



HEIDENHAIN













**Manuel d'utilisation
Programmation selon
DIN/ISO**

**TNC 425
TNC 415 B
TNC 407**

Abrégé de la TNC:





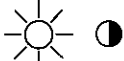
du plan de la pièce

à l'usinage programmé

Pas	Opération	Mode de fonctionnement TNC	Extrait du Manuel
Préparation			
1	Sélectionner les outils	—	—
2	Définir le point zéro pièce pour l'introduction des coordonnées	—	—
3	Calculer les vitesses de rotation et avances	—	11.4
4	Mettre la machine en service	—	1.3
5	Passer sur les marques de référence	 ou 	1.3, 2.1
6	Fixer la pièce	—	—
7	Initialiser le point de référence / initialiser les affichages ...		
7a	... avec le système de palpage 3D	 ou 	2.5
7b	... sans le système de palpage 3D	 ou 	2.3
Introduction et contrôle de programme			
8	Introduire le programme d'usinage ou le lire via une interface de données externe	 ou 	5 à 8 ou 10
9	Contrôler le programme d'usinage pour voir s'il ne renferme pas d'erreur		3.1
10	Test du programme d'usinage sans outil, en exécution de programme pas-à-pas		3.2
11	Si nécessaire: optimiser le programme d'usinage		5 à 8
Usinage de la pièce			
12	Mettre l'outil en place et exécuter le programme d'usinage		3.2

Éléments de commande TNC 407, TNC 415B et TNC 425






Éléments de commande à l'écran

-  Sélection des modes de fonctionnement machine et programmation
-  GRAPHICS TEXT SPLIT SCREEN Définir la répartition de l'écran
-  Softkeys: sélection de la fonction à l'écran
-  Commutation du menu de softkeys
-  Luminosité, contraste



Clavier alphabétique: introduction de lettres et de signes

- Q W E R T Y** Noms de fichiers/ commentaires
- G F S T M** ... Programmation selon DIN/ISO






Sélection des modes de fonctionnement Machine

-  FONCTIONNEMENT MANUEL
-  MANIVELLE ELECTRONIQUE
-  POSITIONNEMENT AVEC INTROD. MAN.
-  EXECUTION DE PROGRAMME PAS-A-PAS
-  EXECUTION DE PROGRAMME EN CONTINU



Sélection des modes de fonctionnement Programmation

-  MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME
-  TEST DE PROGRAMME

Gestion de programmes/de fichiers

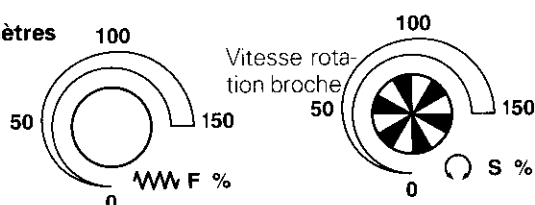
-  PGM NAME Sélectionner les programmes/fichiers
-  CL PGM Effacer les programmes/fichiers
-  PGM CALL Introduire un appel de PGM dans le PGM
-  EXT Activer la transmission externe des données
-  MOD Sélectionner les fonctions auxiliaires

Décalage du curseur, sélection directe de séquences, cycles et fonctions paramétrées









-  Décalage du curseur (champ clair)
-  GOTO Sélection directe de séquences, cycles et fonctions paramétrées

Potentiomètres



Avance







Programmation opérations contournage (Texte clair seulement)

-  APPR DEP Approche et sortie du contour
-  Droite
-  CC Centre de cercle / pôle pour coord. polaires
-  Trajectoire circulaire autour du centre de cercle
-  Trajectoire circulaire avec rayon
-  CT Trajectoire circulaire avec raccord. tangentiel
-  CHE Chanfrein
-  RND Arrondi d'angle














Données d'outil (Texte clair seulement)

-  TOOL DEF Introduction et appel de la longueur et du rayon de l'outil
-  R^R R^L Activation de la correction de rayon d'outil

Cycles, sous-programmes et répétitions de partie de programme (Texte clair seulement)

-  CYCL DEF Définition et appel de cycles
-  LBL SET Introduction et appel de sous-programmes et répétitions de partie de programme
-  STOP Introduction d'un arrêt programmé
-  TOUCH PROBE Introduction de fonctions de palpage

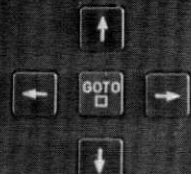
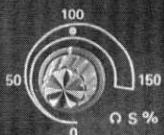
Introduction des axes de coordonnées et chiffres, édition

-  X ... V Sélection des axes de coordonnées/ introduction dans le programme
-  0 ... 9 Touches numériques
-  . Point décimal
-  +/- Signe algébrique
-  P Introduction de coordonnées polaires
-  I Valeurs incrémentales
-  Q Utilisation de paramètres Q pour familles de pièces ou dans fonctions mathématiques
-  + Prise en compte de position effective
-  NO ENT Passer outre questions de dialogue et effacer mots
-  ENT Valider l'introduction et poursuivre le dialogue
-  END Clôre la séquence
-  CE Annuler les valeurs numériques introduites ou effacer les messages de la TNC
-  DEL Interruption du dialogue; effacer parties de PGM

MODE MANUEL

MEMORISATION PROGRAMME

```
%3803 G71 *  
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *  
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *  
N30 G99 T200 L+0 R+20 *  
N40 T200 G17 S500 *  
N50 G00 G40 G90 Z+50 *  
N60 X-30 Y+30 M3 *  
N70 Z-20 *  
N80 G01 G41 X+5 Y+30 F250 *  
N90 G26 R2 *  
N100 I+15 J+30 G02 X+6,645 Y+35,495 *  
N110 G06 X+55,505 Y+69,488 *  
N120 G02 X+58,995 Y+30,025 R+20 *  
N130 G03 X+19,732 Y+21,191 R+75 *  
N140 G02 X+5 Y+30 *
```

PARA-
METERGRAPHICS
TEXT
SPLIT
SCREEN

HEIDENHAIN

Pour une bonne utilisation du Manuel!



Ce Manuel décrit les fonctions dont disposent les TNC à partir des numéros de logiciel CN suivants:

	N° de logiciel CN
TNC 407	280 580 01
TNC 415 B, TNC 425	280 540 01
TNC 415 F, TNC 425 E	280 560 01

Les lettres E et F désignent les versions "Export" des TNC.

Les fonctions suivantes ne sont pas disponibles dans la TNC 407:

- Graphisme en cours d'exécution de programme
- Déplacement linéaire simultané sur plus de trois axes

Les versions "Export" TNC 415 F et TNC 425 E sont soumises aux restrictions suivantes:

- Précision d'introduction et d'usinage limitée à 1 µm
- Déplacements linéaires simultanés jusqu'à 3 axes

Outre ce qui précède, les TNC ne se différencient que par des détails techniques tels que, par exemple, le type d'asservissement de vitesse, la durée de traitement des séquences, la durée du cycle d'asservissement et la capacité-mémoire.

A l'aide des paramètres-machine, le constructeur peut adapter à sa machine l'ensemble des possibilités exploitables de la TNC. De ce fait, ce Manuel décrit également certaines fonctions non disponibles dans la TNC.

Les fonctions TNC qui ne sont pas disponibles sur toutes les machines sont, par exemple:

- Fonctions de palpéage pour le système de palpéage 3D
- Taraudage sans mandrin de compensation (taraudage rigide)
- Aborder à nouveau le contour après une interruption

En cas de doute, nous vous conseillons de prendre contact avec le constructeur de la machine.

Ce Manuel s'adresse aussi bien au débutant qu'à l'expert en TNC.

Le **débutant en CN** peut se servir de ce Manuel comme support d'apprentissage. Il lui fournit au début les bases de la technique CN ainsi qu'un aperçu des fonctions TNC. Par la suite, ce Manuel permet de s'initier à la programmation en DIN/ISO. Un grand nombre d'exemples peuvent être exécutés directement dans la TNC. Chaque fonction est décrite en détail au moment où elle apparaît pour la première fois.

Il est recommandé au débutant en CN d'étudier ce Manuel du début à la fin, tout en respectant l'ordre chronologique afin de se familiariser avec les possibilités de la TNC.

L'**expert en CN** dispose avec ce Manuel d'un vaste ouvrage de référence. Le sommaire et les renvois de page facilitent la recherche ciblée à partir d'expressions et de thèmes donnés. Des instructions de maniement indiquent la procédure d'introduction pour les fonctions TNC.

Les explications (dans la partie droite de l'illustration) concernant la fonction des touches constituera pour le débutant une aide précieuse lorsqu'il devra utiliser la fonction pour la première fois.

Si la fonction est déjà connue, le sommaire d'introduction situé dans la partie gauche de l'instruction de maniement fournit un aperçu rapide sur les séquences de programmation.

Les dialogues TNC sont représentés en grisé dans les instructions de maniement.

Schéma des instructions de maniement

Touche d'ouverture de dialogue



8

3



Le cas échéant, QUESTION DE DIALOGUE (SUR L'ECRAN TNC)

Ex.

8

3

ENT

Répondre au dialogue
à l'aide de ces touches

Le Manuel précise ici la fonction des touches

Le cas échéant, QUESTION DE DIALOGUE SUIVANTE



Appuyez sur cette touche

Fonction de la touche



ou appuyez sur celle-ci

Fonction de la touche pouvant
servir d'alternative

Une ligne en pointillé indique
qu'il est possible d'appuyer sur
la touche située en haut ou sur
celle du bas.

Les points signifient,

- que le dialogue n'est pas complet, ou
- que le dialogue se poursuit sur la page suivante.

1 Introduction

1.1 Les TNC 425, TNC 415 B et TNC 407 1-2

Le panneau de commande	1-4
L'écran	1-5
Accessoires TNC	1-9

1.2 Principes de base 1-10

Introduction	1-10
Que signifie CN?	1-10
Programme d'usinage	1-10
Introduction de programme	1-10
Système de référence	1-11
Système de coordonnées cartésiennes	1-11
Axes auxiliaires	1-12
Coordonnées polaires	1-12
Définition du pôle	1-13
Initialisation du point de référence	1-13
Positions de la pièce en valeur absolue	1-15
Positions de la pièce en valeur incrémentale	1-15
Programmation du déplacement de l'outil	1-18
Systèmes de mesure de déplacement	1-18
Marques de référence	1-18

1.3 Mise sous tension 1-19

1.4 Graphismes et affichages d'état 1-20

Graphisme en cours d'exécution de programme	1-20
Vue de dessus	1-21
Représentation en 3 plans	1-22
Position du curseur lors d'une représentation en 3 plans	1-22
Représentation 3D	1-23
Agrandissement de vue en coupe	1-25
Répéter la simulation graphique	1-26
Recherche du temps d'usinage	1-26
Affichages d'état	1-27
Affichages d'état supplémentaires	1-27

1.5 Fichiers 1-30

Sommaire des fichiers	1-30
Etat des fichiers	1-31
Sélectionner un fichier	1-31
Copier un fichier	1-32
Effacer un fichier	1-32
Protéger, renommer, convertir un fichier	1-33
Gestion des fichiers mémorisés sur un support externe de données	1-35

2 Mode manuel et dégauchissage

2.1 Déplacement des axes de la machine	2-2
Déplacement à l'aide des touches de sens externes	2-2
Déplacement à l'aide des manivelles électroniques	2-3
Travail à l'aide de la manivelle électronique HR 330	2-3
Positionnement pas-à-pas	2-4
Positionnement avec introduction manuelle	2-4
2.2 Vitesse de rotation broche S, avance F et fonction auxiliaire M	2-5
Introduire la vitesse de rotation broche S	2-5
Modifier la vitesse de rotation broche S	2-5
Modifier l'avance F	2-6
Introduire la fonction auxiliaire M	2-6
2.3 Initialisation du point de référence sans palpeur 3D	2-7
Initialisation du point de référence dans l'axe de plongée	2-7
Initialisation du point de référence dans le plan d'usinage	2-8
2.4 Systèmes de palpage 3D	2-9
Installation du système de palpage 3D	2-9
Sélection des fonctions de palpage	2-9
Étalonnage du système de palpage 3D	2-10
Compensation du désaxage de la pièce	2-12
2.5 Initialisation du point de référence à l'aide du système de palpage 3D	2-14
Initialisation du point de référence dans un axe au choix	2-14
Coin pris comme point de référence	2-15
Centre de cercle pris comme point de référence	2-17
Initialisation de points de référence sur perçages	2-19
2.6 Mesures réalisées avec le système de palpage 3D	2-20
Définir les coordonnées d'une position sur la pièce bridée	2-20
Définir les coordonnées d'un angle dans le plan d'usinage	2-20
Définition des cotes d'une pièce	2-21
Mesure d'un angle	2-22
2.7 Inclinaison du plan d'usinage (sauf avec TNC 407)	2-24
Axes inclinés : passage sur les points de référence	2-25
Initialisation du point de référence dans le système incliné	2-25
Affichage de position dans le système incliné	2-25
Restrictions pour l'usinage avec fonction Inclinaison du plan d'usinage	2-25
Activer l'inclinaison manuelle	2-26

3 Test et exécution de programme

3.1 Test de programme 3-2

Exécuter un test de programme 3-2

Exécuter un test de programme jusqu'à une séquence donnée 3-3

Fonctions d'affichage pour le test de programme 3-3

3.2 Exécution de programme 3-4

Exécuter un programme d'usinage 3-4

Interrompre l'usinage 3-5

Déplacer les axes de la machine pendant une interruption 3-6

Redémarrer après une interruption 3-6

Rentrer dans le programme à un endroit quelconque 3-8

Aborder à nouveau le contour 3-9

3.3 Passer outre certaines séquences 3-10

3.4 Transmission bloc-à-bloc:

Test et exécution de programmes longs 3-11

4 Programmation

4.1	Elaboration de programmes d'usinage	4-2
	Structure d'un programme	4-2
	Fonctions d'édition	4-3
4.2	Outils	4-5
	Définition des données de l'outil	4-5
	Surépaisseurs pour longueurs et rayons – valeurs Delta	4-6
	Introduire les données d'outil dans le programme	4-7
	Introduire les données d'outil dans les tableaux	4-8
	Données d'outil dans les tableaux	4-10
	Tableau d'emplacements pour le changeur d'outils	4-12
	Appeler les données de l'outil dans le programme	4-13
	Changement d'outil	4-13
	Changement d'outil automatique: M101	4-14
4.4	Valeurs de correction d'outil	4-15
	Effet des valeurs de correction	4-15
	Correction du rayon d'outil	4-15
	Usinage des angles	4-17
4.4	Ouverture de programme	4-18
	Définition de la pièce brute	4-18
	Ouvrir un nouveau programme d'usinage	4-19
4.7	Introduction des données d'outil	4-21
	Avance F	4-21
	Vitesse de rotation broche S	4-22
4.6	Introduction d'une fonction auxiliaire et d'un arrêt d'exécution de programme	4-23
4.7	Prise en compte de la position effective	4-24
4.8	Marquage des séquences à omettre	4-25
4.9	Fichiers texte	4-26
	Rechercher des parties de texte	4-28
	Effacer et réinsérer des signes, mots et lignes	4-29
	Traitement de blocs de texte	4-30
4.12	Elaboration de fichiers de palettes	4-32
4.13	Insertion de commentaires dans le programme	4-34
	Commenter immédiatement des séquences de programme	4-34

5	Programmation de déplacements d'outil	
5.1	Généralités pour la programmation de déplacements d'outils	5-2
5.2	Approche et sortie du contour	5-4
	Point initial et point final d'une opération d'usinage	5-4
	Approche et sortie tangentielle	5-6
5.3	Fonctions de contournage	5-7
	Généralités	5-7
	Gérer le programme pour le déplacement des axes de la machine	5-7
	Sommaire des fonctions de contournage	5-9
5.4	Coutournages – Coordonnées cartésiennes	5-10
	Droite en avance rapide G00	5-10
	Droite avec avance G01 F	5-10
	Chanfrein G24	5-13
	Cercles et arcs de cercle – Généralités	5-15
	Centre de cercle I, J, K	5-16
	Trajectoire circulaire G02/G03/G05 autour du centre de cercle I, J, K	5-18
	Trajectoire circulaire G02/G03/G05 de rayon défini	5-21
	Trajectoire circulaire G06 avec raccordement tangentiel	5-24
	Arrondi d'angle G25	5-26
5.5	Coutournages – Coordonnées polaires	5-28
	Origine des coordonnées polaires: Pol I, J, K	5-28
	Droite en avance rapide G10	5-28
	Droite avec avance G11 F	5-28
	Trajectoire circulaire G12/G13/G15 autour du pôle I, J, K	5-30
	Trajectoire circulaire G16 avec raccordement tangentiel	5-32
	Hélice	5-33
5.6	Fonctions auxiliaires influant sur le contournage et les coordonnées	5-36
	Arrondi d'angle: M90	5-36
	Usinage de petits éléments de contour: M97	5-37
	Usinage complet d'angles de contours ouverts: M98	5-38
	Programmation des coordonnées-machine M91/M92	5-39
	Facteur d'avance pour les déplacements en plongée: M103 F	5-40
	Vitesse d'avance aux arcs de cercle: M109/M110/M111	5-41
	Insérer un cercle d'arrondi entre deux segments de droite: M112 E	5-41
	Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage avec inclinaison des axes: M114	5-42
	Avance en mm/min. sur les axes angulaires A, B, C: M116	5-43
	Autoriser le positionnement de la manivelle en cours d'exécution de programme: M118 X. Y... Z...	5-43
5.7	Positionnement avec introduction manuelle: Fichier système \$MDI	5-44

6 Sous-programmes et répétitions de partie de programme

6.1 Sous-programmes 6-2

Processus	6-2
Recommandations concernant la programmation	6-2
Programmation et appel d'un sous-programme	6-3

6.2 Répétitions de partie de programme 6-5

Processus	6-5
Recommandations concernant la programmation	6-5
Programmation et appel de répétition de partie de programme	6-5

6.3 Programme principal pris comme sous-programme 6-8

Processus	6-8
Recommandations concernant la programmation	6-8
Appeler un programme principal pris comme sous-programme	6-8

6.4 Imbrications 6-9

Niveaux d'imbrication	6-9
Sous-programme dans sous-programme	6-9
Renouveler des répétitions de partie de programme	6-11
Répétition de sous-programme	6-12

7 Programmation à l'aide des paramètres Q

7.1 Familles de pièces – Paramètres Q au lieu de valeurs numériques	7-4
7.2 Description de contours avec fonctions mathématiques	7-7
Sommaire des fonctions	7-7
7.3 Fonctions angulaires (trigonométrie)	7-10
Sommaire des fonctions	7-10
7.4 Conditions si/alors avec paramètres Q	7-11
Sauts	7-11
Sommaire des fonctions	7-11
7.5 Contrôle et modification de paramètres Q	7-13
7.6 Autres fonctions	7-14
Emission de messages d'erreur	7-14
Transmission via l'interface de données externe	7-15
Affectation à l'automate	7-15
7.7 Introduire directement une formule	7-16
Sommaire des fonctions	7-16
7.8 Mesure avec système de palpage 3D en cours d'exécution de programme	7-19
7.9 Exemples de programmation	7-21

8 Cycles

8.1 Cycles: Généralités 8-2

Programmer un cycle	8-2
Cotation dans l'axe d'outil	8-3

8.2 Cycles simples d'usinage 8-4

PERCAGE PROFOND G83	8-4
TARAUDAGE avec mandrin de compensation G84	8-6
FILETAGE G86	8-8
Taroudage sans mandrin de compensation - taraudage rigide G85	8-8
RAINURAGE G74	8-10
FRAISAGE DE POCHES G75/G76	8-12
POCHE CIRCULAIRE G77/G78	8-14

8.3 Cycles SL (groupe I) 8-16

CONTOUR G37	8-17
EVIDEMENT G57	8-18
Contours superposés	8-20
PREPERCAGE G56	8-26
FRAISAGE DE CONTOUR G58/G59	8-27

8.4 Cycles SL (groupe II) 8-30

DONNEES DU CONTOUR G120	8-31
PREPERCAGE G121	8-32
EVIDEMENT G122	8-33
FINITION EN PROFONDEUR G123	8-33
FINITION LATERALE G124	8-34
Exercice: Poche rectangulaire avec îlot circulaire	8-34
TRACE DE CONTOUR G125	8-36
SURFACE D'UN CYLINDRE G127	8-38

8.5 Cycles de conversion du système de coordonnées 8-41

Décalage du point zéro G54	8-42
Décalage du point zéro avec les tableaux de points zéro G53	8-44
IMAGE MIROIR G28	8-46
ROTATION G73	8-48
FACTEUR ECHELLE G72	8-49

8.6 Autres cycles 8-51

TEMPORISATION G04	8-51
Appel de programme G39	8-51
ORIENTATION DE BROCHE G36	8-52
PLAN D'USINAGE G80 (sauf avec TNC 407)	8-53

9 Transmission externe des données

9.1 Menu pour la transmission externe des données 9-2

9.2 Sélection et transfert des fichiers 9-3

Sélectionner un fichier	9-3
Transférer un fichier	9-3
Sélectionner un type de fichiers	9-3
Sélectionner la répartition de l'écran	9-3
Transmission bloc-à-bloc	9-4

9.3 Distribution des plots et câbles de raccordement pour les interfaces 9-5

Interface V.24/RS-232-C	9-5
Interface V.11/RS-422	9-7

9.4 Préparation des appareils pour la transmission des données 9-8

Appareils HEIDENHAIN	9-8
Appareils externes	9-8

10 Fonctions MOD

10.1	Sélection, modification et abandon de la fonction MOD	10-3
10.2	Numéros de logiciels et d'options	10-3
10.3	Introduction d'un numéro de code.....	10-4
10.4	Configuration des interfaces externes de données	10-4
	Configuration de l'interface RS-232.....	10-4
	Configuration de l'interface RS-422.....	10-4
	Sélection du MODE DE FONCTIONNEMENT	10-4
	Compatibilité descendante	10-5
	Configurer la VITESSE EN BAUD	10-5
	AFFECTATION	10-5
	PRINT et PRINT-TEST	10-6
10.5	Paramètres utilisateur spécifiques de la machine	10-7
10.6	Représenter la pièce brute dans la zone de la machine	10-7
	Sommaire des fonctions	10-8
10.7	Sélection de l'affichage de positions	10-9
10.8	Sélection de l'unité de mesure	10-10
10.9	Sélection de la langue de programmation pour \$MDI	10-10
10.10	Sélection d'axe pour générer une séquence L (en dialogue conversationnel Texte clair seulement)	10-10
10.11	Introduction de limitations pour les zones de déplacement,	10-11
10.12	Affichage des fichiers HELP	10-12

11 Tableaux, sommaires, diagrammes

11.1 Paramètres utilisateur généraux 11-2

Possibilités d'introduction des paramètres-machine	11-2
Sélectionner les paramètres utilisateur généraux	11-2
Transmission externe des données	11-3
Systèmes de palpage 3D et digitalisation	11-4
Affichages TNC, éditeur TNC	11-7
Usinage et exécution de programme	11-12
Manivelles électroniques	11-13

11.2 Fonctions auxiliaires (fonctions M) 11-14

Fonctions auxiliaires avec action déterminée	11-14
Fonctions auxiliaires libres	11-16

11.3 Paramètres Q réservés 11-16

11.4 Diagrammes pour l'usinage de la pièce 11-18

Vitesse de rotation broche S	11-18
Avance F	11-19
Avance taraudage F	11-20

11.5 Informations techniques 11-21

Fonctions programmables	11-22
Accessoires	11-24

11.6 Messages de la TNC 11-26

Messages TNC relatifs à la programmation	11-26
Messages TNC relatifs au test et à l'exécution de programme	11-27

11.7 Lettres d'adresses (DIN/ISO) 11-31

Fonctions G	11-31
Définitions de paramètres	11-34

1 Introduction

1.1 Les TNC 425, TNC 415 B et TNC 407 1-2

Le panneau de commande	1-4
L'écran	1-5
Accessoires TNC	1-9

1.2 Principes de base 1-10

Introduction	1-10
Que signifie CN?	1-10
Programme d'usinage	1-10
Introduction de programme	1-10
Système de référence	1-11
Système de coordonnées cartésiennes	1-11
Axes auxiliaires	1-12
Coordonnées polaires	1-12
Définition du centre polaire CC	1-13
Initialisation du point de référence	1-13
Positions de la pièce en valeur absolue	1-15
Positions de la pièce en valeur incrémentale	1-15
Programmation du déplacement de l'outil	1-18
Systèmes de mesure de déplacement	1-18
Marques de référence	1-18

1.3 Mise sous tension 1-19

1.4 Graphismes et affichages d'état 1-20

Graphisme en cours d'exécution de programme	1-20
Vue de dessus	1-21
Représentation en 3 plans	1-22
Position du curseur lors d'une représentation en 3 plans	1-23
Représentation 3D	1-23
Agrandissement de vue en coupe	1-25
Répéter la simulation graphique	1-26
Recherche du temps d'usinage	1-26
Affichages d'état	1-27
Affichages d'état supplémentaires	1-27

1.6 Fichiers 1-30

Sommaire des fichiers	1-30
Etat des fichiers	1-31
Sélectionner un fichier	1-31
Copier un fichier	1-32
Effacer un fichier	1-32
Protéger, renommer, convertir un fichier	1-33
Gestion des fichiers mémorisés sur un support externe de données	1-35

1.1 Les TNC 425, TNC 415 B et TNC 407

Les TNC sont des commandes numériques conçues pour la programmation en atelier et destinées à l'équipement de fraiseuses, perceuses et centres d'usinage pouvant comporter jusqu'à 5 axes. Elles permettent en outre d'orienter la broche (orientation de la broche).

Dans les TNC, il y a toujours en permanence un mode de fonctionnement gérant les déplacements de la machine (Mode de fonctionnement Machine) et un mode de fonctionnement servant à la programmation et au contrôle du programme (Mode de fonctionnement Programmation) qui sont simultanément actifs.

La TNC 425

La TNC 425 permet un asservissement digital de la vitesse dans la commande.

Elle se distingue tout particulièrement par une grande fidélité de contours, même lorsqu'il s'agit d'usiner à grande vitesse des formes géométriques complexes.

La TNC 415 B

Dans la TNC 415B, l'asservissement de vitesse est réalisé de manière analogique dans le variateur.

Toutes les fonctions de la TNC 425 sont par ailleurs exploitables sur la TNC 415 B.

La TNC 407

Dans la TNC 407, l'asservissement de vitesse est réalisé de manière analogique dans le variateur.

Hormis les exceptions suivantes, toutes les fonctions de la TNC 425 sont par ailleurs exploitables sur la TNC 407:

- Graphisme en cours d'exécution de programme
- Usinage en plan incliné
- Déplacement linéaire sur plus de trois axes.

Différences techniques entre les TNC

	TNC 425	TNC 415 B	TNC 407
Asservissement de vitesse	digital	analogique	analogique
Durée de traitement des séquences	4 ms	4 ms	24 ms
Durée du cycle d'asservissement • Asservissement de position	3 ms	2 ms	6 ms
Durée du cycle d'asservissement • Asservissement de vitesse	0,6 ms	—	—
Mémoire de programmes	256 koctets	256 koctets	128 koctets
Finesse d'introduction des données	0,1 µm	0,1 µm	1 µm

Ecran et panneau de commande

L'écran couleur 14 pouces représente avec clarté toutes les informations nécessaires à l'utilisation de la TNC.

Les touches du clavier de commande sont regroupées selon leur fonction, ce qui permet d'introduire des programmes et d'utiliser les fonctions TNC.

Programmation

Les TNC sont programmées selon DIN/ISO.

Elles peuvent également être programmées en dialogue conversationnel Texte clair HEIDENHAIN facilement accessible. Dans ce cas, il existe un autre Manuel d'utilisation.

Graphisme

Lors de l'exécution d'un programme (seulement avec TNC 415 B, TNC 425) ou lors du test de programme, il est possible de simuler l'usinage de la pièce. Plusieurs modes de représentation existent à cet effet.

Compatibilité

Les TNC sont en mesure d'exécuter tous les programmes créés sur commandes numériques HEIDENHAIN et ce, à partir de la TNC 150B.

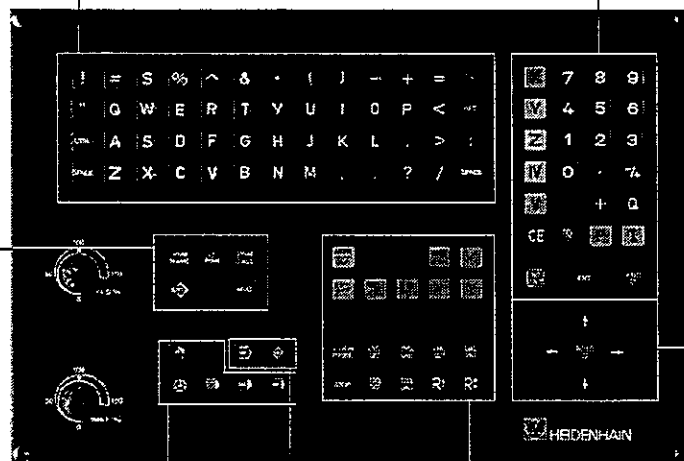
Le panneau de commande

Toutes les touches du clavier de commande comportent des abréviations et symboles aisément reconnaissables. Selon leur fonction, les touches sont réunies selon les groupes suivants:

Clavier alphabétique pour l'introduction dans le programme des noms de fichiers, de commentaires et autres textes ainsi que pour la programmation en DIN/ISO

Introduction de chiffres et sélection d'axes

Gestion de fichiers ou de programmes



Touches fléchées et instruction GOTO

Sélection des modes de fonctionnement machine

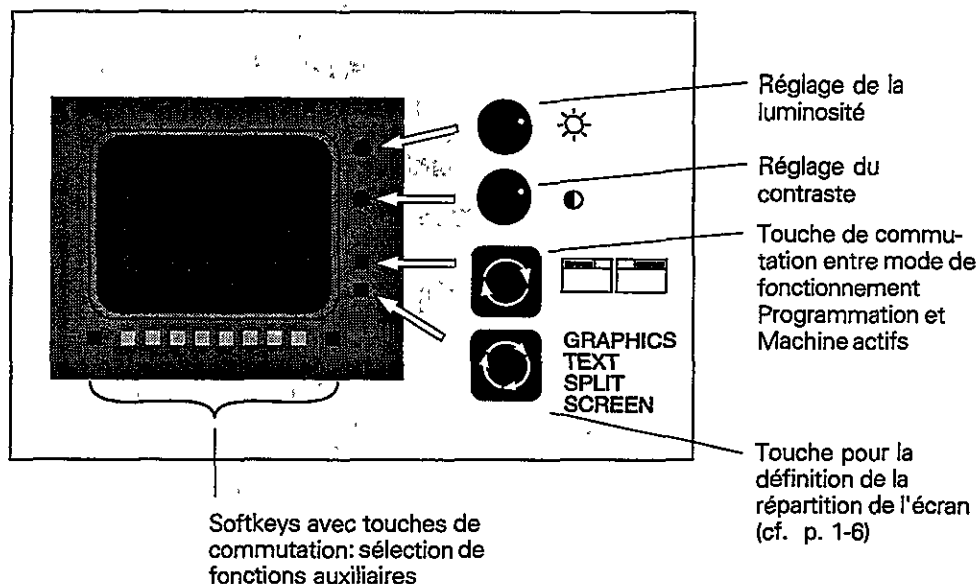
Sélection des modes de fonctionnement programmation

Ouverture de dialogue pour la programmation en Texte clair

La fonction des différentes touches est décrite sur le premier rabat.

Les touches externes telles que  (start CN), sont décrites dans le Manuel de la machine. Dans ce manuel, elles sont tramées en gris.

L'écran



En-tête

En en-tête de l'écran, on trouve les modes de fonctionnement sélectionnés: Modes de fonctionnement Machine à gauche et Modes de fonctionnement Programmation à droite. Le mode de fonctionnement qui a été sélectionné apparaît dans le plus grand champ de l'en-tête. Au même endroit, on trouve également les questions de dialogue et les textes de messages de la TNC.

Softkeys

Les softkeys permettent de sélectionner les fonctions affichées par la TNC dans le menu de softkeys dans la partie inférieure de l'écran.

Les touches de commutation permettent de commuter le menu de softkeys sur d'autres fonctions.

Le menu de softkeys sélectionné ainsi que les possibilités de commutation sont symbolisées par des curseurs: Le nombre de curseurs correspond au nombre de menus de softkeys pouvant être sélectionnés à l'aide des touches de commutation. Un curseur en couleur met en évidence le menu qui a été sélectionné.

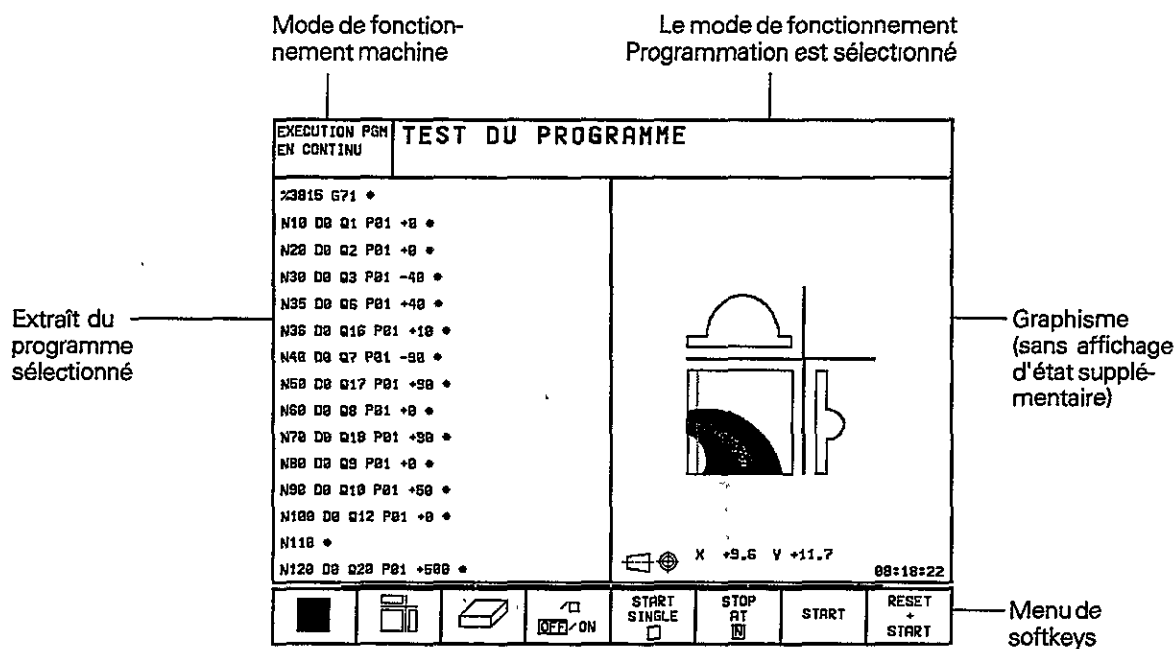
Répartition de l'écran

Vous déterminer l'affichage à l'écran de la TNC au moyen de la touche permettant de définir la répartition de l'écran et par softkeys. Indépendamment du mode de fonctionnement actif, on dispose des possibilités suivantes:

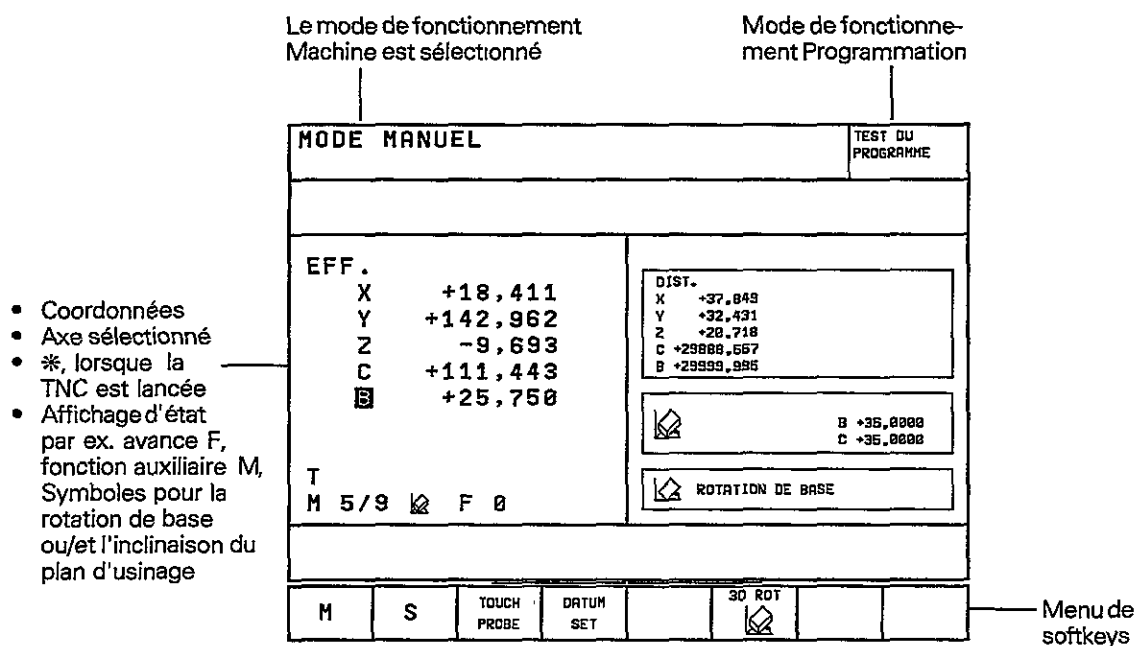
Mode de fonctionnement	Répartition de l'écran	Softkey
MANUEL, MANIVELLE ELECTRONIQUE	N'afficher que les positions	POSITION
	Afficher les positions à gauche, et l'ETAT à droite	POSITION + STATUS
POSITIONNEMENT AVEC INTRODUCTION MANUELLE	N'afficher que le programme	PGM
	Afficher le programme à gauche, et l'ETAT à droite	PGM + STATUS
EXECUTION DE PROGRAMME EN CONTINU, PAS-A-PAS, TEST DE PROGRAMME	N'afficher que le programme	PGM
	Afficher le programme à gauche, et l'ETAT à droite	PGM + STATUS
	Afficher le programme à gauche, et le graphisme à droite	PGM + GRAPHICS
	N'afficher que le graphisme	GRAPHICS
MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME	Pas de sélection possible, la TNC n'affiche que le programme	

Répartition de l'écran dans les modes de fonctionnement

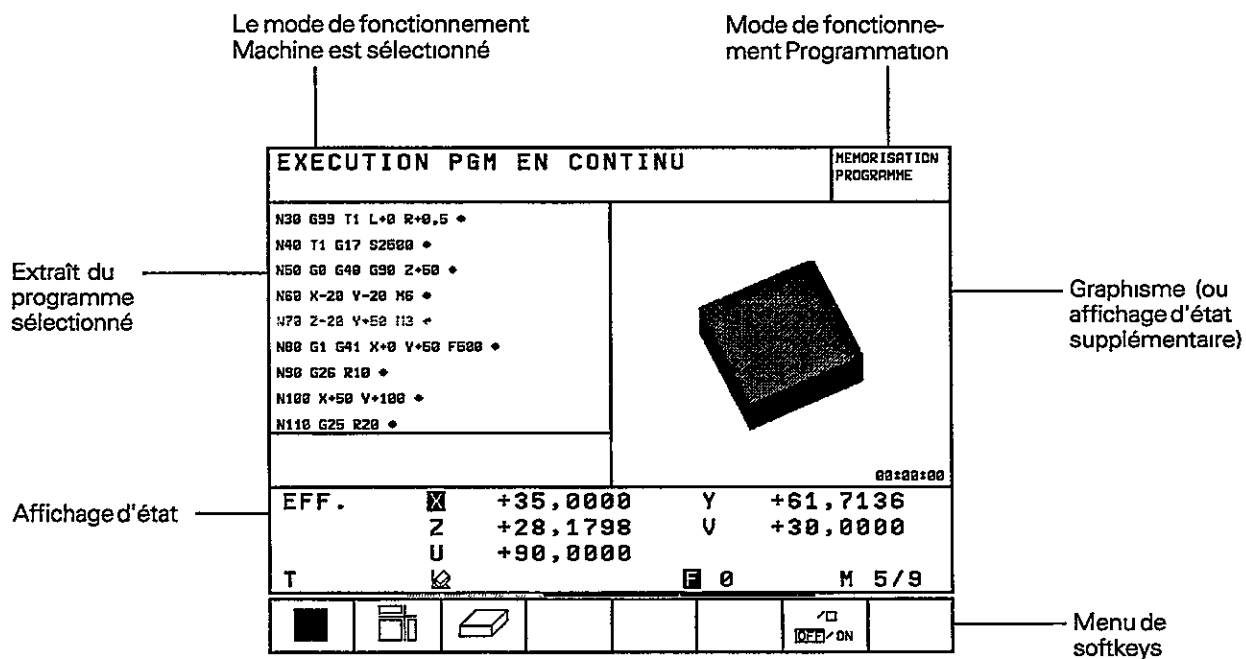
Mode de fonctionnement Programmation:



Modes de fonctionnement MANUEL et MANIVELLE ELECTRONIQUE



Mode de fonctionnement Exécution de programme:



Accessoires TNC

Systèmes de palpage 3D

Pour l'utilisation de palpeurs 3D HEIDENHAIN, la TNC propose les fonctions suivantes:

- Dégauchissage automatique de la pièce (compensation du désaxage de la pièce)
- Initialisation du point de référence
- Mesures sur la pièce en cours d'exécution de programme
- Digitalisation de formes 3D (en option)

Le système de palpage TS 120 utilise un câble et le TS 510, une liaison infra-rouge.

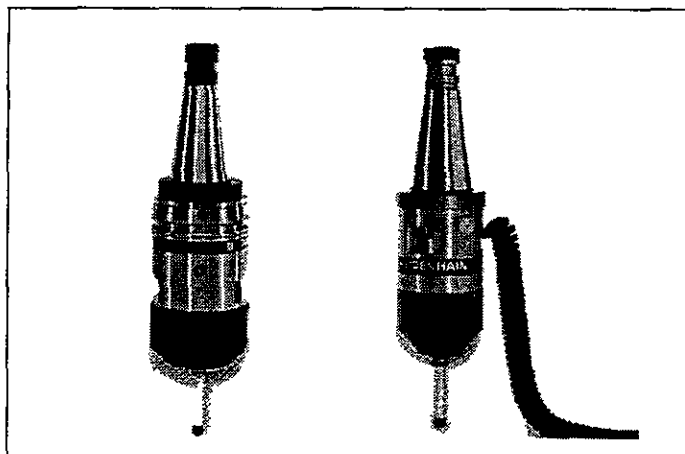


Fig. 1.6: Systèmes de palpage 3D TS 511 et TS 120 HEIDENHAIN

Unité à disquettes

Pour la TNC, l'unité à disquettes FE 401 de HEIDENHAIN fait office de mémoire externe: Les programmes et tableaux peuvent être stockés sur disquettes.

La FE 401 permet également de transférer vers la TNC des programmes créés sur PC. Les programmes très longs qui dépassent la capacité mémoire de la TNC sont transmis "bloc-à-bloc": pendant que la machine exécute les séquences lues et les efface aussitôt, l'unité à disquettes continue à transmettre à la TNC les séquences suivantes.

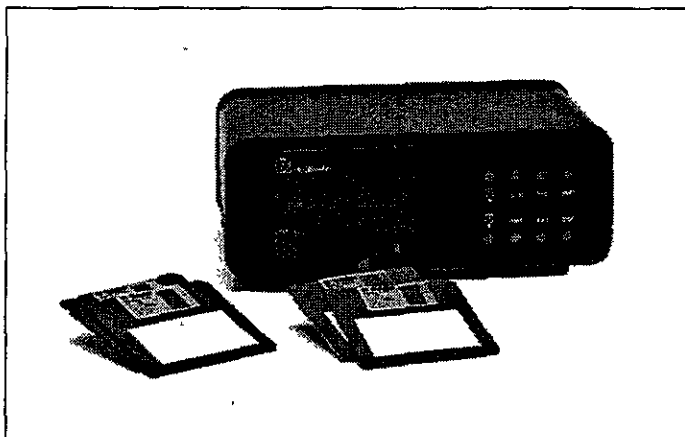


Fig. 1.7: Unité à disquette FE 401 HEIDENHAIN

Manivelles électroniques

Les "manivelles électroniques" permettent une précision dans le déplacement manuel des axes de la machine. Tout comme sur une machine conventionnelle, l'action sur la manivelle provoque un certain déplacement du chariot de la machine. Le déplacement pour un tour de manivelle est modifiable sur une grande plage.

Les manivelles portables, comme par ex. la HR330, sont raccordées à la TNC par un câble.

Les manivelles encastrables, la HR130 par exemple, sont intégrées dans le clavier de la machine. Un adaptateur permet de raccorder jusqu'à trois manivelles simultanément.

Les informations sur la configuration des manivelles sont fournies par le constructeur de la machine.

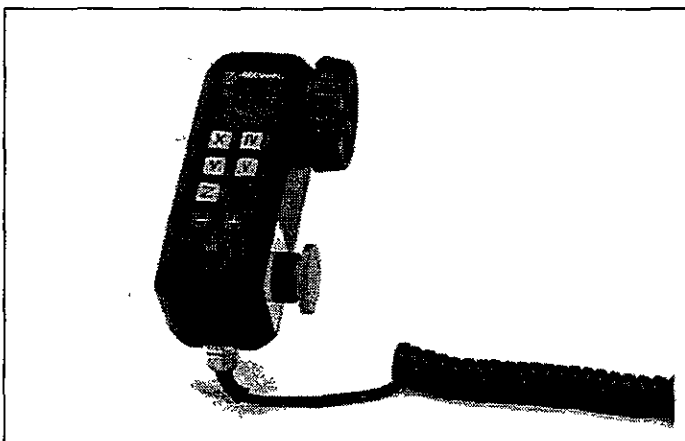


Fig. 1.8: La manivelle électronique HR 330

1.2 Principes de base

Introduction

Ce chapitre traite des points suivants:

- Que signifie CN?
- Programme d'usinage
- Introduction de programme
- Système de référence
- Système de coordonnées cartésiennes
- Axes auxiliaires
- Coordonnées polaires
- Définition du pôle
- Initialisation du point de référence
- Positions de la pièce en valeur absolue
- Positions de la pièce en valeur incrémentale
- Programmation de déplacements de l'outil
- Systèmes de mesure de déplacement
- Marques de référence

Que signifie CN?

"NC" (**N**umerical **C**ontrol" et en français "CN" signifie commande numérique et, par conséquent, "commande à l'aide de nombres".

Les commandes numériques modernes telles que la TNC étant équipées d'un ordinateur intégré, elles sont encore appelées CNC (Computerized NC).

Programme d'usinage

L'usinage de la pièce est défini dans le programme d'usinage. Le programme comprend, par exemple, la position vers laquelle doit se déplacer l'outil, la trajectoire de l'outil – par conséquent la manière dont l'outil doit se déplacer vers une position – et l'avance correspondante. Dans le programme, il faut également définir les informations concernant le rayon et la longueur de l'outil utilisé, la vitesse de rotation et l'axe d'outil.

Introduction de programme

L'introduction de programme selon DIN/ISO est en partie conversationnelle.

Il n'y a pas d'ordre chronologique pour l'introduction des éléments d'instructions (mots) à l'intérieur des séquences (excepté avec G90/G91). Les éléments d'instructions sont triés automatiquement par la TNC en fin de séquence.

Système de référence

Pour pouvoir désigner des positions, il est systématiquement indispensable de disposer d'un système de coordonnées. Ainsi, par exemple, des endroits de la terre peuvent être définis de manière "absolue" à partir de leurs coordonnées géographiques (coordonnées: dimensions permettant d'indiquer ou de définir des positions) de "longitude" et de "latitude": Le réseau formé par les cercles parallèles de longitude et de latitude représente un "système absolu de coordonnées", en opposition à des données "relatives" de position, c'est-à-dire à des coordonnées qui se réfèrent à une autre position connue.

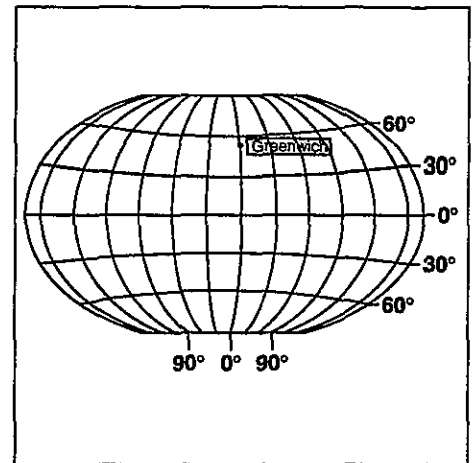


Fig. 1.9: Le système de coordonnées géographiques est un système de référence absolu

Système de coordonnées cartésiennes

Lorsque l'on usine une pièce sur une fraiseuse équipée d'une commande numérique de contourage TNC, on part généralement d'un système de coordonnées cartésiennes défini par rapport à la pièce à usiner et composé des trois axes de coordonnées X, Y et Z parallèles aux axes de la machine (cartésien = du mathématicien et philosophe français René Descartes, 1596 à 1650). Imaginons que le majeur de la main droite soit dirigé dans le sens de l'axe d'outil, de la pièce vers l'outil; il indique alors le sens positif de l'axe Z. Le pouce indique le sens positif de l'axe X, et l'index, le sens positif de l'axe Y.

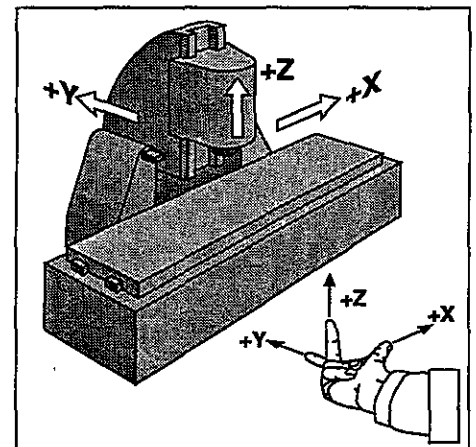


Fig. 1.10: Désignation et sens des axes de la machine sur une fraiseuse

Axes auxiliaires

Les TNC peuvent piloter des machines avec plus de trois axes. En plus des axes principaux X, Y et Z, on peut avoir les axes auxiliaires **U**, **V** et **W** parallèles aux précédents. (cf. schéma). Il peut s'agir également d'**axes rotatifs** qui reçoivent la dénomination d'axes **A**, **B** et **C**.

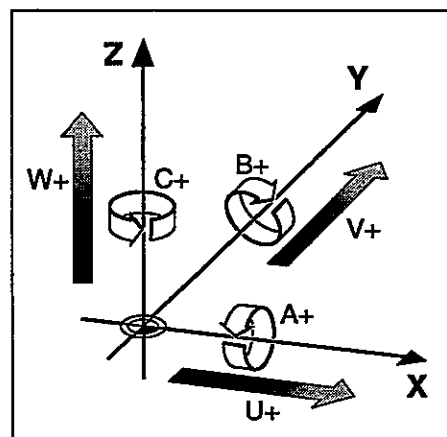


Fig. 1.11 Sens et désignation des axes auxiliaires

Coordonnées polaires

Le système de coordonnées cartésiennes convient particulièrement bien lorsque le plan d'usinage est coté en coordonnées cartésiennes. En revanche, lorsque les pièces comportent des arcs de cercle ou des coordonnées angulaires, il est souvent plus facile de définir les positions avec des coordonnées polaires. Contrairement aux coordonnées cartésiennes X, Y et Z, les coordonnées polaires décrivent des positions dans un même plan. Les coordonnées polaires ont leur point zéro sur le **pôle I, J, K**. Pour décrire une position au moyen de coordonnées polaires, il suffit d'imaginer une règle dont le point zéro ne fait qu'un avec le pôle mais qui peut tourner à volonté dans le plan autour du pôle.

Dans ce plan, les positions peuvent être introduites par le

- **Rayon R des coordonnées polaires** qui correspond à la distance entre le pôle I, J et la position et
- **l'angle H des coordonnées polaires** qui correspond à l'angle que forme l'axe de référence par rapport à la règle.

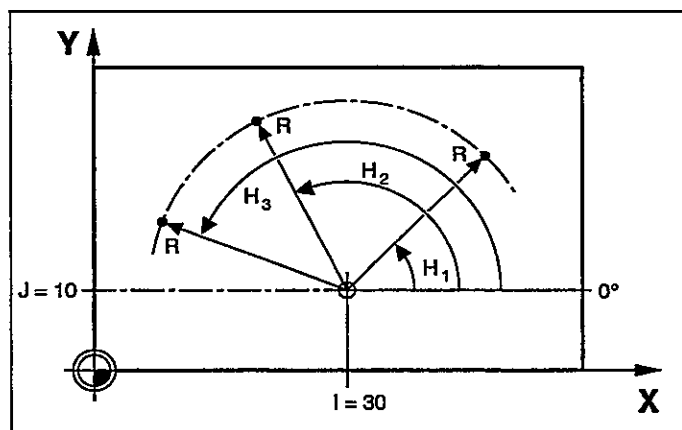


Fig. 1.12: Données de position sur une trajectoire circulaire en coordonnées polaires

Définition du pôle

Le pôle est défini par deux coordonnées du système de coordonnées cartésiennes. Ces deux coordonnées déterminent simultanément l'axe de référence pour l'angle de coordonnées polaires H.

Coordonnées polaires	Axe angulaire de référence
I, J	+X
J, K	+Y
K, I	+Z

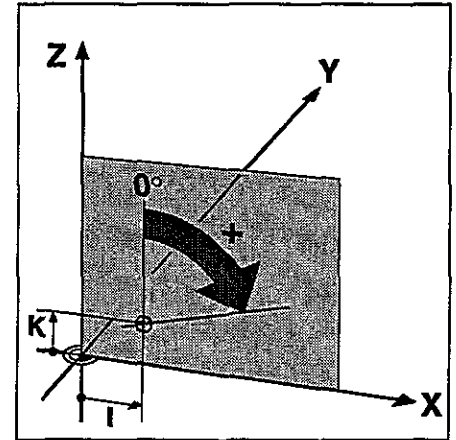
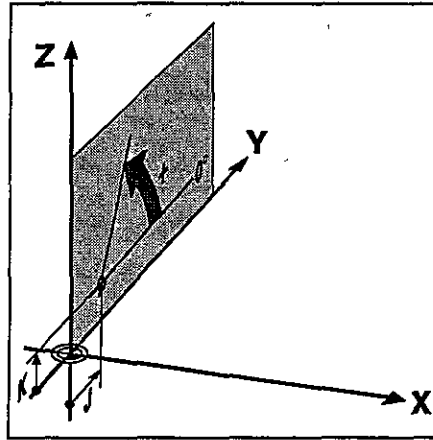
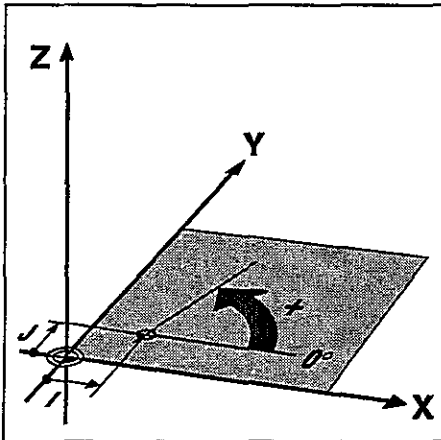


Fig. 1.13: Correspondance entre les coordonnées polaires et les axes de référence angulaires

Initialisation du point de référence

Pour l'usinage, le plan de la pièce définit comme "point de référence absolu" une partie de la pièce -un coin, généralement- et, éventuellement une ou plusieurs parties de la pièce comme points de référence relatifs. La procédure d'initialisation du point de référence permet de transformer ces points de référence en origine du système de coordonnées absolues ou du système de coordonnées relatives: La pièce -orientée suivant les axes de la machine- est amenée à une certaine position relative par rapport à l'outil et l'affichage est réglé soit à zéro, soit à la valeur de position correspondante (permettant par exemple de prendre en compte le rayon de l'outil).

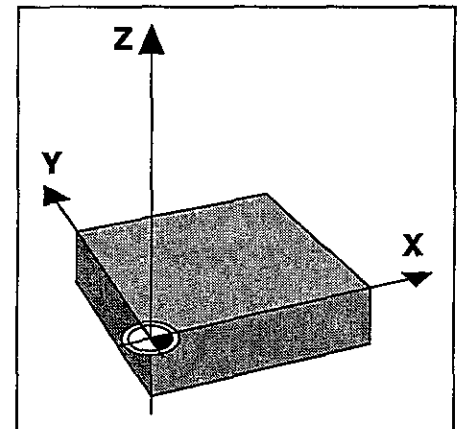
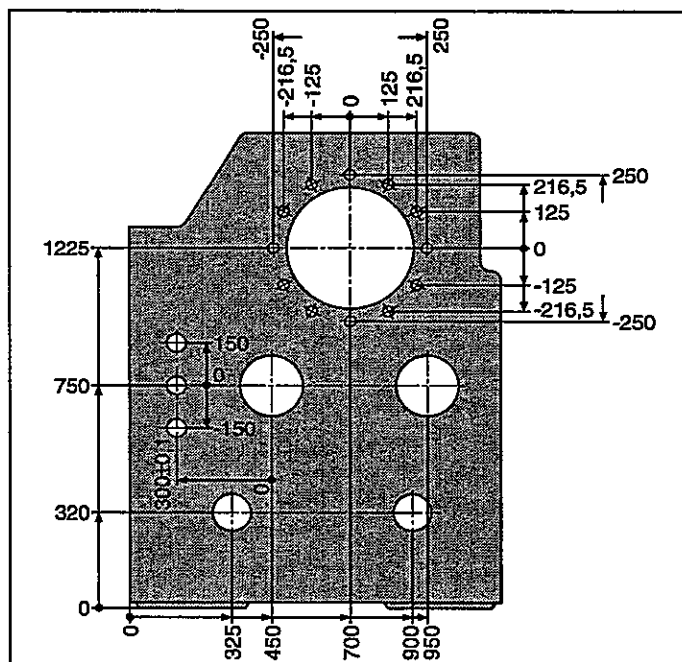


Fig. 1.14: L'origine du système de coordonnées cartésiennes et le point zéro pièce coïncident.

Plans comportant plusieurs points de référence relatifs (selon DIN 406, chap. 11; fig. 171)



Grâce au système de palpage 3D de HEIDENHAIN et à ses fonctions de palpage destinées à la définition de l'origine, vous disposez d'un moyen particulièrement confortable pour l'initialisation des points de référence.

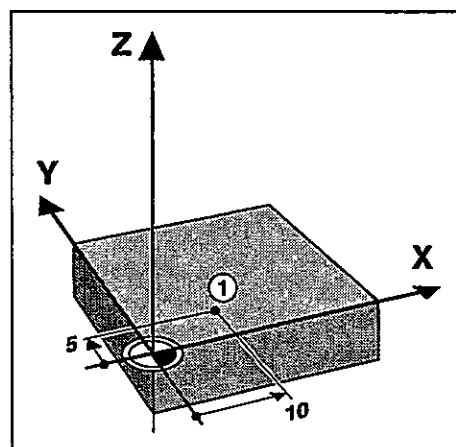


Fig 1.15: Le point ① définit le système de coordonnées

Positions de la pièce en valeur absolue

Chaque position de la pièce est clairement définie par ses coordonnées absolues.

Exemple:

Coordonnées absolues de la position ①:

X = 20 mm

Y = 10 mm

Z = 15 mm

Si vous devez percer ou fraiser d'après un plan avec coordonnées en valeur absolue, déplacez l'outil **jusqu'aux** coordonnées.

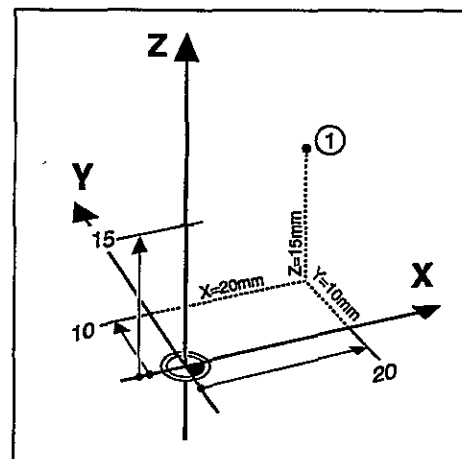


Fig. 1.16: Position ① comme exemple de „positions absolues de la pièce“

Positions de la pièce en valeur incrémentale

Une position peut également se référer à la position nominale précédente: Le point zéro relatif est donc mis à la position nominale précédente. On parle alors de **coordonnées incrémentales** (incrément = accroissement), ou de cotation incrémentale (dans la mesure où la position est donnée au moyen de valeurs à la file les unes des autres).

Les coordonnées incrémentales sont désignées par un i.

Exemple:

Coordonnées incrémentales de la position ③ se référant à la position ②

Coordonnées absolues de la position ②:

X = 10 mm

Y = 5 mm

Z = 20 mm

Coordonnées incrémentales de la position ③:

IX = 10 mm

IY = 10 mm

IZ = -15 mm

Si vous devez percer ou fraiser une pièce d'après un plan comportant des coordonnées en valeur incrémentale, poursuivez le déplacement de l'outil **en fonction de la valeur** des coordonnées.

Une indication de position en valeur incrémentale correspond donc à une indication de position relative spécifique -comme l'indication d'une position correspondant au **chemin restant** à parcourir jusqu'à la position nominale-.

Le chemin restant est de signe négatif si la position nominale, partant de la position effective, est située dans le sens négatif de l'axe des coordonnées.

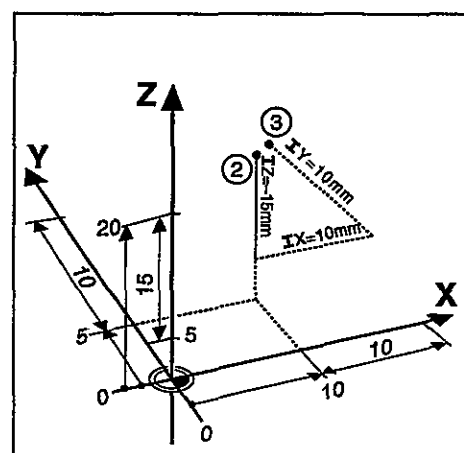


Fig. 1.17: Positions ② et ③ comme exemple de „positions incrémentales de la pièce“

Ces possibilités existent également en coordonnées polaires:

- Les **coordonnées absolues** se rapportent toujours au pôle I, J et à l'axe angulaire de référence.
- Les **coordonnées incrémentales** se rapportent toujours à la dernière position nominale de l'outil.

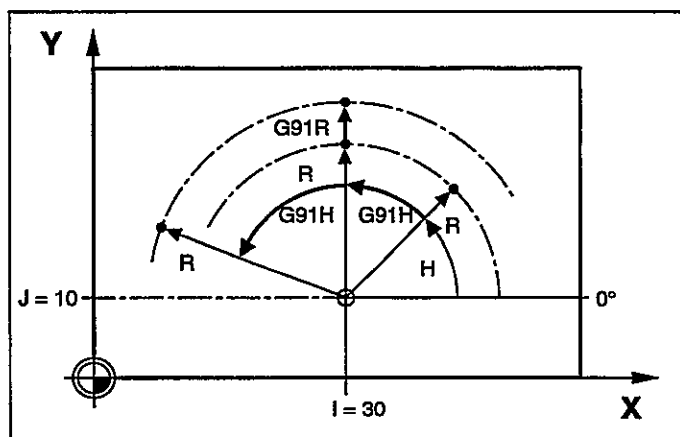
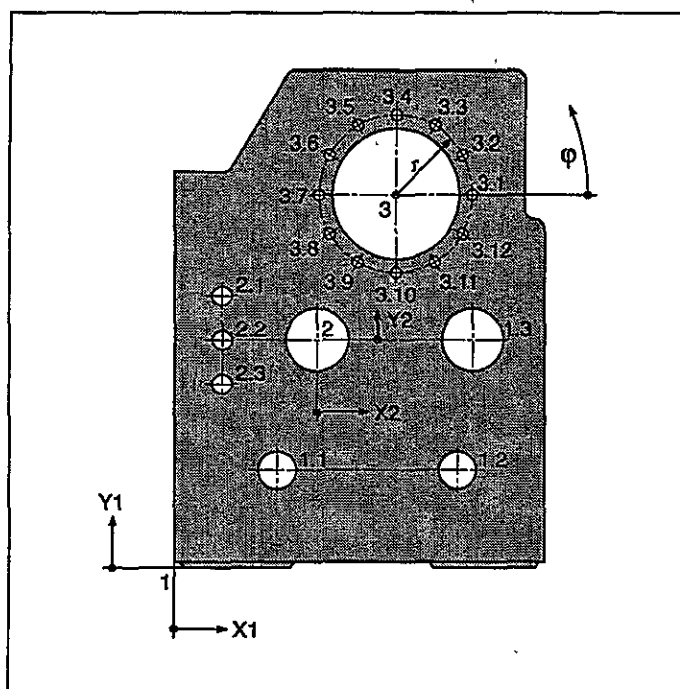


Fig. 1.18: Cotation incrémentale avec coordonnées polaires (désignée par „G91“)

Exemple:

Plan d'une pièce avec cotation en coordonnées
(selon DIN 406, chap. 11; fig. 179)



Origine des coordonnées	Pos.	Cotes en mm				
		Coordonnées				
		X1 X2	Y1 Y2	r	φ	d
1	1	0	0			—
1	1.1	325	320			Ø 120 H7
1	1.2	900	320			Ø 120 H7
1	1.3	950	750			Ø 200 H7
1	2	450	750			Ø 200 H7
1	3	700	1225			Ø 400 H8
2	2.1	-300	150			Ø 50 H11
2	2.2	-300	0			Ø 50 H11
2	2.3	-300	-150			Ø 50 H11
3	3.1			250	0°	Ø 26
3	3.2			250	30°	Ø 26
3	3.3			250	60°	Ø 26
3	3.4			250	90°	Ø 26
3	3.5			250	120°	Ø 26
3	3.6			250	150°	Ø 26
3	3.7			250	180°	Ø 26
3	3.8			250	210°	Ø 26
3	3.9			250	240°	Ø 26
3	3.10			250	270°	Ø 26
3	3.11			250	300°	Ø 26
3	3.12			250	330°	Ø 26

Programmation du déplacement de l'outil

Lors de l'usinage, soit c'est la table de la machine avec l'outil bridé sur celle-ci qui se déplace sur un axe, ou bien alors c'est l'outil lui-même.



En principe, on programme toujours en supposant que l'outil reste immobile et que la pièce exécute tous les déplacements.

Si la table de la machine se déplace sur un ou plusieurs axes, ces axes sont repérables sur le pupitre de la commande par une apostrophe (par ex. X', Y'). Le déplacement d'un tel axe correspond au déplacement relatif de l'outil par rapport à la pièce dans le sens opposé.

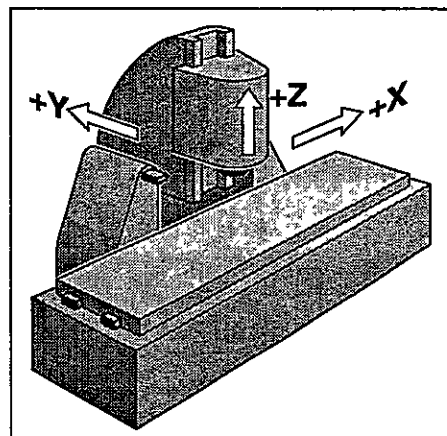


Fig. 1.19: Déplacement d'outil dans le sens de l'axe Y et Z, déplacement de la table dans le sens de +X'

Systèmes de mesure de déplacement

Les systèmes de mesure de déplacement transforment les déplacements des axes de la machine en signaux électriques. La TNC exploite ces signaux et calcule en permanence la position effective des axes de la machine.

Une coupure de courant provoque la perte de la relation entre la position du chariot de la machine et la position effective calculée; la TNC est capable de rétablir cette relation lors de la remise en route.

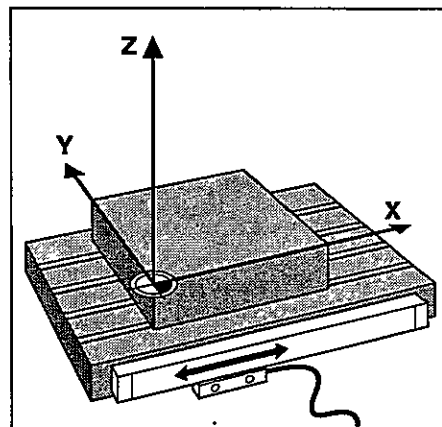


Fig. 1.20: Système de mesure de déplacement pour un axe linéaire, par ex pour l'axe X

Marques de référence

Sur les règles de mesure ont été déposées une ou plusieurs marques de référence. Au moment où elles sont franchies, elles génèrent un signal qui définit pour la TNC une position de la règle comme point de référence (point de référence règle = point de référence spécifique à la machine). Grâce à ces points de référence, la TNC peut rétablir la relation entre la position du chariot de la machine et la position effective affichée.

Sur les systèmes de mesure linéaire avec marques de référence à **distances codées**, il vous suffit d'effectuer un déplacement des axes de la machine sur 20 mm max. (20° pour les systèmes de mesure angulaires).

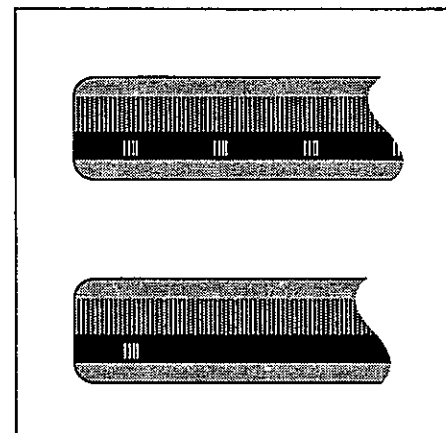


Fig. 1.21 Règles de mesure, en haut avec marques de référence à distances codées, en bas avec une marque de référence

1.3 Mise sous tension

Mettre sous tension l'alimentation de la TNC et de la machine. La TNC affiche alors automatiquement le dialogue suivant:

TEST MEMOIRE	
La mémoire de la TNC est vérifiée automatiquement	
COUPURE D'ALIMENTATION	
CE	Message de la TNC indiquant qu'une coupure d'alimentation a eu lieu. Effacer le message.
TRADUCTION PROGRAMME AP	
Le programme automate de la TNC est traduit automatiquement.	
MANQUE TENSION COMMANDE RELAIS	
I	Mettre sous tension l'alimentation de la commande. La TNC vérifie la fonction ARRET D'URGENCE.
MODE MANUEL	
PASSAGE SUR LES POINTS DE REFERENCE	
I	Passer sur les points de référence suivant l'ordre chronologique défini: Pour chaque axe, appuyer sur la touche externe START.
X Y	Passer sur les points de référence dans un ordre quelconque: Pour chaque axe, appuyer sur la touche externe de sens et la maintenir enfoncée jusqu'à ce que la marque de référence soit franchie.

La TNC est maintenant prête à fonctionner en MODE MANUEL.



Les points de référence ne peuvent être franchis que si les axes de la machine peuvent être déplacés. S'il s'agit simplement d'éditer ou de vérifier des programmes, le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME ou TEST DE PROGRAMME peut être sélectionné immédiatement après la mise sous tension de la commande. Les points de référence pourront être franchis après coup. Pour cela, on appuiera en mode de fonctionnement MODE MANUEL sur la softkey PASS OVER REFERENCE.

1.4 Graphismes et affichages d'état

En modes de fonctionnement exécution de programme (sauf avec la TNC 407) et TEST DE PROGRAMME, la TNC représente l'usinage de manière graphique et au choix par :

- vue de dessus
- représentation en 3 plans
- représentation 3D.

Le type de représentation est sélectionné par softkeys.

L'usinage en cours peut être également suivi à l'écran de la TNC 415 B et de la TNC 425.

Le graphisme de la TNC représente une pièce usinée avec un outil de forme cylindrique.

Il est également possible de représenter graphiquement une fraise à crayon en utilisant les tableaux d'outils (cf. p. 4-10).

La fenêtre du graphisme ne contient la couleur d'arrière-plan

- que si le programme actuel ne contient pas de définition correcte de la pièce brute
- et si aucun programme n'a été sélectionné.

Dans le cas où il n'y a pas eu de définition de l'axe d'outil ou de déplacement, un graphisme est alors généré à partir des paramètres-machine PM 7315 à PM 7317.

Les déplacements d'axes circulaires ne sont pas représentables graphiquement (message d'erreur).

Graphisme en cours d'exécution de programme

L'usinage ne peut être représenté simultanément de manière graphique lorsque la calculateur de la TNC est saturé en raison d'instructions d'usinage complexes ou d'opérations d'usinage portant sur une grande surface.

Exemple:

Balayage des lignes avec un outil épais sur toute la pièce brute

La TNC ne poursuit plus le graphisme et fait apparaître le texte ERROR dans la fenêtre du graphisme.

L'usinage se poursuit néanmoins.

Vue de dessus



Pour représenter différents niveaux de profondeur, "plus le niveau est profond, plus le graphisme est sombre".

Le nombre de niveaux de profondeur pouvant être représentés est sélectionné à partir de softkeys et est de:

- en mode TEST DE PROGRAMME: 16 ou 32
- en mode Exécution de programme: 16 ou 32

Cette simulation graphique est très rapide.

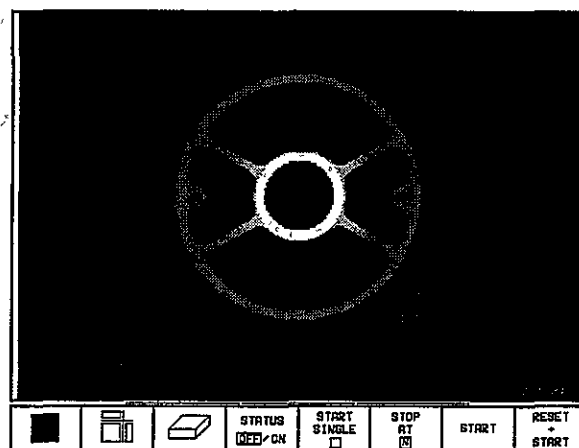
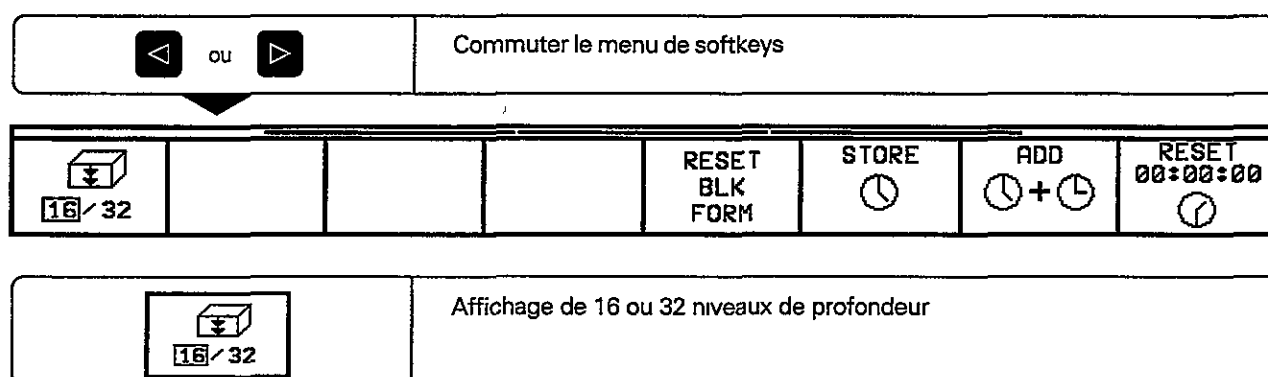


Fig. 1.22: Graphisme de la TNC: vue de dessus



Représentation en 3 plans



La représentation est réalisée avec vue de dessus et suivant 2 coupes, de la même manière que sur un plan. Le symbole en bas et à gauche du graphisme précise si la représentation correspond à la méthode de projection 1 ou la méthode de projection 2 selon DIN 6, chap. 1 (sélectionnable par PM 7310). La représentation en 3 plans dispose des fonctions Loupe (cf. page 1-24).

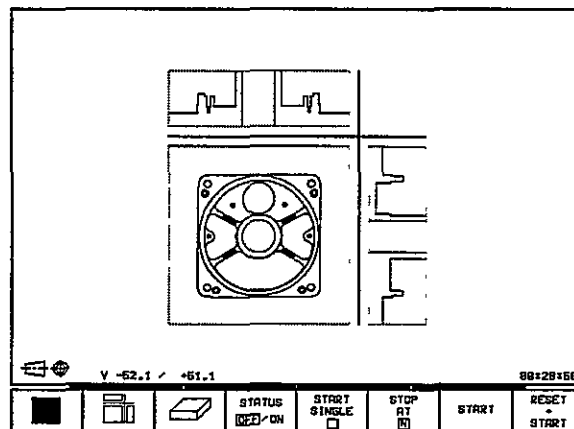


Fig. 1.23: Graphisme de la TNC: représentation en 3 plans

Décalage des plans de coupe

Il est possible de faire glisser à volonté les plans de coupe.

Pendant ce glissement, la position du plan de coupe est visible à l'écran.

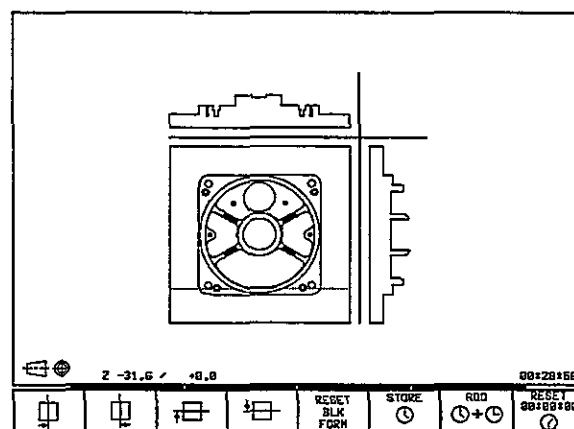


Fig. 1.24: Plans avec vue en coupe pour la représentation en 3 plans

ou	Commuter le menu de softkeys

Position du curseur lors d'une représentation en 3 plans

La TNC fait apparaître les coordonnées de la position du curseur en bas dans la fenêtre de graphisme.
Seules sont affichées les coordonnées situées dans le plan d'usinage.

Cette fonction est activée par le paramètre machine PM7310.

Position du curseur lors d'un agrandissement de coupe

Lors d'un agrandissement de vue en coupe, les coordonnées de l'axe de coordonnées faisant l'objet d'un traitement pour un agrandissement de vue en coupe sont affichées.

Les coordonnées correspondent à la zone définie pour l'agrandissement de vue en coupe.
A gauche du trait oblique est affichée la plus petite coordonnée de la zone sur l'axe actuel, et à gauche, la plus grande.

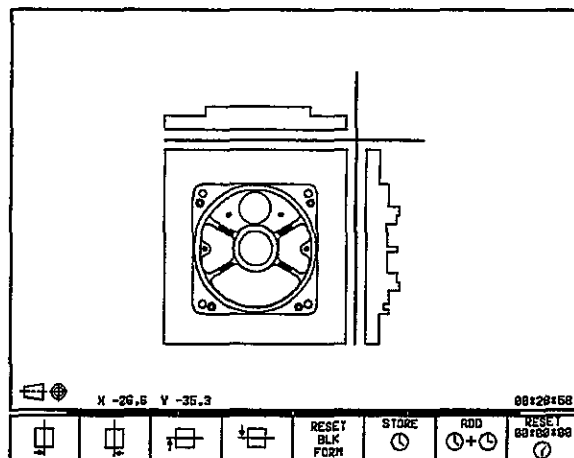


Fig. 1.25: Les coordonnées de la position du curseur sont situées à gauche en dessous du graphisme

Représentation 3D



La pièce brute est représentée dans l'espace.
La représentation 3D peut faire l'objet d'une rotation autour de l'axe vertical.
Au début de la simulation graphique, les contours de la pièce brute peuvent être représentés par un cadre.
Dans le mode de fonctionnement TEST DE PROGRAMME, on dispose de fonctions permettant l'agrandissement de vue en coupe.

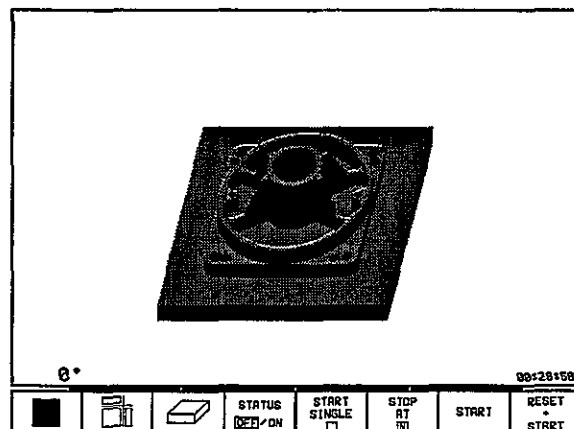
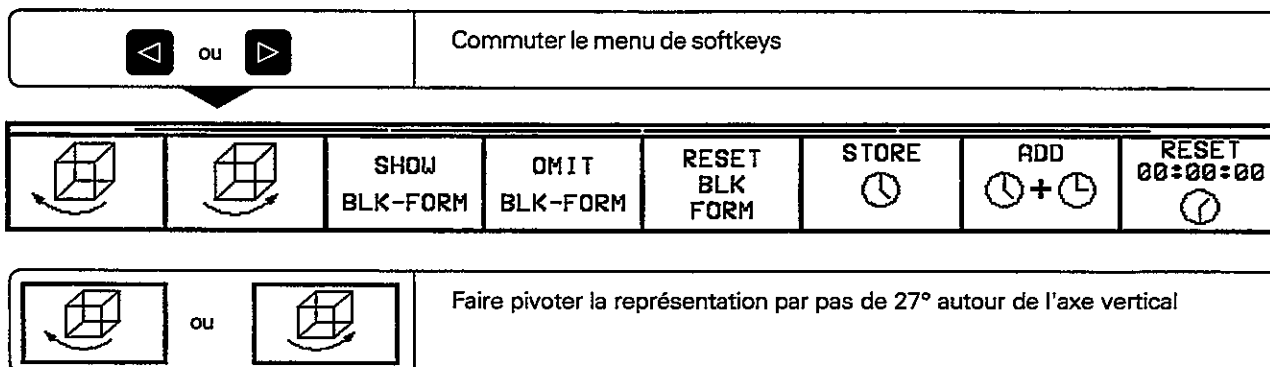


Fig. 1.26: Graphisme de la TNC: représentation 3D

Rotation de la représentation 3D

L'angle de rotation actuel est situé à gauche sous le graphisme.

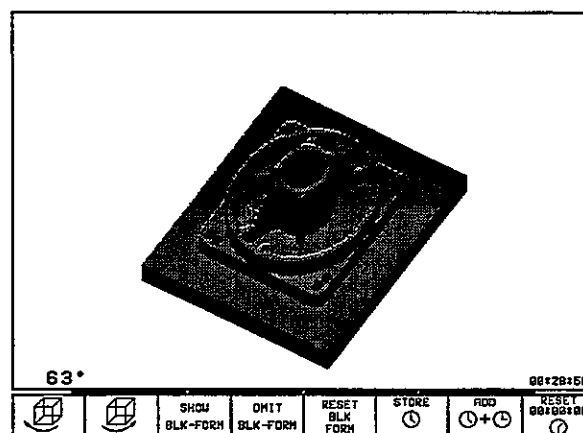
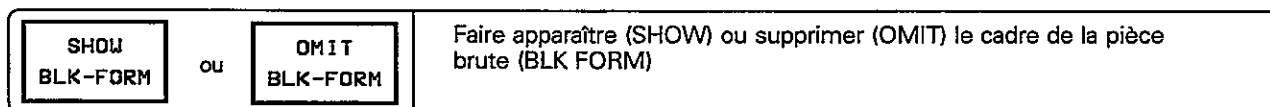


Fig. 1.27: Rotation de la représentation 3D

Faire apparaître le cadre ou le supprimer

Agrandissement de vue en coupe

Lorsque la simulation graphique est arrêtée, les fonctions servant à l'agrandissement de vue en coupe sont disponibles dans le mode TEST DE PROGRAMME pour la

- représentation en 3 plans et la
- représentation 3D.

Un agrandissement de vue en coupe est toujours actif dans tous les modes de représentation.

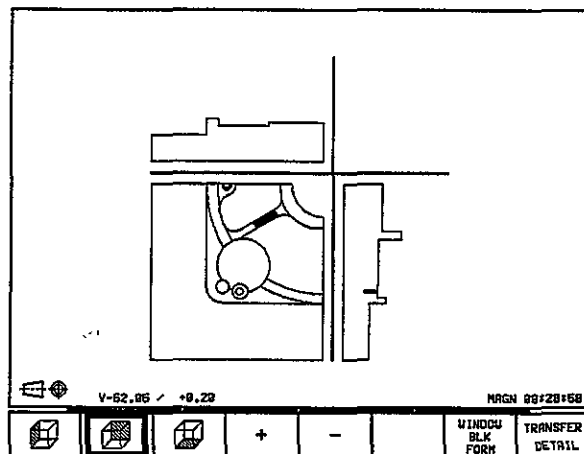
















Fig. 1.28: Agrandissement de vue en coupe, par ex. pour une représentation en 3 plans

Sélectionner l'agrandissement de vue en coupe

 ou 		Commuter le menu de softkeys					
			+	-		WINDOW BLK FORM	TRANSFER DETAIL
 / 		Sélectionner la face gauche/droite de la pièce					
 / 		Sélectionner la face avant/postérieure de la pièce					
 / 		Sélectionner la face inférieure/supérieure de la pièce					
 ou 		Faire glisser la surface de coupe pour réduire ou agrandir la pièce brute					
le cas échéant 		Prendre en compte la vue en coupe					
Redémarrer le test ou l'exécution de programme							

Lors d'un grossissement de la représentation, la TNC fait apparaître MAGN en bas de l'écran. Si la coupe n'a pas été grossie avec TRANSFER DETAIL, il est possible d'effectuer la représentation d'un TEST DE PROGRAMME sur la pièce découpée.



Si la pièce brute ne peut être davantage réduite ou agrandie, la TNC fait alors apparaître le message d'erreur correspondant à l'intérieur de la fenêtre du graphisme. Celui-ci disparaît au moment où la pièce brute est à nouveau agrandie ou réduite.

Répéter la simulation graphique

Un programme d'usinage peut être représenté graphiquement aussi souvent qu'on le désire. Pour cela, on peut tout d'abord représenter à nouveau la pièce brute ou bien une partie agrandie de celle-ci.

Fonction	Softkey
<ul style="list-style-type: none"> Représenter à nouveau la pièce brute telle que représentée précédemment 	RESET BLK FORM
<ul style="list-style-type: none"> Représenter à nouveau la pièce brute avec TRANSFER DETAIL après agrandissement de la vue en coupe, conformément à la BLK FORM programmée. 	WINDOW BLK FORM



A l'aide de la softkey WINDOW/BLK FORM, la pièce usinée est à nouveau affichée selon la grandeur programmée, même après découpe sans TRANSFER DETAIL.

Recherche du temps d'usinage

En bas et à droite du graphisme, la TNC affiche le temps d'usinage en

Heures : Minutes : Secondes
(maximum 99 : 59 : 59).

- Exécution de programme:
Affichage du temps compris entre le début et la fin du programme. Le temps est arrêté en cas d'interruptions.
- Test de programme:
Affichage du temps calculé par la TNC pour la durée des déplacements de l'outil.








