

# **DESCRIPTION**

# **DE**

# **L'ISO E700**

## DESCRIPTION DE L'ISO E700

En ISO, il est possible de gérer 15 axes. Les noms des axes sont : **ABC UVW XYZ abc xy** et **z**.

Un programme ISO commence par la ligne :

**%n**

où **n** est un nombre (une séquence de caractères numériques ('0', '1', '2', ... , '8', '9'))

Tout ce qui précède la ligne **%n** est ignoré par l'interpréteur.

Un programme ISO se termine par la ligne :

**%**

Entre **%n** et **%** les commentaires doivent être entre parenthèses. Exemple : (Commentaire)

Le nom du fichier contenant un programme ISO est un nom de 8 lettres ou chiffres au maximum et commençant par une lettre. L'extension est **.E7I**, ce qui signifie **E700 ISO**.

Toutes les fonctions avec une étoile (\*) sont modales.

- A** Nom d'axe
- B** Nom d'axe
- C** Nom d'axe
- D** G60 *Dnb* avec  $0 \leq nb \leq 63$  (Le 63 dépend de la configuration et peut être étendu)  
Décalage d'origine avec correction possible sur le rayon d'outil G60 *Dnb*  
n'annule pas les G54..G58, ni les G59, ni les T; il s'y additionne.  
G60 *Dnb*<sub>1</sub> est annulée par une autre fonction G60 *Dnb*<sub>2</sub> ou par G60 D-1.  
  
Valeur de dégagement dans le toubillonnage (voir G34, G35 et description annexe du toubillonnage). Fonction M associée au taraudage dans G36 (voir annexe)
- E** Pas utilisé
- F**\* Vitesse d'usinage (interpolation linéaire G1 et circulaire G2/G3). Par défaut, la vitesse d'usinage est nulle. La variable NOFSTOP permet de ne pas s'arrêter en interpolation. En tournage, si le mode G99 est actif, alors F spécifie une avance par tour de broche. *Fnb*<sub>1</sub> est annulée par une autre fonction *Fnb*<sub>2</sub>.
- G0**\* Mode positionnement à vitesse rapide.  
Annulée par G1, G2, G3, G34 à G39 et G81, G82 et G83.
- G1**\* Mode d'interpolation linéaire à vitesse d'usinage spécifiée par F.  
Annulée par G0, G2, G3, G40, G41, G42, G34 à G39 et G81, G82 et G83.  
Exemple : G1 *Xnb*<sub>1</sub> *Ynb*<sub>2</sub> exécute un segment linéaire dans l'espace XY.

Note : Avant de pouvoir exécuter une interpolation (G1, G2 ou G3), il faut définir l'espace d'interpolation avec G17, G18 ou G19. Par défaut, l'espace est G17, c'est-à-dire XY. Pour plus de détails, voir G17 ci-après.

Il faut aussi spécifier une vitesse avec F car la vitesse par défaut est nulle.

- G2\*** Mode d'interpolation circulaire (sens horaire) à vitesse d'usinage spécifiée par F. Annulée par G0, G1, G3, G34 à G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83. On utilise I et J (ou K) pour spécifier les coordonnées du centre de l'arc ou bien R pour spécifier le rayon de cet arc. Deux axes sont circulaires. Les autres axes présents sont linéaires.
- G3\*** Mode d'interpolation circulaire (sens anti-horaire) à vitesse d'usinage spécifiée par F. Annulée par G0, G1, G2, G34 à G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83. On utilise I et J (ou K) pour spécifier les coordonnées du centre de l'arc ou bien R pour spécifier le rayon de cet arc. Deux axes sont circulaires. Les autres axes présents sont linéaires.
- G4** G4 Pnb            Temporisation de nb secondes.
- G9** Attente de la fin du mouvement.
- Exemple :            G2 Xnb<sub>1</sub> Ynb<sub>2</sub> Inb<sub>3</sub> Jnb<sub>4</sub>  
                              M5
- Dans cet exemple, M5 (arrêt de la broche) sera probablement exécuté avant que l'arc G2 ne soit terminé. Pour résoudre ce problème, faire :
- G2 Xnb<sub>1</sub> Ynb<sub>2</sub> Inb<sub>3</sub> Jnb<sub>4</sub>  
**G9**  
M5
- G17\*** Définition de l'espace XY pour les interpolations G1, G2 et G3. Par défaut, c'est cet espace qui est défini. On peut donc omettre G17 si on ne travaille que dans l'espace XY. Annulée par G18, G19 et G17 Hnb.
- G17 Hnb :            Définition d'un espace «exotique». Permet de définir un espace autre que XY (G17), ZX (G18) ou YZ (G19).
- G17 Pnb :            Permet d'inclure d'autres axes à l'espace XY
- G18\*** Définition de l'espace ZX pour les interpolations G1, G2 et G3. G18 Pnb permet d'inclure d'autres axes à l'espace ZX et de faire des interpolations G2 et G3 dans ZX. Annulée par G17 et G19 .
- G19\*** Définition de l'espace YZ pour les interpolations G1, G2 et G3. G19 Pnb permet d'inclure d'autres axes à l'espace YZ et de faire des interpolations G2 et G3 dans YZ. Annulée par G17 et G18 .
- G25\*** Mode tangentiel. Pas encore implémentée sur le E700 !  
Annulée par G26.
- G26** Annulation du mode tangentiel. Pas encore implémentée sur le E700 !
- G30** Annulation d'un cycle de tourbillonnage. Voir description annexe du tourbillonnage.
- G32\*** Tourbillonnage du haut vers le bas. Voir description annexe du tourbillonnage. Mode par défaut. Annulée par G33.
- G33\*** Tourbillonnage du bas vers le haut. Voir description annexe du tourbillonnage. Annulée par G32.

**G34\*** G34  $Xnb_1 Ynb_2 Znb_3 Rnb_4 Pnb_5 Qnb_6 [ Dnb_7 ]$ . Tourbillonnage en sens horaire.

X Y : Centre du trou  
Z : Profondeur du trou  
R : Rayon du trou taraudé (au plus profond du taraud)  
P : Pas du taraudage  
Q : Position initiale en Z (garde)  
D : Optionnel. Valeur de dégagement avant la remontée en mode G32.

Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G35 à G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.  
Voir description annexe du tourbillonnage.

**G35\*** Tourbillonnage en sens anti-horaire. Comme G34 ci-dessus mais en sens anti-horaire.  
Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G34, G36 à G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.

**G36\*** G36  $Xnb_1 Ynb_2 Znb_3 Pnb_4 Qnb_5 Dnb_6$ . Cycle de taraudage. Nécessite un porte-outil avec compensation de longueur.

X Y : Centre du trou  
Z : Profondeur du trou  
P : Pas du taraudage  
Q : Position initiale en Z (garde)  
D : Numéro de la fonction M à invoquer.

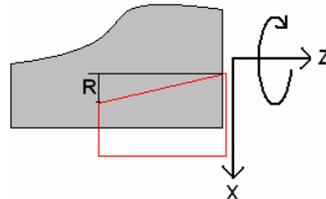
Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G37, G38, G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.  
Voir description annexe du taraudage.

**G37\*** Usinage de l'ébauche d'une portée. Instruction CYL du tournage dans l'UNITOUR E500/E600.

G37  $Xnb_1 Znb_2 Rnb_3$

R : Inclinaison

Répéter les passes en mettant  $Xnb_4$   
 $Xnb_5$   
 $Xnb_6$   
etc.



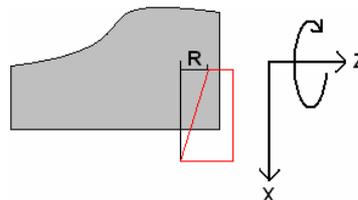
Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G36, G38, G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.

**G38\*** Usinage de l'ébauche d'une face. Instruction FACE du tournage dans l'UNITOUR E500/E600.

G38  $Xnb_1 Znb_2 Rnb_3$

R : Inclinaison

Répéter les passes en mettant  $Znb_4$   
 $Znb_5$   
 $Znb_6$   
etc.



Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G36, G37, G39, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.

