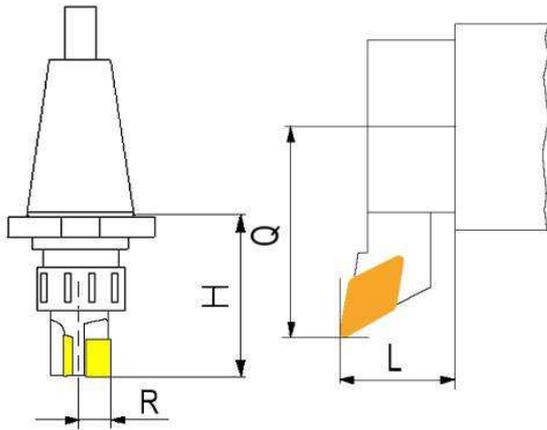

CNC BOOK - A



APPRENDRE La programmation CNC par la pratique



*Venez découvrir notre formation
usinage cnc en ligne :*

<http://www.atelier-permanent-usinage.fr/>

SOMMAIRE

1.	Historique de la commande numérique.....	3
1.1.	A l'origine du langage.....	3
1.2.	Les variantes.....	3
2.	Commencer à programmer en 5 minutes	4
2.1.	Programmer, c'est quoi ?	4
2.2.	Mon premier programme avec un simulateur	5
2.3.	Résumé de fonctions utilisées dans ce programme.....	7
3.	Etapes pour écrire un programme	8
4.	Les logiciels pour écrire un programme.....	8
5.	Organisation d'un programme	8
6.	Les origines et les déplacements dans l'espace.....	10
6.1.	Le concept d'origine.....	10
6.2.	Exercice se repérer dans l'espace	11
6.3.	Origine Machine.....	12
6.4.	Origine Pièce	13
6.5.	Origines Pièces Multiples.....	14
6.6.	Régler les origines dans un simulateur CNC	14
7.	Les fonctions G courantes	15
7.1.	G00 Positionnement rapide	15
7.2.	G01 Avance travail.....	15
7.3.	G02 G03 Interpolation circulaire sens horaire	16
7.4.	G41 G42 Interpolation circulaire sens horaire	17
8.	Les fonctions M.....	19
8.1.	M6 Changement d'outil	19
8.2.	M3M4 mise en route de la broche ou du mandrin	19
8.3.	Autres fonctions courantes	19
9.	Exercices pratiques.....	20
9.1.	Exercice fonctions G en tournage	20
9.2.	Exercices fonctions G en fraisage	21
9.3.	Exercices interpolations en fraisage	22
9.4.	Exercices interpolations en tournage.....	24
10.	Cycle de perçage simple.....	26
10.1.	Exercices Cycle perçage en Fraisage	27
11.	Cycle de perçage déburrage	28
12.	Optimiser un programme CNC	28
12.1.	Optimiser un programme CNC Fanuc	28

1. Historique de la commande numérique

1.1. A l'origine du langage

À l'origine, le langage de programmation était le G-code, développé par l'EIA (Electronic Industries Alliance) au début des années 60, et finalement normalisé par l'ISO en février 1980 sous la référence RS274D/ (ISO 6983).

Compte tenu de l'absence de développement, de la grande variété des configurations de machines-outils, et du peu de demande pour une réelle interopérabilité, peu de contrôleurs à commande numérique respectent ce standard.



L'Electronic Industries Alliance (EIA) a été créé en 1924 et était initialement connu sous le nom Radio Manufacturers Association (RMA).

Depuis lors, l'EIA a évolué en une organisation qui représente une grande variété de produits électroniques produits manufacturés dans les Etats-Unis et à l'étranger; ces constructeurs fabriquent des produits pour un large éventail de marchés.

1.2. Les variantes

Des modifications ont été créées par divers constructeurs, ce qui fait que les ouvriers doivent connaître les différents langages et particularités des machines CNC qu'ils utilisent.

Les logiciels de FAO doivent également s'adapter et traduire les actions dans les différents langages machines (Ces convertisseurs se nomment les post-processeurs).

Des langages propres aux fabricant de DCN* ainsi que des interfaces de programmation conversationnelle destinées dans un premier temps à simplifier la programmation sont également apparus (Proform , Mazak, Heidenhain) ce qui a multiplié les langages et les connaissances.

DCN : Directeur de commande numérique

2. Commencer à programmer en 5 minutes

2.1. *Programmer, c'est quoi ?*

On considère dans ce chapitre que vous ne connaissez pas la programmation commande numérique. On commence donc par la question la plus simple la plus basique qui soit :

Programmez c'est quoi ?

Un programme qu'il soit informatique ou commande numérique permet de communiquer avec une machine.

A l'aide d'un vocabulaire, nous allons écrire les actions que devra réaliser la machine Commande numérique

Dans notre cas nous allons utiliser le langage ISO appelé communément G-Code

Il existe aujourd'hui des langages conversationnels : ce sont en fait des commandes numériques qui grâce à une série de questions ou d'interfaces se rapproche du langage humain. C'est pourquoi ces langages donnent l'impression d'être plus simple que le langage ISO, ce qui est erroné, car le programme est aussi complexe une fois traduit.

2.2. *Mon premier programme avec un simulateur*

Comme vous débutez, nous n'allons pas commencer par un programme très dur.

Ouvrez le programme SIMUL CNC (Vous pouvez également utiliser CNC-PAD, Fast CNC, Notepad ou tout autre éditeur de programme ou textuel)