EXECUTION PGM EN CONTINU	TEST DU PROGRAMME
%3815 G71 • N10 D0 Q1 P01 +0 • N20 D0 Q2 P01 +0 • N30 D0 Q3 P01 +10 • N35 D0 Q6 P01 +40 • N36 D0 Q16 P01 +10 • N40 D0 Q7 P01 -30 • N60 D0 Q17 P01 +30 • N60 D0 Q8 P01 +0 • N70 D0 Q18 P01 +30 • N80 D0 Q9 P01 +0 • N90 D0 Q10 P01 +50 • N100 D0 Q12 P01 +0 • W110 • N120 D0 Q20 P01 +500 •	 63° MAGN 00:17:50 [Cube] [Cube] [Cube] + - [WINDOW BLK FORM] [TRANSFER DETAIL]





Fig. 1.29: Affichage du temps d'usinage en bas, à droite de l'écran de la TNC

Sélectionner la fonction chronomètre

 ou 		Appuyer sur les touches de commutation jusqu'à ce qu'apparaisse le menu de softkeys pour les fonctions chronomètre.					
					STORE 	ADD  + 	RESET 00:00:00 





Les softkeys situées à gauche des fonctions chronomètre dépendent du type de représentation sélectionné.

Fonctions chronomètre	Softkey
<ul style="list-style-type: none"> Mémoriser le temps affiché 	<div>STORE</div> 
<ul style="list-style-type: none"> Afficher la somme du temps mémorisé et du temps affiché 	<div>ADD</div>  + 
<ul style="list-style-type: none"> Effacer le temps affiché 	<div>RESET</div> <div>00:00:00</div> 

Affichages d'état

L'affichage d'état dans un mode de fonctionnement
Exécution de programme contient, outre les coordonnées
actuelles, d'autres informations:

- Nature de l'affichage de position (EFF, NOM, ...)
- Numéro de l'outil T actuel
- Axe d'outil
- Vitesse de rotation S
- Avance F
- Fonctions auxiliaires M actives
- TNC est lancée (affichage avec *)
- L'axe est bloqué (affichage avec *←)
- L'axe peut être déplacé avec la manivelle (affichage avec ⚙)
- Les axes sont déplacés sur un plan d'usinage incliné (affichage avec )
- Les axes sont déplacés en tenant compte de la rotation de base (affichage avec )






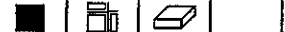




EXECUTION PGM EN CONTINU				TEST DU PROGRAMME	
N30 G99 T1 L=0 R=0,5 • N40 T1 G17 S2500 • N50 G0 G40 G39 Z=50 • N60 X=20 Y=20 M6 • N70 Z=20 V=50 M3 • N80 G1 G41 X=0 Y=50 F500 • N90 G26 R10 • N100 X=50 Y=100 • N110 G25 R20 •					
EFF.	X	+35,0000	Y	+61,7136	
	Z	+28,1798	V	+30,0000	
	U	+90,0000			
T			F 0	M 5/9	
					OFF/ON

Fig. 1.30: Affichage d'état dans un mode de fonctionnement
Exécution de programme

Affichages d'état supplémentaires:

Les affichages d'état supplémentaires contiennent d'autres informations
concernant le déroulement du programme.

Sélectionner les affichages d'état supplémentaires

<div>STATUS</div> <div>OFF / ON</div>		Mettre la softkey STATUS sur ON					
<div>◀</div> ou <div>▶</div>		Commuter le menu de softkeys					
STATUS PGM	STATUS POS.	STATUS TOOL	STATUS COORD. TRANSF.		STORE 	ADD  + 	RESET 00:00:00 

1.4 Graphismes et affichages d'état

Affichage d'état supplémentaire	Softkey
<ul style="list-style-type: none"> Généralités sur le programme 	STATUS PGM
<ul style="list-style-type: none"> Positions et coordonnées 	STATUS POS.
<ul style="list-style-type: none"> Informations sur les outils 	STATUS TOOL
<ul style="list-style-type: none"> Conversions de coordonnées 	STATUS COORD. TRANSF.
<ul style="list-style-type: none"> Etalonnage d'outil (possible seulement en dialogue conversationnel Texte clair) 	STATUS COORD. TRANSF.

Généralités sur le programme

MODE MANUEL	TEST DU PROGRAMME										
P05 1 • N25 I+50 J+50 • N30 G64 X+25 Y+25 Z+5 • N40 G28 X • N50 G73 G90 H+35 • N60 G72 F0,535 • N70 G30 • N80 G0 G40 G90 Z+100 • N90 X+20 Y+20 • N100 G1 Z+0 F1000 • N110 Z+25 • N120 G1 G41 X+0 Y+0 F100 • N130 G01 Y+50 • N140 G00 X+5 Y+50 • N99999 XTEST G71 •	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOM PGM</th> <th>STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PGM TEST</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CC</td> <td>TEMP.</td> </tr> <tr> <td>00:00:00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NOM PGM	STATUS	PGM TEST		CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND		CC	TEMP.	00:00:00	
NOM PGM	STATUS										
PGM TEST											
CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND											
CC	TEMP.										
00:00:00											
<input type="checkbox"/> /D <input checked="" type="checkbox"/> DEE/ON	<input type="checkbox"/> START SINGLE <input checked="" type="checkbox"/> STOP AT <input type="checkbox"/> START <input type="checkbox"/> RESET <input type="checkbox"/> START										


Nom du programme principal
 Programmes appelés
 Définition du cycle
 Compteur temporisation
 Durée d'usinage
 Centre de cercle CC (pôle)

Positions et coordonnées

EXECUTION PGM EN CONTINU	TEST DU PROGRAMME																
N30 G99 T1 L+0 R+0,5 • N40 T1 G17 S2500 • N50 G0 G40 G90 Z+50 • N60 X+20 Y+20 M5 • N70 Z 20 Y+50 M2 • N80 G1 G41 X+0 Y+50 F500 • N90 G25 R10 • N100 X+50 Y+100 • N110 G25 R20 •	<table border="1"> <thead> <tr> <th>EFF.</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>+35,0000</td> <td>Y</td> <td>+61,7135</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>+28,1798</td> <td>V</td> <td>+30,0000</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>+90,0000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	EFF.				X	+35,0000	Y	+61,7135	Z	+28,1798	V	+30,0000	U	+90,0000		
EFF.																	
X	+35,0000	Y	+61,7135														
Z	+28,1798	V	+30,0000														
U	+90,0000																
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td> <input checked="" type="checkbox"/> ROTATION DE BASE +0,0000 </td> </tr> </tbody> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> ROTATION DE BASE +0,0000															
<input checked="" type="checkbox"/> ROTATION DE BASE +0,0000																	
EFF. <input checked="" type="checkbox"/> X +35,0000 Y +61,7135 Z +28,1798 V +30,0000 U +90,0000 T <input checked="" type="checkbox"/> F 0 M 5/9																	
<input type="checkbox"/> PRGE <input checked="" type="checkbox"/> PRGE <input type="checkbox"/> BEGIN TEXT <input type="checkbox"/> END TEXT <input type="checkbox"/> /D <input checked="" type="checkbox"/> DEE/ON																	

Nature de l'affichage de position
 Coordonnées des axes
 Angle d'inclinaison pour le plan d'usinage
 Affichage d'une rotation de base

Informations sur les outils

MODE MANUEL		TEST DU PROGRAMME	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 • N20 G31 G30 X+100 Y+100 Z+0 • N25 I+50 J+50 • N30 G54 X+25 Y+25 Z-5 • N40 G28 X • N50 G73 G30 H+35 • N60 G72 F0,995 • N70 G30 • N80 G0 G40 G30 Z+100 • N90 X-20 Y-20 • N100 G1 Z+0 F1000 • N110 Z-25 • N120 G1 G41 X+0 Y+0 F150 • N130 G31 V+50 • N140 G30 X+5 Y+50 •		OUTIL RT 2 OUTIL2  L -12,1290 R +5,0000 R2 +0,0000 DL +0,0500 DR +0,0250 DR2 TAB PCN CUR.TIME TIME1 TIME2 00:05 01:40 01:25 TOOL CALL 1 OUTIL1 RT ←	
<input type="checkbox"/> OFF/ON <input type="checkbox"/> START SINGLE <input type="checkbox"/> STOP RT <input type="checkbox"/> START <input type="checkbox"/> RESET + START			

Affichage T: Nom et numéro de l'outil

Affichage RT: Nom et numéro d'un outil-jumeau

Axe d'outil

Longueur et rayon d'outil

Surépaisseurs (valeurs Delta)

Durée d'utilisation, durée d'utilisation max. et durée d'utilisation max. avec TOOL CALL

Affichage de l'outil programmé et de l'outil-jumeau (suivant)

Conversions de coordonnées

MODE MANUEL		TEST DU PROGRAMME	
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 • N20 G31 G30 X+100 Y+100 Z+0 • N4 G83 P01 +1 P02 +1 P03 +1 P04 1 P05 1 • N30 G54 X+25 Y+25 Z-5 • N40 G28 X • N50 G73 G30 H+35 • N60 G72 F0,995 • N70 G30 • N80 G0 G40 G30 Z+100 • N90 X-20 Y-20 • N100 G1 Z+0 F1000 • N110 Z-25 • N120 G1 G41 X+0 Y+0 F150 • N130 G31 V+50 •		NOM PGM STATUS POINT ZERO X +25,0000 Y +25,0000 Z -5,0000 ROTATION +326,0000 IMAGE MIROIR X FACT.ECHELLE X +0,0000 0,995000 Y +0,0000 0,995000 Z +0,0000 0,995000 V +0,0000 0,995000 U +0,0000 0,995000	
<input type="checkbox"/> OFF/ON <input type="checkbox"/> START SINGLE <input type="checkbox"/> STOP RT <input type="checkbox"/> START <input type="checkbox"/> RESET + START			

Nom du programme principal

Coordonnées du décalage du point zéro


Angle de la rotation

Axe réfléchi

Facteur(s) échelle

Point d'origine pour le facteur échelle

Etalonnage d'outil (possible seulement avec dialogue en Texte clair)

EXECUTION PGM EN CONTINU				TEST DU PROGRAMME	
0 BEGIN PGM 3507 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-25 Y-25 Z-10 2 BLK FORM 0.2 X+25 Y+25 Z+0 3 TOOL DEF 1 L+0 R+4 4 TOOL CALL 1 Z S1000 5 L Z+50 R0 F MAX M3 6 L X+50 Y+50 R0 F MAX M8 7 L Z-5 R0 F MAX 8 CC X+0 Y+0				OUTIL T 1  MIN 2 +0,4171 MAX 1 +0,7654 DYN +0,8954 1 +0,7654 • 2 +0,4171 • 3 +0,7283 • 4 +0,7464 •	
EFF. <input checked="" type="checkbox"/> -29,721 Y +140,314 Z -9,617 C +130,894 B +25,750 T F 0 M 5/9					
STATUS PGM	STATUS POS.	STATUS TOOL	STATUS COORD. TRANSF.	STATUS TOOL PROBE	STORE
					ROD
					RESET

Numéro de l'outil à étalonner

Valeurs MIN et MAX d'étalonnage des différentes dents et résultat de la mesure avec l'outil en rotation

Affichage indiquant si l'étalonnage porte sur le rayon ou la longueur de l'outil

Numéro de la dent de l'outil avec sa valeur de mesure. L'étoile située derrière la valeur de mesure indique que la tolérance admissible contenue dans le tableau d'outil a été dépassée

1.5 Fichiers

Les programmes, textes et tableaux sont décrits sous forme de fichiers mémorisés dans la TNC.

Un fichier est caractérisé par:

PROG15.I

Nom du fichier Type du fichier

Le nom d'un fichier est introduit lorsque l'on ouvre un nouveau fichier. Il peut comporter jusqu'à 16 caractères (lettres et chiffres) (en fonction du PM7222). Le type de fichier définit la nature du fichier dont il s'agit.

Fichiers dans la TNC	Type
Programmes <ul style="list-style-type: none"> • en dialogue Texte clair HEIDENHAIN • selon DIN/ISO 	.H .I
Tableaux pour <ul style="list-style-type: none"> • outils • palettes • points zéro 	.T .P .D
Textes en tant que <ul style="list-style-type: none"> • fichiers ASCII 	.A

Fig. 1.35: Sommaire des types de fichiers contenus dans la TNC

Sommaire des fichiers

La TNC peut mémoriser jusqu'à 100 fichiers simultanément. On peut faire apparaître le sommaire de ces fichiers en appuyant sur la touche PGM NAME. Si des fichiers doivent être effacés, on appelle le sommaire avec la touche CL PGM.

Le sommaire des fichiers contient les informations suivantes:

- NOM DU FICHIER
- Type du fichier
- Dimensions du fichier (en octets = caractères)
- Etat du fichier

D'autres informations apparaissent en haut de l'écran:

- Mémoire de fichiers sélectionnée
 - Mémoire de la TNC
 - Mémoire via interface RS 232
 - Mémoire via interface RS 422
- Mode de fonctionnement interface, par ex. FE1, EXT1 etc. avec d'utilisation d'une mémoire externe
- Type du fichier, par ex. affichage * .H, lorsque seuls des programmes en dialogue Texte clair HEIDENHAIN sont affichés.


Exemple:

Affichage RS 422/EXT1: * .T

Seuls sont affichés les fichiers de type .T contenus dans une mémoire externe (par ex. sur PC) raccordée à la TNC par l'interface RS 422 (cf. également chapitre. 9).

Par softkey, le sommaire des fichiers est affiché sur une ou deux colonnes. La dimension des caractères peut ainsi être modifiée.

Sélectionner le sommaire des fichiers

	Afficher le sommaire fichiers TNC ou le sommaire des fichiers TNC et le support externe de données. L'état sélectionné apparaît en encadré dans la softkey.
---	---











Fichier...	Mode de fonctionnement	Appeler sommaire fichiers avec...
...créer		... 
... traiter		... 
... effacer		... 
... vérifier		... 
... exécuter		... 

Fig. 1.36: Sommaire des fonctions de gestion des fichiers







MODE MANUEL		MEMORISATION PROGRAMME	
		NOM DE FICHIER = M.....H	
TNC:			
MZ	.H	66	
ZYLMAN	.H	412	
\$MDI	.I	6	
2	.I	488	
3803	.I	462	
3804	.I	422	
3815	.I	782	
3816	.I	1816	
C18	.I	338	
DIG1	.I	6	
ISO	.I	262	
DFGHJK	.P	188	
44 FICHIER(S) 134144 BYTE LIBRE			
PRGE	PAGE	SELECT	COPI
			
		SELECT	WINDOW
			
			END

Fig. 1.37: Les fichiers sont classés par ordre alphabétique et par types de fichiers




Etat des fichiers

Dans la colonne STATUS, les lettres ont la signification suivante:


- E: Fichier sélectionné dans le mode de fonctionnement
MEMORISATION/ EDITION DE PROGRAMME
- S: Fichier sélectionné dans le mode TEST DE PROGRAMME
- M: Fichier sélectionné dans un mode Exécution de programme
- P: Fichier protégé à l'effacement et à l'écriture
- IN: Fichier programmé en pouces (inch)
- W: Fichier non transmis en intégralité à la mémoire externe et n'étant
donc plus disponible








Sélectionner un fichier


PGM NAME	Appeler le sommaire des fichiers
-------------	----------------------------------

PAGE ↑	PAGE ↓	SELECT 	COPY ABC → XYZ		SELECT TYPE 	WINDOW 	END
-----------	-----------	---	-------------------	--	---	---	-----




Le sommaire des fichiers n'affiche tout d'abord que les programmes en dialogue conversationnel HEIDENHAIN (type H). Les autres fichiers sont affichés par softkeys:

SELECT TYPE 	Sélectionner le type de fichier
---	---------------------------------

SHOW ALL 	SHOW .H 	SHOW .T 	SHOW .I 	SHOW .P 	SHOW .D 	SHOW .A 	END
---	---	---	---	---	---	---	-----

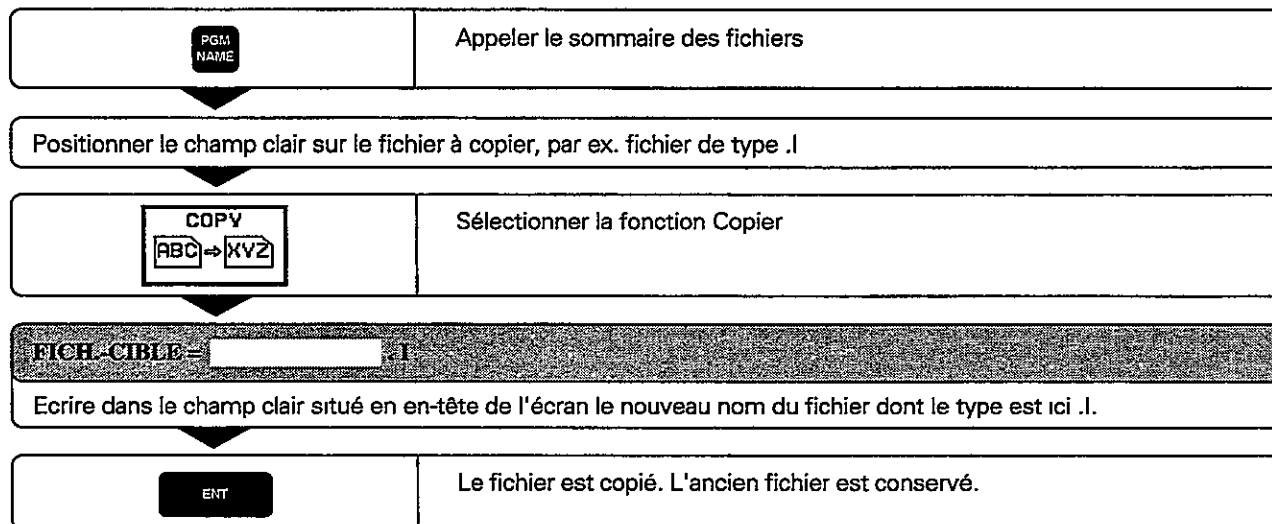
SHOW ALL 	Afficher tous les fichiers
---	----------------------------

Un fichier est sélectionné dans le champ clair:

Fonction	Touche/softkey
<ul style="list-style-type: none"> Déplacer verticalement le champ clair jusqu'au fichier désiré 	<div style="text-align: center;">  /  </div>
<ul style="list-style-type: none"> Feuilleter le sommaire des fichiers vers le bas/vers le haut 	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PAGE</div> <div style="text-align: center;">↓</div> </div> <div style="text-align: center;">/</div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PAGE</div> <div style="text-align: center;">↑</div> </div> </div>
<ul style="list-style-type: none"> Prendre en compte le fichier 	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SELECT</div> <div style="text-align: center;"></div> </div>

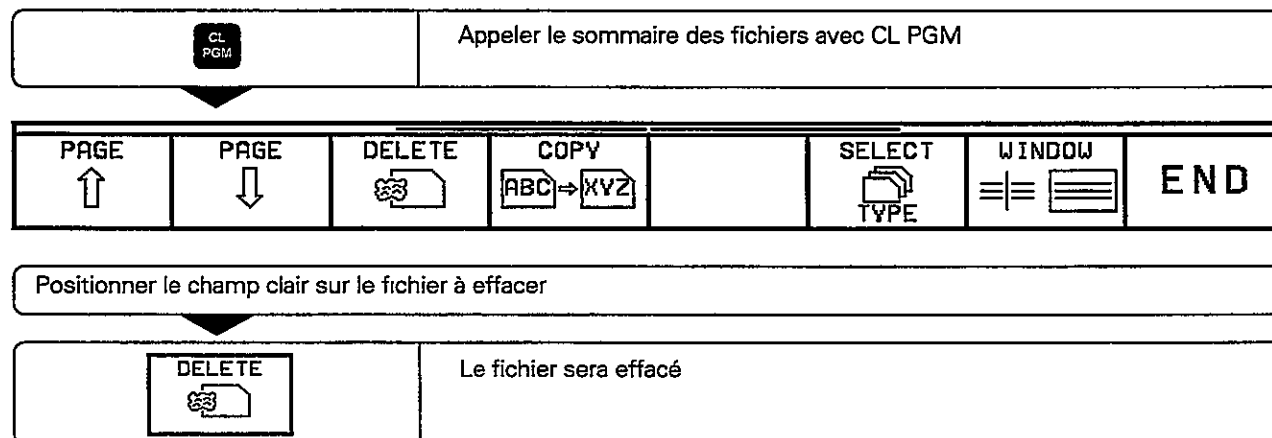
Copier un fichier

Mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME



Effacer un fichier

Les fichiers peuvent être effacés en mode de fonctionnement MEMORISATION/ EDITION DE PROGRAMME.



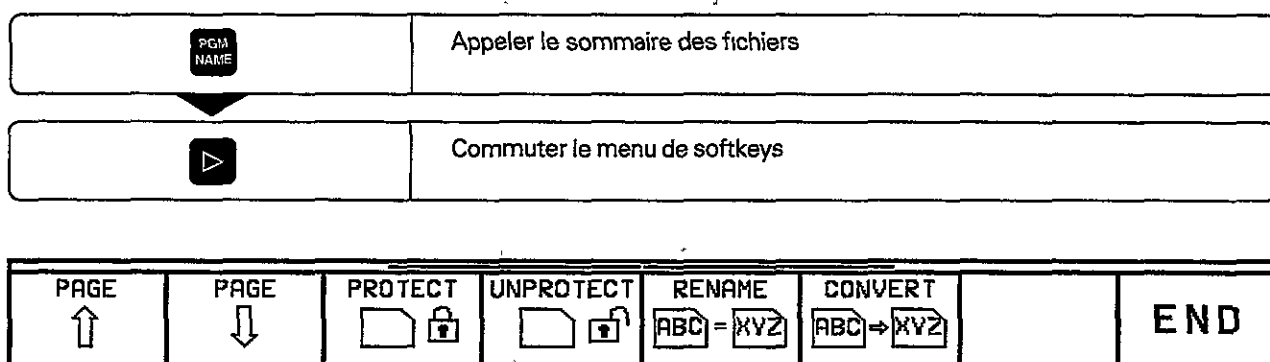
Effacer un fichier protégé

Pour les fichiers protégés (état P), il convient avant de les effacer d'annuler la protection contre l'effacement (cf. page 1-33).

Protéger, renommer et convertir un fichier

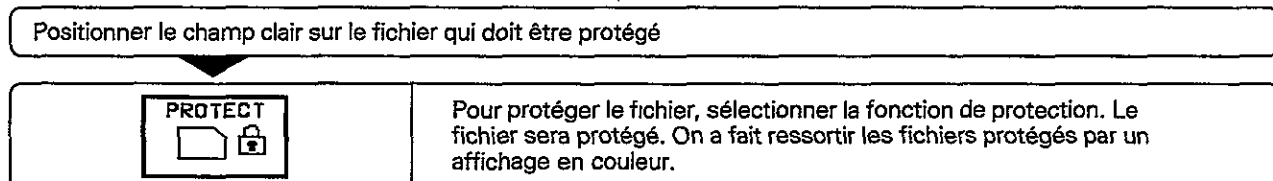
En mode MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME, les fichiers peuvent être

- convertis
- renommés
- protégés

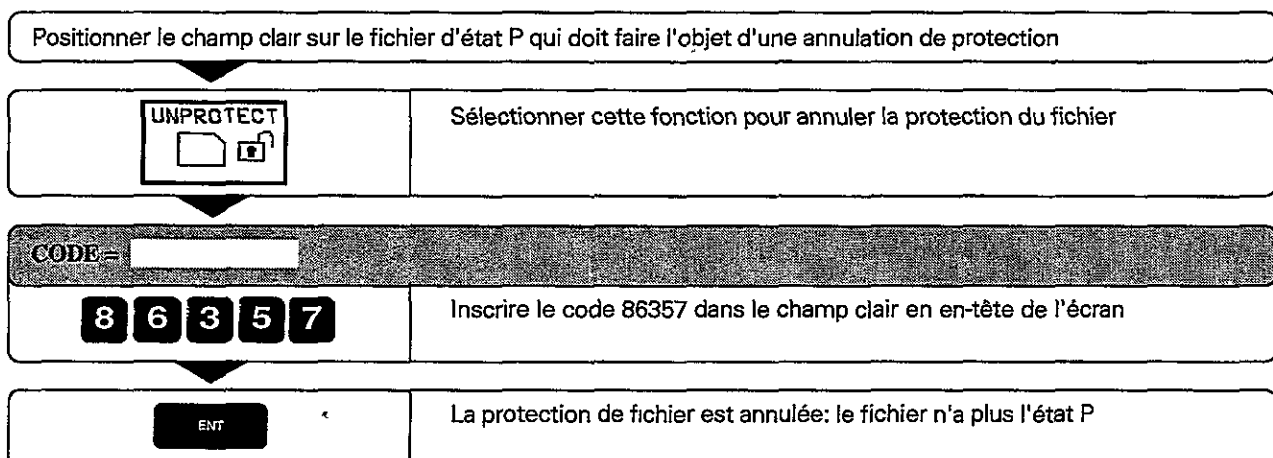


Protéger un fichier

Le fichier porte l'état P et ne peut plus être effacé ou modifié malencontreusement.



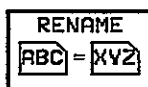
Annuler la protection d'un fichier



La protection d'autres fichiers peut être annulée simplement en appuyant sur la softkey UNPROTECT.

Renommer un fichier

Positionner le champ clair sur le fichier qui doit être renommé



Pour renommer le fichier, sélectionner cette fonction

FICHIER-CIBLE = T

Ecrire dans le champ clair, en tête de l'écran, le nouveau nom du fichier; le type du fichier ne peut pas être modifié

ENT

Le fichier sera renommé

Convertir un fichier

Les fichiers texte (type .A) peuvent être convertis dans tous les autres types de fichiers. Les autres fichiers ne peuvent être convertis qu'en fichiers texte, à la suite de quoi ils peuvent être traités comme des fichiers texte à l'aide du clavier alphabétique.

Les programmes d'usinage élaborés à l'aide de la programmation flexible de contours FK peuvent également être convertis en programmes en dialogue conversationnel.

Positionner le champ clair sur le fichier qui doit être converti.



Sélectionner la fonction de conversion



Sélectionner le nouveau type de fichier, par ex. fichier texte (type .A)

FICHIER-CIBLE = A

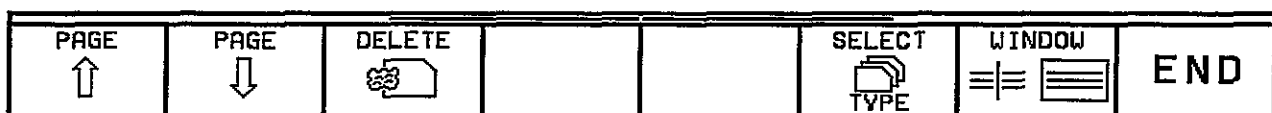
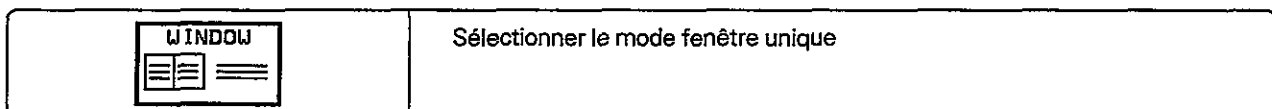
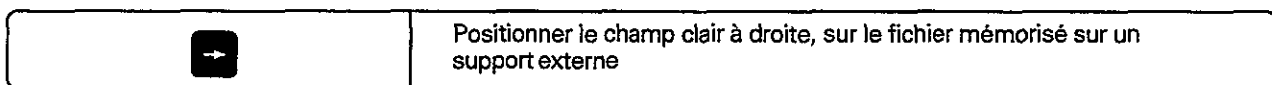
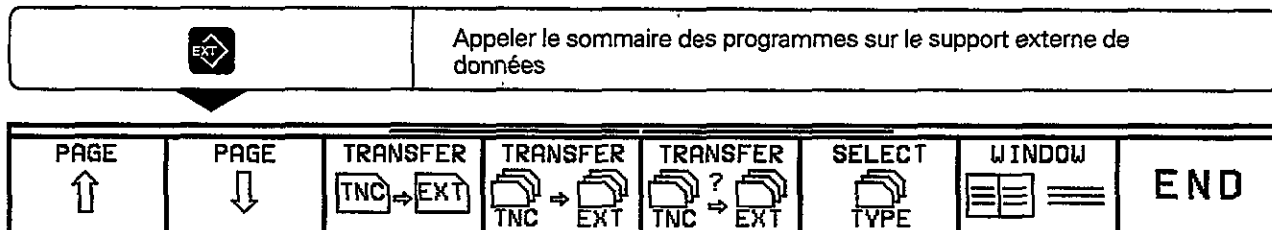
Ecrire dans le champ clair, en en-tête de l'écran, le nom du fichier-cible

ENT

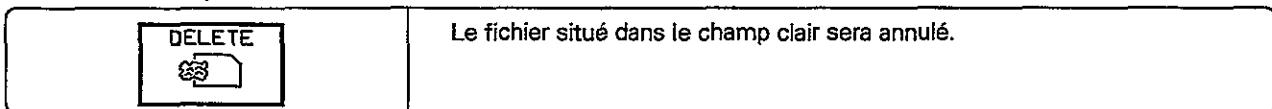
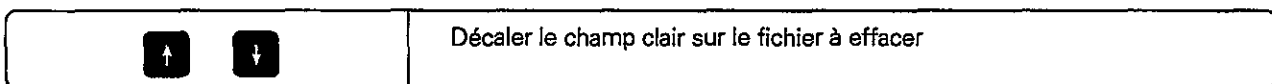
Le fichier sera converti

Gestion de fichiers mémorisés sur un support externe de données

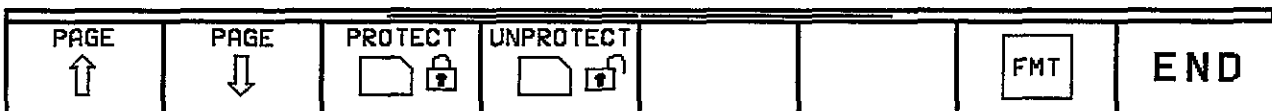
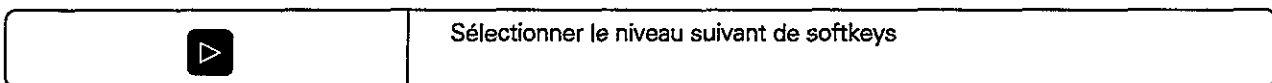
On peut tout aussi bien annuler ou protéger des fichiers contenus dans l'unité à disquettes FE401B. De même, le formatage d'une disquette peut être lancé à partir de la TNC. Pour cette opération, sélectionner le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME.



Effacer le fichier sur la FE401B







Protéger le fichier sur FE 401B, annuler la protection du fichier



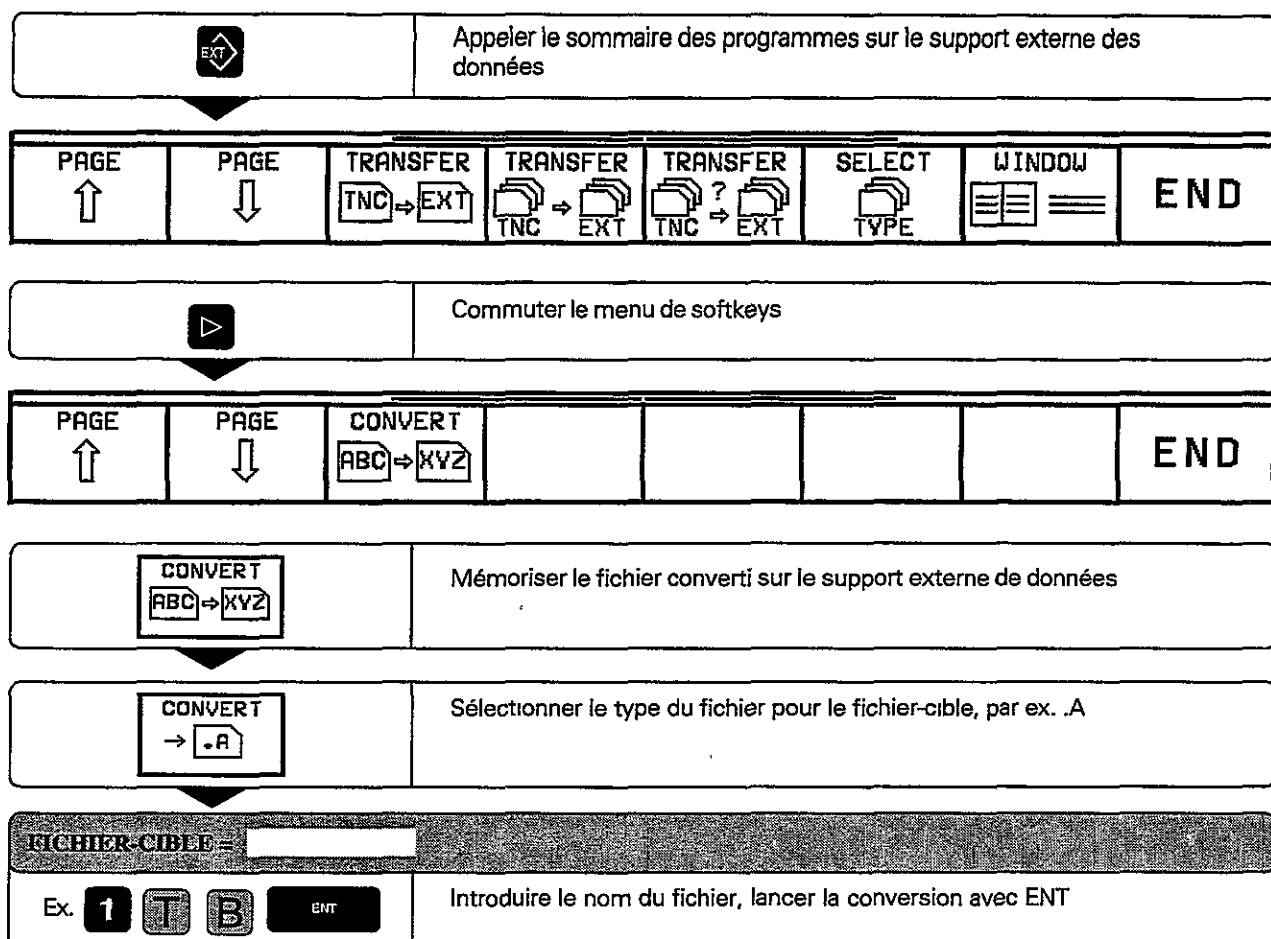
Les fichiers sont protégés avec PROTECT. La protection du fichier est annulée avec UNPROTECT. Les fonctions destinées à la protection et l'annulation de la protection des fichiers sont réglées en partant du postulat que les fichiers sont mémorisés dans la TNC (cf. p. 1-33).

Formater une disquette sur la FE 401B

		Sélectionner le niveau suivant de softkeys					
PAGE ↑	PAGE ↓	PROTECT 	UNPROTECT 			FMT	END
		Activer la fonction de formatage					
NOM DE LA DISQUETTE = <input type="text"/>							
Ex. 1	ENT	Indiquer un nom au choix, lancer le formatage en appuyant sur ENT					

Transmettre les fichiers convertis

La softkey CONVERT n'est disponible que si un fichier a été sélectionné dans la mémoire de la TNC, et donc sur la partie gauche de l'écran.



2 Mode manuel et dégauchissage

2.1 Déplacement des axes de la machine2-2

Déplacement à l'aide des touches de sens externes	2-2
Déplacement à l'aide des manivelles électroniques	2-3
Travail à l'aide de la manivelle électronique HR 330	2-3
Positionnement pas-à-pas	2-4
Positionnement avec introduction manuelle	2-4

2.2 Vitesse de rotation broche S, avance F et fonction auxiliaire M2-5

Introduire la vitesse de rotation broche S	2-5
Introduire la fonction auxiliaire M	2-6
Modifier la vitesse de rotation broche S	2-6
Modifier l'avance F	2-6

2.3 Initialisation du point de référence sans palpeur 3D2-7

Initialisation du point de référence dans l'axe de plongée	2-7
Initialisation du point de référence dans le plan d'usinage	2-8

2.4 Système de palpéage 3D2-9

Installation du système de palpéage 3D	2-9
Sélection des fonctions de palpéage	2-9
Etalonnage du système de palpéage 3D	2-10
Compensation du désaxage de la pièce	2-12

2.5 Initialisation du point de référence avec le palpeur 3D2-14

Initialisation du point de référence dans un axe au choix	2-14
Coin pris comme point de référence	2-15
Centre de cercle comme point de référence	2-17
Initialisation des points de référence sur perçages	2-19

2.6 Mesures réalisées avec le système de palpéage 3D2-20

Définir les coordonnées d'une position sur la pièce bridée	2-20
Définir les coordonnées d'un angle dans le plan d'usinage	2-20
Définition des cotes d'une pièce	2-21
Mesure d'un angle	2-22


2.7 Inclinaison du plan d'usinage (sauf avec TNC 407)2-24

Axes inclinés : passage sur les points de référence	2-25
Initialisation du point de référence dans le système incliné	2-25
Affichage de position dans le système incliné	2-25
Restrictions pour l'usinage avec fonction Inclinaison du plan d'usinage	2-25
Activer l'inclinaison manuelle	2-26

2.1 Déplacement des axes de la machine

Déplacement à l'aide des touches de sens externes






MODE MANUEL	
Ex. 	Appuyer sur la touche de sens externe et la maintenir enfoncée pendant tout le déplacement de l'axe

Plusieurs axes peuvent être déplacés simultanément de cette manière

Déplacement d'axes en continu



MODE MANUEL	
Ex   simultanément	Maintenir enfoncée la touche de sens externe et appuyer sur la touche de START externe: Le déplacement de l'axe reprend en relâchant les touches
	Stopper un déplacement d'axe: Appuyer sur la touche de STOP externe

Déplacement à l'aide de manivelles électroniques



MANIVELLE ELECTRONIQUE	
FACTEUR DE SUBDIVISION: X = 3	
Ex. 3 <input type="button" value="ENT"/>	Introduire le facteur de subdivision (cf. tableau) Sélectionner l'axe à déplacer: avec les manivelles portables, sur la manivelle et avec les manivelles encastrables, sur le clavier TNC.
Ex. X	

L'axe sélectionné peut maintenant être déplacé à l'aide de la manivelle électronique. Sur les manivelles portables, il faut pour cela maintenir enfoncé le commutateur de sécurité situé sur le côté de la manivelle.

Facteur de subdivision	Déplacement en mm par tour
0	20,000
1	10,000
2	5
3	2,5
4	1,25
5	0,625
6	0,312
7	0,156
8	0,078
9	0,039
10	0,019

Fig. 2.1: Facteurs de subdivision et déplacements

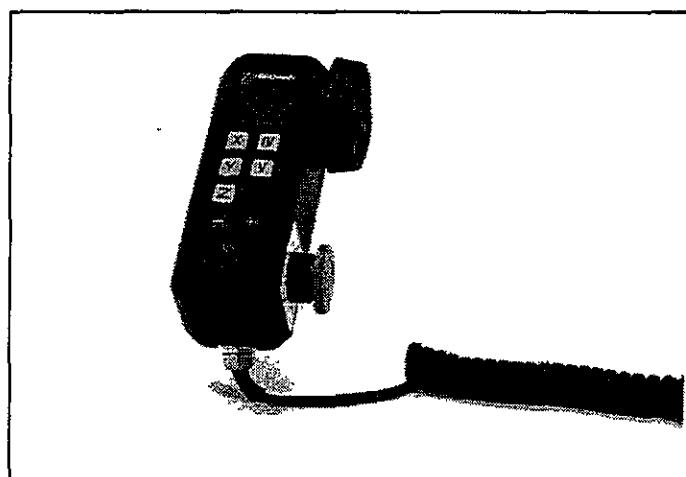


Fig. 2.2: Manivelle électronique HR 330



- Le plus petit facteur de subdivision pouvant être introduit est une valeur qui dépend des paramètres machine.
- La manivelle peut être également déplacée pendant l'exécution d'un programme (cf. page 5-43).

Travail à l'aide de la manivelle électronique HR 330

La manivelle portable HR 330 est équipée d'un commutateur de sécurité situé sur le côté opposé à la face comportant la poignée en étoile et le coup de poing d'ARRET D'URGENCE. Vous ne pouvez déplacer les axes de la machine que si le commutateur de sécurité est enfoncé.



- Lorsque la manivelle est fixée sur la machine, le commutateur de sécurité est automatiquement enfoncé.
- A l'aide des aimants, fixez la manivelle sur la machine de manière à ce qu'elle ne puisse être actionnée malencontreusement.
- Lorsque vous retirez la manivelle de la machine, veillez à ne pas actionner malencontreusement les touches de sens pendant que le commutateur de sécurité est enfoncé.

Positionnement pas-à-pas

Dans le positionnement pas-à-pas et à chaque pression sur une touche de sens externe, l'axe de la machine est déplacé de la valeur qui a été précédemment introduite.

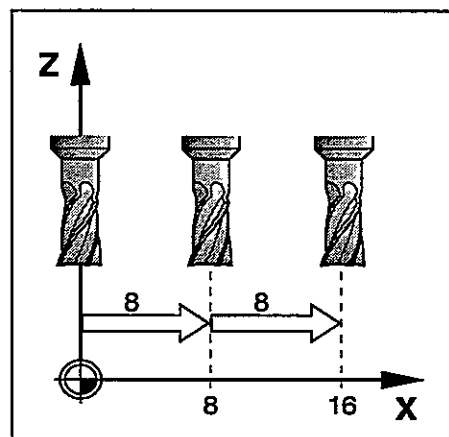


Fig. 2.3: Positionnement pas-à-pas dans l'axe X



MANIVELLE ELECTRONIQUE	
FACTEUR DE SUBDIVISION: X = 4	
I	Sélectionner le positionnement pas-à-pas

MANIVELLE ELECTRONIQUE	
PAS: 4 8	
Ex. 8 ENT	Introduire le pas, par ex. 8 mm
Ex. X	Répéter le positionnement aussi souvent que nécessaire en appuyant sur les touches de sens externes



- Le positionnement pas-à-pas doit être validé par le constructeur de la machine.
- Le constructeur de la machine définit si le facteur de subdivision doit être réglé pour chaque axe à partir du clavier ou au moyen d'un commutateur par paliers.

Positionnement avec introduction manuelle



Les déplacements peuvent être également programmés dans le fichier \$MDI (cf. page 5-44).

Les déplacements programmés restent protégés en mémorisation et peuvent donc être à nouveau sélectionnés et traités aussi souvent qu'on le désire.

2.2 Vitesse de rotation broche S, avance F et fonction auxiliaire M

Dans les modes de fonctionnement MANUEL et MANIVELLE ELECTRONIQUE, on dispose des softkeys suivantes:

M	S	TOUCH PROBE	DATUM SET		3D ROT 		TOOL TABLE
---	---	----------------	--------------	--	---	--	---------------

Ces fonctions et les potentiomètres du clavier de la TNC permettent l'introduction et la modification de:

- Fonction auxiliaire M
- Vitesse de rotation broche S
- Avance F (modification seulement)

Lorsqu'il s'agit d'un programme d'usinage, ces fonctions sont introduites directement par le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME.

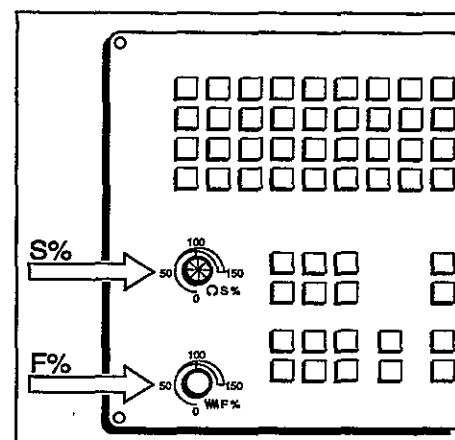



Fig. 2 4: Potentiomètres de broche et d'avance

Introduire la vitesse de rotation broche S

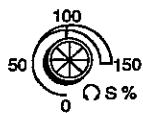


Le constructeur de la machine définit les vitesses de rotation broche S autorisées sur votre TNC.

S	Sélectionner la vitesse de rotation broche S
VITESSE ROTATION BROCHE S = 	
Ex. 1 0 0 0 ENT 	Introduire la vitesse de rotation broche S, par ex. 1000 tours/min. Prendre en compte la vitesse de rotation broche S au moyen de la touche de START externe

La vitesse de rotation réglée avec la vitesse de rotation S introduite est lancée à l'aide d'une fonction auxiliaire M.

Modifier la vitesse de rotation broche S

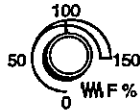
	Faire tourner le bouton du potentiomètre de broche: Régler la vitesse de rotation broche S de 0 à 150% par rapport à la dernière valeur active.
---	--



Le potentiomètre de broche ne peut être utilisé pour modifier la vitesse de rotation broche que sur les machines équipées de broche à commande analogique.

Modifier l'avance F

En mode de fonctionnement MANUEL, l'avance est définie par un paramètre-machine.



Faire tourner le bouton du potentiomètre d'avance:
Régler l'avance de 0 à 150% de la valeur définie

Introduire la fonction auxiliaire M



Le constructeur de la machine définit les fonctions auxiliaires M que vous pouvez utiliser sur votre TNC ainsi que leur contenu.

M

Sélectionner la fonction auxiliaire M

FONCTION AUXILIAIRE M =

Ex. 6 ENT

I

Introduire la fonction auxiliaire M, ex. M6

Activer la fonction auxiliaire M avec la touche de START externe

Sommaire des fonctions auxiliaires: se reporter au chapitre 11.

2.3 Initialisation du point de référence sans système de palpage 3D

Pour initialiser un point de référence, l'affichage de la TNC est initialisé sur les coordonnées d'une position connue de la pièce à usiner. Les systèmes de palpage 3D HEIDENHAIN (cf. page 2-14) permettent de réaliser une initialisation particulièrement rapide, simple et précise.

Préparation

Procéder au bridage et au dégauchissage de la pièce à usiner

Placer l'outil zéro dont le rayon est connu



ou



Sélectionner le mode de fonctionnement MANUEL ou MANIVELLE ELECTRONIQUE

Veiller à ce que la TNC affiche les positions effectives (cf. page 10-9)

Initialisation du point de référence dans l'axe de plongée



Mesure préventive

Si l'on doit éviter que la surface de la pièce ne soit éraillée, il faut placer sur celle-ci une fine cale d'épaisseur d . Dans ce cas, il convient d'introduire une surépaisseur d dans l'axe d'usinage pour le point de référence.

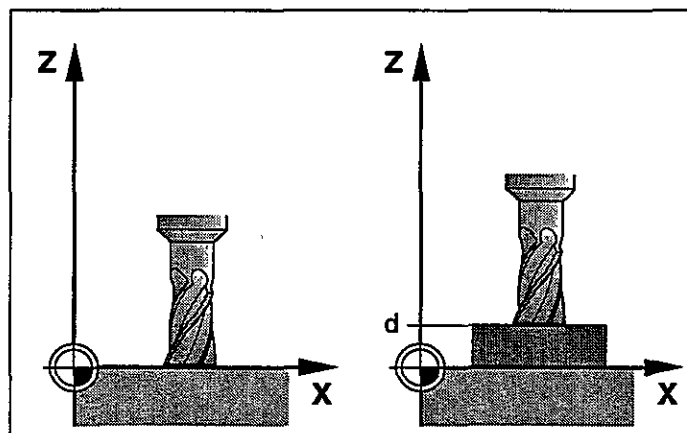


Fig. 2.5 Initialisation du point de référence dans l'axe de plongée; à droite avec cale de protection

Déplacer l'outil jusqu'à la surface de la pièce (affleurement)

Ex. **Z**

Sélectionner l'axe de plongée

Mode MANIVELLE seulement

**DATUM
SET**

Sélectionner l'initialisation du point de référence

Ex. **0** **ENT**

Outil zéro: Initialiser l'affichage à $Z = 0$ ou introduire l'épaisseur d de la cale d'épaisseur

Ex. **5 0** **ENT**

Outil pré-réglé: Initialiser l'affichage à la longueur L de l'outil, par ex. $Z=50$ mm ou introduire la somme $Z=L+d$

Initialisation du point de référence dans le plan d'usinage

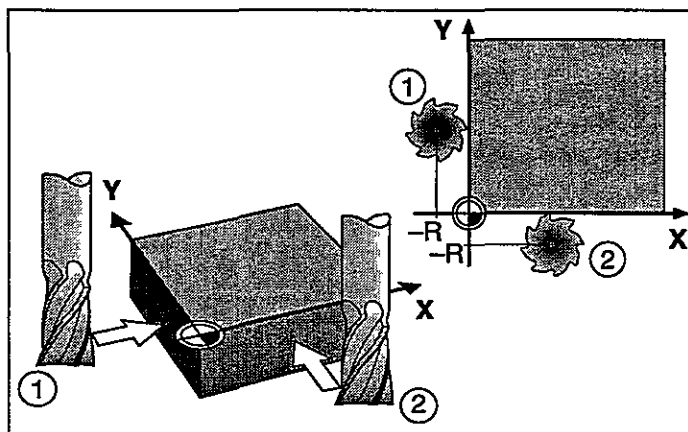


Fig. 2.6 Initialisation du point de référence dans le plan d'usinage en haut et à droite, vue de dessus

Déplacer l'outil zéro jusqu'au contact de la pièce (affleurement)

Ex. **X**

Sélectionner l'axe

Mode MANIVELLE seulement

**DATUM
SET**

Sélectionner l'initialisation du point de référence

Ex. **-/+ 5** **ENT**

En tenant compte du signe, introduire la position du centre de l'outil (par ex. X = -5 mm) de l'axe sélectionné

Répéter la procédure pour tous les axes dans le plan d'usinage.



L'ouverture du dialogue pour l'initialisation du point de référence dépend des paramètres machine PM 7295 et PM 7296 (cf. page 11-10)

2.4 Système de palpage 3D

Installation du système de palpage 3D

Pour l'utilisation d'un système de palpage 3D HEIDENHAIN, la TNC propose des fonctions de palpage. Exemples d'utilisation du système de palpage:

- Compensation de désaxage d'une pièce bridée (rotation de base)
- Initialisation d'un point de référence
- Mesure de
 - longueurs et positions sur une pièce
 - angles
 - rayons de cercle
 - centres de cercle
- Mesures en cours d'exécution d'un programme
- Digitalisation de formes 3D

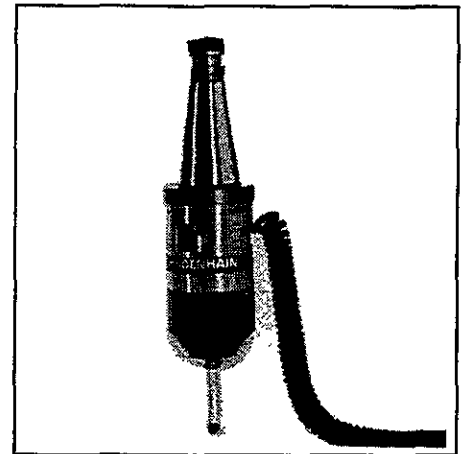


Fig. 2.7: Système de palpage 3D TS 120 HEIDENHAIN



Pour l'utilisation d'un palpeur 3D, la TNC doit avoir été préparée à cet effet par le constructeur de la machine. Lorsque l'on veut effectuer des mesures en cours d'exécution du programme, il faut veiller à ce que les données d'outil (longueur, rayon, axe) puissent être exploitées, soit à partir des données d'étalonnage, soit à partir de la dernière séquence TOOL-CALL (sélection par PM7411, cf. p. 11-11).

Avec les fonctions de palpage, le système de palpage 3D se déplace par action sur la touche de START externe. Le constructeur de la machine définit par paramètre-machine (PM 6120) l'avance F lui permettant de se déplacer vers la pièce. Lorsque le système de palpage 3D affleure la pièce,

- il transmet un signal à la TNC: Les coordonnées de la position affleurée sont mémorisées.
- il s'arrête
- et retourne en rapide à la position initiale de palpage

Si la tige de palpage n'est pas déviée sur la course définie dans PM6130, la TNC émet le message d'erreur.

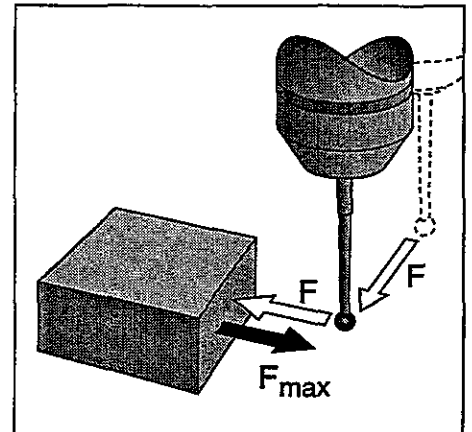


Fig. 2.8: Avances lors du palpage

Sélection des fonctions de palpage

MODE MANUEL

ou

MANIV. ELECTRONIQUE

TOUCH PROBE Sélectionner les fonctions de palpage

CAL L	CAL R	PROBING ROT	PROBING POS	PROBING P*	PROBING CC	END
-------	-------	-------------	-------------	------------	------------	------------

Etalonnage du système de palpé 3D

Le système de palpé doit être étalonné lors:

- de la mise en route
- de rupture de la tige de palpé
- du changement de la tige de palpé
- d'une modification de l'avance de palpé
- d'irrégularités dues, par exemple, à une surchauffe de la machine

Lors de l'étalonnage, la TNC détermine la longueur effective de la tige de palpé et le rayon effectif de la bille de palpé. Pour réaliser l'étalonnage du système de palpé 3D, une bague de réglage de hauteur et de diamètre intérieur connus est fixée sur la table de la machine.

Etalonnage de la longueur effective

Préparation:

Initialiser le point de référence dans l'axe d'usinage de manière à avoir pour la table de la machine: $Z=0$.

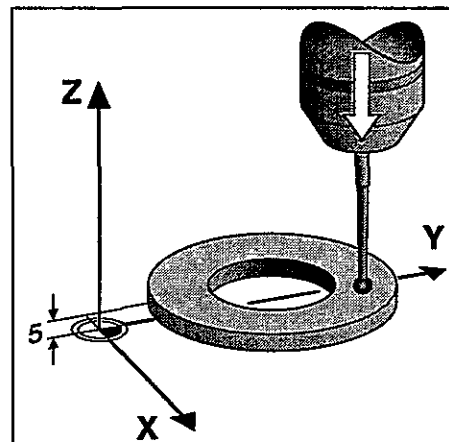


Fig. 2.9 Etalonnage de la longueur effective

	Sélectionner la fonction Etalonnage pour la longueur du système de palpé
<p>MODE MANUEL</p> <p>$Z+ Z-$</p>	
<p>AXE D'OUTIL = Z</p>	
<p>Ex. Z</p> <p>↓</p> <p>Ex. 5</p>	<p>Si nécessaire, introduire l'axe d'outil, ex. Z</p> <p>Sélection POINT DE REFERENCE</p> <p>Introduire la hauteur de la bague de réglage, ex. 5 mm</p>
<p>Déplacer le système de palpé tout contre la surface de la bague de réglage</p>	
<p>← ou →</p>	<p>Si nécessaire: modifier le sens de déplacement affiché</p>
<p>I</p>	<p>Le système de palpé 3D est en contact avec la surface de la bague de réglage</p>

Étalonnage du rayon effectif

Préparation:

Positionner la tête de palpation dans l'alésage de la bague de réglage.

Compenser le désaxage du système de palpation

Normalement, l'axe du système de palpation n'est pas aligné exactement avec l'axe de broche. Le désaxage entre l'axe du palpeur et l'axe de la broche est enregistré à l'aide de la fonction Étalonnage et compensé automatiquement.

Lors de l'utilisation de cette fonction, le système de palpation subit une rotation de 180°. La rotation est réalisée à l'aide d'une fonction auxiliaire définie dans le paramètre-machine MP6160 par le constructeur de la machine.

La mesure du désaxage du système de palpation est réalisée après l'étalement du rayon effectif de la bille de palpation.

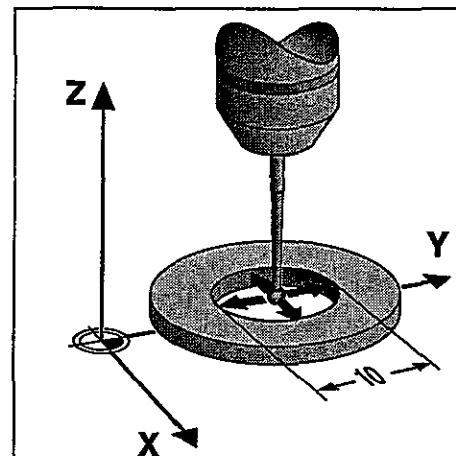


Fig. 2.10: Étalonnage du rayon de palpation et détermination du désaxage

	Sélectionner la fonction Étalonnage du rayon de la bille et du désaxage du système de palpation	
<p>MODE MANUEL</p> <p>X+ X- Y+ Y-</p> <p>AXE D'OUTIL = Z</p> <p>RAYON BAGUE DE REGLAGE = 0</p>		
<p>4x</p>	Dans chaque sens, le palpeur 3D palpe une position de l'alésage: le rayon effectif de la bille de palpation est pris en compte	
		END
	Définir le désaxage de la bille de palpation (ou interrompre la fonction Étalonnage avec END): le palpeur 3D subit une rotation de 180°	
<p>4x</p>	Dans chaque sens, le palpeur 3D palpe une position de l'alésage: le désaxage du système de palpation est pris en compte	

Affichage des valeurs d'étalonnage

La longueur effective, le rayon effectif et la valeur de désaxage du système de palpé sont mémorisés dans la TNC et pris en compte lors de l'utilisation future du système de palpé 3D. En appuyant sur CAL L et CAL R, on fait apparaître à l'écran les valeurs mémorisées.

MODE MANUEL				MEMORISATION PROGRAMME	
X+	X-	Y+	Y-		
AXE BROCHE PARALLELE = <input checked="" type="checkbox"/>					
R. BAGUE DE REGLAGE =25					
RAYON ACTIF BILLE =3,9996					
LONGUEUR ACTIVE =+12,7836					
DEPORT BILLE DE PALPAGE X=+0,0051					
DEPORT BILLE DE PALPAGE Y=+0,0009					
EFF.	X	-45,849	Y	+120,569	
	Z	-28,718	C	+111,443	
	B	+25,750			
T			F 0	M 5/9	
					END

Fig. 2.11: Menu pour le rayon de palpé et le désaxage

Compensation du désaxage de la pièce

La TNC est en mesure de compenser mathématiquement un désaxage dans le bridage de la pièce au moyen d'une "rotation de base". Pour cela, l'angle de rotation est initialisé à l'angle qu'une surface de la pièce doit inclure avec l'axe angulaire de référence (cf. page 1-13) dans le plan d'usinage.

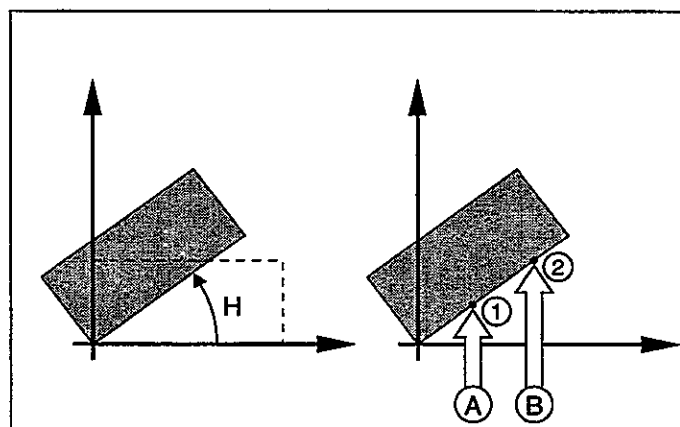
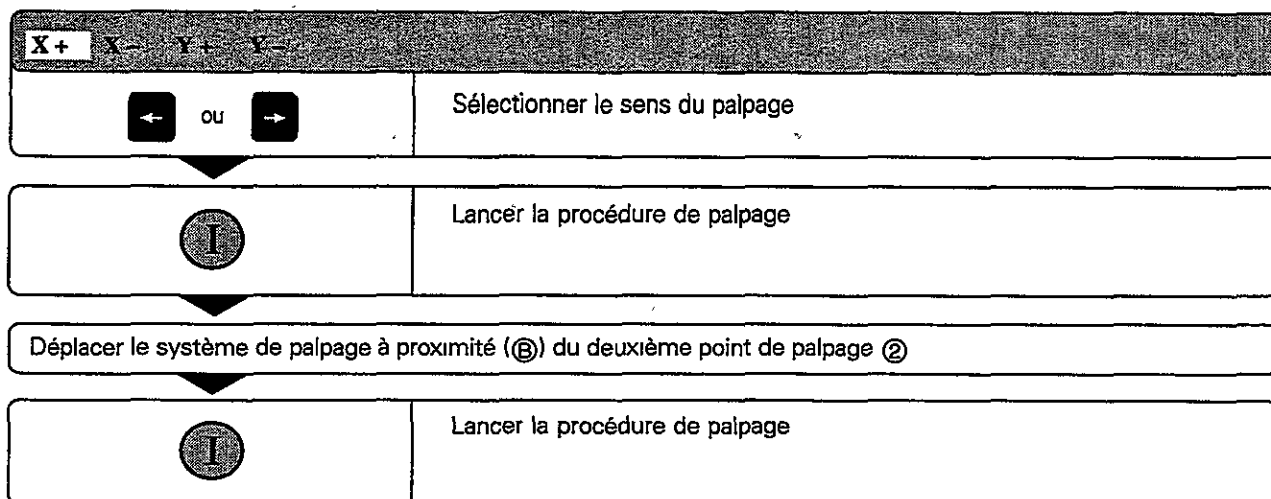


Fig. 2.12: Rotation de base d'une pièce, séquences de palpé pour la compensation (à droite); position nominale en pointillé, PA est compensé

PROBING ROT	Sélectionner la fonction de palpé au moyen de la softkey PROBING ROT.
ANGLE ROTATION = <input type="text"/>	
Ex. 0 ENT	Initialiser l'ANGLE DE ROTATION à la valeur nominale
Déplacer de système de palpé à proximité (A) du premier point de palpé ①	
⋮ ⋮ ⋮	



Une rotation de base est protégée en mémorisation et restera active pour toutes les exécutions de programme et simulations graphiques suivantes.

Afficher la rotation de base

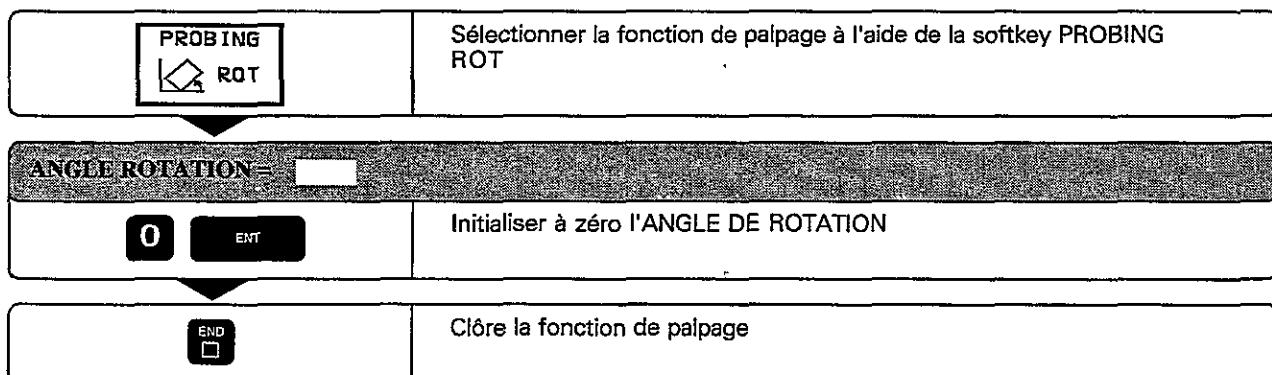
Lorsque l'on sélectionne à nouveau PROBING ROT, l'angle de la rotation de base apparaît dans l'affichage de l'angle de rotation. Il apparaît aussi dans le champ de l'affichage d'état supplémentaire (cf. page 1-28).

L'affichage d'état fait apparaître un symbole pour la rotation de base lorsque la TNC déplace les axes de la machine conformément à la rotation de base.

MODE MANUEL				MEMORISATION PROGRAMME			
X+	X-	Y+	Y-				
ANGLE DE ROTATION = +12.356							
EFF.	X	-45,849	Y	+120,569			
	Z	-28,718	C	+111,443			
	B	+25,750					
T				F 0	M 5/9		
							END

Fig. 2.13: Affichage de l'angle de rotation dans une rotation de base active

Annuler la rotation de base



2.5 Initialisation du point de référence à l'aide du système de palpage 3D

La sélection des fonctions permettant l'initialisation du point de référence sur la pièce bridée s'effectue avec les sofkeys suivantes:

- Initialisation du point de référence dans un axe au choix avec PROBING POS
- Initialisation du coin comme point de référence avec PROBING P
- Initialisation du centre de cercle comme point de référence avec PROBING CC

Initialisation du point de référence dans un axe au choix

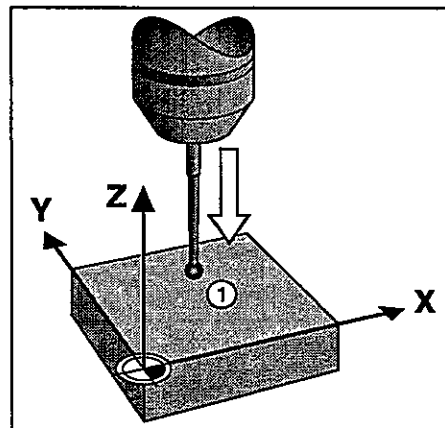


Fig. 2.14: Palper le point de référence dans l'axe Z

	Sélectionner la fonction de palpage avec PROBING POS
Déplacer le système de palpage à proximité du point de palpage	
X+ X- Y+ Y- Z+ Z-	
ou	Sélectionner simultanément le sens de palpage et l'axe pour l'initialisation du point de référence, ex. palpage de Z dans le sens Z
	Lancer la procédure de palpage
Ex.	Introduire les coordonnées nominales du POINT DE REFERENCE

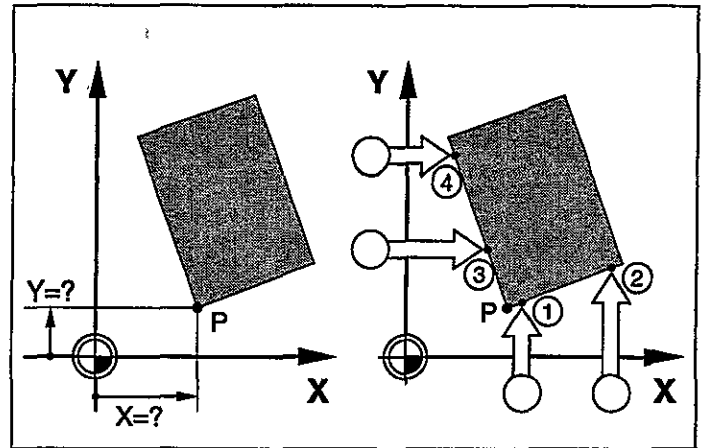
Coin pris comme point de référence

Fig. 2.15: Processus de palpé pour déterminer les coordonnées du coin P

	Sélectionner la fonction de palpé avec PROBING P
--	--

Avec prise en compte des points palpés avec la rotation de base

POINTS PALPÉ ISSUS DE LA ROTATION DE BASE?	
	Prendre en compte les coordonnées des points de palpé

Déplacer le système de palpé à proximité du premier point de palpé situé sur l'arête de la pièce qui n'a pas été palpé pour la rotation de base

X+ X- Y+ Y-	
ou	Sélectionner le sens de palpé

	Lancer la procédure de palpé
--	------------------------------

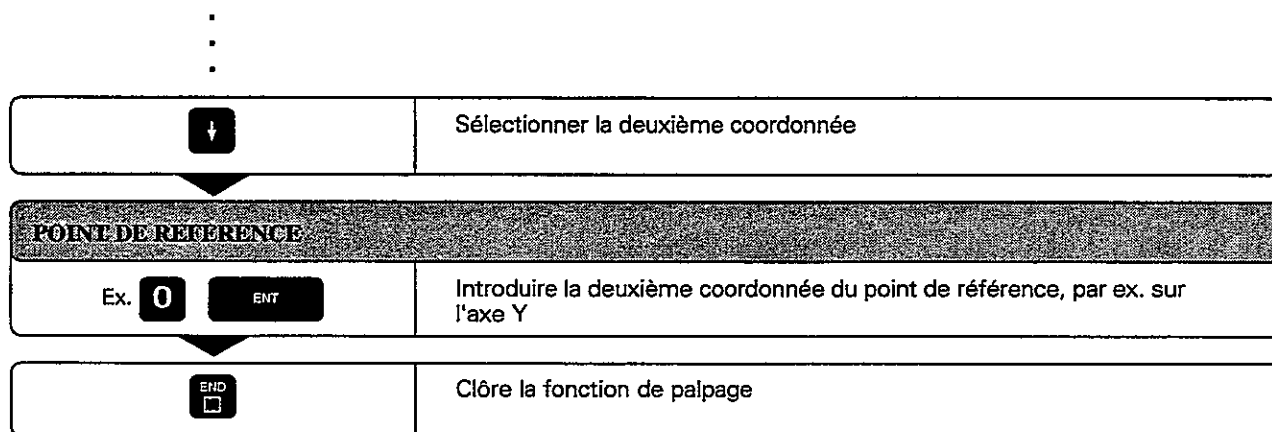
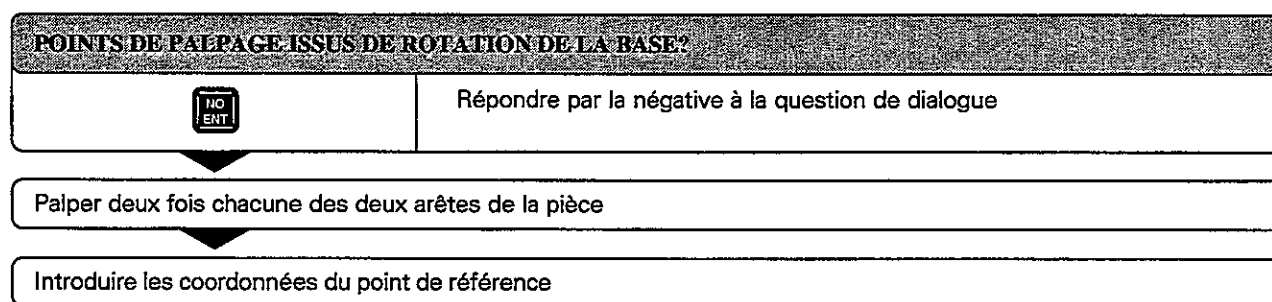
Déplacer le système de palpé à proximité du deuxième point de palpé situé sur la même arête

	Lancer la procédure de palpé
--	------------------------------

POINT DE REFERENCE	
Ex.	Introduire la première coordonnée du point de référence, par ex. sur l'axe X


...

2.5 Initialisation du point de référence à l'aide du système de palpage 3D

**Sans prise en compte des points palpés pour une rotation de base**

Centre de cercle comme point de référence

Il est possible d'initialiser comme point de référence le centre de perçages, poches ou îlots circulaires, cylindres pleins, cônes, etc.

	Sélectionner la fonction de palpé avec PROBING CC
---	---

Cercle intérieur

La TNC palpe automatiquement la paroi circulaire interne suivant les quatre sens des axes de coordonnées. Lorsqu'il s'agit de cercles interrompus (arcs de cercle), il est possible de choisir le sens de palpé.

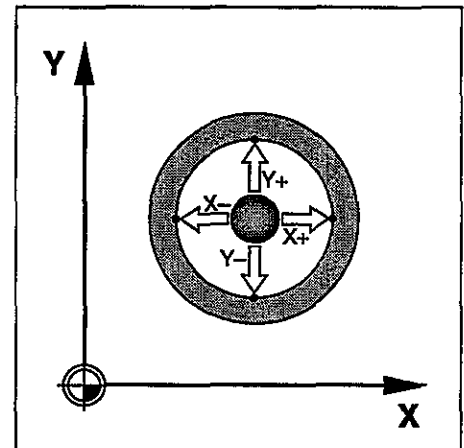







Fig. 2.16: Palpé de la paroi circulaire interne pour déterminer la position du centre

Déplacer une fois la tête de palpé approximativement au centre	
X+ X- Y+ Y-	
4 x 	La tête de palpé palpe à la suite les uns des autres 4 points de la paroi circulaire interne
POINT DE REFERENCE	
Ex. 0 	Introduire la première coordonnée du centre de cercle, par ex. sur l'axe X
	Sélectionner la deuxième coordonnée
POINT DE REFERENCE	
Ex. 1 0 	Introduire la deuxième coordonnée du centre de cercle, par ex. sur l'axe Y
	Clôre la fonction de palpé

2.5 Initialisation du point de référence à l'aide du système de palpage 3D

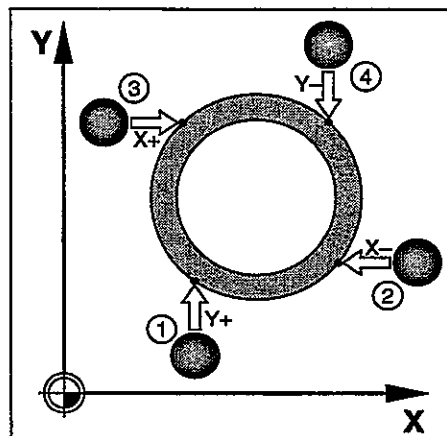
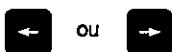
Cercle externe

Fig. 2.17: Palpage de la paroi circulaire externe pour déterminer la position du centre

Déplacer la tête de palpage à proximité du premier point de palpage ① à l'extérieur du cercle

X+ X- Y+ Y-



Sélectionner le sens de palpage



Lancer la procédure de palpage

Répéter la procédure de palpage pour les points ②, ③, et ④ (cf. schéma)

Introduire les coordonnées du point de référence

A l'issue du palpage, la TNC affiche à l'écran les coordonnées actuelles du centre de cercle ainsi que le rayon du cercle PR.




Un second menu de softkeys contient des softkeys permettant l'utilisation de trous pour initialiser le point de référence.

Dans ce cas, on déplace le système de palpage de la même manière qu'avec la fonction „Centre de cercle comme point de référence - cercle intérieur” (cf. p. 9-16). On se prépositionne approximativement au milieu du trou. L'action sur la touche de START externe provoque le palpage automatique de quatre points de la paroi du percage.

Puis, le système de palpation est déplacé vers le trou suivant qui fera l'objet de la même procédure de palpation. La TNC répète cette opération jusqu'à ce que tous les trous aient été palpés pour déterminer le point de référence.

MODE MANUEL				MEMORISATION PROGRAMME	
EFF.	X	-45,849	Y	+120,569	
	Z	-28,718	C	+111,443	
	B	+25,750			
T			F 0		M 5/9
	PROBING ROT		PROBING	PROBING CC	END

Fig. 2.18: 2ème menu de softkeys pour PALPAGE

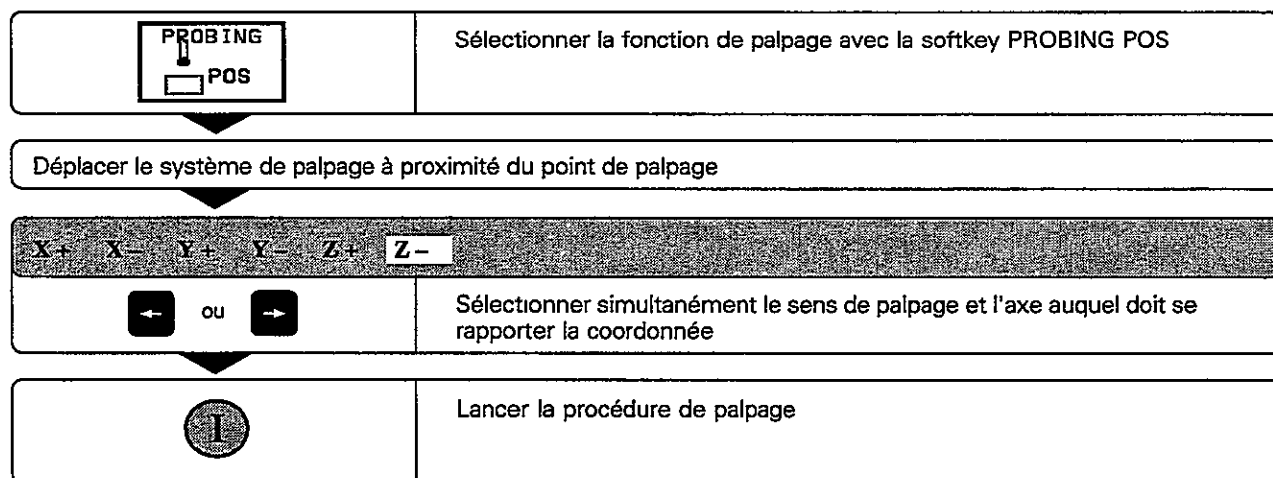
Applications	Softkey
<ul style="list-style-type: none"> • Rotation de base à partir de 2 trous: La TNC calcule l'angle entre la ligne reliant les centres des trous et une position nominale (axe de référence angulaire) 	 <p>PROBING ROT</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Point de référence à partir de 4 trous: La TNC calcule le point d'intersection des lignes reliant les deux trous palpés en premier et les deux trous palpés en dernier. Si la rotation de base a été réalisée à partir de 2 trous, ces deux trous n'ont pas besoin d'être repalpés à nouveau. 	 <p>PROBING P</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Centre de cercle à partir de 3 trous: La TNC détermine une trajectoire circulaire sur laquelle sont situés les 3 trous et calcule le centre de cette trajectoire circulaire. 	 <p>PROBING CC</p>

2.6 Mesures réalisées avec le système de palpage 3D

Le système de palpage 3D permet de définir:

- les coordonnées d'une position et, à partir de là,
- les cotes et angle sur une pièce à usiner

Définir les coordonnées d'une position sur la pièce bridée



La TNC affiche comme POINT DE REFERENCE la coordonnée du point de palpage.

Définir les coordonnées d'un angle dans le plan d'usinage

Déterminer les coordonnées d'un angle tel que décrit au paragraphe „Coin pris comme point de référence”. La TNC affiche comme POINT DE REFERENCE les coordonnées du coin qui a fait l'objet d'un palpage.

Définition des cotes d'une pièce

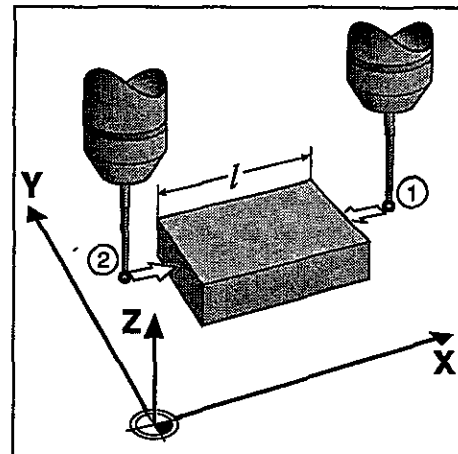
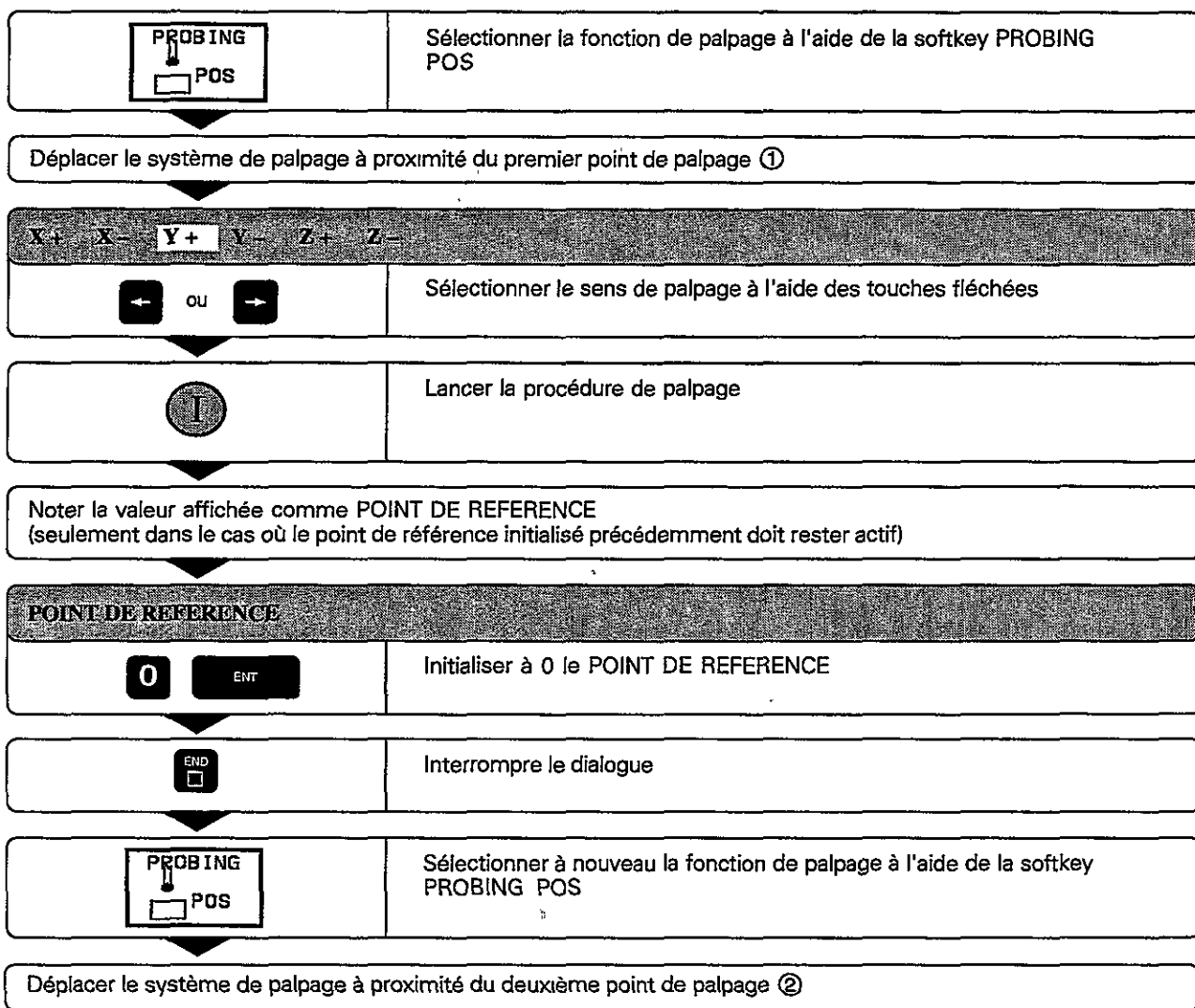
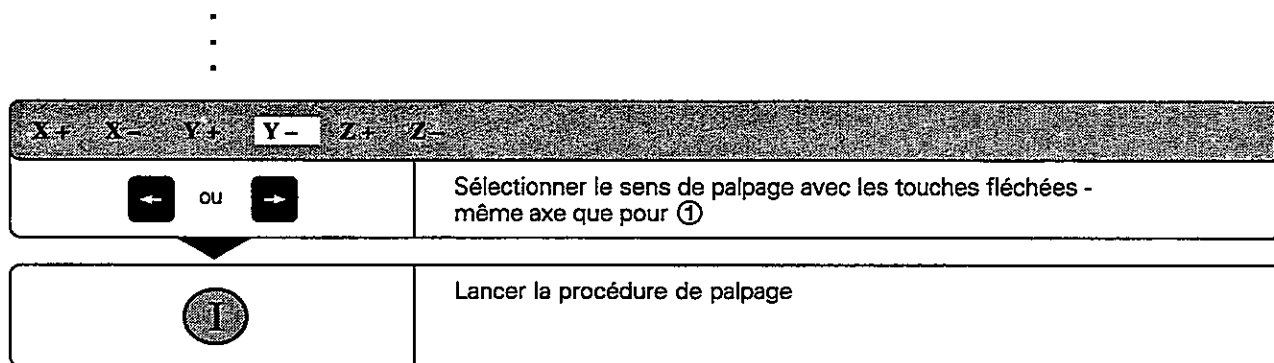


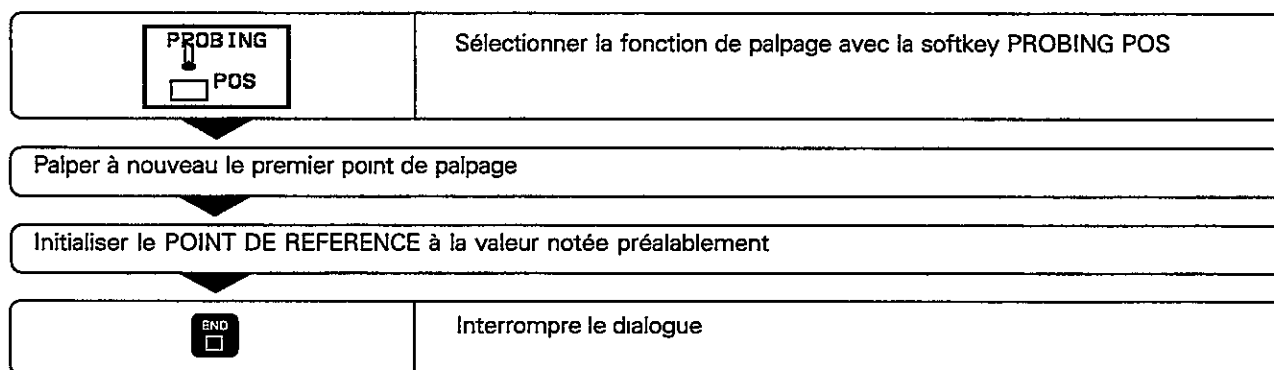
Fig. 2.19: Mesure linéaire réalisée avec le système de palpé 3D



2.6 Mesures réalisées avec le système de palpage 3D



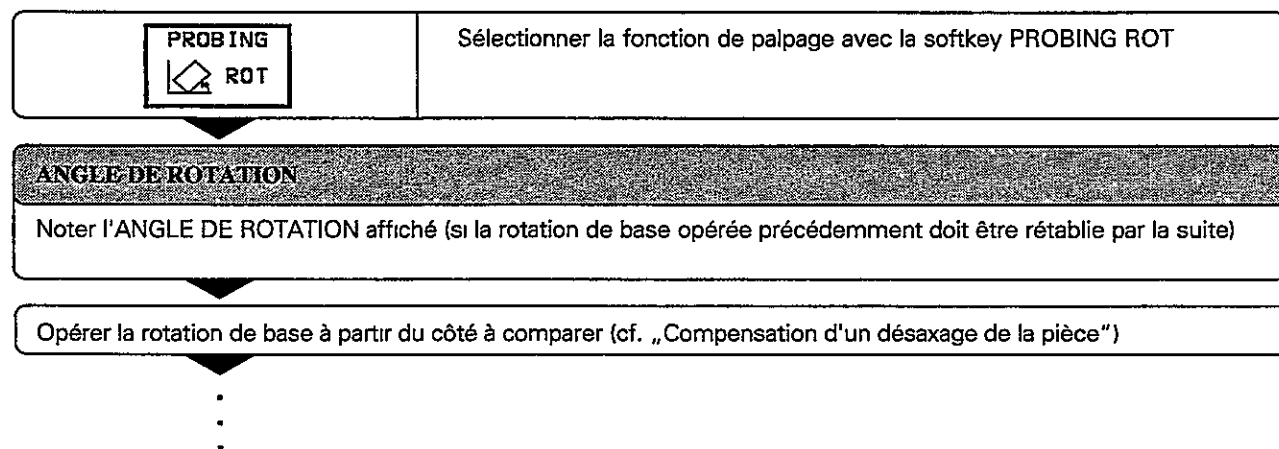
L'affichage POINT DE REFERENCE contient la distance entre les deux points situés sur l'axe de coordonnées.