**G39\*** Filetage. (THREAD en Uniprogram -> voir manuel Uniprogram).

G39  $Xnb_1 Znb_2 Pnb_3 Dnb_4 Qnb_5 Rnb_6$  avec :

X : profondeur du filetage  
Z : position Z de fin de filetage  
P : pas de filetage  
D : profondeur de la passe de finition  
Q : angle de filetage  
R : nombre de passes

Annulée par G0, G1, G2, G3, G30, G34 à G38, G40, G41, G42 et G81, G82 et G83.

**G40** Annulation de la correction d'outil (G41/G42). Dégagement de la correction d'outil.

Notes : La correction d'outil (G40/G41/G42) ne fonctionne pas dans un sous-programme (voir G98).

Les seules fonctions autorisées entre un G41/G42 et un G40 sont G1, G2 et G3 avec les axes de l'espace (X et Y par exemple), ainsi que I, J et R.

**Les deux axes de l'espace (ou du plan) doivent être déclarés sur la ligne du G40, G41 et G42.** Exemple : G41  $Xnb_1 Ynb_2$

**G41\*** Engagement en correction d'outil à gauche du contour programmé.  
Annulée par G40.

**G42\*** Engagement en correction d'outil à droite du contour programmé.  
Annulée par G40.

**G50** G50  $Snb$ . Vitesse de broche maximum autorisée lorsque X arrive près du centre en tournage avec une vitesse de coupe constante.

**G53** Annulation d'un décalage d'origine G54, G55, G56, G57 et G58.

**G54\*** Décalage d'origine. Voir remarque sous la commande D (G60  $Dnb$ ).  
G54 s'additionne à G60  $Dnb$ , à G59 et à T.  
Annulée par G53, G55, G56, G57 et G58.

**G55\*** Décalage d'origine. Voir remarque sous la commande D (G60  $Dnb$ ).  
G55 s'additionne à G60  $Dnb$ , à G59 et à T.  
Annulée par G53, G54, G56, G57 et G58.

**G56\*** Décalage d'origine. Voir remarque sous la commande D (G60  $Dnb$ ).  
G56 s'additionne à G60  $Dnb$ , à G59 et à T.  
Annulée par G53, G54, G55, G57 et G58.

**G57\*** Décalage d'origine. Voir remarque sous la commande D (G60  $Dnb$ ).  
G57 s'additionne à G60  $Dnb$ , à G59 et à T.  
Annulée par G53, G54, G55, G56, et G58.

**G58\*** Décalage d'origine. Voir remarque sous la commande D (G60  $Dnb$ ).  
G58 s'additionne à G60  $Dnb$ , à G59 et à T.  
Annulée par G53, G54, G55, G56 et G57.

**G59\*** Décalage d'origine par programme.

Exemples :     Décalage sur 3 axes : G59 X $nb_1$  Y $nb_2$  Z $nb_3$ .  
                   Décalage sur 1 axe : G59 Y $nb_4$ .

Si G59 est utilisée sans préciser d'axes, elle annule tous les G59 précédents. Pour annuler sur un seul axe, par exemple X, écrire G59 X0.

G59 s'additionne à G60 D $nb$ , à G54..G58 et à T. Voir remarque sous la commande D (G60 D $nb$ ).

**G60\*** G60 D $nb$            avec  $0 \leq nb \leq 63$            (Le 63 dépend de la configuration et peut être étendu)  
 Décalage d'origine avec correction possible sur le rayon d'outil G60 D $nb$   
 n'annule pas les G54..G58, ni les G59, ni les T; il s'y additionne.  
 G60 D $nb_1$  est annulée par une autre fonction G60 D $nb_2$  ou par G60 D-1.

**G65<sup>(\*)</sup>** Fonction G utilisateur. Comme une fonction M, mais avec des paramètres.  
 G65 P $nb_1$  P $nb_2$  P $nb_3$  ... M $nb$   
 Possibilité de mettre jusqu'à 20 paramètres. M $nb$  spécifie la fonction M à invoquer.  
 Les paramètres conservent leur valeur jusqu'au prochain appel à un autre G65.

**G69** Cible pour les sauts en avant. L'ISO E700 ne permet pas de faire des sauts en arrière. Par contre, il est possible de faire des sauts en avant, jusqu'au prochain G69.

**G75\*** Spécifie qu'on travaille avec la sortie analogique 0 (broche 0) pour les S par exemple. C'est le mode par défaut.  
 Annulé par G76.

**G76\*** Spécifie qu'on travaille avec la sortie analogique 1 (broche 1) pour les S par exemple. Annulé par G75.

**G80** Annulation d'un cycle de perçage simple ou avec déburrage (G81), d'un cycle d'alésage (G82) ou d'un cycle de perçage avec brise-copeaux (G83) . Voir documentation annexe du perçage.

**G81\*** G81 [ X $nb_1$  ] [ Y $nb_2$  ] Z $nb_3$  R $nb_4$  [ S $nb_5$  ] [ F $nb_6$  ]. Cycle de perçage simple.

X Y : (Optionnels) Position du trou  
 Z : Profondeur  
 R : Garde  
 S : (Optionnel) Temporisation en secondes au fonds du trou  
 F : (Optionnel) Vitesse de perçage.

G81 [ X $nb_1$  ] [ Y $nb_2$  ] Z $nb_3$  R $nb_4$  [ S $nb_5$  ] P $nb_6$  Q $nb_7$  [ F $nb_8$  ]. Cycle de perçage avec déburrage.

P : Profondeur de passe  
 Q : Garde

Voir documentation annexe du perçage.  
 Annulée par G0, G1, G2, G3, G34 à G38, G40, G41, G42 et G80, G82 et G83.

**G82\*** G82 [ X $nb_1$  ] [ Y $nb_2$  ] Z $nb_3$  R $nb_4$  [ S $nb_5$  ] [ F $nb_6$  ]. Cycle d'alésage.

Paramètres : Voir G81.

Voir documentation annexe du perçage.  
 Annulée par G0, G1, G2, G3, G34 à G38, G40, G41, G42 et G80, G81 et G83.

**G83\*** G83 [ Xnb<sub>1</sub> ] [ Ynb<sub>2</sub> ] Znb<sub>3</sub> Rnb<sub>4</sub> [ Snb<sub>5</sub> ] Pnb<sub>6</sub> Qnb<sub>7</sub> [ Fnb<sub>8</sub> ]. Cycle de perçage avec brise-copeaux.

Paramètres : Voir G81.

Voir documentation annexe du perçage.

Annulée par G0, G1, G2, G3, G34 à G38, G40, G41, G42 et G80, G81 et G82.

**G90\*** Mode de coordonnées absolues. C'est le mode par défaut.  
Annulée par G91.

**G91\*** Mode de coordonnées relatives.  
Annulée par G90.

**G96\*** G96 Snb. Spécifie les vitesses de coupe en m/min. Ceci est utilisé en tournage avec une vitesse de coupe constante.  
Annulée par G97.

**G97** Annulation de la fonction G96.

**G98** G98 Lnb (nb > 0) Début du sous-programme numéro nb.  
G98 L0 : Fin d'un sous-programme quelconque.

Les sous-programmes doivent être déclarés en début de programme principal.  
Leur taille est limitée, contrairement au programme principal.  
La correction d'outil (G40/G41/G42) est interdite dans les sous-programmes.  
Les sous-programmes ne peuvent pas être imbriqués. Un sous-programme ne peut pas en appeler un autre.

Appel du sous-programme numéro nb<sub>1</sub> : Lnb<sub>1</sub> {Axe nb} Pnb<sub>2</sub>.

Entre le L et le P, on peut mettre des axes avec des valeurs. Ceci provoque un décalage cumulé à chaque itération de boucle. Ce décalage cumulé est de type G59. Il faut donc faire un G59 sans arguments pour l'annuler en fin de boucle. Pratique lorsqu'on fait des passes d'usinage. Exemple : **L1 X0.01 P10** : Exécution de 10 fois le sous-programme 1. A chaque exécution du sous-programme 1, l'origine de X augmente d'un centième.