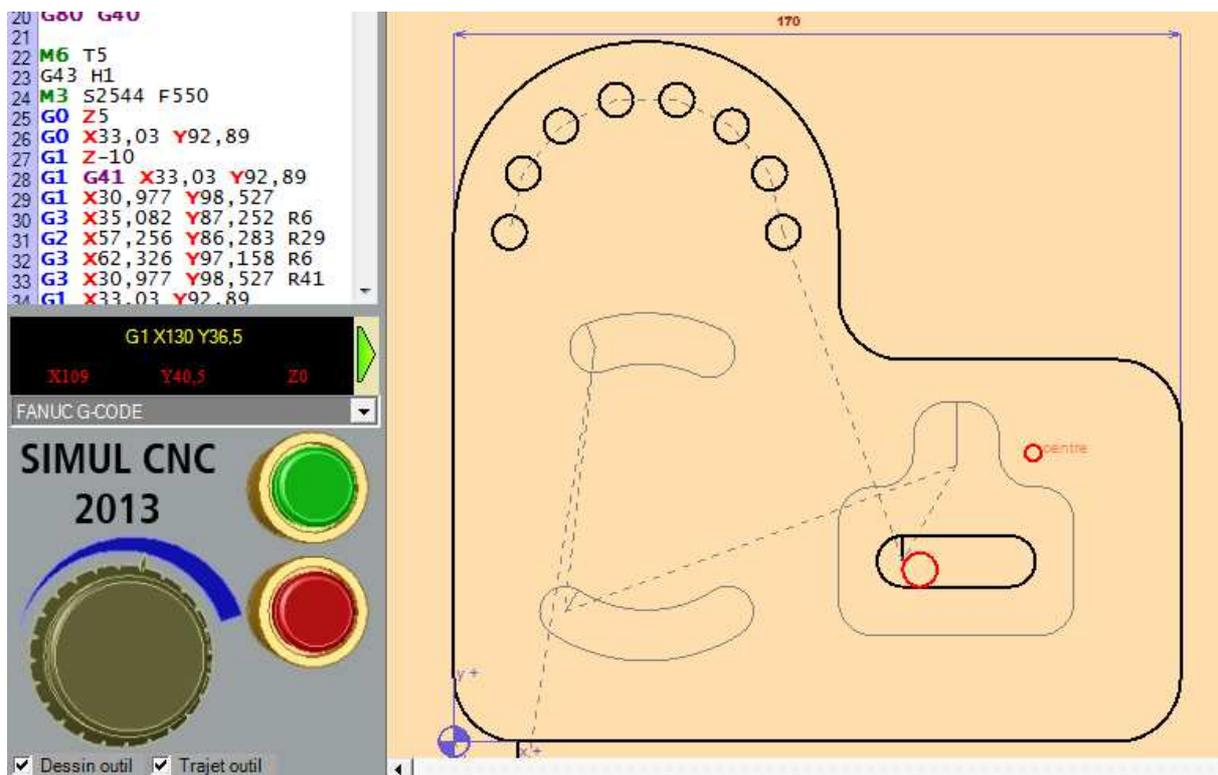
Régler le filtre en mode **Fraisage** et « **AUTO GCODE** ».

Note : Le mode auto G-CODE va reconnaître automatiquement le langage et ses variantes utilisées.

Faites un copier coller dans la zone d'édition du programme (à gauche) le programme suivant :

```
N10 M6 T1 ;
N20 M3 S3000 ;
N30 G0 X0 Y0 ;
N40 G0 Z5 ;
N50 X-100 F100 ;
N60 M2 ;
```

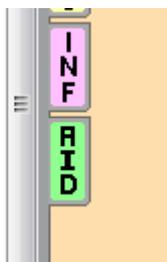
Puis appuyer sur départ du cycle (Bouton Vert)



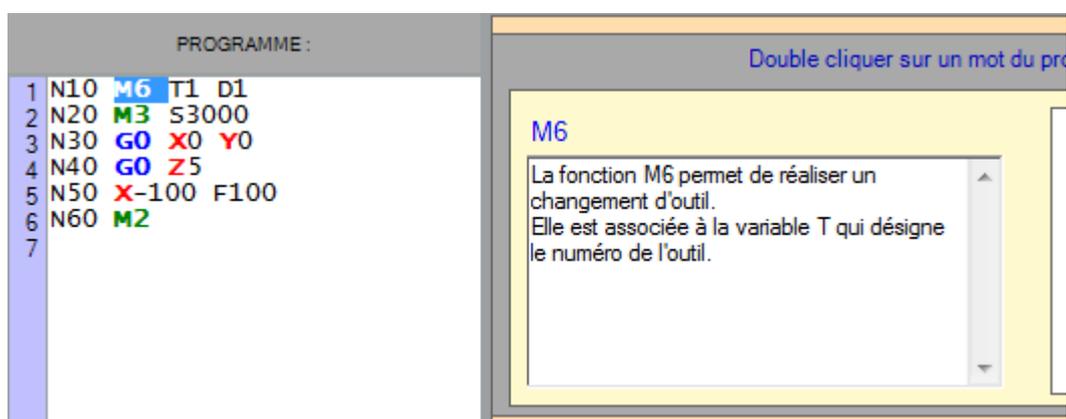
Les traits en bleus pointillés représentent les déplacements rapides.
Les traits noirs représentent les déplacements en avance usinage.

Pour comprendre à quoi servent les différentes fonctions :

Sélectionner l'onglet AIDE (Onglet **Vert**) :



Vous pouvez directement double-cliquer ou sélectionner un mot du programme dans la zone d'édition afin de voir sa définition et son utilité sur la **droite**.



Exemple : Sélection du mot M6



Venez découvrir notre formation
usinage cnc en ligne :

<http://www.atelier-permanent-usinage.fr/>

2.3. Résumé de fonctions utilisées dans ce programme.

Note : les chiffres N10, N20 etc. sont à titres indicatifs et facultatifs dans le programme. Ils peuvent être toutefois demandé par des fonctions spéciales il est donc recommandé de les mettre à chaque début de ligne.

2.3.1. Première ligne

La première ligne sert a appelé et chargé un outil. Cette ligne est obligatoire.

M6 est la fonction de chargement d'outil.

T1 est le paramètre du numéro d'outil

2.3.2. Deuxième ligne

La deuxième ligne sert à démarrer la rotation de l'outil.

M3 est la fonction de rotation de l'outil.

S est le paramètre du nombre de rotation par minute de la broche.

2.3.3. Troisième et quatrième ligne

La troisième ligne est un déplacement rapide de l'outil.

G0 est la fonction de déplacement rapide.

XYZ sont des paramètres d'un emplacement dans l'espace.

Pourquoi deux ligne ?

Car la plongé en Z est dangereuse ont la fait une fois le déplacement en XY effectué pour éviter les collisions.

2.3.4. Cinquième ligne

La troisième ligne est un déplacement rapide de l'outil.

G1 est la fonction de déplacement usinage (travail).

XYZ sont des paramètres d'un emplacement dans l'espace.

2.3.5. Sixième ligne

La troisième ligne est un déplacement rapide de l'outil.

M2 est la fonction de fin de programme

XYZ sont des paramètres d'un emplacement dans l'espace.

3. Etapes pour écrire un programme

L'écriture d'un programme se décompose en 6 étapes :

- Etape 1 - Analyse du plan de la pièce à réaliser
- Etape 2 - Rédaction de la suite logique des opérations (Gamme d'usinage)
- Etape 3 - Ecriture du programme ISO CNC
- Etape 4 - Réglage de la machine et des outils (Voir cours CNC N1)
- Etape 5 - Mise au point – Réglage - Usinage de la pièce
- Etape 6 - Sauvegarde du programme et lancement de la série

4. Les logiciels pour écrire un programme

Plusieurs éditeurs peuvent vous servir à écrire un programme commande numérique en voici quelques un :

CNC PAD : éditeur de programme NC G-CODE <http://www.cnc-pad.com/>

PS PAD : éditeur de programmes <http://www.pspad.com/fr/>

NOTE PAD ++ : éditeur de programmes <http://notepad-plus-plus.org/>

SIMUL CNC : éditeur intégré <http://www.ange-softs.com/simulcnc.php>

CNC EDIT : éditeur de programme NC G-CODE <http://www.cncedit.com>

5. Organisation d'un programme

Un programme CNC se compose d'un ou de plusieurs blocs de programmation.