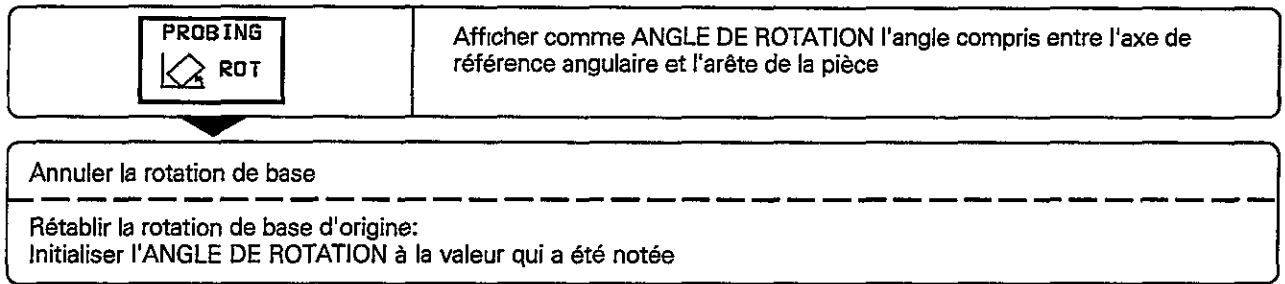
Réinitialiser l'affichage de position aux valeurs précédant la mesure linéaire**Mesure d'un angle**

Grâce au système de palpage 3D, il est également possible de déterminer un angle dans le plan d'usinage. La mesure porte sur:

- l'angle compris entre l'axe de référence angulaire et une arête de la pièce à usiner ou sur
- l'angle compris entre deux arêtes

L'angle mesuré s'affiche sous la forme d'une valeur de 90° max.

Définition de l'angle compris entre l'axe de référence angulaire et une arête de la pièce à usiner



Définition de l'angle compris entre deux arêtes de la pièce

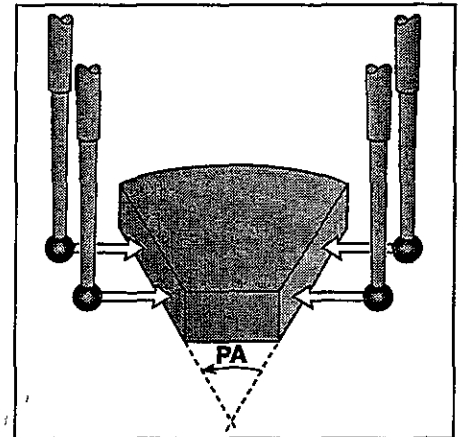
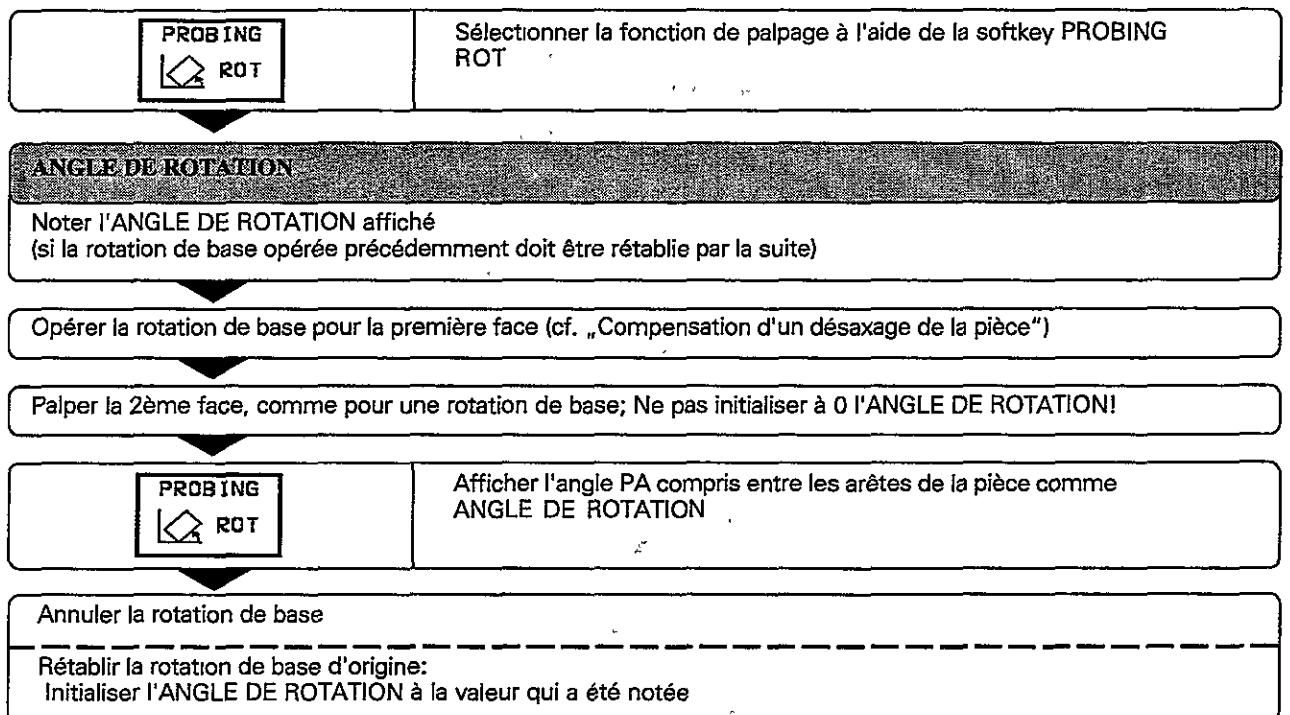


Fig. 2.20: Détermination de l'angle compris entre deux arêtes de la pièce



2.7 Inclinaison du plan d'usinage (sauf avec TNC 407)

La TNC facilite l'usinage sur machines-outils équipées de têtes pivotantes (l'outil pivote) ou de plateaux inclinés (la pièce pivote).

Dans ce cas et, comme à l'habitude, l'usinage est programmé dans un plan principal (plan X/Y). Toutefois, l'usinage est réalisé dans un plan incliné par rapport au plan principal.

Cas d'application types pour l'inclinaison du plan d'usinage:

- Perçages inclinés
- Contours inclinés

Il existe deux fonctions pour l'inclinaison:

- Inclinaison manuelle à l'aide de la softkey 3D ROD dans les modes de fonctionnement MANUEL et MANIVELLE ELECTRONIQUE
- Inclinaison programmée, cycle G80 PLAN D'USINAGE dans le programme d'usinage (cf. p. 8-53)

Les fonctions TNC destinées à l'"inclinaison du plan d'usinage" correspondent à des transformations de coordonnées. L'axe d'outil ainsi transformé (calculé par la TNC) reste toujours parallèle à l'axe d'outil réel (correspondant à l'axe d'outil à positionner). Le plan d'usinage est toujours perpendiculaire au sens de l'axe d'outil.

Pour l'inclinaison du plan d'usinage, la TNC distingue deux types de machine:

- Machines équipées de plateaux inclinés
- Machines équipées de têtes pivotantes

Machines équipées de plateaux inclinés:

- Vous devez amener la **pièce** à la position d'usinage souhaitée par un positionnement correspondant du plateau incliné, par ex. avec une séquence G00.
- La position de l'axe d'outil transformé ne change **pas** en fonction du système de coordonnées machine. Si vous faites pivoter votre plateau -et par conséquent, la pièce-, par ex. de 90°, il n'y a **pas** rotation du système de coordonnées. En mode MANUEL, si vous appuyez sur la touche de sens d'axe Z+, l'outil se déplace également dans le sens de Z+.
- Pour le calcul du système de coordonnées transformé, la TNC prend en compte uniquement les décalage mécaniques du plateau incliné concerné (parties de "translationnelles").

Machines équipées de têtes pivotantes:

- Vous devez amener l'**outil** à la position d'usinage souhaitée par un positionnement correspondant de la tête pivotante, par ex. avec une séquence G00.
- La position de l'axe d'outil transformé change -de même que la position de l'outil- en fonction du système de coordonnées machine. Si vous faites pivoter votre tête pivotante de votre machine -et par conséquent, l'outil-, par ex. de +90° dans l'axe B, **il y a en même temps rotation du système de coordonnées**. En mode MANUEL, si vous appuyez sur la touche de sens d'axe Z+, l'outil se déplace également dans le sens de X+ du système de coordonnées machine.
- Pour le calcul du système de coordonnées transformé, la TNC prend en compte uniquement les décalage mécaniques de la tête pivotante concernée (parties de "translationnelles") **ainsi que** les décalages provoqués par l'inclinaison de l'outil (correction d'outil 3D d'outil).



Les fonctions d'inclinaison du plan d'usinage sont adaptées par le constructeur de la machine à la TNC et à votre machine.

2.7 Inclinaison du plan d'usinage (sauf avec TNC 407)

Axes inclinés: Passage sur les points de référence

Dans le cas d'axes inclinés, les points de référence sont franchis à l'aide des touches de sens externes. La TNC interpole alors les axes concernés. Il faut veiller à ce que la fonction Inclinaison du Plan d'usinage soit active en mode de fonctionnement MANUEL et que l'angle effectif de l'axe d'inclinaison ait été noté dans le champ de menu (cf. p. 2-26).

Initialisation du point de référence dans le système incliné

Après avoir positionné les axes d'inclinaison, on peut procéder à l'initialisation du point de référence, de la même manière que dans le système non incliné, soit manuellement par affleurement de la pièce (cf. p. 2-7), soit -et ceci très simplement- de manière programmée à l'aide d'un système de palpé 3D HEIDENHAIN (cf. p. 2-14).

La TNC convertit le point de référence initialisé dans le système de coordonnées incliné. Les valeurs angulaires destinées à ce calcul sont prélevées dans le menu d'inclinaison manuelle, que la fonction Inclinaison du plan d'usinage soit active ou non.



Les valeurs angulaires introduites dans le menu d'inclinaison manuelle (cf. p. 2-26) doivent coïncider avec la position effective de(s) axe(s) rotatif(s). Sinon, la TNC calculera un point de référence qui sera erroné.

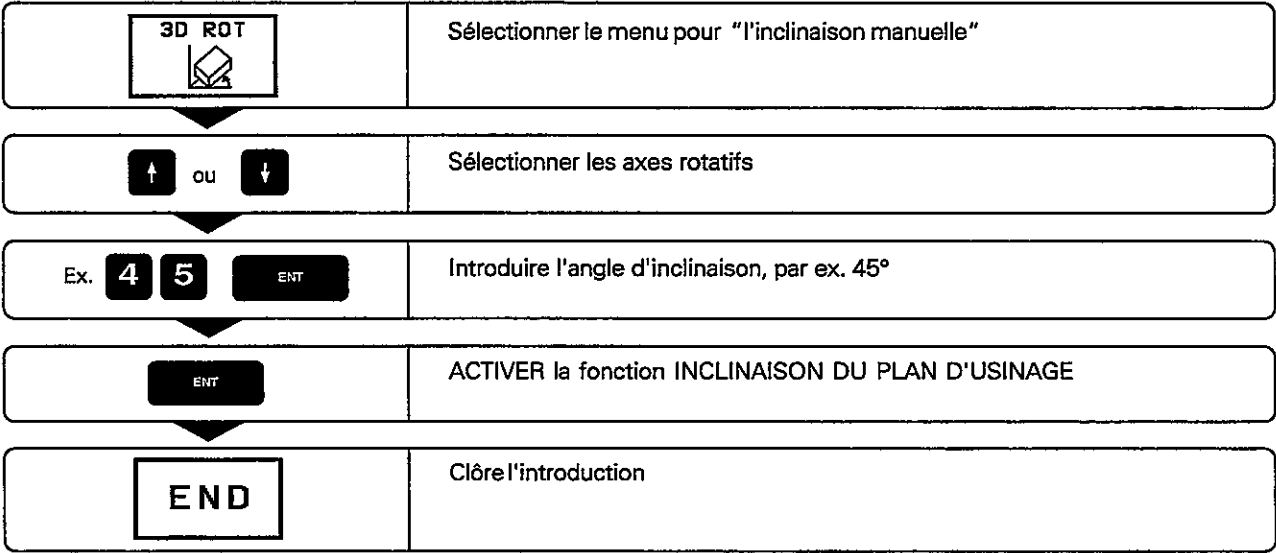
Affichage de position dans le système incliné

Les positions de l'affichage d'état (NOM et EFF) se rapportent au système de coordonnées incliné.

Restrictions pour l'usinage avec les fonctions Inclinaison du plan d'usinage

- La fonction de palpé ROTATION DE BASE ne peut être utilisée.
- Les positionnements AP (définis par le constructeur de la machine) ne sont pas autorisés.

Activer l'inclinaison manuelle



L'affichage d'état fait apparaître un symbole pour le plan incliné lorsque la TNC déplace les axes de la machine en fonction du plan incliné.



Si vous ACTIVEZ en mode de fonctionnement EXECUTION DE PROGRAMME la fonction INCLINAISON DU PLAN D'USINAGE, l'angle d'inclinaison introduit dans le menu est actif dès la première séquence du programme qui doit être exécuté. Si vous utilisez le cycle G80 PLAN D'USINAGE dans le programme d'usinage, les valeurs angulaires définies dans le cycle sont actives (dès la définition du cycle). Les valeurs angulaires introduites dans le menu sont alors écrasées.

Annulation

DESACTIVER la fonction INCLINAISON DU PLAN D'USINAGE

MODE MANUEL						MEMORISATION PROGRAMME
PIVOTER PLAN D'USINAGE						
COURS DE PGM						INACTIF
MODE MANUEL						ACTIF
B = +25 °						
C = +90 °						
EFF. X +134,674 Y +71,969						
Z +36,954 C +111,443						
B +25,750						
T	Q		F 0	M	5/9	
						END

Fig. 2.21: Menu pour l'inclinaison manuelle en mode de fonctionnement MANUEL

3 Test et exécution de programme

3.1 Test de programme 3-2

- Exécuter un test de programme 3-2
- Exécuter un test de programme jusqu'à une séquence donnée 3-3
- Fonctions d'affichage pour le test de programme 3-3

3.2 Exécution de programme 3-4

- Exécuter un programme d'usinage 3-4
- Interrompre l'usinage 3-5
- Déplacer les axes de la machine pendant une interruption 3-6
- Redémarrer après une interruption 3-6
- Rentrer dans le programme à un endroit quelconque 3-8
- Aborder à nouveau le contour 3-9

3.3 Passer outre certaines séquences 3-10

3.4 Transmission bloc-à-bloc: Test et exécution de programmes longs 3-11

3.1 Test de programme

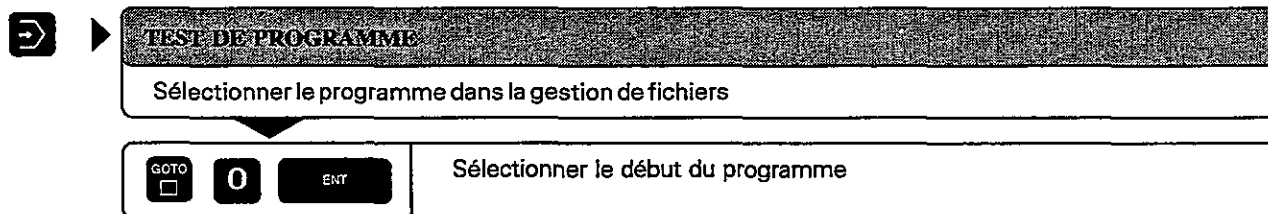
Dans le mode de fonctionnement TEST DE PROGRAMME, la TNC vérifie, au niveau des erreurs suivantes, des programmes et parties de programme et ce, sans avoir à déplacer les axes de la machine:

- Incompatibilités géométriques
- Données manquantes
- Sauts ne pouvant être exécutés.

Les fonctions TNC suivantes peuvent être utilisées dans le mode de fonctionnement TEST DE PROGRAMME:

- Test de programme pas-à-pas
- Arrêt de test à une séquence quelconque
- Passer outre certaines séquences
- Transmission bloc-à-bloc de programmes très longs à partir d'une mémoire externe
- Fonctions destinées à la représentation graphique
- Calcul du temps d'usinage
- Affichages d'état supplémentaires

Exécuter un test de programme



Fonctions	Softkey
• Vérifier l'ensemble du programme	START
• Vérifier une à une chaque séquence du programme	START SINGLE <input type="checkbox"/>
• Représenter la pièce brute et vérifier tout le programme	RESET + START
• Arrêter le test de programme	STOP



Lorsque la mémoire centrale d'outils est active, le tableau d'outil avec lequel doit être effectué le test de programme doit avoir l'état S (cf. page 1-32).

3.1 Test de programme

Exécuter un test de programme jusqu'à une séquence donnée

Avec la fonction STOP AT N, on exécute un test de programme jusqu'à la séquence portant le numéro de séquence N sélectionné au choix.

Sélectionner le mode de fonctionnement TEST DE PROGRAMME et le début du programme

STOP AT N

Sélectionner le test de programme rapide

STOP A: N =

PROGRAMME =

REPETITIONS =

Ex. 5 ENT

Ex. 1 2 3 ENT

Ex. 1 ENT

Introduire le numéro N de la séquence à laquelle le test de programme doit être arrêté

Introduire le nom du programme dans lequel se trouve la séquence portant le numéro de séquence N

Dans le cas où N se trouve à l'intérieur d'une répétition de partie de programme, introduire le nombre de répétitions à exécuter

START

Le programme sera vérifié jusqu'à la séquence introduite

9 LP PR+14 PR+45
10 RND R1

JUSQU'AU BLOC N =
PROGRAMME =
REPETITION =

Fonctions d'affichage pour le test de programme

Dans le mode TEST DE PROGRAMME, la TNC dispose de fonctions permettant d'afficher le programme en le feuilletant.

◀ ou ▶

Commuter le menu de softkeys

PAGE ↑

PAGE ↓

BEGIN TEXT

END TEXT

OFF/ON

Fonction	Softkey
• Feuilletter en arrière d'une page dans le programme	PAGE ↑
• Feuilletter en avant d'une page dans le programme	PAGE ↓
• Sélectionner le début du programme	BEGIN TEXT
• Sélectionner la fin du programme	END TEXT

3.2 Exécution de programme

Dans le mode EXECUTION DE PROGRAMME EN CONTINU, la TNC exécute un programme d'usinage de manière continue jusqu'à la fin du programme ou jusqu'à une interruption de celui-ci.

Dans le mode EXECUTION DE PROGRAMME PAS-A-PAS, chaque séquence est exécutée individuellement par pression sur la touche de START externe

Les fonctions suivantes sont utilisées par la TNC pour l'exécution d'un programme:

- Interruption de l'exécution de programme
- Exécution de programme à partir d'une séquence donnée
- Transmission bloc-à-bloc de programmes très longs à partir d'une mémoire externe
- Passer outre certaines séquences
- Editer et insérer des tableaux d'outils TOOL.T
- Vérifier et modifier les paramètres Q
- Fonctions permettant la représentation graphique
- Affichages d'état supplémentaires

Exécuter un programme d'usinage

Préparation:

- Brider la pièce sur la table de la machine
- Initialiser le point de référence
- Sélectionner les fichiers de tableaux et de palettes dont on a besoin.



EXECUTION DE PROGRAMME PAS-A-PAS

ou



EXECUTION DE PROGRAMME EN CONTINU

Sélectionner dans la gestion de fichiers le programme d'usinage et fichiers de tableaux et de palettes dont on a besoin

GOTO

0

ENT

Sélectionner la première séquence du programme



Le programme d'usinage sera exécuté.

Seulement en mode
EXECUTION DE
PROGRAMME PAS-A-PAS



réappuyer sur la touche

Les séquences du programme d'usinage sont exécutées une à une



- L'avance et la vitesse de rotation-broche peuvent être modifiées par les boutons des potentiomètres.
- En cours d'exécution de programme, on peut autoriser un positionnement avec la manivelle (cf. p. 5-43)

Interrompre l'usinage

Il existe plusieurs manières d'interrompre l'exécution d'un programme:

- Interruptions programmées
- Touche de STOP externe
- Commutation sur EXECUTION DE PROGRAMME PAS-A-PAS

Lorsque la TNC enregistre une erreur en cours d'exécution de programme, elle interrompt alors automatiquement l'usinage.

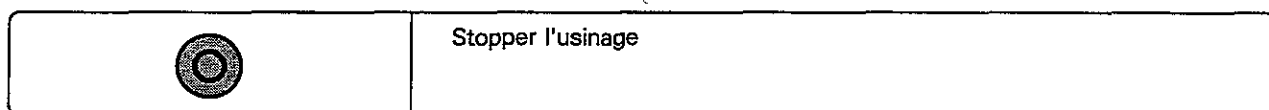
Interruptions programmées

Il est possible de définir des interruptions directement dans le programme d'usinage. L'exécution du programme est interrompue dès que le programme d'usinage arrive à la séquence contenant l'une des indications suivantes:

- G38
- Fonction auxiliaire M0, M2 ou M30
- Fonction auxiliaire M6 (définie par le constructeur de la machine)

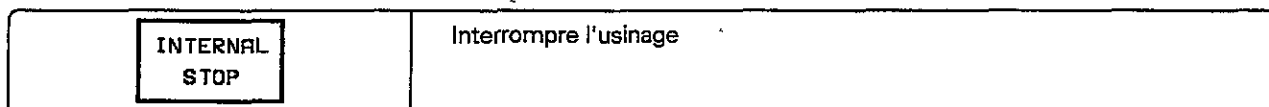
Interrompre l'usinage par pression sur une touche

La séquence que la TNC est en train d'exécuter au moment où l'on appuie sur la touche ne sera pas exécutée intégralement.



* clignote dans l'affichage d'état

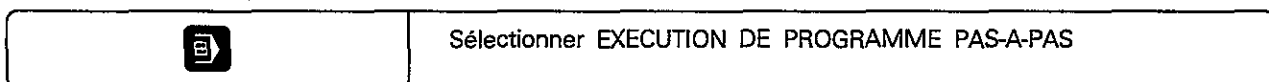
Il est possible d'interrompre l'usinage à l'aide de la fonction INTERNAL STOP.



* s'éteint dans l'affichage d'état

Interrompre l'usinage en commutant sur le mode EXECUTION DE PROGRAMME PAS-A-PAS




L'usinage est interrompu lorsque le pas d'usinage en cours est achevé.



Déplacer les axes de la machine pendant une interruption

Les axes de la machine peuvent être déplacés lors d'une interruption de la même manière que dans le mode MANUEL. Les touches externes de sens sont lancées à partir de la softkey MANUAL OPERATION.

Exemple d'application: Dégagement de la broche à la suite d'une rupture de l'outil

	Interrompre l'usinage
	Lancer les touches de sens externes
Ex. 	Déplacer les axes de la machine à l'aide des touches de sens externes



Sur certaines machines, il est nécessaire d'appuyer sur la touche de START externe après la softkey MANUAL OPERATION afin de lancer les touches de sens externes.

Redémarrer après une interruption

Lors d'une interruption de l'exécution d'un programme, la TNC mémorise

- les données de l'outil appelé en dernier
- les conversions de coordonnées actives
- les coordonnées du centre de cercle défini en dernier lieu
- l'état de comptage des répétitions de parties de programme
- le numéro de la dernière séquence CALL LBL

Les données mémorisées sont utilisées pour aborder à nouveau le contour après déplacement manuel des axes de la machine pendant une interruption (RESTORE POSITION).



Lorsqu'une exécution de programme est interrompue pendant un cycle d'usinage, il convient de la reprendre au début du cycle. Les pas d'usinage déjà exécutés le seront à nouveau.

La TNC recalcule les données pour aller dans un programme à une séquence donnée (RESTORE POS AT N).

Continuer l'exécution d'un programme à l'aide de la touche START

Lorsque le programme a été arrêté de la manière suivante, l'exécution du programme est relancée en appuyant sur la touche de START externe:

- Touche de STOP externe enfoncée
- Interruption programmée

Continuer l'exécution de programme à la suite d'une erreur

- Avec un message d'erreur non clignotant:

Remédier à la cause de l'erreur

CE

Effacer le message d'erreur affiché à l'écran

Redémarrer ou poursuivre le programme à l'endroit où il a été interrompu

- Avec un message d'erreur clignotant:



Mettre la TNC et la machine hors tension

Remédier à la cause de l'erreur

Redémarrage

- Lorsque l'erreur se répète:

Noter le message d'erreur et avertir le service après-vente

Rentrer dans le programme à un endroit quelconque

Avec la fonction RESTORE POS AT N (amorce de séquence), on exécute un programme d'usinage à partir d'une séquence sélectionnée librement. Ce faisant, la TNC tient compte dans ses calculs de l'usinage de la pièce jusqu'à cette séquence. L'usinage de la pièce peut être représenté graphiquement.

Lorsqu'un programme est interrompu par un INTERNAL STOP et pour retourner dans le programme, la TNC propose automatiquement la séquence N à l'intérieur de laquelle le programme a été interrompu.



- La fonction RESTORE POS AT N doit être validée par le constructeur de la machine.
- L'amorce de séquence ne doit pas démarrer dans un sous-programme.
- Tous les programmes, fichiers de tableaux et de palettes dont on a besoin doivent avoir été sélectionnés dans un mode de fonctionnement Exécution de Programme.
- Si le programme contient jusqu'à la fin de l'amorce de séquence une interruption programmée, l'amorce de séquence sera interrompue. Pour relancer l'amorce de séquence, appuyer sur la touche externe de START.
- Après une amorce de séquence, l'outil est déplacé à la position définie avec RESTORE POSITION.

GOTO

0

ENT

Sélectionner comme début de l'amorce la première séquence du programme actuel

RESTORE
POS. AT
N

Sélectionner l'amorce de séquence

AMORCE JUSQU'À: N =

PROGRAMME =

REPÉTITIONS =

18 RND R1

11 FC DR+ R2.5 CLSD+

12 FLT RN+180.925

AVANCE R: N =

PROGRAMME = 3507 H

REPÉTITION = 1

EFF. X -45.849 Y

2 -28.718 C

+25.750

Ex. 1 8 ENT

Ex. 1 2 3 4 ENT

Ex. 4 ENT

Introduire le numéro N de la séquence où doit s'arrêter l'amorce

Introduire le nom du programme où se trouve la séquence N

Introduire le nombre de répétitions dont doit tenir compte l'amorce de séquence dans le cas où la séquence N se trouve dans une répétition de partie de programme

I

Lancer l'amorce de séquence

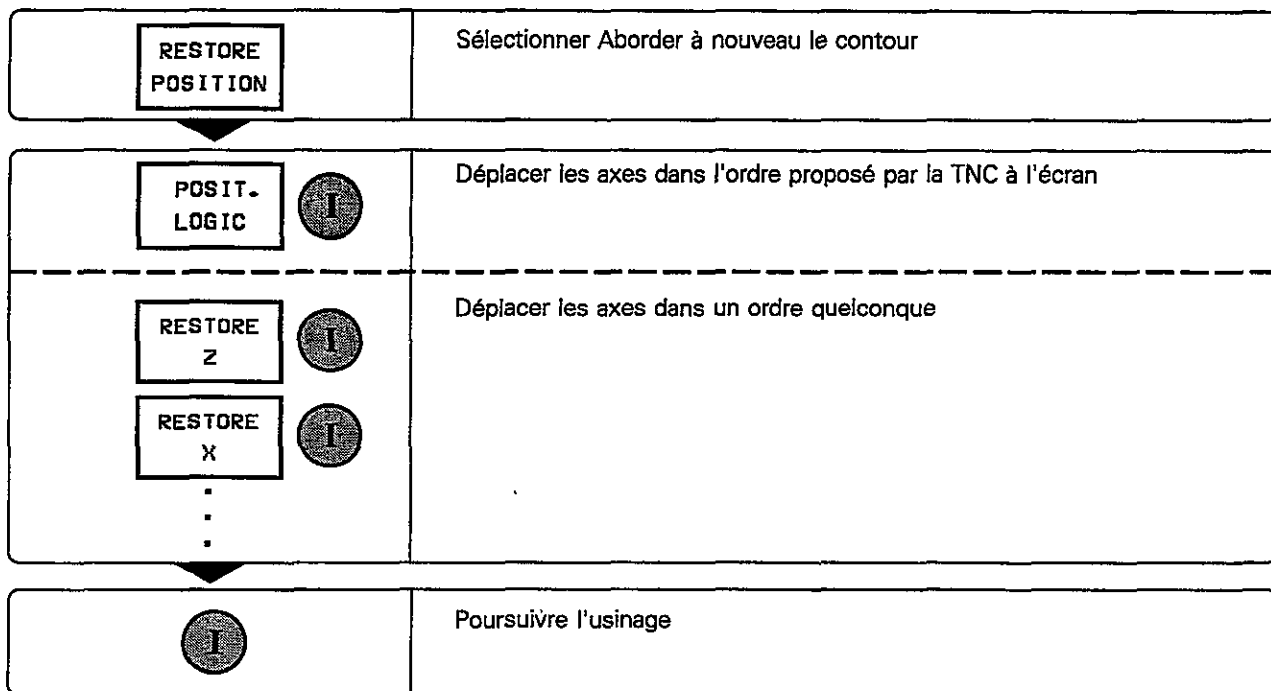
RESTORE
POSITION

Aborder le contour (cf. page suivante)

Aborder à nouveau le contour



La fonction **RESTORE POSITION** permet à la TNC de déplacer l'outil vers le contour de la pièce dans les situations suivantes:

- Aborder à nouveau le contour après déplacement des axes de la machine lors d'une interruption
- Aborder la position qui a été définie pour aller dans le programme



3.3 Passer outre certaines séquences

Des séquences marquées du signe "/" peuvent être omises lors d'un test ou d'une exécution de programme.

 ou 		Commuter le menu de softkeys					
PAGE ↑	PAGE ↓	BEGIN TEXT	END TEXT				<input type="checkbox"/> OFF / ON
<input type="checkbox"/> OFF / ON		<input type="checkbox"/> OFF / ON		Exécuter ou tester le programme sans/avec séquences comportant la marque "/"			



Cette fonction n'a pas d'effet pour des séquences G99.

3.4 Transmission bloc-à-bloc: test et exécution de programmes longs

Les programmes d'usinage nécessitant plus de capacité mémoire que n'en contient la TNC peuvent être transmis "bloc-à-bloc" à partir d'une mémoire externe.

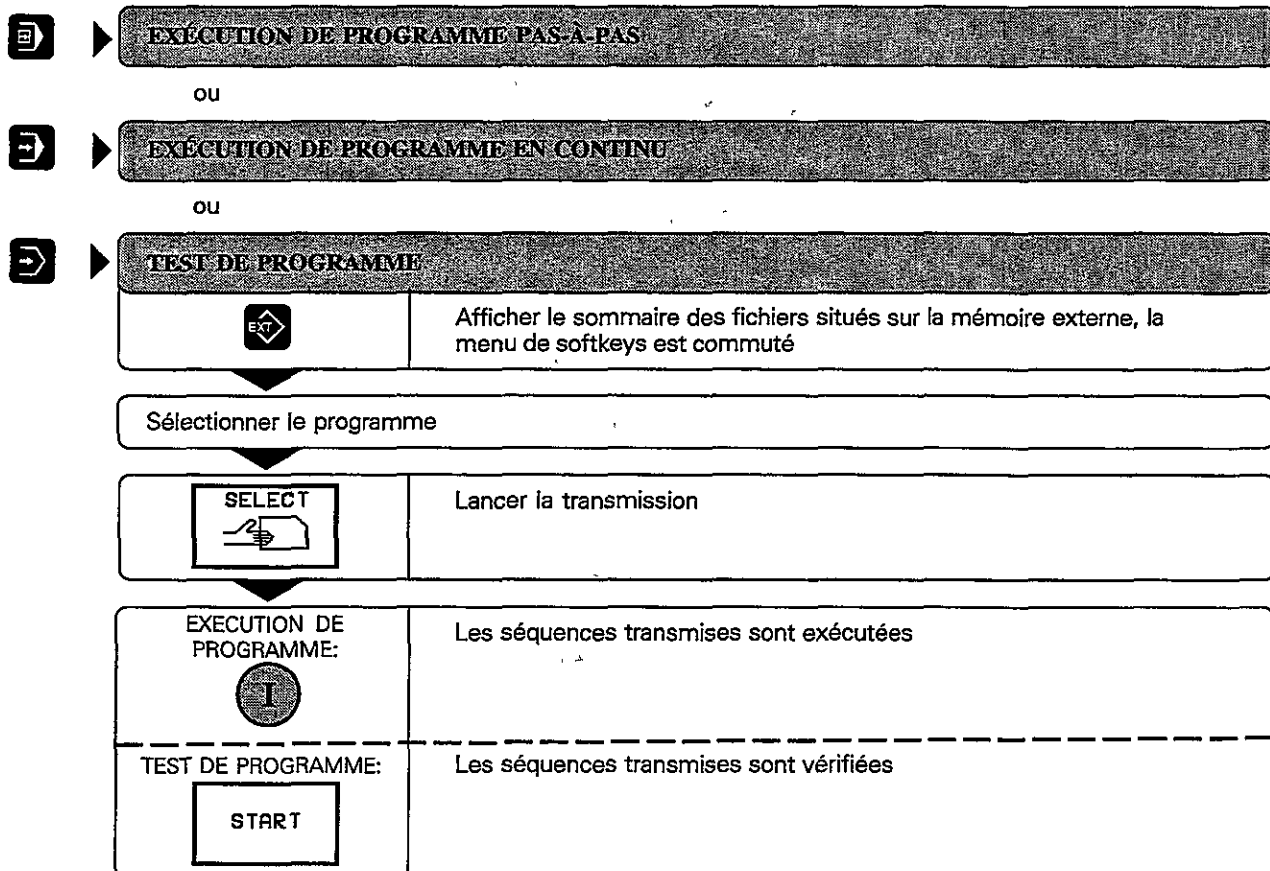
Les séquences de programmes sont transmises via l'une des interfaces de données d'une unité à disquettes ou d'un PC vers la TNC, puis effacées dans la TNC après qu'elles aient été exécutées (les conversions de coordonnées restent actives même si la définition du cycle a été effacée).

Préparation:

- Préparer l'interface de données
- Configurer l'interface avec la fonction MOD (cf. page 10-4) RS 232/422-SETUP
- Si la transmission a lieu à partir d'appareils externes (PC), régler l'interface entre la TNC et le PC (cf. p. 9-5 et 11-2)
- Conditions requises pour la transmission:
 - Numéro de séquence le plus élevé: 99999999; toutefois les numéros peuvent se répéter à volonté
 - Le programme ne contient pas de sous-programme
 - Le programme ne contient pas de répétition de partie de programme
 - Des programmes appelés dans un programme qui est transmis sont sélectionnés dans la mémoire de la TNC (état M)

EXECUTION PGH			TEST DU PROGRAMME	
EN CONTINU			WOK DE FICHIER	*.H
ERREUR				
RS232/FE1: *.H				
1	.H	1		
11	.H	1		
2	.H	1		
3	.H	3		
3507	.H	1		
3515	.H	2		
3517	.H	1		
3518	.H	1		
3DFILTER	.H	2		
3DHAT	.H	2		
3DPROP	.H	3		
4	.H	1		
33 FICHIER(S) 614 SECTEURS LIBRE				
PAGE	PAGE	SELECT	SELECT	END
↑	↓	↩	TYPE	

Fig. 3.1: L'écran de la TNC lors de la transmission bloc-à-bloc



En cas d'interruption de la transmission, appuyer à nouveau sur la touche START.

3.4 Transmission bloc-à-bloc: Test et exécution de programmes longs

Passer outre certaines séquences

En transmission bloc-à-bloc, la TNC peut passer outre certaines séquences pour aller jusqu'à un numéro de séquence au choix. Ces séquences seront ensuite prises en compte lors d'une exécution ou d'un test de programme.

Sélectionner le programme et lancer la transmission



Ex.

1 5 0

ENT

Introduire le numéro de séquence jusqu'à laquelle les séquences doivent être omises, ex. 150

EXECUTION DE PROGRAMME:



Exécuter les séquences à partir de la séquence suivant le numéro de séquence sélectionné

TEST DE PROGRAMME:

START

Vérifier les séquences à partir de la séquence suivant le numéro de séquence sélectionné



La mémoire utilisée pour la transmission bloc-à-bloc peut être définie à l'aide du paramètre machine 7228 (cf. p. 11-11). Ceci permet d'éviter que la mémoire de programme ne soit saturée et qu'une programmation parallèle ne soit plus possible.

Une alternative consiste à rentrer dans un programme mémorisé sur un support externe par l'amorce de séquence. Pour cela, vous écrivez un petit programme à partir duquel vous appelez le programme mémorisé sur le support externe à l'aide de la fonction CALL PGM EXT (cf. p. 6-8).

Exemple: Vous desirez rentrer dans la séquence 12834 du programme GEH35K1 situé sur le support externe. Procédez de la manière suivante:

- Elaborez le petit programme suivant:
 %AMORCE G71
 N10 % EXT:GEH35K1
 N99999 %AMORCE G71
- En mode EXECUTION DE PROGRAMME EN CONTINU, sélectionnez le programme AMORCE
- Sélectionnez la fonction amorce de séquence et introduisez au niveau de AMORCE DE SEQUENCE JUSQU'A le numéro de séquence correspondant, par ex. 12834 et au niveau de PROGRAMME, le programme correspondant, par ex. GEH35K1.
- Lancez l'amorce de séquence avec START CN

4 Programmation

4.1 Elaboration de programmes d'usinage 4-2

Structure d'un programme	4-2
Fonctions d'édition	4-3

4.2 Outils 4-5

Définition des données de l'outil	4-5
Surépaisseurs pour longueurs et rayons – valeurs Delta	4-6
Introduire les données d'outil dans le programme	4-7
Introduire les données d'outil dans les tableaux	4-8
Données d'outil dans les tableaux	4-10
Tableau d'emplacements pour le changeur d'outils	4-12
Appeler les données de l'outil dans le programme	4-13
Changement d'outil	4-13
Changement d'outil automatique: M101	4-14

4.3 Valeurs de correction d'outil 4-15

Effet des valeurs de correction	4-15
Correction du rayon d'outil	4-15
Usinage des angles	4-17

4.4 Ouverture de programme 4-18

Définition de la pièce brute – BLK FORM	4-18
Ouvrir un nouveau programme d'usinage	4-19

4.5 Introduction des données d'outil 4-21

Avance F	4-21
Vitesse de rotation broche S	4-22

4.6 Introduction d'une fonction auxiliaire et d'un arrêt d'exécution de programme 4-23

4.7 Prise en compte de la position effective 4-24

4.8 Marquage des séquences à omettre 4-25

4.9 Fichiers-texte 4-26

Rechercher des parties de texte	4-28
Effacer et réinsérer des signes, mots et lignes	4-29
Traitement de blocs de texte	4-30

4.10 Elaboration de fichiers de palettes 4-32

4.11 Insertion de commentaires dans le programme 4-34

Commenter immédiatement des séquences de programme	4-34
--	------

4 Programmation

En mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME, les fichiers sont (cf. page 1-30):

- créés
 - complétés
 - modifiés
- etc.

Ce chapitre décrit les fonctions de base et données d'introduction qui ne permettent pas encore la réalisation de contournages.
Les données d'introduction géométrique permettant l'usinage de la pièce sont explicitées dans le chapitre suivant.

4.1 Elaboration de programmes d'usinage

Structure d'un programme

Un programme d'usinage est composé de séquences d'usinage.
Les séquences sont numérotées par la TNC selon un ordre chronologique croissant. L'incrément de numérotation des séquences est défini dans le paramètre PM 7220 (cf. p. 11-7). Les séquences comprennent des éléments d'informations appelés „mots“.

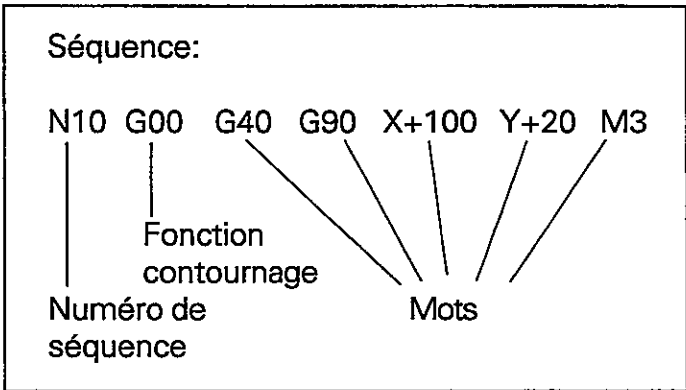


Fig. 4 1: Les séquences de programme sont composées de mots contenant des informations

Fonction	Touche
• Poursuivre le dialogue	ENT
• Passer outre une question de dialogue	NO ENT
• Clôre une séquence	END
• Effacer une séquence/un mot	DEL

Fonctions d'édition

Lors de l'édition, les instructions et informations sont introduites dans la TNC, complétées ou modifiées.

Au cours de ces opérations, la TNC permet:



- l'introduction des données au moyen du clavier
- la sélection ciblée de séquences et des données de séquence
- l'insertion et l'effacement de séquences et de données de séquence
- la correction de valeurs et d'instructions mal introduites
- l'effacement simple de messages de la TNC

Données d'introduction



Les nombres, axes de coordonnées et corrections de rayon sont introduits directement à partir du clavier. Les signes peuvent être définis avant, pendant et après l'introduction d'un nombre.

Sélection de séquences et de données de séquence



- Appeler une séquence portant un numéro donné

 Ex. 1 0 	Séquence numéro 10 dans le champ clair
---	--



- Sauter d'une séquence à une autre



 ou 	Appuyer sur les touches fléchées verticales
--	---

- Sélectionner diverses données à l'intérieur de la séquence

 ou 	Appuyer sur les touches fléchées horizontales
--	---




- Sélectionner les mêmes données à l'intérieur de séquences différentes



 ou 	Sélectionner la donnée à l'intérieur de la séquence
--	---

 ou 	Afficher les mêmes données à l'intérieur d'autres séquences
--	---

Insérer des séquences

Il est possible d'insérer des séquences de programme supplémentaires à la suite de n'importe quelle séquence (excepté de la séquence N99999).

 ou  / 	Sélectionner la séquence
--	--------------------------

 Ex. 3 5 	Programmer la nouvelle séquence
---	---------------------------------







Modifier ou insérer une donnée de séquence

Les données sur lesquelles se positionne le champ clair peuvent être modifiées à volonté en écrasant l'ancienne valeur avec la nouvelle.

Après la modification, soit la séquence est positionnée hors du champ clair à l'aide des touches fléchées horizontales, soit la modification est validée avec END.

Il est possible d'insérer d'autres mots après coup. À l'aide des touches fléchées horizontales, le champ clair doit être positionné dans la séquence à l'intérieur de laquelle les mots doivent être insérés.

Effacer des séquences ou données de séquence

Fonction	Touche
• Positionner le nombre dans le champ clair sur zéro	
• Effacer une valeur numérique erronée	
• Effacer un message d'erreur non clignotant	
• Effacer une donnée de séquence sélectionnée	
• Effacer une séquence sélectionnée	
• Effacer des parties de programme: Sélectionner auparavant la dernière séquence de la partie de programme à effacer.	

4.2 Outils

Chaque outil est désigné par son numéro.

A chaque numéro d'outil correspondent les données de l'outil

- Longueur L
- Rayon R.

Il existe deux manières d'introduire les données de l'outil dans le programme:

- Introduire dans le programme les données d'outil correspondant à chaque outil pris séparément: séquences G99
- Introduire les données d'outils correspondant à tous les outils, de manière globale dans un tableau: Fichiers de type .T

La TNC tient compte des données d'outil lorsque l'outil est appelé par son numéro.

Plusieurs fonctions auxiliaires ont une incidence sur l'utilisation d'un outil (cf. p.12-14).

Définition des données de l'outil

Numéro d'outil

Chaque outil est désigné par un numéro entre 0 et 254.

Lorsque les données d'outil sont introduites dans le programme, l'outil de numéro 0 est défini par $L = 0$ et $R = 0$. A l'intérieur de tableaux d'outils, T0 doit également être défini par $L = 0$ et $R = 0$.

Rayon d'outil R

On introduit directement le rayon de l'outil.

Longueur d'outil L

La valeur de correction de longueur d'outil est définie

- par la différence entre la longueur de l'outil et celle de l'outil zéro, ou
- à l'aide d'un appareil de préréglage

Lorsque les longueurs d'outils sont définies à l'aide d'un appareil de préréglage, elles sont alors introduites dans la définition d'outil sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des conversions.

Surépaisseurs pour longueur et rayon - Valeurs Delta

Des valeurs Delta pour la longueur et le rayon d'outil peuvent être introduites dans les tableaux d'outil.

- Valeur Delta positive - surépaisseur
- Valeur Delta négative - réduction d'épaisseur

Exemple

- Réduction d'épaisseur dans le tableau d'outils pour l'usure

On introduit comme valeurs Delta des valeurs numériques ou la valeur 0. Les surépaisseurs ou réductions d'épaisseur ne doivent pas excéder $\pm 99,999$ mm

Définition de la longueur d'outil avec l'outil zéro

Signe pour la longueur d'outil L:

- $L > L_0$ La longueur de l'outil est supérieure à celle de l'outil zéro
- $L < L_0$ La longueur de l'outil est inférieure à celle de l'outil zéro

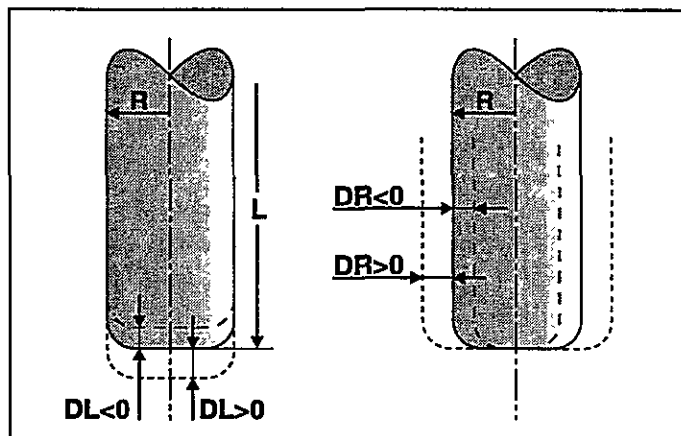


Fig. 4.2: Surépaisseurs DL, DR pour fraise à rayon d'angle

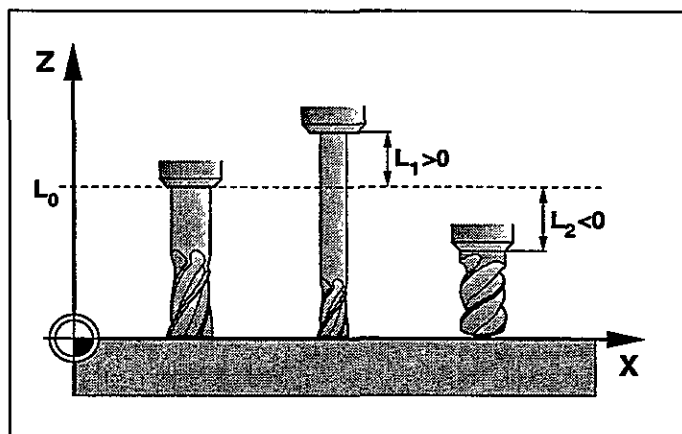


Fig 4.3. Définition de la longueur d'outil comme différence de longueur par rapport à l'outil zéro

Déplacer l'outil zéro à la position de référence dans l'axe d'outil (par ex. surface de l'outil avec $Z = 0$)

Si nécessaire: Initialiser à zéro le point de référence dans l'axe d'outil

Changer l'outil

Déplacer l'outil à la même position de référence que celle de l'outil zéro

La valeur de correction pour la longueur L de l'outil s'affiche

Noter la valeur pour la réintroduire ultérieurement

Prendre en compte la valeur avec la fonction TNC "Prise en compte position effective" (cf. page 4-24)

Introduire les données d'outil dans le programme

Pour chaque outil, les données d'outil peuvent être introduites une fois dans le programme d'usinage:

- Numéro d'outil
- Valeur de correction de longueur d'outil L
- Rayon d'outil R

Introduire les données d'outil dans une séquence de programme

G 99 ENT ▶

NUMERO D'OUTIL	
z.B. 5 ENT	Affecter un numéro à l'outil, par exemple 5
LONGUEUR D'OUTIL L	
10 ENT	Introduire une valeur de correction pour la longueur d'outil, par exemple L = 10mm
RAYON D'OUTIL R	
z.B. 5 ENT	Introduire le rayon de l'outil, par exemple R = 5mm

Séquence CN: par ex. G99 T5 L+10 R+5



La longueur d'outil L peut être prélevée directement dans la définition d'outil à l'aide de la fonction "Prise en compte de position effective" (cf. p. 4-24).

Introduire les données d'outil dans les tableaux

Dans les tableaux d'outils les données de tous les outils sont introduites de manière globale. On sélectionne le nombre d'outils par tableau (0 à 254) au moyen du paramètre-machine PM 7260.

Un changement automatique d'outil implique que les données d'outils soient inscrites dans les tableaux.

Les tableaux d'outils disposent de fonctions d'édition spéciales.

Différences entre les tableaux d'outils

Le tableau d'outils TOOL.T

- est utilisé pour les opérations d'usinage
- est édité dans un mode Exécution de programme

Tous les autres tableaux d'outils

- sont utilisés pour le test et l'archivage de programmes
- sont édités dans le mode de fonctionnement MEMORISATION/ EDITION DE PROGRAMME

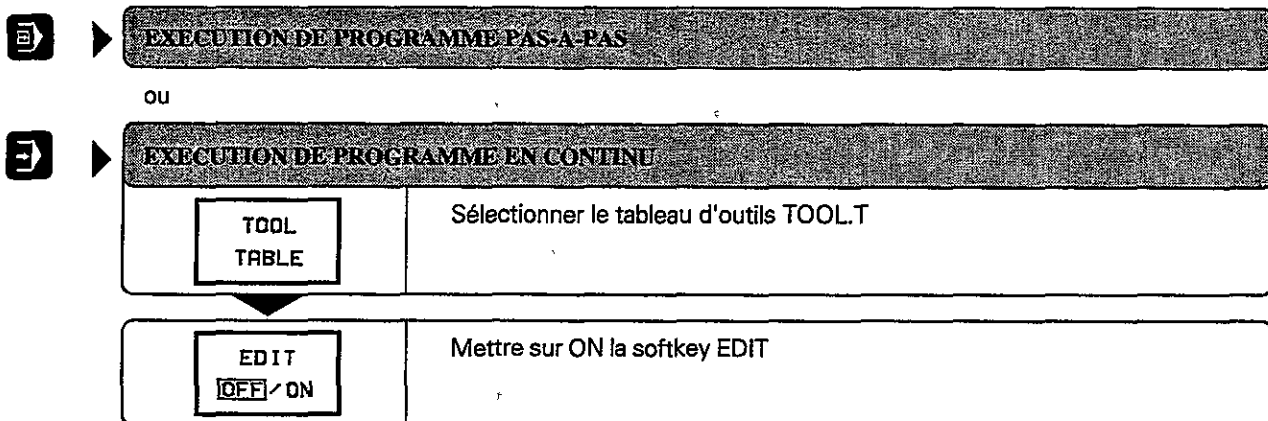
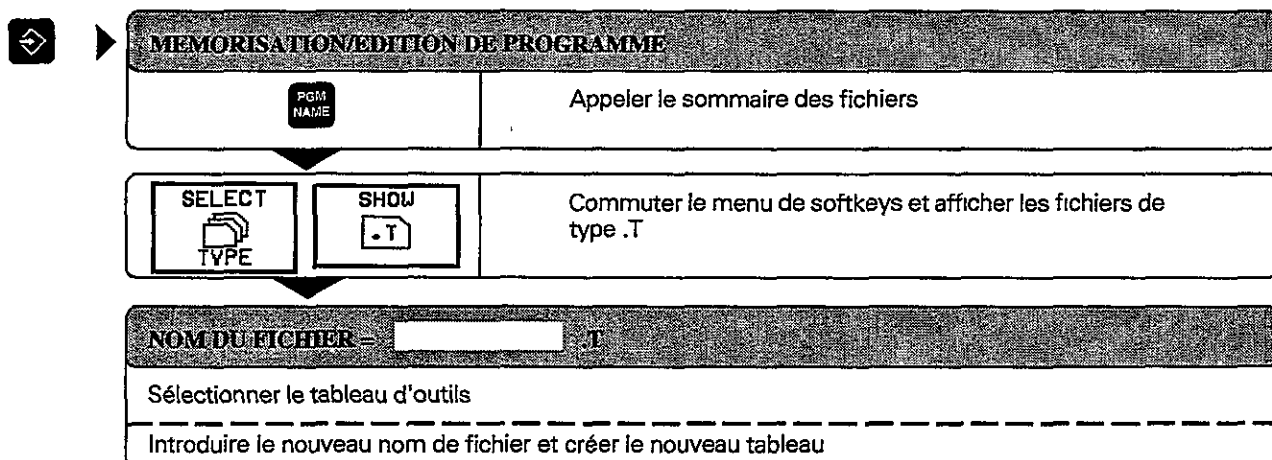


Lorsque les tableaux d'outils destinés à une exécution de programme sont copiés après TOOL.T, TOOL.T sera surchargé.

Fonctions d'édition dans les tableaux d'outils

Les fonctions suivantes facilitent l'élaboration et la modification de tableaux d'outils:

Fonction	Touche/softkey
<ul style="list-style-type: none"> • Décaler le champ clair 	
<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner le début/la fin des tableaux 	<div>BEGIN TABLE</div> / <div>END TABLE</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner la page suivante/précédente dans les tableaux 	<div>PAGE ↓</div> / <div>PAGE ↑</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner le début de la ligne suivante 	<div>NEXT LINE</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Chercher le nom de l'outil dans le tableau d'outils 	<div>FIND TOOL NAME</div>

Editer un tableau d'outils TOOL.T**Editer un tableau d'outils au choix (excepté TOOL.T)**

Données d'outil dans les tableaux

Les informations suivantes peuvent être introduites dans les tableaux d'outils:

- Rayon d'outil et longueur d'outil: R, L
- Rayon de courbure de la pointe de l'outil, seulement pour correction d'outil tridimensionnelle et représentation graphique de l'usinage avec fraise à crayon. Représentation graphique de l'usinage avec fraise à crayon: introduire $R2 = R$.
- Surépaisseurs (valeurs Delta) pour rayons d'outil et longueurs d'outil: DR, DR2, DL
- Nom d'outil: NAME
- Durée d'utilisation max. et actuel: TIME1, TIME2, CUR.TIME
- Numéro d'un outil-jumeau: RT
- Blocage d'outil: TL
- Commentaire concernant l'outil: DOC
- Nombre de dents pour l'étalement de l'outil
- Tolérance admissible pour la longueur d'outil lors de l'étalement d'outil automatique
- Tolérance admissible pour le rayon d'outil lors de l'étalement d'outil automatique
- Direction de la dent pour l'étalement d'outil en dynamique.

Un paramètre utilisateur général (MP7266) définit les données qui doivent être introduites dans le tableau d'outils ainsi que leur ordre à l'intérieur de celui-ci.

L'ordre chronologique des informations dans le tableau d'outils représenté ci-contre a été choisi volontairement.

Lors qu'un tableau ne peut être affiché simultanément avec toutes ses informations, la TNC affiche dans la ligne avec le nom du tableau un symbole '>>' ou '<<'.</p>
</div>
<div data-bbox="545 94 911 291" data-label="Table>
<table>
<tr>
<th colspan="10">EDITER TABLEAU D'OUTILS</th>
<th colspan="2">MEMORISATION</th>
</tr>
<tr>
<th colspan="10">LONGUEUR OUTIL POUR SUREP. ?</th>
<th colspan="2">PROGRAMME</th>
</tr>
<tr>
<th>N°</th>
<th>R</th>
<th>L</th>
<th>DR</th>
<th>DR2</th>
<th>DL</th>
<th>NAME</th>
<th>TIME1</th>
<th>TIME2</th>
<th>CUR.TIME</th>
<th>RT</th>
<th>TL</th>
</tr>
<tr>
<td>0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>+0</td>
<td>+5</td>
<td>+0,25</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0,01</td>
<td>10</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>-25,60</td>
<td>+25</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>-5,600</td>
<td>+16</td>
<td>+0</td>
<td>+0,1</td>
<td>+0</td>
<td></td>
<td>L 15</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>-2,500</td>
<td>+10</td>
<td>+1</td>
<td>+0,1</td>
<td>+0,01</td>
<td></td>
<td>16</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td>+0</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="12"></td>
<td colspan="2"></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">EFF.</td>
<td>X</td>
<td colspan="3">-89,874</td>
<td>Y</td>
<td colspan="3">+96,416</td>
<td colspan="2"></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2"></td>
<td>Z</td>
<td colspan="3">-29,345</td>
<td>C</td>
<td colspan="3">+151,494</td>
<td colspan="2"></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2"></td>
<td>B</td>
<td colspan="3">+25,750</td>
<td colspan="2"></td>
<td colspan="4"></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">T</td>

Abreviation	Données d'introduction	Dialogue
T	Numéro avec lequel l'outil est appelé dans le programme	–
NAME	Nom avec lequel l'outil est appelé dans le programme	NOM DE L'OUTIL ?
L	Valeur de correction pour la longueur d'outil	LONGUEUR D'OUTIL L ?
R	Rayon d'outil R	RAYON D'OUTIL ?
R2	Rayon d'outil R2 de la fraise à crayon pour usinage des angles (seulement avec correction de rayon tridimensionnelle ou graphisme d'usinage avec fraise à crayon)	RAYON D'OUTIL 2 ?
DL	Valeur Delta pour la longueur d'outil	SUREP. LONGUEUR D'OUTIL ?
DR	Valeur Delta pour le rayon d'outil R	SUREP. RAYON D'OUTIL ?
DR2	Valeur Delta pour le rayon d'outil R2	SUREP. RAYON D'OUTIL 2 ?
TL	Bloquer l'outil (TL : anglais Tool Locked =outil bloqué)	OUTIL BLOQUE
RT	Numéro d'un outil-jumeau –s'il existe– en tant qu'outil de rechange (RT : de l'anglais Replacement Tool = outil de rechange); cf. également TIME2	OUI=ENT/NON=NO ENT OUTIL-JUMENT ?
TIME1	Durée d'utilisation max. de l'outil, en minutes: Cette fonction dépend de la machine. Elles sont décrites dans le manuel d'utilisation de la machine.	DUREE D'UTILISATION MAX. ?
TIME2	Durée d'utilisation max. de l'outil pour TOOL CALL exprimé en minutes: Si la durée d'utilisation actuelle atteint ou dépasse cette valeur, la TNC installe l'outil-jumeau lors du prochain TOOL CALL (cf. également CUR.TIME)	DUREE D'UTILISATION MAX. AVEC TOOL CALL ?
CUR.TIME	Durée d'utilisation actuelle de l'outil en minutes: La TNC décompte automatiquement la durée d'utilisation actuelle (CUR.TIME : de l'anglais CUR rent TIME = temps actuel/ en cours). Pour les outils déjà utilisés, il est possible d'introduire un temps alloué.	DUREE UTILISATION ACTUELLE ?
DOC	Commentaire sur l'outil (jusqu'à 16 caractères)	COMMENTAIRE SUR OUTIL ?
CUT.	Nombre de dents de l'outil pour l'étalonnage automatique de l'outil (20 dents max.)	NOMBRE DE DENTS ?
LTOL	Ecart admissible pour la longueur d'outil L dans l'étalonnage d'outil automatique. Si la valeur est dépassée, la TNC bloque l'outil (état L). Plage d'introduction: 0 à 0.9999 mm	TOLERANCE LONGUEUR D'OUTIL ?
RTOL	Ecart admissible pour le rayon d'outil R dans l'étalonnage d'outil automatique. Si la valeur est dépassée, la TNC bloque l'outil (état L). Plage d'introduction: 0 à 0.9999 mm	TOLERANCE RAYON D'OUTIL ?
DIRECT.	Direction de la dent de l'outil pour l'étalonnage dynamique de l'outil	DIRECTION (M3 = –)

Fig. 4.6: Données contenues dans les tableaux d'outils

Tableau d'emplacements pour le changeur d'outils

Pour réaliser un changement automatique d'outils, on programme un tableau **TOOL_P** (de l'anglais **TOOL Pocket** = Emplacement d'outil) dans un mode de fonctionnement Exécution de programme. La softkey **NEW POCKET TABLE** ou encore **RESET POCKET TABLE** permet d'effacer ou de créer un tableau d'emplacements.

Le tableau d'emplacements peut être lu ou restitué directement via l'interface de données, tout comme un tableau d'outils (cf. page 4-10)

EDITOR TABLEAU D'OUTILS				EDITOR TABL D'OUTILS	
PLACE BLOQUEE OUI=ENT/NON=NOENT					
0	S	%11010001			
1	L	%00000000			
2	S F	%01011000			
3	S F L	%00000000			
4		%00000000			
5	L	%11010010			
6		%00000000			
EFF.		<input checked="" type="checkbox"/>	+61,411	Y	+58,924
		Z	+28,567	C	+73,994
T		<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	F 0		M 5/9
BEGIN TABLE	END TABLE	PAGE ↓	PAGE ↑	RESET POCKET TABLE	EDIT OFF <input checked="" type="checkbox"/>
				NEXT LINE	TOOL TABLE

Fig. 4.7: Tableau d'emplacements pour le changeur d'outils

Sélectionner un tableau d'emplacements

TOOL TABLE	Sélectionner le tableau d'outils
POCKET TABLE	Sélectionner le tableau d'emplacements (de l'anglais POCKET TABLE)
EDIT <input checked="" type="checkbox"/> OFF / ON	Mettre sur ON la softkey EDIT

Editer le tableau d'emplacements

Abréviation	Données d'introduction	Dialogue
P	Numéro d'emplacement de l'outil dans le magasin	—
T	Numéro de l'outil	NUMERO D'OUTIL
F	Charger l'outil toujours à la même place dans le magasin (F: de l'anglais Fixed = fixe/défini)	EMPLACEMENT DEFINI OUI = ENT / NON = NOENT
L	Bloquer l'emplacement (L: de l'anglais Locked = bloqué)	EMPLACEMENT BLOQUE OUI = ENT / NON = NOENT
ST	L'outil est un outil spécial (ST: de l'anglais Special Tool = outil spécial); Introduire le nombre d'emplacements qui doivent être bloqués dans le magasin d'outils avant et après l'outil spécial	OUTIL SPECIAL
PLC	Information concernant cet outil et devant être transmise à l'automate	ETAT AP

Appeler les données de l'outil dans le programme

Dans la séquence CN avec T, il est possible de programmer :

- Numéro de l'outil, paramètre Q
- Plan d'usinage avec G17/G18 ou G19
- Vitesse de rotation broche S

Appeler les données de l'outil

T ▶ NUMERO D'OUTIL?	
Ex. 5	Introduire le numéro de l'outil tel que défini dans le tableau d'outils ou dans une séquence „G99”, par ex. 5
G17	Sélectionner l'axe de broche Z
S500 END □	Introduire la vitesse de rotation broche, par ex. S = 500 tours/min.

Séquence CN: ex. T5 G17 S500

Présélection dans les tableaux d'outils

Si l'on utilise les tableaux d'outils, on présélectionne avec G51 l'outil qui doit être appelé par la suite.
Il suffit d'introduire le numéro de l'outil ou un paramètre Q correspondant.

Changement d'outil

Changement d'outil automatique

Lors d'un changement d'outil automatique, la TNC gère l'échange de l'outil bridé par un autre outil provenant du magasin d'outil. L'exécution de programme n'est pas interrompue.

Changement d'outil manuel

Avant le changement d'outil manuel, la broche est arrêtée et l'outil amené à la position du changement d'outil. Processus:

- Aller à la position de changement d'outil (position éventuellement programmée)
- Interrompre l'exécution du programme (cf. p. 3-5)
- Changer l'outil
- Poursuivre l'exécution de programme (cf. p. 3-6)

Position de changement d'outil

Une position de changement d'outil doit être située à côté ou au-dessus de la pièce à usiner pour pouvoir être abordée sans risque de collision. Les coordonnées de la position de changement d'outil peuvent être introduites également en fonction de la machine à l'aide des fonctions auxiliaires M91 et M92 (cf. p. 5-39).

Si l'on programme T0 avant le premier appel d'outil, la TNC déplace le cône de bridage sur l'axe de broche à une position indépendante de la longueur d'outil.



Lorsqu'une correction linéaire positive est active avant T0, la distance à la pièce est réduite.

Changement d'outil automatique: M101**Comportement standard – sans M101**

Lors de l'usinage, lorsque l'outil atteint la durée d'utilisation max. (TIME1), la TNC intègre un marqueur. Le constructeur de la machine définit ce qui doit alors se passer (cf. Manuel de la machine).

Changement d'outil automatique – avec M101

Lors de l'usinage, la TNC procède automatiquement au changement de l'outil-jumeau dans le cas où la durée d'utilisation de l'outil est atteinte (TIME1 ou TIME2). Néanmoins, la procédure de changement d'outil n'est pas enclenchée immédiatement après écoulement de la durée d'utilisation; elle intervient le cas échéant et selon le volume des calculs en cours, quelques séquences CN plus tard..

Durée de l'effet

M101 est annulée au moyen de M102.

Séquences CN standard avec correction de rayon G40, G41, G42

Le rayon de l'outil-jumeau doit être égal au rayon de l'outil d'origine. Si les rayons ne sont pas égaux, la TNC affiche un message d'erreur et ne procède pas au changement de l'outil.

4.3 Valeurs de correction d'outil

Pour chaque outil, la TNC prend en compte la valeur de correction de la longueur d'outil dans l'axe de broche et du rayon d'outil dans le plan d'usinage.

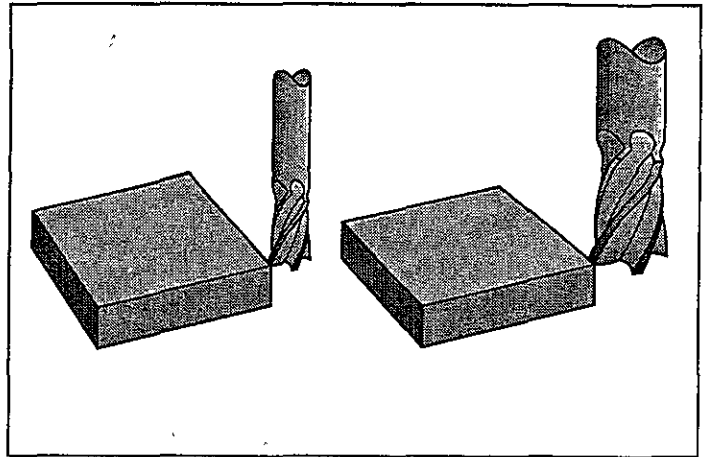


Fig. 4.8: La TNC prend en compte de la longueur et du rayon de l'outil

Effet des valeurs de correction

Longueur d'outil

La valeur de correction devient active automatiquement dès qu'un outil est appelé et déplacé dans l'axe de broche.

Pour annuler la correction de longueur, il suffit d'appeler un outil de longueur $L = 0$.



Lorsqu'une correction de longueur positive est active avant T0, la distance à la pièce est réduite.
Lors d'un déplacement G91 de l'axe d'outil après une séquence T, il y a déplacement en fonction de la valeur programmée et également en fonction de la différence entre la longueur de l'ancien et du nouvel outil.

Rayon d'outil

Une correction de rayon devient active dès qu'un outil est appelé et déplacé dans le plan d'usinage avec G41 ou G42.

Pour annuler une correction de rayon, il suffit de programmer une séquence de positionnement avec G40.

Correction du rayon d'outil

Un déplacement d'outil peut être programmé de la manière suivante:

- sans correction de rayon: G40
- avec correction de rayon: G41 ou G42
- déplacements paraxiaux avec G43 ou G44

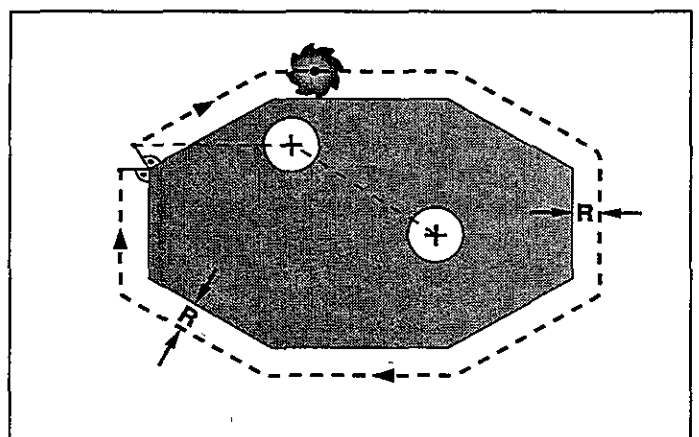


Fig. 4.9: Contour programmé (—, +) et Déplacement de l'outil (---)

Trajectoire sans correction de rayon: G40

Le centre de l'outil se déplace sur la trajectoire programmée.

Domaines d'applications:

- Perçage
- Prépositionnement

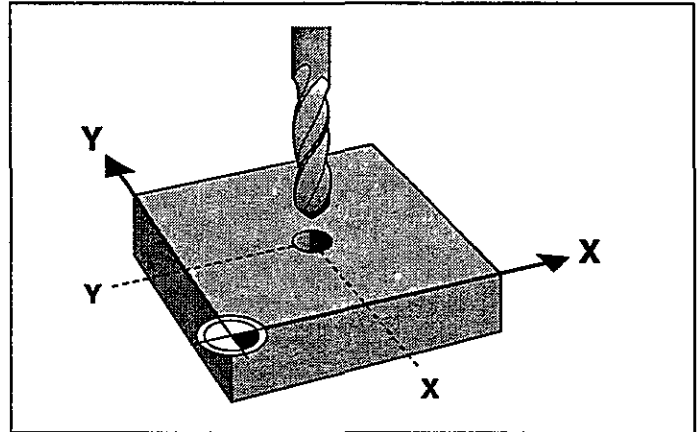


Fig. 4.10: Les positions de perçage sont abordées sans correction de rayon

Trajectoire avec correction de rayon G41, G42

Le centre de l'outil se déplace à droite (G42) ou à gauche (G41) du contour programmé, à une distance correspondant à la valeur de son rayon. La droite et la gauche se réfèrent au sens de déplacement de l'outil autour de la pièce apparemment immobile.

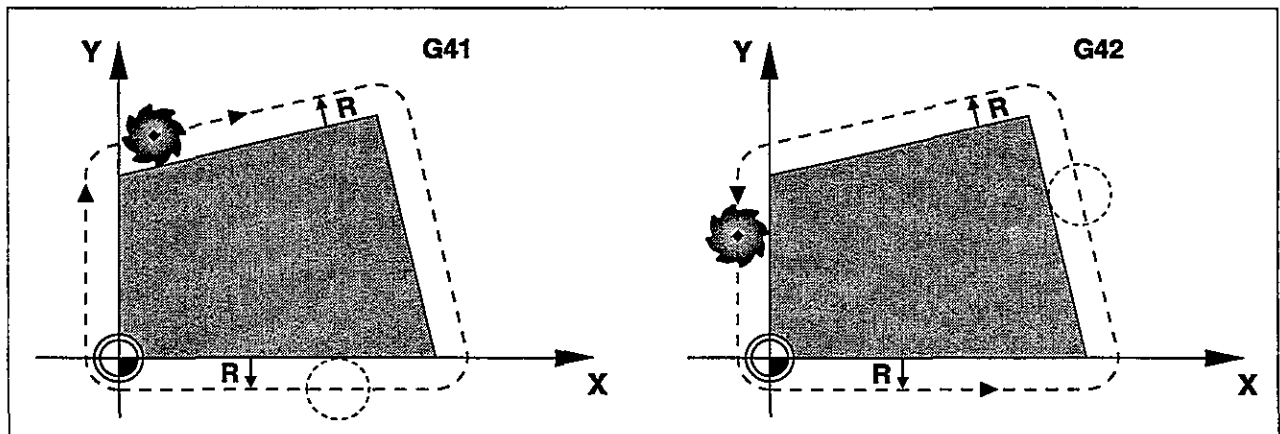


Fig. 4.11. Pour le fraisage, l'outil se déplace à gauche (G41) ou à droite (G42) du contour



- Au minimum une séquence sans correction de rayon (donc avec G40) doit séparer deux séquences de programme ayant une correction de rayon différente.
- Une correction de rayon est active en fin de séquence dans laquelle elle a été programmée pour la première fois.

Réduction et augmentation de courses parallèles aux axes G43, G44

Cette correction de rayon est maintenant effectuée pour des déplacements parallèles aux axes dans le plan d'usinage: Le déplacement programmé est diminué (G44) ou augmenté (G43) de la valeur du rayon d'outil.

Domaines d'applications:

- usinages parallèles aux axes
- parfois pour le prépositionnement de l'outil, par exemple avec le cycle G47 RAINURAGE



- on peut utiliser G43 et G44 lorsqu'une séquence de positionnement est programmée avec indication d'axe.
- Le constructeur de la machine a la possibilité de bloquer à l'aide d'un paramètre machine l'introduction de séquences de positionnement paraxiales.

Usinage des angles

Angles externes

La TNC guide l'outil dans les angles externes en suivant un cercle de transition pour la trajectoire de l'outil de telle sorte que l'outil redescend à la pointe de l'angle.

En cas de nécessité, l'avance F de l'outil est réduite automatiquement au passage des angles externes, par exemple lors de très importants changements de sens.

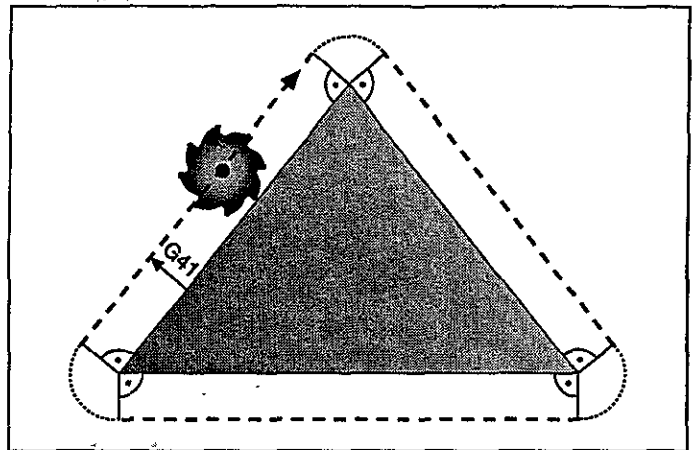


Fig. 4.12: L'outil redescend à la pointe de l'angle



Si l'on travaille sans correction de rayon, la fonction auxiliaire M90 a une incidence sur l'usinage des coins (cf. p. 5-36).

Angles internes

Aux angles internes, la TNC détermine le point d'intersection des trajectoires du centre de l'outil. Partant de ce point, elle guide l'outil le long de l'élément de contour suivant.

Ainsi, l'outil n'est pas endommagé au passage des angles internes.

Par conséquent, le rayon de l'outil ne peut pas être sélectionné suivant n'importe quelle dimension.

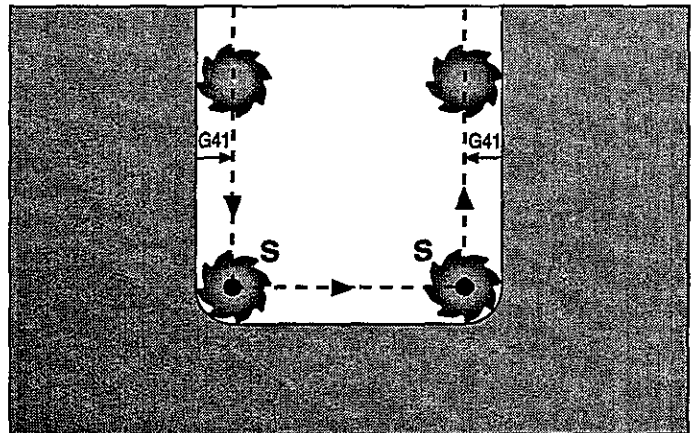


Fig. 4.13: Trajectoire de l'outil aux angles internes

4.4 Ouverture de programme

Définition de la pièce brute

Pour les représentations graphiques par la TNC, on définit une pièce non usinée de forme parallélépipédique. Les côtés ont une longueur max. de 30.000 mm et sont parallèles aux axes X, Y et Z.

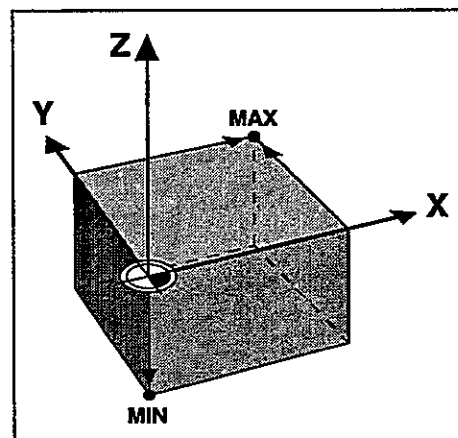


Fig. 4.14: Le point MIN et le point MAX définissent la pièce brute



Le rapport entre les longueurs des côtés doit être inférieur à 200:1.

Point MIN et point MAX

La pièce brute est définie à partir de deux de ses coins:

- Point MIN - la plus petite coordonnée X, Y, Z du parallélépipède;
Introduction en valeur absolue
- Point MAX - la plus grande coordonnée X, Y, Z du parallélépipède;
Introduction en valeur absolue ou incrémentale

Ouvrir un nouveau programme d'usinage

PGM NAME	Sélectionner la gestion de fichiers
Sélectionner, au choix, un fichier de type .I, par ex. OLD .I	
NOM DE FICHIER – OLD .I	
Ex. N E U ENT	Introduire le nom du nouveau fichier, par ex. NEU .I
MM = ENT / INCH = NO ENT	
ENT ou NO ENT	Unité de mesure dans le programme en mm (G71) ou en pouces (G70)
G 3 0	Fonction G pour l'introduction du point MIN
G 1 7	Définir l'axe d'outil: G17 correspond à Z
Ex. X 0 Y 0 Z 4 0 -/+ END <input type="checkbox"/>	Introduire les unes à la suite des autres les coordonnées en X, Y, et Z des points MIN; clôturer la séquence avec END
G 3 1	Fonction G pour l'introduction du point MAX
G 9 0	Introduction en valeur absolue ou
G 9 1	introduction en valeur incrémentale
Ex. X 1 0 0 Y 1 0 0 Z 0 END <input type="checkbox"/>	Introduire les unes à la suite des autres les coordonnées en X, Y, et Z des points MAX; clôturer la séquence avec END

4.4 Ouverture de programme

La partie du programme qui a été introduite s'affiche à l'écran de la TNC:

```
% NEU G71 *
```

Séquence 1: début du programme, nom, unité de mesure

```
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-40 *
```

Séquence 2: axe de broche, coordonnées du point MIN

```
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
```

Séquence 3: coordonnées du point MAX

```
N99999 % NEU G71 *
```

Séquence 4: fin du programme, nom, unité de mesure

Derrière le nom du programme, on trouve son unité de mesure (G71 = mm).

4.5 Introduction des données d'outil

Outre les données de l'outil ainsi que les corrections d'outil, il convient de programmer les autres données suivantes:

- Avance F
- Vitesse de rotation broche S
- Fonctions auxiliaires M

Les données d'introduction relatives à l'outil peuvent être définies au moyen de diagrammes (cf. page 12-18).

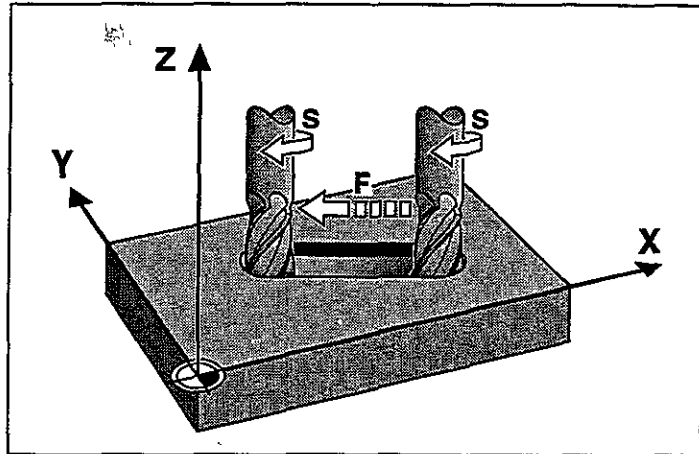


Fig. 4.15: Avance F et vitesse de rotation broche S de l'outil

Avance F

L'avance correspond à la vitesse en mm/min. (inch/min.) à laquelle le centre de l'outil se déplace sur sa trajectoire.

Plage d'introduction:

F = 0 à 30.000 mm/min. (300.000 mm/min. pour la TNC 425)

L'avance max. est définie pour chaque axe par paramètre machine.

Introduction



Ex.

100

Introduire l'avance F, par ex. F = 100 mm/min.

Avance rapide

On programme l'avance rapide directement à l'aide de la fonction G00.

Durée d'effet de l'avance F

L'avance introduite en valeur numérique reste active en cours d'exécution de programme jusqu'à la prochaine séquence contenant une nouvelle valeur d'avance.

Si la nouvelle avance est G00 (avance rapide), c'est la dernière avance programmée en valeur numérique qui est active après la dernière séquence avec G01.

Modification de l'avance F

L'avance de l'outil peut être modifiée au moyen du potentiomètre d'avance (cf. page 2-6).

Vitesse de rotation broche S

La vitesse de rotation broche S est introduite en tours par minute (t/min.).

Plage d'introduction:

S = 0 à 99.999 t/min.

Modification de la vitesse de rotation broche S dans le programme d'usinage



Ex.

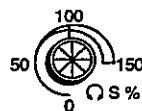
1 0 0 0



Introduire la vitesse de rotation broche S, par ex. 1000 t/min.

Séquence CN: par ex. T1 G17 S1000

Modification de la vitesse de rotation broche S en cours d'exécution de programme



Sur machines à entraînement de broche continu, la vitesse de rotation broche S peut être réglée au moyen du potentiomètre de broche.

4.6 Introduction d'une fonction auxiliaire et d'un arrêt de programme

Les fonctions auxiliaires de la TNC (fonctions M) gèrent:

- l'exécution de programme
- les fonctions de la machine
- le comportement de l'outil

Le dernier rabat de cette brochure comporte un sommaire des fonctions auxiliaires telles qu'elles sont définies dans la TNC. Ce tableau précise si une fonction est active au début ou à la fin de la séquence à l'intérieur de laquelle elle a été programmée.

Plusieurs fonctions M peuvent être programmées à l'intérieur d'une séquence CN si elles sont indépendantes les unes des autres. Répartition des groupes de fonctions M: cf. sommaire du dernier rabat de cette brochure.



Certaines machines comportent des fonctions auxiliaires non actives. En revanche, d'autres fonctions auxiliaires peuvent être définies par le constructeur de la machine.

Lorsque la commande atteint une séquence CN contenant la fonction G38, l'exécution ou le test de programme sont interrompus.

Lorsque l'on veut interrompre l'exécution ou le test de programme pour une durée déterminée, on utilise à cet effet le cycle G04: TEMPORISATION (cf. page 8-51).

4.7 Prise en compte de position effective

La fonction „prise en compte de position effective” permet de prendre en compte dans le programme d'usinage les coordonnées de la position d'outil. Cette fonction permet également de prendre en compte la longueur d'outil directement dans le programme.

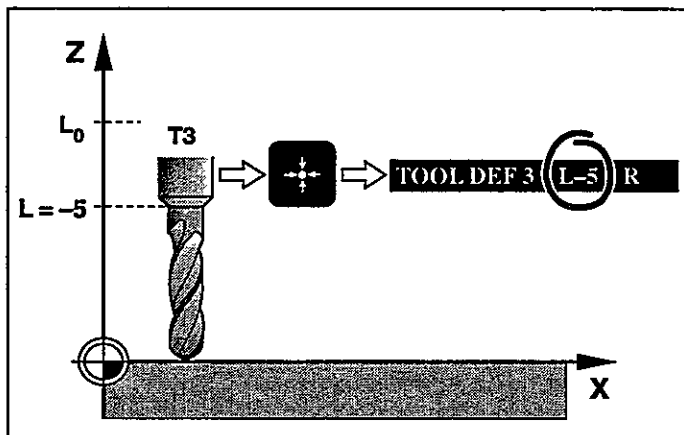


Fig 4.16: Prise en compte de la position effective dans la TNC

Prise en compte de la position effective



MODE MANUEL

Déplacer l'outil à la position qui doit être prise en compte



MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME

Sélectionner ou ouvrir la séquence de programme à l'intérieur de laquelle doit être prise en compte une coordonnée de la position effective de l'outil

Ex. **X**

Sélectionner l'axe sur lequel doit être prise en compte la coordonnée, par ex. axe X



Prendre en compte la coordonnée correspondant à la position effective de l'outil

Introduire la correction de rayon en fonction de la position de l'outil par rapport à la pièce

4.8 Marquage des séquences à omettre

Il est possible de marquer des séquences de programmes, permettant ainsi à la TNC de ne pas en tenir compte lors d'une exécution ou d'un test de programme (cf. page 3-10).

Marquer les séquences

Sélectionner la séquence qui ne doit pas toujours être exécutée



Marquer la séquence en son début avec le signe „/”



Les séquences contenant une définition d'outils avec G99 ne doivent pas être omises.

4.9 Fichiers-texte

La TNC permet d'introduire et de traiter des textes à l'aide d'un éditeur de texte.

Cas d'utilisation types:

- Conserver des valeurs en tant que documents
- Documenter des phases d'usinage
- Collecter des formules et tableaux de données de coupe

Seuls les fichiers de type .A (fichiers texte) peuvent être traités.

Si d'autres fichiers doivent être traités, il doivent avoir été tout d'abord convertis (cf. page 1-34).

Un fichier-texte est élaboré et modifié à partir du clavier. Il est possible de rechercher, effacer ou réinsérer des parties de texte données. Des parties de texte de dimension importante (blocs) peuvent être traitées de manière cohérente.

Ouvrir un fichier-texte

PGM NAME

MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME

SELECT

 TYPE

et

SHOW

 .A

Afficher les fichiers-texte (fichier de type .A)

NOM DE FICHIER =

.A

Ex. A B C

Introduire le nom du fichier-texte ABC et prendre en compte

ENT

Les informations suivantes apparaissent dans la fenêtre d'édition:

- **FICHER:** Nom du fichier-texte actuel
- **LIGNE:** Ligne sur laquelle se trouve actuellement le curseur
- **COLONNE:** Colonne sur laquelle se trouve actuellement le curseur
- **INSERT:** (de l'anglais = insérer) Un nouveau signe peut être inséré
- **OVERWRITE:** (de l'anglais = écrire sur) Un nouveau signe surcharge du texte existant ainsi perdu.

On commute entre INSERT et OVERWRITE à l'aide de la softkey située tout à gauche. Le mode de fonctionnement choisi apparaît en encadré.

EDITOR TAB. D'OUTILS	MEMORISATION PROGRAMME
<pre> 8 BEGIN PGM 3612 MM 1..... 2 BLK FORM 8.1 Z X-120 Y-80 Z-40 3 BLK FORM 8.2 X+50 Y+50 Z+0 4 TOOL DEF 1 L+0 R+5 1000 OUTIL 1 5 6 L Z+100 R0 F MAX M3 7 L X+0 Y+50 R0 F MAX 8 CC X+0 Y+0 9 FPOL X+0 Y+0 10 LP PR+35 PR+90 RL F500 11 FC DR- R36 CLSD+ CCK+0 CCV+0 </pre>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">INSERT OVERWRITE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">MOVE WORD >></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">MOVE WORD <<</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">PAGE ↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">PAGE ↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">BEGIN TEXT</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">END TEXT</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-weight: bold;">F IND</div> </div>	

Fig. 4.17. L'écran avec les fichiers-texte

Introduire un texte

Les données sont toujours introduites dans le texte, là où se trouve le curseur. Le curseur peut être décalé dans le texte au moyen des touches fléchées et des softkeys suivantes:

Fonction	Softkey
• Curseur décalé d'un mot vers la droite	MOVE WORD >>
• Curseur décalé d'un mot vers la gauche	MOVE WORD <<
• Curseur sur la page d'écran suivante du texte	PAGE ↓
• Curseur sur la page d'écran précédente du texte	PAGE ↑
• Curseur en début de fichier	BEGIN TEXT
• Curseur en fin de fichier	END TEXT

A partir du clavier alphabétique et du clavier numérique, il est possible d'introduire jusqu'à 77 signes pour chaque ligne d'écran.