Le sous-programme numéro nb<sub>1</sub> sera appelé nb<sub>2</sub> fois. Ceci permet de gérer la notion de boucles de répétition en ISO. Attention, la boucle étant précompilée, les éventuelles variables restent constantes d'une itération à l'autre.

**G99\*** G99 Fnb. Permet de définir les vitesses (avances) F en mm/tour de broche en tournage.  
Annulée par G100.

**G100** Annulation de G99.

- G110** Activation de tous les ISO Warnings. Ceci pour permettre de mettre en évidence les cas limites en contournage ISO. Voir documentation annexe (ISOWarnings.pdf).
- G111** Activation de certains ISO Warnings. G111  $Pnb_1 Pnb_2 Pnb_3$  permet par exemple de n'activer que les ISO Warnings  $nb_1 nb_2$  et  $nb_3$ . Voir documentation annexe (ISOWarnings.pdf).
- G112** Désactivation de tous les ISO Warnings. A utiliser en début de programme pour remettre aussi à 0 les compteurs stockés en FRAM. Voir documentation annexe (ISOWarnings.pdf).
- G113** Désactivation de certains ISO Warnings. G113  $Pnb_1 Pnb_2 Pnb_3$  permet par exemple de ne désactiver que les ISO Warnings  $nb_1 nb_2$  et  $nb_3$ . Voir documentation annexe (ISOWarnings.pdf).
- G114** Remise à 0 de toutes les informations précédentes. Il est donc préférable de commencer un programme ISO par G114 pour ne considérer que les warnings générés par ce programme-là précisément.
- G170\*** G170  $Hnb$ . Définition manuelle d'un axe directeur en interpolation. Voir documentation annexe du G170.  
G170 H16 annule la fonction G170 et l'axe directeur est à nouveau fixé automatiquement.
- H** G17  $Hnb$  Définition d'un espace d'interpolation «exotique» (autre que XY, ZX ou YZ).  
G170  $Hnb$  Définition manuelle d'un axe directeur en interpolation. Voir documentation annexe du G170.
- I** Dans G2/G3, c'est la coordonnée selon X du centre du cercle.  
Dans G1 c'est pour faire des chanfreins droits (linéaires).
- J** Dans G2/G3, c'est la coordonnée selon Y du centre du cercle.  
Dans G1 c'est pour faire des chanfreins droits (linéaires).
- K** Dans G2/G3, c'est la coordonnée selon Z du centre du cercle.  
Dans G1 c'est pour faire des chanfreins droits (linéaires).
- L** Combiné à G98 pour déclarer des sous-programmes (Début du programme  $nb$  : G98  $Lnb$  et fin du programme  $nb$  : G98 L0. Donc,  $nb$  doit être non-nul.)  
Combiné à P pour appeler un sous programme : Appel du sous-programme  $nb_1$  :  $Lnb_1 Pnb_2$ . Le sous-programme  $nb_1$  sera exécuté  $nb_2$  fois. Si  $nb_2$  est nul (P0), le sous-programme  $nb_1$  sera tout de même exécuté une fois. Possibilité d'introduire des décalages de type G59 sur les axes à chaque itération de boucle. Pour cela, voir G98.
- M** Fonction utilisateur.
- N** Numéro de ligne. Permet de démarrer l'exécution du programme à un autre endroit qu'au début.
- O** Non utilisé.
- P** Dans G65  $Pnb_1 Pnb_2 Pnb_3 \dots Mnb$  c'est la définition des paramètres de la fonction G utilisateur.
- Dans les fonctions G81 (perçage), G34 (tourbillonnage horaire), G35 (tourbillonnage anti-horaire) et G36 (taroudage), P est utilisé pour donner le pas.
- Dans G4  $Pnb$ ,  $nb$  est une temporisation en secondes.
- Dans  $Lnb_1 Pnb_2$ , P définit le nombre de fois à exécuter le sous-programme.

**P**(suite) Dans G17, G18 et G19, permet de d'ajouter des axes aux espaces standards. Voir G17 à G19.

Dans G111 et G113, permet d'activer ou désactiver certains ISO Warnings.

**Q** Dans les fonctions G81 (perçage), G34 (tourbillonnage horaire), G35 (tourbillonnage anti-horaire) et G36 (taraudage), Q est utilisé pour donner la garde.

**R** Dans G2/G3, donne le rayon de l'arc en lieu et place des coordonnées I, J (ou K) du centre.  
Dans G1 c'est pour faire des chanfreins arrondis (circulaires).  
Dans G34/G35 (tourbillonnage), donne le rayon du trou.  
Dans G37/G38 (CYL/FACE), donne l'inclinaison si elle n'est pas nulle.  
Dans G81 (perçage), donne la position initiale du perçage. (voir documentation annexe)

**S**<sup>(\*)</sup> Vitesse de broche en tr/min. Elle est initialisée à 0 et on l'annule avec S0 ou plus généralement avec M5 si cette fonction existe.

Dans G81 (perçage), c'est la temporisation au fond du trou.

Dans G50, c'est la vitesse de broche maximum au centre.

Dans G96, c'est la vitesse de coupe en m/min.

**T**<sup>\*</sup> Outil. Sont associés à un outil, une longueur et un rayon. La longueur n'annule pas les autres décalages d'origine, elle s'y additionne. Les autres décalages sont G60 Dnb, G54 à G58 ou encore G59.

Annulée par T-1.

**U** Nom d'axe

**V** Nom d'axe

**W** Nom d'axe

**X** Nom d'axe

**Y** Nom d'axe

**Z** Nom d'axe.

## ANNEXE 1 : TOURBILLONNAGE

Tourbillonnage en sens horaire : **G34 Xx Yy Zz Rr Pp Qq [ Dd ]**

Tourbillonnage en sens anti-horaire : **G35 Xx Yy Zz Rr Pp Qq [ Dd ]**

Avec :

(x; y) : Coordonnées (absolues ou relatives) du centre du trou à tourbillonner.

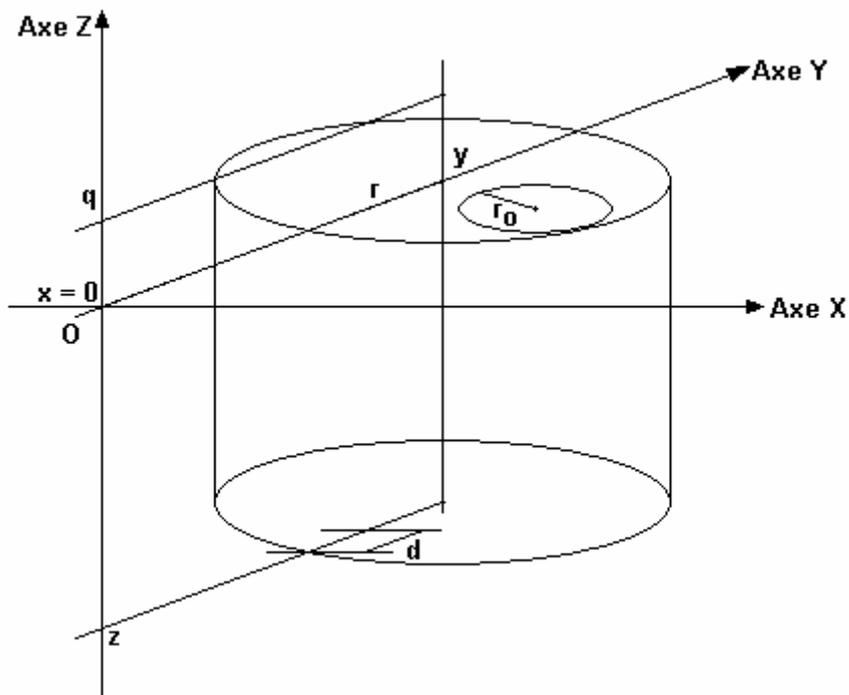
z : Profondeur du trou.

r : Rayon du trou taraudé (au plus profond du taraudage).

p : Le pas du taraudage.

q : Position initiale de Z (Garde).

d : Optionnel : valeur en mm du dégagement avant la remontée.