Un bloc correspond à une ligne de texte.

```

PROGRAMME :
1 N10 M6 T1 D1
2 N20 M3 S3000
3 N30 GO X0 Y0
4 N40 GO Z5
5 N50 X-100 F100
6 N60 M2
7

```

Les blocs se finissent généralement par un point virgule.

Note : Ce dernier est également appelé EOB (end of bloc).

Une ligne de texte est composée de mots.

```

PROGRAMME :
1 N10 M6 T1 D1
2 N20 M3 S3000
3 N30 GO X0 Y0
4 N40 GO Z5
5 N50 X-100 F100
6 N60 M2
7

```

Un bloc peut être numéroté à l'aide du Mot N

```
PROGRAMME :  
1 N10 M6 T1 D1  
2 N20 M3 S3000  
3 N30 G0 X0 Y0  
4 N40 G0 Z5  
5 N50 X-100 F100|  
6 N60 M2  
7
```

Note : Le mot N devient indispensable pour certaines fonctionnalités prenez l'habitude de l'ajouter systématiquement lors de l'écriture de votre programme.

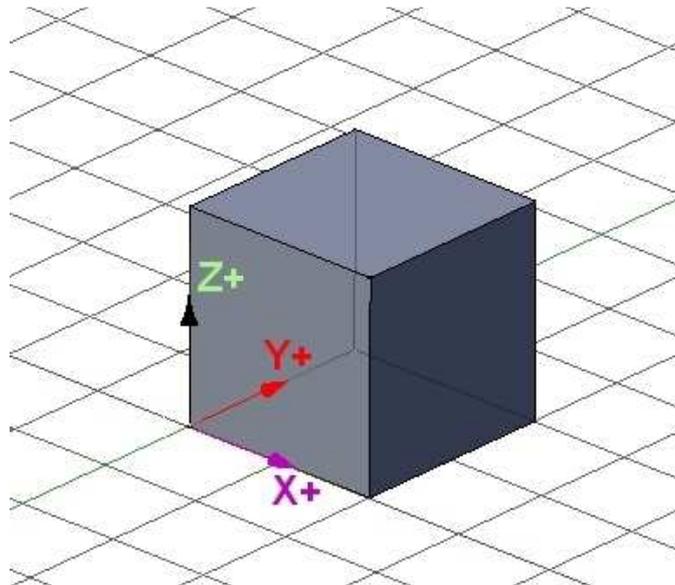
6. Les origines et les déplacements dans l'espace

6.1. Le concept d'origine

Une origine est un point commun aux différents axes d'un système de coordonnées.
Une origine représente un point de référence dans l'espace.
Ces coordonnées sont toutes égales à zéro.

Sur une commande numérique un point dans l'espace est défini par ses trois axes X Y Z.
A l'aide de 3 règles graduées et des moteurs : la machine CNC se déplace dans l'espace.

En tournage il n'y a que deux axes X et Z.
En effet en tournage nous travaillons sur deux dimensions.



6.2. Exercice se repérer dans l'espace

Compléter le trajet réalisé en avance travail sur le schéma ci-dessous à partir des coordonnées suivantes :

G1 X0 Y0

G1 X5 Y5

G1 X5 Y10

G1 X12 Y8

G1 X5 Y8

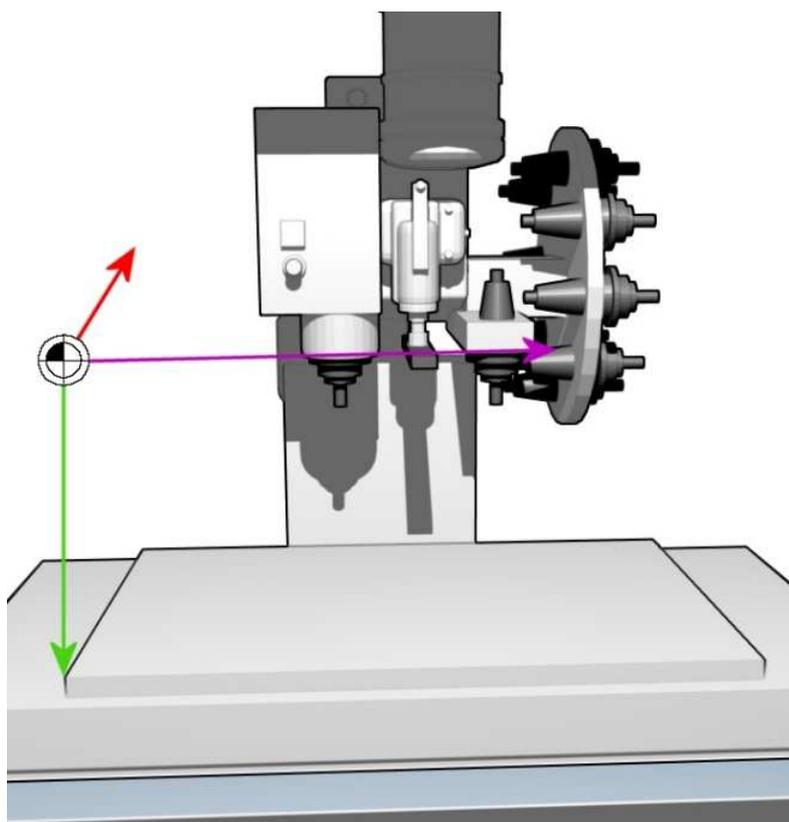
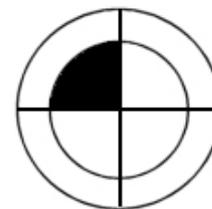
G1 X5 Y2



6.3. *Origine Machine*

L'origine machine est le point de référence de la machine.
L'origine machine est toujours enregistrée dans la variable **G53**.

Elle est représentée avec ce symbole :



Une origine machine est le point de référence de la machine il est défini par le constructeur de la machine.

On peut se représenter l'origine mesure comme des repères sur chaque règle représentant un axe de la machine.

Avant toute mise en service, une machine à commande numérique doit être initialisée.

Le plus souvent cette opération consiste à déplacer les chariots vers un point défini par des butées.

Cette opération se nomme les prises d'origine machine (POM).

Certain robots CN n'ont pas besoins de prise d'origine machines car elles ont un système de positionnement sur la règle par magnétisme.

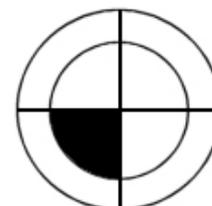
6.4. Origine Pièce

L'origine pièce est une origine placée par rapport à l'origine machine grâce aux décalages d'origine :

- elle représente la distance entre l'origine pièce et l'origine machine.