Le clavier alphabétique comporte les touches de fonctions suivantes servant à l'édition:

Fonction	Touche
• Débuter une nouvelle ligne	RET
• Effacer un signe situé à gauche du curseur	EX
• Insérer des espaces	SPACE

Exemple:

Le texte suivant sera écrit dans le fichier ABC.A ouvert plus haut.

```

***TRAVAIL***
!! IMPORTANT:
USINER CAME (DEMANDER AU PATRON?!)
PROGRAMME 1375 .H; 80% OK
JUSQU'A MIDI

OUTILS
NE PLUS UTILISER TOOL 1
CONTROLLER TOOL 2
OUTIL-JUMENTU: TOOL 3
  
```

EDITOR TABL. D'OUTILS	MEMORISATION PROGRAMME
<pre> *** TRAVAIL *** !! IMPORTANT: USINER CAME (DEMANDER AU PATRON?!) PROGRAMME 1375.H; 80% OK JUSQU'AMIDI OUTILS NE PLUS UTILISER TOOL 1 CONTROLLER TOOL 2 OUTIL-JUMENTU: TOOL 3 (END) </pre>	
(INSERT) OVERWRITE	MOVE WORD >> MOVE WORD << PAGE ↓ PAGE ↑ BEGIN TEXT END TEXT FIND

Fig. 4.18: Affichage écran pour exemple ci-contre

Rechercher des parties de texte

La fonction de recherche est activable à partir de la softkey FIND dans le premier menu de softkeys qui comporte alors les fonctions suivantes:

FIND CURRENT WORD						EXECUTE	END
-------------------------	--	--	--	--	--	---------	-----

Chercher le texte actuel

Dans le fichier-texte, on cherche un mot correspondant au mot sur lequel se situe actuellement le curseur.

Exemple: Chercher le mot TOOL à l'intérieur du fichier ABC.A

Décaler le curseur jusqu'à ce qu'il soit sur le mot TOOL

FIND	Sélectionner la fonction de recherche
------	---------------------------------------

RECHERCHE TEXTE: TOOL	
FIND CURRENT WORD	Chercher le mot (TOOL)

Rechercher un texte quelconque

FIND	Sélectionner la fonction de recherche
------	---------------------------------------

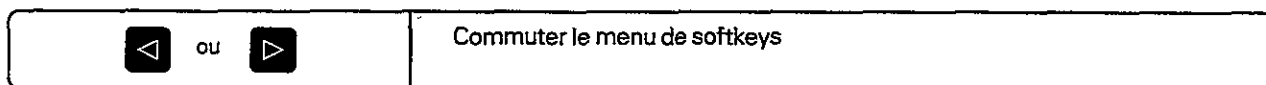
RECHERCHE TEXTE:	
Introduire le texte qui doit être recherché	

EXECUTE	Rechercher le texte
---------	---------------------

Quitter la fonction de recherche

END	Interrompre la fonction de recherche
-----	--------------------------------------

Effacer et réinsérer des signes, mots et lignes

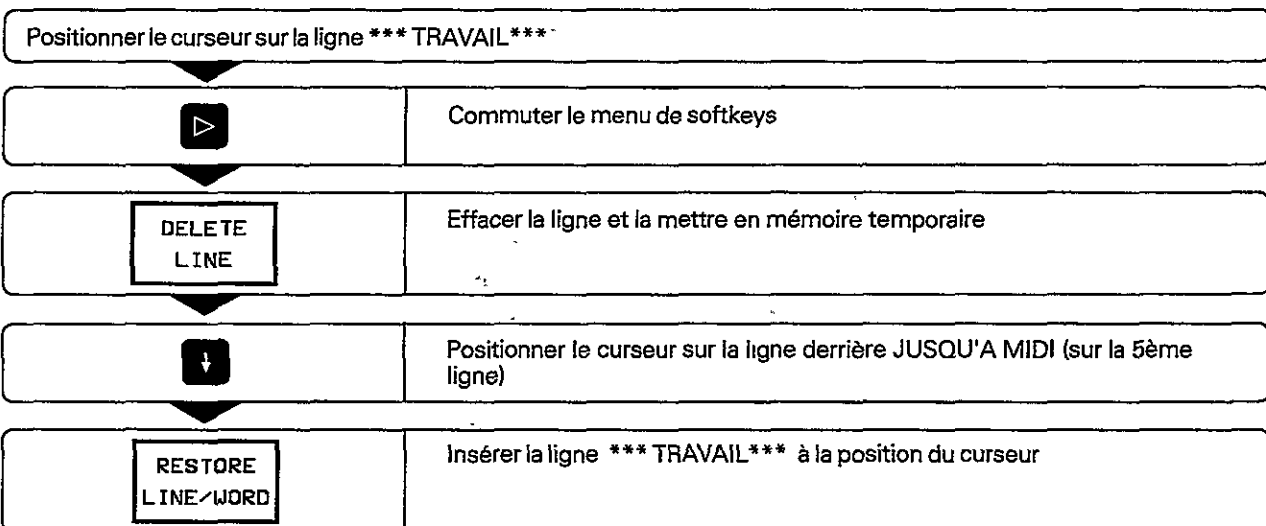


DELETE CHAR	DELETE WORD	DELETE LINE	RESTORE LINE/WORD				
----------------	----------------	----------------	----------------------	--	--	--	--

Les parties de texte et l'emplacement où un texte doit être inséré sont sélectionnés au moyen du curseur.

Fonction	Softkey
• Effacer le signe	DELETE CHAR
• Effacer le mot et le mettre en mémoire temporaire	DELETE WORD
• Effacer la ligne et la mettre en mémoire temporaire	DELETE LINE
• Après les avoir effacés, réinsérer le mot ou la ligne	RESTORE LINE/WORD

Exemple: Effacer la 1ère ligne du fichier ABC.A et la réinsérer derrière JUSQU'A MIDI

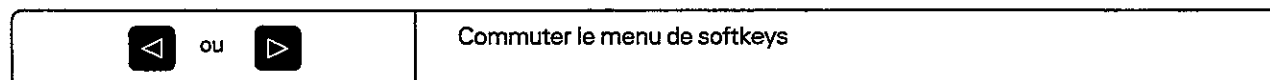


Les mots et lignes mis en mémoire temporaire peuvent être insérés aussi souvent qu'on le désire.

Traitement de blocs de texte

A l'aide de l'éditeur, des blocs de texte de grandeur quelconque peuvent être

- marqués
- effacés
- réinsérés
- copiés (même s'il s'agit de fichiers entiers)



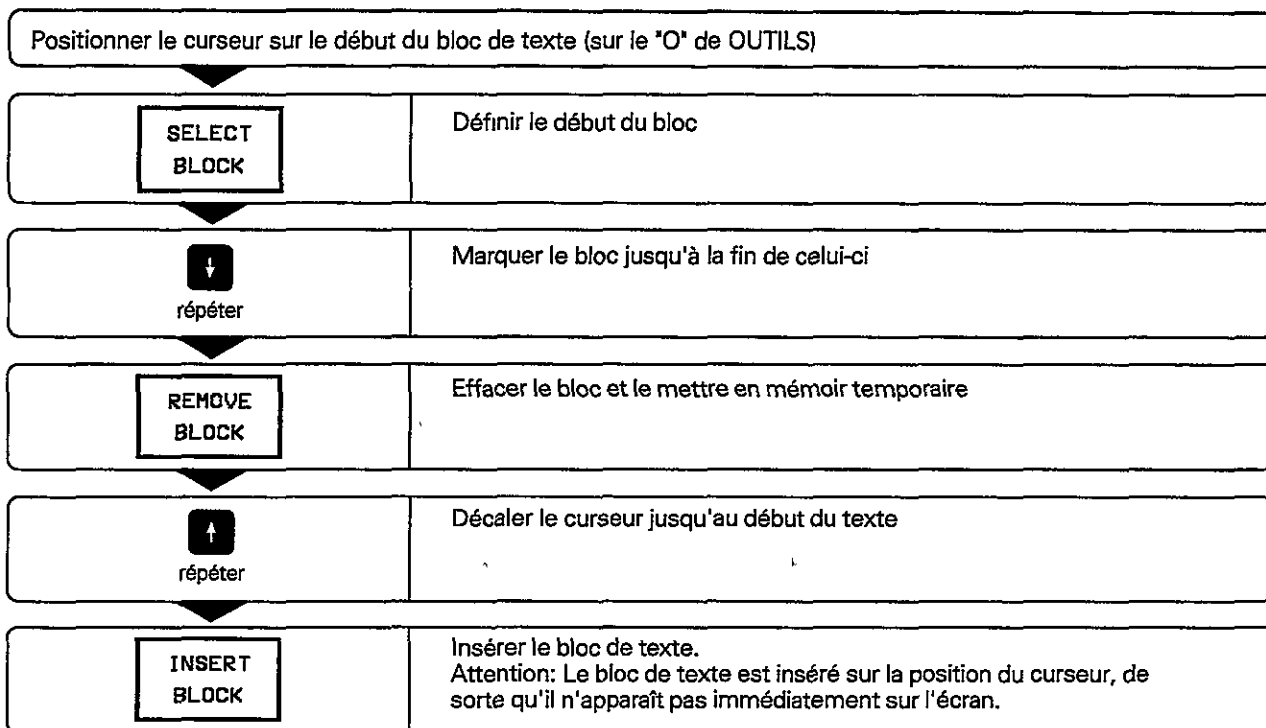
SELECT BLOCK	REMOVE BLOCK	INSERT BLOCK	REMOVE/ INSERT BLOCK			APPEND TO FILE	READ FILE
-----------------	-----------------	-----------------	----------------------------	--	--	-------------------	--------------

Fonction	Softkey
<ul style="list-style-type: none"> • Marquer le début du bloc: Pour marquer un bloc, le curseur est décalé du début vers la fin du bloc. Le bloc marqué est représenté de manière plus claire que le reste du texte. 	<div>SELECT BLOCK</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Effacer le bloc marqué et le mettre en mémoire temporaire 	<div>REMOVE BLOCK</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Insérer le bloc mis en mémoire temporaire à la position du curseur 	<div>INSERT BLOCK</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Mettre le bloc marqué en mémoire temporaire sans l'effacer 	<div>REMOVE/ INSERT BLOCK</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Transférer le bloc marqué vers un autre fichier: On inscrit le nom du fichier-cible en en-tête de l'écran et on le valide avec ENT. La TNC accroche le bloc marqué à la fin du fichier sélectionné. Le bloc peut également être transféré vers un nouveau fichier. 	<div>APPEND TO FILE</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Insérer un autre fichier à la position du curseur: On inscrit le nom de l'autre fichier-texte en en-tête d'écran et on le valide avec ENT. 	<div>READ FILE</div>

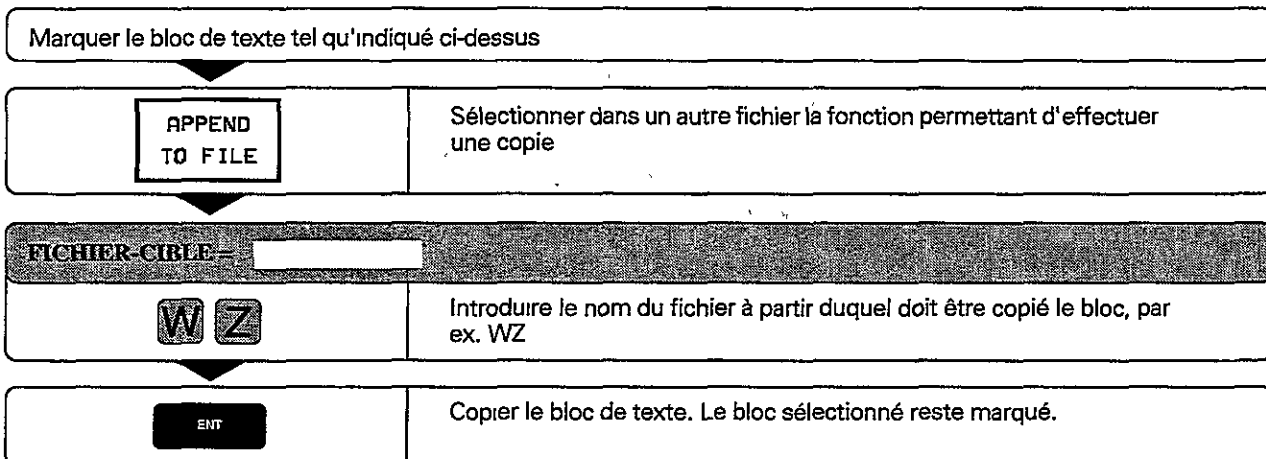
Exemple:

Dans le fichier ABC.A, décaler le texte à partir de la ligne OUTILS, jusqu'au début du fichier et le copier dans un nouveau fichier (WZ.A).

- Décaler le bloc de texte jusqu'au début du fichier



- Copier le bloc de texte dans un autre/nouveau fichier



4.10 Elaboration de fichiers de palettes

Les fichiers de palettes sont utilisés sur centres d'usinage et comportent les données suivantes:

- Numéro de palette PAL
- Nom du programme d'usinage NOM DE PGM
- Tableau de points zéro DATUM

Editer un fichier de palettes

MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME

Activer la gestion de fichiers

Commuter le menu de softkeys et afficher les fichiers de type .P

NOM DE FICHIER .P

Sélectionner le fichier de palettes ou introduire le nom du nouveau fichier et élaborer le nouveau fichier

Inscrire les programmes et tableaux de points zéro

NOM DE PROGRAMME ?

Introduire le nom d'un programme d'usinage devant faire partie de ce fichier de palettes

TABLEAU DE POINTS ZERO ?

Introduire le nom du tableau de palettes destiné au programme

si nécessaire


Elaborer d'autres fichiers de palettes



Les fichiers de palettes sont gérés et retransmis tel que défini dans l'AP. Prendre contact avec le constructeur de la machine pour toutes autres précisions.

4.10 Elaboration de fichiers de palettes

Les fonctions suivantes servent à faciliter l'élaboration et la modification de tableaux de palettes:

Fonction	Touche/softkey
<ul style="list-style-type: none"> Décaler le champ clair 	
<ul style="list-style-type: none"> Sélectionner le début/la fin du tableau 	<div>BEGIN TABLE / END TABLE</div>
<ul style="list-style-type: none"> Sélectionner la page de tableau suivante/précédente 	<div>PAGE ↓ / PAGE ↑</div>
<ul style="list-style-type: none"> Insérer/effacer une ligne à la fin du tableau 	<div>INSERT LINE / DELETE LINE</div>
<ul style="list-style-type: none"> Sélectionner le début de la ligne suivante 	<div>NEXT LINE</div>

4.11 Insertion de commentaires dans le programme

Pour inscrire des commentaires dans le programme d'usinage, on utilise le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME.

Exemples d'utilisation:

- Expliciter des séquences de programme
- Adjoindre des remarques générales

Commenter immédiatement des séquences de programme

Aussitôt après l'introduction des données, des commentaires peuvent être reliés à la séquence de programme en appuyant sur la touche point virgule (;) du clavier alphabétique.

Donnée à introduire:

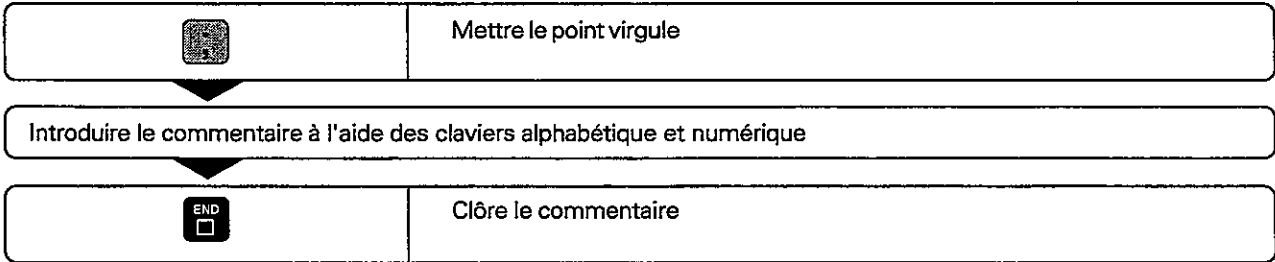
- Introduire un commentaire au choix et clôre la séquence avec END

Le commentaire peut être également relié après-coup à une séquence de programme. Pour cela, sélectionner la séquence de programme correspondante et „aller dans la séquence” à l'aide de la touche fléchée horizontale. Puis, valider la touche point virgule (;).

EXECUTION PGM EN CONTINU	MEMORISATION PROGRAMME
	%3802 G71 *
	N10 G30 G17 X-20 Y+0 Z-40 *
	N20 G31 G91 X+120 Y+100 Z+40 *
	N30 G99 T1 L+0 R+0,5 *
	; OUTIL 1
	N40 T1 G17 S2500 *
	N50 G0 G40 G90 Z+50 *
	N60 X-20 Y-20 M6 *
	N70 Z-20 Y+50 M3 *
	N80 G1 G41 X+0 Y+50 F500 *
	N90 G26 R10 ; RAYON 10MM
	N100 X+50 Y+100 *
	N110 G25 R20 ; RAYON 20MM
	N120 X+100 Y+50 *
	N130 X+50 Y+0 *
PARA- METER	

Fig. 4.19: Dialogue pour l'introduction de commentaires

Commentaire à l'intérieur d'une séquence de programme



Les commentaires sont insérés à la suite de la séquence de programme qui a été sélectionnée.

Exemple:

```
.
.
.
N50 G00 X+0 Y-10 *
; PREPOSITIONNEMENT ..... Point virgule en début de séquence: commentaire
N60 G01 G41 F100 *
.
.
.
```

5 Programmation de déplacements d'outil

5.1 Généralités pour la programmation de déplacements d'outils5-2

5.2 Approche et sortie du contour5-4

Point initial et point final d'une opération d'usinage 5-4

Approche et sortie tangentielle 5-6

5.3 Fonctions de contournage5-7

Généralités 5-7

Gérer le programme pour le déplacement des axes de la machine 5-7

Sommaire des fonctions de contournage 5-9

5.4 Coutournages – Coordonnées cartésiennes5-10

Droite en avance rapide G00 5-10

Droite avec avance G01 F ... 5-10

Chanfrein G24 5-13

Cercles et arcs de cercles – Généralités 5-15

Centre de cercle I, J, K 5-16

Trajectoire circulaire G02/G03/G05 autour du centre de cercle I, J, K 5-18

Trajectoire circulaire G02/G03/G05 de rayon défini 5-21

Trajectoire circulaire G06 avec raccordement tangentiel 5-24

Arrondi d'angle G25 5-26

5.5 Contournages – Coordonnées polaires5-28

Origine des coordonnées polaires: pôle I, J, K 5-28

Droite en avance rapide G10 5-28

Droite avec avance G11 F ... 5-28

Trajectoire circulaire G12/G13/G15 autour du pôle I, J, K 5-30

Trajectoire circulaire G16 avec raccordement tangentiel 5-32

Hélice 5-33

5.6 Fonctions auxiliaires influant sur le contournage et les coordonnées5-36

Arrondi d'angle: M90 5-36

Usinage de petits éléments de contour: M97 5-37

Usinage complet d'angles de contours ouverts: M98 5-38

Programmation des coordonnées-machine M91/M92 5-39

Facteur d'avance pour les déplacements en plongée: M103 F... 5-40

Vitesse d'avance aux arcs de cercle: M109/M110/M111 5-41

Insérer un cercle d'arrondi entre deux segments de droite: M112 T... A... 5-41

Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage

avec inclinaison des axes: M114 5-42

Avance en mm/min. sur les axes angulaires A, B, C: M116 5-43

Autoriser le positionnement de la manivelle en cours d'exécution de

programme: M118 X... Y... Z... 5-43

5.7 Positionnement avec introduction manuelle: Fichier système \$MDI5-44

5.1 Généralités pour la programmation de déplacements d'outils

On programme toujours un déplacement d'outil en supposant que l'outil se déplace alors que la pièce reste immobile.



Au début d'un programme d'usinage, l'outil doit toujours être positionné de telle manière qu'il ne puisse en aucun cas endommager l'outil ou la pièce. En outre, il faut que la correction de rayon ainsi qu'une fonction de contournage soient actives.

Séquence CN: par ex. N30 G00 G40 G90 Z+100 *

Fonctions de contournage

Les fonctions de contournage servent à la programmation de chaque élément du contour de la pièce.

On introduit:

- les droites
- les arcs de cercle

Il est également possible de programmer une superposition des deux éléments de contour (trajectoire hélicoïdale).

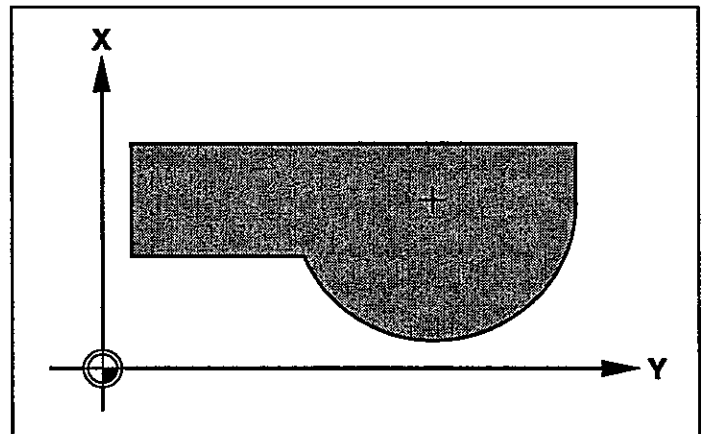


Fig. 5.1: Un contour est composé de droites et d'arcs de cercle

Exécutés à la suite les uns des autres, les éléments du contour reproduisent le contour de la pièce tel qu'il est défini sur le plan.

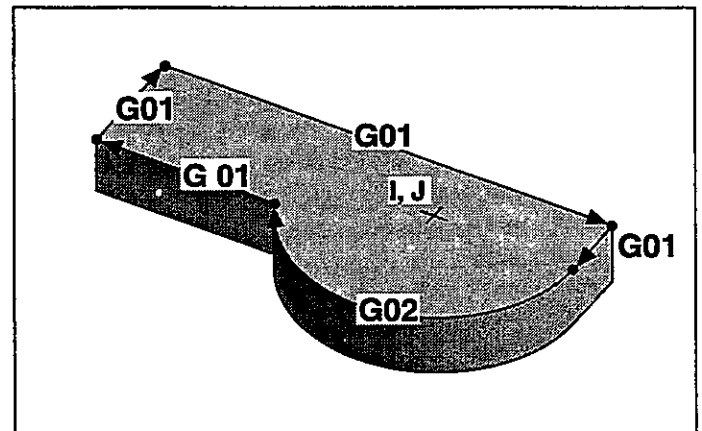


Fig. 5.2: Les éléments du contour sont programmés et exécutés les uns à la suite des autres

Sous-programmes et répétitions de partie de programme

Des pas d'usinage identiques sur une même pièce peuvent être programmés de manière simple comme sous-programme ou répétition de partie de programme. Par conséquent, les pas de programmes qui se répètent n'auront besoin d'être programmés qu'une seule fois.

Possibilités:

- répéter une partie du programme (répétition de partie de programme)
- élaborer séparément une partie du programme et l'exécuter en cas de nécessité (sous-programme)
- pour une exécution ou un test de programme, appeler en complément un autre programme et l'exécuter (programme principal pris comme sous-programme)

Cycles

Les programmes d'usinage standard sont pré-programmés comme cycles. La TNC dispose de cycles d'usinage pour

- le perçage profond
- le taraudage
- le rainurage
- le fraisage de poches et îlots

D'autres cycles sont disponibles pour la conversion du système de coordonnées. Ils permettent d'exécuter l'usinage:

- de manière décalée
- en image miroir
- avec rotation du système de coordonnées
- de manière agrandie / réduite

Programmation paramétrée

Avec la programmation paramétrée, les paramètres sont introduits en remplacement des valeurs numériques et les opérations d'usinage décrites à l'aide de relations mathématiques:

- Sauts conditionnels et inconditionnels
- Mesures réalisées en cours d'exécution de programme à l'aide du système de palpé 3D
- Emission de valeurs et messages d'erreur
- Transfert de valeurs vers ou à partir de la mémoire

On dispose des fonctions mathématiques suivantes:

- Affectation
- Addition/soustraction
- Multiplication/division
- Calcul de l'angle/trigonométrie

etc.

5.2 Approche et sortie du contour



L'approche et la sortie de la pièce peut être réalisée en toute sécurité et de manière particulièrement aisée en suivant une trajectoire circulaire qui se raccorde au contour par tangement. La fonction „Approche tangentielle” (G26, cf. p. 5-6) est réservée à cet effet.

Point initial et point final d'une opération d'usinage

Point initial

Partant du point initial, l'outil aborde le premier point du contour. Le point initial est encore programmé sans correction de rayon.

Conditions requises pour le point initial:

- approche sans risque de collision
- situé à proximité du premier point du contour
- position par rapport à la pièce excluant tout endommagement du contour à l'approche de celui-ci.

Si un point initial est sélectionné à l'intérieur de la zone hachurée de la fig. 5.4, on provoque l'endommagement du contour lors de l'approche du premier point du contour.

Le point initial optimal (S) est situé dans le prolongement de la trajectoire de l'outil pour l'usinage du premier élément de contour.

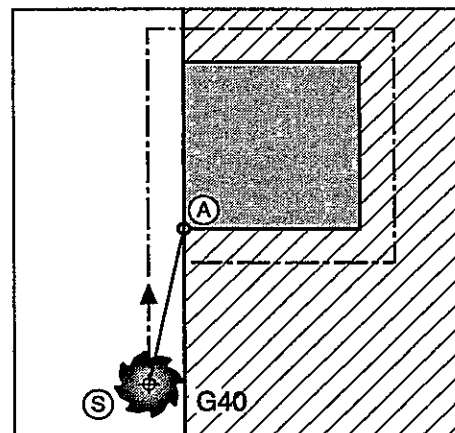


Fig. 5.3 : Point initial (S) d'un usinage

Premier point du contour

L'usinage de la pièce débute au premier point du contour. L'outil est déplacé jusqu'à ce point avec correction du rayon.

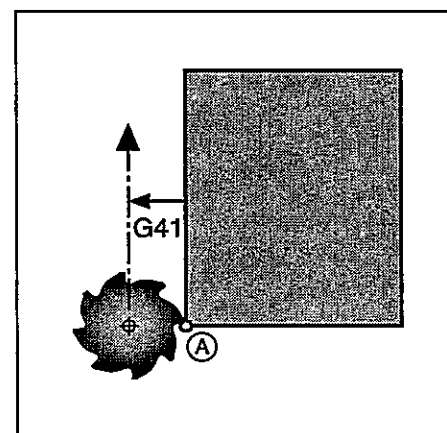


Fig. 5.4 : Premier point du contour d'une opération d'usinage

Approche du point initial dans l'axe de broche

L'axe de broche est déplacé à la profondeur d'usinage lors de l'approche du point initial (S).

S'il y a danger de collision:

Aborder séparément le point initial dans l'axe de broche.

Exemple: G00 G40 X ... Y ... Positionnement X/Y
Z-10 Positionnement Z

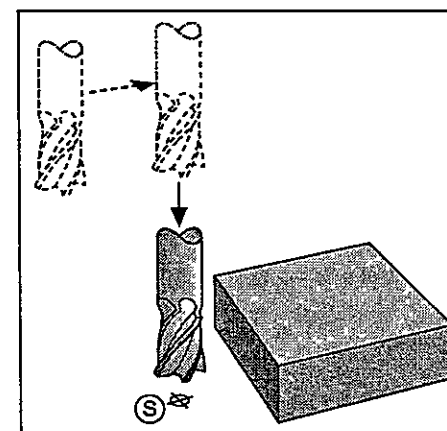


Fig 5.5 . Approche séparée de la broche en cas de risque de collision

Point final

Les conditions suivantes sont également requises pour le point final:

- approche sans risque de collision
- situé à proximité du dernier point du contour
- doit éviter tout endommagement de l'outil

Là encore, le point final optimal (E) est situé dans le prolongement de la trajectoire de l'outil. Il peut être situé à l'intérieur de la zone non-hachurée et est abordé dans correction de rayon.

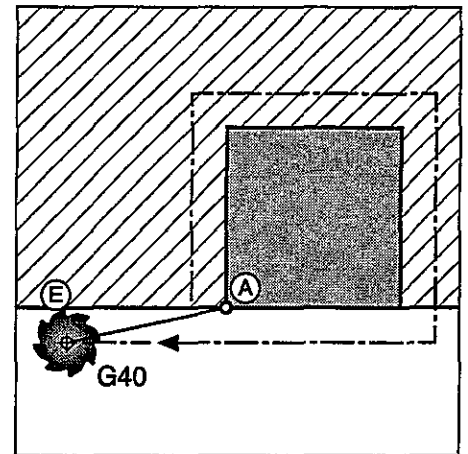


Fig. 5.6 : Pont final (E) d'un usinage

Quitter le point final dans l'axe de broche

Pour quitter le point final, l'axe de broche est déplacé séparément.

Exemple: G00 G40 X ... Y ... aborder le point final
Z+50 dégager l'outil

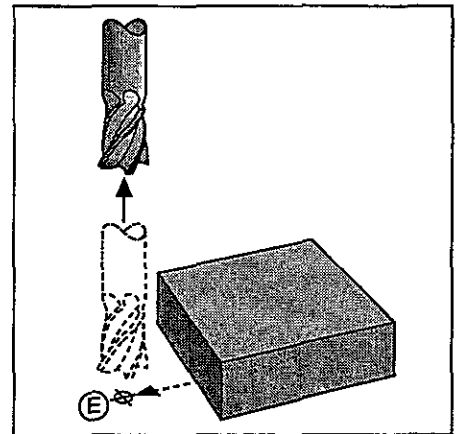


Fig. 5.7 : Dégager séparément l'axe de broche

Le point final et le point initial coïncident

A l'intérieur de la zone non-hachurée des figures ci-contre, il est possible de définir un point initial et un point final qui coïncident (SE).

Le point optimal formé par le point initial et du point final qui coïncident est situé exactement entre les prolongements des trajectoires de l'outil pour l'usinage du premier et du dernier élément du contour.

Le point formé par le point initial et du point final qui coïncident est abordé sans correction de rayon.

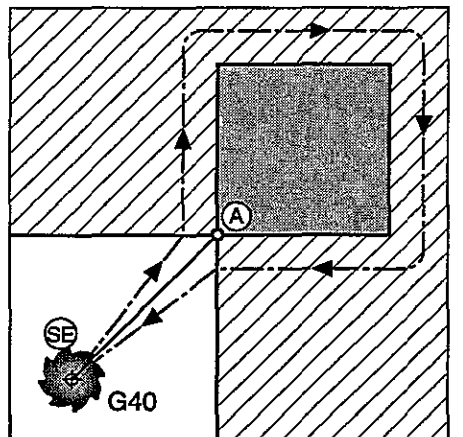


Fig 5.8. Le point final et le point initial coïncident

Approche et sortie du contour

A l'aide de la fonction G26, l'outil aborde la pièce en suivant une trajectoire tangentielle; il s'en éloigne de la même manière avec la fonction G27. On évite ainsi les marques de contre-dépouilles.

Point initial et point final

Le point initial (S) et le point final (E) de l'opération d'usinage sont situés à l'extérieur de la pièce et à proximité du premier ou du dernier élément de contour.

La trajectoire de l'outil vers le point initial et le point final est programmée sans correction de rayon.

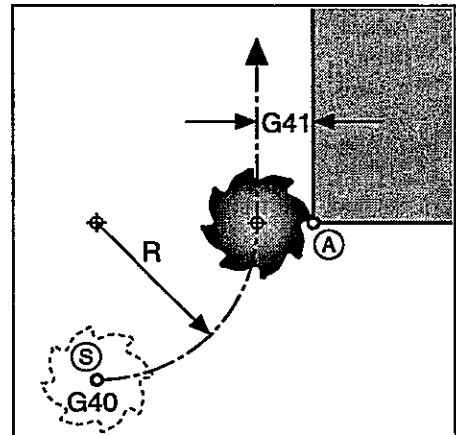


Fig. 5.9* Approche du contour en douceur

Données à introduire

- Lors de l'approche, on introduit G26 derrière la séquence à l'intérieur de laquelle a été programmé le premier point du contour. Ceci est la première séquence avec correction de rayon G41/G42.
- Lors de la sortie du contour, on introduit G27 derrière la séquence à l'intérieur de laquelle a été programmé le dernier point du contour. Ceci est la dernière séquence avec correction de rayon G41/G42.

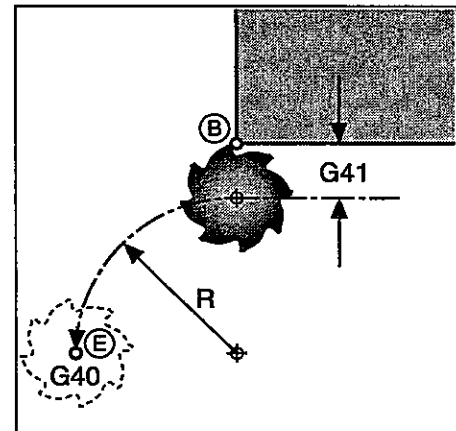


Fig 5.10: Sortie du contour en douceur

Schéma de programme

```

.
.
.
G00 G40 G90 X ... Y ... ..... Point initial (S)
G01 G41 X ... Y ... F350 ..... Premier point du contour (A)
G26 R ... ..... Approche en douceur
.
.
.
Éléments du contour
.
.
.
X ... Y ... ..... Dernier point du contour (B)
G27 R ... ..... Sortie en douceur
G00 G40 X ... Y ... ..... Point final (E)

```



Dans la fonction G26/G27, le rayon doit être sélectionné de telle sorte que la trajectoire circulaire puisse être exécutée entre le point initial ou le point final et les points du contour.

5.3 Fonctions de contournage

Généralités

Introduction des données dans le programme d'usinage

Les éléments du contour sont à introduire dans le programme d'usinage en respectant les cotes du plan. La programmation des coordonnées est réalisée en valeurs absolues (G90) ou relatives (G91).

En règle générale, on introduit en monoprogrammation les coordonnées du point final d'un élément du contour.

La TNC calcule automatiquement la trajectoire de l'outil à partir des données de l'outil et de la correction de rayon.

Gérer le programme pour le déplacement des axes de la machine

La TNC déplace simultanément tous les axes de la machine qui sont programmés à l'intérieur d'une séquence CN.

Déplacements paraxiaux

L'outil est déplacé parallèlement à l'axe programmé de la machine.

Nombre d'axes programmés dans la séquence CN: 1

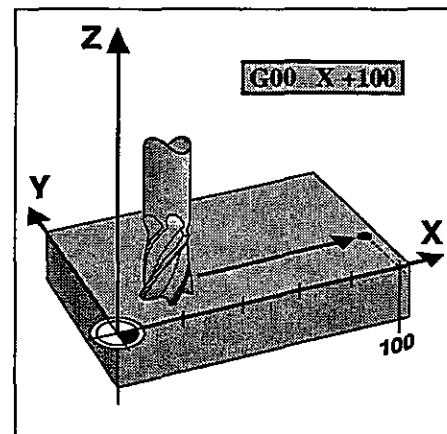


Fig. 5.11: Déplacement paraxial

Déplacements dans les plans principaux

Dans le plan, l'outil est déplacé jusqu'à la position programmée en suivant une droite ou une trajectoire circulaire.

Nombre d'axes programmés dans la séquence CN: 2

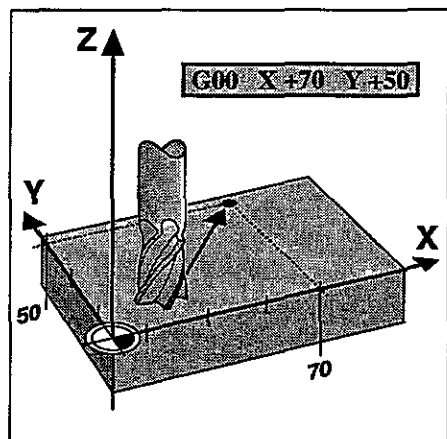


Fig 5.12: Déplacements dans un plan principal (plan X-Y)

Déplacement sur trois axes de la machine (déplacement 3D)

L'outil est déplacé à la position programmée en suivant une droite.

Nombre d'axes programmés dans la séquence CN: 3

Cas particulier: Pour une trajectoire hélicoïdale, il y a superposition dans le plan d'une trajectoire circulaire par un déplacement linéaire perpendiculaire.

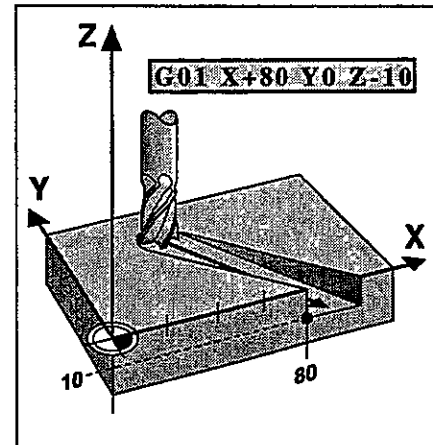


Fig. 5.13: Déplacement tri-dimensionnel

Introduction de plus de trois coordonnées (sauf avec TNC 407)

La TNC est capable de piloter simultanément jusqu'à 5 axes. Lors d'un usinage sur 5 axes, la commande déplace simultanément, par exemple, 3 axes linéaires et 2 axes rotatifs. De tels usinages ne sont pas programmables directement sur la machine.

Avantages de l'usinage sur cinq axes:

- Les formes 3D peuvent être aussi usinées en utilisant des fraises deux tailles („fraisage en piqué“)
- Les formes 3D sont ainsi usinées de manière plus précise et plus rapide

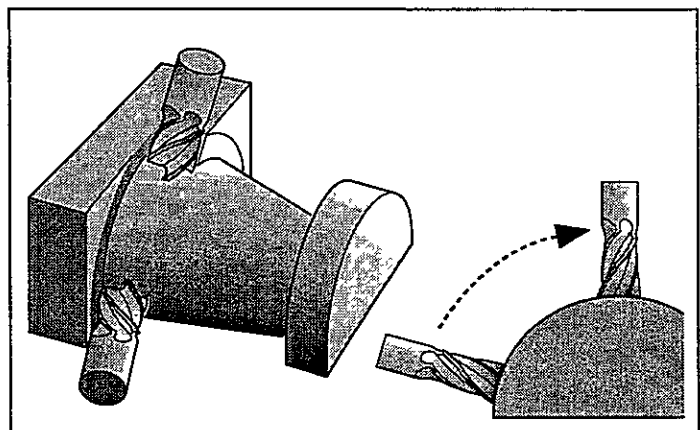


Fig. 5.14: Déplacement simultané de plus de 3 axes de coordonnées, par ex. usinage d'une forme 3D avec fraise deux tailles

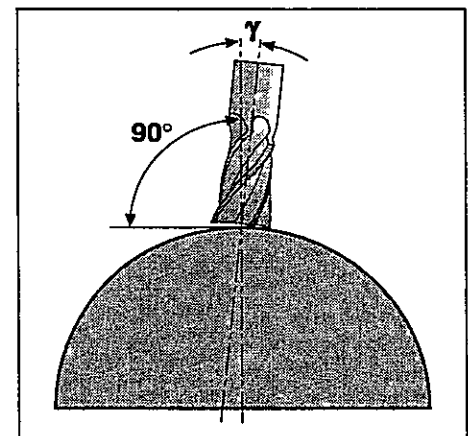


Fig. 5.15: Fraisage „en piqué“

Introduction:

Ex. G01 G40 X+20 Y+10 Z+2 A+15 C+6 F100 M3
(par ex. 3 axes linéaires et 2 axes rotatifs)

Les coordonnées supplémentaires sont à introduire, comme de coutume, dans une séquence G01.



Un déplacement sur 4 ou 5 axes ne peut pas être représenté graphiquement par la TNC.

Sommaire des fonctions de contournage

Fonction	Introduction	
	en coordonnées cartésiennes	en coordonnées polaires
Déplacement linéaire en avance rapide	G00	G10
Déplacement linéaire avec avance programmée	G01	G11
Chanfrein de longueur R. Un chanfrein est inséré entre deux droites.	G24	
Centre de cercle – à la fois pôle pour coordonnées polaires. I,J,K ne génèrent aucun déplacement.	I, J, K	
Déplacement circulaire sens horaire (CW)	G02	G12
Déplacement circulaire sens anti-horaire (CCW)	G03	G13
La trajectoire circulaire peut être programmée: • Centre de cercle I, J, K et point final ou • Rayon du cercle et point final.		
Trajectoire circulaire sans indication de sens. La trajectoire circulaire est programmée à l'aide du rayon du cercle et du point final. Le sens de rotation résulte du dernier déplacement circulaire G02/G12 ou G03/G13 programmé.	G05	G15
Trajectoire circulaire avec raccordement tangentiel. Un arc de cercle avec raccordement tangentiel est ajouté à l'élément de contour précédent. Il suffit de programmer le point final de l'arc de cercle.	G06	G16
Arrondi d'angle de rayon R. Un arc de cercle avec raccordements tangentiels est inséré entre deux éléments du contour.	G25	

5.4 Contournages – coordonnées cartésiennes

Droite en avance rapide G00

Droite avec avance G01 F ...

Données à introduire:

- Coordonnées du point final de la droite (E)
- Si nécessaire:
Correction de rayon, avance, fonction auxiliaire

L'outil se déplace sur une droite, partant de sa position actuelle jusqu'au point final de la droite (E). La position initiale (S) est abordée dans la séquence précédente.

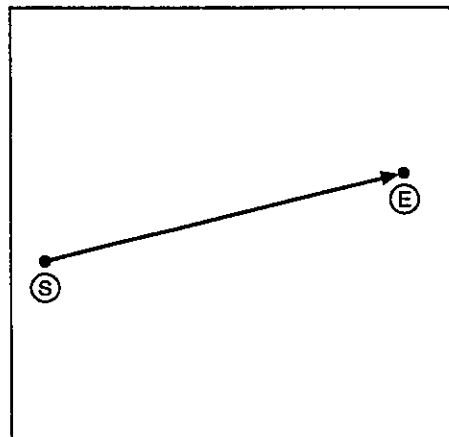








Fig. 5.16. Déplacement linéaire

Programmation d'une droite

G00	Droite en avance rapide
<p>Si nécessaire</p> <p>G91</p> <p>Ex. X</p> <p>Ex. 50</p> <p>Si nécessaire</p> <p>-/+</p>	<p>Désignation sous forme de coordonnée relative, ex. G91 X-50 mm</p> <p>Sélectionner l'axe (touche orange de sélection d'axe), par ex. X</p> <p>Introduire le point final de la droite</p> <p>Coordonnée négative: appuyer une fois sur la touche -/+ , ex. X = -50 mm</p>
<p>Ex. Y</p> <p>...</p> <p>Ex. Z</p>	<p>Introduire toutes les autres coordonnées du point final de la droite</p>
<p>...</p>	

 4 1	L'outil doit se déplacer en tenant compte de la correction de rayon: à gauche du contour programmé
 4 2	L'outil doit se déplacer en tenant compte de la correction de rayon: à droite du contour programmé
 4 0	Déplacer l'outil directement sur la droite, vers le point final
 Ex. 3 	Introduire l'avance de l'outil sur la droite, par ex. 100 mm/min.
	Après avoir introduit toutes les coordonnées, clôturer la séquence avec END

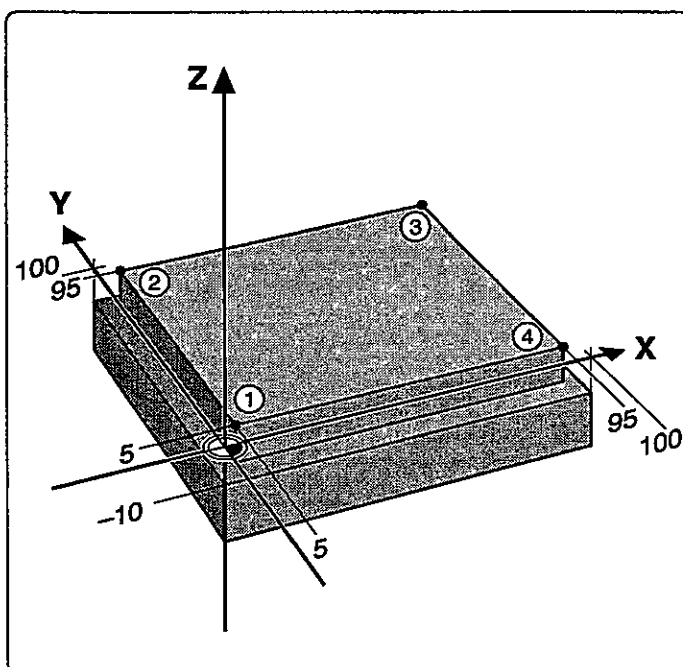
Séquence CN: par ex. N25 G00 G42 G91 X+50 G90 Y+10 Z-20 M3 *

Exercice: Fraiser le contour d'un parallélépipède

Coordonnées
des coins:

- | | | |
|---|-----------|-----------|
| ① | X = 5 mm | Y = 5 mm |
| ② | X = 5 mm | Y = 95 mm |
| ③ | X = 95 mm | Y = 95 mm |
| ④ | X = 95 mm | Y = 5 mm |

Profondeur
de fraisage: $Z_f = -10\text{ mm}$

**Programme d'usinage**

%S512I G71 *	Début du programme; nom du programme S512I; Unité de mesure en mm
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	Définition pièce brute pour simulation graphique de l'usinage (point MIN et point MAX)
N30 G99 T1 L+0 R+5 *	Définition de l'outil dans le programme;
N40 T1 G17 S2500 *	Appel de l'outil dans l'axe de plongée Z(G17); Vitesse de rotation broche S = 2500 tours/min
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	Dégagement dans l'axe de plongée; avance rapide; fonction auxiliaire pour le changement de l'outil
N60 X-10 Y-10 *	Prépositionnement à proximité du 1er point du contour
N70 Z-10 M03 *	Prépositionnement dans l'axe de plongée, mise en route broche
N80 G01 G41 X+5 Y+5 F150 *	Aborder ① avec correction de rayon
N90 Y+95 *	Aborder le coin ②
N100 X+95 *	Aborder le coin ③
N110 Y+5 *	Aborder le coin ④
N120 X+5 *	Aborder le coin ①, fin de l'usinage
N130 G00 G40 X-10 Y-10 M05 *	Quitter le contour, annuler correction de rayon, ARRÊT broche
N140 Z+100 M02 *	Dégager l'axe de plongée, ARRÊT broche, ARRÊT arrosage, arrêt exécution du programme, retour à la séquence 1
N99999 %S512I G71 *	Fin du programme

Chanfrein G24

Les angles formés par l'intersection de deux droites peuvent être chanfreinés.

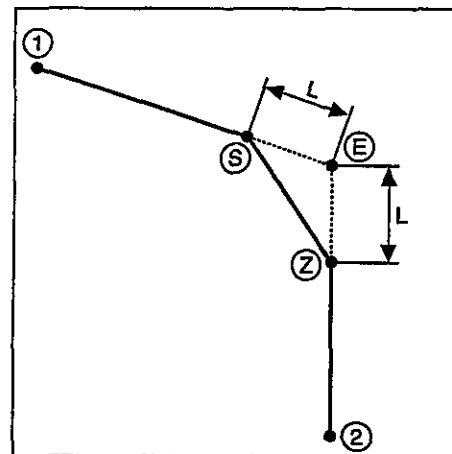


Fig. 5.17: Chandrein de S à Z

Il faut alors introduire la longueur L du chanfrein.

Conditions requises:

- La correction de rayon doit être identique avant et après la séquence avec chanfrein.
- Le chanfrein doit pouvoir être exécuté avec l'outil en cours d'utilisation.

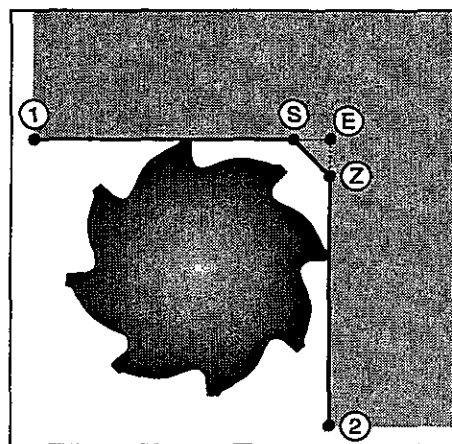


Fig 5.18: Rayon d'outil trop grand



- Un contour ne doit pas commencer par une séquence G24.
- Un chanfrein ne peut être exécuté que dans le plan d'usinage.
- L'avance de chanfreinage est identique à l'avance précédemment programmée.
- Le coin E sectionné par le chanfrein ne sera abordé.

Programmation d'un chanfrein

<div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">ENT</div> </div>	Sélectionner „Chanfrein”
CHANFREIN?	
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div>Ex. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">5</div></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">END</div> </div>	Introduire la longueur du chanfrein, ex. 5 mm

Séquence CN: par ex. G24 R5 *

Exercice: Chanfreiner un coin

Coordonnées

du coin: \odot

X = 95 mm

Y = 5 mm

Longueur

du chanfrein:

LF = 10 mm

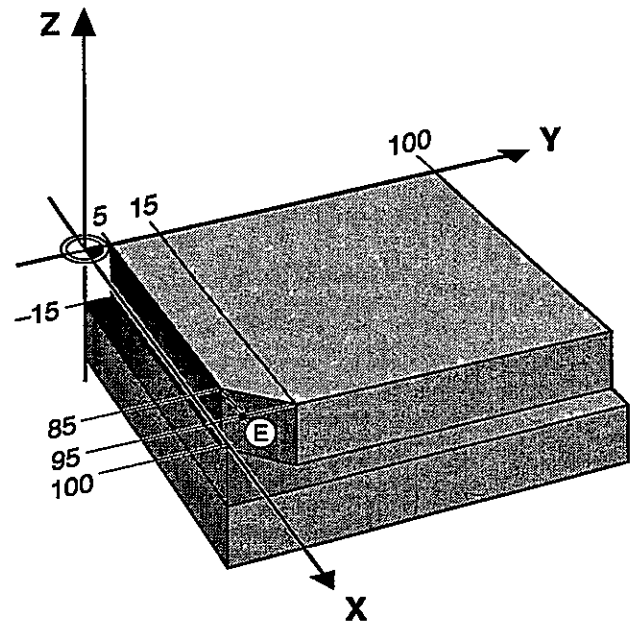
Profondeur

de fraisage:

 $Z_F = -15$ mm

Rayon d'outil:

R = +10 mm

**Programme d'usinage**

%S514I G71 *	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Point MIN de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	Point MAX de la pièce brute
N30 G99 T5 L+5 R+10 *	Définition de l'outil
N40 T5 G17 S2000 *	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	Dégagement et changement de l'outil
N60 X-10 Y-5 *	Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z-15 M03 *	Amener l'outil à la profondeur d'usinage, broche active
N80 G01 G42 X+5 Y+5 F200 *	Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N90 X+95 *	Programmer la première droite pour le coin E
N100 G24 R10 *	Séquence chanfrein: insertion chanfrein de 10 mm
N110 Y+100 *	Programmer la deuxième droite pour le coin E
N120 G00 G40 X+110 Y+110 *	Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N130 Z+100 M02 *	Dégager l'axe de plongée
N99999 %S514I G71 *	

Cercles et arcs de cercle - Généralités

Lors de déplacements circulaires, la TNC pilote simultanément deux axes de la machine de manière à ce que l'outil suive une trajectoire circulaire par rapport à la pièce.

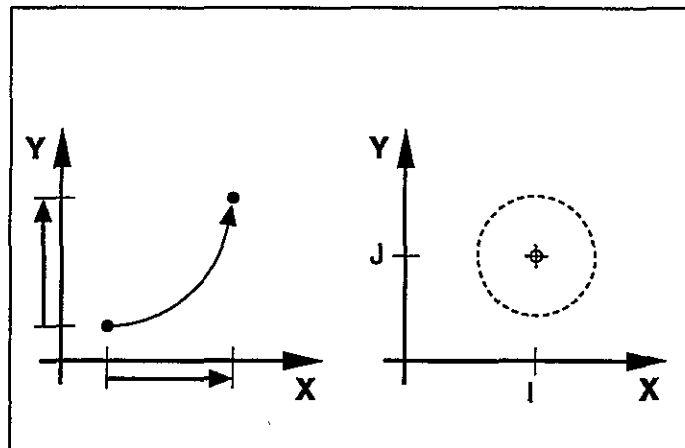


Fig. 5.19: Trajectoire circulaire et centre du cercle

Centre de cercle I, J, K

Un centre de cercle peut être introduit pour effectuer des déplacements circulaires.

Celui-ci constitue simultanément le pôle servant à l'introduction des coordonnées polaires.

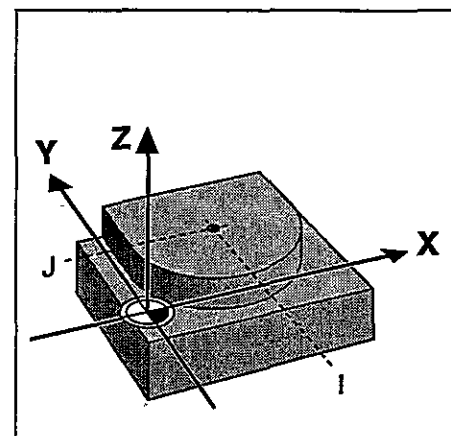


Fig. 5.20: Coordonnées du centre du cercle

Sens de rotation

Dans le cas de déplacements circulaires sans raccordement tangentiel à d'autres éléments du contour, il faut introduire le sens de rotation mathématique du déplacement circulaire:

- La rotation sens horaire correspond au sens de rotation négatif: G02
- La rotation sens anti-horaire correspond au sens de rotation positif: G03

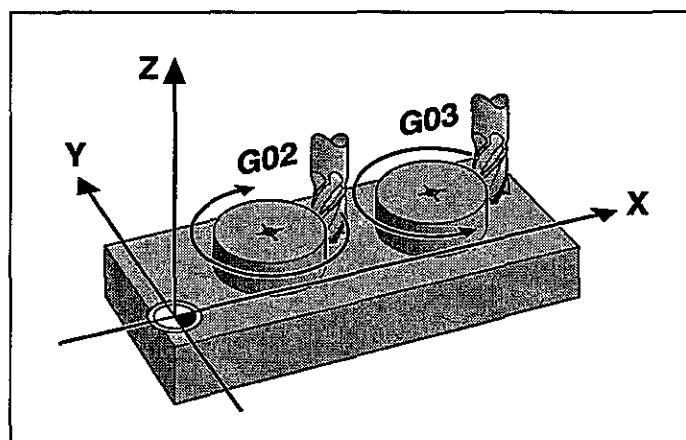


Fig. 5.21: Sens de rotation pour déplacements circulaires

Correction de rayon pour trajectoires circulaires

Il ne faut pas commencer une correction de rayon dans une séquence pour trajectoire circulaire. La correction de rayon doit avoir été activée préalablement dans une séquence linéaire.

Cercles dans les plans principaux

Grâce aux fonctions de contournage, il est possible de programmer directement les cercles dans les plans principaux. Le plan principal est défini par détermination de l'axe de broche lors de l'appel de l'outil (T).

Axe de broche	Plan principal	Centre de cercle
Z	XY G17	I J
Y	ZX G18	K I
X	YZ G19	J K

Fig. 5.22: L'axe de broche définit les plans principaux pour les trajectoires circulaires et, par là-même, le centre du cercle



Les cercles non parallèles à un plan d'usinage sont programmés avec les paramètres Q. Cf. chap. 7.

Centre de cercle I, J, K

Pour les trajectoires circulaires programmées à l'aide de G02/G03/G05, il convient de définir le centre de cercle. Le centre de cercle se définit de la manière suivante:

- par introduction directe des coordonnées cartésiennes du centre de cercle ou
- par prise en compte de la dernière position introduite ou
- par prise en compte de la position effective

La dernière position programmée est prise en compte automatiquement comme centre de cercle/pôle lorsqu'une séquence G29 a été programmée.

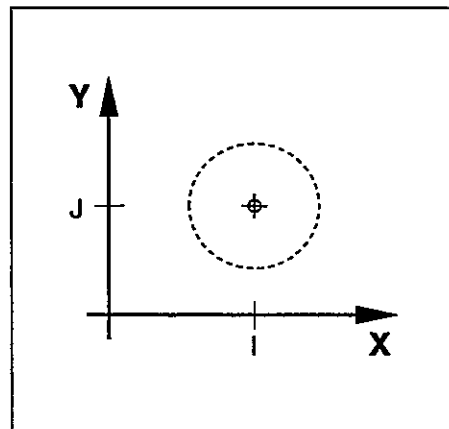


Fig 5.23 Centre de cercle I, J

Validité pour la définition du centre de cercle

Une définition du centre de cercle reste active jusqu'à la programmation d'un nouveau centre de cercle.

Introduire I, J, K en valeur relative

Si une coordonnée du centre de cercle est introduite en valeur relative, elle correspond à la dernière position d'outil programmée.

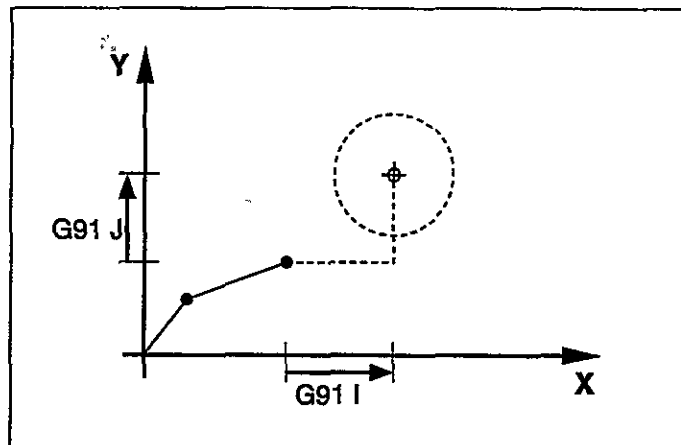


Fig. 5.24: Coordonnées incrémentales du centre de cercle



- Le centre de cercle I, J, K sert simultanément de pôle pour les coordonnées polaires
- I, J, K désigne une position comme centre de cercle. L'outil ne se déplace pas jusqu'à cette position.

Programmer le centre de cercle (pôle)

<p>Ex. </p> <p>Ex. </p>	<p>Sélectionner la désignation du centre de cercle</p> <p>Introduire la coordonnée du centre de cercle sur cet axe, par ex. I = 20 mm</p>
<p>Ex. </p> <p>Ex. </p> <p></p>	<p>Sélectionner le deuxième axe de coordonnées, par ex. J</p> <p>Introduire la coordonnée du centre de cercle, par ex.. J = −10 mm</p>

Séquence CN: par ex. I+20 J−10 *

Trajectoire circulaire G02/G03/G05 autour du centre de cercle I, J, K

Conditions requises

Le centre de cercle I, J, K doit avoir été défini préalablement dans le programme.

L'outil est situé au point initial \textcircled{S} .

Définition du sens de rotation

Sens de rotation

- sens horaire G02
 - sens anti-horaire G03
 - sans indication de sens G05
- Le sens de rotation est celui qui a été programmé en dernier.

Donnée à introduire

- Point final de l'arc de cercle

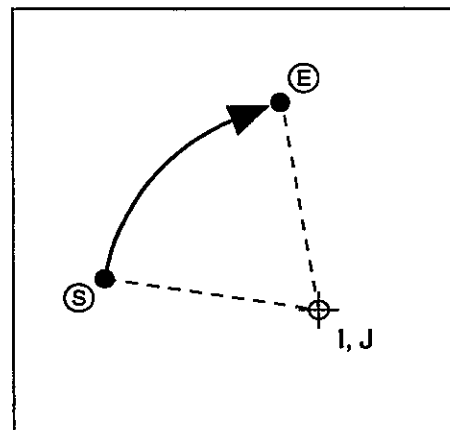


Fig 5.25: Trajectoire circulaire de \textcircled{S} à \textcircled{E} autour de I, J



Le point initial et le point final du déplacement circulaire doivent se situer sur la trajectoire circulaire.
Tolérance d'introduction: jusqu'à 0,016 mm (sélectionnable par PM 7431)

- S'il s'agit d'un cercle entier, il faut programmer comme point final dans la séquence avec G02/G03 le point initial de la trajectoire circulaire.

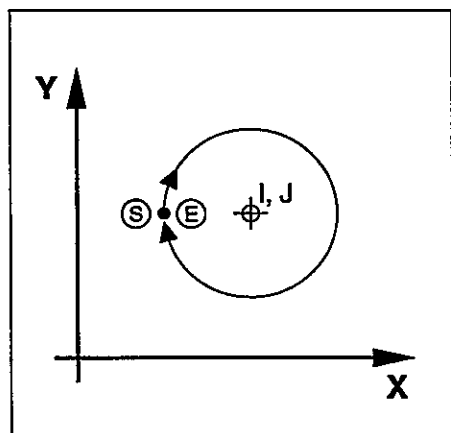


Fig. 5.26: Cercle entier autour de I, J avec une séquence G02

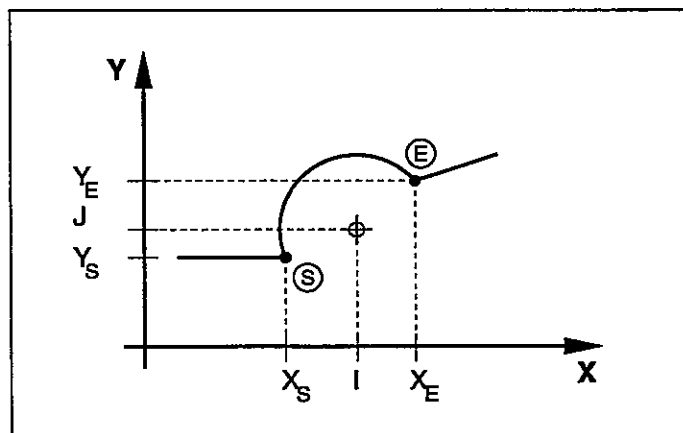








Fig. 5.27. Coordonnées d'une trajectoire circulaire

Programmer un arc de cercle avec G02 (sens de rotation = sens horaire) autour du centre de cercle I, J

	Cercle cartésien, sens horaire
 	Introduire la première coordonnée du point final en valeur incrémentale, par ex. X = 5 mm
  	Introduire la deuxième coordonnée du point final en valeur absolue, par ex. Y = -5 mm Clôre la séquence

Introduire si nécessaire:

- Correction de rayon
- Avance
- Fonction auxiliaire

Séquence CN: par ex. G02 G91 X+5 G90 Y-5

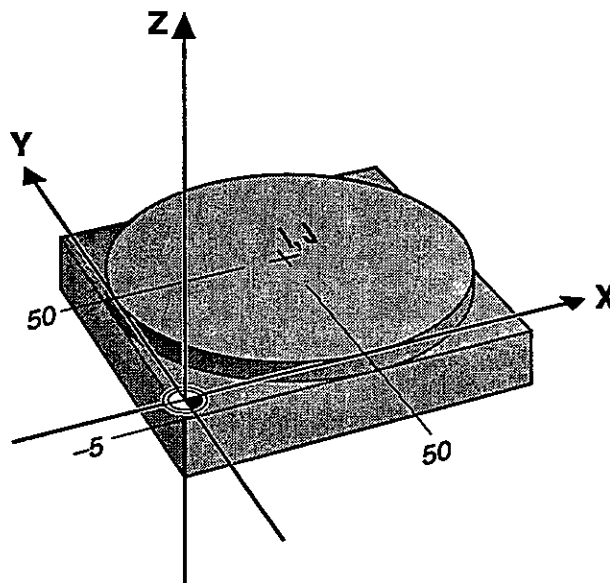
Exercice: Fraiser un cercle entier avec une séquence

Centre de cercle: I = 50 mm
J = 50 mm

Début et fin de
l'arc de cercle: X = 50 mm
Y = 0 mm

Profondeur
de fraisage: Z_F = -5 mm

Rayon d'outil: R = 15 mm

**Programme d'usinage**

%S520I G71 *	Début du programme
N10 G30 G17 X+1 Y+1 Z-20 *	Point MIN de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	Point MAX de la pièce brute
N30 G99 T6 L+0 R+15 *	Définition de l'outil
N40 T6 G17 S1500 *	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	Dégagement et changement de l'outil
N60 X+50 Y-40 *	Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z-5 M03 *	Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N80 I+50 J+50 *	Coordonnées du centre de cercle
N90 G01 G41 X+50 Y+0 F100 *	Aborder le premier point du contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N100 G26 R10 *	Approche (tangentielle) en douceur
N110 G02 X+50 Y+0 *	Fraiser l'arc de cercle autour du centre de cercle I, J
	Sens de rotation négatif
	Coordonnées du point final X = +50 mm et Y + 0
N120 G27 R10 *	Sortie (tangentielle) en douceur
N130 G00 G40 X+50 Y-40 *	Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N140 Z+100 M02 *	Dégager l'axe de plongée
N99999 %S520I G71 *	

Trajectoire circulaire G02/G03/G05 de rayon défini

L'outil se déplace suivant une trajectoire circulaire de rayon R.

Définition du sens de rotation

- sens horaire G12
 - sens anti-horaire G13
 - sans indication de sens G15
- Le sens de rotation est celui qui a été programmé en dernier.

Données à introduire

- Coordonnées du point final de l'arc de cercle
- Rayon R de l'arc de cercle



- Pour un cercle entier, il faut programmer deux séquences G02/G03 à la suite l'une de l'autre.
- La distance séparant le point initial du point final de l'arc de cercle ne doit pas être supérieure au diamètre du cercle.
- Le rayon max. est de 100 mm.

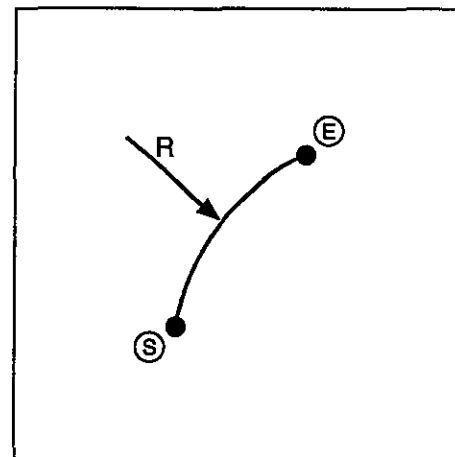


Fig. 5.28: Trajectoire circulaire de S à E avec rayon R

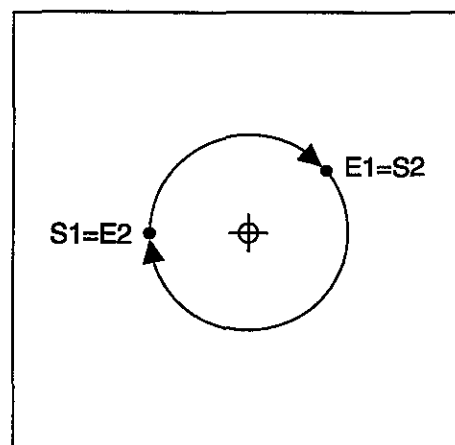


Fig. 5.29: Cercle entier avec deux séquences G02

Rayon R de l'arc de cercle

Le point initial S et le point final E du contour peuvent être reliés ensemble par quatre arcs de cercle différents de même rayon.

Les arcs de cercle se différencient au niveau de leur longueur et de leur courbure.

Grands arcs de cercle: CCA > 180° (longueur de l'arc de cercle supérieure au demi-cercle).
Donnée à introduire: rayon R avec son signe négatif (R < 0).

Petits arcs de cercle: CCA < 180° (longueur de l'arc de cercle inférieure au demi-cercle).
Donnée à introduire: rayon R avec son signe positif (R > 0).

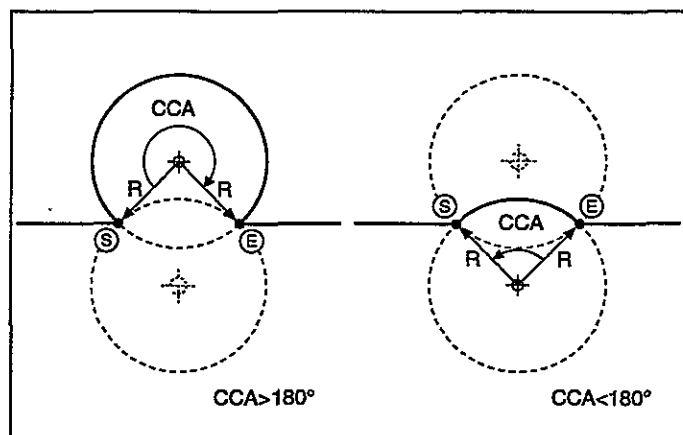


Fig. 5.30 Arcs de cercle pour angle au centre supérieur ou inférieur à 180°

Courbure de contour sens de rotation DR

Le sens de rotation permet de définir si l'arc de cercle doit être

- convexe (courbure vers l'extérieur) ou

- concave (courbure vers l'intérieur).

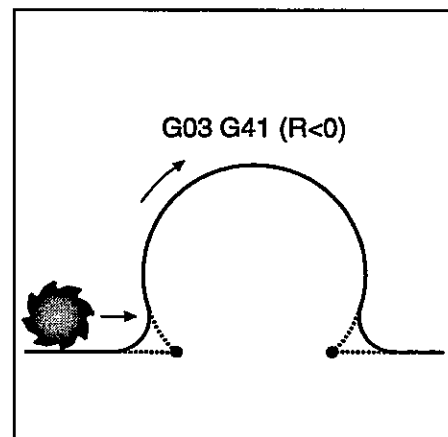


Fig. 5.31: Courbe convexe d'une trajectoire circulaire

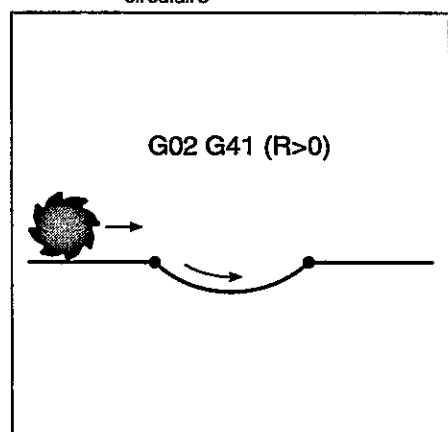


Fig. 5.32: Courbe concave d'une trajectoire circulaire

Programmer un arc de cercle de rayon défini

	Cercle cartésien, sens horaire
Ex. 	Introduire les coordonnées du point final de l'arc de cercle, par ex. X = 10 mm, Y = 2 mm
Ex.	Introduire le rayon de l'arc de cercle, par ex. R = 5 mm et définir la dimension de l'arc de cercle avec son signe (par ex. -)

Introduire si nécessaire:

- Correction de rayon
- Avance
- Fonction auxiliaire

Séquence CN: par ex. G02 G41 X+10 Y+2 R-5

Exercice: Fraiser un demi-cercle dans une pièce

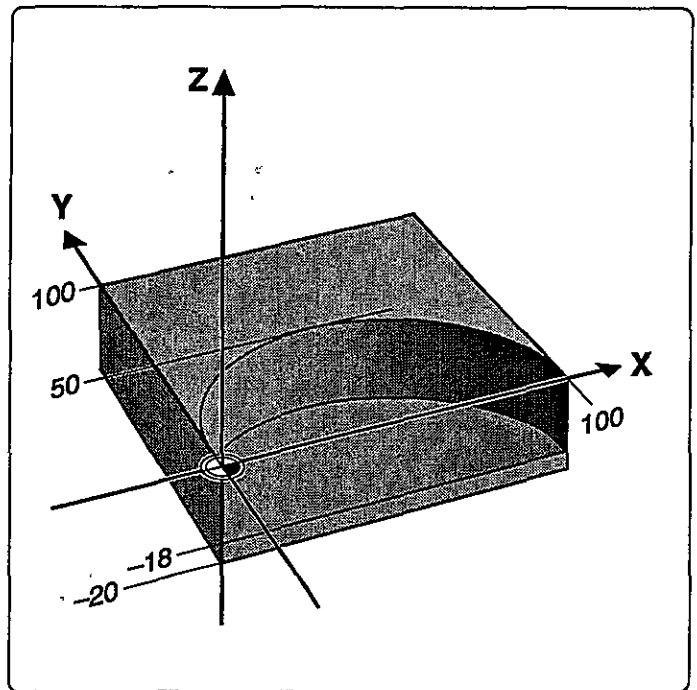
Rayon du
demi-cercle: $R = 50 \text{ mm}$

Coordonnées du début
de l'arc de cercle: $X = 0$
 $Y = 0$

Coordonnées de la fin
de l'arc de cercle: $X = 100 \text{ mm}$
 $Y = 0$

Rayon d'outil: $R = 25 \text{ mm}$

Profondeur
de fraisage: $Z_F = -18 \text{ mm}$

**Programme d'usinage**

%S523I G71 *	..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+25 *	..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S780 *	..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	..... Dégagement et changement de l'outil
N60 X+25 Y-30 *	..... Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z-18 M03 *	..... Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N80 G01 G42 X+0 Y+0 F100 *	..... Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N90 G02 X+100 Y+0 R-50 *	..... Arc de cercle jusqu'au point final X = 100mm, Y = 0 fräsen; Rayon = 50mm, sens de rotation négatif
N100 G00 G40 X+70 Y-30 *	..... Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N110 Z+100 M02 *	..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S523I G71 *	

Trajectoire circulaire G06 avec raccordement tangentiel

L'outil se déplace en suivant un arc de cercle qui se raccorde par tangentialité à l'élément de contour programmé précédemment.

Un raccordement est tangentiel lorsqu'il n'y a ni coin ni coude à l'intersection des éléments du contour qui s'interpénètrent d'une manière continue.

Donnée à introduire

Coordonnées du point final de l'arc de cercle

Conditions requises

- La partie du contour sur laquelle doit se raccorder tangentiallement l'arc de cercle avec G06 doit être programmée directement avant la séquence G06.
- La séquence G06 doit être précédée d'au moins deux séquences de positionnement permettant de définir l'élément de contour sur lequel doit se raccorder l'arc de cercle.

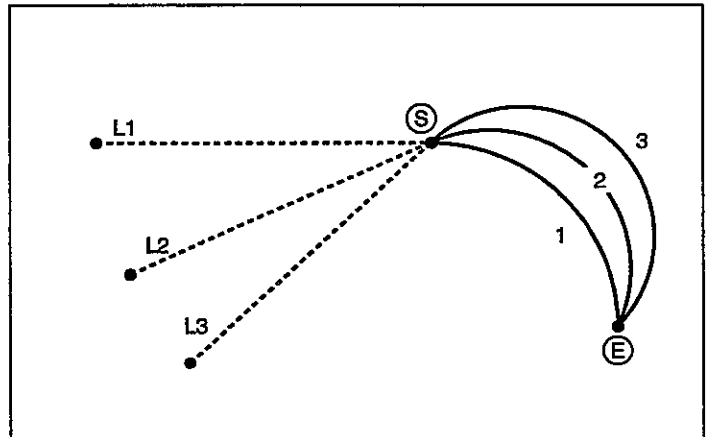


Fig. 5.33: Trajectoire circulaire S - E avec raccordement tangentiel à la droite ① - ②

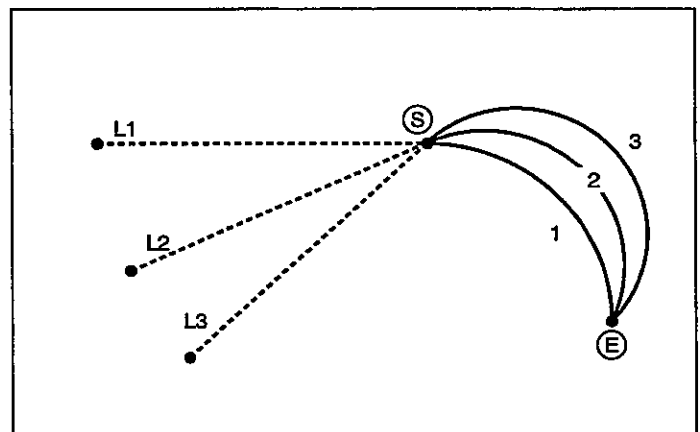


Fig. 5.34: Les trajectoires circulaires avec raccordement tangentiel dépendent de l'élément de contour précédent



La séquence G06 et la séquence de positionnement précédente doivent contenir les deux coordonnées du plan dans lequel l'arc de cercle doit être exécuté.

Programmer une trajectoire circulaire G06 avec raccordement tangentiel

G 0 6	Trajectoire circulaire avec raccordement tangentiel
G 9 1 X 5 0 Y -/+ 1 0 END	Introduire les coordonnées du point final de l'arc de cercle en valeur absolue, par ex. X = 50 mm, Y = -10 mm

Introduire si nécessaire:

- Correction de rayon
- Avance
- Fonction auxiliaire

Séquence CN: par ex. G06 G42 G91 X+50 Y-10 *

Exercice: Fraiser un arc de cercle se raccordant à un segment de droite

Coordonnées de
la transition droite-
arc de cercle:

X = 10 mm
Y = 40 mm

Coordonnées du
point final de
l'arc de cercle:

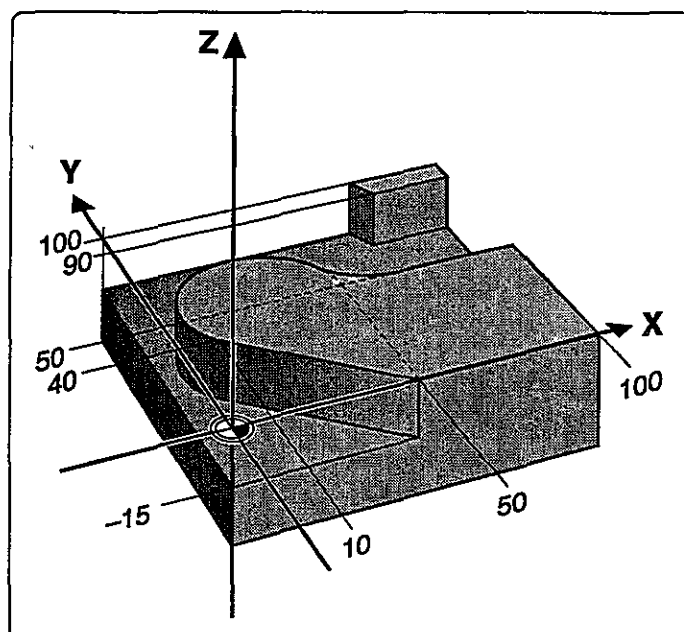
X = 50 mm
Y = 50 mm

Profondeur
de fraisage:

Z_F = -15 mm

Rayon d'outil:

R = 20 mm

**Programme d'usinage**

%S525I G71 *	.....	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	.....	Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	.....
N30 G99 T12 L-25 R+20 *	.....	Définition de l'outil
N40 T12 G17 S1000 *	.....	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	.....	Dégagement et changement de l'outil
N60 X+30 Y-30 *	.....	Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z-15 M03 *	.....	Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N80 G01 G41 X+50 Y+0 F100 *	.....	Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N90 X+10 Y+40 *	.....	Segment de droite sur lequel l'arc de cercle se raccorde par tangement
N100 G06 X+50 Y+50 *	.....	Arc de cercle jusqu'au point final X = 50 mm et Y = 50 mm; se raccorde tangentiellement à la droite à partir de la séquence N90
N110 G01 X+100 *	.....	Achever le contour
N120 G00 G40 X+130 Y+70 *	.....	Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N130 Z+100 M02 *	.....	Dégager l'axe de plongée
N99999 %S525I G71 *	.....

Arrondi d'angle G25

L'outil se déplace suivant une trajectoire circulaire qui se raccorde par tangement à la fois à l'élément de contour précédent et à l'élément de contour suivant.

La fonction G25 permet d'arrondir les angles d'un contour.

Données à introduire

- Rayon de l'arc de cercle
- Avance pour cet arc de cercle

Condition requise

Le cercle d'arrondi doit pouvoir être exécuté avec l'outil en cours d'utilisation.

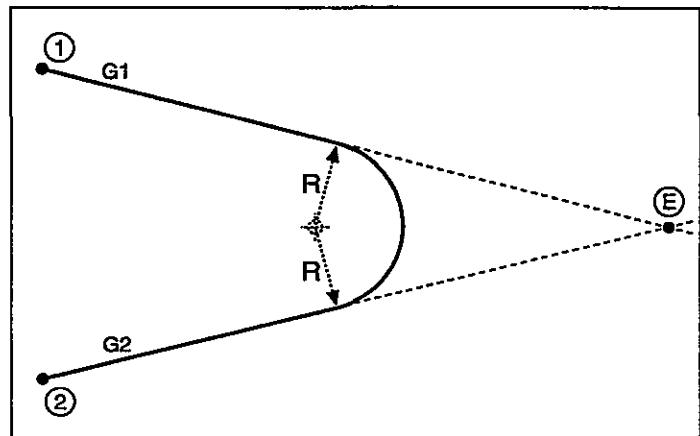


Fig. 5.35: Arrondi d'angle R entre G1 et G2



- La séquence de positionnement qui précède, ainsi que la suivante, doivent contenir les deux coordonnées du plan à l'intérieur duquel sera exécuté l'arc de cercle.
- Le coin (E) ne sera pas abordé.
- Une avance programmée dans la séquence G25 n'est active que dans la séquence G25. Après la séquence G25, c'est l'avance qui était active avant cette séquence qui redevient à nouveau active.

Programmer une trajectoire circulaire tangentielle entre deux éléments du contour

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> G 2 5 ENT </div>	Sélectionner l'arrondi d'angle
<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; font-weight: bold;">ARRONDI D'ANGLE</div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Ex. 1 0 ENT </div>	Introduire l'arrondi d'angle, par ex. R = 10 mm
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Ex. 1 0 0 ENT </div>	Introduire l'avance pour l'arrondi d'angle, par ex. F = 100 mm/min.

Séquence CN: par ex. G25 R 10 F 100

Exercice: arrondir un angle

Coordonnées
du coin:

$X = 95 \text{ mm}$
 $Y = 5 \text{ mm}$

Rayon d'arrondi:

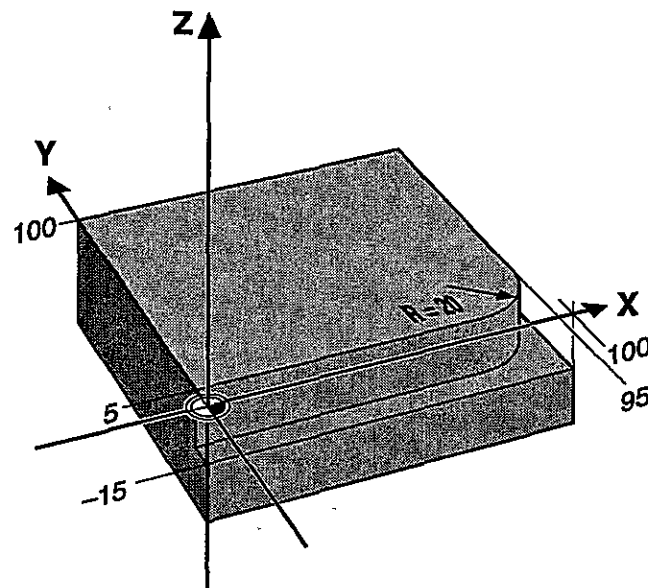
$R = 20 \text{ mm}$

Profondeur
de fraisage:

$Z_F = -15 \text{ mm}$

Rayon d'outil:

$R = 10 \text{ mm}$

**Programme d'usinage**

%S527I G71 *	.....	Début de programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	.....	Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	.....
N30 G99 T7 L+0 R+10 *	.....	Définition de l'outil
N40 T7 G17 S1500 *	.....	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	.....	Dégagement et changement de l'outil
N60 X-10 Y-5 *	.....	Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z-15 M03 *	.....	Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N80 G01 G42 X+0 Y+5 F100 *	.....	Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N90 X+95 *	.....	Programmer la première droite pour le coin
N100 G25 R20 *	.....	Insérer le rayon $R = 20 \text{ mm}$ entre les éléments de contour
N110 Y+100 *	.....	Programmer la deuxième droite pour le coin
N120 G00 G40 X+120 Y+120 *	.....	Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N130 Z+100 M02 *	.....	Dégager l'axe de plongée
N99999 %S527I G71 *	.....

5.5 Contournages – coordonnées polaires

Les coordonnées polaires présentent de nombreux avantages pour:

- les positions sur les arcs de cercle
- les plans comportant des données angulaires

Pour plus amples informations concernant les coordonnées polaires, se reporter au paragraphe „Principes de base” (cf. p. 1-12).

Origine des coordonnées polaires: Pôle I, J, K

Avant que les positions ne soient données en coordonnées polaires, le pôle doit être défini à un endroit quelconque du programme. De la même manière qu'un centre de cercle, le pôle est défini par une séquence I, J, K, au moyen de ses coordonnées dans le système de coordonnées cartésiennes. Il reste actif jusqu'à ce qu'un nouveau pôle soit défini. La désignation du pôle résulte du plan d'usinage.

Plan d'usinage	Pôle
XY	I, J
YZ	J, K
ZX	K, I

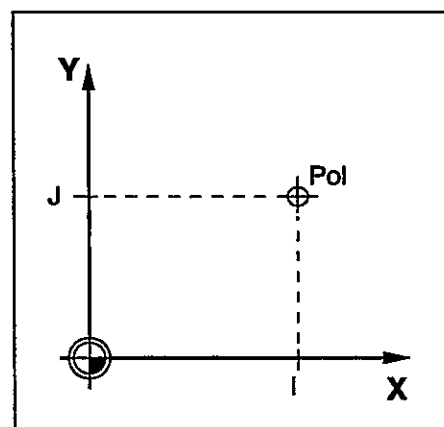


Fig. 5.36: Le pôle coïncide avec le centre de cercle

Droite en avance rapide G10

Droite avec avance G11 F ...

- Pour H, il est possible d'introduire des valeurs allant de -360° à $+360^\circ$.
- Le signe de H est défini par l'axe de référence angulaire: Angle compris entre l'axe de référence angulaire et R.
Sens anti-horaire: $H > 0$
Angle compris entre l'axe de référence angulaire et R
Sens horaire: $H < 0$

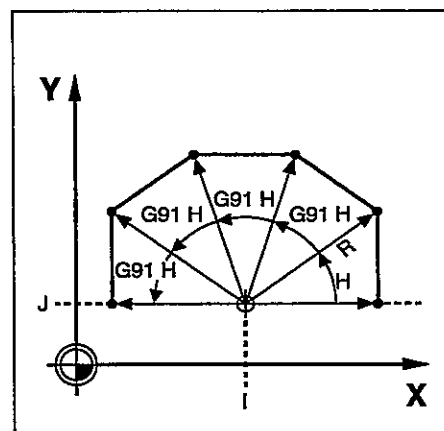


Fig. 5.37: Tracé de contour fait de droites avec coordonnées polaires

G 1 0	Déplacement linéaire polaire en avance rapide
R 5	Introduire le rayon du pôle au point final de la droite, par ex. $R = 5 \text{ mm}$
H 3 0 END	Introduire l'angle de l'axe de référence angulaire à R, par ex. $H = 30^\circ$

Séquence CN: par ex. G10 R5 H30 *

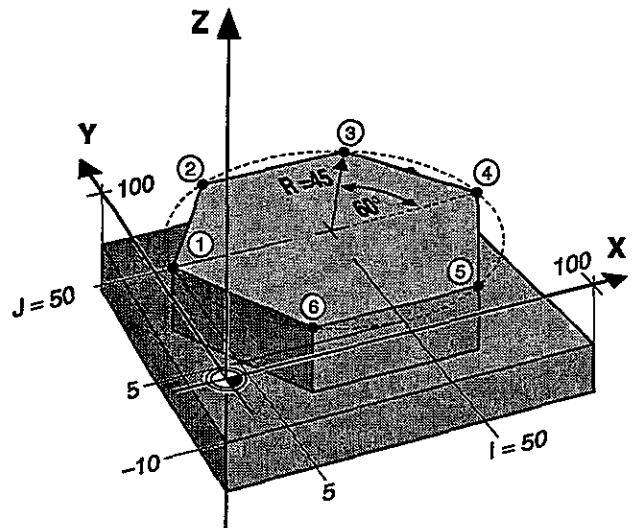
Exercice: Fraiser un hexagone

Coordonnées du coin:

①	H = 180°	R = 45 mm
②	H = 120°	R = 45 mm
③	H = 60°	R = 45 mm
④	H = 0°	R = 45 mm
⑤	H = 300°	R = 45 mm
⑥	H = 240°	R = 45 mm

Profondeur de fraiseage: $Z_f = -10$ mm

Rayon d'outil: $R = 5$ mm

**Programme d'usinage**

```

%S530I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+17 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S3200 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N60 I+50 J+50 * ..... Initialisation du pôle
N70 G10 R+70 H-190 * ..... Prépositionnement dans le plan d'usinage en
                                coordonnées polaires
N80 Z-10 M03 * ..... Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N90 G11 G41 R+45 H+180 F100 * ..... Aborder le point 1 du contour
N100 H+120 * ..... Aborder le point 2 du contour
N110 H+60 * ..... Aborder le point 3 du contour
N120 G91 H-60 * ..... Aborder le point 4 du contour, en incrémental
N130 G90 H-60 * ..... Aborder le point 5 du contour, en absolu
N140 H+240 * ..... Aborder le point 6 du contour
N150 H+180 * ..... Aborder le point 1 du contour
N160 G10 G40 R+70 H+170 * ..... Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N170 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S530I G71 *

```

Trajectoire circulaire G12/G13/G15 autour du pôle I, J, K

Le rayon en coordonnées polaires est en même temps rayon de l'arc de cercle; il est défini par la distance entre le point initial \odot et le POLE.

