions auxiliaires (codes M)

- Les codes M suivants sont utilisés sur FANUC

Code M	Fonction
M00	Arrêt de programme
M01	Arrêt facultatif
M02	Fin de programme
M03	Rotation de la broche, sens horaire
M04	Rotation de la broche, sens trigonométrique
M05	Arrêt de la broche
M06	Changement d'outil
M08	Mise en marche de l'arrosage
M09	Arrêt de l'arrosage
M13	Rotation de la broche SH avec arrosage
M14	Rotation de la broche SAH avec arrosage
M30	Fin de programme
M98	Appel de sous programme
M99	Fin de sous programme

- Un seul code M peut être spécifié dans un bloc donné.
- Les codes M varient selon le constructeur de la machine-outil

LES CODES G

Les principaux codes G soutenus par FANUC en Fraisage :

Fraisage :

Code G	Fonction
G00	Positionnement (avance rapide)
G01	Interpolation linéaire (avance de coupe)
G02	Interpolation circulaire CW (sens horaire)
G03	Interpolation circulaire CCW (sens trigonométrique)
G04	Arrêt temporisé, arrêt exact
G10	Entrée de données programmables
G11	Annulation d'entrée de données programmable
G17	Sélection du plan XY
G18	Sélection du plan ZX
G19	Sélection du plan YZ
G20	Entrée en pouces
G21	Entrée en mm
G27	Vérification du retour au point de référence
G28	Retour au point de référence
G29	Retour du point de référence
G30	Retour au 2 ^{ème} point de référence
G31	Fonction de saut
G33	Filetage
G39	Interpolation circulaire de correction aux angles
G40	Annulation de compensation d'outil
G41	Compensation de rayon d'outil à gauche
G42	Compensation de rayon d'outil à droite
G43	Direction + de compensation de longueur d'outil

G44	Direction - de compensation de longueur d'outil
G49	Annulation de compensation de longueur d'outil
G50	Annulation de mise à l'échelle
G51	Mise à l'échelle
G54	Sélection du système de coordonnées 1
G55	Sélection du système de coordonnées 2
G56	Sélection du système de coordonnées 3
G57	Sélection du système de coordonnées 4
G58	Sélection du système de coordonnées 5
G59	Sélection du système de coordonnées 6
G73	Cycle de perçage avec déburrages
G74	Cycle d'auto-taraudage
G76	Alésage fin
G80	Annulation de cycle fixe
G81	Cycle de perçage, alésage de point
G82	Cycle de perçage, chambrage
G83	Cycle de perçage avec déburrage
G84	Cycle de taraudage
G85	Cycle d'alésage
G86	Cycle d'alésage
G87	Cycle de contre alésage
G88	Cycle d'alésage
G89	Cycle d'alésage
G90	Instruction absolue
G91	Instruction incrémentale
G92	Programmation du point zéro absolu
G94	Avance par minute
G95	Avance par tour
G98	Retour au point initial lors du cycle fixe
G99	Retour au point R lors du cycle fixe