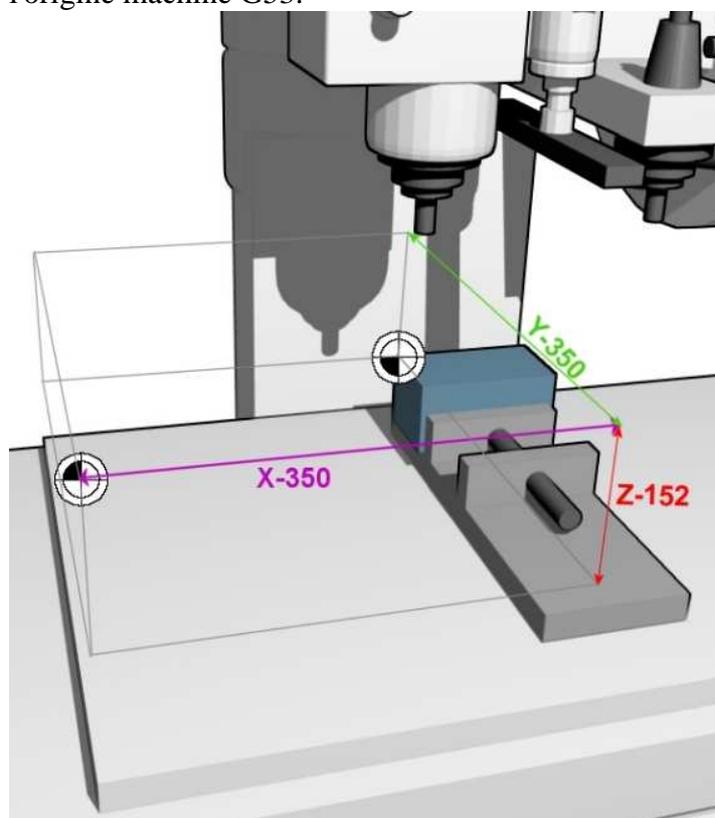
L'origine pièce permet une programmation beaucoup plus simple et plus lisible car elle est située directement sur la pièce elle sert de référence au programme.

On représente une origine pièce de cette manière :



L'origine pièce est un décalage par rapport à l'origine machine :

L'origine pièce G54 sera donc représenté sous la forme de 3 décalages XYZ par rapport à l'origine machine G53.



C'est ce décalage qui va permettre de représenter un point virtuel par rapport à ce décalage ce qui permettra à l'opérateur d'avoir une origine compréhensible sur la pièce usiné

Il existe six systèmes de coordonnées pièces prédéfinis. Les systèmes de coordonnées sont prédéfinis par l'utilisateur, et peuvent être appelés dans le programme à tout moment.

Comme expliqué précédemment chaque origine pièce représente un décalage de l'origine machine

A la mise sous tension de la machine, le système de coordonnées pièce G54 est actif.

Exemple : X-350 Y-350 Z-152

Lorsque que la position de l'outil sera à la position X350 Y350 Z152

L'opérateur verra donc :

X = 350 -350

Y = 350 -350

Z = 152 - 152

Soit la position X0 Y0 Z0 de l'origine pièce

6.5. Origines Pièces Multiples

G54 : Par défaut

G55 : Système de coordonnées N°2

G56 : Système de coordonnées N°3

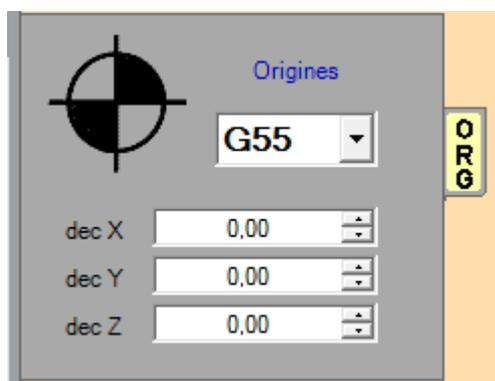
G57 : Système de coordonnées N°4

G58 : Système de coordonnées N°5

G59 : Système de coordonnées N°6

6.6. Régler les origines dans un simulateur CNC

L'onglet origine (onglet jaune) permet de régler les différentes origines.



Note : L'Origine G54 n'est pas représentée, car elle représente l'origine par défaut.

7. Les fonctions G courantes

7.1. *G00 Positionnement rapide*

La fonction G00 est associée à tous les déplacements rapides qui n'ont pas une vocation d'usinage.

Cette fonction réduit considérablement les temps d'usinage d'une pièce.

7.2. *G01 Avance travail*

La fonction G1 est associée à tous les déplacements d'usinage en ligne droite.

Cette fonction est associée à la variable F qui définit l'avance:

- en millimètres/minute pour le fraisage
- en millimètres/tours pour le tournage

7.3. G02 G03 Interpolation circulaire sens horaire

G02 : interpolation circulaire dans le sens horaire

G03 : interpolation circulaire dans le sens trigonométrique.

Une interpolation circulaire est composée de :

- Son sens : **G2** ou **G3**

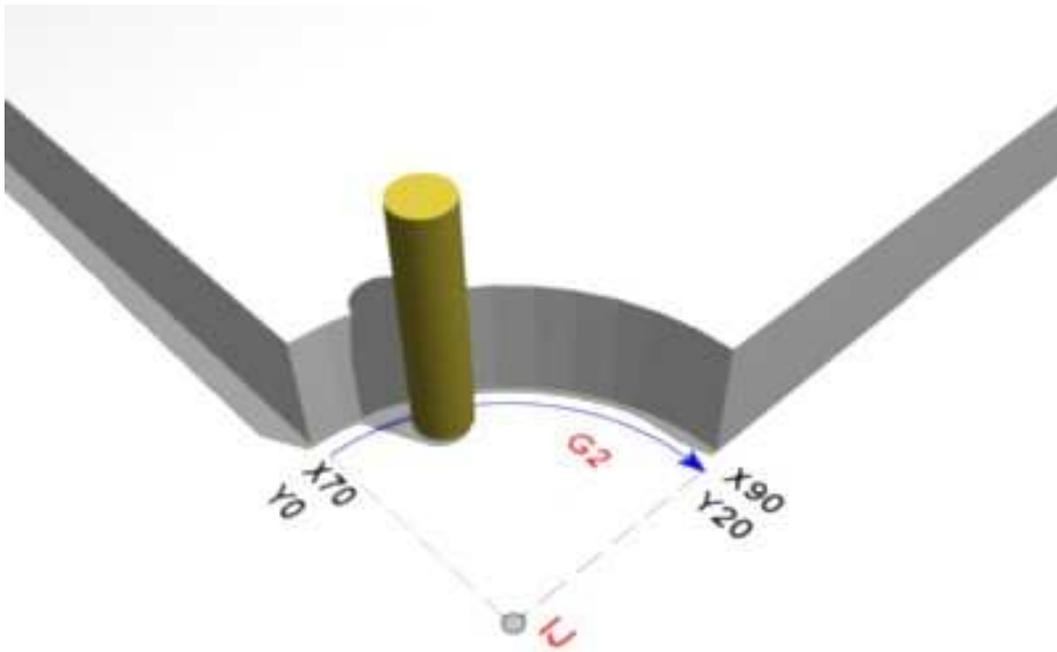
Astuce : Pour se rappeler du sens correspondant au G2 ou G3 : Souvenez vous que le G2 est associé au sens horaire

- Le point d'arrivée : **X Y** de l'arc de cercle (le point de départ est défini par le bloc précédent)