Données à introduire

- Angle en coordonnées polaires H pour le point final de l'arc de cercle



• Pour H, on peut introduire des valeurs de -5400° à $+5400^\circ$

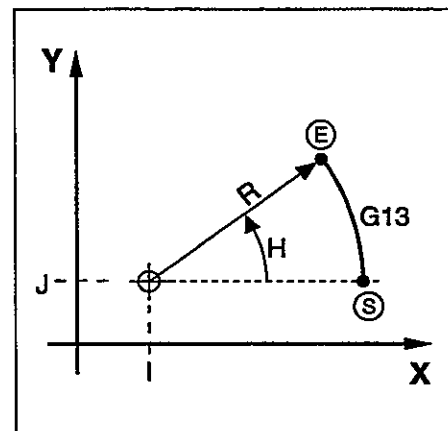


Fig. 5.38: Trajectoire circulaire autour d'un pôle

Définition du sens de rotation

- sens horaire G12
 - sens anti-horaire G13
 - sans indication de sens G15
- Le sens de rotation est celui qui a été programmé en dernier.

G 1 2	Cercle polaire sens horaire
H 3 0 END	Introduire l'angle pour le point final de l'arc de cercle, par ex. H = 30° Clôre la séquence

Introduire si nécessaire:

- Correction de rayon
- Avance
- Fonction auxiliaire

Séquence CN: par ex. G12 H30 *

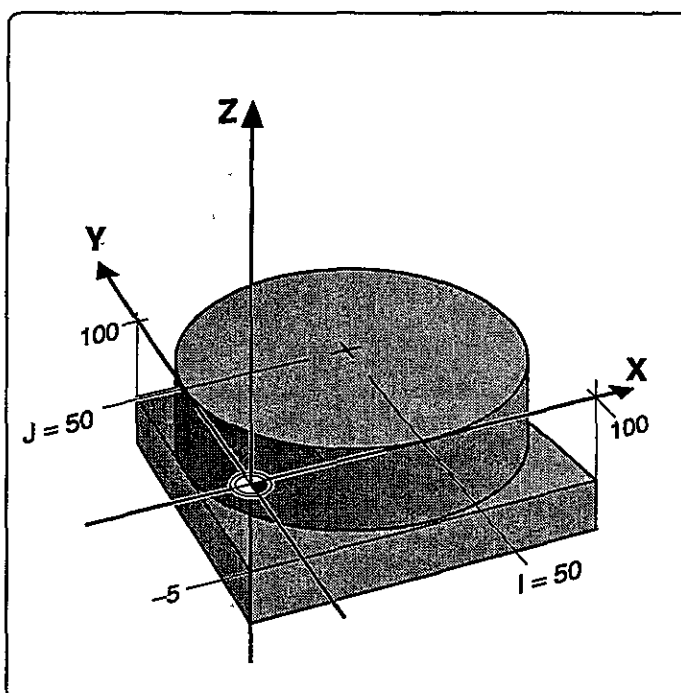
Exercice: Fraiser un cercle entier

Coordonnées du
centre de cercle: $X = 50 \text{ mm}$
 $Y = 50 \text{ mm}$

Rayon: $R = 50 \text{ mm}$

Profondeur
de fraiseage: $Z_F = -5 \text{ mm}$

Rayon d'outil: $R = 15 \text{ mm}$

**Programme d'usinage**

%S532I G71 *	..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T25 L+0 R+15 *	..... Définition de l'outil
N40 T25 G17 S1500 *	..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	..... Dégagement et changement de l'outil
N60 I+50 J+50 *	..... Initialisation du pôle
N70 G10 R+70 H+280 *	..... Prépositionnement dans le plan d'usinage avec coordonnées polaires
N80 Z-5 M03 *	..... Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N90 G11 G41 R+50 H-90 F100 *	..... Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N100 G26 R10 *	..... Approche (tangentielle) en douceur
N110 G12 H+270 *	..... Cercle jusqu'au point final H = 270°, sens de rotation négatif
N120 G27 R10 *	..... Sortie (tangentielle) en douceur
N130 G10 G40 R+70 H-110 *	..... Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N140 Z+100 M02 *	..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S532I G71 *	

Trajectoire circulaire G16 avec raccordement tangentiel

L'outil se déplace en suivant une trajectoire circulaire qui se raccorde par tangement (en ②) à un élément précédent du contour (① à ②).

Données à introduire:

- Angle polaire H du point final de l'arc de cercle (E)
- Rayon polaire R du point final de l'arc de cercle (E)

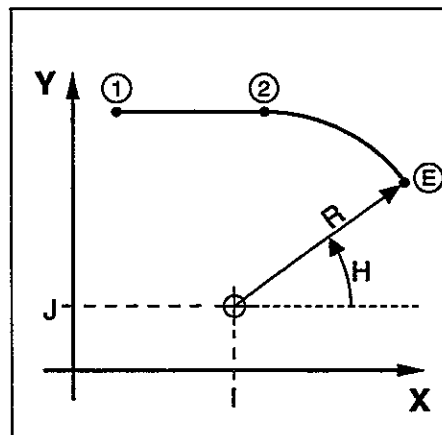


Fig. 5.39 Trajectoire autour d'un pôle avec raccordement tangentiel



- Les points de transition doivent être définis de manière précise.
- Le POLE n'est pas le centre du cercle de contour.

G 1 6	Cercle polaire avec raccordement tangentiel
R 1 0	Introduire la distance entre le point final de l'arc de cercle et le pôle, par ex. R = 10 mm
H 8 0 END	Introduire l'angle compris entre l'axe de référence angulaire et R, par ex. H = 80°

Introduire si nécessaire:

Correction de rayon R

Avance F

Fonction auxiliaire M

Séquence CN: par ex. G16 R+10 H+80 *

Hélice

Lorsque l'outil se déplace suivant une trajectoire hélicoïdale, une trajectoire circulaire située dans un plan principal est superposée par une droite perpendiculaire à ce plan.

La trajectoire hélicoïdale ne sera programmée qu'en coordonnées polaires.

Domaines d'application

Un déplacement hélicoïdal est réalisé avec fraises deux tailles pour:

- taraudage et filetage avec grands diamètres
- rainures de graissage

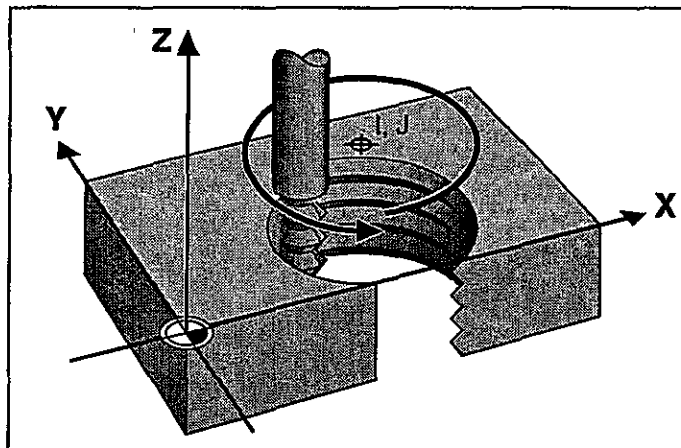


Fig. 5.40: Hélice: Superposition de trajectoire circulaire et de droite

Données à introduire

- Angle total en incrémental que l'outil parcourt en suivant la trajectoire hélicoïdale
- Hauteur totale de la trajectoire hélicoïdale

Angle à introduire

L'angle polaire G91 H en incrémental est défini de la manière suivante:

$$H = n \cdot 360^\circ$$

n = Nombre de rotations de l'outil sur la trajectoire hélicoïdale

Pour G91 H, on peut introduire une valeur comprise entre -5400° et $+5400^\circ$ (soit $n = 15$).

Hauteur à introduire

On introduit la hauteur h de la trajectoire hélicoïdale en fonction de l'axe d'outil. La hauteur est définie de la manière suivante:

$$h = n \times P$$

n = Nombre de passes

P = Pas de vis

















Correction de rayon

On introduit la correction de rayon pour la trajectoire hélicoïdale conformément au tableau ci-contre.

Taraudage	Sens d'usinage	Rotation	Correction rayon
vers la droite	Z+	G13	G41
vers la gauche	Z+	G12	G42
vers la droite	Z-	G12	G42
vers la gauche	Z-	G13	G41
Filetage	Sens d'usinage	Rotation	Correction rayon
vers la droite	Z+	G13	G42
vers la gauche	Z+	G12	G41
vers la droite	Z-	G12	G41
vers la gauche	Z-	G13	G42

Fig. 5.41: La forme de la trajectoire hélicoïdale détermine le sens de rotation et la correction de rayon

Programmation d'une trajectoire hélicoïdale

  	Hélice, sens horaire
       	Introduire l'angle total que l'outil doit parcourir en incrémental en suivant la trajectoire hélicoïdale, par ex. H = 1080°.
    	Introduire également en incrémental la hauteur de la trajectoire hélicoïdale dans l'axe d'outil, par ex. Z = 4,5 mm. Clôre la séquence.

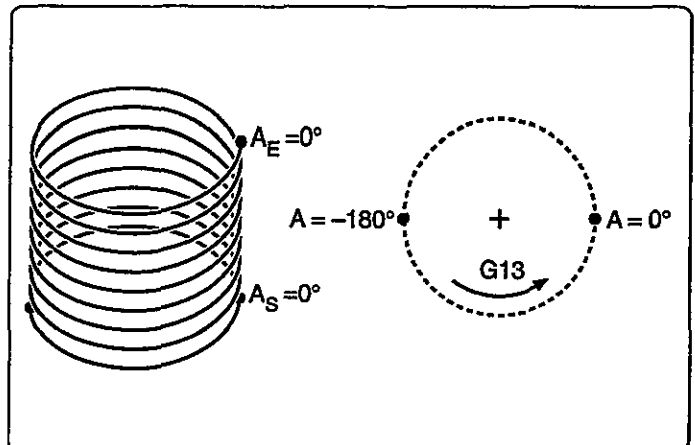
Introduire si nécessaire:

Correction de rayon
 Avance F
 Fonction auxiliaire M

Séquence CN: par ex. G12 G91 H+1080 Z+4,5 *

Exercice: Taraudage**Données:**

Taraudage:
 Taraudage interne
 vers la droite M64 x 1,5
 Pas de vis P: 1,5 mm
 Angle initial A_S : 0°
 Angle final A_E : $360^\circ = 0^\circ$ pour $Z_E = 0$
 Nombre de rotations n_G : 8
 Dépassement de course
 • en début de filet n_A : 0,5
 • en fin de filet n_S : 0,5
 Nombre de passes: 1

**Calcul des valeurs à introduire**

- Hauteur totale h:

$$H = P \cdot n$$

$$P = 1,5 \text{ mm}$$

$$n = n_G + n_A + n_S = 9$$

$$h = 13,5 \text{ mm}$$
- Angle polaire en valeur incrémentale H:

$$H = n \cdot 360^\circ$$

$$n = 9 \text{ (voir hauteur totale H)}$$

$$H = 360^\circ \cdot 9 = 3240^\circ$$
- Angle initial A_S avec dépassement de course n_S $n_S = 0,5$
 L'angle initial de la trajectoire hélicoïdale est avancé de 180°
 ($n = 1$ correspond à 360°). Soit pour un sens de rotation positif A_S avec
 $n_S = A_S - 180^\circ = -180^\circ$
- Coordonnée initiale:

$$Z = P (n_G + n_S)$$

$$= -1,5 \cdot 8,5 \text{ mm}$$

$$= -12,75 \text{ mm}$$

Le filet étant fraisé du bas vers $Z_E = 0$, Z_S est négatif.

Programme d'usinage

```
%S536I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T11 L+0 R+5 * ..... Définition de l'outil
N40 T11 G17 S2500 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N60 X+50 Y+30 * ..... Prépositionnement dans le plan d'usinage, au centre du trou
N70 G29 * ..... Prise en compte de la position comme pôle
N80 Z-12 M03 * ..... Amener l'outil à la profondeur initiale
N90 G11 G41 R+32 H-180 F100 * ..... Aborder le contour avec correction de rayon et avance d'usinage
N100 G13 G91 H+3240 Z+13,5 F200 * ..... Interpolation hélicoïdale; angle et déplacement dans l'axe de
                                           plongée en incrémental
N110 G00 G40 G90 X+50 Y+30 * ..... Quitter le contour (en absolu), annuler la correction de rayon
N120 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S536I G71 *
```

5.6 Fonctions auxiliaires influant sur le contournage et les coordonnées

Les fonctions auxiliaires suivantes permettent de modifier sciemment le comportement standard de la TNC dans certaines situations de l'usinage:

- Arrondi d'angle
- Insertion de cercles d'arrondi entre droites de transitions non-tangentielles
- Usinage de petits éléments de contour
- Usinage d'angles de contours ouverts
- Programmation des coordonnées-machine

Arrondi d'angle: M90

Comportement standard - sans M90

En cas de trajectoires intermédiaires angulaires, tels que les angles internes et les positionnements sans correction de rayon, l'outil est brièvement arrêté. Conséquence:

- la mécanique de la machine est épargnée
- les angles du contour sont parfaitement dessinés (extérieur)

Remarque:

Dans les séquences de programme avec correction de rayon (G41/G42), la TNC insère automatiquement un cercle de transition aux angles externes.

Arrondi d'angle avec M90

L'outil est déplacé aux transitions angulaires à une vitesse de contournage constante. Conséquence:

- les coins sont arrondis - la surface de la pièce est plus lisse
- le temps d'usinage est raccourci

Exemple d'application:

Contours formés de petits segments de droites.

Durée de l'effet

Le mode erreur de poursuite doit être sélectionné. La fonction auxiliaire M90 n'est active que dans les séquences de programme à l'intérieur desquelles elle se trouve.



Indépendamment de M90 et à partir de PM 7460 (cf. p. 11-12), on peut définir une valeur limite jusqu'à laquelle on peut encore se déplacer à vitesse de contournage constante (ceci est valable en mode erreur de poursuite et pré-commande de vitesse).

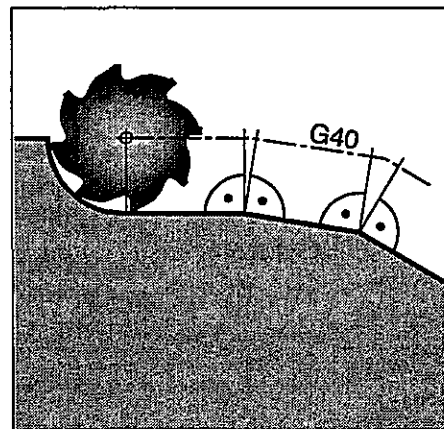


Fig. 5.41: Comportement de contournage standard avec G40 et sans M90

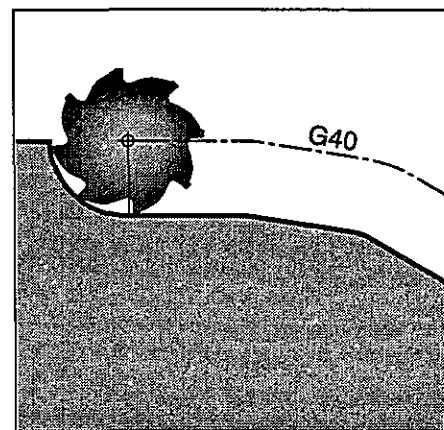


Fig. 5.42: Comportement de contournage avec G40 et M90

Usinage de petits éléments de contour: M97

Comportement standard – sans M97

A un angle extérieur, la TNC insère un cercle de transition. Lorsqu'il rencontre de petits éléments de contour, l'outil risque alors d'endommager celui-ci. C'est pour cette raison qu'à de tels endroits la TNC interrompt l'exécution du programme en délivrant le message d'erreur RAYON D'OUTIL TROP GRAND.

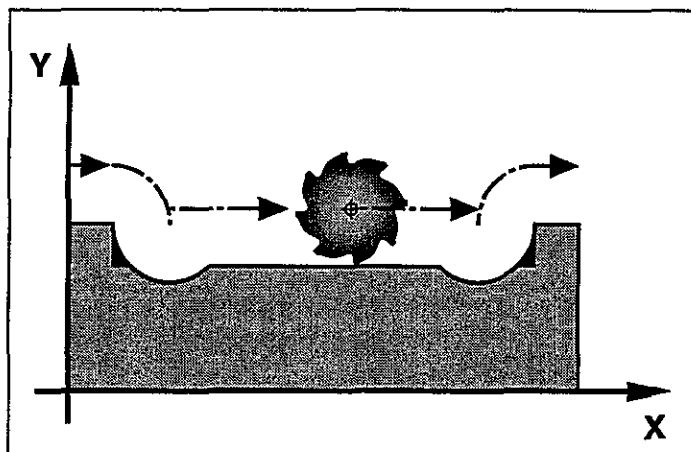


Fig. 5.43: Comportement de contournage standard, sans que la commande n'émette de message d'erreur

Usinage de petits éléments de contour avec M97

La TNC calcule un point d'intersection \odot (cf. fig.) pour les éléments du contour –comme pour les angles internes– et déplace l'outil à ce point. M97 est programmé dans la séquence à l'intérieur de laquelle l'outil aborde cet angle externe.

Durée de l'effet

La fonction auxiliaire M97 n'est active qu'à l'intérieur des séquences de programme où elle a été programmée.

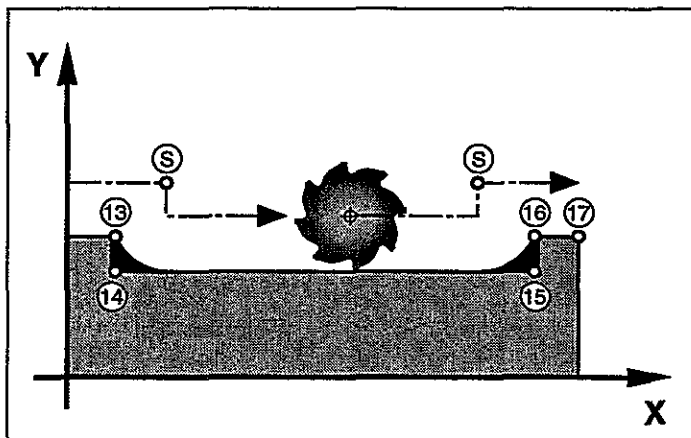


Fig. 5.44: Comportement de contournage avec M97



L'angle du contour sera usiné de manière incomplète avec M97. On peut éventuellement avoir recours à un outil de rayon plus petit pour effectuer un usinage complémentaire.

Schéma de programme

```


.
.
.
N5   G99 L ... R+20 ..... Grand rayon d'outil
.
.
.
N20  G01 X ... Y ... M97 ..... Aborder le point 13 du contour
N30  G91 Y-0,5 ..... Usiner le petit élément de contour 13-14
N40  X+100 ..... Aborder le point 15 du contour
N50  Y+0,5 M97 ..... Usiner le petit élément de contour 15-16
N60  G90 X ... Y ..... Aborder le point 17 du contour
.
.
.

```

Dans les séquences N20 et N50, on aborde les points extérieurs du contour:
On programme M97 dans ces séquences.

Usinage complet d'angles de contour ouverts: M98

Comportement standard – sans M98

A l'angle interne, la TNC calcule le point d'intersection  des trajectoires de la fraise et déplace l'outil à partir de ce point dans la nouvelle direction. Ce comportement induit un usinage incomplet lorsque le contour est ouvert aux angles.

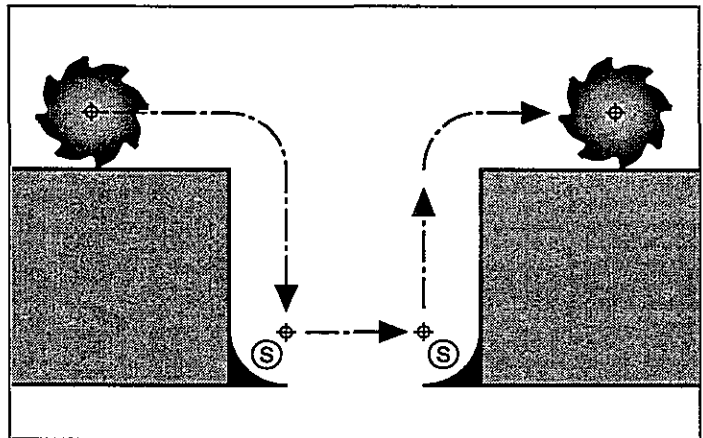


Fig. 5.45: Déplacements sans M98

Usinage complet de contours ouverts – avec M98

Au moyen de la fonction auxiliaire M98, la TNC déplace l'outil jusqu'à ce que chaque point du contour soit réellement usiné.

Durée de l'effet

La fonction auxiliaire M98 n'est active qu'à l'intérieur des séquences de programme où elle a été programmée.

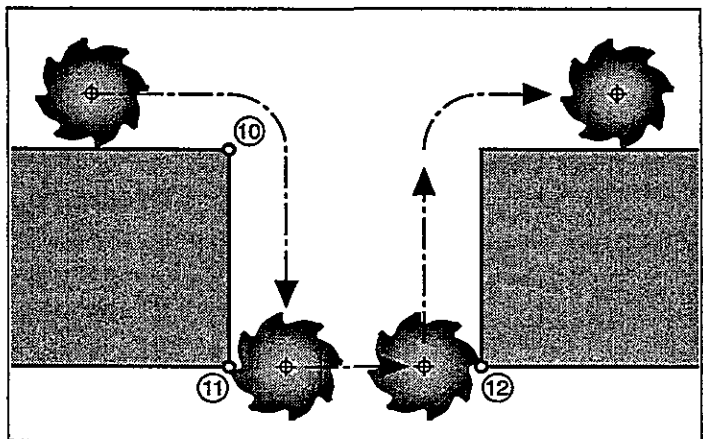


Fig. 5.46. Déplacements avec M98

Schéma de programme

```

.
.
.
N10 X ... Y ... G41 F ... Aborder le point 10 du contour
N20 X ... Y-... M98 Usiner le point 11 du contour
N30 X + ... Aborder le point 12 du contour
.
.
.

```

Programmation des coordonnées machine M91/M92

Comportement standard

Les coordonnées se réfèrent au point zéro pièce (cf. page 1-13).

Point zéro règle

Les règles possèdent des marques de référence. Une marque de référence définit la position du point zéro de la règle. Si la règle ne possède qu'une marque de référence, celle-ci représente le point zéro règle. En revanche, si la règle possède plusieurs marques de référence - à distances codées -, le point zéro règle est déterminé par la marque de référence la plus à gauche de la règle (début de la course de mesure).

Point zéro machine - fonction auxiliaire M91

Le point zéro machine est utilisé pour les opérations suivantes:

- limiter la zone de déplacement (commutateur de fin de course)
- aborder les positions définies par rapport à la machine (par ex., position de changement d'outil)
- initialiser le point de référence pièce

Le constructeur de la machine programme au moyen d'un paramètre-machine et pour chaque axe la distance entre le point zéro machine et le point zéro règle.

Lorsque des coordonnées contenues dans des séquences de positionnement se réfèrent au point zéro machine, on introduit dans ces séquences la fonction auxiliaire M91.

La commande affiche les coordonnées se référant au point zéro machine avec l'affichage de coordonnées REF.

Point de référence machine - fonction auxiliaire M92

Outre le point zéro machine, le constructeur de la machine a la possibilité de définir encore une autre position se référant à la machine (point de référence machine).

Le constructeur de la machine programme pour chaque axe la distance entre le point de référence machine et le point zéro machine.

Lorsque des coordonnées contenues dans des séquences de positionnement se réfèrent au point de référence machine, on introduit dans ces séquences la fonction auxiliaire M92.

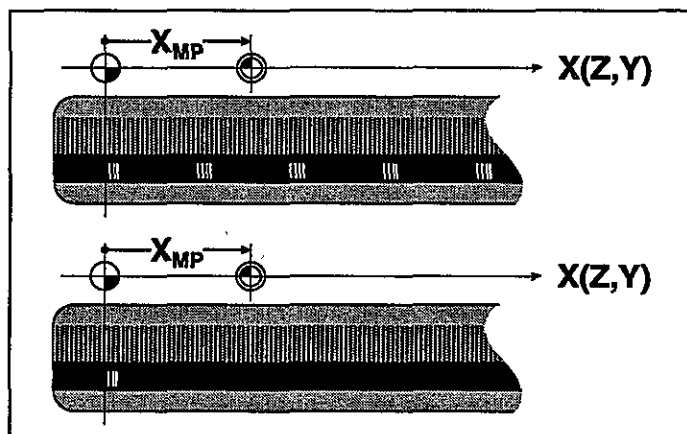


Fig. 5.47: Point zéro règle \oplus et machine \odot avec règles avec une ou plusieurs marques de référence



Même si les coordonnées sont programmées avec M91 ou M92, les valeurs sont prises en compte pour la correction de rayon. La longueur d'outil n'est pas prise en compte.

Point de référence pièce

La position du point de référence pour les coordonnées de la pièce se définit en mode de fonctionnement MANUEL (cf. p. 2.6). Les coordonnées du point de référence devant servir à l'usinage sont introduites directement.

Dans le cas où les coordonnées se réfèrent toujours au point zéro machine ou au point de référence machine, il est alors possible de bloquer l'initialisation du point de référence sur un ou plusieurs axes.

Si l'initialisation du point de référence est bloquée sur tous les axes, la TNC n'affiche plus la softkey DATUM SET en MODE DE FONCTIONNEMENT MANUEL.

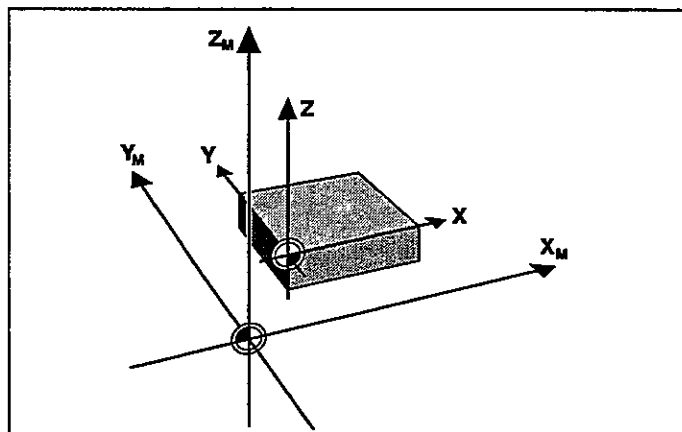


Fig. 5.48: Point zéro machine  point zéro pièce 

Facteur d'avance pour déplacements en plongée: M103 F...**Comportement standard – sans M103 F...**

La TNC déplace l'outil suivant l'avance précédemment programmée et indépendamment du sens du déplacement.

Réduction de l'avance lors de la plongée – avec M103 F...

La TNC réduit l'avance de contourage lors de déplacements dans le sens négatif de l'axe d'outil. L'avance de l'axe d'outil est alors limitée à une valeur calculée par la TNC à partir de l'avance précédemment programmée:

$F_{ZMAX} = F_{PROG} * F_{\%}$
 F_{ZMAX} : Avance max. dans le sens négatif de l'axe d'outil
 F_{PROG} : Avance précédemment programmée
 $F_{\%}$: Facteur programmé derrière M103, en %

Durée de l'effet

M103 F... est annulée si l'on introduit à nouveau M103 sans facteur.

Exemple:

Avance de plongée 20 % de l'avance dans le plan

	Avance de contourage réelle [mm/min.] avec potentiomètre 100%
G01 G41 X+20 Y+20 F500 M103 F20	500
Y+50	500
G91 Z-2,5	100
Y+5 Z-5	367
X+50	500
G90 Z+5	500



M103 F... est activée avec le paramètre machine 7440 (cf. p. 11-18).

Vitesse d'avance aux arcs de cercle: M109/M110/M111**Comportement standard – M111**

L'avance programmée se réfère à la trajectoire du centre de l'outil.

Vitesse de contourage constante aux arcs de cercle (augmentation et réduction de l'avance) – M109

Lorsque la TNC usine l'intérieur d'arcs de cercle, elle réduit l'avance automatiquement et tant que l'avance reste constante à la pointe de l'outil. Lors d'un usinage à l'extérieur d'arcs de cercle, l'avance est augmentée en conséquence.

Vitesse de contourage constante aux arcs de cercle (réduction de l'avance seulement) – M110

La TNC ne réduit l'avance que s'il s'agit d'usiner l'intérieur d'un arc de cercle. Lors d'un usinage externe d'un arc de cercle, il n'y a pas d'équilibrage de l'avance.

Insérer un cercle d'arrondi entre des segments de droite: M112 E... A...**Comportement standard – sans M112 E... A...**

Lorsque l'on usine un contour composé d'un grand nombre de petits segments de droite, les angles sont abordés de manière précise. Lors de l'exécution de programmes sans correction de rayon d'outil, ceci a pour conséquence une réduction à zéro de l'avance aux angles.

Insérer un cercle d'arrondi entre deux segments de droite – avec M112 E... A...

La TNC insère des cercles d'arrondi entre des segments de droite sans correction de rayon. Lorsqu'elle calcule le cercle d'arrondi, la TNC tient compte de:

- l'écart admissible introduit sous E par rapport au contour programmé (si aucun écart admissible n'a été introduit, l'infini est pris en compte)
- la longueur des deux segments de droite à l'intersection desquels sera inséré le cercle d'arrondi
- l'avance programmée (réglage du potentiomètre sur 150%) et l'accélération circulaire (définie par le constructeur de la machine à partir des paramètres-machine)

A l'aide de ces trois critères, la TNC calcule trois cercles d'arrondi à partir desquels sera inséré le plus petit rayon. Lors de l'usinage, si l'avance de contourage est trop élevée pour le cercle d'arrondi qui a été calculé, la TNC réduit l'avance de manière automatique. Si l'on introduit sous A un angle limite, la TNC ne prendra en compte l'avance programmée dans son calcul du cercle d'arrondi que si l'angle correspondant à la modification du sens est supérieur à l'angle limite programmé.

L'écart admissible E doit être inférieur à l'écart entre points utilisé.

Programmation paramétrée

La valeur E peut être également définie par paramètres Q

Durée de l'effet

M112 E... A... est active en mode pré-commande de vitesse et en mode erreur de poursuite. M112 E... A... est annulée par M113.

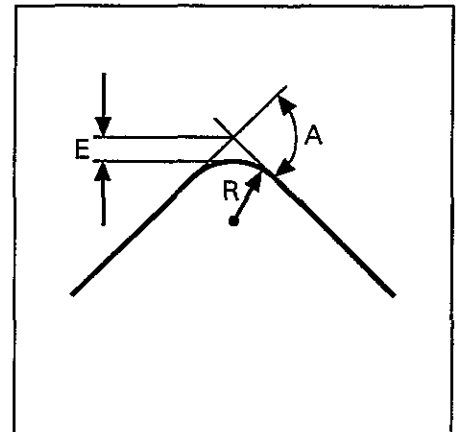


Fig. 5.49. Tolérance E entre le contour programmé et l'angle limite A

Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage avec inclinaison des axes: M114 (sauf avec TNC 407)

Comportement standard – sans M114

La TNC déplace l'outil jusqu'aux positions définies dans le programme d'usinage. Le décalage de l'outil avec inclinaison des axes résultant de la géométrie de la machine doit ensuite être pris en compte par un post-processeur.

Correction automatique de la géométrie de la machine – avec M114

La TNC compense le décalage de l'outil (fig. 5.50 par ex., dx et dz) résultant du positionnement des axes inclinés. Une correction linéaire 3D est alors réalisée. La correction de rayon doit être calculée par un système CAO ou par un post-processeur. Une correction de rayon programmée (G41 ou G42) génère le message d'erreur SEQUENCE CN NON AUTORISEE.

Ainsi, lors de l'élaboration du programme CN par un post-processeur, la géométrie de la machine n'a donc pas besoin d'être prise en compte.

Si la correction linéaire est réalisée par la TNC, l'avance programmée se réfère à la pointe de l'outil, ou sinon au point de référence de l'outil.

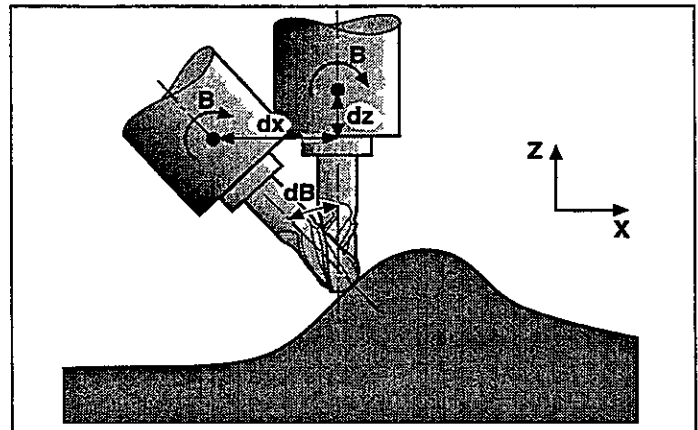


Fig. 5.50: Décalage du point de référence de l'outil lors de l'inclinaison de l'outil

Durée de l'effet

M114 est annulée à partir de M115 ou par la séquence N99 999.



La géométrie de la machine doit être définie par le constructeur de la machine dans le paramètre-machine 7510 et les paramètres suivants.

Avance en mm/min. sur axes angulaires A, B, C: M116**Comportement standard – sans M116**

Pour un axe angulaire, la TNC interprète l'avance programmée en degrés/min.. L'avance de contourage dépend donc de la distance séparant le centre de l'outil du centre des axes angulaires. Plus la distance est grande et plus l'avance de contourage est importante.

Avance en mm/min. pour axes angulaires – avec M116

Pour un axe angulaire, la TNC interprète l'avance programmée en mm/min.. L'avance de contourage est donc indépendante de la distance séparant le centre de l'outil du centre des axes angulaires.

Durée de l'effet

M116 est active jusqu'à la fin du programme (séquence N99999) et s'annule automatiquement.



La géométrie de la machine doit être définie par le constructeur de la machine dans le paramètre-machine 7510 et les paramètres suivants.

Autoriser le positionnement de la manivelle en cours d'exécution de programme: M118 X... Y... Z...**Comportement standard – sans M118**

La TNC déplace l'outil dans les modes Exécution de programme tel que défini dans le programme d'usinage.

Autoriser le positionnement de la manivelle – avec M118 X... Y... Z...

Parallèlement au déroulement du programme, M118 permet d'effectuer des corrections manuelles à l'aide de la manivelle. La valeur de ce déplacement est introduite dans les facteurs spécifiques des axes X, Y et Z, derrière M118 (en mm).

Durée de l'effet

M118 X... Y... Z... est annulée si l'on introduit à nouveau M118 sans les facteurs X, Y et Z.

Exemple: Pendant l'exécution du programme, il convient de pouvoir se déplacer avec la manivelle dans le plan d'usinage X/Y ± 1 mm.

Séquence CN: G01 X0 Y38,5 G41 F125 M118 X1 Y1

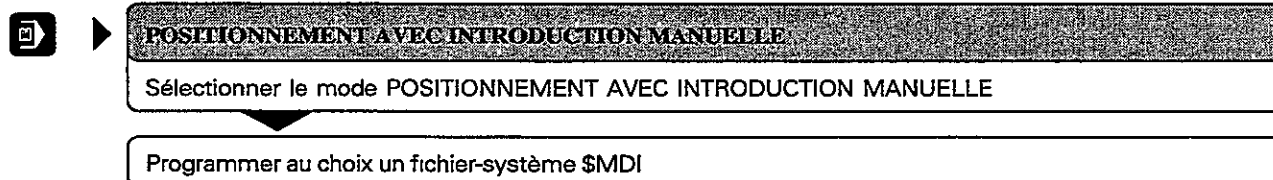
5.7 Positionnement avec introduction manuelle: Fichier-système \$MDI

Le mode de fonctionnement POSITIONNEMENT AVEC INTRODUCTION MANUELLE sert également à programmer et exécuter un fichier-système \$MDI.I (ou \$MDI.H). \$MDI se programme comme un programme d'usinage.

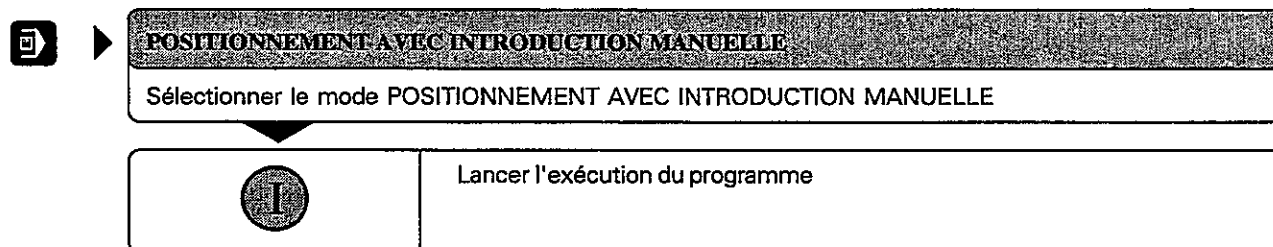
Exemples d'application:

- Prépositionnement
- Surfaçage

Programmer un fichier-système \$MDI



Exécuter un fichier-système \$MDI



Le fichier-système \$MDI ne doit pas contenir d'appel de programme (séquence % ou appel à partir d'un cycle)

5.7 Positionnement avec introduction manuelle: Fichier-système \$MDI

Exemple d'application

Éliminer le désaxage de la pièce sur machines équipées d'un plateau circulaire

Préparatifs:

Réaliser la rotation de base à l'aide du système de palpé 3D; noter l'ANGLE DE ROTATION et supprimer la rotation de base.

- Commuter sur le mode de fonctionnement "



POSITIONNEMENT AVEC INTRODUCTION MANUELLE

Ouvrir le fichier-système \$MDI

- Programmer la rotation



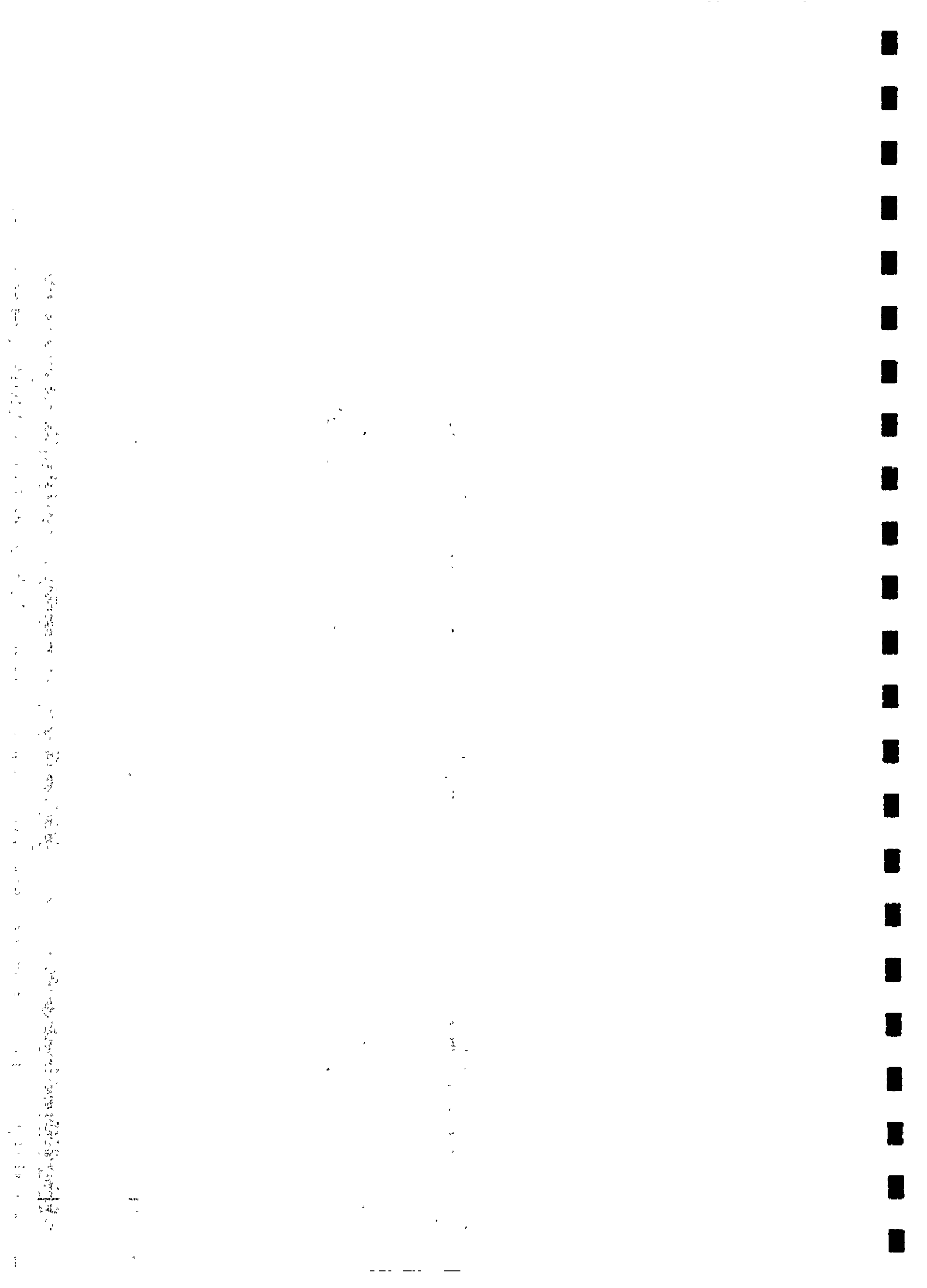
- Sélectionner l'axe du plateau circulaire
- Introduire l'angle de rotation qui avait été noté



Clôre l'introduction



Le désaxage sera éliminé par la rotation du plateau circulaire



6 Sous-programmes et répétitions de partie de programme

6.1 Sous-programmes6-2

Processus	6-2
Recommandations concernant la programmation	6-2
Programmation et appel d'un sous-programme	6-3

6.2 Répétitions de partie de programme6-5

Processus	6-5
Recommandations concernant la programmation	6-5
Programmation et appel de répétition de partie de programme	6-5

6.3 Programme principal pris comme sous-programme6-8

Processus	6-8
Recommandations concernant la programmation	6-8
Appeler un programme principal pris comme sous-programme	6-8

6.4 Imbrications6-9

Niveaux d'imbrication	6-9
Sous-programme dans sous-programme	6-9
Renouveler des répétitions de partie de programme	6-11
Répétition de sous-programme	6-12

6 Sous-programmes et répétitions de partie de programme

Des phases d'usinage déjà programmées une fois peuvent être exécutées plusieurs fois à l'aide des sous-programmes et des répétitions de partie de programme.

Label

Les sous-programmes et répétitions de partie de programme sont marqués au moyen de LABELS (de l'anglais = marque, désignation)

Les LABELS portent un numéro compris entre 0 et 254.

Chaque numéro de LABEL (sauf 0) ne peut être attribué dans le programme avec G98 qu'une seule fois

LABEL 0 désigne la fin d'un sous-programme.

6.1 Sous-programmes

Processus

Le programme (principal) est exécuté (①) jusqu'à l'appel d'un sous-programme (séquence avec Ln,0)

Le sous-programme est ensuite exécuté (②) jusqu'à la fin (G98 L0)

Puis, le programme principal se poursuit avec la séquence suivant l'appel du sous-programme (③).

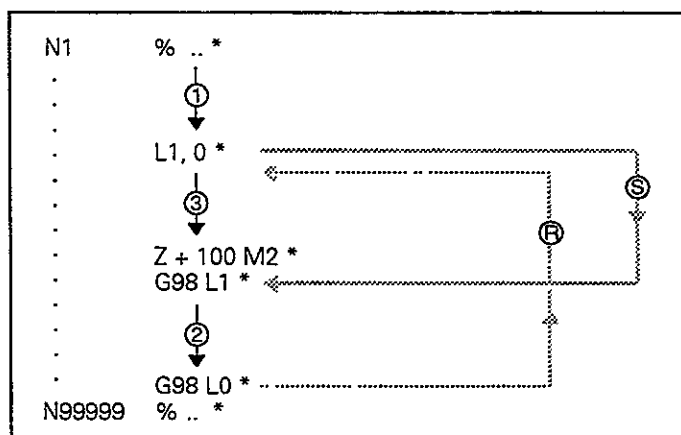




Fig. 6.1 Deroulement de l'usinage avec sous-programmes;
 Ⓢ = saut, Ⓡ = retour


Recommandations concernant la programmation

- Un programme principal peut contenir jusqu'à 254 sous-programmes
- Des sous-programmes peuvent être appelés dans n'importe quel ordre et autant de fois qu'on le désire.
- Un sous-programme ne peut s'appeler lui-même
- Les sous-programmes doivent être programmés à la fin du programme principal (derrière la séquence avec M2 ou M30)
- Si des sous-programmes sont situés dans le programme avant la séquence avec M02 ou M30, ils seront exécutés au moins une fois sans qu'il soit besoin de les appeler

Programmation et appel d'un sous-programme

Marquer le début



 9 8 	Sélectionner la fonction Initialisation de label.
---	---


NUMERO DE LABEL*	
Ex. 5 	Le sous-programme débute par ex. au LABEL 5

Séquence CN: par ex. G98 L5 *

Marquer la fin

Un sous-programme se termine toujours au LABEL 0.



 9 8 	Sélectionner la fonction Initialisation de label.
---	---

NUMERO DE LABEL*	
0 	Fin du sous-programme

Séquence CN. G98 L0 *

Appeler un sous-programme

Un sous-programme est appelé au moyen de son NUMERO DE LABEL.

 5 . 0 	Le sous-programme suivant LBL 5 est appelé
--	--

Séquence CN. z B L5,0 *



L'instruction L0,0 (correspondant à l'appel de la fin du sous-programme) n'est pas autorisée.

Exercice: Série de quatre trous à trois endroits de la pièce

Le perçage sera programmé à l'aide du cycle G83 PERÇAGE PROFOND. La profondeur de perçage, la distance de sécurité, l'avance, etc. doivent être définies dans le cycle. Le cycle est appelé par la fonction auxiliaire M99 (cf. page 8-3).

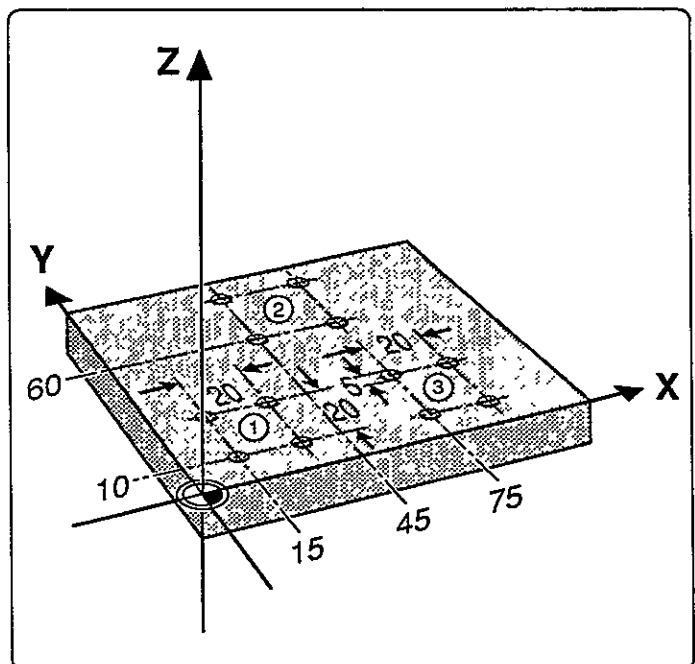
Coordonnées du premier trou de chaque série:

Groupe ① X = 15 mm Y = 10 mm
 Groupe ② X = 45 mm Y = 60 mm
 Groupe ③ X = 75 mm Y = 10 mm

Ecart entre les trous
 IX = 20 mm
 IY = 20 mm

Profondeur de perçage (PROF) Z = 10 mm

Diamètre des trous Ø = 5 mm

**Programme d'usinage**

```
%S64| G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+2,5 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S3500 * ..... Appel de l'outil
N50 G83 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 0
P05 100 * ..... Définition du cycle Perçage profond (cf. p.8-5)
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N70 X+15 Y+10 * ..... Aborder le groupe 1 de trous
N80 Z+2 M03 * ..... Prépositionnement dans l'axe de plongée
N90 L1,0 * ..... Appeler le sous-programme (qui sera exécuté avec la
séquence N90)
N100 X+45 Y+60 * ..... Aborder le groupe 2 de trous
N110 L1,0 * ..... Appeler le sous-programme
N120 X+75 Y+10 * ..... Aborder le groupe 3 de trous
N130 L1,0 * ..... Appeler le sous-programme
N140 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée,
Fin du programme principal (M2); le sous-programme est
introduit derrière M2
N150 G98 L1 * ..... Début du sous-programme
N160 G79 * ..... Exécuter le cycle Perçage profond pour le 1er trou
N170 G91 X+20 M99 * ..... Aborder le 2ème trou en incrémental et percer
N180 Y+20 M99 * ..... Aborder le 3ème trou en incrémental et percer
N190 X-20 G90 M99 * ..... Aborder le 4ème trou en incrémental et percer; commuter sur
les coordonnées absolues (G90)
N200 G98 L0 * ..... Fin du sous-programme
N99999 %S64| G71 * ..... Fin du programme
```


6.2 Répétitions de partie de programme

Tout comme les sous-programmes, les répétitions de partie de programme sont marquées au moyen de LABELS.

Processus

Le programme est exécuté jusqu'à la fin de la partie du programme (séquence avec Ln, m) (①, ②).

La partie du programme est ensuite répétée entre le LABEL appelé et l'appel de label autant de fois que défini dans m (③, ④)

A l'issue de la dernière répétition, le programme se poursuit (⑤)

Recommandations concernant la programmation

- Une partie de programme peut être répétée à la suite jusqu'à 65 534 fois
- Les parties de programme sont toujours exécutées une fois de plus qu'il n'a été programmé de répétitions

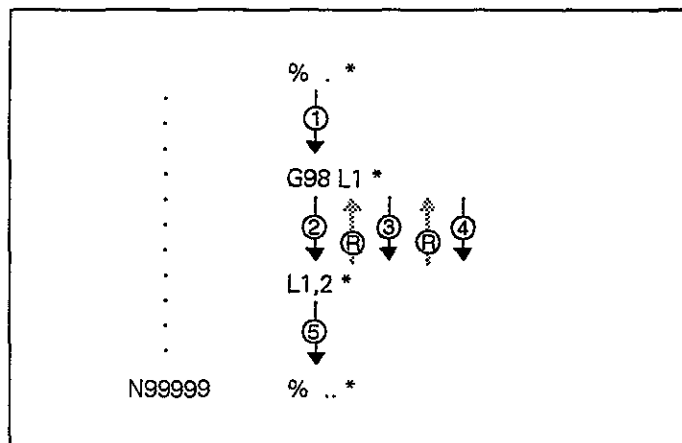


Fig 6.2. Déroulement de l'usinage avec répétitions de partie de programme; (R) = retour

Programmation et appel de répétition de partie de programme

Marquer le début

	Sélectionner la fonction Initialisation de label
NUMERO DE LABEL:	
Ex.	La partie de programme est répétée à partir de ce LABEL, par ex. à partir du LABEL 7

Séquence CN: Ex. G98 L7 *

Nombre de répétitions

Le nombre de répétitions est défini dans la séquence qui appelle également la répétition de partie de programme. Cette séquence marque aussi la fin de la partie de programme.

	La partie de programme, par ex. à partir du LABEL 7, est répétée jusqu'à cette séquence, par ex. 10 fois, soit exécutée au total 11 fois
--	--

Séquence CN: par ex. L7,10 *

Exercice: Rangée de trous parallèle à l'axe X

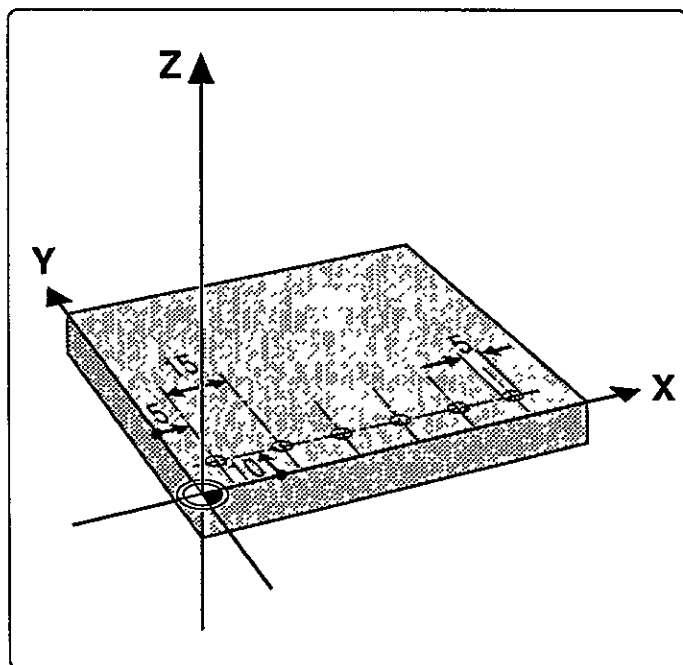
Coordonnées
du 1er trou: X = 5 mm
 Y = 10 mm

Ecart entre
les trous: IX = 15 mm

Nombre
de trous: N = 6

Profondeur
de perçage Z = 10

Diamètre
des trous Ø = 5 mm

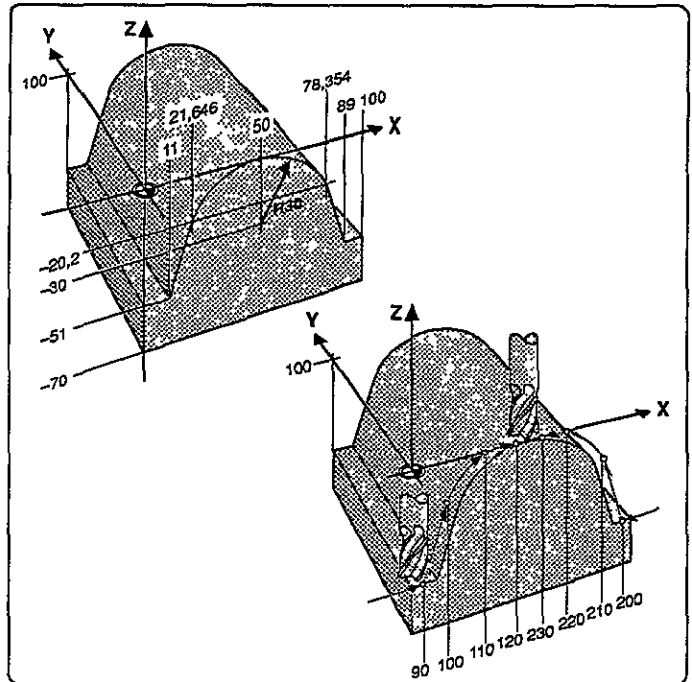
**Programme d'usinage**

```
%S66I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+2,5 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S3500 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N60 X-10 Y+10 Z+2 M03 * ..... Prépositionnement au point décalé de l'écart entre les trous
                                dans le sens négatif de l'axe X
N70 G98 L1 * ..... Début de la partie de programme qui doit être répétée
N80 G91 X+15 * ..... Aborder la position de perçage en incrémental
N90 G01 G90 Z-10 F100 * ..... Perçage (absolu)
N100 G00 Z+2 * ..... Dégagement
N110 L1,5 * ..... Appel du LABEL 1; répéter 5 fois (pour 6 trous) la partie de
                                programme entre la séquence N90 et la séquence N110
N120 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S66I G71 *
```

6.2 Répétitions de partie de programme

Exercice: Fraisage avec répétition de partie de programme, sans correction de rayon**Phases d'usinage**

- Sens de fraisage du bas vers le haut
- Usinage de la partie X=0 à 50 mm
(programmer toutes les coordonnées en X diminuées du rayon de l'outil) et Y=0 à 100 mm : G98 L1
- Usinage de la partie X=50 à X=100 mm
(programmer toutes les coordonnées en X augmentées du rayon de l'outil et Y=0 à 100 mm : G98 L2
- Après chaque pas d'usinage, l'outil est déplacé en incrémental de +2,5 mm sur l'axe Y.



La figure ci-contre comporte les numéros de séquences dans lesquelles a été programmé le point final de l'élément de contour.

Programme d'usinage:

```
%S67I G71 * ... .. Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-70 * ... .. Définition de la pièce brute (attention: valeurs modifiées)
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+10 * ... .. Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1750 * ... .. Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ... .. Dégagement et changement de l'outil
N60 X-20 Y-1 M03 * ... .. Prépositionnement dans le plan
N70 G98 L1 * ... .. Début de la partie de programme 1
N80 G90 Z-51 *
N90 G01 X+1 F100 *
N100 X+11,646 Z-20,2 * ... .. Partie de programme pour l'usinage de
N110 G06 X+40 Z+0 * ... .. X = 0 à 50 mm et Y = 0 à 100 mm
N120 G01 X+41 *
N130 G00 Z+10 *
N140 X-20 G91 Y+2,5 *
N150 L1,40 * ... .. Appel du LABEL 1; la partie de programme située entre la
... .. séquence N70 et N150 est répétée 40 fois
N160 G90 Z+20 * ... .. Dégager l'axe de plongée
N170 X+120 Y-1 * ... .. Prépositionnement pour la partie de programme 2
N180 G98 L2 * ... .. Début de la partie de programme 2
N190 G90 Z-51 *
N200 G01 X+99 F100 *
N210 X+88,354 Z-20,2 * ... .. Partie de programme pour l'usinage de
N220 G06 X+60 Z+0 * ... .. X = 50 à 100 mm et Y = 0 à 100 mm
N230 G01 X+59 *
N240 G00 Z+10 *
N250 X+120 G91 Y+2,5 *
N260 L2,40 * ... .. Appel du LABEL 1; la partie de programme située entre la
... .. séquence N180 et N260 est répétée 40 fois
N270 G90 Z+100 M02 * ... .. Dégager l'axe de plongée
N99999 %S67I G71 *
```

6.3 Programme principal pris comme sous-programme

Processus

Le programme est exécuté (①) jusqu'à l'appel d'un autre programme (séquence avec %).

L'autre programme est ensuite exécuté jusqu'à la fin (②).

Le programme à l'intérieur duquel a été appelé l'autre programme se poursuit avec la séquence suivant l'appel de programme (③).

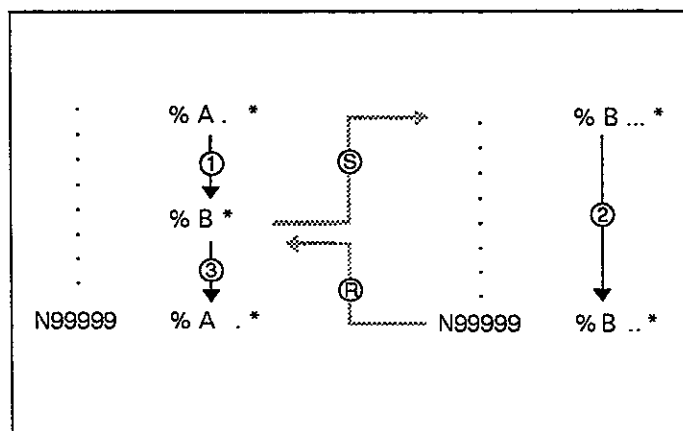


Fig. 6.3 Déroulement d'un programme principal pris comme sous-programme, (S) = saut, (R) = retour

Recommandations concernant la programmation

- Si les programmes sont appelés à partir d'une mémoire externe, ils ne doivent pas contenir de sous-programmes ou de répétitions de partie de programme.
- Les programmes principaux pris comme sous-programmes n'ont pas besoin de LABEL.
- Le programme qui a été appelé ne doit pas contenir de fonction auxiliaire M2 ou M30.
- Le programme qui a été appelé ne doit pas contenir de saut dans le programme appelé.

Appeler un programme principal pris comme sous-programme



NOM DE PROGRAMME?

Programmer l'appel du programme principal et introduire le nom du programme à appeler

EXT	.H	.I					
-----	----	----	--	--	--	--	--

- Appeler un programme en Texte clair
- Appeler un programme en DIN/ISO
- Appeler un programme à partir d'une mémoire externe

.H

.I

EXT

Séquence CN. par ex. % NAME



Un programme principal peut également être appelé à l'aide du cycle G39 (cf. page B-51)

6.4 Imbrications

L'imbrication de sous-programmes et de répétitions de partie de programme peut être structurée de la manière suivante

- Sous-programmes dans sous-programme
- Répétitions de partie de PGM dans répétition de partie de PGM
- Répétition de sous-programmes
- Répétitions de partie de programme dans sous-programme

Niveaux d'imbrication

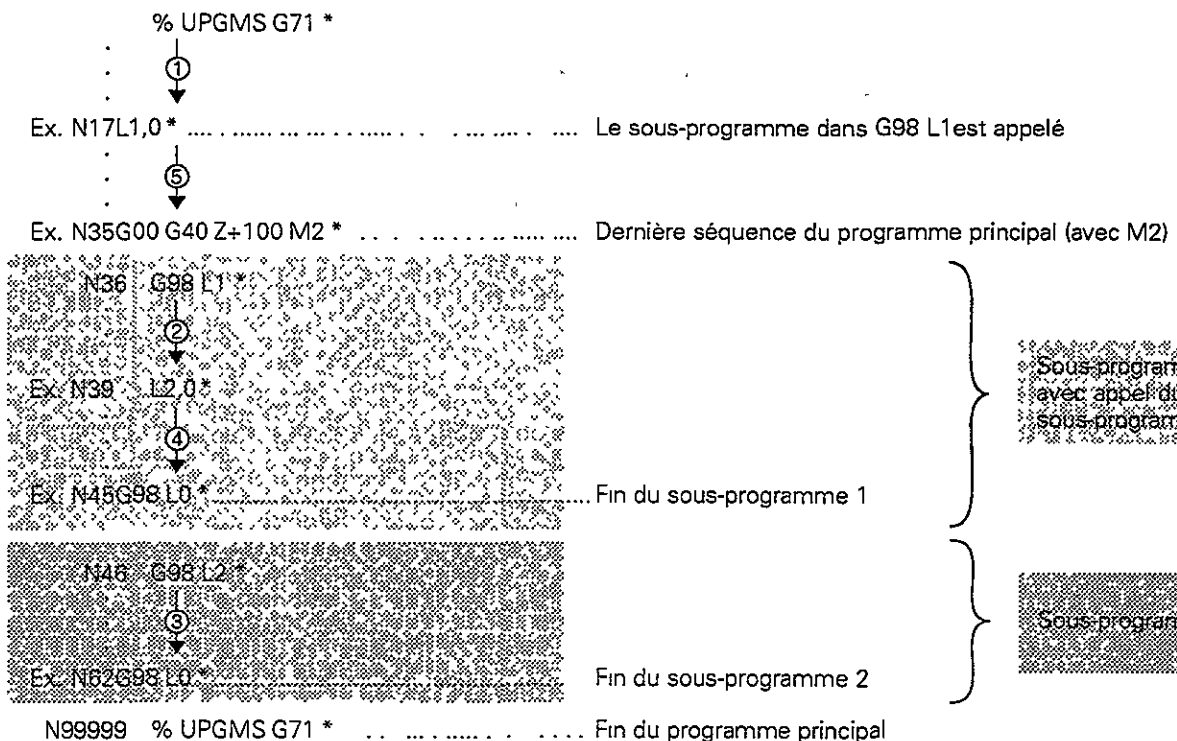
Les niveaux d'imbrication définissent combien les parties de programme ou les sous-programmes doivent contenir d'autres sous-programmes.

Niveaux d'imbrication max. pour sous-programmes. 8

Niveaux d'imbrication max. pour appel de programme principal: 4

Sous-programme dans sous-programme

Structure du programme



Exécution de programme

- 1er pas. Le programme principal UPGMS est exécuté jusqu'à la séquence 17
- 2nd pas. Le sous-PGM 1 est appelé et exécuté jusqu'à la séquence 39.
- 3ème pas. Le sous-programme 2 est appelé et exécuté jusqu'à la séquence 62. Fin du sous-programme 2 et retour au sous-programme dans lequel il a été appelé.
- 4ème pas. Le sous-programme 1 est exécuté de la séquence 40 à la séquence 45. Fin du sous-programme 1 et retour dans le programme UPGMS.
- 5ème pas. Le programme principal UPGMS est exécuté de la séquence 18 à la séquence 35. Retour à la séquence 1 et fin de programme.

Exercice: Séries de trous à trois endroits (cf. p. 6-4), réalisées toutefois avec 3 outils différents

Phases d'usinage:

Pointage - Perçage profond - Taraudage

Les trous sont programmés à l'aide du cycle G83 PERÇAGE PROFOND (cf. page 8-4) et du cycle G84 TARAUDAGE (cf. page 8-6). L'approche des séries de trous est réalisée dans un sous-programme, et les trous, dans un second sous-programme.

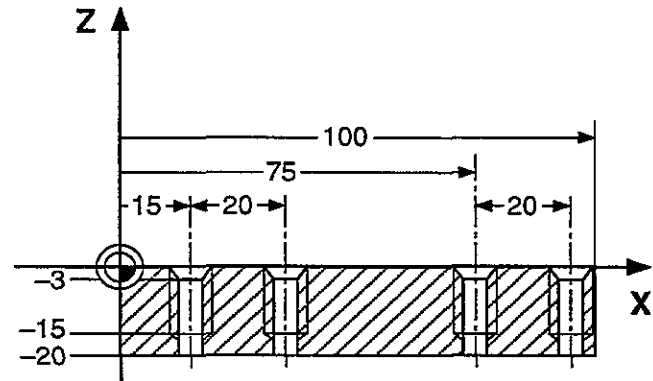
Coordonnées du 1er trou de chaque série:

- ① X = 15 mm Y = 10 mm
 ② X = 45 mm Y = 60 mm
 ③ X = 75 mm Y = 10 mm

Ecart entre les trous. IX=20 mm IY = 20 mm

Coordonnées pour le perçage

Pointage ZS = 3 mm Ø = 7 mm
 Perçage profond ZT = 15 mm Ø = 5 mm
 Taraudage ZG = 10 mm Ø = 6 mm

**Programme d'usinage**

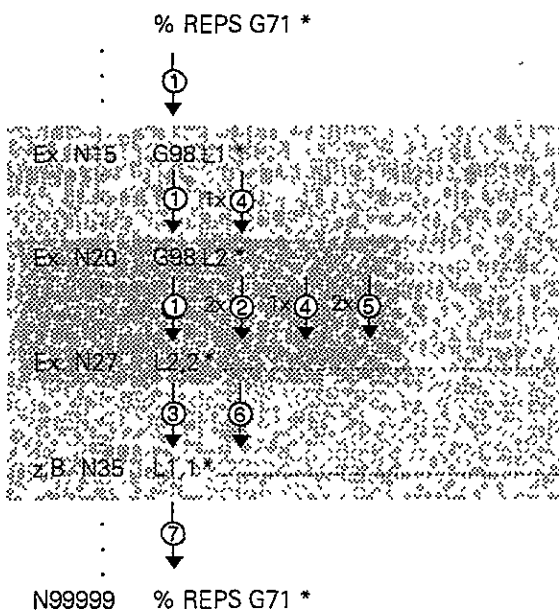
```
%S610I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T25 L+0 R+2,5 * ..... Définition de l'outil pour le perçage profond
N40 G99 T30 L+0 R+3 * ..... Définition de l'outil pour le pointage
N50 G99 T35 L+0 R+3,5 * ..... Définition de l'outil pour le taraudage
N60 T35 G17 S3000 * ..... Appel de l'outil pour le pointage
N70 G83 P01 -2 P02 -3 P03 -3 P04 0
P05 100 * ..... Définition du cycle Perçage profond
N80 L1,0 * ..... Appel du sous-programme 1
N90 T25 G17 S2500 * ..... Appel de l'outil pour le perçage profond
N100 G83 P01 -2 P02 -25 P03 -10 P04 0
P05 150 * ..... Définition du cycle Perçage profond
N110 L1,0 * ..... Appel du sous-programme 1
N120 T30 G17 S100 * ..... Appel de l'outil pour le taraudage
N130 G84 P01 -2 P02 -15 P03 0,1 P04 100 * ..... Définition du cycle Taraudage
N140 L1,0 * ..... Appel du sous-programme 1
N150 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée, fin du programme principal
N160 G98 L1 * ..... Début du sous-programme 1
N170 G00 G40 G90 X+15 Y+10 M03 * ..... Aborder la série 1 de trous
```

Voir page suivante

N180 Z+2 *	Prépositionnement dans l'axe de plongée
N190 L2,0 *	Appeler le sous-programme 2
N200 X+45 Y+60 *	Aborder la série 2 de trous
N210 L2,0 *	Appeler le sous-programme 2
N220 X+75 Y+10 *	Aborder la série 3 de trous
N230 L2,0 *	Appeler le sous-programme 2
N240 G98 L0 *	Fin du sous-programme 1
N250 G98 L2 *	Début du sous-programme 2
N260 G79 *	
N270 G91 X+20 M99 *	Usinage des trous avec le cycle actif concerné
N280 Y+20 M99 *	
N290 X-20 G90 M99 *	
N300 G98 L0 *	Fin du sous-programme 2
N99999 %S610I G71 *	

Renouveler des répétitions de partie de programme

Structure du programme



Partie de programme située entre cette séquence et G98 L2 (séquence 20) est répétée 2 fois

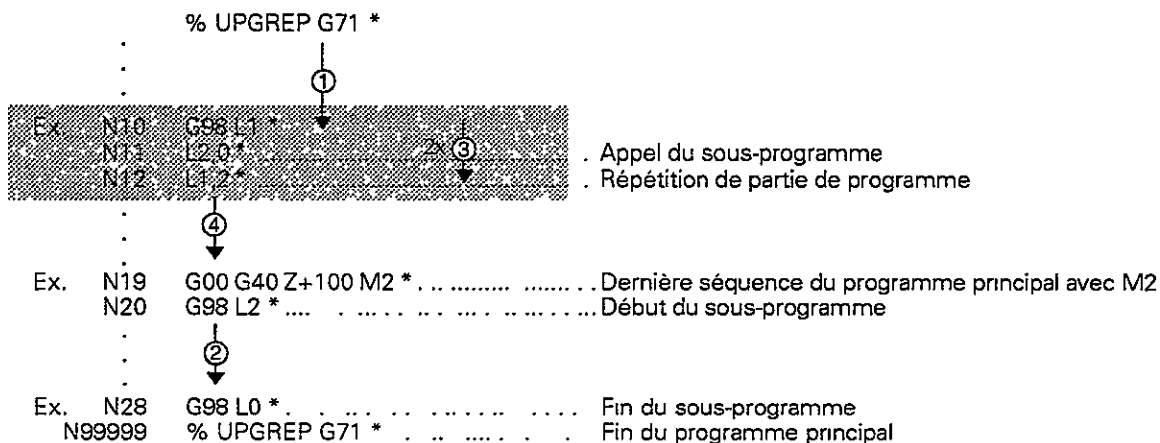
Partie de programme située entre cette séquence et G98 L1 (séquence 15) est répétée 1 fois

Exécution de programme

- 1er pas: Le programme principal REPS est exécuté jusqu'à la séquence 27
- 2nd pas: La partie du programme entre les séquences 27 et 20 est répétée 2 fois
- 3ème pas: Le programme principal REPS est exécuté de la séquence 28 à la séquence 35
- 4ème pas: La partie du programme entre les séquences 35 et 15 est répétée 1 fois.
- 5ème pas: Répétition du 2ème pas à l'intérieur du pas ④
- 6ème pas: Répétition du 3ème pas à l'intérieur du pas ④
- 7ème pas: Le programme principal REPS est exécuté de la séquence 36 à la séquence 50 Fin du programme.

Répétition de sous-programme

Structure du programme



Exécution de programme

- 1er pas: Le programme principal UPGREP est exécuté jusqu'à la séquence 11
- 2nd pas: Le sous-programme 2 est appelé et exécuté
- 3ème pas: La partie de programme située entre la séquence 12 et la séquence 10 est exécutée 2 fois. Le sous-programme 2 est répété 2 fois.
- 4ème pas: Le programme principal UPGREP est exécuté de la séquence 13 à la séquence 19. Fin du programme.

7 Programmation à l'aide des paramètres Q

7.1 Familles de pièces – Paramètres Q au lieu de valeurs numériques	7-4
7.2 Description de contours avec fonctions mathématiques	7-7
Sommaire des fonctions	7-7
7.3 Fonctions angulaires (trigonométrie)	7-10
Sommaire des fonctions	7-10
7.4 Conditions si/alors avec paramètres Q	7-11
Sauts	7-11
Sommaire des fonctions	7-11
7.5 Contrôle et modification de paramètres Q	7-13
7.6 Autres fonctions	7-14
Emission de messages d'erreur	7-14
Transmission via l'interface de données externe	7-15
Affectation à l'automate	7-15
7.7 Introduire directement une formule	7-16
Sommaire des fonctions	7-16
7.8 Mesure à l'aide du système de palpage 3D en cours d'exécution du programme	7-19
7.9 Exemples de programmation	7-21

Paramètres Q:

- Familles de pièces
- Définition d'un contour au moyen de fonctions mathématiques

Une famille de pièces peut être définie dans la TNC dans un programme d'usinage à part entière. Lors de l'introduction de ce programme, les valeurs numériques sont remplacées par des variables -paramètres Q-.

Exemple d'utilisation des paramètres Q :

- Valeurs de coordonnées
- Avances
- Vitesses de rotation
- Données d'un cycle

Un paramètre Q est composé de la lettre Q et d'un nombre compris entre 0 et 119.

En outre, les paramètres Q permettent d'usiner des **contours** définis **par des fonctions mathématiques**.

Grâce aux paramètres Q, des pas d'usinage peuvent être exécutés en liaison avec des **conditions logiques**.

Paramètres Q et valeurs numériques peuvent être mélangés dans un même programme.

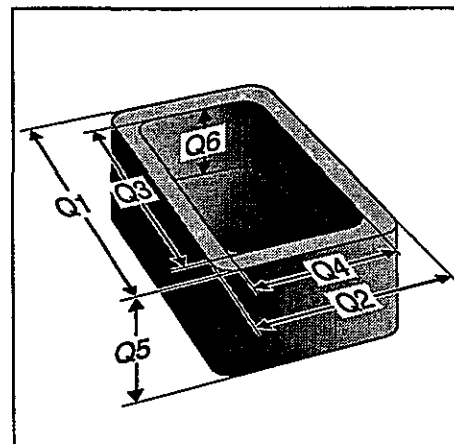


Fig 7 1: Paramètres Q pour les variables



De manière automatique, la TNC affecte toujours les mêmes données à certains paramètres Q, comme par exemple le rayon d'outil actuel pour le paramètre Q108. Sommaire des paramètres Q : cf. chapitre 11.

Les différentes fonctions des paramètres Q peuvent être introduites soit séquence par séquence (cf. p. 7-7), soit regroupées dans une formule et au moyen du clavier ASCII (cf. p. 7-16).

Après avoir sélectionné les fonctions des paramètres Q au moyen de la softkey PARAMETRES, la TNC propose un menu de softkeys permettant de choisir entre des groupes de fonctions:

BASIC ARITH- METIC	TRIGO- NOMETRY	JUMP	DIVERSE FUNCTION	FORMULA			END
--------------------------	-------------------	------	---------------------	---------	--	--	-----

Groupe de fonctions	Softkey
<ul style="list-style-type: none">Fonctions mathématiques de base (de l'angl. basic arithmetic)	BASIC ARITH- METIC
<ul style="list-style-type: none">Fonctions angulaires (de l'angl. trigonometry)	TRIGO- NOMETRY
<ul style="list-style-type: none">Conditions si/alors, sauts (de l'angl. jumps)	JUMP
<ul style="list-style-type: none">Autres fonctions (de l'angl. diverse function)	DIVERSE FUNCTION
<ul style="list-style-type: none">Introduction directe d'une formule (de l'angl. formula)	FORMULA

7.1 Familles de pièces – Paramètres Q au lieu des valeurs numériques

A l'aide de la fonction du paramètre Q D0: AFFECTATION, on affecte aux paramètres Q des valeurs numériques.

Exemple: $Q10 = 25$

Par la suite, dans le programme, on remplace des valeurs numériques par l'utilisation de paramètres Q.

Exemple: $X + Q10$ (correspondant à $X + 25$)

Ainsi, pour réaliser des familles de pièces, on programme les dimensions caractéristiques de la pièce sous forme de paramètres Q. Pour l'usinage des différentes pièces, on peut alors affecter à chacun de ces paramètres une autre valeur numérique.

Exemple

Cylindre réalisé à l'aide de paramètres Q

Rayon du cylindre $R = Q1$
Hauteur du cylindre $H = Q2$

Cylindre Z1: $Q1 = +30$
 $Q2 = +10$

Cylindre Z2: $Q1 = +10$
 $Q2 = +50$

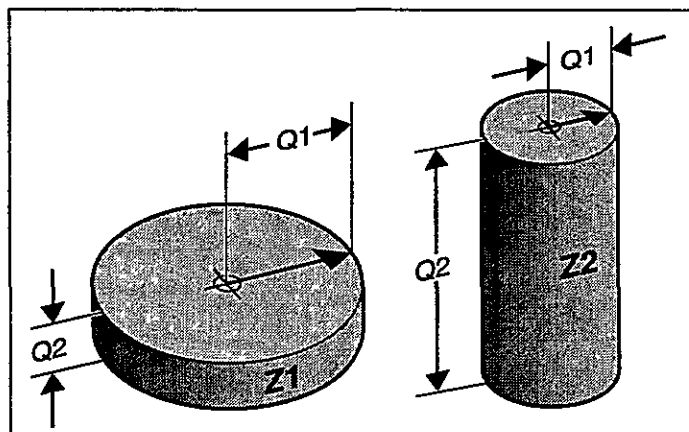


Fig. 7.2: Dimensions d'une pièce sous forme de paramètres Q

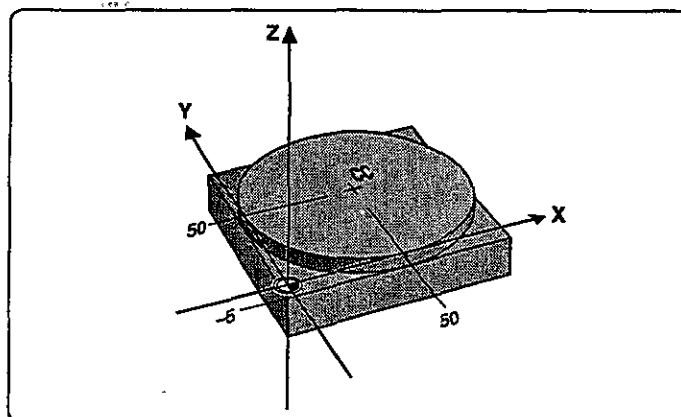
Affectation de valeurs numériques à un paramètre Q

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">PARA- METER</div>	Sélectionner la fonction des paramètres Q
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">BASIC ARITH- METIC</div>	Sélectionner les fonctions mathématiques de base
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">D0 X = Y</div>	Fonction D0: Sélectionner l'affectation
N° PARAMETRE POUR RESULTAT?	
Ex 5 ENT	Introduire le numéro de paramètre
1ÈRE VALEUR OU PARAMETRE?	
Ex 6 END	Introduire la valeur ou autre paramètre Q auquel doit être affecté la valeur Q5

Séquence CN, par ex. D00 Q5 P01 +6 *

Exercice: Cercle entierCentre de
cercle I,J:
 $X = 50 \text{ mm}$
 $Y = 50 \text{ mm}$
Début et fin de l'arc
de cercle:
 $X = 50 \text{ mm}$
 $Y = 0 \text{ mm}$
Profondeur de
fraisage: $Z_F = -5 \text{ mm}$

Rayon d'outil:

 $R = 15 \text{ mm}$ **Programme d'usinage sans paramètre Q**

```

%S520I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+1 Y+1 Z-20 * ..... Point MIN de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 * ..... Point MAX de la pièce brute
N30 G99 T6 L+0 R+15 * ..... Définition de l'outil
N40 T6 G17 S1500 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N60 X+50 Y-40 * ..... Prépositionnement dans le plan d'usinage
N70 Z5 M03 * ..... Amener l'outil à la profondeur d'usinage
N80 I+50 J+50 * ..... Coordonnées du centre du cercle
N90 G01 G41 X+50 Y+0 F100 * ..... Aborder le premier point du contour avec correction de
rayon et avance d'usinage
N100 G26 R10 * ..... Approche (tangentielle) en douceur
N110 G02 X+50 Y+0 * ..... Fraiser l'arc de cercle autour du centre de cercle I,J;
sens de rotation négatif; coordonnées du point final
X= +50mm et Y= +0
N120 G27 R10 * ..... Sortie (tangentielle) en douceur
N130 G00 G40 X+50 Y-40 * ..... Quitter le contour, annuler la correction de rayon
N140 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée
N99999 %S520I G71 *

```

Voir page suivante

Programme d'usinage avec paramètres Q

```

%S74I G71 * ..... Début du programme
N10 D00 Q1 P01 +100 * ..... Hauteur de sécurité
N20 D00 Q2 P01 +30 * ..... Position initiale X
N30 D00 Q3 P01 -20 * ..... Position initiale et finale Y
N40 D00 Q4 P01 +70 * ..... Position finale X
N50 D00 Q5 P01 -5 * ..... Profondeur de fraisage
N60 D00 Q6 P01 +50 * ..... Centre de cercle X
N70 D00 Q7 P01 +50 * ..... Centre de cercle Y
N80 D00 Q8 P01 +50 * ..... Position initiale cercle X
N90 D00 Q9 P01 +0 * ..... Position initiale cercle Y
N100 D00 Q10 P01 +0 * ..... Longueur d'outil L
N110 D00 Q11 P01 +15 * ..... Rayon d'outil R
N120 D00 Q20 P01 +100 * ..... Avance de fraisage F
N130 G30 G17 X+1 Y+1 Z-20 *
N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N150 G99 T6 L+Q10 R+Q11 *
N160 T6 G17 S1000 *
N170 G00 G40 G90 Z+Q1 M06 *
N180 X+Q2 Y+Q3 *
N190 Z+Q5 M03 * ..... Séquences N130 à N260 correspondant à
N200 I+Q6 J+Q7 * ..... séquences N10 à N140 du programme S520I.I
N210 G01 G41 X+Q8 Y+Q9 FQ20 *
N220 G26 R10 *
N230 G02 X+Q8 Y+Q9 *
N240 G27 R10 *
N250 G00 G40 X+Q4 Y+Q3 *
N260 Z+Q1 M02 *
N99999 %S74I G71 *

```

7.2 Description de contours au moyen de fonctions mathématiques

Après avoir sélectionné les fonctions mathématiques de base, on dispose du menu de softkeys suivant:

D0 X = Y	D1 X + Y	D2 X - Y	D3 X * Y	D4 X / Y	D5 SQRT		END
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	--	-----

Sommaire des fonctions

Grâce aux fonctions mathématiques, on affecte à un paramètre Q le résultat de l'un des types de calcul suivants:

Fonction	Softkey
D0: AFFECTATION Ex. D00 Q5 P01 +60 * Affecter directement une valeur	D0 X = Y
D1: ADDITION Ex. D01 Q1 P01 -Q2 P02 -5 * Définir la somme de 2 valeurs et l'affecter	D1 X + Y
D2: SOUSTRACTION Ex. D02 Q1 P01 +10 P02 +5 * Définir la différence de 2 valeurs et l'affecter	D2 X - Y
D3: MULTIPLICATION Ex. D03 Q2 P01 +3 P02 +3 * Définir le produit de 2 valeurs et l'affecter	D3 X * Y
D4: DIVISION Ex. D04 Q4 P01 +8 P02 +Q2 * Définir le quotient de 2 valeurs et l'affecter Non autorisé: Division par 0!	D4 X / Y
D5: RACINE CARREE Ex. D05 Q20 P01 4 Extraire racine carrée d'un nombre et l'affecter Non autorisé: Racine carrée valeur négative!	D5 SQRT

Lors de ces opérations, la TNC calcule avec

- deux chiffres
- deux paramètres Q
- un chiffre et un paramètre Q

Dans le sommaire et par souci de simplification, ceux-ci sont désignés sous le terme de valeurs.

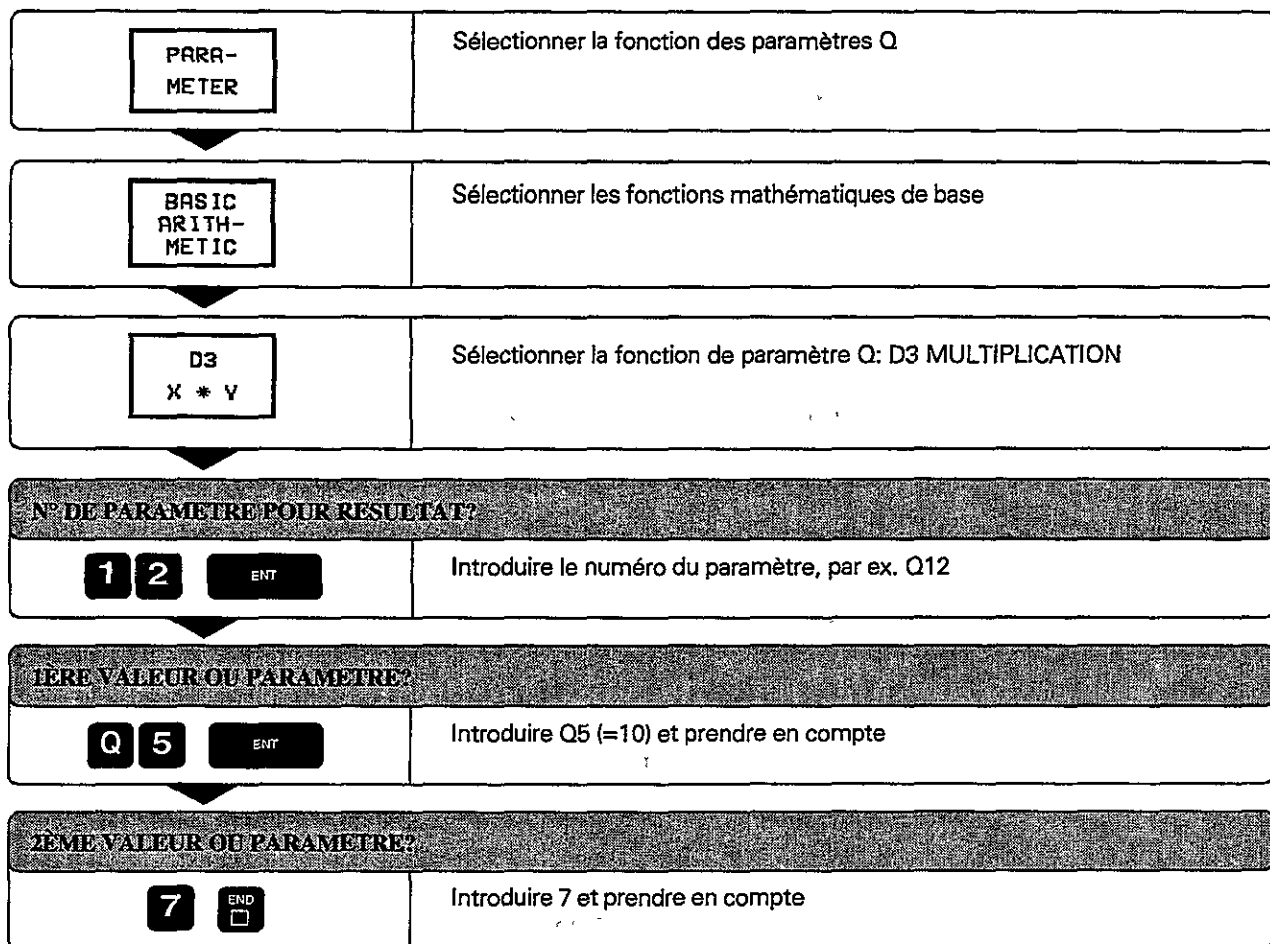
A l'intérieur des équations, les paramètres Q et les valeurs numériques peuvent être affectées d'un signe au choix.