Algorithme en mode G32 :

1. Déplacement rapide de X et Y simultanément à la position de départ.  
L'axe X se positionne à  $x + r - r_0$   
L'axe Y se positionne à y.
2. Déplacement rapide de Z à sa position initiale (paramètre Q).
3. Exécution des cercles dans le sens horaire (G34) ou anti-horaire (G35) avec simultanément (interpolation) un déplacement de Z. Le tout bien évidemment à vitesse d'usinage.
4. Si le paramètre D est omis ou si  $d = 0$ , alors retour (interpolation linéaire) de X et Y au centre du trou à vitesse d'usinage et déplacement rapide de Z à la position initiale (Q).

Sinon, déplacement (interpolation linéaire XY) de d [mm] en direction du centre du trou. C'est le dégagement et exécution du point 3. mais dans l'autre sens, c'est-à-dire dans le sens anti-horaire si G34 ou horaire si G35 et Z dans le sens inverse de celui exécuté au point 5.

Algorithme en mode G33 :

1. Déplacement rapide de X et Y simultanément au centre du trou.  
L'axe X se positionne à x.  
L'axe Y se positionne à y.
2. Déplacement rapide de Z à sa position initiale (paramètre Q absolu).
3. Déplacement rapide de Z au fond du trou (positionnement relatif négatif de  $z - q$ ).
4. Déplacement à vitesse d'usinage de X et Y au bord du trou.
5. Exécution des cercles dans le sens anti-horaire (G34) ou horaire (G35) avec simultanément (interpolation) un déplacement positif (vers le haut) de Z jusqu'à la position q. Le tout bien évidemment à vitesse d'usinage.
6. Retour au centre du trou pour X (et Y).

### Utilisation des cycles de tourbillonnage G34 et G35

Les fonctions de tourbillonnage G34 et G35 sont modales. Elle sont annulés par elles-mêmes ou par G00, G01, G02 ou G03. G30 annule également une fonction de tourbillonnage.

Par défaut, on travaille en mode G32. Il existe un autre mode : G33 (voir algorithmes ci-dessus). G32 annule G33 et G33 annule G32.

Exemple :  $r = 0.3 \text{ mm}$  (diamètre 0.6 mm)  
 rayon de l'outil  $= 0.255 \text{ mm}$  (diamètre 0.51 mm)

(Le trou est percé avec une mèche de 0.245 mm de rayon (diamètre 0.49))

Notations :

g	Mode 0 = ccw et 1 = cw (On note $\sim g$ le contraire)
r	Rayon du trou taraudé (au plus profond du taraudage)
$r_o$	Rayon de l'outil
x	Coordonnée X du centre du trou
y	Coordonnée Y du centre du trou
$x_d$	Coordonnée X du départ du tourbillonnage
$y_d$	Coordonnée Y du départ du tourbillonnage
z	Profondeur du trou
q	Garde
p	Pas du taraudage
$t_i$	Nombre de tours complets à faire
$t_f$	Avance en z pour le dernier tour
$\alpha$	Taille du dernier tour (Note : si $\alpha = 2 \cdot \pi$ alors le tour est complet)
$x_f$	Coordonnée X de la fin du tourbillonnage
$y_f$	Coordonnée Y de la fin du tourbillonnage
$c_x$	Coordonnée I du centre du trou (par rapport à $x_d$ )
$c_y$	Coordonnée J du centre du trou (par rapport à $y_d$ )
d	Dégagement avant le retour
$x_d'$	Coordonnée X du départ du retour du tourbillonnage
$y_d'$	Coordonnée Y du départ du retour du tourbillonnage
$x_f'$	Coordonnée X de la fin du retour du tourbillonnage
$y_f'$	Coordonnée Y de la fin du retour du tourbillonnage
$c_x'$	Coordonnée I' du centre du trou (par rapport à $x_d'$ )
$c_y'$	Coordonnée J' du centre du trou (par rapport à $y_d'$ )
$c_x''$	Coordonnée I'' du centre du trou (par rapport à $x_f'$ )
$c_y''$	Coordonnée J'' du centre du trou (par rapport à $y_f'$ )

Déplacement total en Z :  $q - z$

Position initiale en X :  $x_d = x + r - r_o$

Position initiale en Y :  $y_d = y$

Nombre de tours à faire :  $(q - z) \div p$

Nombre de tours complets :  $t_i = \text{Int} [(q - z) \div p]$  (Note : Int (n) = Partie entière de n)

Avance en z pour le dernier tour :  $t_f = -(q - z - p \cdot t_i)$

Taille du dernier tour :  $\alpha = (2 \cdot \pi \cdot t_f) \div p$

Position finale en X :  $x_f = x + (r - r_o) \cdot \cos \alpha$

Position finale en Y :  $y_f = y + (r - r_o) \cdot \sin \alpha$

Coordonnée I :  $c_x = x - x_d$

Coordonnée J :  $c_y = 0$

Position initiale du retour en X :	$x_d' = x + (r - r_o - d) \cdot \cos \alpha$
Position initiale du retour en Y :	$y_d' = y + (r - r_o - d) \cdot \sin \alpha$
Position finale du retour en X :	$x_f' = x + r - r_o - d$
Position finale du retour en Y :	$y_f' = y$
Coordonnée I' :	$c_x' = -(r - r_o - d) \cdot \cos \alpha$
Coordonnée J' :	$c_y' = -(r - r_o - d) \cdot \sin \alpha$
Coordonnée I'' :	$c_x'' = x - x_f'$
Coordonnée J'' :	$c_y'' = 0$

Algorithme en mode G32 :

1.	POSA	X	fast	$x_d$	0					
	POSA	Y	fast	y	2					
2.	POSA	Z	fast	q	1					
3.	Répéter $t_f$ fois :									
	LINR	Z	-p	0						
	CIRA	X	$x_d$	Y	y	$c_x$	0	g		
	Fin									
4.	LINR	Z	$t_f$	0						
	CIRA	X	$x_f$	Y	$y_f$	$c_x$	0	g		
	Si $d \neq 0$									
4a.	LINA2	X	$x_d'$	Y	$y_d'$					
4b.	LINR	Z	$-t_f$	0						
	CIRA	X	$x_f'$	Y	y	$c_x'$	$c_y'$	~g		
4c.	Répéter $t_f$ fois :									
	LINR	Z	p	0						
	CIRA	X	$x_f'$	Y	y	$c_x''$	0	~g		
	Fin									
5.	LINA2	X	x	Y	y					
6.	POSA	Z	fast	q	1					

Algorithme en mode G33 :

1. POSA X fast x 0  
POSA Y fast y 2
2. POSA Z fast q 1
3. POSR Z fast z - q 1
4. LINA2 X  $x_f$  Y  $y_f$
5. LINR Z  $-t_f$  0  
CIRA X  $x_d$  Y y  $-[(r - r_o) \cdot \cos \alpha]$   $-[(r - r_o) \cdot \sin \alpha]$   $\sim g$
6. Répéter  $t_f$  fois :  
LINR Z p 0  
CIRA X  $x_d$  Y y  $c_x$  0  $\sim g$   
Fin
7. LINA2 X x Y y

## ANNEXE 2 : TARAUDAGE

**ATTENTION :** L'avance est déterminée ici sans être asservie à la vitesse de rotation de la broche. Ceci exige donc l'usage d'un porte-outil avec compensation de longueur pour absorber les variations de synchronisation.