- Son rayon d'interpolation **R** **OU** la position du centre du rayon **I J**

I = position en X en relatif par rapport au départ de l'arc

J = position en Y (en relatif par rapport au départ de l'arc)



Exemple : Interpolation circulaire Sens Horaire
G2 X90 Y20 I20J0

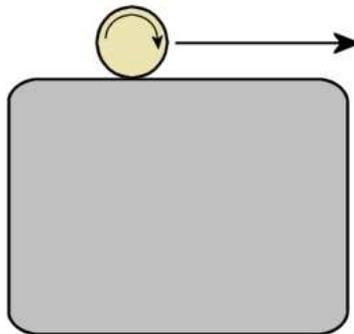
7.4. G41 G42 Interpolation circulaire sens horaire

Permet de corriger le rayon d'un outil par rapport à une trajectoire.
Cette fonction est annulée par la fonction G40

L'utilisation des corrections d'outils permet d'utiliser un programme d'usinage indépendamment de la dimension de la taille de l'outil d'usinage utilisé, c'est le logiciel CNC qui va faire le calcul de la trajectoire de l'outil en fonction des dimensions d'outil saisies dans le directeur de commande lors de l'usinage.

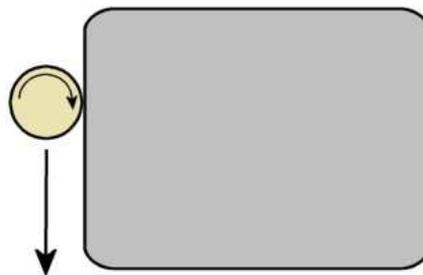
Cette approche est recommandée car elle permet de :

- Utiliser des tailles d'outils différentes (correction dynamiques)
- De corriger un écart de tolérance suite à un usinage

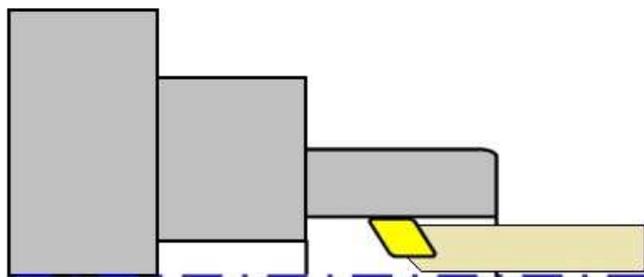


Exemple : G41 travail en avalant à gauche du profil

Astuce : Pour se rappeler du sens correspondant au G41 : Souvenez vous que le G41 est associé au travail en avalant. Et le G42 son contraire.



Exemple : G42 travail en opposition à droite du profil



Exemple : G41 à gauche du profil

8. Les fonctions M

8.1. *M6 Changement d'outil*

Un outil est appelé par le programme grâce à la fonction M6 associée à la variable (Tools = Outils) qui représente le numéro de l'outil

Variations d'appel d'outil selon les langages :

Fanuc :

La fonction G43 et la variable H charge les données relatives à l'outil.

Num :

La variable D (Data = Données) qui charge les données relatives à l'outil.

8.2. *M3M4 mise en route de la broche ou du mandrin*

Le sens de rotation et la mise en route de la broche sont définis à l'aide de ces deux fonctions:

- **M03** : rotation sens horaire.
- **M04** : rotation sens trigonométrique.

Le paramètre S indique la valeur en tour/min la vitesse de rotation.

8.3. *Autres fonctions courantes*

M7 M8 : J'allume la lubrification !

M9 : J'éteins la lubrification

En fonction du type de langage et d'armoire, **M2** ou **M30** marque la fin d'un programme. La machine retourne vers son point initial de changement d'outil et stoppe toute activité.

9. Exercices pratiques

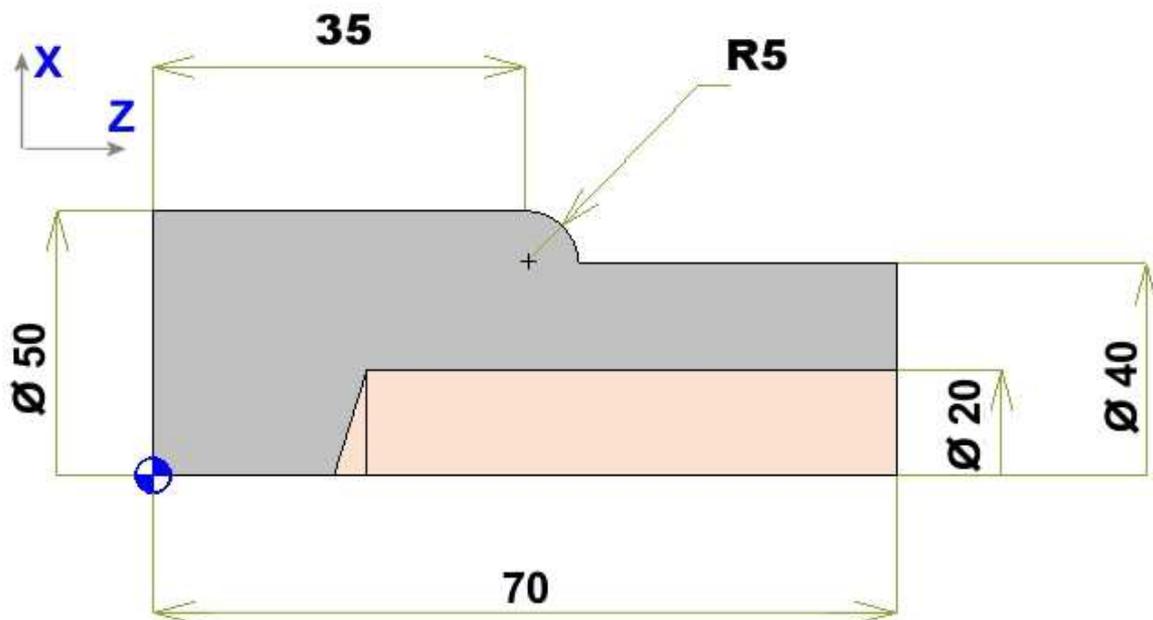
9.1. Exercice fonctions G en tournage

Complétez ce programme de tournage avec les fonctions G courantes

```

N05 ___ T1
N07 G0 Z80 X60
N10 ___ G96 S1200
N15 ___ Z80 X45
N20 ___ X40 Z70 F0.2
N25 G1 X40 Z40
N30 ___ X50 Z35 R5
N35 G1 X50 Z0
N40 G1 X60
N45 G0 X60 Z80
N50 M30
  