7.2 Description de contours au moyen de fonctions mathématiques

Exemple de programmation pour les calculs de base

Affecter la valeur 10 au paramètre Q5 et le produit de Q5 et de 7 au paramètre Q12.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> PARA- METER </div>	Sélectionner la fonction des paramètres Q
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> BASIC ARITH- METIC </div>	Sélectionner les fonctions mathématiques de base
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> D0 X = Y </div>	Sélectionner la fonction de paramètre Q: D0 AFFECTATION
N° DE PARAMETRE POUR RESULTAT?	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px 10px; margin-right: 10px;">5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">ENT</div> </div>	Introduire le numéro du paramètre, par ex. Q5
1ERE VALEUR OU PARAMETRE?	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px 10px; margin-right: 10px;">10</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">END</div> </div>	Affecter la valeur numérique au paramètre Q5



Séquences CN D0: Q5 =+10

D3: Q12 =+Q5*+7

7.3 Fonctions angulaires (trigonométrie)

Sinus, cosinus et tangente correspondent aux rapports entre les côtés d'un triangle rectangle et facilitent de nombreux calculs.

Pour un triangle rectangle, on a:

Sinus: $\sin \alpha = a / c$

Cosinus: $\cos \alpha = b / c$

Tangente: $\tan \alpha = a / b = \sin \alpha / \cos \alpha$

Composantes:

- c est le côté opposé à l'angle de 90°
- a est le côté opposé à l'angle α
- b est le troisième côté

L'angle peut être redéfini à partir de la tangente:

$\alpha = \arctan a = \arctan (a / b) = \arctan (\sin \alpha / \cos \alpha)$

Exemple: $a = 10 \text{ mm}$

$b = 10 \text{ mm}$

$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 1 = 45^\circ$

De plus, on a: $a^2 + b^2 = c^2$ ($a^2 = a \cdot a$)
 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Après avoir sélectionné les fonctions angulaires, on dispose du menu de softkeys suivant:

D6 SIN(X)	D7 COS(X)	D8 X LEN Y	D13 X ANG Y				END
--------------	--------------	---------------	----------------	--	--	--	-----

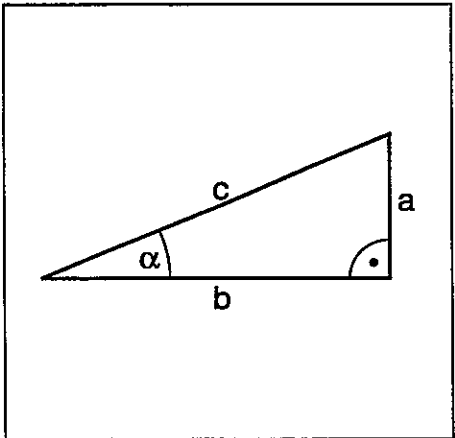


Fig. 7.3 Côtés et angles d'un triangle rectangle

Sommaire des fonctions

Fonction	Softkey
D6: SINUS Ex. D06 Q20 P01 -Q5 * Définir le sinus d'un angle en degrés (°) et l'affecter	D6 SIN(X)
D7: COSINUS Ex. D07 Q21 P01 -Q5 * Définir le cosinus d'un angle en degrés (°) et l'affecter	D7 COS(X)
D8: RACINE D'UNE SOMME DE CARRES Ex. D08 Q10 P01 +5 P02 +4 * Extraire la racine carrée de la somme des carrés à deux chiffres et l'affecter	D8 X LEN Y
D13: ANGLE Ex. D13 Q20 P01 +10 P02 -Q1 Définir l'angle avec arctan à partir de deux côtés ou sin et cos de l'angle ($0 \leq \text{angle} \leq 360^\circ$) et l'affecter	D13 X ANG Y

7.4 Conditions si/alors avec paramètres Q

Avec les conditions si/alors, la TNC compare un paramètre Q à un autre paramètre Q ou à une valeur numérique.

Sauts

Dans une séquence, on introduit un saut à un numéro de label donné. Si la condition qui a été programmée est remplie, la TNC poursuit le programme lorsqu'elle atteint le label introduit. Dans le cas contraire, elle exécute la séquence suivante.

Afin de sauter dans un autre programme, il convient de programmer derrière le label un appel de programme avec % (cf. page 6-8).

Sauts inconditionnels

Les sauts inconditionnels sont des sauts dont la condition est toujours remplie. Par ex.:

si 10 égal à 10, saut au label 1

D09 P01+10 P02+10 P03 1

Après avoir sélectionné les fonctions de saut, on dispose du menu de softkeys suivant:

D9 IF X EQ Y GOTO	D10 IF X NE Y GOTO	D11 IF X GT Y GOTO	D12 IF X LT Y GOTO				END
-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--	--	--	-----

Sommaire des fonctions

Fonction	Softkey
D9: SI EGAL, ALORS SAUT Ex. D09 P01 +Q1 P02 +Q3 P03 5 * Si les deux valeurs ou paramètres sont égaux, saut au label donné.	D9 IF X EQ Y GOTO
D10: SI DIFFERENT, ALORS SAUT Ex. D10 P01 +10 P02 -Q5 P03 10 * Si les deux valeurs ou paramètres sont différents, saut au label donné.	D10 IF X NE Y GOTO
D11: SI PLUS GRAND, ALORS SAUT Ex. D11 P01 +Q1 P02 +10 P03 5 * Si la 1ère valeur ou le premier paramètre est supérieur à la 2ème valeur ou au 2ème paramètre, saut au label donné.	D11 IF X GT Y GOTO
D12: SI PLUS PETIT, ALORS SAUT Ex. D12 P01 +Q5 P02 +0 P03 1 * Si la première valeur ou le premier paramètre est inférieur à la 2ème valeur ou au 2ème paramètre, saut au label donné.	D12 IF X LT Y GOTO

Exemple:

Dès que Q5 devient négatif, un saut dans le programme 100.H doit avoir lieu.

```
.  
. .  
N5 D00 Q5 P01+10 * ..... Affecter au paramètre Q5 une valeur, par ex. +10  
. .  
N9 D02 Q5 P01+Q5 P02+12 * ..... Diminuer Q5  
N10 D12 P01+Q5 P02+0 P03 5 * ..... Saut au label 5, si +Q5 < 0  
. .  
N15 G98 L5 * ..... Label 5  
N16 % 100.H * ..... Saut au programme 100.H  
. .  
.
```

7.5 Contrôle et modification de paramètres Q

Les paramètres Q peuvent être contrôlés et -si nécessaire- modifiés pendant une exécution ou un test de programme.

Préparation:

- Interrompre l'exécution du programme (appuyer par ex. sur la touche de STOP externe et sur la softkey INTERNAL STOP).
- Suspendre le test de programme

Appeler les paramètres Q

<div> <div>Q</div> <div>▶</div> <div>0</div> <div>▢</div> <div>=</div> </div>	
<div>Ex. 1 0</div> <div>ENT</div>	Sélectionner le paramètre Q, par ex. Q10
<div>Q10 = 100</div>	
Affichage de la valeur actuelle, par ex. Q10 = 100	
<div>Ex. 0</div> <div>ENT</div>	Modifier le paramètre Q, par ex. Q10 = 0
<div>ENT</div>	Ne pas modifier le paramètre Q

7.6 Autres fonctions

Après avoir sélectionné les autres fonctions, on dispose du menu de softkeys suivant:

D14 ERROR=	D15 PRINT	D19 PLC=					END
---------------	--------------	-------------	--	--	--	--	-----

Emission de messages d'erreur

D14 ERROR=

La fonction D14:ERROR permet d'appeler les messages d'erreur qui ont été préprogrammés par le constructeur de la machine.

En cours d'exécution ou de test d'un programme, si la TNC rencontre une séquence avec D14, elle interrompt sa marche et émet un message. Le programme doit ensuite être relancé.

Données à introduire:

Ex. D14 P01 254

La TNC affiche alors à l'écran le texte mémorisé sous le numéro de message d'erreur 254.

N° d'erreur à introduire	Dialogue existant
0 ... 299	D14: NUMERO ERREUR 0 299
300 ... 399	AP: ERREUR 0 ... 99
400 ... 499	CYCLE CONSTRUCTEUR 0 99



Le constructeur de la machine peut introduire un dialogue qui diverge du dialogue existant.

Transmission des données via interface de données externe**D15
PRINT**

La fonction D15: PRINT permet de transmettre des valeurs de paramètres Q et des messages d'erreur via une interface de données, sur une imprimante, par exemple.

- D15: PRINT avec valeur numérique jusqu'à 200
Ex. D15: PRINT 20
Le message d'erreur sera émis (cf. sommaire D14).
- D15: PRINT avec paramètre Q
Ex. D15: PRINT Q20
La valeur du paramètre Q sera émise.

Jusqu'à six paramètres Q et valeurs numériques peuvent être transmis simultanément.

Ex. D15 P01 1 P02 Q1 P03 2 P04 Q2

Affectation à l'automate**D19
PLC=**

La fonction D19: PLC permet de transmettre à l'automate jusqu'à deux valeurs numériques ou paramètres Q.

Pas et unités de mesure: 0,1 μm ou 0,0001°





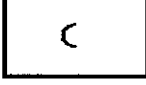
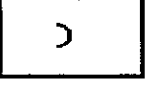
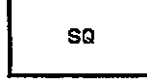

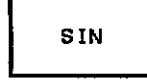
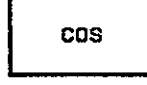

Ex. D19 P01+10 P02+Q3

La valeur numérique 10 correspond à 1 μm ou 0,001°.

7.7 Introduire directement une formule

L'introduction de formules mathématiques contenant plusieurs opérations de calcul est réalisée par softkey ou bien directement à partir du clavier ASCII. Il est conseillé d'introduire l'opération de liaison par softkey, ce qui permet d'éviter les erreurs de format.

Sommaire des fonctions

Fonction de liaison	Softkey
Addition Ex. Q10 = Q1 + Q5	
Soustraction Ex. Q25 = Q7 - Q108	
Multiplication Ex. Q12 = 5 * Q5	
Division Ex. Q25 = Q1 / Q2	
Parenthèse ouverte/fermée Ex. Q12 = Q1 * (Q2 + Q3)	 
Élévation d'une valeur au carré (angl. square) Ex. Q15 = SQ 5	
Racine carrée (angl. square root) Ex. Q22 = SQRT 25	
Sinus d'un angle Ex. Q44 = SIN 45	
Cosinus d'un angle Ex. Q45 = COS 45	
Tangente d'un angle Ex. Q46 = TAN 45	

7.7 Introduire directement une formule

Arc-sinus: Fonction inverse de sinus; définir angle issu du rapport entre perpendiculaire opposée à l'hypothénuse Ex. Q10 = ASIN 0.75	ASIN
Arc-cosinus: Fonction inverse de cosinus; définir l'angle issu du rapport entre côté opposé à l'hypothénuse Ex. Q11 = ACOS Q	ACOS
Arc-tangente: Fonction inverse de tangente; définir angle issu du rapport entre perpendiculaire et côté opposé Ex. Q12 = ATAN Q11	ATAN
Elever des valeurs à une puissance Ex. Q15 = 3^3	^
Constante PI (3.14159)	PI
Calcul du logarithme naturel (LN) d'un nombre, nombre de base 2.7183 Ex. Q15 = LN Q11	LN
Calcul du logarithme d'un nombre; nombre base 10 Ex. Q33 = LOG Q22	LOG
Fonction exponentielle (2.7183 puissance n) Ex. Q1 = EXP Q12	EXP
Inversion logique (1/X) de valeurs Ex. Q2 = NEG Q1	NEG
Suppression d'emplacements après la virgule, nombre entier Ex. Q3 = INT Q42	INT
Calcul de la valeur absolue d'un nombre Ex. Q4 = ABS Q22	ABS
Suppression d'emplacements après la virgule, fractionnement Ex. Q5 = FRAC Q23	FRAC

Règles régissant les calculs

- Les opérations de calculs de haut niveau sont tout d'abord effectuées (multiplication et division avec addition et soustraction)

Ex. $Q1 = 5 \cdot 3 + 2 \cdot 10 = 35 \Rightarrow$

1ère étape $5 \cdot 3 = 15$
 2ème étape $2 \cdot 10 = 20$
 3ème étape $15 + 20 = 35$

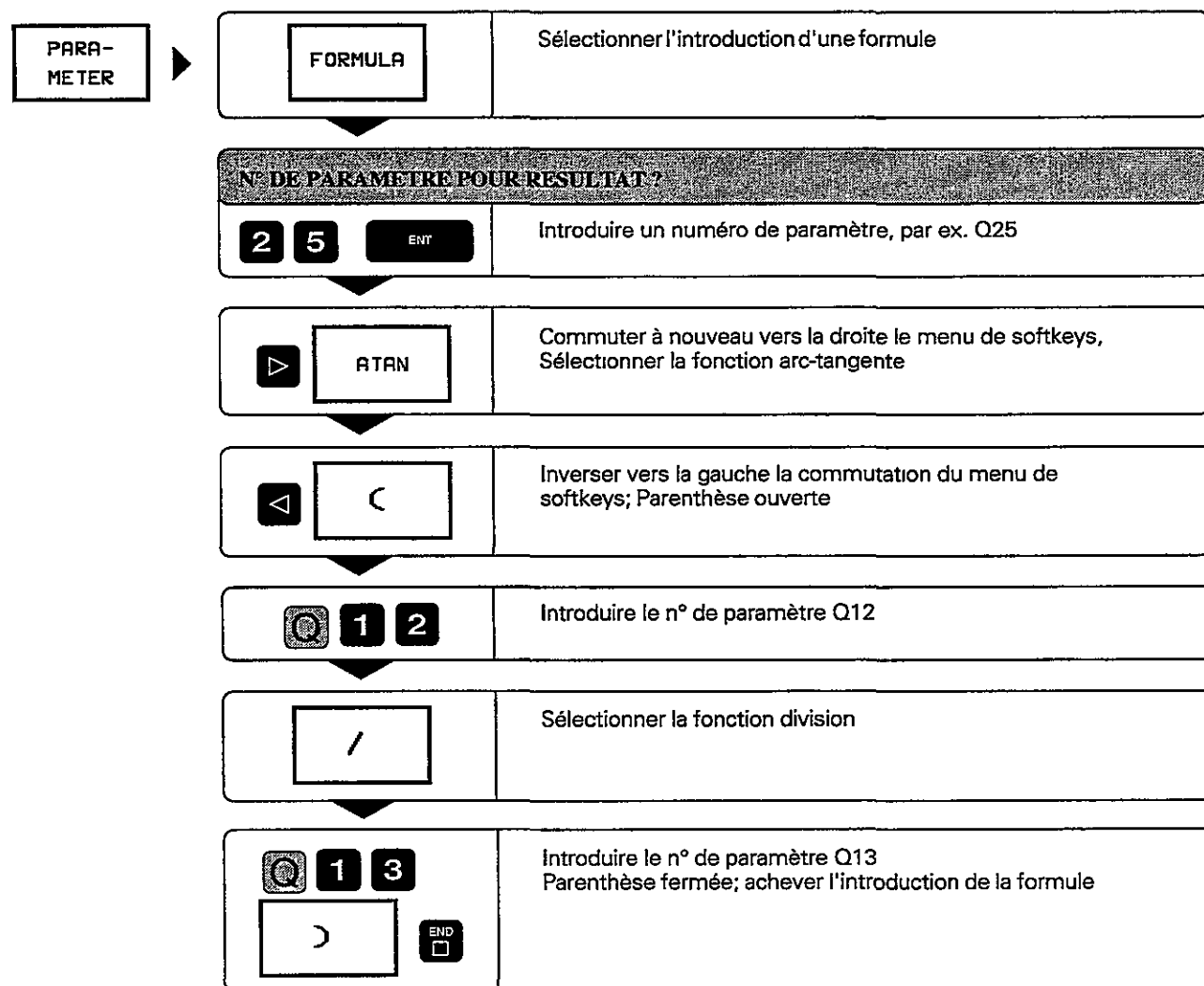
Ex. $Q2 = \text{SQ } 10 - 3^3 = 73 \Rightarrow$

1ère étape $10^2 = 100$
 2ème étape $3 \text{ puissance} = 27$
 3ème étape $100 - 27 = 73$

- Règle de distributivité pour calculs avec parenthèses
 $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$

Exemple d'introduction

Calculer un angle avec arctan comme perpendiculaire (Q12) et côté (Q13) et le mémoriser dans Q25.



Séquence CN: $Q25 = \text{ATAN} (Q12 / Q13)$

7.8 Mesure avec système de palpé 3D en cours d'exécution de programme

Même en cours d'exécution de programme, le système de palpé 3D permet d'enregistrer des positions sur la pièce.

Applications:

- Recherche de différences de hauteur sur des surface en fonte
- Recherche de tolérances en cours d'usinage

On programme l'utilisation du système de palpé dans le programme à partir de la touche TOUCH PROBE.

Le système de palpé est prépositionné et palpe automatiquement la position. La coordonnée du point de palpé est programmée dans un paramètre Q.

L'opération de palpé est interrompue lorsque la tige du palpeur ne dévie pas à l'intérieur d'une certaine plage (sélectionnable par PM6130).

Les coordonnées de la position à laquelle se trouve le palpeur lors du contact sont mémorisées à l'issue de l'opération de palpé dans les paramètres Q115 à Q119. La longueur et le rayon de la tige de palpé ne sont pas prises en compte pour ces valeurs dans les paramètres.

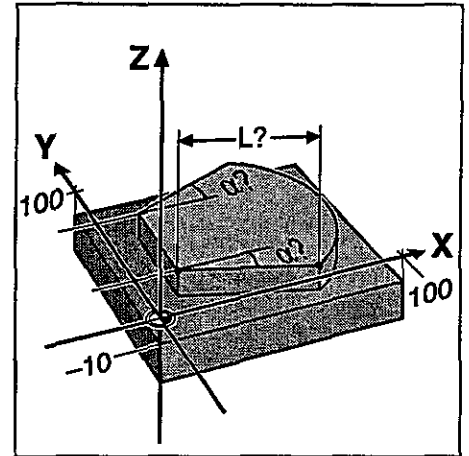


Fig. 7.4: Dimensions à mesurer sur la pièce



- Prépositionner le palpeur manuellement de manière à éviter toute collision à l'approche du prépositionnement programmé.
- Il convient de veiller à ce que les données de l'outil (longueur, rayon, axe) ne proviennent ni des données d'étalonnage, ni de la dernière séquence TOOL CALL. La sélection est réalisée avec le paramètre machine 7411 (cf. p. 11-11).

Programmer l'utilisation du système de palpé

G 5 5 ENT

N° DE PARAMETRE POUR RESULTAT?	
Ex. 5 ENT	Introduire le numéro du paramètre Q auquel doit être affecté la coordonnée, par ex. Q5
AXE DE PALPAGE/SENS DE PALPAGE?	
Ex. X	Introduire l'axe de palpé, sa coordonnée est à affecter à Q5, par ex. X Sélectionner le sens de palpé et le prendre en compte
Ex. -/+ ENT	
Ex. X 5 Ex. Y 0 Ex. Z -/+ 5	Introduire toutes les coordonnées pour le prépositionnement du système de palpé, par ex. X = 5 mm, Y = 0, Z = -5 mm
END	Clôre l'introduction

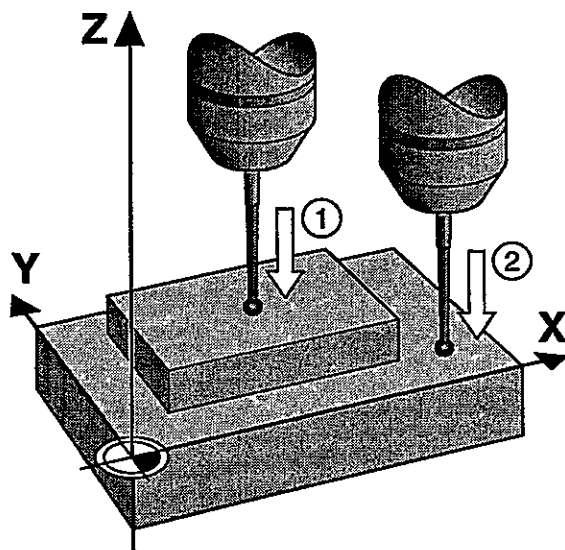
Séquence CN: G55 P01 Q5 P02 X- X+5 Y+0 Z-5 *

Exercice: Déterminer la hauteur d'un îlot sur la pièce

Coordonnées de prépositionnement du système de palpation 3D

Point de palpation 1: X = 20 mm (Q11)
 Y = 50 mm (Q12)
 Z = 10 mm (Q13)

Point de palpation 2: X = 50 mm (Q21)
 Y = 10 mm (Q22)
 Z = 0 mm (Q23)

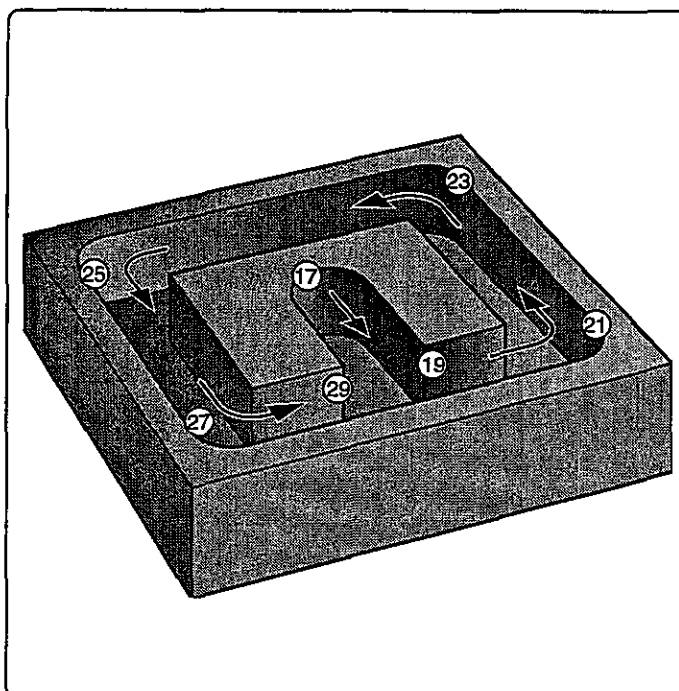
**Programme d'usinage:**

```
%S717I G71 * ..... Début du programme
N10 D00 Q11 P01 +20 *
N20 D00 Q12 P01 +50 *
N30 D00 Q13 P01 +10 * ..... Affecter aux paramètres les coordonnées de
N40 D00 Q21 P01 +50 * ..... prépositionnement du système de palpation
N50 D00 Q22 P01 +10 *
N60 D00 Q23 P01 +0 *
N70 T0 G17 *
N80 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Changer le système de palpation
N90 G55 P01 10 P02 Z- X+Q11 Y+Q12 Z+Q13 * ..... Palper dans le sens négatif; mémoriser coordonnée Z en Q10
(1er point)
N100 X+Q21 Y+Q22 * ..... Positionnement intermédiaire pour la deuxième mesure
N110 G55 P01 20 P02 Z- X+Q21 Y+Q22 Z+Q23 * ..... Palper dans le sens négatif; mémoriser coordonnée Z en Q20
(2ème point)
N120 D02 Q1 P01 +Q20 P02 +Q10 * ..... Déterminer la hauteur de l'îlot et l'affecter à Q1
N130 G38 * ..... ARRÊT d'exécution du programme; Q1 peut être contrôlé
(cf. également p. 7-14)
N140 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée et clôturer le programme
N99999 %S717I G71 *
```

7.9 Exemples de programmation

Bords de poche rectangulaire avec arrondi d'angle et approche en douceur

Coordonnées du centre de la poche:			
X	=	50 mm	(Q1)
Y	=	50 mm	(Q2)
Longueur de la poche			
X	=	90 mm	(Q3)
Largeur de la poche			
Y	=	70 mm	(Q4)
Profondeur d'usinage			
Z _F	=	(-) 15 mm	(-Q5)
Rayon R aux angles:			
R	=	10 mm	(Q6)
Avance fraisage			
F	=	200 mm/min	(Q7)



Programme d'usinage

```
%S77I G71 * ..... Début du programme
N10 D00 Q1 P01 +50 *
N20 D00 Q2 P01 +50 *
N30 D00 Q3 P01 +90 * ..... Affecter aux paramètres Q données poche rectangulaire
N40 D00 Q4 P01 +70 *
N50 D00 Q5 P01 +15 *
N60 D00 Q6 P01 +10 *
N70 D00 Q7 P01 +200 *
N80 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N90 G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N100 G99 T1 L+0 R+5 * ..... Définition de l'outil
N110 T1 G17 S1000 * ..... Appel de l'outil
N120 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N130 D04 Q13 P01 +Q3 P02 +2 * ..... La longueur du bord de la poche divisée par 2 dans la
séquence N200
N140 D04 Q14 P01 +Q4 P02 +2 * ..... La largeur du bord de la poche divisée par 2 dans les
séquences N220, N300
N150 D04 Q16 P01 +Q6 P02 +4 * ..... Rayon d'arrondi pour approche en douceur
N160 D04 Q17 P01 +Q7 P02 +2 * ..... L'avance aux angles doit être égale à la moitié des
déplacements linéaires
```

Voir page suivante

7.9 Exemples de programmation

N170 X+Q1 Y+Q2 M03 *	.....	Prépositionnement en X/Y (centre poche), „marche“ broche
N180 Z+2 *	.....	Se prépositionner au-dessus de la pièce
N190 G01 Z-Q5 FQ7 *	.....	Avec l'avance Q7 (= 100), se déplacer à la profondeur d'usinage -Q5 (= -15mm)
N200 G41 G91 X+Q13 G90 Y+Q2 *	.....	Premier point du contour sur le bord
N210 G26 RQ16 *	.....	Approche (tangentielle) en douceur avec rayon Q16 (= 5 mm)
N220 G91 Y+Q14 *		
N230 G25 RQ6 *		
N240 X-Q3 *		
N250 G25 RQ6 *		
N260 Y-Q4 *	.....	Usinage du bord de la poche rectangulaire (en incrémental)
N270 G25 RQ6 *		
N280 X+Q3 *		
N290 G25 RQ6 *		
N300 Y+Q14 *		
N310 G27 RQ16 *	.....	Sortie (tangentielle) en douceur
N320 G00 G40 G90 X+Q1 Y+Q2 *	.....	Quitter le contour (en absolu jusqu'au centre de la poche), annuler la correction de rayon
N330 Z+100 M02 *	.....	Dégager l'axe de plongée
N99999 %S77! G71 *		

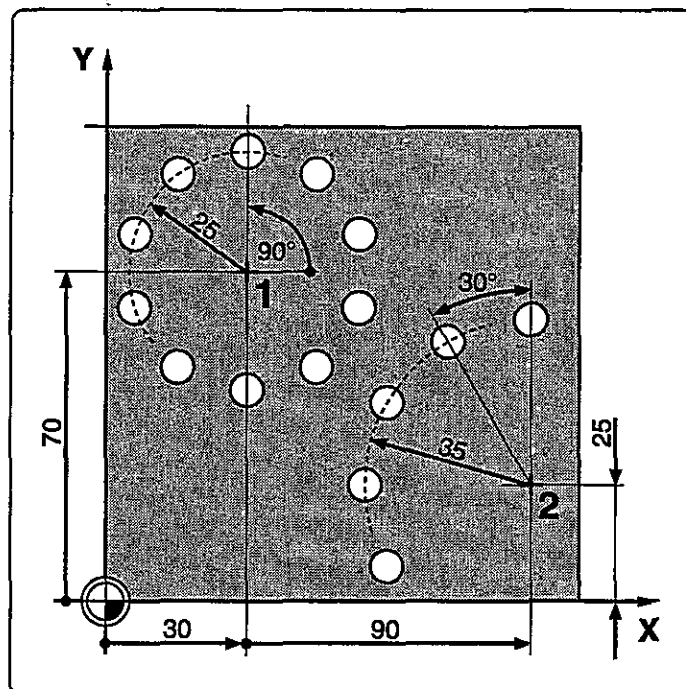
Exercice: Cercle de trous**Trous répartis sur un cercle:**

Les valeurs d'introduction apparaissent dans les commentaires de programme, séquences N10 - N80.

Les déplacements dans le plan sont programmés en coordonnées polaires

Trous répartis sur un segment de cercle:

Valeurs d'introduction: cf. séquences N150 - N190; Q5, Q7 et Q8 restent identiques

**Programme d'usinage**

% LOCHKR G71 *	Données de chargement sur cercle de trous 1
N10 D00 Q1 P01 +30 *	Centre cercle de trous X
N20 D00 Q2 P01 +70 *	Centre cercle de trous Y
N30 D00 Q3 P01 +11 *	Nombre de trous
N40 D00 Q4 P01 +25 *	Rayon du cercle de trous
N50 D00 Q5 P01 +90 *	Angle initial
N60 D00 Q6 P01 +0 *	Incrément angulaire (0: répartir les trous sur 360°)
N70 D00 Q7 P01 +2 *	Distance d'approche
N80 D00 Q8 P01 +15 *	Profondeur de perçage
N90 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	
N100 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	
N110 G99 T1 L+0 R+4 *	
N120 T1 G17 S2500 *	
N130 G83 P01 +Q7 P02 -Q8 P03 +5	
P04 0 P05 250 *	Définition du cycle Perçage profond
N140 L1,0 *	Appel du cercle de trous 1
N150 D00 Q1 P01 +90 *	Données de chargement sur cercle de trous 2 (ne réintroduire que les données de chargement modifiées)
N160 D00 Q2 P01 +25 *	Nouveau centre X
N170 D00 Q3 P01 5 *	Nouveau centre Y
N180 D00 Q4 P01 +35 *	Nouveau nombre de trous
N190 D00 Q6 P01 +30 *	Nouveau rayon du cercle de trous
	Nouvel incrément angulaire (pas de cercle entier, 5 trous distants de 30°)
N200 L1,0 *	Appel du cercle de trous 2
N210 G00 G40 G90 Z+200 M2 *	

Voir page suivante

7.9 Exemples de programmation

```

N220 G98 L1 * ..... Sous-programme cercle de trous
N230 D00 Q10 P01 +0 * ..... Présélectionner compteur pour les trous achevés
N240 D10 P01 +Q6 P07+QP03 10 * ..... Une fois l'incrément angulaire introduit, saut à LBL 10
N250 D04 Q6 P01 +360 P02 +Q3 * ..... Calcul incrément angulaire, répartir les trous sur 360°
N260 G98 L10 * .....
N270 D01 Q11 P01 +Q5 P02 +06 * ..... Calculer la deuxième position de perçage à partir de
                                l'angle initial et de l'incrément angulaire
N280 G90 I+Q1 J+Q2 G00 G40 * ..... Pôle au centre du cercle de trous
N290 G10 R+Q4 H+Q5 M3 * ..... Aborder le 1er trou dans le plan
N300 G00 Z+Q7 M99 * ..... Z à la distance d'approche, appel du cycle
N310 D01 Q10 P01 +Q10 P02 +1 * ..... Compter le trou achevé
N320 D09 +Q10 P02 +Q3 P03 99 * ..... Déjà terminé?
N330 G98 L2 * .....
N340 G10 G40 G90 R+Q4 H+Q11 M99 * ..... Percer le 2ème trou et les trous suivants
N350 D01 Q10 P01 +Q10 P02 +1 * ..... Compter le trou achevé
N360 D01 Q11 P01 +Q11 P02 +Q6 * ..... Calculer l'angle pour le trou suivant
N370 D12 P01 +Q10 P02 +Q3 P03 2 * ..... Pas terminé?
N380 G98 L99 * .....
N390 G00 Z+200 * ..... Dégager Z
N400 G98 L0 * ..... Fin du sous-programme
N99999 % LOCHKR G71 *

```


Exercice: Ellipse

Calcul coordonnées en X: $X = a \cos \alpha$

Calcul coordonnées en Y: $Y = b \sin \alpha$

a, b : ellipse sur 1/2 axe

α : angle compris entre l'axe directeur et la ligne reliant P au centre de l'ellipse

X_0, Y_0 : centre de l'ellipse

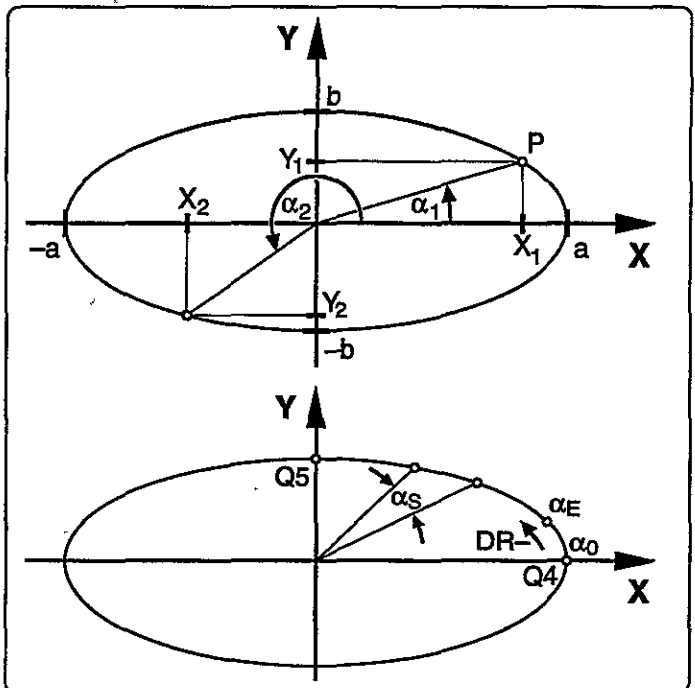
Déroulement:

Les points situés sur l'ellipse sont calculés et reliés entre eux par de nombreux petits segments de droite. Plus on calcule de points, plus les segments de droite sont courts et plus la courbe est lisse.

Le sens d'usinage peut varier selon l'angle initial et l'angle final introduit..

Les paramètres à introduire sont décrits dans les séquences N10 - N120 du programme.

Les calculs sont programmés à l'aide de la fonction FORMULE.

**Programme d'usinage**

```
% Ellipse G71 * ..... Données de chargement
N10 D00 Q1 P01 +50 * ..... Centre de l'ellipse X
N20 D00 Q2 P01 +50 * ..... Centre de l'ellipse Y
N30 D00 Q3 P01 +50 * ..... Demi-axe X
N40 D00 Q4 P01 +20 * ..... Demi-axe Y
N50 D00 Q5 P01 +0 * ..... Angle initial
N60 D00 Q6 P01 +360 * ..... Angle final
N70 D00 Q7 P01 +40 * ..... Nombre de pas de calcul
N80 D00 Q8 P01 +0 * ..... Position de rotation
N90 D00 Q9 P01 +10 * ..... Profondeur
N100 D00 Q10 P01 +100 * ..... Avance de plongée
N110 D00 Q11 P01 +350 * ..... Avance de fraisage
N120 D00 Q12 P01 +2 * ..... Distance d'approche Z
N130 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *
N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N150 G99 T1 L+0 R+2,5 *
N160 T1 G17 *
N170 G00 G40 G90 Z+200 *
N180 L10,0 * ..... Appeler le sous-programme ellipse
N190 G00 Z+200 M2*
```

Voir page suivante

7.9 Exemples de programmation

```

N200 G98 L10 *
N210 G54 X+Q1 Y+Q2 * ..... Décalage du point zéro au centre de l'ellipse
N220 G73 G90 H+Q8 * ..... Activer la rotation si Q8 est chargé
N230 Q35 = (Q6-Q5)/Q7 ..... Calcul du pas angulaire (angle final-angle initial divisé
                                par le nombre de pas)
N240 Q36 = Q5 ..... Initialiser angle actuel pour calculs = angle initial
N250 Q37 = 0 ..... Initialiser le compteur pour les pas fraisés
N260 Q21 = Q3 * COS Q36 ..... Calculer coordonnée en X du point initial
N270 Q22 = Q4 * SIN Q36 ..... Calculer coordonnée en Y du point initial
N280 G00 G40 G90 X+Q21 Y+Q22 M3 * ..... Aborder le point initial dans le plan
N290 Z+Q12 * ..... Z à la distance d'approche en avance rapide
N300 G01 Z-Q9 FQ10 * ..... Plongée profondeur de fraisage avec avance plongée
N310 G98 L1 *
N320 Q36 = Q36 + Q35 ..... Actualiser l'angle
N330 Q37 = Q37 + 1 ..... Actualiser le compteur
N340 Q21 = Q3 * COS Q36 ..... Calculer coordonnée en X suivante
N350 Q22 = Q4 * SIN Q36 ..... Calculer coordonnée en Y suivante
N360 G01 X+Q21 Y+Q22 FQ11 ..... Aborder le point suivant
N370 D12 P01+Q37 P02+Q7 P031 * ..... Pas terminé?
N380 G73 G90 H+0 * ..... Annuler la rotation
N390 G54 * ..... Annuler le décalage du point zéro
N400 G00 G40 G90 Z+Q12 * ..... Z à la distance d'approche
N410 G98 L0 * ..... Fin du sous-programme
N99999 % ELLIPSE G71 *

```

Exercice: Usinage tridimensionnel (sphère avec fraise deux tailles)

Précisions concernant le programme:

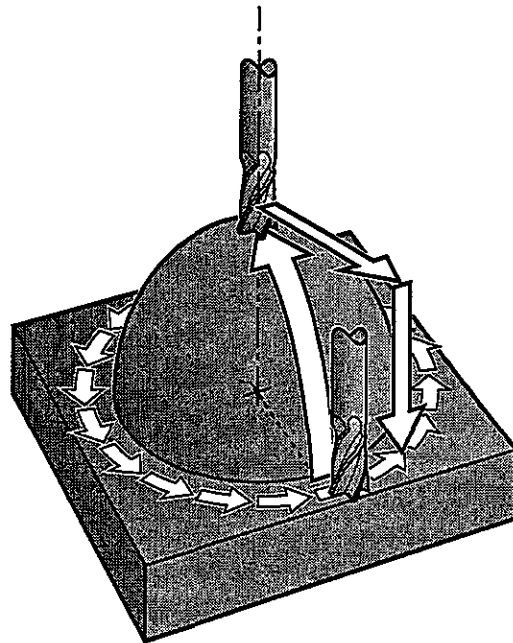
- L'outil se déplace de bas en haut dans le plan Z/X.
- Une surépaisseur peut être introduite dans la séquence 12 (Q12), si le contour doit être usiné en plusieurs phases.
- Grâce à Q108, le rayon d'outil est automatiquement pris en compte.

Le programme travaille en tenant compte des cotes suivantes:

- | | | |
|-----------------------|---------------|-----|
| • angle de montée: | angle initial | Q1 |
| | angle final | Q2 |
| | pas | Q3 |
| • rayon de la sphère | | Q4 |
| • distance d'approche | | Q5 |
| • angle du plan: | angle initial | Q6 |
| | angle final | Q7 |
| | pas | Q8 |
| • centre sphère: | coord. en X | Q9 |
| | coord. en Y | Q10 |
| • avance de fraisage | | Q11 |
| • surépaisseur | | Q12 |

Les paramètres définis en complément dans le programme ont la signification suivante:

- Q15: Distance d'approche sur la sphère
- Q21: Angle de montée en cours d'usinage
- Q24: Distance entre le centre de la sphère et le centre de l'outil
- Q26: Angle du plan en cours d'usinage
- Q108: Paramètre TNC avec rayon d'outil

**Programme d'usinage**

```
%S712I G71 * ..... Début du programme
N10 D00 Q1 P01 +90 *
N20 D00 Q2 P01 +0 *
N30 D00 Q3 P01 +5 *
N40 D00 Q4 P01 +45 *
N50 D00 Q5 P01 +2 *
N60 D00 Q6 P01 +0 *
N70 D00 Q7 P01 +360 *
N80 D00 Q8 P01 +5 *
N90 D00 Q9 P01 +50 *
N100 D00 Q10 P01 +50 *
N110 D00 Q11 P01 +500 *
N120 D00 Q12 P01 +0 * ..... Affecter aux paramètres les données de la sphère
N130 G30 G17 X+0 Y+0 Z-50 * ..... Définition de la pièce brute
N140 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N150 G99 T1 L+0 R+5 * ..... Définition de l'outil
N160 T1 G17 S2500 * ..... Appel de l'outil
N170 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégagement et changement de l'outil
N180 L10,0 * ..... Appel du sous-programme
N190 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée; retour au début du programme
```

Voir page suivante

7.9 Exemples de programmation

```

N200 G98 L10 *
N210 D01 Q15 P01 +Q5 P02 +Q4 *
N220 D00 Q21 P01 +Q1 * ..... Définir les valeurs initiales et les valeurs de calcul
N230 D01 Q24 P01 +Q4 P02 +Q108 *
N240 D00 Q26 P01 +Q6 *
N250 G54 X+Q9 Y+Q10 Z-Q4 * ..... Initialiser le point zéro au centre de la sphère
N260 G73 G90 H+Q6 * ..... Rotation pour le lancement du programme (angle initial du
                                plan)

N270 I+0 J+0 *
N280 G11 R+Q24 H+Q6 FQ11 * ..... Prépositionnement avant l'usinage
N290 G98 L1 *
N300 I+Q108 K+0 * ..... Initialiser le pôle (plan X/Z)
N310 G01 Y+0 Z+0 FQ11 * ..... Prépositionnement au début de chaque arc de cercle
N320 G98 L2 *
N330 G11 R+Q4 H+Q21 FQ11 *
N340 D02 Q21 P01 +Q21 P02 +Q3 * ..... Fraisage de la paroi externe haute de la sphère jusqu'à ce que
                                le point supérieur soit atteint

N350 D11 P01 +Q21 P02 +Q2 P03 2 *
N360 G11 R+Q4 H+Q2 * ..... Aborder le point supérieur de la sphère
N370 G00 Z+Q15 * ..... Dégager Z
N380 X+Q24 * ..... Dégager X
N390 D01 Q26 P01 +Q26 P02 +Q8 * ..... Préparer le pas de rotation suivant
N400 D00 Q21 P01 +Q1 * ..... Réinitialiser à la valeur initiale l'angle de montée pour la paroi
                                extérieure de la sphère

N410 G73 G90 H+Q26 * ..... Activer la rotation pour l'usinage suivant
N420 D12 P01 +Q26 P02 +Q7 P03 1 *
N430 D09 P01 +Q26 P02 +Q7 P03 1 * ..... Rotation du système de coordonnées autour de l'axe Z jusqu'à
                                ce que l'angle du plan soit atteint

N440 G73 G90 H+0 * ..... Annuler la rotation
N450 G54 X+0 Y+0 Z+0 * ..... Annuler le décalage du point zéro
N460 G98 L0 * ..... Fin du sous-programme
N99999 %S7121 G71 *

```

8 Cycles

8.1 Cycles: Généralités8-2

Programmer un cycle	8-2
Cotation dans l'axe d'outil	8-3

8.2 Cycles simples d'usinage8-4

PERCAGE PROFOND G83	8-4
TARAUDEGE avec mandrin de compensation G84	8-6
FILETAGE G86	8-8
Taraudage sans mandrin de compensation - taraudage rigide G85	8-8
RAINURAGE G74	8-10
FRAISAGE DE POCHES G75/G76	8-12
POCHE CIRCULAIRE G77/G78	8-14

8.3 Cycles SL (groupe I)8-16

CONTOUR G37	8-17
EVIDEMENT G57	8-18
Contours superposés	8-20
PREPERCAGE G56	8-26
FRAISAGE DE CONTOUR G58/G59	8-27

8.4 Cycles SL (groupe II)8-30

DONNEES DU CONTOUR G120	8-31
PREPERCAGE G121	8-32
EVIDEMENT G122	8-33
FINITION EN PROFONDEUR G123	8-33
FINITION LATERALE G124	8-34
Exercice: Poche rectangulaire avec îlot circulaire	8-34
TRACE DE CONTOUR G125	8-36
SURFACE D'UN CYLINDRE G127	8-38

8.5 Cycles de conversion du système de coordonnées8-41

Décalage du point zéro G54	8-42
Décalage du point zéro avec les tableaux de points zéro G53	8-44
IMAGE MIROIR G28	8-46
ROTATION G73	8-48
FACTEUR ECHELLE G72	8-49

8.6 Autres cycles8-51

TEMPORISATION G04	8-51
Appel de programme G39	8-51
ORIENTATION DE BROCHE G36	8-52
PLAN D'USINAGE G80 (sauf avec TNC 407)	8-53

8.1 Cycles: généralités

Les opérations d'usinage répétitives comprenant plusieurs phases d'usinage sont mémorisées dans la TNC sous forme de cycles. Il en va de même pour la conversion de coordonnées et certaines fonctions spéciales.

















Les cycles se répartissent selon les groupes suivants:

- Cycles d'usinage simples comme, par exemple le perçage profond et le taraudage, ainsi que les opérations de fraisage suivantes: rainurage, poche circulaire et rectangulaire.
- **Cycles SL (Subcontur-List) (groupe I)** permettant l'usinage de contour complexes composés de plusieurs segments de contour superposés.
- **Cycles SL (groupe II)** pour usinage des contours; lors des opérations d'évidement et de finition, la TNC déplace l'outil le long du contour. Elle détermine automatiquement les positions de plongée pour le fraisage.
- **Cycles de conversion du système de coordonnées:** le contour peut subir un décalage du point zéro ou une rotation, être usiné en image-miroir ou avec agrandissement ou une réduction des cotes d'origine.
- **Cycles spéciaux:** Temporisation, appel de programme, orientation broche et inclinaison du plan d'usinage.

Programmer un cycle

Définir le cycle

Au moyen de la touche G adéquate, on active le cycle désiré et on le définit en dialogue. L'exemple suivant illustre la manière dont est défini un cycle:

   	Sélectionner, par ex , le cycle Taraudage sans mandrin de compensation
DISTANCE D'APPROCHE?	
Ex.   	Introduire la distance d'approche, par ex. -2mm
PROFONDEUR DE PERÇAGE?	
Ex.    	Introduire la profondeur de perçage, par ex -30mm
PAS DE VIS?	
Ex.     	Introduire le pas de vis, par ex +0,75mm

Séquence CN: G85 P01-2 P02-30 P03+0.75 *

Appeler le cycle

Les cycles suivants sont actifs dès leur définition dans le programme:

- cycles pour la conversion de coordonnées,
- cycle temporisation et
- cycles SL de définition du contour et des paramètres globaux

Les autres cycles doivent être appelés séparément. Pour plus amples précisions: cf. descriptif des différents cycles.

Dans le cas où le cycle doit être exécuté après la séquence dans laquelle il a été appelé, programmer l'appel du cycle

- avec G79
- avec la fonction auxiliaire M99.

Dans le cas où le cycle doit être exécuté après chaque séquence de positionnement, il doit être appelé à partir de la fonction auxiliaire M89 (qui dépend du paramètre-machine).

L'action de M89 est annulée par:

- M99
- G79
- la définition d'un nouveau cycle

**Conditions requises:**

Les données suivantes doivent avoir été programmées avant tout appel de cycle:

- Pièce brute pour la représentation graphique
- Appel d'outil
- Séquence de positionnement pour la position initiale X, Y
- Séquence de positionnement pour la position initiale Z (distance d'approche)
- Sens de rotation broche (fonction auxiliaire M3/M4)
- Définition de cycle

Cotation dans l'axe d'outil

Les plongées dans l'axe d'outil se réfèrent toujours à la position de l'outil au moment où le cycle est appelé; la TNC interprète les coordonnées en valeurs incrémentales. Lors de cette opération, il n'est pas nécessaire que G91 soit programmé



Pour ces cycles, la TNC procède comme si, au début, l'outil se situait à la distance d'approche au-dessus de la surface de la pièce (sauf avec cycles SL du groupe II).

8.2 Cycles simples d'usinage

PERCAGE PROFOND G83

Déroulement du cycle:

- Suivant l'avance programmée, l'outil effectue la première passe de perçage
- L'outil retourne à sa position de départ en rapide, puis se déplace à nouveau à la première profondeur de passe en tenant compte de la distance de sécurité t (cf. calculs)
- L'outil exécute la passe de perçage suivante selon l'avance programmée
- Ce processus est répété jusqu'à ce que l'outil ait atteint la profondeur de perçage programmée.
- Une fois rendu à la profondeur de perçage programmée, l'outil retourne après temporisation à sa position de départ en rapide

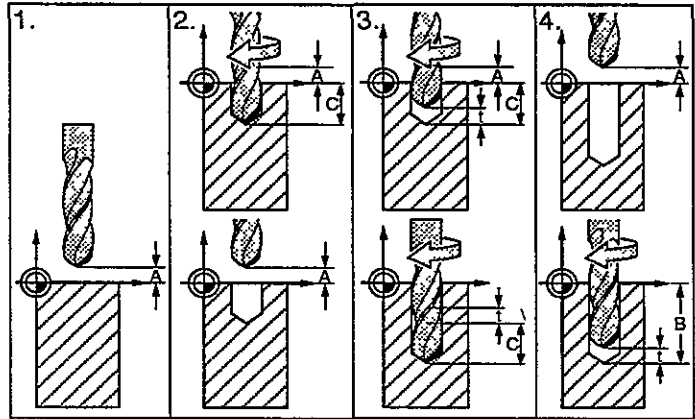


Fig 8 1 Déroulement du cycle PERCAGE PROFOND

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE \textcircled{A} :
Distance entre la pointe de l'outil (position initiale) et la surface de la pièce
- PROFONDEUR DE PERÇAGE \textcircled{B} :
Distance entre la surface de la pièce à usiner et la profondeur de perçage programmée (pointe conique du foret)
Le signe de la profondeur de perçage détermine le sens d'usinage
(- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE \textcircled{C} :
Valeur correspondant à la distance parcourue lors de chaque plongée de l'outil.
Lorsque la PROFONDEUR DE PERÇAGE et la PROFONDEUR DE PASSE sont les mêmes, l'outil se déplace dans une passe à la profondeur de perçage programmée.
La PROFONDEUR DE PASSE n'est pas obligatoirement un multiple de la PROFONDEUR DE PERÇAGE
Si la PROFONDEUR DE PASSE est supérieure à la PROFONDEUR DE PERÇAGE, on ne perce que jusqu'à la PROFONDEUR DE PERÇAGE.
- TEMPORISATION EN SECONDES:
Temps de rotation à vide de l'outil après qu'il ait atteint la profondeur de perçage souhaitée
- AVANCE F :
Vitesse de déplacement de l'outil lors du perçage

Calculs

La commande calcule automatiquement la distance de sécurité t :

- Profondeur de perçage de 30 mm max. $t = 0,6 \text{ mm}$
- Profondeur de perçage supérieure à 30 mm $t = \text{profondeur de perçage}/50$
Distance de sécurité max : 7 mm

Exercice: Perçage profond

Coordonnées des perçages:

① X = 20mm Y = 30 mm

② X = 80mm Y = 50 mm

Diamètre de perçage: 6 mm

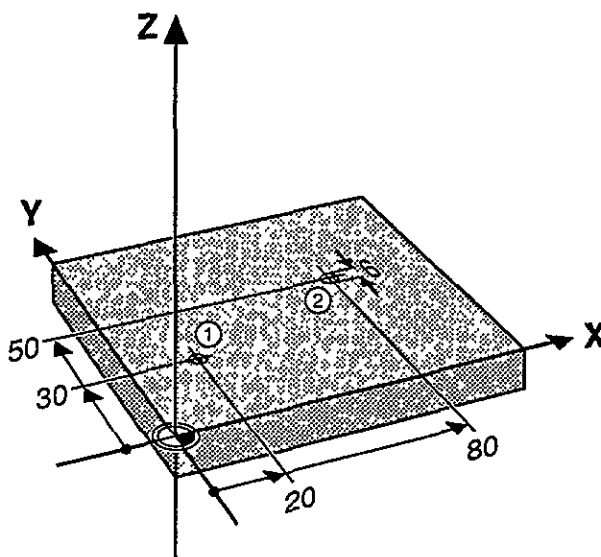
Distance d'approche: 2 mm

Profondeur de perçage: 15 mm

Profondeur de passe: 10 mm

Temporisation: 1 sec

Avance: 80 mm/min

**Cycle PERCAGE PROFOND dans le programme d'usinage**

```

% S85I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+3 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1200 * ..... Appel de l'outil
N50 G83 P01 -2 P02 -15 P03 -10 P04 1 P05 80 * ..... Définition du cycle Perçage profond
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N70 X+20 Y+30 M03 * ..... Prépositionnement pour le premier trou, MARCHE broche
N80 Z+2 M99 * ..... Prépositionnement en Z à la distance d'approche,
                           appel du cycle
N90 X+80 Y+50 M99 * ..... Aborder le 2nd trou, appel du cycle
N100 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée et achever le programme
N99999 % S85I G71 *
  
```

TARAUDEGE avec mandrin de compensation G84

Déroulement du cycle

- L'outil se déplace en une passe à la profondeur de perçage
- Le sens de rotation de la broche est ensuite inversé et l'outil retourne après temporisation à sa position initiale
- A la position initiale, le sens de rotation de la broche est à nouveau inversé

Condition requise

Pour effectuer un taraudage, il faut prévoir un taraud bridé dans un mandrin de serrage permettant une correction de longueur. Ce mandrin sert à compenser les tolérances d'avance et de vitesse de rotation en cours d'usinage.

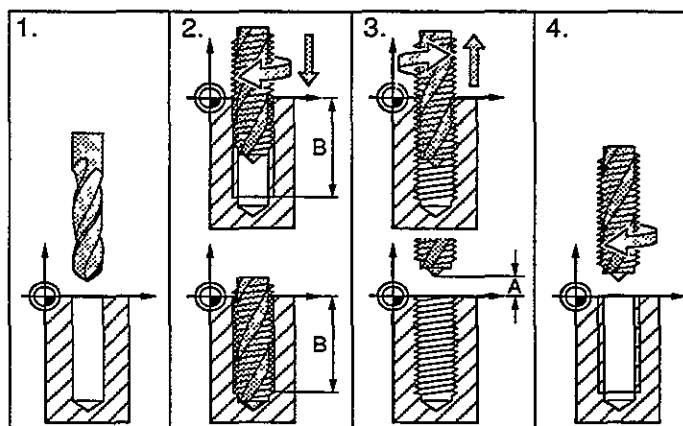


Fig 8.2: Déroulement du cycle Taraudage

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE (A):
Distance entre la pointe de l'outil (position initiale) et la surface de la pièce. Valeur indicative: 4x pas de vis
- PROFONDEUR DE TARAUDEGE (B) (longueur du filet)
Distance entre la surface de la pièce et la fin du filet
Le signe de la profondeur de taraudage détermine le sens d'usinage
(- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- TEMPORISATION EN SECONDES:
Introduire une valeur comprise entre 0 et 0,5 sec afin d'éviter que l'outil ne se coince lors de son retrait (pour plus amples informations, prendre contact avec le constructeur de la machine)
- AVANCE F:
Vitesse de déplacement de l'outil lors du taraudage.

Calculs

Calcul de l'avance:

$$F = S \times p$$

F: Avance (mm/min.)

S: Vitesse de rotation broche (tours/min)

p: Pas de vis (mm)



- Pendant que le cycle est en cours d'exécution, le potentiomètre de vitesse de rotation broche est inactif.
- Le potentiomètre d'avance est encore partiellement actif (en fonction des paramètres définis par le constructeur de la machine)
- Pour le taraudage à droite, la broche est activée avec M3 et à gauche, avec M4.

Exercice: Taraudage avec mandrin de compensation

Usiner un filetage M6 à une vitesse de rotation de 100 tours/min

Coordonnées du filetage::

X = 50 mm Y = 20 mm

Pas de vis p = 1 mm

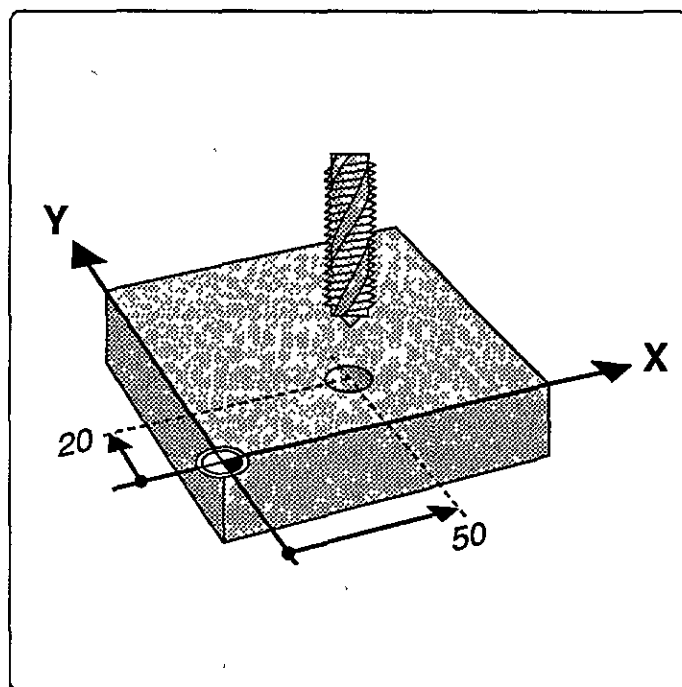
F = S x p F=100 · 1 = 100 mm/min.

Distance d'approche: 3 mm

Profondeur du filet: 20 mm

Temporisation: 0,4 s

Avance. 100 mm/min

**Cycle TARAUDAGE dans le programme d'usinage**

%S87I G71 *	.....	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	.....	Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *	.....
N30 G99 T1 L+0 R+3 *	.....	Définition de l'outil
N40 T1 G17 S100 *	.....	Appel de l'outil
N50 G84 P01 -5 P02 -20 P03 0,4 P04 100 *	.....	Définition du cycle Taraudage
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	.....	Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N70 X+50 Y+20 M03 *	.....	Prépositionnement dans le plan, MARCHE broche
N80 Z+3 M99 *	.....	Prépositionnement en Z à la distance d'approche, appel du cycle
N90 Z+100 M02 *	.....	Dégager l'axe de plongée et achever le programme
N99999 %S87I G71 *	.....

TARAUDAGE sans mandrin de compensation - taraudage rigide G85

Déroulement du cycle

Le filetage est effectué sans mandrin de compensation en une ou plusieurs passes. Avantages par rapport au cycle Taraudage avec mandrin de compensation:

- Vitesse d'usinage plus élevée
- Répétabilité sur le même filet dans la mesure où la broche s'oriente en position 0° lors de l'appel du cycle (dépend du paramètre machine 7160; cf. page 11-12)
- Plus grande plage de déplacement de l'axe de broche par le fait de la suppression du mandrin de compensation



- Machine et TNC doivent avoir été préparées par le constructeur de la machine pour le taraudage sans mandrin de compensation
- La TNC calcule l'avance en fonction de la vitesse de rotation. Si l'on actionne le bouton du potentiomètre de broche pendant le taraudage, l'avance est alors automatiquement réglée.
- Le bouton du potentiomètre d'avance est inactif.

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE (A)
Distance entre pointe d'outil (position initiale) et surface pièce
- PROFONDEUR DE TARAUDAGE (B):
Distance entre la surface pièce (début du filet) et la fin du filet
Le signe pour la profondeur de taraudage détermine le sens d'usinage
(- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PAS DE VIS (C)
Le signe détermine le sens du filetage
+ = Filet à droite
- = Filet à gauche

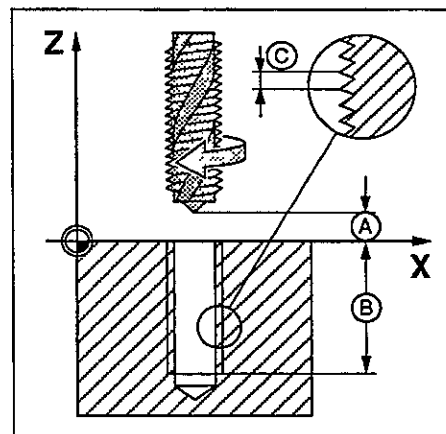


Fig 8.3: Données à introduire pour le cycle TARAUDAGE RIGIDE

FILETAGE G86

Déroulement du cycle

Avec le cycle G86 FILETAGE, l'outil se déplace avec asservissement de broche et vitesse de rotation active, allant de la position actuelle jusqu'à la profondeur programmée. Un arrêt broche a lieu au fond du trou. Il vous faut introduire séparément – en utilisant de préférence un cycle constructeur – les déplacements d'approche et de sortie. Pour plus amples informations, prenez contact avec le constructeur de votre machine

Données à introduire:

- PROFONDEUR DE FILETAGE (A)
Distance entre la position actuelle de l'outil et la fin du filet.
Le signe de la profondeur de filetage définit le sens d'usinage
(- correspond au sens négatif de l'axe d'outil).
- PAS DE VIS (B)
Le signe détermine le sens du filetage.
+ = Filet à droite (M3 avec PROFONDEUR DE FILETAGE négative)
- = Filet à gauche (M4 avec PROFONDEUR DE FILETAGE négative)

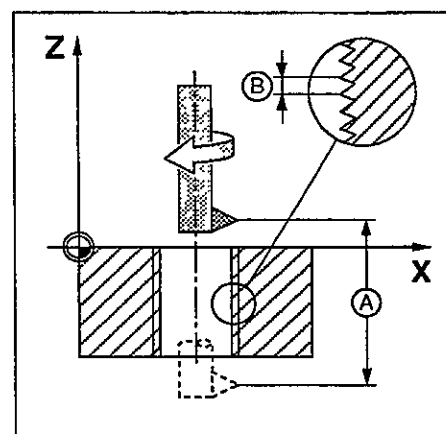


Fig 8.4: Données à introduire pour le cycle FILETAGE



- Machine et TNC doivent avoir été préparées par le constructeur de la machine pour le filetage.
- La TNC calcule l'avance en fonction de la vitesse de rotation. Si l'on actionne le bouton du potentiomètre de broche pendant le filetage, l'avance est alors automatiquement réglée.
- Le bouton du potentiomètre d'avance est inactif.
- La TNC lance et arrête la broche automatiquement. Ne pas programmer M3/M4 avant l'appel du cycle.

Exercice: Filetage avec burin

Usinage d'un filet M12 réalisé de bas en haut, en une passe de perçage.

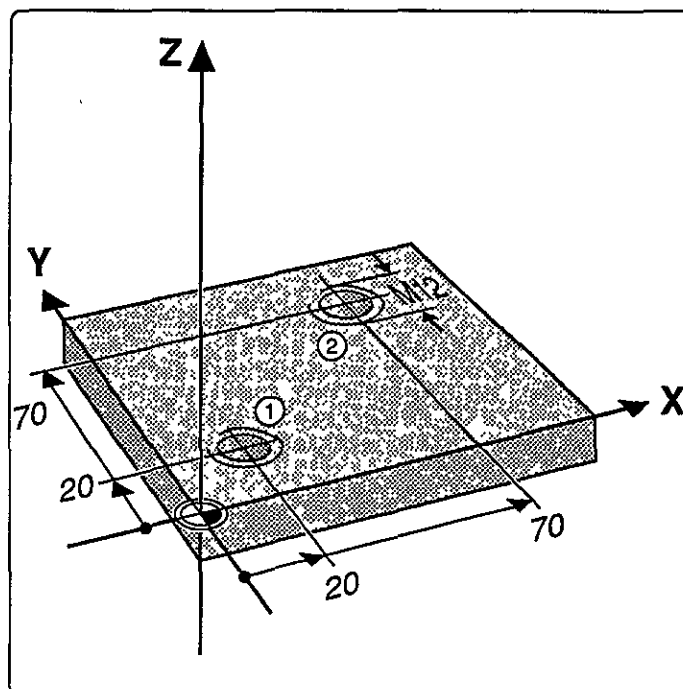
Coordonnées du filetage:

X = 20 mm Y = 20 mm
X = 70 mm Y = 70 mm

Epaisseur de la pièce: 20 mm

Pas de vis p: 1.75 mm
Vitesse de rotation: 100 t/min.

Distance d'approche en haut: 5 mm
Distance d'approche en bas: 5 mm

**Cycle FILETAGE dans le programme d'usinage**

```
%C18 G71 *
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20*
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0*
N30 G99 T1 L+0 R+6*
N40 T1 G17 S100*
N50 G00 G40 G90 Z+50*
N60 G86 P01 +30 P02 -1 75* . . . . . Profondeur filet 30 mm, sens positif; pas de vis 1.75 mm, - car
sens de l'usinage du bas vers le haut
N70 X+20 Y+20* . . . . . Aborder le 1er trou dans le plan
N80 L1,0* . . . . . Appeler le sous-programme
N90 X+70 Y+70* . . . . . Aborder le 2ème trou dans le plan
N100 L1,0* . . . . . Appeler le sous-programme
N110 G00 Z+100 M2* . . . . . Fin du programme principal

N120 G98 L1*
N130 G36 S0* . . . . . Orientation broche à 0° (permettant ainsi de répéter le filetage)
N140 G00 G40 G91 X-2* . . . . . Décaler l'outil dans le plan pour éviter toute collision lors de la
plongée
N150 G00 G90 Z+5* . . . . . Prépositionnement en rapide dans l'axe d'outil, à la distance
d'approche sur la pièce
N160 G01 Z-30 F 1000* . . . . . Prépositionnement en rapide dans l'axe d'outil, au point initial,
en bas
N170 G91 X+2* . . . . . Positionner à nouveau l'outil dans le plan, au centre du trou
N180 G79* . . . . . Appeler le cycle
N190 G98 L0* . . . . . Fin du sous-programme
N99999 %C18 G71*
```

RAINURAGE G74**Déroulement du cycle****Opération d'ébauche:**

- Partant de la position initiale, l'outil perce la pièce et fraise la rainure dans le sens longitudinal suivant un déport de la valeur de la surépaisseur. La surépaisseur est obtenue à partir de $(\text{largeur rainure} - \text{diamètre d'outil}) \div 2$
- A la fin de la rainure, l'outil plonge en effectuant une passe et l'outil fraise en sens inverse. Ces opérations se répètent jusqu'à la profondeur de fraisage programmée.

Opération de finition.

- L'outil se déplace au fond de la rainure en suivant une trajectoire circulaire tangentielle au contour externe, le contour final est ensuite usiné en avalant (avec M3)
 - L'outil retourne ensuite en rapide à la distance d'approche.
- Lorsque le nombre de passes est impair, l'outil retourne à la position de départ en tenant compte de la distance d'approche

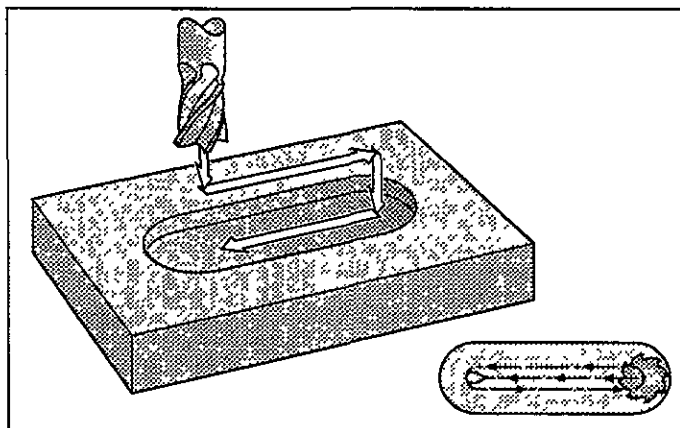


Fig. 8.5 Déroulement du cycle RAINURAGE

Conditions requises

Le cycle requiert l'utilisation d'une fraise avec denture frontale (DIN 844)
 Le diamètre de la fraise ne doit pas être supérieur à la largeur de la rainure
 et pas inférieur à la moitié de la largeur de la rainure
 La rainure doit être parallèle à l'un des axes du système de coordonnées actuel

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE (A)
- PROFONDEUR DE FRAISAGE (B) : profondeur de la rainure
 Le signe pour la profondeur de fraisage définit le sens d'usinage
 (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE (C)
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR:
 Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- 1^{ER} COTE (D) :
 Longueur de la rainure, définir la 1^{ère} direction de coupe par son signe
- 2^{ÈME} COTE (E)
 Largeur de la rainure
- AVANCE F:
 Vitesse de déplacement de l'outil dans le plan d'usinage

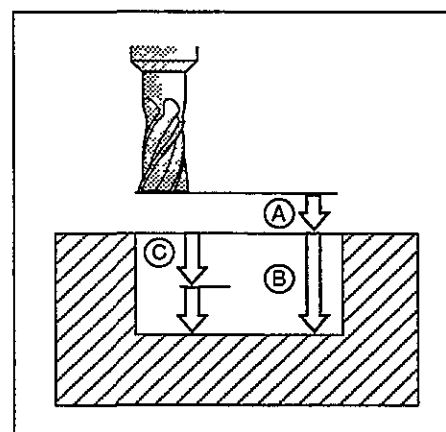


Fig. 8.6 Passes et distances pour le cycle RAINURAGE

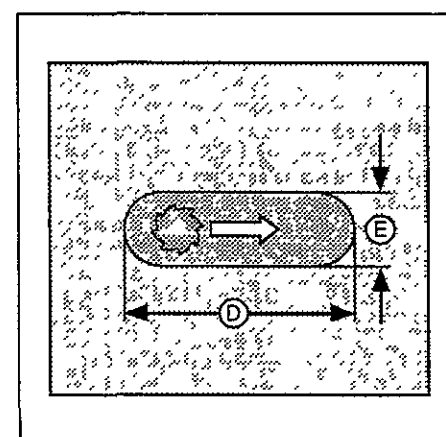


Fig. 8.7 Côtes de la rainure

Exercice: Rainurage

Fraisage d'une rainure horizontale (longueur 50 mm et largeur 10 mm) et d'une rainure verticale longueur 80 mm et largeur 10 mm.

Pour la position initiale, le rayon d'outil est programmé dans le sens de la rainure.

Position initiale rainure: ①

X = 76 mm Y = 15 mm

Position initiale rainure ②:

X = 20 mm Y = 14 mm

PROFONDEUR RAINURE: 15 mm

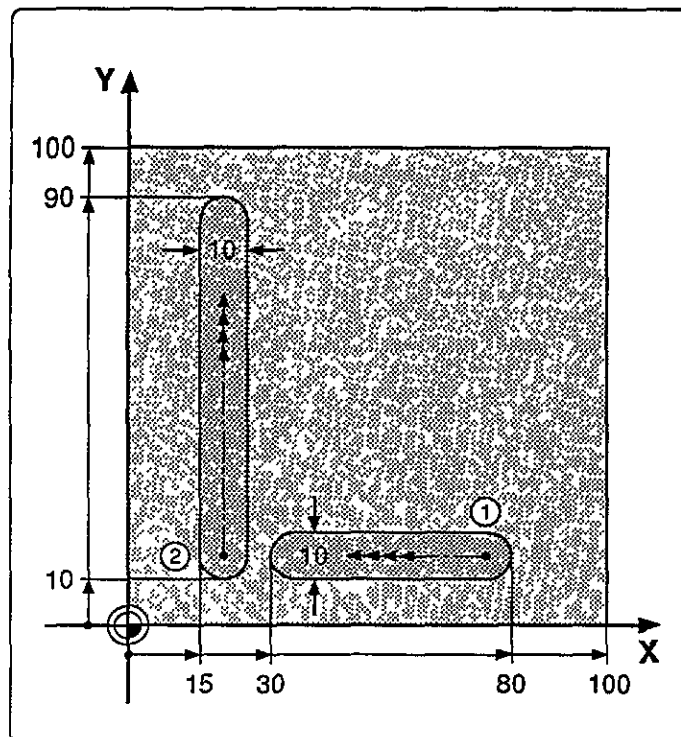
Distances d'approche: 2 mm

Profondeur de fraisage: 15 mm

Profondeur de passe: 5 mm

Avance plongée en prof: 80 mm/min.

	①	②
Longueur rainure	50 mm	80 mm
Sens 1ère coupe	-	+
Largeur rainure	10 mm	
Avance:	120 mm/min	

**Cycle RAINURAGE dans le programme d'usinage**

```

%S810I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+4 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S2000 * ..... Appel de l'outil
N50 G74 P01 -2 P02 -15 P03 -5 P04 80 P05 X-50
P06 Y+10 P07 120 * ..... Définir la rainure parallèle à l'axe X
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N70 X+76 Y+15 M03 * ..... Aborder la position initiale, MARCHE broche
N80 Z+2 M99 * ..... Prépositionnement en Z à la distance d'approche,
appel du cycle ①

N90 G74 P01 -2 P02 -15 P03 -5 P04 80 P05 Y+80
P06 X+10 P07 120 * ..... Définir la rainure parallèle à l'axe Y
N100 X+20 Y+14 M99 * ..... Aborder la position initiale, appel du cycle ②
N110 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée et achever le programme
N99999 %S810I G71 *

```

FRAISAGE DE POCHES G75/G76

Déroulement du cycle

Dans le cycle d'ébauche Poche rectangulaire

- l'outil plonge à la position initiale (au centre de la poche)
- puis il décrit la trajectoire représentée suivant l'avance programmée (cf. fig. 8.10)

La fraise commence par le sens positif de l'axe du grand côté. Lorsqu'il s'agit de poches carrées, la fraise débute dans le sens positif de Y. Pour terminer, l'outil retourne à la position initiale.

Conditions requises / restrictions

Le cycle requiert l'utilisation d'une fraise avec denture frontale (DIN 844), ou un préperçage au centre de la poche.
Les côtés de la poche sont parallèles aux axes du système de coordonnées

Sens de rotation lors de l'évidement

Rotation sens horaire G75

Rotation sens anti-horaire G76

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE (A)
- PROFONDEUR DE FRAISAGE (B)
Le signe pour la profondeur de fraisage détermine le sens d'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE (C)
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR
Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- 1^{ER} COTE (D):
Longueur de la poche parallèle au premier axe principal du plan d'usinage
- 2^{ÈME} COTE (E):
Largeur de la poche
Le signe des côtés est toujours positif
- AVANCE F:
Vitesse de déplacement de l'outil dans le plan d'usinage

Calculs

Passe latérale k

$$k = K \times R$$

K: Facteur de recouvrement défini par le constructeur de la machine

R Rayon de la fraise

Rayon d'angle

Le rayon d'angle résulte du rayon de la fraise

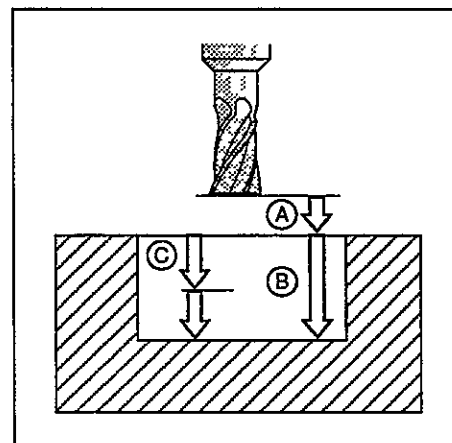


Fig 8.8: Passes et distances avec le cycle FRAISAGE DE POCHES

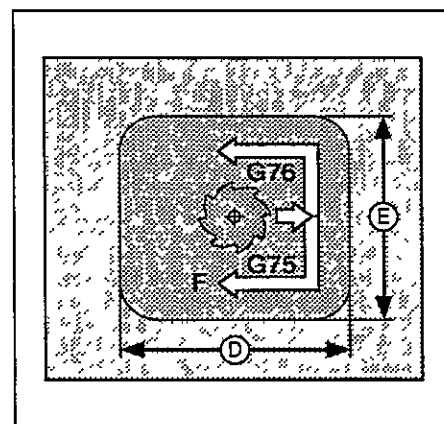


Fig 8.9 Côtés de la poche

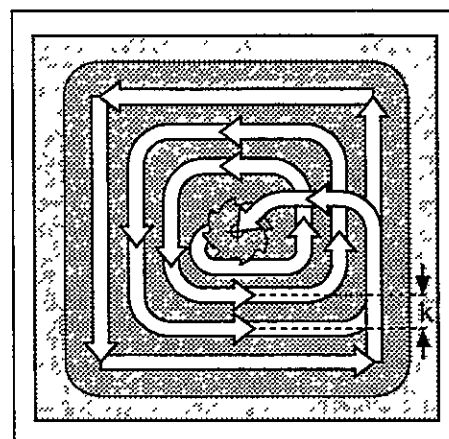


Fig 8.10 Trajectoire de l'outil lors de l'évidement

Exercice: Fraisage d'une poche rectangulaire

Coordonnées du centre de la poche:

X = 60 mm Y = 35 mm

Distance d'approche: 2 mm

Profondeur de fraisage: 10 mm

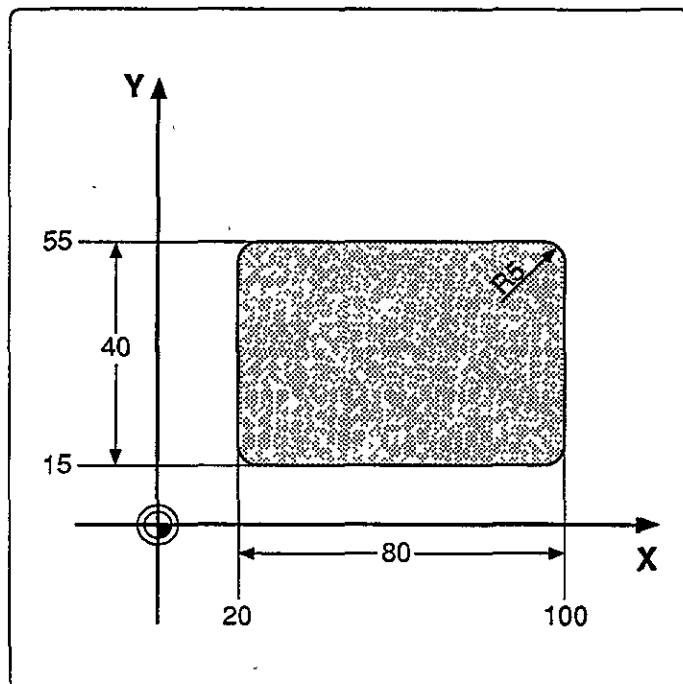
Profondeur de passe: 4 mm

Avance lors de la
plongée en profondeur. 80 mm/min

1er côté: 80 mm

2ème côté: 40 mm

Avance de fraisage: 100 mm/min.

Sens de déroulement
de la trajectoire. +**Cycle FRAISAGE DE POCHEs dans le programme d'usinage**

```

%S812I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+110 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+5 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S2000 * ..... Appel de l'outil
N50 G76 P01 -2 P02 -10 P03 -4 P04 80 P05 X+80
P06 Y+40 P07 100 * ..... Définition du cycle
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N70 X+60 Y+35 M03 * ..... Aborder la position initiale (centre poche), MARCHE broche
N80 Z+2 M99 * ..... Prépositionnement en Z à la distance d'approche,
                           appel du cycle
N90 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée et achever le programme
N99999 %S812I G71 *
  
```

POCHE CIRCULAIRE G77/G78

Déroulement du cycle

- Dans le cycle d'ébauche Poche circulaire, l'outil plonge dans la pièce à la position initiale (au centre de la poche)
- puis il décrit suivant l'avance programmée une trajectoire en forme de spirale (cf. fig. 8.11). La passe latérale est réalisée selon la cote k (cf. FRAISAGE DE POCHES, cycle G75/G76: calculs)
- Cette opération se répète jusqu'à ce que la profondeur de fraisage programmée soit atteinte
- Pour terminer, l'outil retourne à sa position de départ

Conditions requises

Le cycle requiert l'utilisation d'une fraise avec denture frontale (DIN 844), ou un préperçage au centre de la poche.

Sens de rotation lors de l'évidement

Rotation sens horaire G77

Rotation sens anti-horaire G78

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE (A)
- PROFONDEUR DE FRAISAGE (B): PROFONDEUR de la poche
Le signe pour la profondeur de fraisage détermine le sens d'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE (C)
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR
Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- RAYON (R).
Rayon de la poche circulaire
- AVANCE F:
Vitesse de déplacement de l'outil dans le plan d'usinage

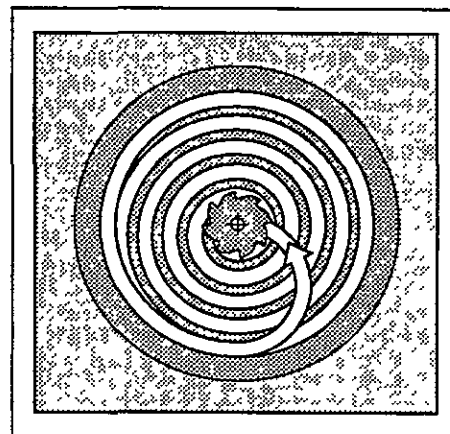


Fig. 8.11 Trajectoire de l'outil lors de l'évidement

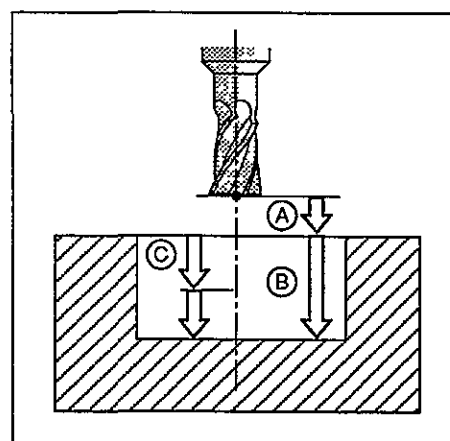


Fig. 8.12 Distances et passes avec le cycle POCHE CIRCULAIRE

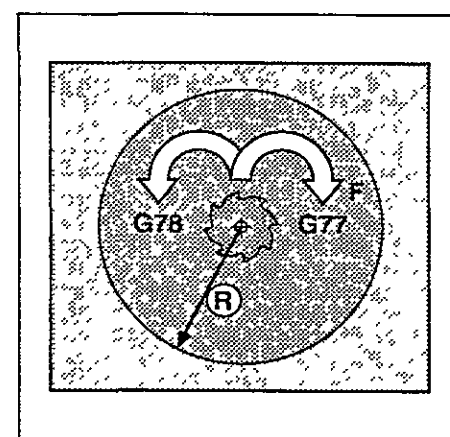


Fig. 8.13 Sens de déroulement de la trajectoire

Exercice: Fraisage de poche circulaire

Coordonnées du centre de la poche:

X = 60 mm Y = 50 mm

Distance d'approche: 2 mm

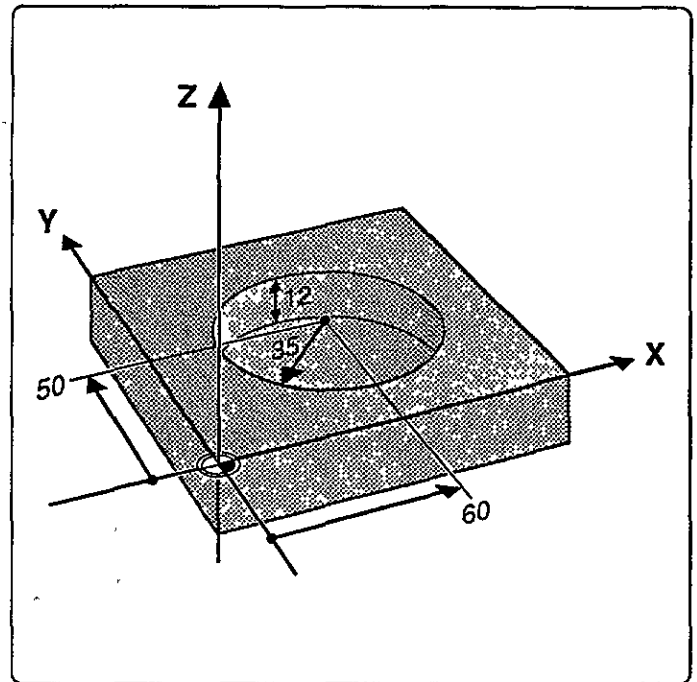
Profondeur de fraisage: 12 mm

Profondeur de passe: 6 mm

Avance lors de la
plongée en profondeur: 80 mm/min.

Rayon du cercle: 35 mm

Avance de fraisage: 100 mm/min

Sens de déroulement
de la trajectoire: -**Cycle POCHE CIRCULAIRE dans le programme d'usinage**

```

%S814|G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+4 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S2000 * ..... Appel de l'outil
N50 G77 P01 -2 P02 -12 P03 -6 P04 80 P05 35
P06 100 * ..... Définition du cycle Poche circulaire
N60 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N70 X+60 Y+50 M03 * ..... Aborder la position initiale (centre poche), MARCHE broche
N80 Z+2 M99 * ..... Prépositionnement en Z à la distance d'approche,
                           appel du cycle
N90 Z+100 M02 * ..... Dégager l'axe de plongée et achever le programme
N99999 %S814|G71 *
  
```

8.3 Cycles SL (groupe I)

Les cycles SL sont des cycles très performants permettant l'usinage de toutes sortes de contours. Ils possèdent les propriétés suivantes:

- Un contour entier peut être formé d'éléments de contour superposés. Poches et îlots constituent les éléments de contour
- Les éléments de contour sont introduits sous forme de sous-programmes.
- La TNC superpose automatiquement les segments de contour et calcule les points d'intersection des différents éléments de contour

Le cycle G37 CONTOUR contient la liste des éléments de contour (**Subcontour-List**, d'où le nom des cycles **SL**). Ce cycle est un cycle géométrique à part entière qui ne renferme ni données de coupe, ni valeurs relatives aux passes d'usinage. Les données de l'usinage sont définies dans les cycles suivants:

- PREPERCAGE G56
- EVIDEMENT G57
- FRAISAGE DE CONTOUR G58/G59

Les cycles SL du groupe II offrent d'autres possibilités d'usinage orientés vers le contour. Ceux-ci sont décrits au chapitre suivant

Chaque sous-programme contient la correction G41 ou G42 ainsi que le sens de l'usinage défini par la série de points. A partir de ces indications, la TNC reconnaît s'il s'agit d'une poche ou d'un îlot:

- La TNC reconnaît s'il s'agit d'une poche lorsque la fraise se déplace à l'intérieur du contour
- et s'il s'agit d'un îlot, lorsque la fraise se déplace à l'extérieur



- L'usinage du contour SL est défini par le paramètre machine 7420.
- Il est recommandé de procéder à une simulation graphique avant d'exécuter un programme. Celle-ci permet de voir si tous les contours sont définis correctement.
- Les conversions de coordonnées sont autorisées dans les sous-programmes des éléments de contour.
- Il n'est pas possible de programmer des mots F et M dans des sous-programmes pour des éléments de contour.