Taraudage: **G36 Xx Yy Zz Pp Qq Dd**

Avec :

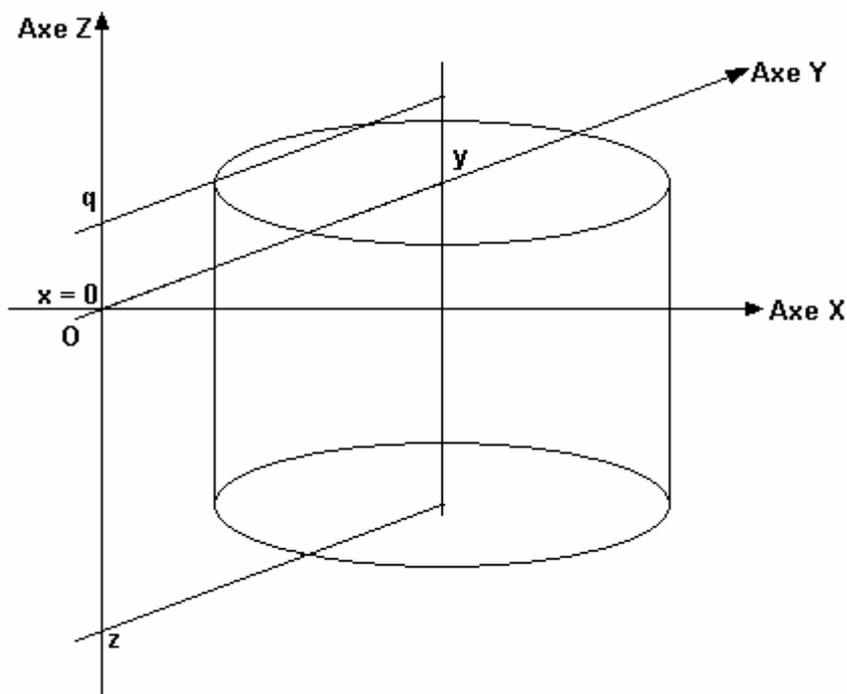
(x; y) : Coordonnées (absolues ou relatives) du centre du trou à tarauder.

z : Profondeur du trou.

p : Le pas du taraudage.

q : Position initiale de Z (Garde).

d : Numéro de la fonction M associée.



La fonction G36 de taraudage calcule automatiquement la vitesse à appliquer sur Z en fonction de la vitesse de rotation de la broche et du pas. Si la vitesse en Z ainsi calculée est trop grande, la vitesse de broche sera automatiquement diminuée en conséquence.

Attention : Pendant l'exécution du taraudage, le potentiomètre FEED est désactivé pour l'axe de plongée. La désactivation du potentiomètre SPINDLE (si celui-ci est actif) est la tâche du programmeur. Le programmeur doit aussi gérer l'arrêt de la broche en cas de pression sur le bouton STOP. **Les boutons PAUSE et SAT sont actifs pendant le taraudage. Une pression sur l'un d'eux va arrêter (ou respectivement modifier la vitesse de) l'axe Z, ce qui aura pour conséquence un probable bris du taraud !**

En ISO, la vitesse de broche est déterminée par la commande S. La broche est pilotée par un convertisseur de fréquences. En Uniprogram, la séquence suivante permet de fixer une vitesse de broche :

```
ISO_S:  PUSH    R1
        MOV     R1, #CURDAC
        MOV     #DACVAL[R1] ttttt ; t/min
        POP    R1
        END
```

CURDAC est la sortie analogique courante (0 ou 1). Puis on fixe une valeur en tours par minutes (ttttt) dans le registre de la sortie analogique courante. Ce registre s'appelle DACVAL.

En ISO, le pas est fixé dans le paramètre P de la fonction G36. En Uniprogram, le pas est un paramètre de la commande TPING.

Il faut encore écrire une fonction M en Uniprogram. Cette fonction est appelée directement par la fonction G36 et elle détermine la sortie à inverser lorsqu'on atteint le fond du trou, juste avant la remontée.

La fonction M peut être n'importe quel numéro. Cependant, on peut s'en tenir à la règle qui dit que cette fonction est M36.

Exemple de fonction M36 appelée directement depuis G36 (fichier FCTM36.E7M)

**;Taraudage**

```

;          +-----+ Axe de plongee
;          I +-----+ Pas du taraud (Uniprogram seul.)
;          I I +-----+ Profondeur du trou (Uniprogram seul.)
;          I I I +-----+ Sortie a inverser
;          I I I I
;          v v v v
M36:      TPING  Z 1.5 -25 #OUT[0]
          CPL   #OUT[0]
          END
```

**Noter :** TPING admet une seconde sortie en paramètre (optionnel) s'il y a besoin d'inverser deux sorties pour faire changer la broche de sens.

Dans cet exemple, c'est la sortie interne 0 qui va s'inverser au fond du trou. Elle devra être câblée sur l'entrée «sens» du convertisseur de fréquences.

Lorsque la fonction M36 est appelée depuis une fonction G36 de l'ISO, les paramètres *pas du taraud* et *profondeur du trou* sont fixés dans la fonction G36 elle-même. Cela signifie que les arguments *pas du taraud* et *profondeur du trou* donnés à la commande Uniprogram TPING sont ignorés. Ils doivent toutefois être représentés car il n'existe qu'une seule syntaxe de la commande TPING

Donc on pourrait remplacer la ligne par **M36: TPING Z 0 0 #OUT[0]**, ça ne changerait rien si M36 est appelée depuis une fonction G36. Ces paramètres ne sont utiles que pour un programme de taraudage écrit en Uniprogram.

Exemple de programme ISO :

### Taraudage

```

%1
G53
G0 Z0
G0 X0 Y0
S500 M3
G54
G36 X0 Y0 Z-15 P2.5 Q1 D36
X2
X4
X6
Y2
Y4
Y6
G53 M5
G0 Z0
G0 X0 Y0
%
```

Séquence de taraudages en (0; 0) puis en (2; 0) puis en (4; 0) puis en (6; 0) puis en (6; 2) puis en (6; 4) et finalement en (6; 6).

Vitesse de broche : 500 t/min. Profondeur des trous : -15 mm. Pas de 2 mm. La garde est de 1 mm. Cela signifie que le taraud remonte d'un mm au-dessus du trou avant que le déplacement en X et Y soit effectué. La fonction M appelée est la fonction M36, décrite à la page précédente.

Donnons maintenant un exemple de gestion du bouton STOP pour que la broche s'arrête en cas de pression sur celui-ci. On implémente ce code dans la tâche AUTOMAT (fichier AUTOMAT.E7M).

;PLC Task

```

          BRIN1   #INITRDY AUTOMAT
          MOV     #INITRDY 1

AUTOMAT: START   #STARTFLG
          CALIN1 #STOPPRESS ASTOP ; Si bouton STOP presse, alors CALL ASTOP
          JMP     AUTOMAT

;-----
ASTOP:   CALL    M5           ; Arret de la broche
          OFF    #STOPPRESS   ; Extinction du témoin bouton STOP presse
          WAIT1  #KEY[KSTOP]  ; Attendre relache du bouton STOP
          END
```

Pour terminer et pour être tout à fait complet, on donne encore un exemple d'implémentation de fonctions M3, M4 et M5. On suppose ici que la sortie pour enclencher la broche est la sortie interne 1 et comme précédemment, la sortie interne 0 permet d'inverser le sens de rotation de la broche.

Fichier FCTM3.E7M (fonction M3). Le potentiomètre SPINDLE est inactivé dans cet exemple.

;Encl. Broche horaire

```

M3:      PUSH      R0
          PUSH      R1

          MOV       R1 #CURDAC      ; Fixe par G75 / G76 (0 par default)
          MOV       R0 #DACVAL[R1] ; VALEUR S ISO
          DIV       R0 #MAXRPM[R1] ; S/VITESSE MAX
          MUL       R0 255
          MOV       #DAC[R1] R0
          OFF       #OUT[1]        ; Sens horaire
          ON        #OUT[0]

          POP       R1
          POP       R0
          END
    
```

Fichier FCTM4.E7M (fonction M4). Le potentiomètre SPINDLE est inactivé dans cet exemple. En rouge, les différences avec M3.

;Encl. Broche **anti-horaire**

```

M4:      PUSH      R0
          PUSH      R1

          MOV       R1 #CURDAC      ; Fixe par G75 / G76 (0 par default)
          MOV       R0 #DACVAL[R1] ; VALEUR S ISO
          DIV       R0 #MAXRPM[R1] ; S/VITESSE MAX
          MUL       R0 255
          MOV       #DAC[R1] R0
          ON        #OUT[1]        ; Sens anti-horaire
          ON        #OUT[0]

          POP       R1
          POP       R0
          END
    
```

Fichier FCTM5.E7M (fonction M5) :

;Decl. Broche

```

M5:      PUSH      R1

          MOV       R1 #CURDAC
          MOV       #DAC[R1] 0
          OFF       #OUT[1]
          OFF       #OUT[0]        ; Sens horaire

          POP       R1
          END
    
```

## ANNEXE 3 : CYCLES DE PERÇAGE

Il y a 3 cycles de perçage :

- 1) G81 : Perçage (avec ou sans déburrage).
- 2) G82 : Alésage.
- 3) G83 : Brise-copeaux.