```

Recopier le programme dans SIMUL CNC pour voir la correction



9.2. Exercices fonctions G en fraisage

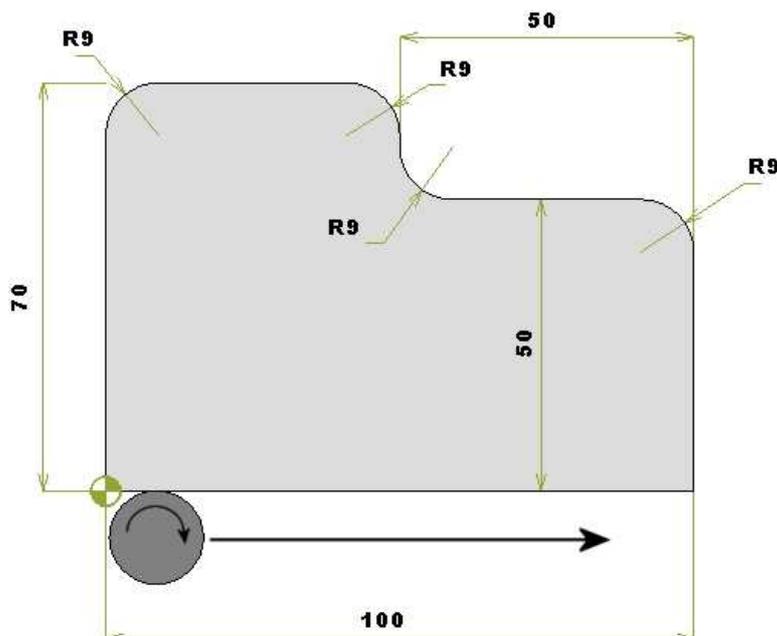
Complétez ce programme de fraisage avec les fonctions G courantes

```

N05 ____ T1
N07 G0 X-20 Y-20
N10 ____ S1000 M8
N15 ____ G42 Y0
N20 ____ X100 F200
N25 Y41
N30 G3 Y50 X91 ____
N35 ____ X59
N40 G2 X50 Y59 R9
N45 G1 Y61
N50 G3 X41 Y70 R9
N55 G1 X9
N60 G3 X0 Y61 R9
N65 G1 Y-20
N70 G1 G40
N75 M30

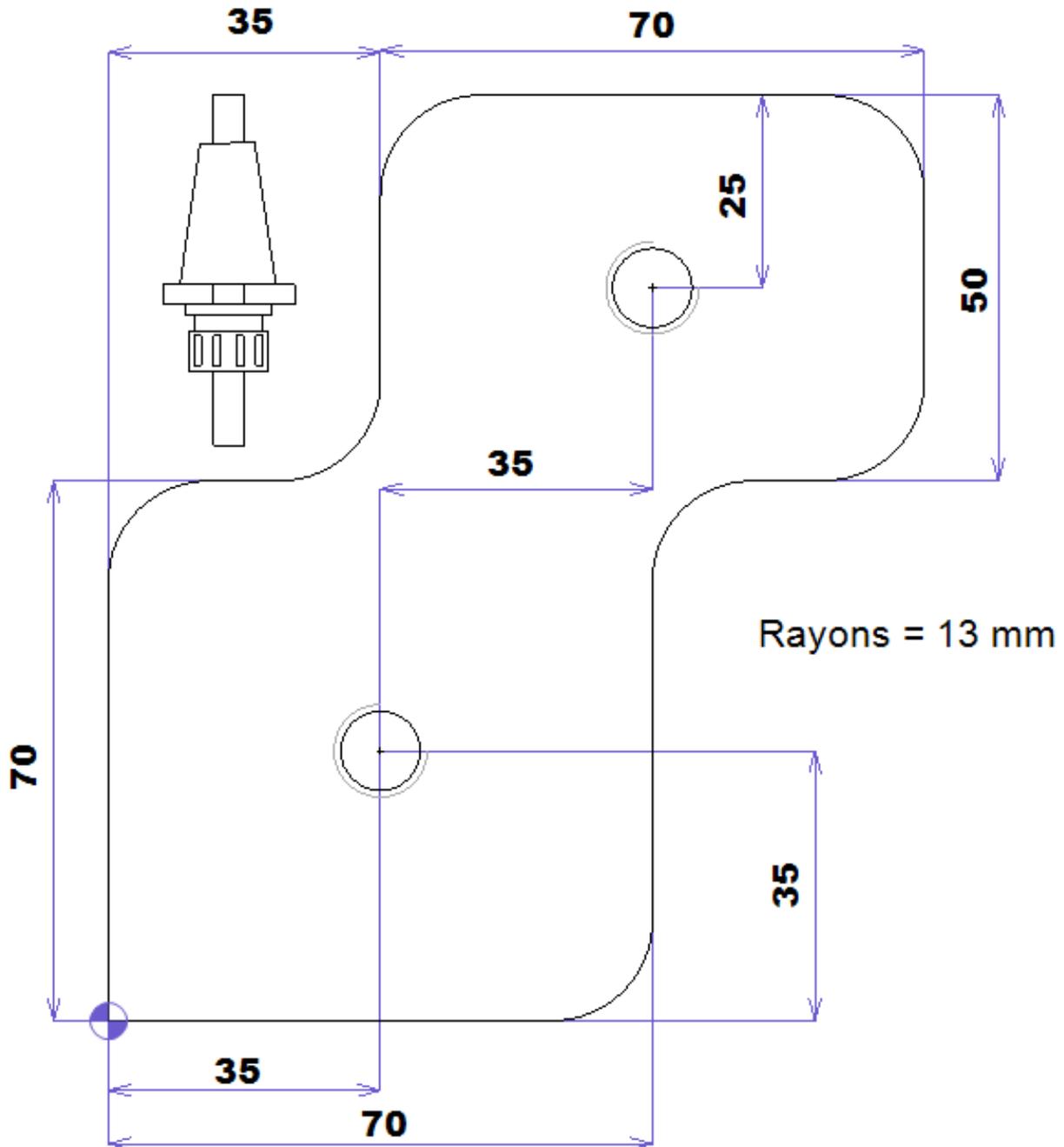
```