Pour se familiariser, les exemples d'usinage suivants ne comportent que le cycle EVIDEMENT

Par la suite, les exemples iront croissant en complexité et comprendront l'ensemble des possibilités de ce groupe de cycles

Programmation paraxiale

Des usinages paraxiaux peuvent être également réalisés à partir des cycles SL (la simulation graphique n'est pas disponible pour l'usinage paraxial)

Les axes parallèles doivent se situer dans le plan d'usinage.

Données à introduire

Les axes parallèles sont programmés à l'intérieur de la première séquence de coordonnées (séquence de positionnement, séquence I, J, K) du premier sous-programme appelé avec le cycle G37 CONTOUR. D'autres axes de coordonnées introduits ultérieurement ne seront plus pris en compte

CONTOUR G37**Application**

Le cycle G37 CONTOUR comprend la liste des sous-programmes superposés pour former un contour entier.

Données à introduire

On introduit les numéros de LABEL des sous-programmes. La liste peut comporter jusqu'à 12 sous-programmes max.

Effet

G37 est actif dès qu'il a été défini.

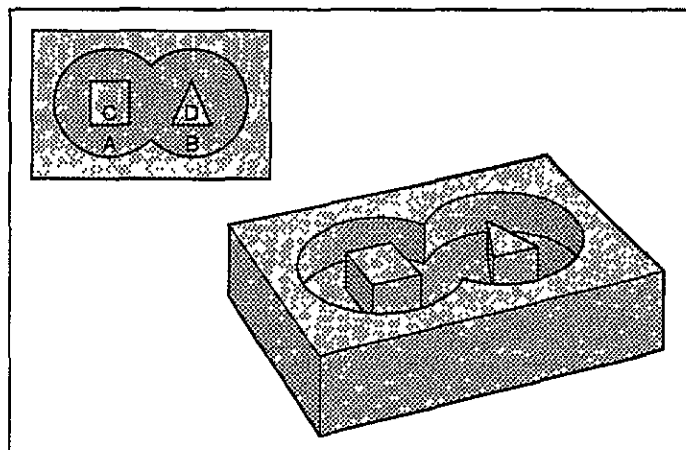


Fig. 8 14: Exemple d'un contour SL: A, B = poches; C, D = îlots

Exemple:

```
G99 T3 L+0 R+3,5 *
T3 G17 S1500 * ..... Plan d'usinage perpendiculaire à l'axe Z
G37 P01 1 P02 2 P03 3 *
.
.
.
G00 G40 Z+100 M2 *
.
.
.
G98 L1 ..... Premier label de contour du cycle G37 CONTOUR
G01 G42 X+0 Y+10 .. Usinage dans le plan XY
X+20 Y+10
I+50 J+50
.
.
```

EVIDEMENT G57

Déroulement du cycle

G57 détermine les opérations d'usinage et leur structure.

- Dans l'axe d'outil, l'outil est positionné sur le premier point de plongée; la surépaisseur est alors prise en compte.
- Puis l'outil plonge dans la pièce suivant l'avance programmée

Fraisage de contour.

- Suivant l'avance programmée, l'outil fraise le premier contour partiel; la surépaisseur est alors prise en compte.
- Revenu au point de plongée, l'outil est programmé pour effectuer la passe suivante.

Cette opération se répète jusqu'à ce que la profondeur de fraisage programmée soit atteinte

- Les contours partiels suivants sont usinés de la même manière

Evidement de poche:

- Après le fraisage du contour, la poche est évidée. La plongée latérale correspond au rayon de l'outil.
- On passe outre les îlots.
- En cas de nécessité, la poche est évidée au moyen de plusieurs passes.
- A la fin du cycle, l'outil retourne à la distance d'approche

Condition requise

S'il n'y a pas eu de préperçage ou bien si l'on est passé outre certains contours lors de l'usinage, le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844).

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE **A**
- PROFONDEUR DE FRAISAGE **B**
Le signe pour la profondeur de fraisage définit le sens d'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE **C**
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR:
Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- SUREPAISSEUR DE FINITION **D**:
Surépaisseur dans le plan d'usinage (valeur numérique positive)
- RAYON D'EVIDEMENT **@**
Sens de l'avance pour le déplacement lors de l'évidement
L'angle d'évidement se réfère à l'axe de référence angulaire et peut être réglé pour que les coupes soient à la fois longues et peu nombreuses
- AVANCE F:
Vitesse de déplacement dans le plan d'usinage

Les paramètres-machine permettent de déterminer

- si le contour doit d'abord être usiné puis évide, ou inversement
- si le déplacement sur le contour doit se faire en avalant ou en opposition
- si toutes les poches doivent d'abord être évidées, cette opération étant suivie de fraisage de contour pour l'ensemble des passes (ou inversement)
- si le fraisage du contour et l'évidement doivent avoir lieu ensemble.

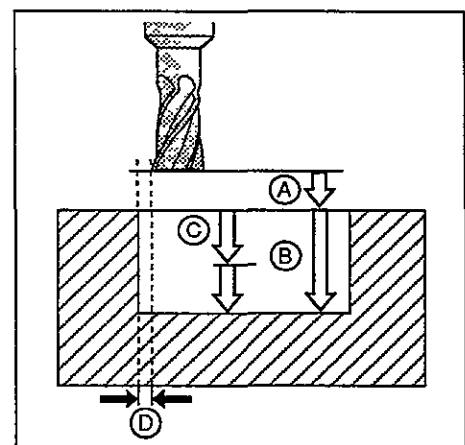


Fig. 8.15 Passes et distances avec le cycle EVIDEMENT

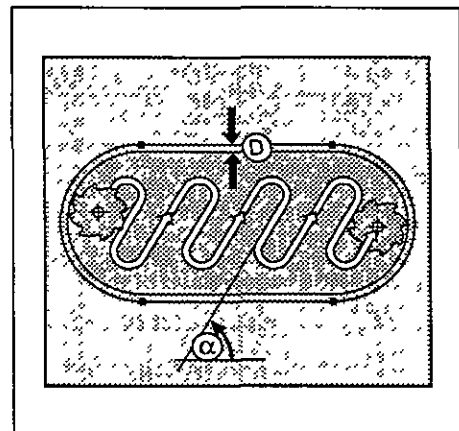


Fig. 8.16 Trajectoire de l'outil lors de l'évidement

Exercice: Evidement d'un îlot rectangulaire**Îlot rectangulaire avec rayon d'arrondi**

Outil, fraise avec denture frontale (DIN 844),
rayon 5 mm

Coordonnées des coins de l'îlot:

	X	Y
①	70 mm	60 mm
②	15 mm	60 mm
③	15 mm	20 mm
④	70 mm	20 mm

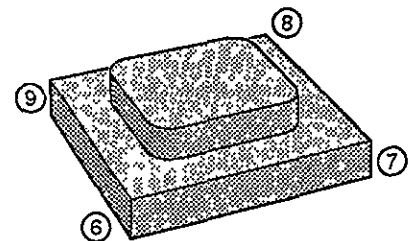
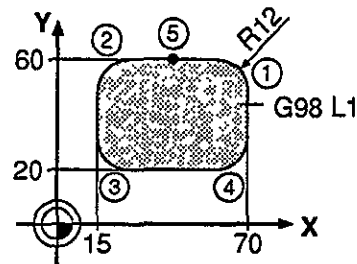
Coordonnées des coins de la poche auxiliaire:

	X	Y
⑥	-5 mm	-5 mm
⑦	105 mm	-5 mm
⑧	105 mm	105 mm
⑨	-5 mm	105 mm

Point initial de l'usinage:

⑤ X = 40 mm Y = 60 mm

Distance d'approche:	2 mm
Profondeur de fraisage:	15 mm
Passe:	8 mm
Avance lors de la plongée:	100 mm/min.
Surépaisseur de finition:	0
Angled'évidement:	0°
Avance de fraisage	500 mm/min



G98 L2

Cycle dans le programme d'usinage

%S818| G71 *	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *	
N30 G99 T1 L+0 R+3 *	Définition de l'outil
N40 T1 G17 S2500 *	Appel de l'outil
N50 G37 P01 2 P02 1 *	Dans le cycle CONTOUR, signaler que les éléments du contour sont décrits dans les sous-programmes 2 et 1
N60 G57 P01 -2 P02 -15 P03 -8 P04 100 P05 +0	
P06 +0 P07 500 *	Définition du cycle Evidement
N70 G00 G40 G90 Z+100 M06 *	Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N80 X+40 Y+50 M03 *	Prépositionnement en X/Y, MARCHE broche
N90 Z+2 M99 *	Prépositionnement en Z à la distance d'approche, appel du cycle
N100 Z+100 M02 *	
N110 G98 L1 *	
N120 G01 G42 X+40 Y+60 *	Sous-programme 1:
N130 X+15 *	Géométrie de l'îlot
	(Correction de rayon G42 et déroulement sens anti-horaire: l'élément du contour est un îlot)
N150 Y+20 *	
N160 G25 R12 *	
N170 X+70 *	
N180 G25 R12 *	
N190 Y+60 *	
N200 G25 R12 *	
N210 X+40 *	
N220 G98 L0 *	
N230 G98 L2 *	Sous-programme 2:
N240 G01 G41 X-5 Y-5 *	Géométrie de la poche auxiliaire:
N250 X+105 *	Limite externe de la surface
N260 Y+105 *	à usiner
N270 X-5 *	(Correction de rayon G41 et déroulement sens anti-horaire: l'élément du contour est une poche)
N280 Y-5 *	
N290 G98 L0 *	
N99999 %S818| G71 *	

Contours superposés

Afin de former un nouveau contour, poches et îlots peuvent être superposés. De cette manière, la surface d'une poche peut être agrandie par superposition d'une poche et réduite par superposition d'un îlot.

Position initiale

L'usinage démarre à la position initiale de la première poche qui apparaît dans le cycle G37 CONTOUR. Il est souhaitable que la position initiale soit la plus éloignée possible des zones de recouvrement.

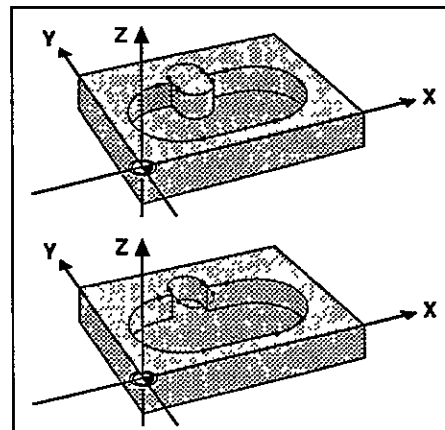


Fig 8.17 Exemples de contours superposés

Exercice: poches superposées

L'usinage commence par le premier label de contour indiqué dans la séquence 6.

La première poche doit débiter à l'extérieur de la 2ème poche.

Usinage interne utilisant une fraise à denture frontale (DIN 844), rayon de la fraise 3 mm

Coordonnées des centres de cercle:

- ① X = 35 mm Y = 50 mm
- ② X = 65 mm Y = 50 mm

Rayon de cercle

R = 25 mm

Distance de sécurité: 2 mm

Profondeur de fraisage: 10 mm

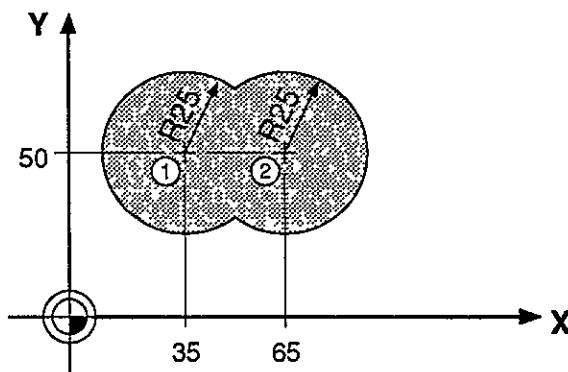
Passe: 5 mm

Avance lors de la plongée: 500 mm/min.

Surépaisseur de finition: 0

Angle d'évidement: 0

Avance de fraisage: 500 mm/min



Voir page suivante

Cycle dans le programme d'usinage

```

%S820I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+3 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S2500 * ..... Appel de l'outil
N50 G37 P01 1 P02 2 * ..... Dans le cycle CONTOUR, signaler que les éléments du
                                contour sont décrits dans les sous-programmes 2 et 1

N60 G57 P01 -2 P02 -15 P03 -8 P04 100 P05 +0
P06 +0 P07 500 * ..... Définition du cycle Evidement
N70 G00 G40 G90 Z+100 M06 * ..... Dégager l'axe d'outil, changer l'outil
N80 X+50 Y+50 M03 * ..... Prépositionnement en X/Y, MARCHE broche
N90 Z+2 M99 * ..... Prépositionnement en Z à la distance d'approche,
                                appel du cycle

N100 Z+100 M02 *

N110 G98 L1 *
:
:

N140 G98 L0 *
N150 G98 L2 *
:
:

N180 G98 L0 *
N99999 %S820I G71 *

```

Sous-programmes: Poches superposées

Les éléments de poche A et B se superposent. La TNC calcule automatiquement les points d'intersection S1 et S2 qui n'ont, de ce fait, pas besoin d'être programmés.
Les poches sont programmées comme des cercles entiers.

```

N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+10 Y+50 *
N130 I+35 J+50 G03 X+10 Y+50 * } A Poche à gauche
N140 G98 L0 *

N150 G98 L2 *
N160 G01 G41 X+90 Y+50 *
N170 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 * } B Poche à droite
N180 G98 L0 *
N99999 %S820I G71 *

```

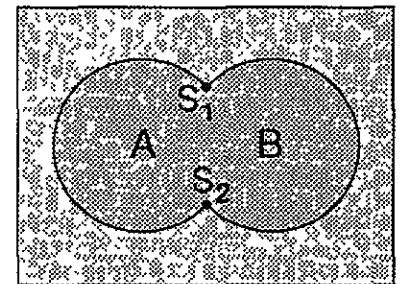


Fig. 8 18. Points d'intersection S₁ et S₂ des poches A et B

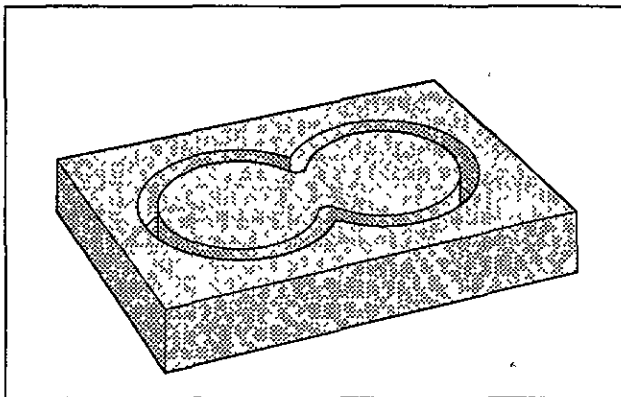


Fig. 8.19. On commence par le fraisage des lignes de contour

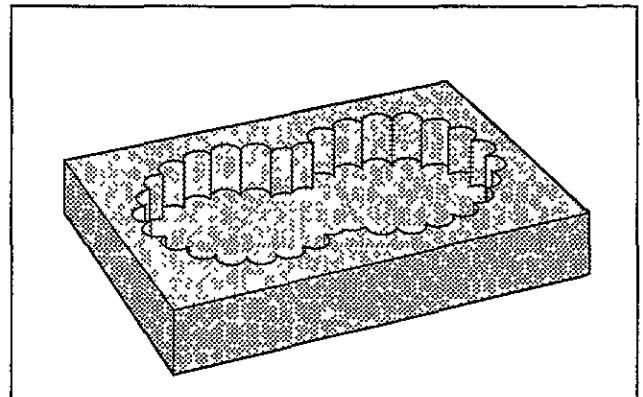


Fig 8 20 On commence par le fraisage de la surface

Surface „composée”

Les deux surfaces partielles (élément A et élément B), y compris leur surface commune de recouvrement, doivent être usinées.

- A et B doivent être des poches
- La première poche (dans le cycle 37) doit commencer à l'extérieur de la seconde.

```
N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+10 Y+50 *
N130 I+35 J+50 G03 X+10 Y+50 *
N140 G98 L0 *
```

```
N150 G98 L2 *
N160 G01 G41 X+90 Y+50 *
N170 I+65 J+50 G03 X+50 Y+50 *
N180 G98 L0 *
```

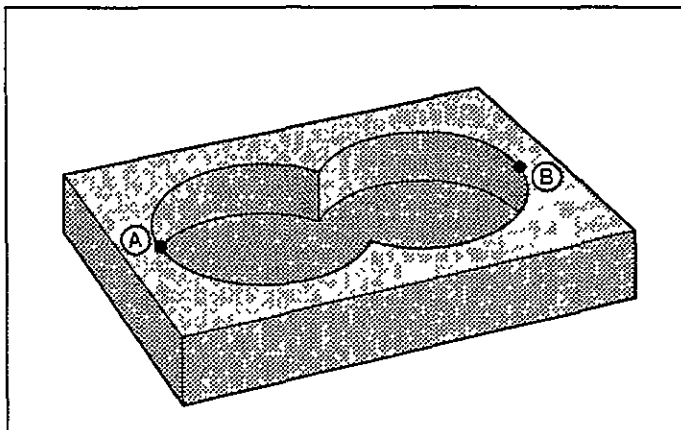


Fig. 8.21: Poches superposées: surface composée

Surface „différentielle”

La surface A doit être usinée sans la partie recouverte par B:

- A doit être une poche et B un îlot
- A doit commencer à l'extérieur de B

```
N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+10 Y+50 *
N130 I+35 J+50 G03 X+10 Y+50 *
N140 G98 L0 *
```

```
N150 G98 L2 *
N160 G01 G42 X+90 Y+50 *
N170 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 *
N180 G98 L0 *
```

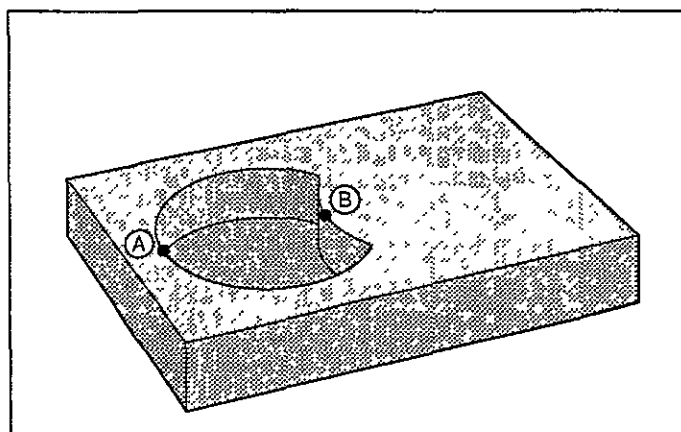


Fig. 8.22: Poches superposées: surface différentielle

Surface d'„intersection”

La surface commune de recouvrement de A et B doit être usinée

- A et B doivent être des poches
- A doit commencer à l'intérieur de B

```
N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+60 Y+50 *
N130 I+35 J+50 G03 X+60 Y+50 *
N140 G98 L0 *
```

```
N150 G98 L2 *
N160 G01 G41 X+90 Y+50 *
N170 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 *
N180 G98 L0 *
```

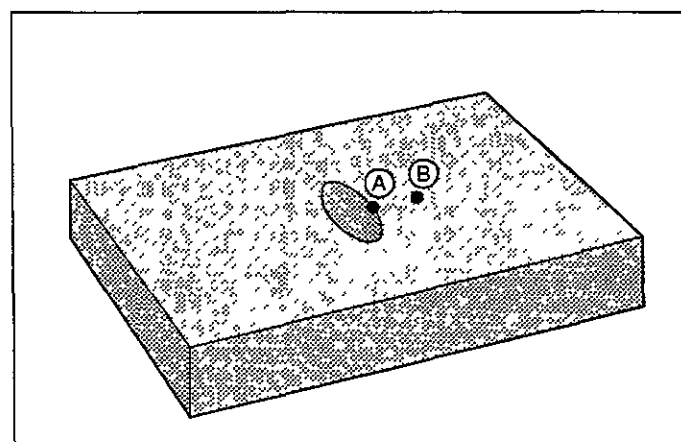


Fig. 8.23: Poches superposées: surface d'intersection



Les sous-programmes utilisés proviennent du programme principal de la page 8-21

Sous-programmes: îlots superposés

Un îlot requiert toujours une poche servant de délimitation externe supplémentaire (ici: G98 L1). Une poche peut également réduire plusieurs surfaces d'îlots. Le début de cette poche doit se situer à l'intérieur du premier îlot. Les points initiaux des autres contours d'îlots doivent être situés à l'extérieur de la poche.

```
%S822| G71 *
N10  G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *
N20  G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N30  G99 T1 L+0 R+2,5 *
N40  T1 G17 S2500 *
N50  G37 P01 2 P02 3 P03 1 *
N60  G57 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 100
      P05 +0 P06 +0 P07 500 *
N70  G00 G40 G90 Z+100 M06 *
N80  X+50 Y+50 M03 *
N90  Z+2 M99 *
N100 Z+100 M02 *
N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+5 Y+5 *
N130 X+95 *
N140 Y+95 *
N150 X+5 *
N160 Y+5 *
N170 G98 L0 *
N180 G98 L2 *
      .
      .
      .
N210 G98 L0 *
N220 G98 L3 *
      .
      .
      .
N250 G98 L0 *
N99999 %S822| G71 *
```

Surface „composée“

Les éléments A et B, et leur surface commune, de recouvrement, doivent rester intacts

- A et B doivent être des îlots.
- Le premier îlot doit commencer à l'extérieur du second

```
N180 G98 L2 *
N190 G01 G42 X+10 Y+50 *
N200 I+35 Y+50 G03 X+10 Y+50 *
N210 G98 L0 *
N220 G98 L3 *
N230 G01 G42 X+90 Y+50 *
N240 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 *
N250 G98 L0 *
N99999 % S822 | G71
```

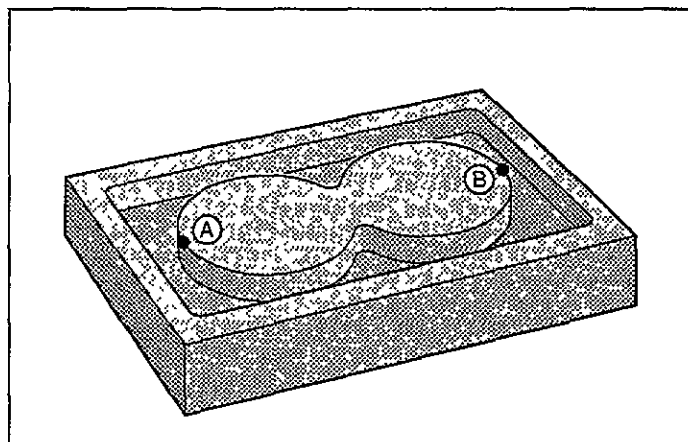


Fig 8 24: Îlots superposés: surface composée



Les modifications de sous-programmes sont portées dans le programme principal à la page 8-23.

Surface „différentielle“

La surface A doit rester intacte sans la partie recouverte par B:

- A doit être un îlot et B une poche
- B doit commencer à l'intérieur de B

```

N180 G98 L2 *
N190 G01 G42 X+10 Y+50 *
N200 I+35 J+50 G03 X+10 Y+50 *
N210 G98 L0 *
N220 G98 L3 *
N230 G01 G41 X+40 Y+50 *
N240 I+65 J+50 G03 X+40 Y+50 *
N250 G98 L0 *
N99999 S822I G71 *

```

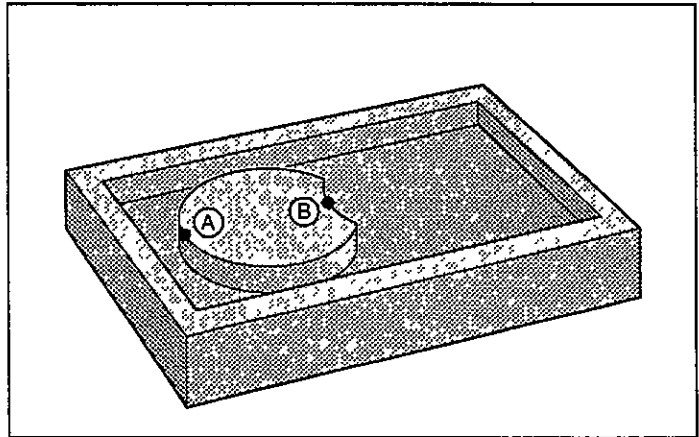


Fig. 8.25. Îlots superposés: surface différentielle

Surface d'„intersection“

Seule la surface recouverte par A et B doit rester intacte

- A et B doivent être des îlots
- A doit commencer à l'intérieur de B

```

N180 G98 L2 *
N190 G01 G42 X+60 Y+50 *
N200 I+35 J+50 G03 X+60 Y+50 *
N210 G98 L0 *
N220 G98 L3 *
N230 G01 G42 X+90 Y+50 *
N240 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 *
N250 G98 L0 *
N99999 % S822I G71

```

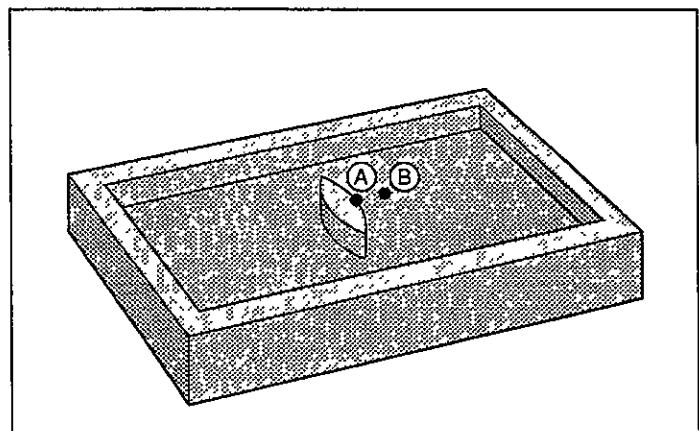


Fig. 8.26. Îlots superposés. surface d'intersection

Übungsbeispiel: Überlagerte Taschen mit Inseln

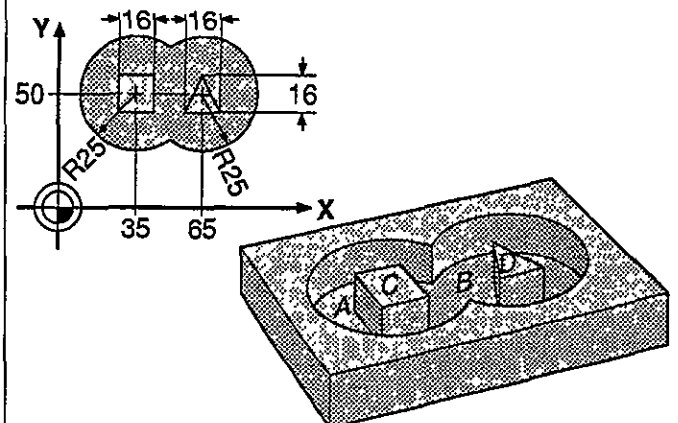
Le PGM S824I correspond à une extension du PGM S820I en ce sens qu'il prévoit l'usinage des îlots C et D situés à l'intérieur de la poche.

Outil: fraise avec denture frontale (DIN 844), rayon de la fraise 3 mm

Le contour est constitué des éléments

A et B, soit deux poches superposées,
C et D, soit deux îlots,

qui sont situés à l'intérieur de ces poches

**Cycle dans le programme d'usinage**

```
%S824I G71 *
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+3 *
N40 T1 G17 S2500 *
N50 G37 P01 1 P02 2 P03 3 P04 4 *
N60 G57 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 100 P05 +2 P06 +0 P07 500 *
N70 G00 G40 G90 Z+100 M06 *
N80 X+50 Y+50 M03 *
N90 Z+2 M99 *
N100 Z+100 M02 *

N110 G98 L1 *
N120 G01 G41 X+10 Y+50 *
N130 I+35 J+50 G03 X+10 Y+50 *
N140 G98 L0 *

N150 G98 L2 *
N160 G01 G41 X+90 Y+50 *
N170 I+65 J+50 G03 X+90 Y+50 *
N180 G98 L0 *

N190 G98 L3 *
N200 G01 G41 X+27 Y+42 *
N210 Y+58 *
N220 X+43 *
N230 Y+42 *
N240 X+27 *
N250 G98 L0 *

N260 G98 L4 *
N270 G01 G42 X+57 Y+42 *
N280 X+73 *
N290 X+65 Y+58 *
N300 X+57 Y+42 *
N310 G98 L0 *
N99999 %S824I G71 *
```

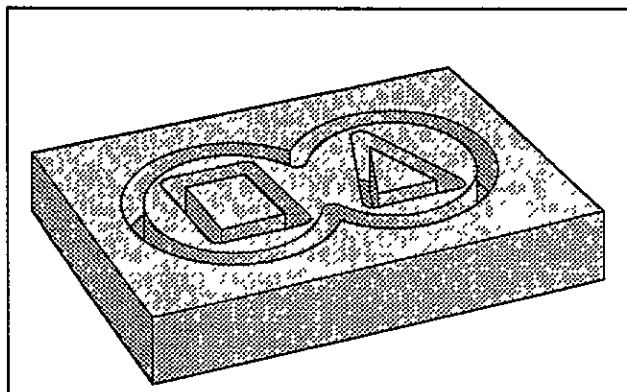


Fig. 8.27: Fraisage du contour

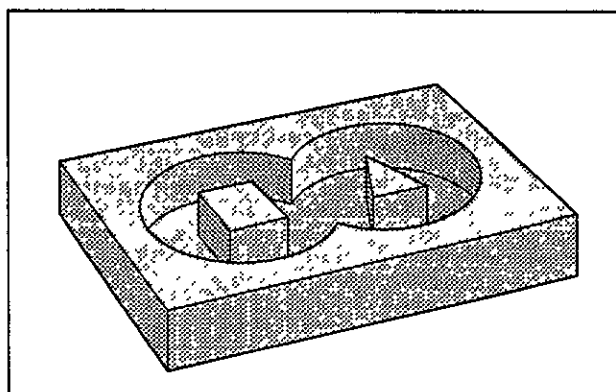


Fig. 8.28: L'usinage est achevé

PREPERCAGE G56

Déroulement du cycle

Préperçage des points de plongée de la fraise aux points initiaux des contours partiels.

Lorsqu'il s'agit de contours SL constitués de plusieurs poches et îlots superposés, le préperçage s'effectue au point initial du premier contour partiel:

- L'outil est positionné sur le premier point de plongée
- Puis perçage avec le cycle PERCAGE PROFOND G83.
- Pour terminer, l'outil est positionné sur le point de plongée suivant et la passe de perçage est renouvelée.

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE
- PROFONDEUR DE PERÇAGE
- PROFONDEUR DE PASSE
- TEMPORISATION EN SECONDES
- AVANCE F

} dito G83
PERCAGE PROFOND

- SUREPAISSEUR DE FINITION ①

Surépaisseur pour le perçage (cf. fig. 8.30)

La somme du rayon d'outil et de la surépaisseur doit être la même lors du préperçage et de l'évidement.

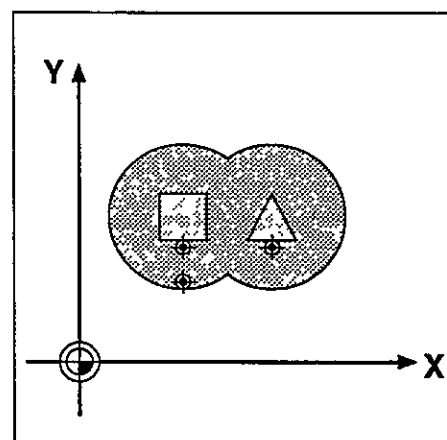


Fig. 8.29: Exemples de points de plongée avec PREPERCAGE

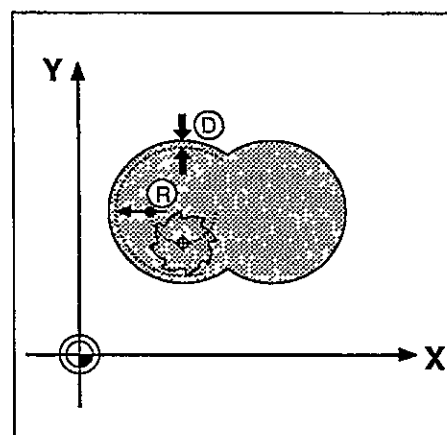


Fig. 8.30: Surepasseur de finition

FRAISAGE DE CONTOUR G58/G59

Les cycles G58/G59 FRAISAGE DE CONTOUR sert à la finition de la poche.

Ces cycles permettent également de fraiser des contours variés.

Déroulement du cycle

- L'outil est positionné sur le premier point du contour
- Puis il plonge suivant l'avance programmée à la première profondeur de passe
- A la première profondeur de perçage et suivant l'avance et le sens de rotation programmés, l'outil fraise le premier contour
- Rendu au point de plongée, l'outil est placé à la profondeur de passe suivante

L'opération est répétée jusqu'à ce que la profondeur de fraisage programmée soit atteinte. Tous les contours partiels seront usinés de cette manière.

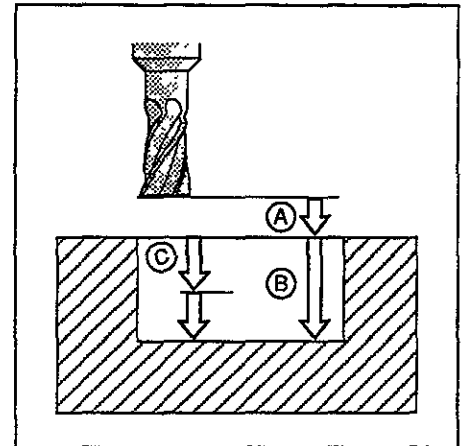


Fig. 8.31: Passes et distances avec le cycle FRAISAGE DE CONTOUR

Condition requise

Le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844)

Sens de rotation du fraisage de contour

Rotation sens horaire G58

- Pour M3, on a: fraisage en opposition pour poche et filot

Rotation sens anti-horaire G59

- Pour M3, on a: fraisage en avalant pour poche et filot

Données à introduire

- DISTANCE D'APPROCHE ①
- PROFONDEUR DE FRAISAGE ②
Le signe pour la profondeur de fraisage définit le sens d'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil)
- PROFONDEUR DE PASSE ③
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR:
Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- AVANCE F:
Vitesse de déplacement de l'outil dans le plan d'usinage

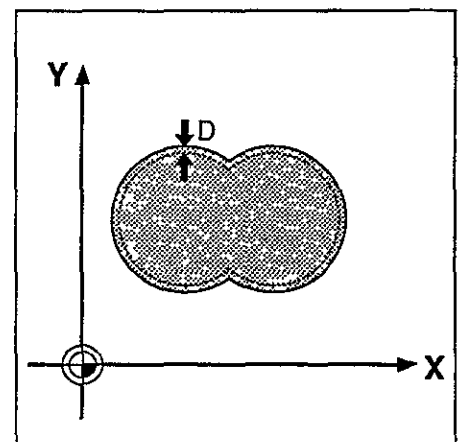


Fig. 8.32: Surépaisseur de finition

Les figures suivantes illustrent l'utilisation des cycles PREPERCAGE, EVIDEMENT et FRAISAGE DE CONTOUR dans le programme d'usinage:

1. Liste des sous-programmes de contour

G37

Pas d'appel de cycle!

2. Perçage

Définir et appeler le foret

G56

Prépositionnement

Pas d'appel de cycle!

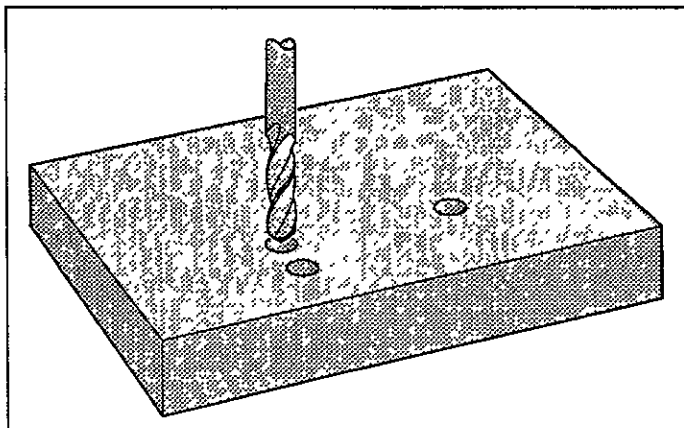


Fig 8 33: Cycle PREPERCAGE

3. Ebauche

Définir et appeler la fraise dégrossisseuse

G57

Prépositionnement

Appel de cycle!

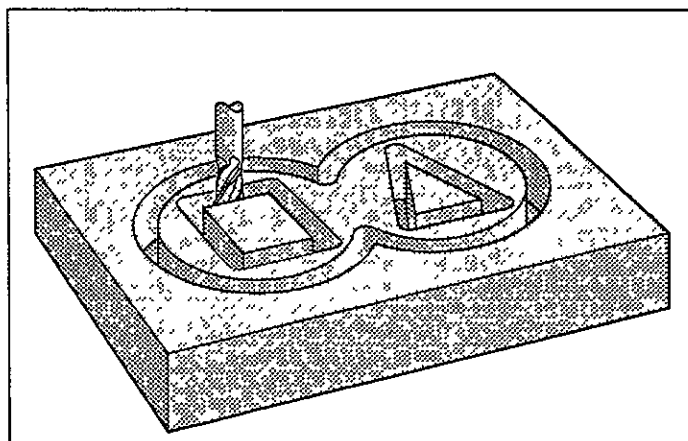


Fig. 8 34 Cycle EVIDEMENT

4. Finition

Définir et appeler la fraise finisseuse

G58/G59

Prépositionnement

Appel de cycle!

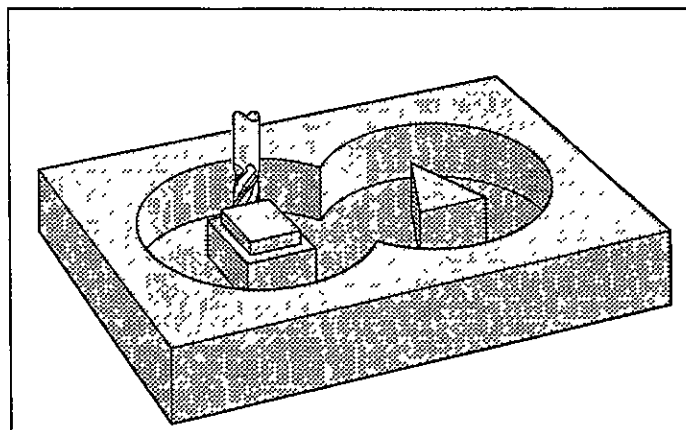


Fig 8 35 Cycle FRAISAGE DE CONTOUR

5. Sous-programmes de contour

M02*

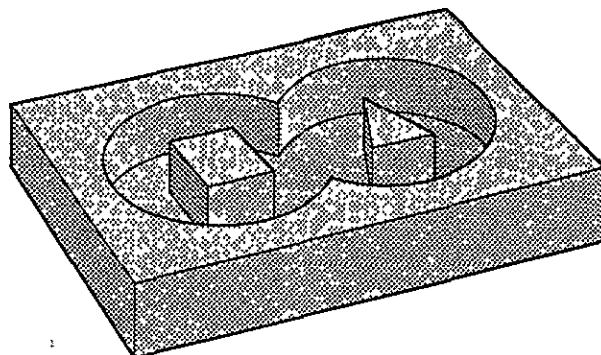
Sous-programmes pour les contours partiels

Exercice: Poches superposées avec îlots

Usinage interne avec préperçage,
ébauche, finition.

PGM S829I construit sur S824I:

On élargit la partie du programme principal
avec la définition et l'appel du cycle de
préperçage et de finition
Les sous-programmes de contour 1 à 4 sont
identiques à ceux du PGM S824I (cf. p. 8-25)
et doivent être insérés derrière la séquence
N300.



```
%S829I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 * .....
N30 G99 T1 L+0 R+2,5 * ..... Définition du forêt
N40 G99 T2 L+0 R+3 * ..... Définition de la fraise dégrossisseuse
N50 G99 T3 L+0 R+2,5 * ..... Définition de la fraise finisseuse
N60 L10,0 * ..... Appel sous-programme pour le changement d'outil
N70 G38 M06 * .. ARRET exécution de programme
N80 T1 G17 S2500 * ..... Appel du forêt
N90 G37 P01 1 P02 2 P03 3 P04 4 * ..... Définition du cycle Contour
N100 G56 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 500 P05 +2 * Définition du cycle Préperçage
N110 Z+2 M03 * .....
N120 G79 * ..... Appel du cycle Préperçage
N130 L10,0 * .....
N140 G38 M06 * ..... Changement de l'outil
N150 T2 G17 S1750 * ..... Appel de la fraise dégrossisseuse
N160 G57 P01 -2 P02 -10 P03 -5 P04 100 P05+2
P06+0 P07 500 * ..... Définition du cycle Evidement
N170 Z+2 M03 * .....
N180 G79 * ..... Appel du cycle Evidement
N190 L10,0 * .....
N200 G38 M06 * ..... Changement de l'outil
N210 T3 G17 S2500 * ..... Appel de la fraise finisseuse
N220 G58 P01 -2 P02 -10 P03 -10 P04 100
P05 500 * ..... Définition du cycle Fraisage de contour
N230 Z+2 M03 * .....
N240 G79 * ..... Appel du cycle Fraisage de contour
N250 Z+100 M02 * .....
N260 G98 L10 * ..... Sous-programme changement d'outil
N270 T0 G17 * .....
N280 G00 G40 G90 Z+100 * .....
N290 X-20 Y-20 * .....
N300 G98 L0 * .....
```

A partir de la séquence N310: Insérer les sous-programmes de la page 8-25

N99999 %S829I G71 *

8.4 Cycles SL (groupe II)

Les cycles SL du groupe II disposent de possibilités pour **l'usinage de contours complexes** permettant d'atteindre une qualité de surface élevée.

Différences par rapport aux cycles du groupe I:

- Avant le cycle, la TNC effectue automatiquement le positionnement à la distance d'approche.
- Le fraisage de chaque niveau de profondeur est réalisé sans qu'il soit besoin de relever l'outil; les flots sont contournés latéralement.
- Le rayon des „angles internes“ peut être programmé, l'outil ne se bloque pas, permettant ainsi d'éviter les traces de dégagement (ceci est valable pour la trajectoire externe dans les cycles G123 et G124)
- Lors de la finition latérale, l'approche du contour est réalisée suivant une trajectoire circulaire tangentielle.
- Lors de la finition en profondeur, l'outil est également déplacé vers la pièce en suivant une trajectoire circulaire tangentielle (Ex: axe d'outil Z; trajectoire circulaire dans le plan Z/X)
- Le contour est usiné en continu en avalant ou en opposition
- PM 7420 est remplacé par le SENS DE ROTATION Q9

Les cotes d'usinage -profondeur de fraisage, surépaisseurs et distance d'approche, par ex - sont programmées comme DONNEES DU CONTOUR dans le cycle G120.

L'usinage dispose des cycles suivants:

- PREPERCAGE G121
- EVIDEMENT G122
- FINITION EN PROFONDEUR G123
- FINITION LATÉRALE G124

DONNEES DU CONTOUR G120

Utilisation

Les informations d'usinage destinées aux sous-programmes avec contours partiels sont définies dans le cycle G120.

Ces informations d'usinage sont valables pour les cycles G121 à G124.

Données à introduire

- PROFONDEUR DE FRAISAGE Q1:
Distance entre la surface de la pièce et le fond de la poche.
Le signe pour la profondeur de fraisage définit le sens d'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil).
- SUPERPOSITION DE TRAJECTOIRE Q2:
 $Q2 \times \text{rayon d'outil}$ donne la passe latérale k .
- SURÉPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION Q3:
Surépaisseur de finition dans le plan d'usinage.
- SURÉPAISSEUR DE FINITION EN PROFONDEUR Q4:
Surépaisseur de finition pour la profondeur.
- COORDONNÉES SURFACE PIÈCE Q5:
Coordonnées absolues de la surface de la pièce par rapport au point zéro pièce.
- DISTANCE D'APPROCHE Q6:
Distance entre la surface frontale de l'outil et la surface de la pièce.
- HAUTEUR DE SÉCURITÉ Q7:
Hauteur en valeur absolue à l'intérieur de laquelle aucune collision ne peut se produire avec la pièce (pour le positionnement intermédiaire et le retour en fin de cycle).
- RAYON D'ARRONDI INTERNE Q8:
Rayon d'arrondi aux „angles” internes
- SENS DE ROTATION SENS HORAIRE = -1 Q9:
Sens de l'usinage pour les poches - sens horaire ($Q9 = -1$)
en opposition pour poche et îlot
- sens anti-horaire ($Q9 = +1$)
en avalant pour poche et îlot

Effet

G120 devient actif dès sa définition

Lors d'une interruption de programme, les paramètres d'usinage peuvent être contrôlés ou écrasés.

Si l'on utilise des cycles SL pour des programmes avec paramètres Q, il faut veiller à ne pas utiliser les paramètres de cycle Q1 à Q17 comme paramètres de programme

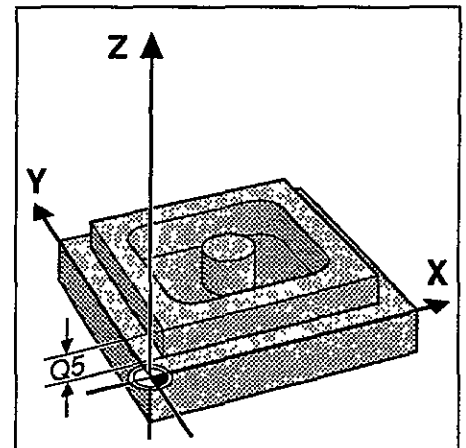


Fig. 8.36 Coordonnées de la surface de la pièce Q5

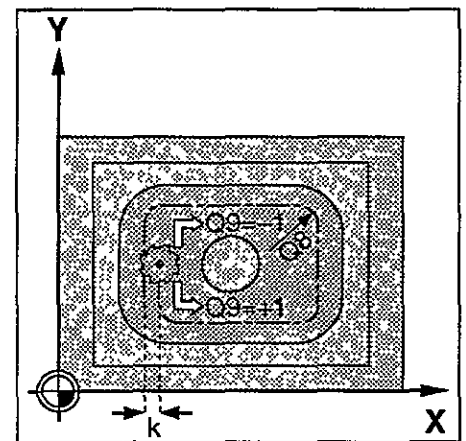


Fig. 8.37. Sens de rotation Q9 et passe latérale k

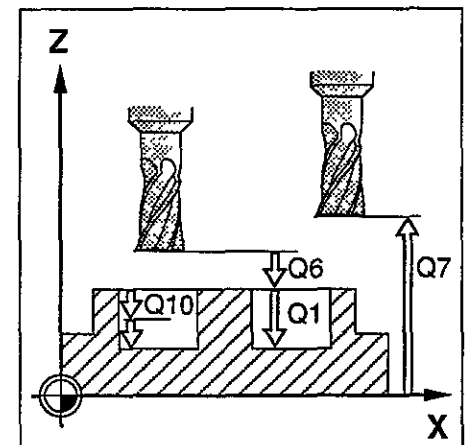


Fig. 8.38: Paramètres pour les distances et passes

PREPERCAGE G121**Utilisation**

Pour les points de plongée, le cycle G121 PREPERCAGE prend en compte la SUREPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION et la SUREPAISSEUR DE FINITION EN PROFONDEUR ainsi que le rayon de l'outil servant à l'évidement

Le point de plongée est simultanément point initial pour le fraisage

Déroulement du cycle

dito cycle PERCAGE PROFOND G83

Données à introduire

- PROFONDEUR DE PASSE Q10:
Cote correspondant à la plongée de l'outil (signe - avec sens d'usinage négatif)
- AVANCE LORS DE LA PLONGEE EN PROFONDEUR Q11
Avance de perçage en mm/min.
- OUTIL D'EVIDEMENT Q13:
Numéro de l'outil servant à l'évidement

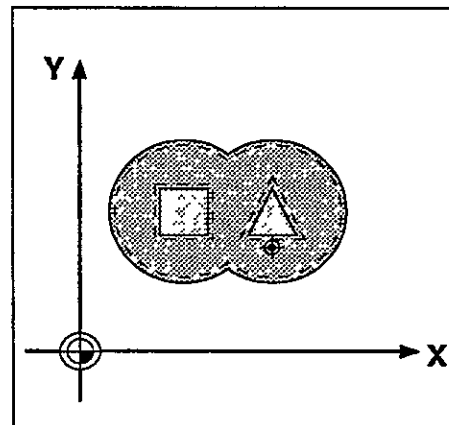


Fig. 8.39 Point de plongée envisageable pour le PREPERCAGE

EVIDEMENT G122**Déroulement du cycle**

- Positionner l'outil sur le point de plongée.
- La SUREPAISSEUR LATÉRALE est prise en compte.
- Lors de la première profondeur de passe, l'outil fraise le contour de l'intérieur vers l'extérieur avec l'avance programmée Q12.
- Puis, les contours d'îlots (C/D) sont fraisés librement en se rapprochant du contour des poches (A/B).
- Pour terminer, le contour des poches est usiné et l'outil retourne à la HAUTEUR DE SECURITE.

Données à introduire

- PROFONDEUR DE PASSE Q10
Cote correspondant à la plongée de l'outil
(signe - avec sens d'usinage négatif)
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR Q11:
Avance de plongée en mm/min.
- AVANCE EVIDEMENT Q12:
Avance de fraisage en mm/min

Condition requise

Le cycle requiert l'utilisation d'une fraise avec denture frontale (DIN 844).

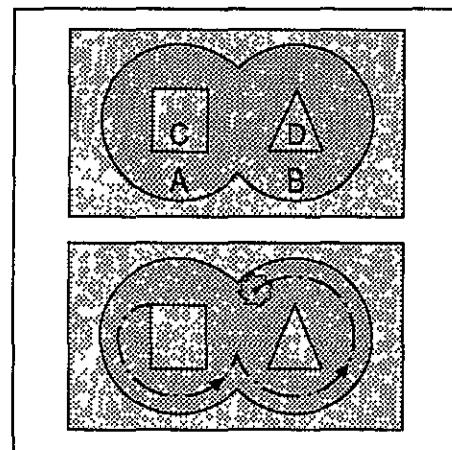


Fig 8 40: Trajectoire de l'outil d'EVIDEMENT:
A, B = poches; C, D = îlots

FINITION EN PROFONDEUR G123**Déroulement du cycle**

La FINITION EN PROFONDEUR est réalisé de la même manière qu'avec le cycle G122 EVIDEMENT. L'outil est déplacé dans le plan d'usinage sur un cercle tangentiel vertical.

Données à introduire

- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR Q11.
Vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée
- AVANCE EVIDEMENT Q12:
Avance de fraisage

FINITION LATÉRALE G124

Déroulement du cycle

L'outil est déplacé en suivant une trajectoire circulaire tangentielle aux contours partiels et chaque contour partiel fera l'objet d'une finition

Données à introduire

- SENS DE ROTATION ? SENS HORAIRE = -1 Q9:
Sens de l'usinage:
+1 : rotation dans le sens anti-horaire
-1 : rotation dans le sens horaire
- PROFONDEUR DE PASSE Q10:
Cote correspondant à la plongée de l'outil
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR Q11
Avance de plongée
- AVANCE ÉVIDEMENT Q12:
Avance de fraisage
- SURÉPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION Q14:
Possibilité d'introduction d'une surépaisseur pour une opération de finition qui est répétée
En programmant Q14 = 0, il y a évidemment des résidus de finition.

Condition requise

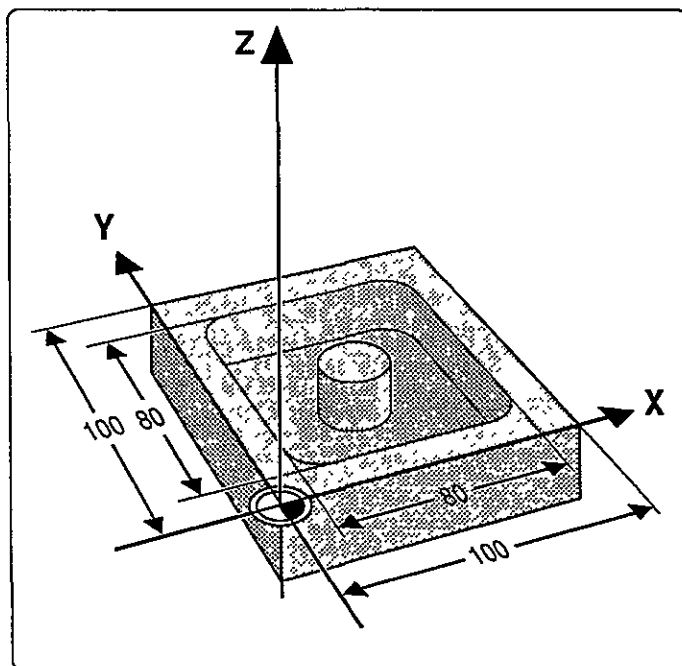
- La somme de la SUREPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION (Q14) et du rayon de l'outil de finition doit être inférieure à la somme de la SUREPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION (Q3, cycle G120) et du rayon de l'outil d'évidement.
Si l'on exécute le cycle G124 sans avoir préalablement évidé avec le cycle G122, le calcul mentionné plus haut reste valable, il faut alors introduire 0 pour le rayon de l'outil d'évidement

Exercice: Poche rectangulaire et îlot de forme arrondie

Paramètres d'introduction

Profondeur de fraisage Q1. -15 mm
Trajectoire superposée Q2. 1
Surépaisseur latérale Q3. 1 mm
Surépaisseur en prof Q4. 1 mm
Arête supérieur pièce Q5. 0
Distance d'approche Q6. 2 mm
Hauteur de sécurité Q7. 50
Rayon d'arrondi Q8. 10 mm
Sens de rotation Q9. +1

Les contours partiels sont définis dans les sous-programmes 1 et 2



Voir page suivante

Programme d'usinage

```

%S835I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+3 * ..... Définitions de l'outil
N40 G99 T2 L+0 R+2,5 *
N50 G99 T3 L+0 R+2,5 *
N60 G37 P01 1 P02 2 * ..... Définition du cycle Contour
N70 G120 Q1=-15 Q2=1 Q3=+1 Q4=+1 Q5=+0
Q6=-2 Q7=+50 Q8=+10 Q9=+1 * ..... Définition du cycle Données du contour
N80 L10,0 * ..... Appel du sous-programme de changement d'outil
N90 T1 G17 S2500 *
N100 G121 Q10=-10 Q11=100 Q13=2 * ..... Définition du cycle Préperçage
N110 G79 M3 * ..... Appel du cycle Pré perçage
N120 L10,0 * ..... Appel du sous-programme de changement d'outil
N130 T2 G17 S1500 *
N140 G122 Q10=-10 Q11=100 Q12=500 * ..... Définition du cycle Evidement
N150 G79 M3 * ..... Appel du cycle Evidement
N160 L10,0 * ..... Appel du sous-programme de changement d'outil
N170 T3 G17 S3000 *
N180 G123 Q11=80 Q12=250 * ..... Définition du cycle Finition en profondeur
N190 G79 M3 * ..... Appel du cycle Finition en profondeur
N200 G124 Q9=+1 Q10=-5 Q11=100 Q12=240
Q14=+0 * ..... Définition du cycle Finition latérale
N210 G79 M3 * ..... Appel du cycle Finition latérale
N220 G00 G40 Z+100 M2 *
N230 G98 L10 * ..... Sous-programme de changement d'outil
N240 T0 G17 *
N250 G00 G40 G90 Z+100 *
N260 X-20 Y-20 M6 *
N270 G98 L0 *
N280 G98 L1 * ..... Sous-programme de contour „Poche rectangulaire“
N290 G01 G42 X+10 Y+50 *
N300 Y+90 *
N310 X+90 *
N320 Y+10 *
N330 X+10 *
N340 Y+50 *
N350 G98 L0 *
N360 G98 L2 * ..... Sous-programme de contour „Poche circulaire“
N370 G01 G41 X+35 Y+50 *
N380 I+50 J+50 *
N390 G02 X+35 Y+50 *
N400 G98 L0 *
N99999 %S835I G71 *

```

TRACE DE CONTOUR G125

Déroulement du cycle

Ce cycle permet également d'usiner des contours „ouverts“. Le début et la fin du contour ne coïncident pas

Le cycle G125 TRACE DE CONTOUR présente des avantages par rapport à l'usinage d'un contour ouvert à partir de séquences de positionnement:

- La TNC protège l'usinage des contre-dépouilles et endommagements du contour. Contrôler le contour avec le graphisme de test!
- Lorsque le rayon de l'outil est trop important, il convient éventuellement de réusinier le contour aux angles internes
- L'usinage est réalisé en continu par fraisage en avalant ou en opposition.
- Sur plusieurs passes, l'outil peut être déplacé dans un sens et dans l'autre: l'usinage n'en est que plus rapide
- Il est possible d'introduire des surépaisseurs afin de réaliser l'ébauche et la finition en plusieurs passes.

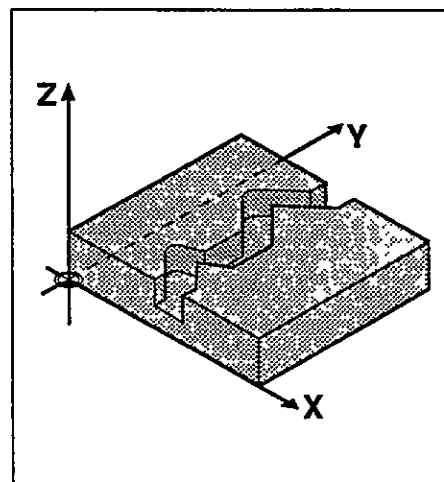


Fig. 8.41 Exemple de „contour ouvert“



Le cycle G125 TRACE DE CONTOUR ne doit pas être utilisé pour des contours fermés. Dans le cas de contours fermés, le début et la fin du contour ne doivent pas se situer sur un angle.

Données à introduire

- PROFONDEUR DE FRAISAGE Q1:
Distance entre la surface de la pièce et le fond du contour
Le signe de la profondeur de fraisage détermine le sens de l'usinage (- correspond au sens négatif de l'axe d'outil).
- SUREPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION Q3:
Surépaisseur latérale de finition dans le plan d'usinage
- COORDONNÉES SURFACE PIÈCE Q5:
Coordonnées absolues de la surface de la pièce par rapport au point zéro pièce
- HAUTEUR DE SECURITE Q7:
Hauteur en valeur absolue à l'intérieur de laquelle aucune collision ne peut se produire entre l'outil et la pièce
– Position de retrait de l'outil en fin de cycle
- PROFONDEUR DE PASSE Q10:
Cote correspondant à la plongée de l'outil
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR Q11
Avance pour déplacements dans l'axe d'outil
- AVANCE FRAISAGE Q12:
Avance lors de déplacements dans le plan d'usinage
- TYPE DE FRAISAGE ? EN OPPOSITION = -1 Q15:
Fraisage en avalant: introduire +1
Fraisage en opposition: introduire -1
Alternativement, fraisage en avalant ou en opposition sur plusieurs passes: introduction = 0

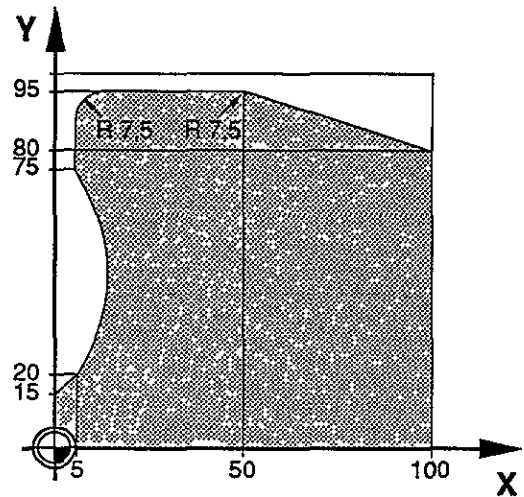


- Si le cycle G125 TRACE DE CONTOUR est actif, seul le premier label du cycle G37 CONTOUR sera usiné
- Le sous-programme peut contenir au maximum les données de 128 éléments de contour
- Le cycle G120 DONNÉES DE CONTOUR n'est pas nécessaire

Exemple:

Paramètres d'introduction dans le cycle G125.

Profondeur
 de fraisage Q1: -12 mm
 Surép. latérale Q3: 0
 Arête supérieure
 de la pièce Q5: 0
 Hauteur de sécurité Q7: 10
 Profondeur
 de passe Q10: -2 mm
 Avance plongée Q11: 100 mm/min.
 Avance fraisage Q12: 200 mm/min.
 Type fraisage Q15
 (en avalant): +1

**Cycle dans le programme d'usinage**

```

%S837|G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+10 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1500 * ..... Appel de l'outil
N50 G37 P01 1 * ..... Définition du cycle Contour
N60 G125 Q1=-12 Q3=+0 Q5=+0 Q7=+10 Q10=-2
    Q11=100 Q12=200 Q15=+1 * ..... Définition du cycle Tracé de contour
N70 G00 G40 G90 Z+100 M3 * ..... Dégagement de l'axe de plongée, MARCHE broche
N80 G79 * ..... Appel du cycle
N90 G00 G40 Z+100 M2 *

N100 G98 L1 * ..... Sous-programme de contour
N110 G01 G41 X+0 Y+15 *
N120 X+5 Y+20 *
N130 G06 X+5 Y+75 *
N140 G01 Y+95 *
N150 G25 R7,5 *
N160 G01 X+50 *
N170 G25 R7,5 *
N180 X+100 Y+80 *
N190 G98 L0 *
N99999 %S837|G71 *
  
```

SURFACE D'UN CYLINDRE G127

Déroulement du cycle

Ce cycle permet de traiter un contour qui doit être transposé sur le déroulé de la surface d'un cylindre

Le contour est décrit dans un sous-programme défini avec le cycle G37 (CONTOUR).

Le sous-programme renferme des coordonnées d'un axe angulaire (par ex. de l'axe C) et de l'axe dont la trajectoire lui est parallèle (par ex. de l'axe Z). Les fonctions de contourage disponibles sont G01, G02/G03 avec R, G25

Les données dans l'axe angulaire peuvent être introduites en degrés ou en mm (inch) (de la même manière que dans la définition du cycle

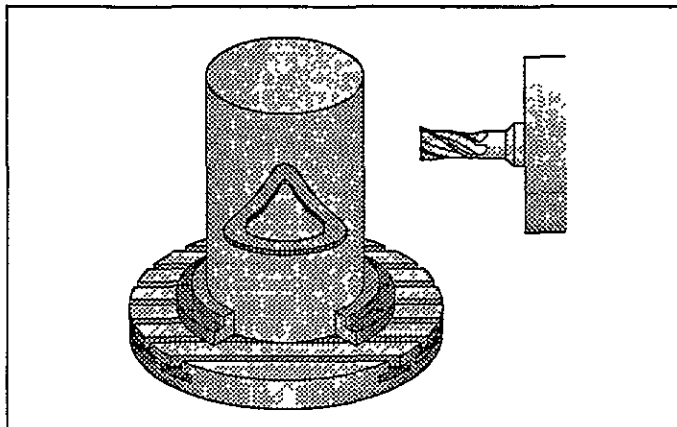


Fig. 8 42. Contour sur la surface d'un cylindre

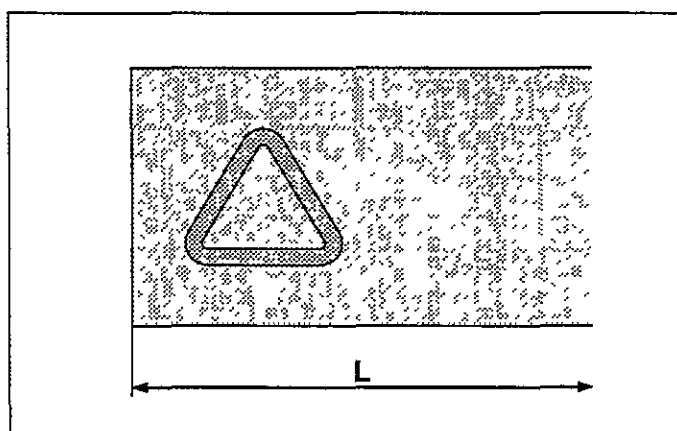


Fig. 8 43: Déroulé de la surface d'un cylindre
 $L = \text{diamètre du cylindre} \cdot 3,14$



Si l'on utilise le cycle G127, la machine et la TNC doivent être préparées par le constructeur à cet effet.

Données à introduire

- PROFONDEUR DE FRAISAGE Q1:
Distance entre la surface du cylindre et le fond du contour
- SUREPAISSEUR LATÉRALE DE FINITION Q3:
Surépaisseur latérale de finition dans le plan correspondant au déroulé de la surface du cylindre.
La surépaisseur est active dans le sens de la correction de rayon.
- DISTANCE D'APPROCHE Q6:
Distance entre la surface frontale de l'outil et la surface du cylindre
- PROFONDEUR DE PASSE Q10:
Cote correspondant à la plongée de l'outil
- AVANCE LORS DE LA PLONGÉE EN PROFONDEUR Q11:
Avance pour déplacements dans l'axe d'outil
- AVANCE FRAISAGE Q12:
Avance lors de déplacements dans le plan d'usinage
- RAYON DU CYLINDRE Q16:
Rayon du cylindre sur lequel doit être usiné le contour
- UNITÉ DE MESURE ? DEGRÉ=0 MM/INCH=1
Programmer en degrés ou en mm (inch) les coordonnées de l'axe rotatif dans le sous-programme

Conditions requises

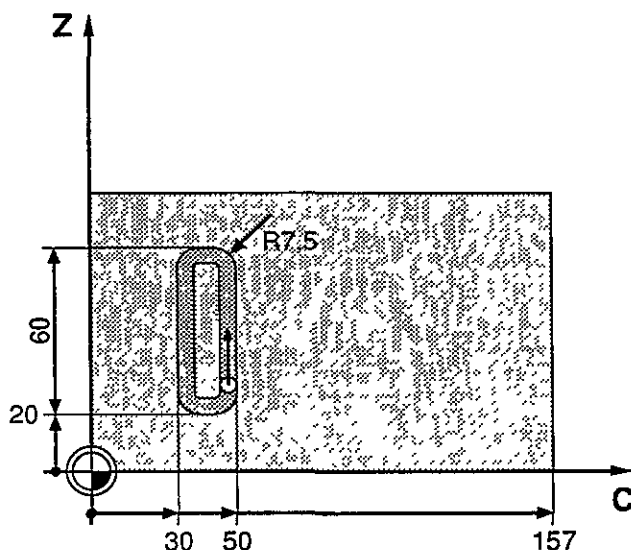
- Le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844).
- Le cylindre doit être bridé au centre du plateau circulaire
- L'axe d'outil doit être perpendiculaire à l'axe du plateau circulaire. Si tel n'est pas le cas, un message d'erreur est alors émis

Usinage d'un canal rectangulaire sur la surface d'un cylindre

Largeur du canal	20 mm
Hauteur du canal	60 mm
Profondeur	7,5 mm
Diamètre du cylindre	50 mm

Longueur du déroulé du cylindre = circonférence du cylindre: $3,14 \times 50 \text{ mm} = 157 \text{ mm}$

Les données de l'axe angulaire contenues dans le sous-programme de contour sont en mm (Q17=1)!



%SURFCYL G71*

```

N10 G30 G18 X+0 Y+0 Z-20*
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0*
N30 G99 T1 L+0 R+6*
N40 T1 G18 S100*
N50 G00 G40 G90 Y+100*
N60 G127 . . . . . Définition du cycle SURFACE DU CYLINDRE
      Q1=-7,5 . . . . . ;PROFONDEUR DE FRAISAGE
      Q3=+0 . . . . . ;SUREPAISSEUR LATÉRALE
      Q6=+2 . . . . . ;DISTANCE D'APPROCHE
      Q10=+4 . . . . . ;PROFONDEUR DE PASSE
      Q11=100 . . . . . ;AVANCE PLONGÉE EN PROFONDEUR
      Q12=250 . . . . . ;AVANCE FRAISAGE
      Q16=+25 . . . . . ;RAYON
      Q17=1* . . . . . ;UNITÉ DE MESURE
N70 C+0 M3* . . . . . Prépositionnement de l'axe rotatif
N80 G79* . . . . . Appel du cycle
N90 G00 Y+200 M2* . . . . . Dégageant, fin du programme principal

N100 G98 L1*
N110 G01 G41 C+40 Z+20* . . . . . Position initiale C à 40 mm
N120 C+50 Z+20*
N130 G25 R7,5*
N140 G91 Z+60*
N150 G90 G25 R7,5*
N160 G91 C-20*
N170 G90 G25 R7,5*
N180 L Z+20
N190 G25 R7,5*
N200 C+40*
N210 G98 L0* . . . . . Fin du sous-programme
N99999 % SURFCYL G71*

```

8.5 Cycles de conversion du système de coordonnées

Grâce aux conversions du système de coordonnées, il est possible d'usiner à plusieurs endroits de la pièce un contour déjà programmé. Sa position est modifiable et sa grandeur peut varier. De cette manière, le contour peut être, par exemple

- décalé (cycles G53/G54)
- inversé (cycle G28)
- pivoté (cycle G73)
- réduit ou agrandi (cycle G72)

Le contour d'origine –l'original– doit être désigné comme sous-programme ou partie de programme.

Action des conversions de coordonnées

Début de l'action: Une conversion du système de coordonnées est active dès qu'elle a été définie. Elle n'a pas besoin d'être appelée. Elle est active jusqu'à ce qu'elle soit annulée ou redéfinie.

Désactiver une conversion de coordonnées:

- Redéfinir le cycle avec valeurs du comportement standard, par ex. facteur échelle 1
- Exécuter les fonctions auxiliaires M02, M30 ou la séquence N 99999% .. (en fonction des paramètres-machine)
- Sélectionner un nouveau programme

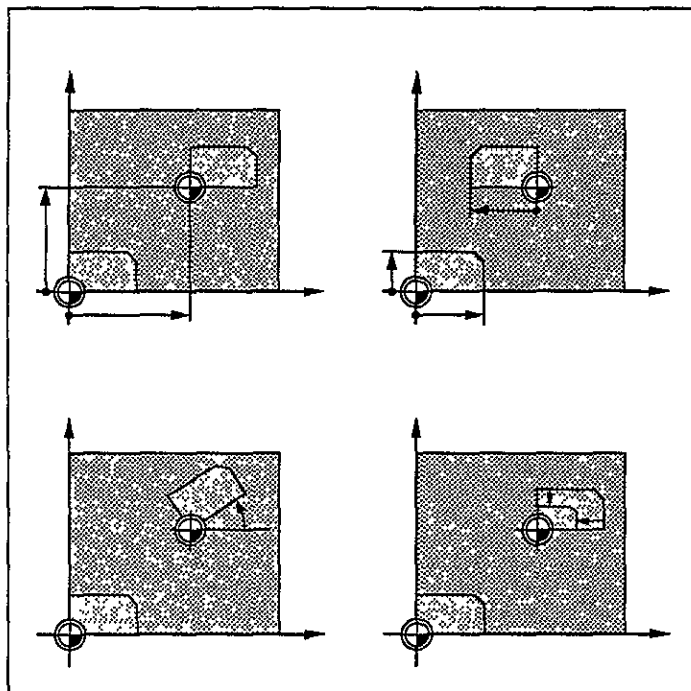


Fig. 8 45: Exemples de conversion de coordonnées

DÉCALAGE DU POINT ZÉRO G54

Utilisation

Grâce au décalage du point zéro, des phases d'usinage peuvent être répétées à plusieurs endroits d'une même pièce

Effet

Après la définition du cycle DÉCALAGE DU POINT ZÉRO, toutes les introductions de coordonnées se réfèrent au nouveau point zéro
Le décalage est affiché dans l'affichage d'état supplémentaire

Données à introduire

Il faut introduire les coordonnées du nouveau point zéro. Les valeurs absolues se réfèrent au point zéro défini par initialisation du point de référence. Les valeurs incrémentales se réfèrent au dernier point zéro actif qui peut être décalé.

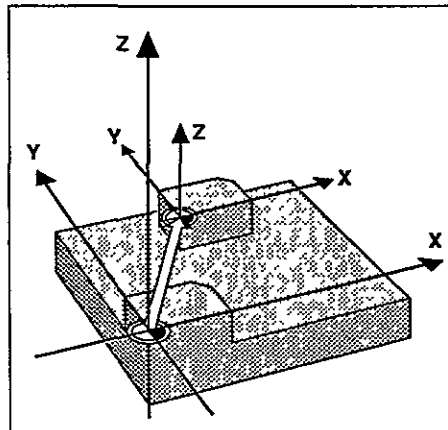


Fig 8.42. Effet du décalage de point zéro

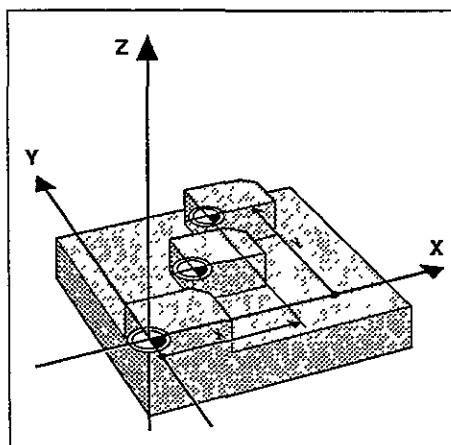


Fig. 8.46 Décalage absolu du point zéro

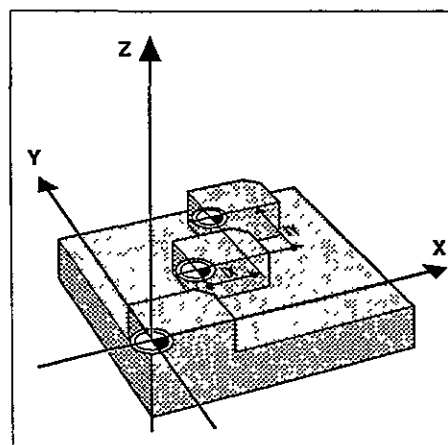


Fig. 8.47 Décalage incrémental du point zéro

Annulation

Pour annuler le décalage du point zéro, on introduit les coordonnées $X=0$, $Y=0$ et $Z=0$.



Lorsque l'on combine plusieurs conversions de coordonnées, il faut veiller à exécuter tout d'abord le décalage du point zéro.

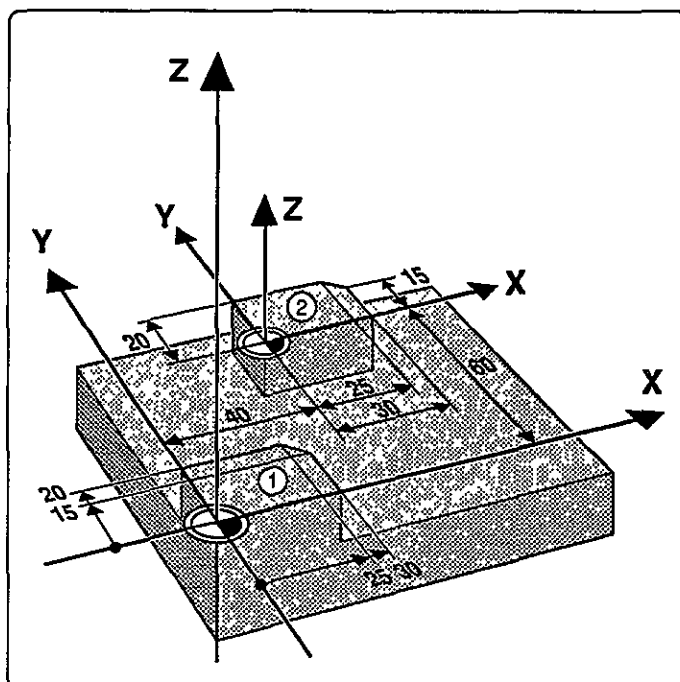
Graphisme

Si l'on programme une nouvelle pièce brute après un décalage de point zéro, on peut alors définir par PM 7310 (cf p 11-10) si la pièce brute se réfère au nouveau ou à l'ancien point zéro. Lors de l'usinage de plusieurs pièces, chaque pièce peut être ainsi représentée graphiquement et de manière individuelle.

Exercice: Décalage du point zéro

Une phase opératoire sous forme de sous-programme doit être exécutée

- a) avec prise en compte du dernier point zéro ① initialisé X+0/Y+0 et
- b) avec prise en compte supplémentaire du point zéro décalé ② X+40/Y+60.

**Cycle dans le programme d'usinage**

```
%S840I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+4 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1500 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 * ..... Dégagement de l'axe de plongée
N60 L1,0 * ..... Exécution 1 sans décalage du point zéro
N70 G54 X+40 Y+60 *
N80 L1,0 * ..... Exécution 2 avec décalage du point zéro
N90 G54 X+0 Y+0 * ..... Annulation du décalage de point zéro
N100 Z+100 M02 *
N110 G98 L1 *
.
.
N230 G98 L0 *
N99999 %S840I G71 *
```

Sous-programme:

```

N110 G98 L1 *
N120 X-10 Y-10 M03 *
N130 Z+2 *
N140 G01 Z-5 F200 *
N150 G41 X+0 Y+0 *
N160 Y+20 *
N170 X+25 *
N180 X+30 Y+15 *
N190 Y+0 *
N200 X+0 *
N210 G40 X-10 Y-10 *
N220 G00 Z+2 *
N230 G98 L0 *

```

Lors des différentes conversions de coordonnées, le sous-programme est situé dans le programme à l'endroit suivant (séquence CN):

	LBL 1	LBL 0
Décalage du point zéro	séquence N110	séquence N230
Image miroir, rotation, facteur échelle	séquence N130	séquence N250

DECALAGE DU POINT ZÉRO avec tableaux de points zéro G53**Utilisation**

Les tableaux de points zéro sont utilisés

- pour des opérations d'usinage répétitives à diverses positions de la pièce ou
- pour une utilisation fréquente du même décalage de point zéro

Les coordonnées provenant des tableaux de points zéro ne sont actives qu'en valeur absolue

A l'intérieur d'un programme, les points zéro peuvent être ou bien programmés directement dans la définition du cycle ou bien encore appelés dans un tableau de points zéro

Données à introduire

Introduction du numéro du point zéro provenant du tableau de points zéro ou d'un numéro de paramètre Q. Si l'on introduit un numéro de paramètre Q, la TNC active le numéro du point zéro provenant du paramètre Q

Annulation

- en appelant dans le tableau de points zéro un décalage dont les coordonnées sont: X=0, Y=0 etc
- en appelant le décalage directement avec une définition de cycle (cf. également page 8-38)

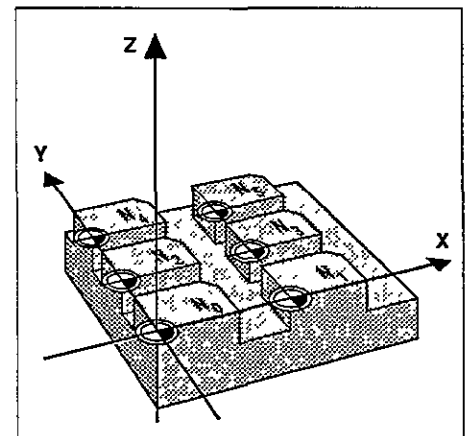


Fig 8.48 Exemple de décalages de points zéro de même nature

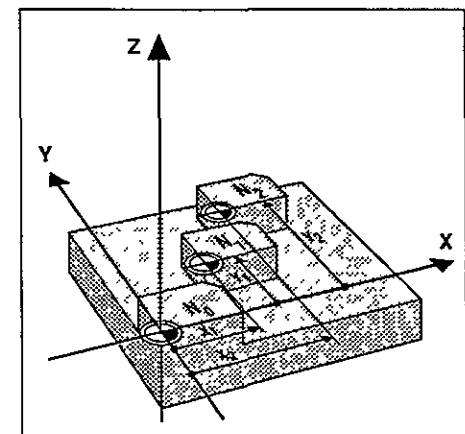
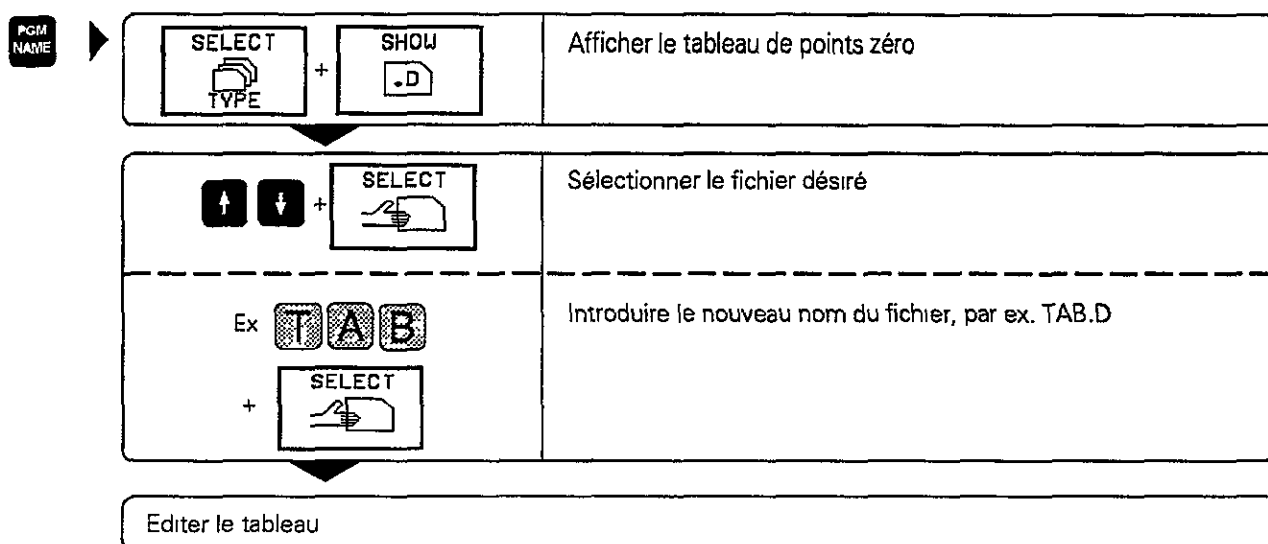


Fig 8.49 Décalage de point zéro avec tableau, uniquement en absolu

8.5 Cycles de conversion du système de coordonnées

Edition de tableaux de points zéro

Un tableau de points zéro peut être édité en mode de fonctionnement
MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME:



Pour l'édition, le menu de softkeys dispose des fonctions de softkeys suivantes:

BEGIN TABLE	END TABLE	PAGE ↓	PAGE ↑	INSERT LINE	DELETE LINE	NEXT LINE	
----------------	--------------	-----------	-----------	----------------	----------------	--------------	--

Fonction	Softkey
• Sélectionner le début du tableau	BEGIN TABLE
• Sélectionner la fin du tableau	END TABLE
• Feuilleter	PAGE ↑ / PAGE ↓
• Insérer une ligne	INSERT LINE
• Effacer une ligne	DELETE LINE
• Prendre en compte une ligne introduite, saut au début de la ligne suivante	NEXT LINE



- De nouvelles lignes ne peuvent être insérées qu'en fin de tableau.
- Lors de l'ouverture d'un nouveau tableau de points zéro, il convient de veiller à ce que l'unité de mesure soit sélectionnée correctement.
- Les points zéro dans les tableaux de points zéro peuvent se référer au point de référence actuel ou au point zéro machine (en fonction de PM 7474, cf. page 11-12).

IMAGE MIROIR G28**Utilisation**

Une opération d'usinage peut être réalisée dans le plan d'usinage en représentation réfléchi (image miroir).

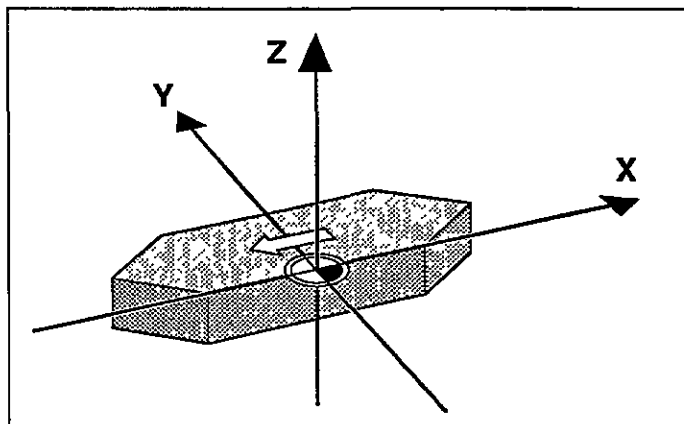


Fig. 8.50: IMAGE MIROIR d'un contour

Effet

La représentation en image miroir est active dès qu'elle a été définie.

Elle est affichée dans l'affichage d'état supplémentaire.

- Lorsqu'un axe est réfléchi, il y a inversion du sens de déplacement de l'outil. Ceci n'est pas valable pour les cycles d'usinage.
- Lorsque deux axes sont réfléchis, le sens de déplacement n'est pas modifié.

L'image miroir dépend de la position du point zéro.

- Le point zéro est situé sur le contour devant être réfléchi: inversion de la pièce directement au niveau du point zéro.
- Le point zéro est en dehors du contour: la pièce est décalée par rapport à l'axe.

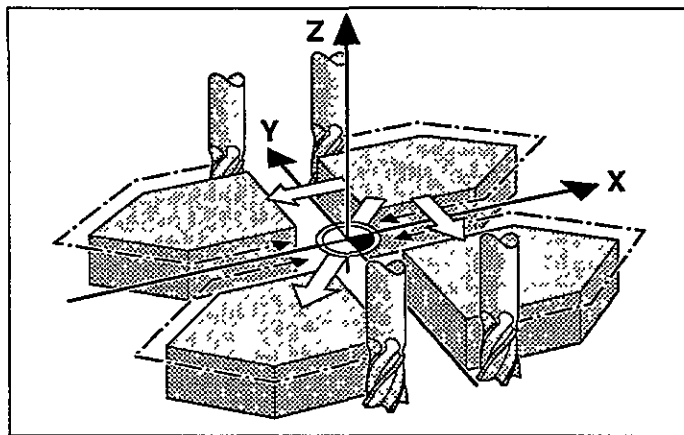


Fig. 8.51: Image miroir multiple et sens de la trajectoire

Donnée à introduire

Il faut introduire l'axe qui doit être réfléchi. L'axe d'outil ne peut pas être réfléchi.

Annulation

Pour annuler le cycle, introduire le cycle G28 sans indication d'axe.

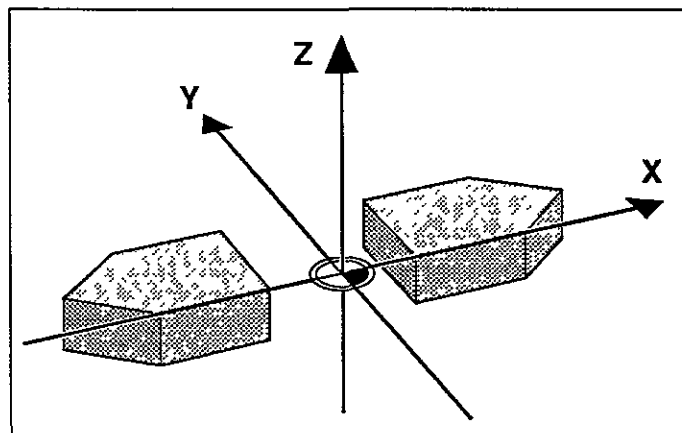
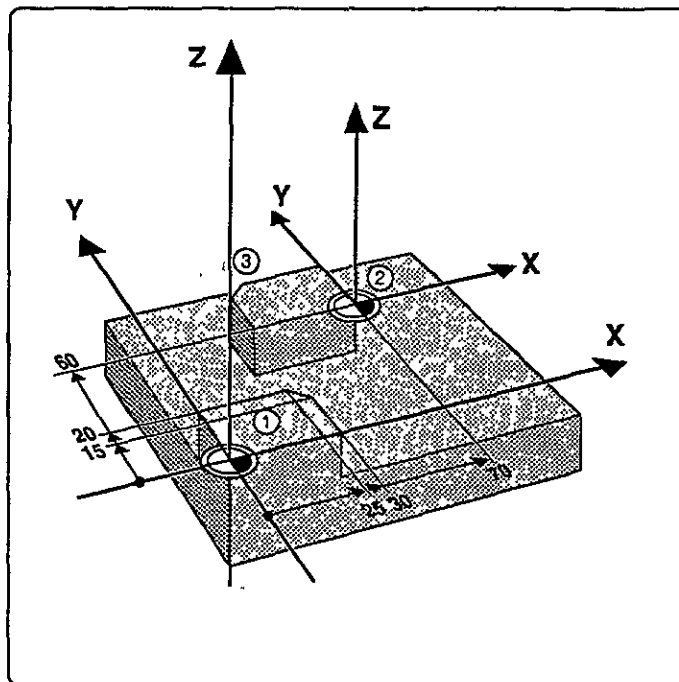


Fig. 8.52: Le point zéro est situé à l'extérieur du contour qui doit être réfléchi.