### G81 Perçage (avec ou sans déburrage)

Formats :

Perçage simple :      **G81 [ X.. ] [ Y.. ] Z.. R.. [ S.. ]      [ F.. ]**

Déburrage :            **G81 [ X.. ] [ Y.. ] Z.. R.. [ S.. ] P.. Q..      [ F.. ]**

**X.. et Y.. :**      Optionnels. Déplacements rapides à la position X; Y.

**Z.. :**            Axe et profondeur de perçage (valeur absolue).

**R.. :**            Déplacement rapide de Z (axe de perçage) à la position initiale de perçage.

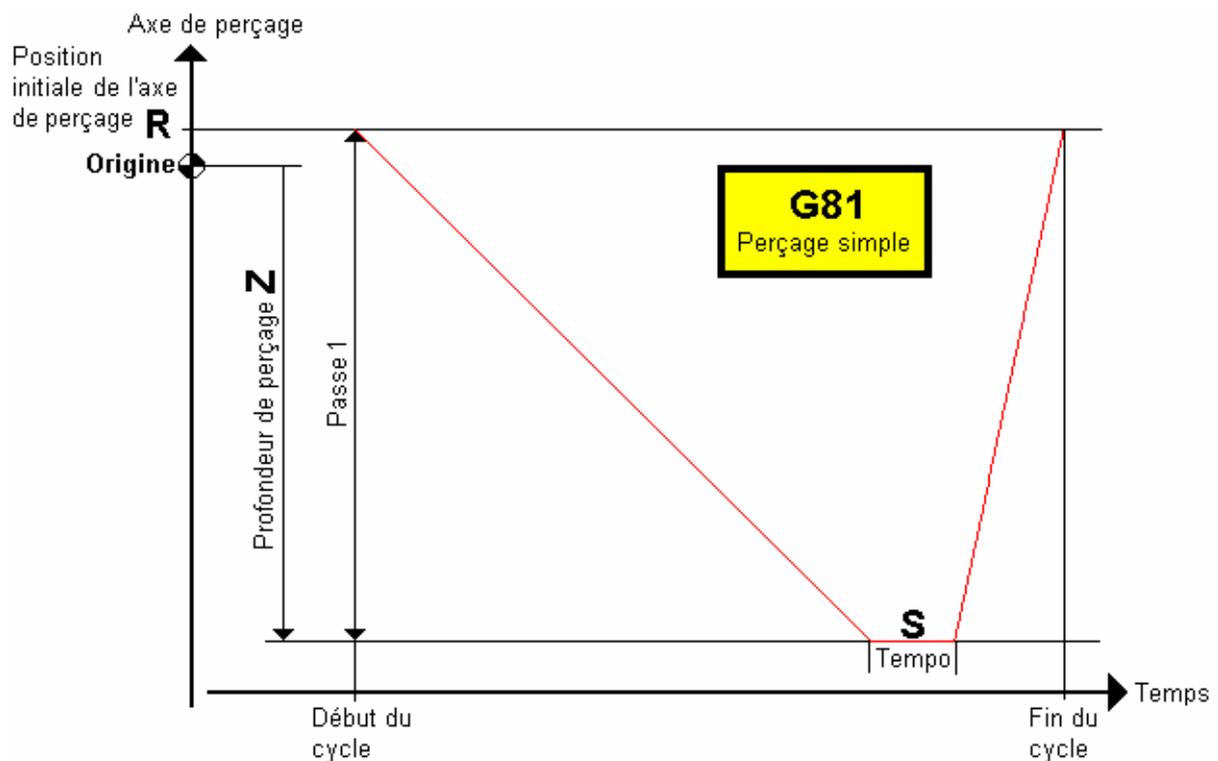
**S.. :**            Optionnel. Temporisation au fond du trou.

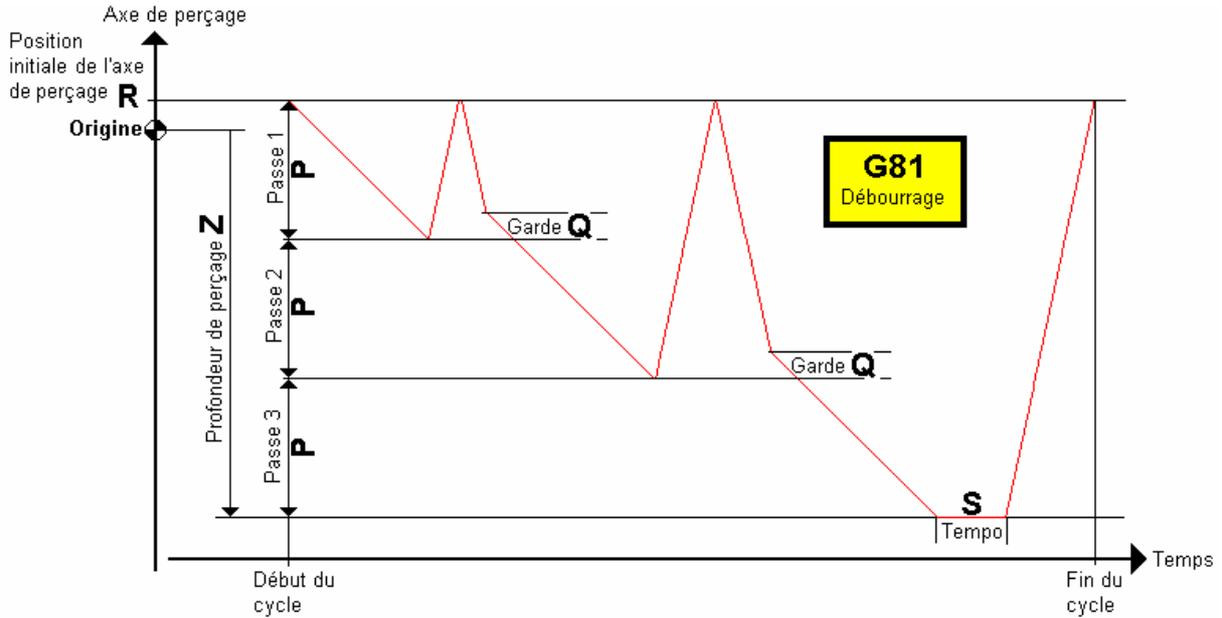
**P.. :**            Déburrage seulement. C'est la profondeur de passe (valeur relative).

**Q.. :**            Déburrage seulement. C'est la grandeur de la garde (valeur relative).

**F.. :**            Optionnel. Vitesse de perçage.

On peut remarquer que le perçage simple est un cas particulier du déburrage. C'est un déburrage à une seule passe. Quant à la garde, elle est inutilisée en perçage simple.





### G82 Alésage

On remarque que l'alésage est un perçage simple avec comme seule différence une remontée à vitesse d'usinage de l'axe de perçage.