Recopier le programme dans SIMUL CNC pour voir la correction



9.3. Exercices interpolations en fraisage

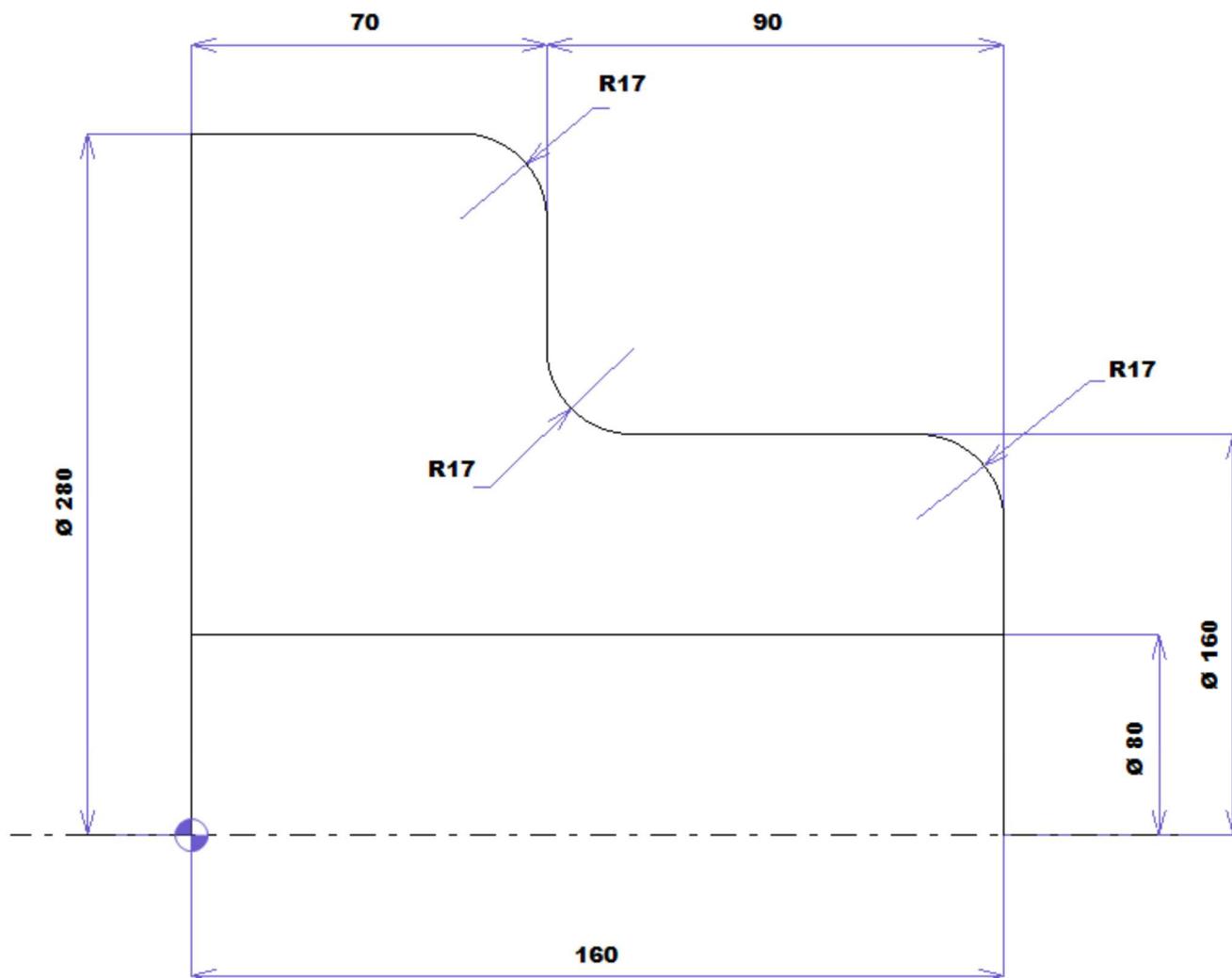
Complétez le programme ci après puis recopier le programme dans SIMUL CNC pour voir la correction.



```
%202
M6 T4
M3 S1590 F954
G0 X-12 Y0
G1 G41 X-12 Y0
G1 X57 Y0
G3 X70 Y13 R___
G1 X70 Y57
___ X83 Y70 R13
G1 X92 Y70
G3 X105 Y83 R13
G1 X105 Y107
___ X92 Y120 R___
G1 X48 Y120
G3 X35 Y107 R13
G1 X35 Y83
G2 X22 Y70 R13
G1 X13 Y70
G3 X0 Y57 R13
G1 X0 Y0
G1 X0 Y-12
G80
___ T1
M3 S2544 F5597
G0 X70 Y95
G81 Z-10 ER2 X70 Y95
X35 Y35
G80
M6 T2
M3 S2993 F1796
G0 X70 Y95
G83 Z-10 P3 ER2 X70 Y95
X35 Y35
G80
M02
```

9.4. Exercices interpolations en tournage

Complétez le programme ci après puis recopier le programme dans SIMUL CNC pour voir la correction.



```
%203
M6 T1
M3 S1590 F0.15
G1 Z180 X80
G1 Z160 X80
G1 Z160 X126
G3 Z143 X160 R__
G1 Z87 X160
__ Z70 X194 R17
G1 Z70 X246
G3 Z53 __ R17
G1 Z0 X280
G1 Z0 X325
G80
M02
```

10. Cycle de perçage simple

Cette fonction est utilisée pour la réalisation de pointages et de perçages en une seule passe.

G81 : fonction de perçage

XY : placement dans l'axe du premier trou

Z : profondeur du trou

F : avance

ER / R : point de remontée en Z

Exemple :