Format :

Alésage : **G82 [ X.. ] [ Y.. ] Z.. R.. [ S.. ] [ F.. ]**

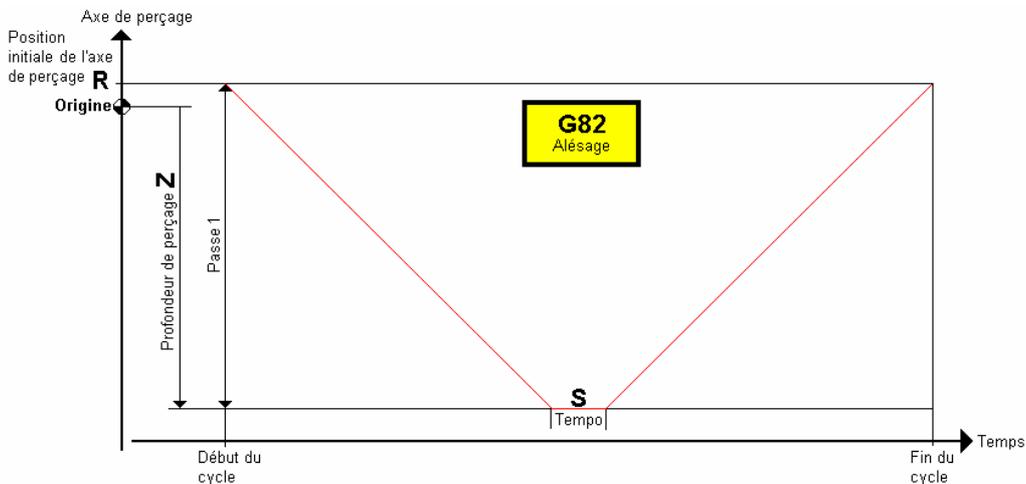
**X.. et Y.. :** Optionnels. Déplacements rapides à la position X; Y.

**Z.. :** Axe et profondeur de perçage (valeur absolue).

**R.. :** Déplacement rapide de Z (axe de perçage) à la position initiale de perçage.

**S.. :** Optionnel. Temporisation au fond du trou.

**F.. :** Optionnel. Vitesse de perçage.

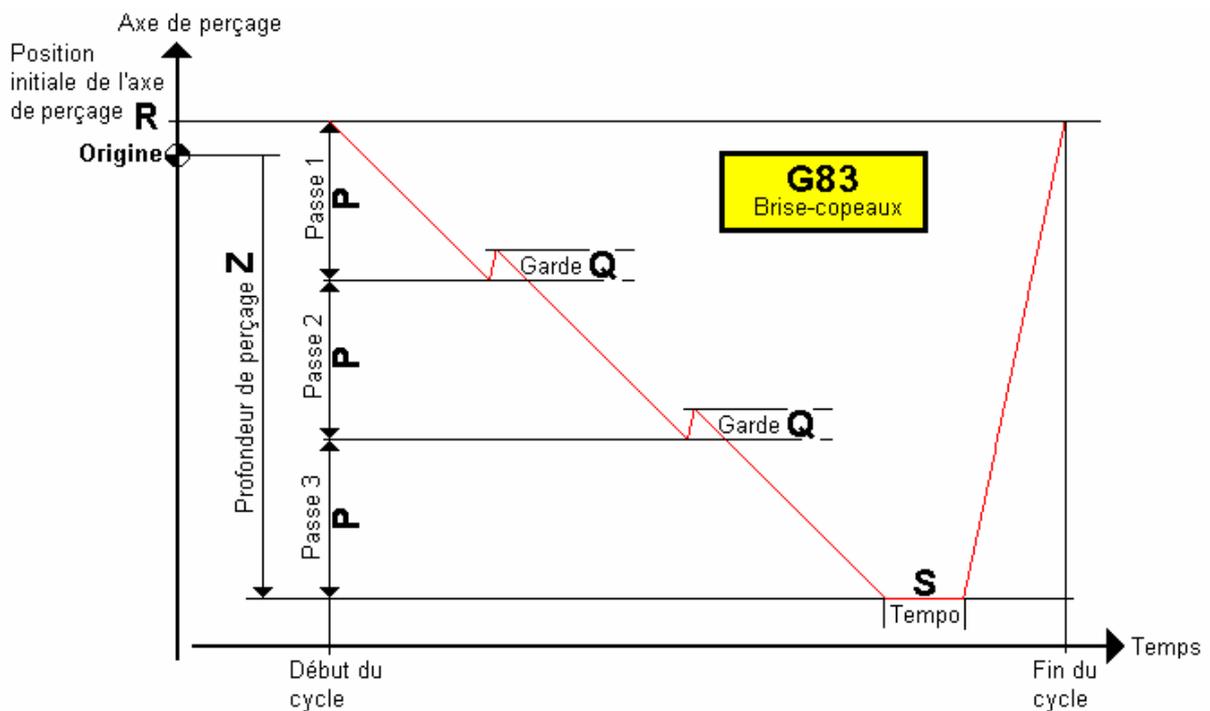


## G83 Brise-copeaux

Format :

Brise-copeaux : **G83 [ X.. ] [ Y.. ] Z.. R.. [ S.. ] P.. Q.. [ F.. ]**

- X.. et Y.. :** Optionnels. Déplacements rapides à la position X; Y.
- Z.. :** Axe et profondeur de perçage (valeur absolue).
- R.. :** Déplacement rapide de Z (axe de perçage) à la position initiale de perçage.
- S.. :** Optionnel. Temporisation au fond du trou.
  
- P.. :** Profondeur de passe (valeur relative).
- Q.. :** Grandeur de la garde (valeur relative).
  
- F.. :** Optionnel. Vitesse de perçage.

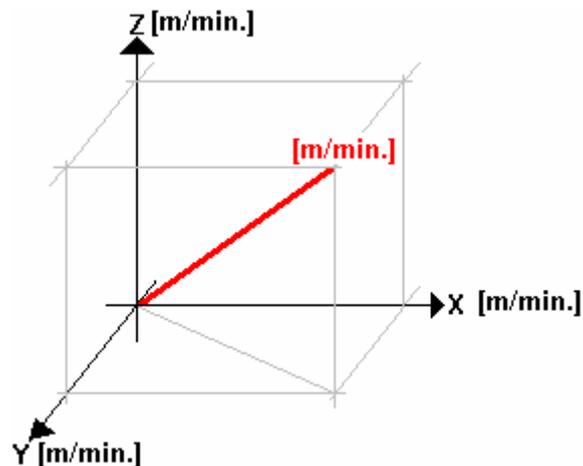


### Utilisation des cycles de perçage G81, G82 et G83

Les fonctions de perçage G81, G82 et G83 sont modales. Elles sont annulées par elles-mêmes ou par G00, G01, G02 ou G03. G80 annule également une fonction de perçage.

## ANNEXE 4 : FONCTION G170 H\_\_ : CHOIX DE L'AXE DIRECTEUR EN INTERPOLATION

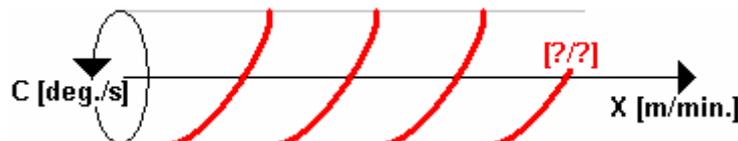
Lorsqu'on exécute une interpolation (G01, G02, G03) entre plusieurs axes ayant tous les mêmes unités de vitesse, des *mètres par minute* par exemple, la vitesse le long du chemin résultant de l'interpolation sera bien évidemment en *mètres par minute*, les mêmes unités que celles de tous les axes impliqués.



Dans l'exemple illustré ci-dessus, les unités de vitesse des axes X, Y et Z sont des [m/min.].

Il est donc évident que les unités de vitesse de la trajectoire résultante (en rouge) d'une interpolation entre X, Y et Z seront des [m/min.] !

Les choses se compliquent quand on interpole entre eux des axes qui n'ont pas les mêmes unités de vitesse. Le cas classique est celui de l'hélice : on interpole un axe circulaire dont les unités de vitesse sont des *degrés par seconde* par exemple avec un axe linéaire dont les unités de vitesse sont des *mètres par minute* par exemple.



Dans l'exemple ci-dessus, l'interpolation entre les axes X et C n'a pas d'unités de vitesse représentables physiquement. Il n'existe pas d'unités de vitesse issues d'un mélange de [deg./s] avec des [m/min.] !

La stratégie du E700 est de combiner les deux axes et de choisir celui qui sera le plus mis à contribution. Cet axe le plus sollicité sera choisi pour devenir l'axe directeur. Par plus grande sollicitation, on entend l'axe à qui on devra délivrer le plus de pulses pour une portion de mouvement. Ce nombre de pulses est une fonction du rapport mécanique, du nombre de pas par tour, des unités de longueur et de vitesse et de la vitesse maximum.

L'avantage de cette stratégie est d'assurer que tous les axes soient capables de suivre une trajectoire d'interpolation sans risque de «déchocage». Cela

L'inconvénient est que cet axe directeur dépend des rapports mécaniques et ne peut donc pas être choisi librement par le programmeur.

Dans le cas de l'hélice ci-dessus, selon la mécanique de la machine, les unités de vitesse de la résultante seront plutôt proportionnelles à des *degrés par seconde* ou plutôt proportionnelles à des *mètres par minute* !

Autrement dit, les unités de vitesses de la résultante en rouge risquent bien de n'avoir aucune signification physique.

Afin que le programmeur puisse jouir d'une certaine liberté dans ces cas particuliers, la fonction G170 H\_\_ apporte quelques éléments de réponse.

### G170 Haxe

On peut, grâce à la fonction G170 définir une axe directeur.

Par exemple, dans le cas de l'interpolation entre les axes X et C, en supposant que l'axe X soit l'axe 0 et l'axe C soit l'axe 3, il suffit alors d'écrire **G170 H0** pour que l'axe X devienne l'axe directeur (ou, plus rarement, G170 H3 pour que l'axe C devienne l'axe directeur).

Attention, la fonction G170 est modale. Elle reste valide tout au long du déroulement du programme. Si une autre interpolation, dans un autre espace est demandée, il faudra annuler la précédente fonction G170, soit en déclarant un nouvel axe directeur, soit en déclarant G170 H16.

G170 H16 annule la déclaration d'axe directeur et laisse désormais le E700 choisir lui-même le prochain axe directeur en fonction des contraintes mécaniques.

Attention, le programmeur doit savoir que s'il choisit lui-même un axe directeur avec la fonction G170, il s'expose au risque de pouvoir travailler avec des vitesses inapplicables à certains axes de l'espace d'interpolation. Il y a donc risque de «décrochage» si les vitesses d'usinage ne sont pas déterminées avec soin.

C'est pourquoi, dans la mesure du possible, il est préférable de laisser le E700 déterminer lui-même l'axe directeur et ainsi éviter ces risques de «décrochage».

Lorsque le E700 choisit lui-même l'axe directeur, les rampes d'accélération et de décélération choisies sont celles qui sont les plus douces de l'espace. On s'assure ainsi que tous les axes de l'espace pourront suivre ses rampes.

Par opposition, avec G170, les rampes choisies seront celles de l'axe directeur, quelle que soit leur dureté. Là, de nouveau, il faudra s'assurer que les autres axes sont capables de suivre de pareilles rampes.

En UNIPROG, la fonction G170 Haxe peut être simulée en allant écrire directement le numéro de l'axe directeur dans la variable système **AXDIR**. AXDIR est indexée par le numéro de la tâche simultanée ISO (de 0 à 4).

La variable **AXDIR7** indexée aussi par le numéro de la tâche simultanée ISO (de 0 à 4) contient le numéro de l'axe directeur choisi par le E700. Cette variable est en lecture seulement.

Exemples :	ISO	UNIPROG
	G170 H3	MOV #AXDIR[0] 3
	G170 H16	MOV #AXDIR[0] 16

Calcul du nombre de pulses internes pour avancer d'une unité de longueur :

- $p$  : Nombre de pas par tour
- $u_l$  : Unités de longueur
- $r_m$  : Rapport mécanique
- $u_v$  : Unités de vitesse
- $v$  : Vitesse maximum (rapide ou G00)

On calcule  $s$  (parfois aussi appelé SCALEK) :

$$s \leftarrow \frac{p}{r_m}$$

Avec  $u_l$ ,  $u_v$  et  $s$ , on peut déterminer  $r_v$  à l'aide du tableau ci-dessous :

Rapport de vitesse : $r_v$		$u_l$				
		mm	m	degrés	tours	inches
$u_v$	mm/s	1	1 / 1'000	360 · s	s	5 / 127
	mm/min.	1 / 60	1 / 60'000	6 · s	s / 60	1 / 1'524
	m/s	1'000	1	360'000 · s	1'000 · s	5'000 / 127
	m/min.	50 / 3	1 / 60	6'000 · s	50 · s / 3	250 / 381
	deg./s	s / 360	s / 360	1	1 / 360	s / 360
	deg./min.	s / 21'100	s / 21'100	1 / 60	1 / 21'100	s / 21'100
	tours/s	s	s	360	1	s
	tours/min.	s / 60	s / 60	6	1 / 60	s / 60
	in/s	127 / 5	127 / 5'000	360 · s	s	1
	in/min.	127 / 300	127 / 300'000	6 · s	s / 60	1 / 60

On peut maintenant calculer  $f$ , le coefficient de vitesse (parfois aussi appelé FEEDK) :

$$f \leftarrow \frac{s \cdot r_v}{1000}$$

On peut calculer  $d$ , le diviseur (parfois aussi appelé DIV) :  
 (pour une cinématique cadencée à  $2 \cdot 8.2944$  MHz)

$$d \leftarrow \text{Arrondi} \left( \frac{134'831'709}{f \cdot v \cdot 2^{13}} \right)$$

On trouve enfin le facteur  $k$  (parfois aussi appelé KMUL) :

$$k \leftarrow s \cdot d$$

Quand le E700 choisit lui-même l'axe directeur, il choisit, dans l'espace d'interpolation, l'axe qui possède le plus grand facteur  $k$  en valeur absolue.

Détails de la constante apparaissant dans le calcul de d (DIV) :

$$\frac{1000 \cdot 8.2944 \cdot 2}{2^{15}} \cdot \frac{255}{256} \cdot 7F7Fh = \frac{16'588.8 \cdot 255 \cdot 32'639}{2^{23}} = \frac{134'831'709}{2^{13}}$$

*Cadence de la cinématique*
*Potentiomètre à fond !*
*Vitesse maximale de l'algorithme*

Pour un E600, remplacer le  $8.2944 \cdot 2$  par 12

Pour un E300, remplacer le  $8.2944 \cdot 2$  par 16

Pour un E100, remplacer le  $8.2944 \cdot 2$  par 18.432

Exemple numérique :

X : axe longitudinal	$p$ :	Nombre de pas par tour	8192
	$u_l$ :	Unités de longueur	mm
	$r_m$ :	Rapport mécanique	4
	$u_v$ :	Unités de vitesse	mm/min.
	$v$ :	Vitesse maximum (rapide ou G00)	8000

C : axe rotatif	$p$ :	Nombre de pas par tour	2000
	$u_l$ :	Unités de longueur	deg.
	$r_m$ :	Rapport mécanique	0.225
	$u_v$ :	Unités de vitesse	deg./s
	$v$ :	Vitesse maximum (rapide ou G00)	50

Pour X :

$s$ :	$8192 \div 4 = 2048$
$r_v$ :	$1 \div 60 = 0.1\bar{6}$
$f$ :	$2048 \cdot 0.1\bar{6} \div 1000 = 0.0341\bar{3}$
$d$ :	Arrondi $(134831709 \div (0.0341\bar{3} \cdot 8000 \cdot 8192)) = 60$
$k$ :	$2048 \cdot 60 = 122880$ $\mu$ -pas internes pour avancer d'un millimètre

Pour C :

$s$ :	$2000 \div 0.225 = 8888.\bar{8}$
$r_v$ :	1
$f$ :	$8888.\bar{8} \cdot 1 \div 1000 = 8.\bar{8}$
$d$ :	Arrondi $(134831709 \div (8.\bar{8} \cdot 50 \cdot 8192)) = 37$
$k$ :	$8888.\bar{8} \cdot 37 = 328888.\bar{8}$ $\mu$ -pas internes pour avancer d'un degré

Le nombre de  $\mu$ -pas internes pour C est plus grand que pour X ( $328888.\bar{8} > 122880$ )

C'est donc C qui sera l'axe directeur et les unités de vitesse en interpolation seront proportionnelles à celle de l'axe C, c'est-à-dire des degrés par seconde.