M6 T1

M3 S1000

G81 X20 Y25 Z-20 R5 F150

X30 Y34

X78 Y-23

G80

Appel de l'outil

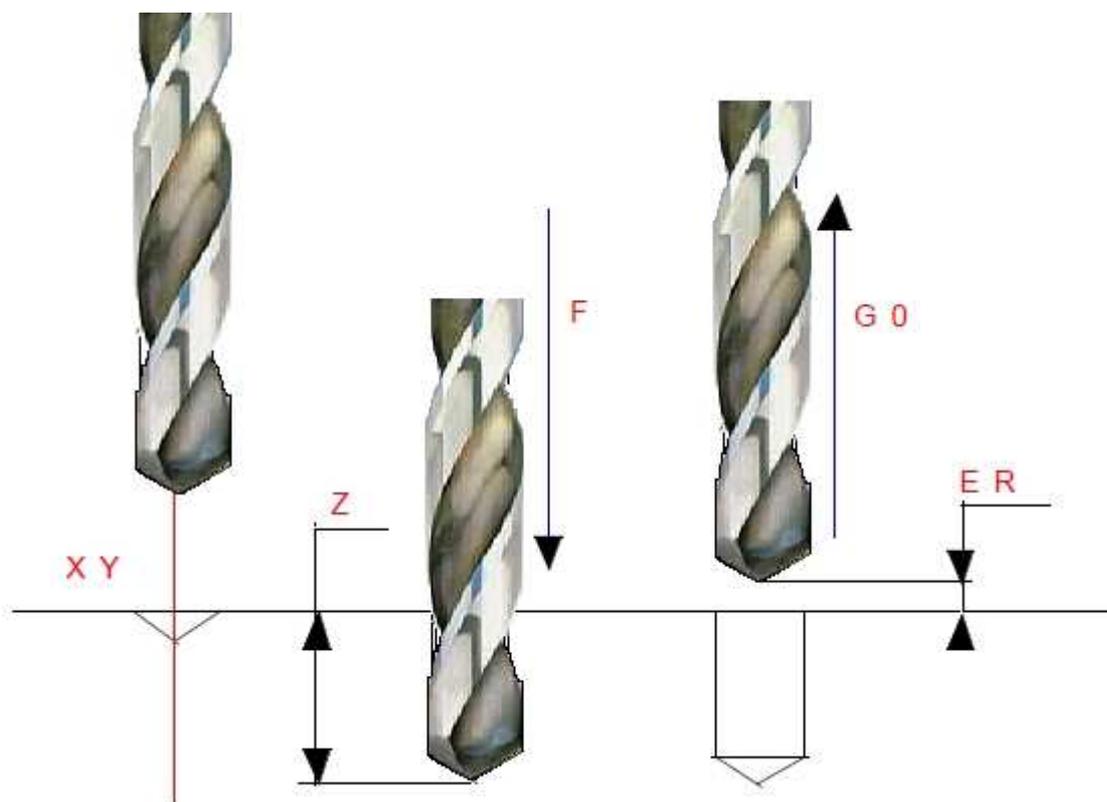
Mise en route de la broche

Déclaration du cycle perçage simple

Trou N°2

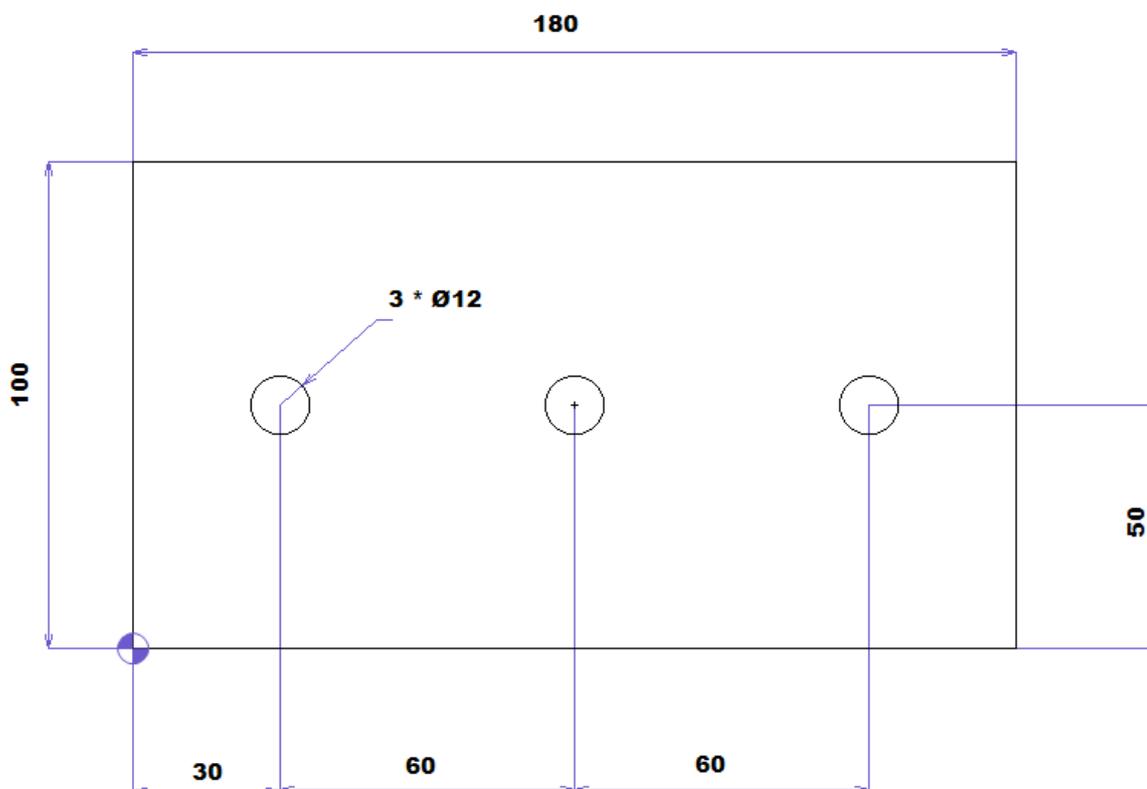
Trou N°3

Fin de cycle d'usinage



10.1. Exercices Cycle perçage en Fraisage

Compléter le programme qui permet le perçage simple des 3 trous diamètre 8.5 profondeur 15 ci-dessous.



```

%204
M6 T1 ;
M3 S1590 F200 ;
_____ ;
X90 Y___
X__ Y___ ;
G80 ;
M02 ;

```

11. Cycle de perçage déburrage

Cette fonction est utilisée pour la réalisation de pointages et de perçages en une seule passe.

G83 : fonction de perçage

XY : placement dans l'axe du premier trou

Z : profondeur du trou

F : avance

ER / R : point de remontée en Z

Q : profondeur de chaque passe

Exemple :

M6 T1	<i>Appel de l'outil</i>
M3 S1000	<i>Mise en route de la broche</i>
G83 X20 Y25 Z-20 Q2 R5 F150	<i>Déclaration du cycle perçage déburrage</i>
X30 Y34	<i>Trou N°2</i>
X78 Y-23	<i>Trou N°3</i>
G80	<i>Fin de cycle d'usinage</i>

12. Optimiser un programme CNC

12.1. Optimiser un programme CNC Fanuc

Au delà du programme FAO qui produit un programme linéaire qui reproduit des lignes de code à l'infini. Un programme moderne se doit d'être optimisé.

Pour cela le programmeur peut utiliser des fonctions ou des semblants de fonctions.

Exemple de programme non optimisé Fanuc :

<pre>M6 T1; M3 S1500; G1 Z-10; G1 X10 Y50; G1 X25 Y35; G1 X10 Y55; G0 X0 Y0; G1 Z-15; G1 X10 Y50; G1 X25 Y35; G1 X10 Y55; [...]</pre>	<pre>[suite] G0 X0 Y0; G1 Z-20; G1 X10 Y50; G1 X25 Y35; G1 X10 Y55; G0 X0 Y0; G1 Z-25; G1 X10 Y50; G1 X25 Y35; G1 X10 Y55; G0 X0 Y0; M02;</pre>
---	---

Comme on peut le constater le bloc suivant est répété avec une évolution en Z:

G1 Z-[Avec une évolution du Z]

Ce document est distribué par la société ANGE SOFTS en tant que complément des logiciels SIMUL CNC et de l'atelier permanent Usinage CNC

CNC BOOK A – ANGE SOFTS – Version 20 Juillet 2013

```
G1 X10 Y50  
G1 X25 Y35  
G1 X10 Y55  
G0 X0 Y0
```

Nous allons pour optimiser ce programme transformer le Z an paramètre : #1
Puis nous allons encapsuler ce morceau de code dans un sous programme.

```
O:201;  
G1 Z-#1;  
G1 X10 Y50;  
G1 X25 Y35;  
G1 X10 Y55;  
G0 X0 Y0;  
M99;
```

```
O:200;  
M6 T1;  
M3 S1500;  
#1 = 10;  
M98 P201;  
#1 = 15;  
M98 P201;  
#1 = 20;  
M98 P201;  
#1 = 25;  
M98 P201;  
M02;  
[...]
```

```
[suite]  
O:201  
G1 Z-#1;  
G1 X10 Y50;  
G1 X25 Y35;  
G1 X10 Y55;  
G0 X0 Y0;  
M99;  
;
```

Voila le programme est maintenant optimisé.



*Venez découvrir notre formation
usinage cnc en ligne :*

<http://www.atelier-permanent-usinage.fr/>