Exercice: Image miroir

Une opération d'usinage (sous-PGM 1) doit être exécutée en X en image miroir ③ -tout en étant conforme à la programmation de l'original- une fois à la position X+0/Y+0 ① et une fois à la position X+70/Y+60 ②.

**Cycle IMAGE MIROIR dans le programme d'usinage**

%S844I G71 *	.....	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	.....	Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *	.....
N30 G99 T1 L+0 R+4 *	.....	Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1500 *	.....	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 *	.....	Dégagement de l'axe de plongée
N60 L1,0 *	.....	Exécution 1 sans image miroir
N70 G54 X+70 Y+60 *	.....	Décalage du point zéro
N80 G28 X *	.....	Activation de l'image miroir
N90 L1,0 *	.....	Exécution 2 avec décalage et image miroir
N100 G28 *	.....	Annulation de l'image miroir
N110 G54 X+0 Y+0 *	.....	Annulation du décalage du point zéro
N120 Z+100 M02 *	.....
N130 G98 L1 *	.....
.....	
.....	
N250 G98 L0 *	.....
N99999 %S844I G71 *	.....

Le sous-programme est identique à celui de la page 8-44

ROTATION G73

Utilisation

Dans le cadre d'un programme, on peut orienter le système de coordonnées dans le plan d'usinage en conservant le même point zéro

Effet

La rotation est active dès qu'elle a été définie. Elle est également active en mode POSITIONNEMENT AVEC INTRODUCTION MANUELLE.

Axe de référence pour l'angle de rotation:

- Plan X/Y Axe X
- Plan Y/Z Axe Y
- Plan Z/X Axe Z

L'angle de rotation actif est affiché dans l'affichage d'état supplémentaire

Données à introduire

L'angle de rotation est exprimé en degrés (°).

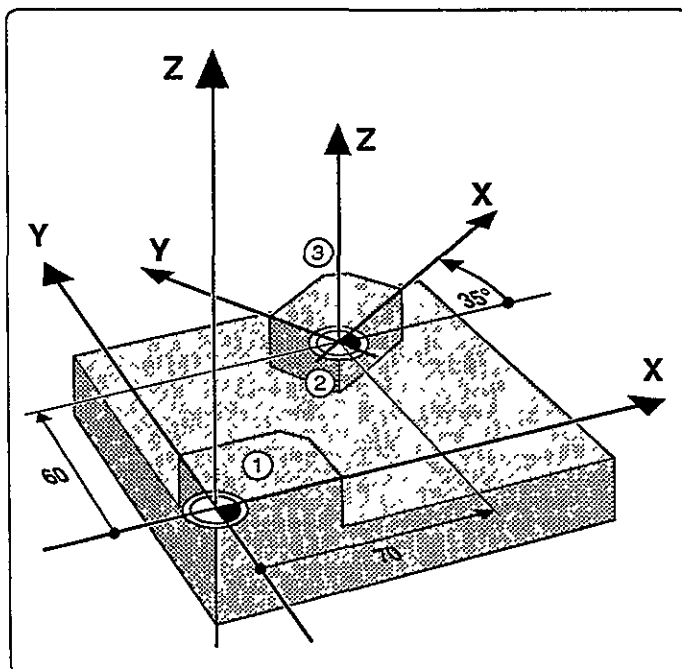
Plage d'introduction -360° à $+360^\circ$ (en valeur absolue ou incrémentale)

Annulation

Pour annuler une rotation, on introduit l'angle de rotation 0°

Exercice: rotation

Un contour (sous-programme 1) doit faire l'objet d'une rotation de 35° -tout en étant conforme à la programmation de l'original- et être exécuté en se référant une fois au point zéro X+0/Y+0 et une fois au point zéro X+70 Y+60



Voir page suivante

Cycle dans le programme d'usinage

%S8461 G71 *	.....	Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 *	.....	Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *		
N30 G99 T1 L+0 R+4 *	.....	Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1500 *	.....	Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 *	.....	Dégagement de l'axe de plongée
N60 L1,0 *	.....	Exécution 1 sans rotation
N70 G54 X+70 Y+60 *		
N80 G73 G90 H+35 *		
N90 L1,0 *	.....	Exécution 2 avec décalage et rotation
N100 G73 G90 H+0 *	.....	Annulation de la rotation
N110 G54 X+0 Y+0 *	.....	Annulation du décalage du point zéro
N120 Z+100 M02 *		
N130 G98 L1 *		
:		
:		
:		
N250 G98 L0 *		
N999999 %S8461 G71 *		

} Le sous-programme est identique à celui de la page 8-44

Le sous-programme correspondant (cf. p. 8-44) est programmé selon M2.

FACTEUR ECHELLE G72**Utilisation**

Dans un même programme, il est possible d'agrandir ou de réduire certains contours. On peut ainsi, par exemple, usiner en tenant compte de facteurs de rétrécissement ou d'agrandissement.

Effet

Le facteur échelle est actif dès que le cycle a été défini. Il agit.

- dans le plan d'usinage, ou simultanément sur les trois axes de coordonnées (en fonction de PM7410)
- sur l'unité de mesure introduite dans les cycles
- et sur les axes parallèles U, V, W.

Données à introduire

Il faut introduire le facteur F. La TNC multiplie toutes les coordonnées et tous les rayons par F (cf. „effet”).

Agrandissement: F supérieur à 1 jusqu'à 99,999 999

Réduction: F inférieur à 1 jusqu'à 0,000 001

Annulation

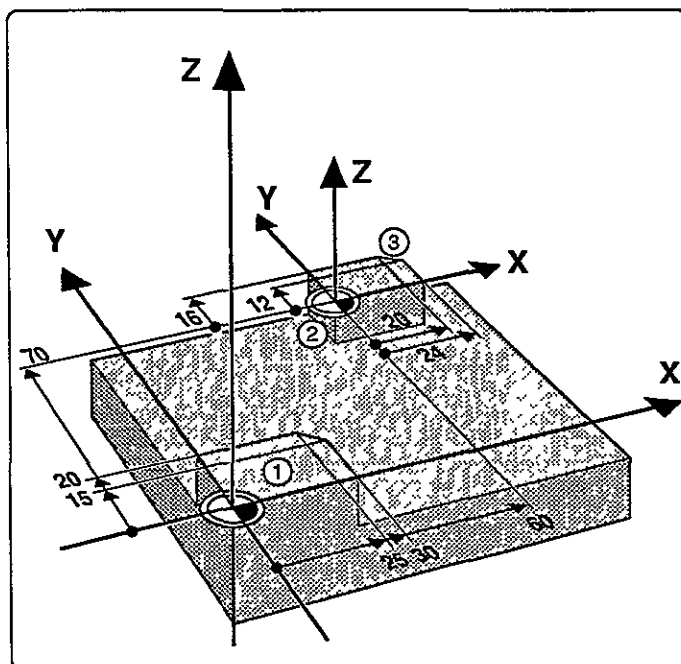
Pour annuler un facteur échelle, on introduit le facteur 1 dans le cycle FACTEUR ECHELLE

Condition requise

Avant de procéder à l'agrandissement ou à la réduction, il est souhaitable de décaler le point zéro sur une arête ou un angle du contour.

Exercice: Facteur échelle

Un contour (sous-programme 1) doit faire l'objet d'une réduction avec facteur 0,8 –tout en étant conforme à la programmation de l'original– et être exécuté en se référant au point zéro initialement programmé $X+0/Y+0$ et une fois $X+60/Y+70$

**Cycle FACTEUR ECHELLE dans le programme d'usinage**

```
%S847I G71 * ..... Début du programme
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * ..... Définition de la pièce brute
N20 G31 X+100 Y+100 Z+0 *
N30 G99 T1 L+0 R+4 * ..... Définition de l'outil
N40 T1 G17 S1500 * ..... Appel de l'outil
N50 G00 G40 G90 Z+100 * ..... Dégagement de l'axe de plongée
N60 L1,0 * ..... Exécution 1 en grandeur d'origine
N70 G54 X+70 Y+60 *
N80 G72 F0,8 *
N90 L1,0 * ..... Exécution 2 avec décalage et réduction
N100 G72 F1 * ..... Annulation du facteur échelle
N110 G54 X+0 Y+0 * ..... Annulation du décalage du point zéro
N120 Z+100 M02 *
N130 G98 L1 *
      :
      :
N250 G98 L0 *
N99999 %S847I G71 *
```

} Le sous-programme est identique à celui de la page 8-44

Le sous-programme correspondant (cf. page 8-44) est programmé selon M2

8.6 Autres cycles

TEMPORISATION G04

Utilisation

Dans un programme en cours, l'usinage de la séquence suivante ne sera réalisé qu'après écoulement de la temporisation programmée.

Une temporisation peut servir, par exemple, à briser les copeaux.

Effet

Le cycle est actif dès qu'il a été défini. La temporisation n'intervient pas au niveau des états de type modal, comme par ex., la rotation broche.

Donnée à introduire

La temporisation est exprimée selon G04 avec F en secondes
Plage d'introduction 0 à 30 000 sec. (env 8,3 heures) par pas de 0,001 sec

Séquence CN: par ex. N135 G04 F3 *

APPEL DE PROGRAMME G39

Utilisation et effet

Les programmes d'usinage (par ex cycles spéciaux de perçage, fraisage de courbes, modules géométriques) peuvent être élaborés sous forme de programmes principaux et mis au même niveau que celui d'un cycle d'usinage. Ce programme principal peut, par la suite, être appelé de la même manière qu'un cycle.

Données à introduire

Introduire le nom du programme à appeler

Appeler le programme à partir de

- G79 (séquence séparée) ou
- M99 (pas-à-pas) ou
- M89 (exécution après chaque séquence de positionnement).

Exemple: Appel de programme

Un programme 50 qui peut être appelé au moyen de l'appel de cycle doit être appelé dans un programme.

Programme d'usinage

⋮

G39 P01 50 ... Définir „Le programme 50 est un cycle”
G00 G40 X+20 Y+50 M99 ... Appel du programme 50

⋮

ORIENTATION DE BROCHE G36

Utilisation

La TNC est en mesure de piloter la broche principale d'une machine-outil tel un 6ème axe et de l'orienter à une position donnée. La rotation broche est utilisée

- sur systèmes changeurs d'outils avec position de changement d'outil déterminée
- pour l'alignement de la fenêtre émettrice-réceptrice du système de palp 3D TS 511 de HEIDENHAIN

Effet

Le positionnement s'effectue à la position angulaire définie dans le cycle par introduction de M19.

Si M19 est exécutée sans définition de cycle, la broche principale est orientée en fonction de la valeur définie dans les paramètres-machine

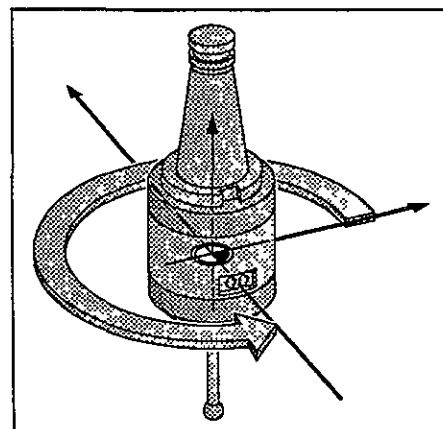


Fig 8.53 Orientation broche



En dehors du cycle G36, l'orientation de la broche peut également être réalisée par paramètre-machine.

Condition requise

La machine doit être prévue pour l'orientation de broche.

Données à introduire

Angle d'orientation (se rapportant à l'axe de référence angulaire du plan d'usinage)

Plage d'introduction.	0 à 360°.
Résolution d'introduction	0,1°.

PLAN D'USINAGE G80 (sauf avec TNC 407)

La TNC est une aide précieuse pour les opérations d'usinage sur machines-outils équipées de têtes pivotantes (l'outil pivote) et/ou de tables pivotantes (l'outil pivote).

L'usinage est programmé de manière habituelle dans un plan principal (plan XY). Toutefois, l'usinage est exécuté dans un plan qui a été incliné par rapport au plan principal.

Cas d'application types pour cette fonction:

- Perçages obliques
- Contours inclinés dans l'espace

Deux fonctions permettent l'inclinaison du plan d'usinage:

- Inclinaison manuelle à l'aide de la softkey 3D ROT en mode MANUEL et MANIVELLE ELECTRONIQUE (cf. p. 2-24)
- Inclinaison programmée, cycle G80 PLAN D'USINAGE dans le programme d'usinage

Les fonctions TNC destinées à l'„inclinaison du plan d'usinage“ correspondent à des transformations de coordonnées. L'axe d'outil (calculé par la TNC) transformé reste parallèle à l'axe d'outil réel (correspondant à l'axe d'outil à positionner). Le plan d'usinage est toujours perpendiculaire au sens de l'axe d'outil.

Pour l'inclinaison du plan d'usinage, la TNC distingue deux types de machine:

- Machines équipées de plateaux inclinés
- Machines équipées de têtes pivotantes

Machines équipées de plateaux inclinés:

- Vous devez amener la pièce à la position d'usinage souhaitée par un positionnement correspondant du plateau incliné, par ex. avec une séquence G00
- La position de l'axe d'outil transformé ne change pas en fonction du système de coordonnées machine. Si vous faites pivoter votre plateau -et par conséquent, la pièce-, par ex. de 90°, il n'y a pas rotation du système de coordonnées. En mode MANUEL, si vous appuyez sur la touche de sens d'axe Z+, l'outil se déplace également dans le sens de Z+.
- Pour le calcul du système de coordonnées transformé, la TNC prend en compte uniquement les décalage mécaniques du plateau incliné concerné (parties de "translationnelles").

Machines équipées de têtes pivotantes:

- Vous devez amener l'outil à la position d'usinage souhaitée par un positionnement correspondant de la tête pivotante, par ex. avec une séquence G00.
- La position de l'axe d'outil transformé change -de même que la position de l'outil- en fonction du système de coordonnées machine. Si vous faites pivoter votre tête pivotante de votre machine -et par conséquent, l'outil-, par ex. de +90° dans l'axe B, il y a en même temps rotation du système de coordonnées. En mode MANUEL, si vous appuyez sur la touche de sens d'axe Z+, l'outil se déplace également dans le sens de X+ du système de coordonnées machine.
- Pour le calcul du système de coordonnées transformé, la TNC prend en compte uniquement les décalage mécaniques de la tête pivotante concernée (parties de "translationnelles") ainsi que les décalages provoqués par l'inclinaison de l'outil (correction d'outil 3D d'outil).

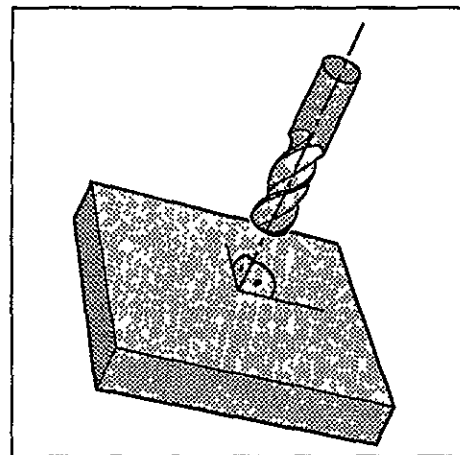


Fig. 8.54: Prépositionner l'outil perpendiculairement au plan incliné



Les fonctions d'inclinaison du plan d'usinage sont adaptées par le constructeur de la machine à la TNC et à votre machine.

Début de l'effet

Le cycle G90 est actif dans le programme d'usinage dès sa définition. Si vous avez ACTIVE la fonction INCLINAISON DU PLAN D'USINAGE en mode de fonctionnement MANUEL (cf. p. 2-26), la valeur angulaire du cycle G80 introduite dans ce menu sera écrasée.

Données à introduire

AXE et ANGLE DE ROTATION:

Axe incliné avec son angle de rotation.

Les axes rotatifs A, B et C sont programmés par softkeys.



L'introduction d'un axe rotatif avec son angle dans le cycle G80 ne provoque aucun déplacement de l'axe. Vous devez positionner l'axe par exemple avec une séquence G00 à la valeur angulaire correspondante.

Annulation

G80 sans indication d'axes rotatifs

Positionner l'axe rotatif

Pour exécuter des opérations d'usinage dans un plan incliné, il convient de positionner l'axe rotatif concerné -en règle générale à l'aide d'une séquence G00- à l'angle requis

Séquences CN

*G00 G40 G90 Z+100**

*X+25 Y+10**

G01 A+15 F1000

G80 A+15*

Positionner l'axe rotatif

Définir l'angle pour le calcul de correction

*G00 G40 Z+80**

*X-7.5 Y-10**

Activer correction axe Z

Activer correction axe Z X/Y

Affichage de positions dans le système incliné

Après activation du cycle G80, les positions affichées (NOM et EFF) ainsi que l'affichage du point zéro dans l'affichage d'état supplémentaire se réfèrent au système de coordonnées inclinées. Après la définition du cycle, la position affichée ne coïncide donc plus avec les coordonnées de la position programmée en dernier lieu avant le cycle G80

Dès que vous déplacez un axe dans le système incliné, la correction de cet axe est alors activée. Vous devez donc déplacer tous les axes lorsque la correction doit être convertie dans tous les axes.

Surveillance de la zone d'usinage

Dans le système incliné, la TNC ne contrôle par le commutateur de fin de course que les axes qui sont déplacés. La TNC délivre le cas échéant un message d'erreur

Combinaison avec d'autres cycles de conversion de coordonnées

Si l'on désire combiner des cycles de conversion de coordonnées, il convient de veiller à ce que l'inclinaison du plan d'usinage ait toujours lieu autour du point zéro actif. Vous pouvez exécuter un décalage du point zéro avant l'activation du cycle G80, puis vous décalez ensuite le "système de coordonnées machine". Dans le cas où vous décalez le point zéro après avoir activé le cycle G90, vous décalez alors le système de coordonnées incliné. Lors de l'annulation des cycles, il est important de suivre l'ordre chronologique inverse de celui qui a été utilisé pour leur définition.

Exemple:

1. Activer le décalage du point zéro
2. Activer l'inclinaison du plan d'usinage
3. Activer la rotation

Usinage

Annuler la rotation
Annuler l'inclinaison du plan d'usinage
Annuler le décalage du point zéro

Mesure automatique dans le système incliné

Le cycle G55 (cf. p. 7-19) permet de mesurer des pièces dans le système incliné. Les résultats de la mesure sont mémorisés dans les paramètres Q et peuvent alors être traités ultérieurement (par ex. sortie sur imprimante)

Marche à suivre pour l'usinage à l'aide du cycle G80 PLAN D'USINAGE

1.) Elaboration du programme

- Définir l'outil (sauf lorsque TOOL T est actif)
- Appeler l'outil
- Dégager l'axe d'outil de manière à éviter toute collision entre l'outil et la pièce (copeau) lors de l'inclinaison
- Avec une séquence G00, positionner le ou les axe(s) rotatif(s) à la valeur angulaire correspondante
- Le cas échéant, activer le décalage du point zéro
- Définir le cycle G80 PLAN D'USINAGE; introduire les valeurs angulaires pour les axes rotatifs
- Déplacer tous les axes principaux (X, Y, Z) pour activer la correction
- Programmer l'usinage comme s'il devait être exécuté dans le plan non-incliné
- Annuler le cycle G80 PLAN D'USINAGE; introduire G80 sans les axes rotatifs
- Le cas échéant, annuler le décalage du point zéro
- Le cas échéant, positionner les axes rotatifs à 0°.

2.) Brider la pièce

3.) Préparatifs en mode POSITIONNEMENT AVEC INTRODUCTION MANUELLE

Positionner les axes rotatifs à la valeur angulaire correspondante pour initialiser le point de référence. La valeur angulaire s'oriente vers la surface de référence de la pièce que vous avez sélectionnée

4.) Préparatifs en mode MANUEL

Pour le mode MANUEL, mettre sur ACTIF la fonction Inclinaison du plan d'usinage à l'aide de la softkey 3D-ROT, introduire dans le menu les valeurs angulaires des axes rotatifs (cf. 2-26)



Les valeurs angulaires introduites doivent coïncider avec la position effective de ou des axe(s) rotatif(s), sinon, le point de référence calculé par le TNC sera erroné.

5.) Initialisation du point de référence

- Initialisation manuelle par affleurement, de la même manière que dans le système non-incliné (cf. p. 2-7)
- Initialisation programmée à l'aide d'un système de palpé 3D HEIDENHAIN (cf. p. 2-14)

5.) Initialisation du point de référence

Mettre sur INACTIF la fonction Inclinaison du plan d'usinage à l'aide de la softkey 3D-ROT; Pour tous les axes rotatifs, introduire dans le menu la valeur angulaire 0° (cf. 2-26).

9 Transmission externe des données

9.1 Menu pour la transmission externe des données 9-2

9.2 Sélection et transfert des fichiers 9-3

Sélectionner un fichier	9-3
Transférer un fichier	9-3
Sélectionner un type de fichiers	9-3
Sélectionner la répartition de l'écran	9-3
Transmission bloc-à-bloc	9-4

9.3 Distribution des plots et câbles de raccordement pour les interfaces 9-5

Interface V.24/RS-232-C	9-5
Interface V.11/RS-422	9-7

9.4 Préparation des appareils pour la transmission des données 9-8

Appareils HEIDENHAIN	9-8
Appareils externes	9-8

Pour la transmission des données entre la TNC et les appareils périphériques, on dispose de deux interfaces de données.


Exemples d'utilisation:

- Transmission bloc-à-bloc (mode DNC)
- Transmettre les fichiers à la TNC
- Transmettre les fichiers à partir de la TNC vers une mémoire externe
- Imprimer les fichiers
- Commande à distance de la TNC
- etc.

Les deux interfaces peuvent être utilisées simultanément.

9.1 Menu pour la transmission externe des données

Sélectionner la transmission externe des données



Le menu pour la transmission externe des données apparaît à l'écran

L'écran de la TNC est partagé verticalement en deux zones:

Interface active
(RS-232 ou RS-422)

Mode de fonctionnement interface
(FE1, FE2, ME, EXT1, EXT2);
Type de fichier listé

EXECUTION PGM EN CONTINU ERREUR				MEMORISATION PROGRAMME			
TNC# ●.H				RS232/FE1# ●.H			
SMDI .H 678 IN				SMDI .H 1			
1 .H 540				1 .H 1			
11 .H 346				11 .H 1			
2 .H 610				2 .H 1			
3 .H 2014 P				3 .H 3			
3507 .H 1316 EMS				3507 .H 1			
3515 .H 1244				3515 .H 2			
3517 .H 516				3517 .H 1			
3518 .H 636				3518 .H 1			
3DFILTER .H 1802				3DFILTER .H 2			
3DHAT .H 1286				3DHAT .H 2			
3DPROP .H 2670				3DPROP .H 3			
33 FICHIER(S) 134144 BYTE LIBRE				33 FICHIER(S) 614 SECTEURS LIBRE			

Fichiers dans la TNC

Fichiers (si existants) sur mémoire externe

PAGE ↑

PAGE ↓

TRANSFER TNC → EXT

TRANSFER TNC ← EXT

TRANSFER TNC ↔ EXT

SELECT TYPE

WINDOW

END



Si la transmission des données est sélectionnée dans un tableau d'outils ou un tableau d'emplacements, on ne dispose alors que des fonctions

TRANSFER TNC → EXT

 et

TRANSFER TNC ← EXT

9.2 Sélection et transfert des fichiers

Les fonctions pour le transfert des fichiers sont sélectionnées dans le menu de softkeys.

Menu de softkeys dans le mode de fonctionnement MEMORISATION/
EDITION DE PROGRAMME

PAGE ↑	PAGE ↓	TRANSFER TNC → EXT	TRANSFER TNC → EXT	TRANSFER TNC ? → EXT	SELECT TYPE	WINDOW	END
-----------	-----------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	----------------	--------	-----

Sélectionner un fichier

On sélectionne un fichier à l'aide des touches fléchées.
Comme dans la gestion de fichiers, on feuillette le sommaire des fichiers au moyen des softkeys PAGE. La softkey SELECT TYPE a la même fonction que celle qui est décrite dans la gestion des fichiers (cf. p. 1-32).

Transférer un fichier

Transférer les fichiers à partir de la TNC vers un appareil externe

Le champ clair est positionné sur un fichier mémorisé dans la TNC.

Fonction	Softkey
• Transmettre le fichier sélectionné	TRANSFER TNC → EXT
• Transmettre tous les fichiers	TRANSFER TNC → EXT
• Dans le menu, proposer les uns à la suite des autres tous les fichiers à transférer. Transmettre avec ENT, sinon NO ENT	TRANSFER TNC ? → EXT

Sélectionner un type de fichier

D'autres types de fichiers peuvent être sélectionnés à partir de la softkey SELECT TYPE.


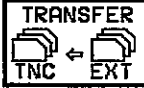

Sélectionner la répartition de l'écran

La softkey WINDOW définit si l'écran doit être ou non partagé. L'affichage sur une seule fenêtre peut être sélectionnée aussi bien pour des fichiers TNC que pour des fichiers contenus dans une mémoire externe. Si le champ clair est situé à gauche, seuls sont affichés les fichiers de la TNC; s'il est situé à droite, seuls sont affichés les fichiers contenus dans une mémoire externe.

10.2 Sélection et transfert des fichiers

Transférer des fichiers vers la TNC à partir d'un appareil externe

A l'aide du curseur, positionner vers la droite le champ clair sur un fichier mémorisé sur un support externe de données.

Fonction	Touche
• Transmettre le fichier sélectionné	
• Transmettre tous les fichiers	
• Dans le menu, proposer les uns à la suite des autres tous les fichiers à transférer. Transmettre avec ENT, sinon NO ENT	

Interrompre la transmission

Une transmission de données peut être interrompue à l'aide de la touche ou de la softkey END.



- Si la TNC reconnaît des séquences de programme transmises par erreur, elle les repère avec ERROR — Ces séquences doivent alors être corrigées en mode MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME.
- Lorsque des données sont transmises entre deux TNC, il faut lancer en premier la TNC à partir de laquelle on doit lire les données.

Transmission bloc-à-bloc

Le menu ci-contre sert à la transmission bloc-à-bloc (cf. p. 3-11).

Le nom du fichier devant être transmis bloc-à-bloc est sélectionné de la manière habituelle.

La transmission des données est lancée à l'aide de la softkey SELECT.


EXECUTION PGM EN CONTINU		TEST DU PROGRAMME	
ERREUR		NOM DE FICHIER -H	
RS232/FE1:		*.H	
1	.H	1	
11	.H	1	
2	.H	1	
3	.H	3	
3507	.H	1	
3515	.H	2	
3517	.H	1	
3518	.H	1	
3DFILTER	.H	2	
3DHAT	.H	2	
3DPROP	.H	3	
4	.H	1	
33 FICHIER(S) 614 SECTEURS LIBRE			
PAGE	PAGE	SELECT	SELECT
↑	↓		TYPE
			END

Fig. 9.1* Menu pour la transmission bloc-à-bloc



Si vous devez interrompre la transmission bloc-à-bloc, vous devez le cas échéant annuler l'interface avec la softkey CLOSE RS-232-C.

9.3 Distribution des plots et câbles de raccordement pour les interfaces

Interface V.24/RS-232-C

Appareils HEIDENHAIN

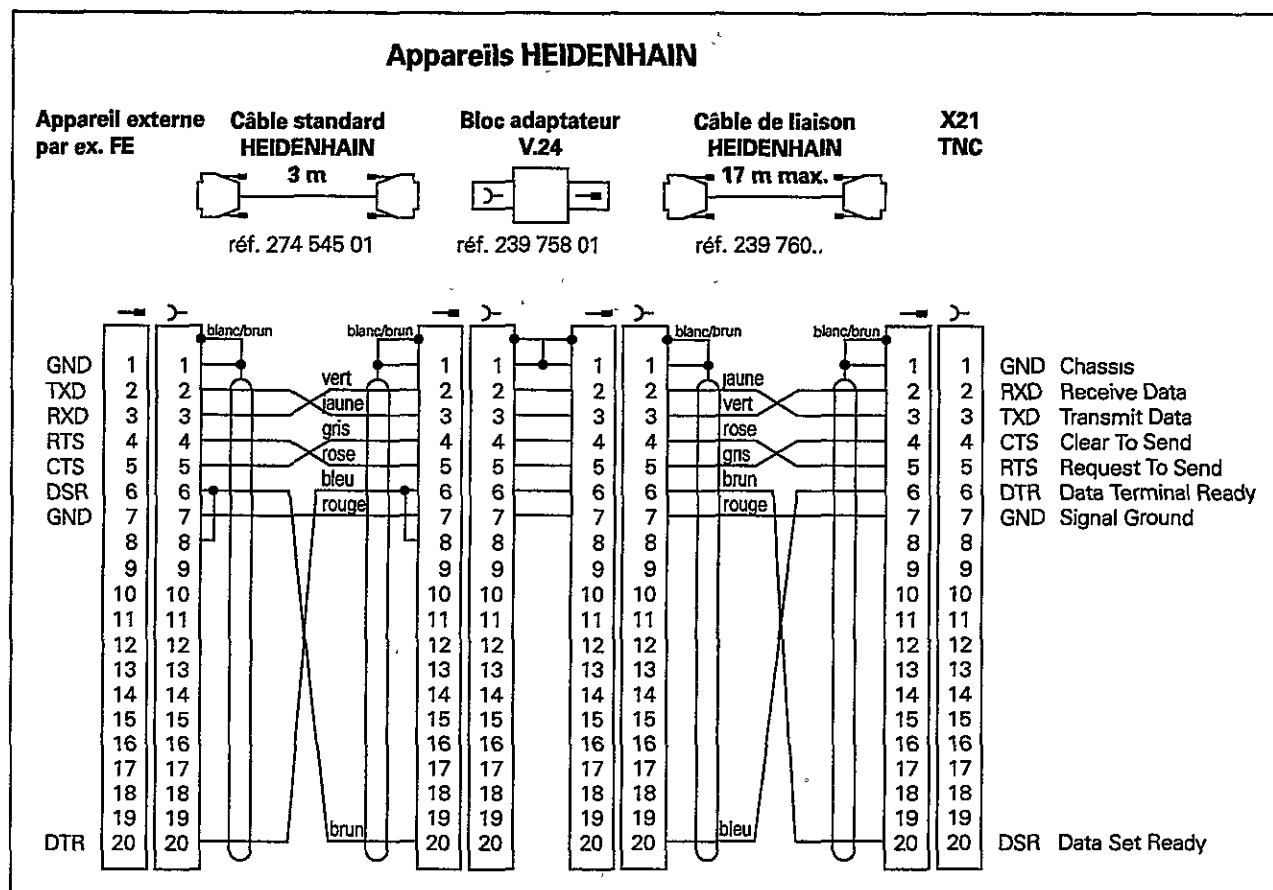


Fig. 9 2 Distribution des raccordements de l'interface V.24/RS-232-C pour les appareils HEIDENHAIN



La distribution des plots sur l'unité logique de la TNC (X21) et sur le bloc adaptateur n'est pas la même.

9.3 Distribution des plots et câbles de raccordement pour les interfaces

Appareils externes

La distribution des plots du connecteur d'un appareil externe peut diverger considérablement de la distribution des plots sur un appareil HEIDENHAIN. Elle dépend de l'appareil et du type de transmission. Distribution des plots du bloc adaptateur: cf. fig. 9.3

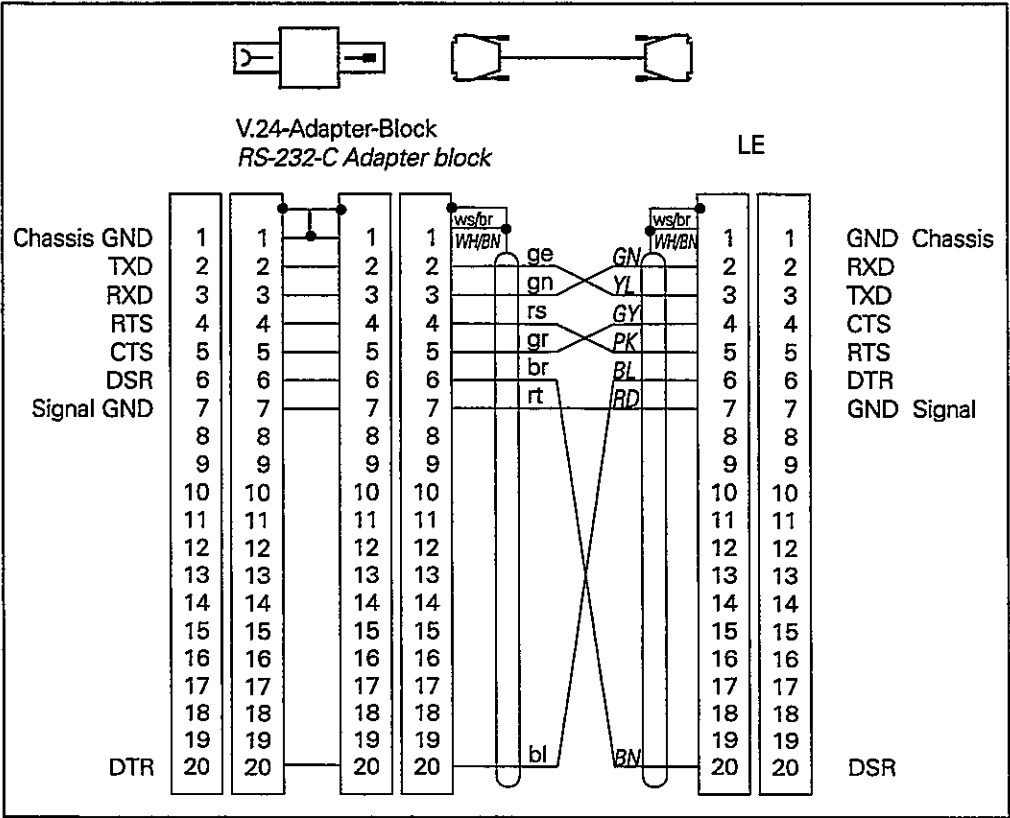


Fig. 9.3: Raccordement d'un appareil externe sur l'interface V.24/RS-232-C

Interface V.11/RS-422

Seuls des appareils externes sont raccordables sur l'interface V.11.

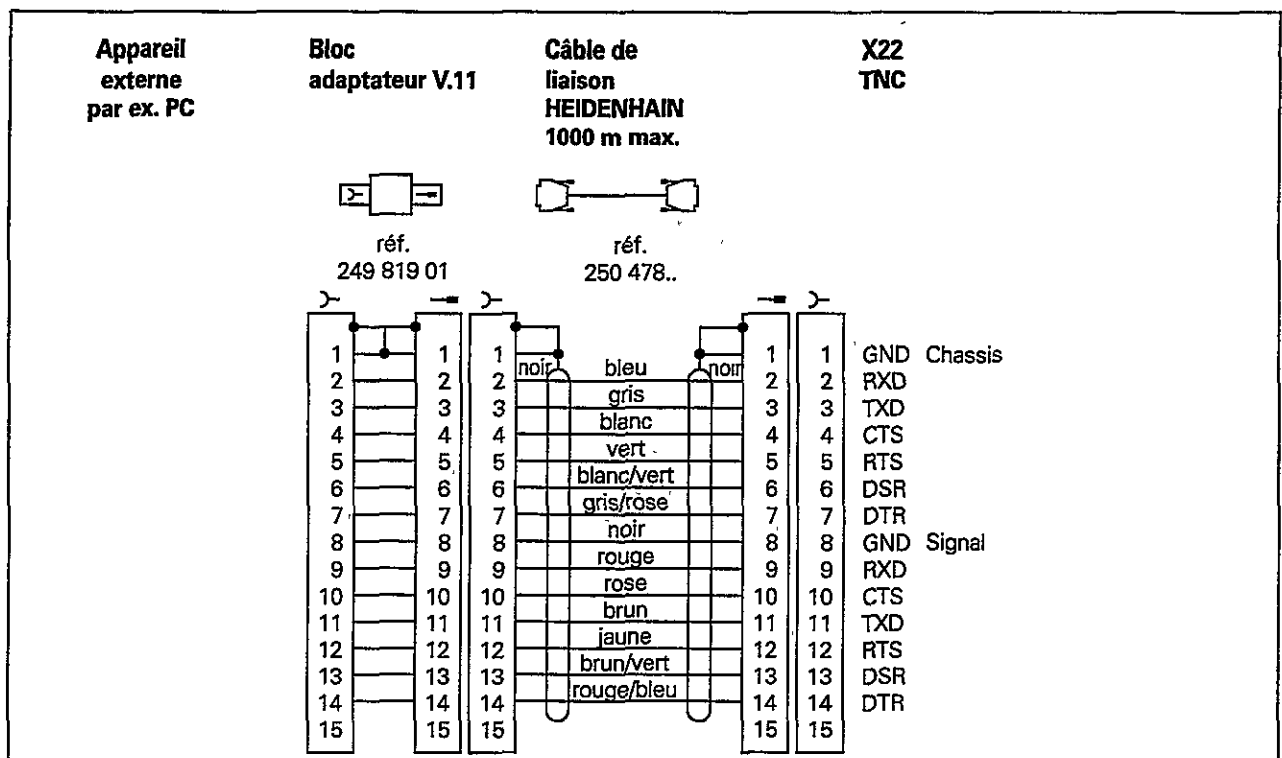


Fig. 9.4: Distribution des raccordements de l'interface V.11/RS-422



La distribution des plots sur l'unité logique de la TNC (X22) et sur le bloc adaptateur est la même.

9.4 Préparation des appareils pour la transmission des données

Appareils HEIDENHAIN

Les appareils HEIDENHAIN (unité à disquettes FE et lecteur de cassettes ME) sont adaptables sur la TNC. Ils peuvent être utilisés directement pour la transmission des données.

Exemple: Unité à disquettes FE401

- Brancher le câble secteur de la FE
- Relier la FE et la TNC à l'aide du câble de transmission
- Mettre la FE sous tension
- Insérer la disquette dans le lecteur supérieur
- Si nécessaire, formater la disquette
- Configurer l'interface (cf. p. 10-4)
- Transférer les données



- La capacité mémoire sur disquette est indiquée en secteurs
- La vitesse en baud peut être commutée sur l'unité à disquettes FE401

Appareils externes

La TNC et les appareils externes doivent être alignés entre eux.

Régler l'appareil externe sur la TNC

- PC: régler le logiciel
- Imprimante: régler le commutateur (commutateur DIP)

Régler la TNC sur un appareil externe

Configurer les paramètres utilisateur:

- 5020.0 à 5210.0 pour EXT1
- 5020.1 à 5210.1 pour EXT2

Les deux réglages peuvent être effectués, par exemple, sur un PC (par ex. EXT1) ou sur une imprimante (EXT2).

10 Fonctions MOD

10.1 Sélection, modification et abandon de la fonction MOD	10-3
10.2 Numéros de logiciels et d'options	10-3
10.3 Introduction d'un numéro de code.....	10-4
10.4 Configuration des interfaces externes de données	10-4
Configuration de l'interface RS-232	10-4
Configuration de l'interface RS-422	10-4
Sélection du MODE DE FONCTIONNEMENT	10-4
Compatibilité descendante	10-5
Configurer la VITESSE EN BAUD	10-5
AFFECTATION	10-5
PRINT et PRINT-TEST	10-6
10.5 Paramètres utilisateur spécifiques de la machine	10-7
10.6 Représenter la pièce brute dans la zone de la machine	10-7
Sommaire des fonctions	10-8
10.7 Sélection de l'affichage de positions	10-9
10.8 Sélection de l'unité de mesure	10-10
10.9 Sélection de la langue de programmation pour \$MDI	10-10
10.10 Sélection d'axe pour générer une séquence L (en dialogue conversationnel Texte clair seulement)	10-10
10.11 Introduction de limitations pour les zones de déplacement,	10-11
10.12 Affichage des fichiers HELP	10-12

On dispose avec les fonctions MOD d'affichages et possibilités d'introduction supplémentaires. Les types de fonctions MOD disponibles dépendent du type de mode de fonctionnement sélectionné.

Modes de fonctionnement MEMORISATION/ EDITION DE PROGRAMME et TEST DE PROGRAMME:

- Afficher le numéro de logiciel CN
- Afficher le numéro de logiciel automate
- Introduire le code
- Configurer l'interface
- Paramètres utilisateur spécifiques de la machine
- le cas échéant, afficher les fichiers HELP

MODE MANUEL		MEMORISATION PROGRAMME					
<p>CODE</p> <p>CN : NUMERO DE SOFT 280542 01</p> <p>AP : NUMERO DE SOFT 252499 01</p> <p>OPT: 11</p>							
0	RS 232 RS 422 SETUP	USER PARAMETER	HELP				END

Fig. 10.1: Fonctions MOD avec MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME

Mode de fonctionnement TEST DE PROGRAMME:

- Afficher le numéro de logiciel CN
- Afficher le numéro de logiciel automate
- Introduire le code
- Configurer l'interface
- Représentation graphique de la pièce brute dans la zone de travail de la machine
- Paramètres-machine spécifiques de la machine
- le cas échéant, fichiers HELP

MODE MANUEL		TEST DU PROGRAMME					
<p>CODE</p> <p>CN : NUMERO DE SOFT 280542 01</p> <p>AP : NUMERO DE SOFT 252499 01</p> <p>OPT: 11</p>							
0	RS 232 RS 422 SETUP	DATA SET	USER PARAMETER	HELP			END

Fig. 10.2: Fonctions MOD avec TEST DE PROGRAMME

Autres modes de fonctionnement:



- Afficher le numéro de logiciel CN
- Afficher le numéro de logiciel automate
- Afficher les indices pour les options disponibles
- Sélectionner l'affichage de positions
- Définir l'unité de mesure (mm/pouce)
- Définir la langue de programmation
- Sélection de l'axe pour générer une séquence L (en dialogue Texte clair seulement)
- Initialiser les limites de déplacement
- Afficher les points zéro
- le cas échéant, afficher les fichiers HELP

MODE MANUEL		TEST DU PROGRAMME					
<p>AFFICHAGE DE POSITION EFF.</p> <p>CHANGEMENT MM/INCH MM</p> <p>INTRODUCTION DE PGM HEIDENHAIN</p> <p>CHOIX DE L'AXE %00000</p> <p>CN : NUMERO DE SOFT 280542 01</p> <p>AP : NUMERO DE SOFT 252499 01</p> <p>OPT: 11</p>							
POSITION INPUT PGM	AXIS LIMIT	HELP					END




Fig. 10.3: Fonctions MOD dans un mode de fonctionnement machine

10.1 Sélection, modification, abandon des fonctions MOD



Sélectionner les fonctions MOD

si nécessaire 	Commuter sur le mode de fonctionnement
	Sélectionner les fonctions MOD

Modifier les fonctions MOD

Sélectionner la fonction MOD à l'aide des touches fléchées	
 plusieurs fois	Afficher les fonctions MOD jusqu'à ce que la fonction souhaitée apparaisse dans le champ clair
Ex.  	Introduire le nombre et prendre en compte avec ENT.

Quitter les fonctions MOD

 ou 	Clôre la fonction MOD;
--	------------------------

10.2 Numéros de logiciel et d'option

Les numéros de logiciel CN et de logiciel automate apparaissent à l'écran de la TNC lorsque l'on a sélectionné les fonctions MOD.

Les numéros des options disponibles (OPT:) sont inscrits immédiatement en-dessous (dialogue Texte clair seulement):

- Option digitalisation OPT: 1
- Option digitalisation et palpeur mesurant OPT: 11

10.3 Introduction d'un numéro de code

La TNC a besoin de codes pour les fonctions suivantes:

Fonction	Code
Annuler pour des fichiers (état P) la protection à l'effacement et à l'écriture	86357
Sélectionner les paramètres utilisateur	123

10.4 Configuration des interfaces externes de données

Après avoir appuyé sur la touche de softkey RS 232-/RS 422 - SETUP, on voit apparaître un menu qui permet de configurer l'interface externe des données. Dans ce menu, on introduit:

- MODE DE FONCTIONNEMENT de l'appareil externe: FE1, FE2, ME, EXT1, EXT2, LSV2
- VITESSE EN BAUD - Vitesse de transmission des données: 110 à 38400 baud
- AFFECTATION - Affectation des interfaces RS-232 ou RS-422 aux modes de fonctionnement
- PRINT - Restitution de données digitalisées: RS-232, RS-422 ou FILE

Configuration de l'interface RS-232

Le mode de fonctionnement et la vitesse en Baud de l'interface RS-232 sont configurés sur la partie gauche de l'écran.

Configuration de l'interface RS-422

Le mode de fonctionnement et la vitesse en Baud de l'interface RS-422 sont configurés sur la partie droite de l'écran.

Sélection du MODE DE FONCTIONNEMENT

Appareil externe	MODE
Unité à disquettes HEIDENHAIN • FE 401 B • FE 401 à partir du PGM n° 23062603	FE 1 FE 1
Unité à disquettes HEIDENHAIN FE 401 jusqu'au PGM n° 23062603 PC avec logiciel de transfert HEIDENHAIN TNC. EXE	FE 2 FE 2
Lecteur de cassettes HEIDENHAIN ME 101 (n'est plus fabriqué)	ME
Autres appareils: imprimante, lecteur, unité de perforation, PC sans TNC. EXE	EXT 1 EXT 2
PC avec logiciel HEIDENHAIN TNC REMOTE pour commande de la TNC à distance	LSV 2



L'unité à cassettes ME 101 de HEIDENHAIN (MODE DE FONCTIONNEMENT ME) ne peut être utilisée que dans le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME.

10.4 Configuration des interfaces externes de données

Compatibilité descendante

Lorsque les programmes doivent être restitués via l'une des interfaces externes de données, il est possible de régler la précision des données dans le programme sur 0,1 ou 1 µm. Pour le réglage sur 1 µm, les données seront transmises avec seulement 3 digits après la virgule (système métrique) et avec 4 digits après la virgule pour un affichage en pouces. Ceci afin d'assurer la compatibilité de la TNC 425 par rapport aux versions de logiciel précédentes et aux autres TNC.

Données à introduire

Pour sélectionner la précision des données de transfert, appuyer sur une softkey dans le mode de fonctionnement MEMORISATION/EDITION DE PROGRAMME:

EXECUTION PGM EN CONTINU ERREUR		MEMORISATION PROGRAMME					
INTERFACE RS232			INTERFACE RS422				
MODE FONCT.: LSV2			MODE FONCT.: FE 1				
BAUD-RATE			BAUD-RATE				
FE : 9600			FE : 9600				
EXT1 : 9600			EXT1 : 9600				
EXT2 : 9600			EXT2 : 9600				
LSV2 : 38400			LSV2 : 9600				
ATTRIBUTION:							
SAUVEGARDER: RS232				IMPRESSION : RS232			
COURS DE PGM RS232				TEST IMPR. : RS232			
TEST PGM : RS232							
RS 232 RS 422 SETUP	FORMAT 1µm/0,1µm						END

Fig. 10.4 Softkey FORMAT 1µm / 0,1µm pour la compatibilité descendante.

Configurer la VITESSE EN BAUD

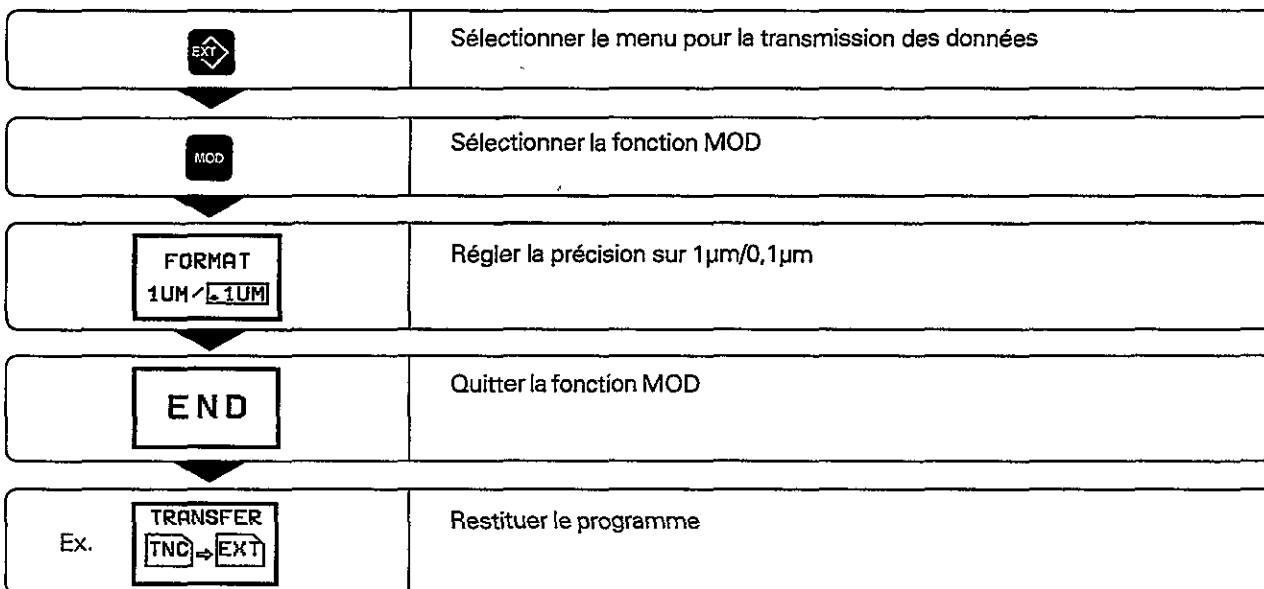
La VITESSE EN BAUD (vitesse de transmission des données) est sélectionnable entre 110 et 38400 Baud.



- La VITESSE EN BAUD de la ME101 est de 2400 Baud.
- Il ne faut pas effectuer une transmission sur une interface réglée à 19200 Baud en même temps qu'une autre à 38400 Baud.

AFFECTATION

Cette fonction permet de déterminer quelle interface (RS-232 ou RS-422) sera utilisée dans les modes de fonctionnement TNC pour la transmission externe des données.



PRINT et PRINT-TEST

Les fonctions PRINT et PRINT-TEST permettent de déterminer la destination des données issues de la TNC.

Applications:

- Restituer des valeurs avec la fonction de paramètres Q FN15.
- Restituer des données digitalisées.

C'est le mode de fonctionnement de la TNC qui détermine si l'on va utiliser la fonction PRINT ou PRINT-TEST:

Mode de fonctionnement TNC	Fonction de transfert
EXECUTION DE PGM PAS-A-PAS	PRINT
EXECUTION DE PGM EN CONTINU	PRINT
TEST DE PROGRAMME	PRINT-TEST

PRINT et PRINT-TEST peuvent être configurés de la manière suivante:

Fonction	Configuration
Transfert de données via RS-232	RS-232
Transfert de données via RS-422	RS-422
Données mémorisées dans la TNC	FILE
Ne pas mémoriser les données	- vide -

Fichiers dans la TNC (configuration FILE)

Données	Mode	Nom du fichier
Données digitalisées	EXECUTION DE PROGRAMME	tel que défini dans le cycle ZONE
Valeurs avec FN15	EXECUTION DE PROGRAMME	% FN15RUN.A
Valeurs avec FN15	TEST DE PROGRAMME	%FN15SIM.A

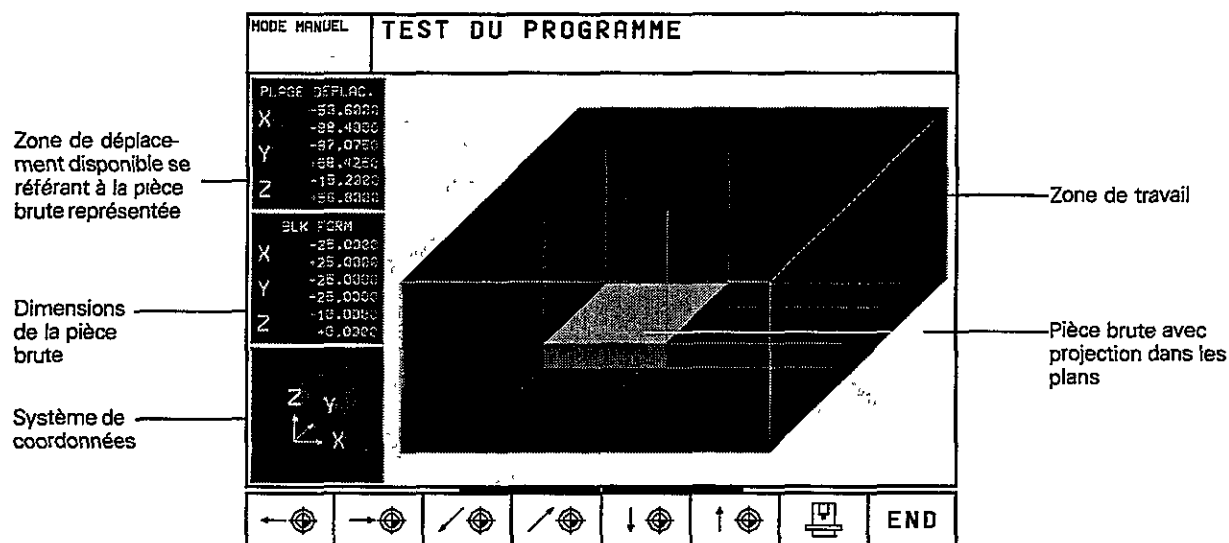
Pour modifier les configurations, on introduit manuellement dans le champ clair les réglages à modifier et on appuie sur la touche ENT.

10.5 Paramètres utilisateur spécifiques de la machine










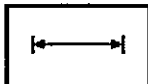



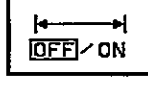

Le constructeur de la machine a accès jusqu'à 16 PARAMETRES UTILISATEUR auxquels il peut attribuer des fonctions.
Se reporter au Manuel de la machine pour plus amples informations.

10.6 Représenter la pièce brute dans la zone de travail

A l'aide de la softkey DATUM SET, il est possible de contrôler graphiquement la position de la pièce brute dans la zone de travail de la machine et d'activer en mode Test de Programme le contrôle de la zone de travail.



Sommaire des fonctions

Fonction	Softkey
Décaler (graphiquement) la pièce brute vers la gauche ou vers la droite	 
Décaler (graphiquement) la pièce brute vers l'avant ou vers l'arrière	 
Décaler (graphiquement) la pièce brute vers le bas ou vers le haut	 
Afficher la pièce brute en se référant au point de référence initialisé	
Commuter à nouveau le menu de softkeys	 ou 
Afficher la course totale en se référant à pièce brute représentée	
Afficher le point zéro machine dans la zone de travail	M91 
Afficher dans la zone de travail la position définie par le constructeur de la machine (par ex. point de changement d'outil)	M92 
Afficher le point zéro pièce dans la zone de travail	
Désactiver (OFF), activer (ON) le contrôle de la zone de travail réalisé en mode Test de Programme	 

10.7 Sélection de l'affichage de positions

Les positions de la figure 10.5 sont les suivantes:

- Position de départ (A)
- Position à atteindre par l'outil (Z)
- Point zéro pièce (W)
- Point zéro règle (M)

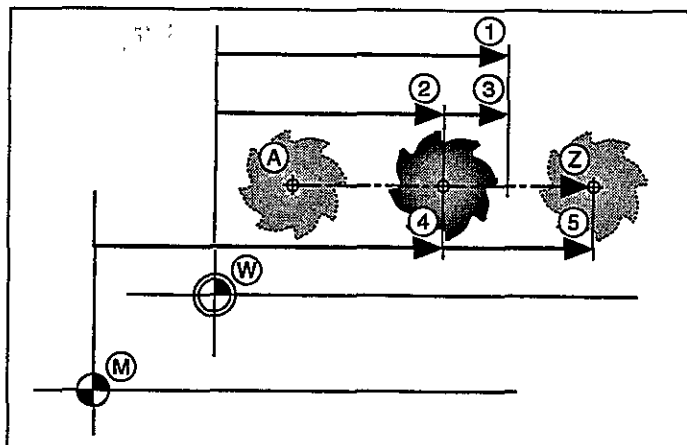


Fig. 10.5: Positions caractéristiques sur la pièce et sur la règle

Les affichages de positions de la TNC peuvent contenir les coordonnées suivantes:

- Position nominale donnée momentanément par la TNC ① NOM
- Position effective à laquelle se trouve l'outil se trouve actuellement ② EFF
- Erreur de poursuite; différence entre la position nominale et la position effective ③ ER.P
- Position de référence; position effective calculée par rapport au point zéro règle ④ REF
- Chemin restant jusqu'à la position programmée; différence entre la position effective et la position à atteindre ⑤ DIST

La fonction MOD: AFFICHAGE DE POSITION (cf. fig. 10.3) permet de sélectionner différents types de représentation des coordonnées pour l'affichage d'état et l'affichage d'état supplémentaire:

- AFFICHAGE DE POSITION dans l'affichage d'état:
type de représentation en haut
- AFFICHAGE DE POSITION dans l'affichage d'état supplémentaire:
type de représentation en bas

10.8 Sélection de l'unité de mesure

Cette fonction MOD définit si les coordonnées doivent être affichées en mm ou en pouce.

- Système métrique: par ex. X = 15,789 (mm)
Fonction MOD COMMUTATION MM/INCH MM
Affichage avec 3 chiffres après la virgule
- Affichage en pouce: par ex. X = 0,6216 (pouce)
Fonction MOD COMMUTATION MM/INCH INCH
Affichage avec 4 chiffres après la virgule

10.9 Sélection de la langue de programmation pour \$MDI

Pour le fichier \$MDI, la commutation entre la programmation en dialogue conversationnel HEIDENHAIN et la programmation en DIN/ISO est réalisée au moyen de la fonction MOD INTRODUCTION DE PROGRAMME:

- Programmation de \$MDI.H en dialogue conversationnel:
INTRODUCTION DE PROGRAMME: HEIDENHAIN
- Programmation de \$MDI.I selon DIN/ISO:
INTRODUCTION DE PROGRAMME: ISO

10.10 Sélection d'axe pour générer une séquence L (en dialogue conversationnel Texte clair seulement)

Dans le champ d'introduction permettant la SELECTION D'AXE, vous définissez les coordonnées de la position effective de l'outil qui doivent être prises en compte pour une séquence L. Une séquence L séparée est créée à l'aide de la touche "Prise en compte de position effective" (cf. Manuel d'utilisation dialogue conversationnel). La TNC 407 permet de prendre en compte 3 coordonnées max. et les deux TNC 415B et TNC 425, 5 coordonnées max. La sélection des axes est réalisée par bit, de la même manière qu'avec les paramètres-machine:

SELECTION D'AXE	%11111	Prendre en compte les axes X, Y, Z, IV, V
SELECTION D'AXE	%01111	Prendre en compte les axes X, Y, Z, IV
SELECTION D'AXE	%00111	Prendre en compte les axes X, Y, Z
SELECTION D'AXE	%00011	Prendre en compte les axes X, Y
SELECTION D'AXE	%00001	Prendre en compte l'axe X

10.11 Introduction de limitations pour les zones de déplacement

Dans la zone de déplacement max., il est possible de limiter la course utile pour les axes de coordonnées.

Exemple d'application:

Protection d'un appareil diviseur contre tout risque de collision

La zone de déplacement max. est limitée par un commutateur de fin de course.

La course utile est limitée au moyen de la fonction MOD: AXIS LIMIT.

Dans les sens positif et négatif des axes, les valeurs max. sont introduites de manière à ce qu'elles se réfèrent au point zéro machine.

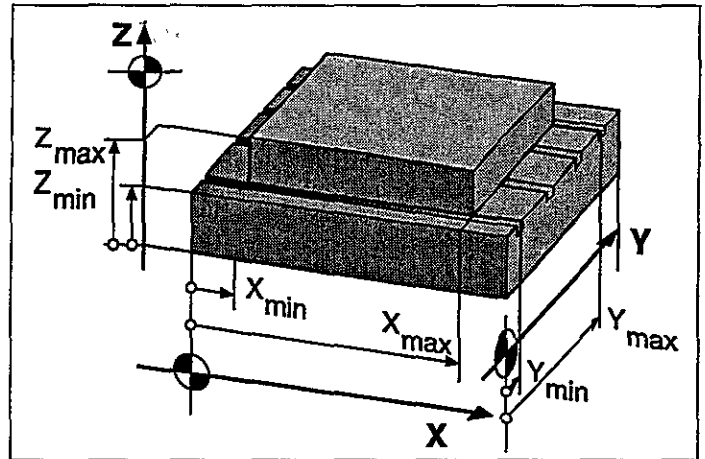
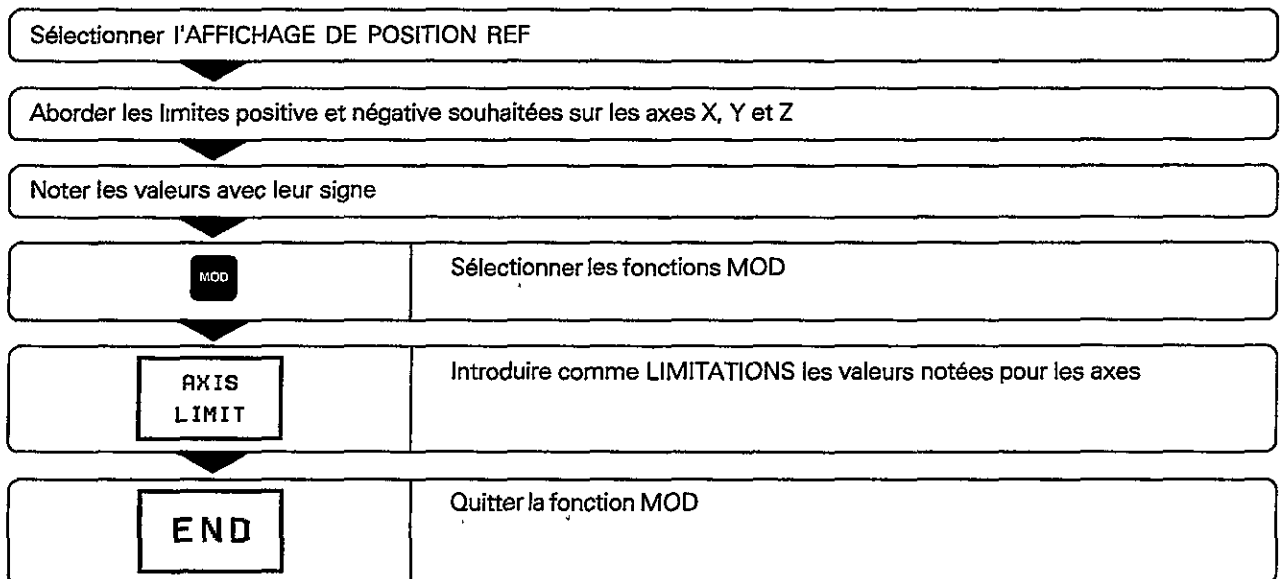


Fig. 10.6: Limitations de zone de déplacement sur la pièce

Usinage sans limitation de zone de déplacement

Lorsque le déplacement dans les axes de coordonnées doit s'effectuer sans limitation de la zone de déplacement, le déplacement max. de la TNC (+/- 99 999,999 mm) est alors introduit comme AXIS LIMIT.

Calcul et introduction de la zone de déplacement max.



- Les corrections de rayon d'outil ne sont pas prises en compte lors des limitations de zones de déplacement.
- Les limitations de zones de déplacement et commutateur de fin de course ne seront pris en compte qu'après avoir franchi les points de référence.

Affichage du point zéro

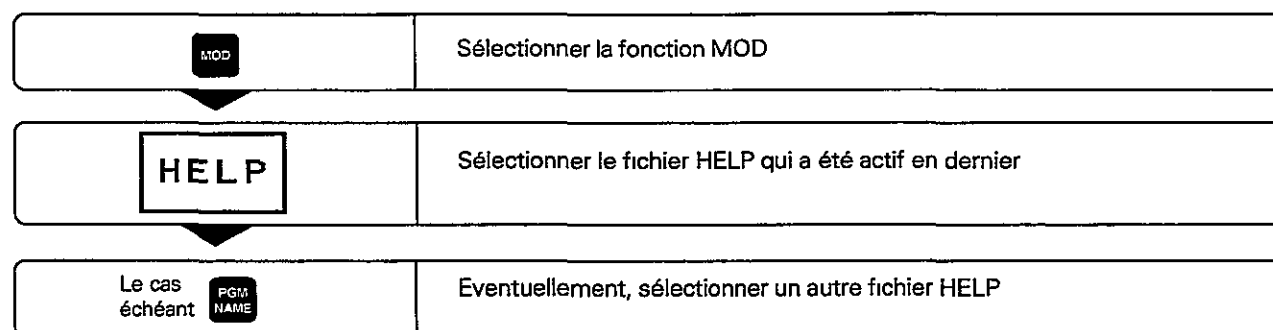
Les valeurs affichées en bas et à gauche de l'écran correspondent aux points de référence initialisés manuellement et par rapport au point zéro machine. Ils ne peuvent pas être modifiés dans le menu de l'écran.

10.12 Affichage des fichiers HELP

Les fichiers HELP (fichiers d'aide) sont destinés à seconder l'utilisateur dans certaines situations où des instructions définies sont rendues nécessaires (par ex., dégagement des axes de la machine après une coupure d'alimentation). Les fonctions auxiliaires peuvent également être documentées dans un fichier HELP, ce qui permet éventuellement de pouvoir éviter de consulter le Manuel d'utilisation.

Les fichiers HELP ne sont pas disponibles sur chaque machine. Pour plus amples informations, contacter le constructeur de la machine.

Sélectionner les fichiers HELP



MEMORISATION PROGRAMME						MEMORISATION PROGRAMME
PLAN D'USINAGE						
DANS LE MODE DE FONCTIONNEMENT MANUEL, LORSQUE LA FONCTION EXECUTION DE PROGRAMME D'UN PLAN INCLINE A ETE ACTIVEE, LE CYCLE PREND EFFET DES DEFINITION DANS LE PROGRAMME D'USINAGE.						
EFF.	X	-29,721	Y	+140,314		
	Z	-9,617	C	+130,894		
	B	+25,750				
T			F 0	M 5/9		
INSERT OVERWRITE	MOVE WORD >>	MOVE WORD <<	PAGE ↓	PAGE ↑	BEGIN TEXT	END TEXT FIND

Fig. 10.7: Fichier HELP dans un mode de fonctionnement machine

11 Tableaux, sommaires, diagrammes

11.1 Paramètres utilisateur généraux 11-2

Possibilités d'introduction des paramètres-machine	11-2
Sélectionner les paramètres utilisateur généraux	11-2
Transmission externe des données	11-3
Systèmes de palpage 3D et digitalisation	11-4
Affichages TNC, éditeur TNC	11-7
Usinage et exécution de programme	11-12
Manivelles électroniques	11-13

11.2 Fonctions auxiliaires (fonctions M) 11-14

Fonctions auxiliaires avec action déterminée	11-14
Fonctions auxiliaires libres	11-16

11.3 Paramètres Q réservés 11-16

11.4 Diagrammes pour l'usinage de la pièce 11-18

Vitesse de rotation broche S	11-18
Avance F	11-19
Avance taraudage F	11-20

11.5 Informations techniques 11-21

Fonctions programmables	11-22
Accessoires	11-24

11.6 Messages de la TNC 11-26

Messages TNC relatifs à la programmation	11-26
Messages TNC relatifs au test et à l'exécution de programme	11-27

11.7 Lettres d'adresses (DIN/ISO) 11-31

Fonctions G	11-31
Définitions de paramètres	11-34

11.1 Paramètres utilisateur généraux

Les paramètres utilisateur généraux sont des paramètres-machine qui influent sur le comportement de la TNC. Ils permettent de configurer par exemple:

- la langue de dialogue
- l'interface
- les vitesses de déplacement
- le déroulement d'opérations d'usinage
- l'action d'un potentiomètre

Possibilités d'introduction des paramètres-machine

Les paramètres-machine peuvent être introduits, au choix, sous forme de

- nombres décimaux:
N'introduire que la valeur numérique
- nombres binaires:
Avant la valeur numérique, introduire un % (pourcentage)
- nombre hexadécimal:
Avant la valeur numérique, introduire un \$ (signe dollar)

Exemple:

Au lieu du nombre décimal 27, on peut introduire le nombre binaire %11011 ou hexadécimal \$1B.

Les différents paramètres-machine peuvent être donnés simultanément dans les différents systèmes numériques.

Certains paramètres-machine ont plusieurs fonctions. La valeur d'introduction de ces paramètres-machine résulte de la somme des différentes valeurs notées sous "introduction" (valeurs marquées du signe +).

Sélectionner les paramètres utilisateur généraux

On sélectionne les paramètres utilisateur généraux en introduisant le code 123 dans les fonctions MOD.



Les fonctions MOD comportent également des paramètres utilisateur spécifiques de la machine (USER PARAMETER).

Transmission externe des données**Adaptation des interfaces TNC EXT1 (5020.0) et EXT2 (5020.1) à l'appareil externe:**

PM 5020.x 7 bits de données (code ASCII, 8ème bit = parité) **+0**
 8 bits de données (code ASCII, 9ème bit = parité) **+1**

Caractère BCC au choix: **+0**

Caractère de commande BCC non autorisé: **+2**

Arrêt de transmission par RTS actif: **+4**

Arrêt de transmission par RTS non actif: **+0**

Arrêt de transmission par DC3 actif: **+8**

Arrêt de transmission par DC3 non actif: **+0**

Parité de caractère paire: **+0**

Parité de caractère impaire: **+16**

Parité de caractère souhaitée: **+0**

Parité de caractère non souhaitée: **+32**

11/2 bit de stop: **+0**

2 bits de stop: **+64**

1 bit de stop: **+128**

1 bit de stop: **+192**

Exemple:

Aligner l'interface TNC EXT2 (PM 5020.1) sur l'appareil externe à l'aide de la configuration suivante:

8 bits de données, caractère BCC au choix, arrêt de transmission par DC3, parité paire de caractère, parité de caractère souhaitée, 2 bits de stop

Valeur d'introduction: $1+0+8+0+32+64 = 105$ pour PM 5020.1.

Définir le type d'interface pour EXT1 (5030.0) et EXT2 (5030.1)

PM 5030.x Transmission standard: **0**
 Transmission bloc-à-bloc: **1**

Définir la transmission des données pour EXT1 (xxxx.0) et EXT2 (xxxx.1):

PM 5200.x Début de programme STX: **Valeur décimale pour codes ASCII (0 à 127)**

PM 5201.x Fin de programme ETX

PM 5202.x Introduction des données (1er code) H

PM 5203.x Introduction des données (2ème code) E

PM 5204.x Sortie des données (1er code) H

PM 5205.x Sortie des données (2ème code) A

PM 5206.x Début du bloc d'instructions SOH


PM 5207.x Fin du bloc d'instructions ETB

PM 5208.x Réponse positive ACK


PM 5209.x Réponse négative NAK

PM 5210.x Fin de la transmission EOT

Systèmes de palpage 3D et digitalisation	
Sélectionner le système de palpage	
PM 6200	Installer système de palpage à commutation: 0 Installer système de palpage mesurant: 1
Définir le type de transmission	
PM 6010	Système de palpage avec transmission par câble: 0 Système de palpage avec transmission infra-rouge: 1
Avance de palpage pour TS 120/TS 511	
PM 6120	80 à 3 000 [mm/min.]
Course max. jusqu'au point de palpage	
PM 6130	0 à 99 999,9999 [mm]
Distance d'approche jusqu'au point de palpage lors d'une mesure automatique	
PM 6140	0 à 99 999,9999 [mm]
Avance rapide de palpage pour TS 120/TS 511	
PM 6150	1 à 300 000 [mm/min.]
Mesure du déport de la tige de palpage lors de l'étalonnage du TS 120/TS 511	
PM 6160	Pas de rotation à 180° du système de palpage 3D lors de l'étalonnage: 0 Fonction M pour rotation à 180° du système de palpage 3D lors de l'étalonnage: 1 à 88
Graissage de l'axe du système de palpage lors de la digitalisation à l'aide du TS 120	
PM 6220	Course dans l'axe de palpage en fin de ligne: 0 à 99 999,9999 [mm]
Graissage de l'axe du système de palpage lors de la digitalisation à l'aide du TS 120	
PM 6221	Durée à l'issue de laquelle intervient le graissage: 0 à 65 535 [sec.]

Systèmes de palpage 3D et digitalisation	
PM6300	Réservé
Profondeur de plongée de la tige de palpage lors de la digitalisation avec le TM 110	
PM6310	0,1 à 2,0000 [mm] (recommandation: 1mm)
Mesure du déport de la tige de palpage lors de l'étalonnage du TM 110	
PM 6321	Mesurer le déport: 0 Ne pas mesurer le déport: 1
Affectation de l'axe de palpage à l'axe de la machine avec le TM 110	
	L'affectation des systèmes de palpage aux axes de la machine doit être définie; dans le cas contraire, danger de rupture de la tige de palpage
PM6322.0	L'axe X de la machine est parallèle à L'axe du système de palpage X: 0 L'axe du système de palpage Y: 1 L'axe du système de palpage Z: 2
PM6322.1	L'axe Y de la machine est parallèle à L'axe du système de palpage X: 0 L'axe du système de palpage Y: 1 L'axe du système de palpage Z: 2
PM6322.2	L'axe Z de la machine est parallèle à L'axe du système de palpage X: 0 L'axe du système de palpage Y: 1 L'axe du système de palpage Z: 2
Déviation max. de la tige de palpage du TM 110	
PM6330	0,1 à 4,0000 [mm]
Avance de positionnement du TM 110 jusqu'au point MIN et d'approche du contour	
PM6350	10 à 3 000 [mm/min.]
Avance de palpage pour TM 110	
PM6360	10 à 3 000 [mm/min.]
Avance rapide dans le cycle de palpage pour TM 110	
PM6361	10 à 3 000 [mm/min.]
Réduction d'avance lors de la déviation latérale de la tige de palpage du TM 110	
	La TNC réduit l'avance en fonction d'une valeur caractéristique donnée. L'avance min. est de 10% de l'avance de digitalisation programmée.
PM6362	Réduction de l'avance inactive: 0 Réduction de l'avance active: 1
Fenêtre-cible pour la digitalisation de courbes de niveaux avec TM 110	
	Lors de la digitalisation de courbes de niveaux, le point final d'une courbe de niveaux ne coïncide pas exactement avec le point initial. PM 6390 permet de définir une fenêtre-cible carrée à l'intérieur de laquelle doit se situer le point final à l'issue d'une rotation. La valeur à introduire définit la demi-longueur du côté du carré.
PM6390	0,1 à 4,0000 [mm]

Systèmes de palpage 3D et digitalisation	
Etalonnage du rayon avec TT 110: Sens du palpage	
PM6505	Sens de palpage positif dans l'axe de référence angulaire (axe 0°): 0 Sens de palpage positif dans l'axe +90°: 1 Sens de palpage négatif dans l'axe de référence angulaire (axe 0°): 2 Sens de palpage négatif dans l'axe +90°: 3
Avance de palpage pour la deuxième mesure avec TT 110, forme de la tige, corrections avec TOOL.T	
PM6507	Calcul avance palpage pour 2ème mesure avec TT 110, avec tolérance constante: +0 Calcul avance palpage pour 2ème mesure avec TT 110, avec tolérance variable: +1 Avance de palpage constante pour 2ème mesure avec TT 110: +2 TT 110 avec tige de palpage cylindrique: +0 TT 110 avec tige de palpage cubique: +64 Inscrire automatiquement les résultats de la mesure dans TOOL.T: +0 Ne pas exécuter de corrections dans TOOL.T: +128
Erreur de mesure max. admissible avec TT 110 lors d'une mesure réalisée avec outil en rotation	
nécessaire pour le calcul de l'avance en liaison avec PM 6570.	
PM6510	0,001 à 0,999 [mm] (recommandation: 0.005 mm)
Avance de palpage pour TT 110 lors d'une mesure réalisée avec l'outil à l'arrêt	
PM6520	10 à 3 000 [mm/min.]
Etalonnage du rayon avec TT 110: écart entre l'arête inférieure de l'outil et l'arête supérieure de la tige de palpage	
PM6530	0,0001 à 9 999,9999 [mm]
Zone de sécurité autour du TT 110 pour le prépositionnement	
PM6540	0,0001 à 9 999,9999 [mm]
Avance rapide dans le cycle de palpage avec TT 110	
PM6550	10 à 10 000 [mm/min.]
Etalonnage dent par dent avec TT 110: fonction M pour l'orientation de la broche	
PM6560	0 à 88
Mesure avec outil en rotation: vitesse de rotation admissible sur le pourtour de la fraise	
PM6570	40,000 à 120,0000 [tours/min.]
Coordonnées REF du centre de la tige de palpage du TT 110	
PM6580.0	Axe X: -99 999,9999 à 99 999,9999 [mm]
PM6580.1	Axe Y: -99 999,9999 à 99 999,9999 [mm]
PM6580.2	Axe Z: -99 999,9999 à 99 999,9999 [mm]

Affichages TNC, éditeur TNC	
Configuration du poste de programmation	
PM7210	TNC avec machine: 0 TNC comme poste de programmation avec automate actif: 1 TNC comme poste de programmation avec automate inactif: 2
Confirmer automatiquement le dialogue COUPURE D'ALIMENTATION après mise sous tension	
PM7212	Confirmer à l'aide de la touche: 0 Confirmer automatiquement: 1
Programmation DIN/ISO: définir le pas de numérotation	
PM7220	0 à 150
Définir la longueur du nom de fichier	
PM7222	8 caractères max.: 0 12 caractères max.: 1 16 caractères max.: 2
Blocage des types de fichiers	
	Lorsque vous bloquez un type de fichiers, la TNC efface tous les fichiers de ce type.
PM7224.0	Ne bloquer aucun type de fichiers: +0 Bloquer les programmes HEIDENHAIN: +1 Bloquer les programmes en DIN/ISO: +2 Bloquer les tableaux d'outils: +4 Bloquer les tableaux de points zéro: +8 Bloquer les tableaux de palettes: +16 Bloquer les fichiers-texte: +32
Blocage de l'édition de types de fichiers	
PM7224.1	Ne pas bloquer l'éditeur: +0 Bloquer l'éditeur pour les programmes HEIDENHAIN: +1 Bloquer l'éditeur pour les programmes en DIN/ISO: +2 Bloquer l'éditeur pour les tableaux d'outils: +4 Bloquer l'éditeur pour les tableaux de points zéro: +8 Bloquer l'éditeur pour les tableaux de palettes: +16 Bloquer l'éditeur pour les fichiers-texte: +32

Affichages TNC, éditeur TNC	
Configuration des fichiers de palettes	
PM7226.0	Fichier de palettes inactif: 0 Nombre de palettes par fichier de palettes: 1 à 255
Configuration des fichiers de points zéro	
PM7226.1	Tableau de points zéro inactif: 0 Nombre de tableaux par tableau de points zéro: 1 à 255
Définir la langue du dialogue	
PM7230	Français: 0 Anglais: 1
Protection des cycles constructeur dans la mémoire de programme de la TNC	
PM7240	Protéger les programmes: 0 Ne pas protéger les programmes: 1
Configuration du tableau d'outils	
PM7260	inactif: 0 Nombre d'outils par tableau d'outils: 1 à 254
Configuration des tableaux d'emplacements d'outils	
PM7261	inactif: 0 Nombre d'emplacements par tableau d'emplacements: 1 à 254
Configuration du tableau d'outils; numéro de colonne dans le tableau d'outils pour (ne pas exécuter: 0)	
PM7266.0	Nom de l'outil - NOM: 1 à 16
PM7266.1	Longueur d'outil - L: 1 à 16
PM7266.2	Rayon d'outil - R: 1 à 16
PM7266.3	Rayon d'outil - R2: 1 à 16
PM7266.4	Surépaisseur longueur - DL: 1 à 16
PM7266.5	Surépaisseur rayon - DR: 1 à 16
PM7266.6	Surépaisseur rayon 2 - DR2: 1 à 16
PM7266.7	Outil bloqué - TL: 1 à 16
PM7266.8	Outil jumeau - RT: 1 à 16
PM7266.9	Durée d'utilisation max. - TIME 1: 1 à 16
PM7266.10	Durée d'utilisation max. avec TOOL CALL - TIME2: 1 à 16
PM7266.11	Durée d'utilisation actuelle - CUR. TIME: 1 à 16
PM7266.12	Commentaire sur l'outil - DOC: 1 à 16
PM7266.13	Nombre de dents - CUT: 1 à 16
PM7266.14	Tolérance pour la longueur d'outil - LTOL: 1 à 16
PM7266.15	Tolérance pour le rayon d'outil - RTOL: 1 à 16
PM7266.16	Direction de la dent - DIRECT: 1 à 16

Affichages TNC, éditeur TNC

Configuration du tableau d'emplacements d'outils; n° de colonne dans le tableau d'outils pour (ne pas exécuter: 0)

PM7267.0 Numéro d'outil – T: **1 à 5**

PM7267.1 Outil spéciale – ST: **1 à 5**

PM7267.2 Emplacement fixe – F: **1 à 5**

PM7267.3 Emplacement bloqué – L: **1 à 5**

PM7267.4 AP – état – AP: **1 à 5**

Mode de fonctionnement MANUEL: affichage de l'avance

PM7270 N'afficher l'avance F que lorsqu'une touche de sens d'axe est actionnée: **0**
Afficher l'avance F, même si aucune touche de sens d'axe n'est actionnée (avance de l'axe "lent"): **1 1**

Définir le signe décimal

PM7280 Virgule comme signe décimal: **0**
Point comme signe décimal: **1**

Affichage de position dans l'axe d'outil

PM7285 L'affichage se réfère au point de référence de l'outil: **0**
L'affichage dans l'axe d'outil se réfère à la surface frontale de l'outil: **1**

Résolution d'affichage pour l'axe X

PM7290.0 0,1 mm: **0**
0,05 mm: **1**
0,01 mm: **2**
0,005 mm: **3**
0,001 mm: **4**
0,0005 mm: **5**
0,0001 mm: **6**

Résolution d'affichage pour l'axe Y

PM7290.1 0,1 mm: **0**
0,05 mm: **1**
0,01 mm: **2**
0,005 mm: **3**
0,001 mm: **4**
0,0005 mm: **5**
0,0001 mm: **6**

Résolution d'affichage pour l'axe Z

PM7290.2 0,1 mm: **0**
0,05 mm: **1**
0,01 mm: **2**
0,005 mm: **3**
0,001 mm: **4**
0,0005 mm: **5**
0,0001 mm: **6**

Affichages TNC, éditeur TNC**Résolution d'affichage pour l'axe IV**

PM7290.3 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Résolution d'affichage pour l'axe V

PM7290.3 0,1 mm: **0**
 0,05 mm: **1**
 0,01 mm: **2**
 0,005 mm: **3**
 0,001 mm: **4**
 0,0005 mm: **5**
 0,0001 mm: **6**

Blocage d'initialisation du point de référence

PM7295 Ne pas bloquer l'initialisation du point de référence: **+0**
 Bloquer l'initialisation du point de référence dans l'axe X: **+1**
 Bloquer l'initialisation du point de référence dans l'axe Y: **+2**
 Bloquer l'initialisation du point de référence dans l'axe Z: **+4**
 Bloquer l'initialisation du point de référence dans l'axe IV: **+8**
 Bloquer l'initialisation du point de référence dans l'axe V: **+16**

Blocage d'initialisation du point de référence à l'aide des touches d'axes orange

PM7296 Ne pas bloquer l'initialisation du point de référence: **0**
 Bloquer l'initialisation du point de référence au moyen des touches d'axes orange: **1**

Annulation de l'affichage d'état, des paramètres Q et des données d'outil

PM7300 Tout annuler si le programme est sélectionné: **0**
 Tout annuler si le programme est sélectionné et avec M02, M30, END PGM: **1**
 N'annuler que l'affichage d'état et les données d'outil si le PGM est sélectionné: **2**
 N'annuler que l'affichage d'état et les données d'outil si le PGM est sélectionné et avec M02, M30 et END PGM: **3**
 Annuler l'affichage d'état et les paramètres Q si le PGM est sélectionné: **4**
 Annuler l'affichage d'état et les paramètres Q si le PGM est sélectionné et avec M02, M30 et END PGM: **5**
 Annuler l'affichage d'état si le PGM est sélectionné: **6**
 Annuler l'affichage d'état si le PGM est sélectionné et avec M02, M30 et END PGM: **7**

Définition de la représentation graphique

PM7310 Représentation graphique en 3 plans selon DIN 6, chap. 1, méthode de projection 1: **+0**
 Représentation graphique en 3 plans selon DIN 6, chap. 1, méthode de projection 2: **+1**
 Pas de rotation du système de coordonnées pour la représentation graphique: **+0**
 Rotation de 90° du système de coordonnées pour la représentation graphique: **+2**
 Afficher nouvelle BLK FORM dans cycle 7 PT ZERO par rapport à l'ancien pt zéro: **+0**
 Afficher nouvelle BLK FORM dans cycle 7 PT ZERO par rapport au nouveau pt zéro: **+4**
 Ne pas afficher la position du curseur dans la représentation en trois plans: **+0**
 Afficher la position du curseur dans la représentation en trois plans: **+8**

Affichages TNC, éditeur TNC	
Simulation graphique sans axe d'outil programmé: rayon d'outil	
PM7315	0 à 99 999,9999 [mm]
Simulation graphique sans axe d'outil programmé: profondeur de pénétration	
PM7316	0 à 99 999,9999 [mm]
Simulation graphique sans axe d'outil programmé: fonction M pour début de la simulation	
PM7317.0	0 à 88 (0: fonction inactive)
Simulation graphique sans axe d'outil programmé: fonction M pour fin de la simulation	
PM7317.1	0 à 88 (0: fonction inactive)
Cycle 17: Orientation broche en début de cycle	
PM7160	Exécuter l'orientation broche: 0 Ne pas exécuter d'orientation broche: 1
Définir la mémoire de programmes de la TNC occupée lors de la transmission bloc-à-bloc	
PM7228.0	Mémoire min. utilisée: 1 à 1024 [Koctets]
PM7228.1	Mémoire max. utilisée: 1 à 1024 [Koctets]
Effet du cycle 11 FACTEUR ECHELLE	
PM7410	FACTEUR ECHELLE actif sur 3 axes: 0 FACTEUR ECHELLE actif uniquement dans le plan d'usinage: 1
Données d'outil dans le cycle de palpage programmé PALPAGE 0	
PM7411	Ecraser les données d'outil actuelles par les données d'étalonnage du palpeur 3D: 0 Les données d'outil actuelles seront sauvegardées: 1

Usinage et exécution de programme**Cycle 6 EVIDEMENT: Définir le mode de travail**

PM7420 Fraisage d'un canal le long du contour, sens horaire pour îlots, sens anti-horaire pour poches: **+0**
 Fraisage d'un canal le long du contour, sens horaire pour poches, sens anti-horaire pour îlots: **+1**
 Fraisage du canal de contour avant l'évidement: **+0**
 Fraisage du canal de contour après l'évidement: **+2**
 Combinaison de contours corrigés: **+0**
 Combinaison de contours non-corrigés: **+4**
 Evidement jusqu'au fond de la poche: **+0**
 Fraisage du contour et évidement intégral de la poche avant chaque passe suivante: **+8**

Cycle 4 FRAISAGE DE POCHES et cycle 5 POCHES CIRCULAIRES: Facteur de recouvrement

PM7430 **0,1 à 1,414**

Tolérance admissible du point final de la trajectoire circulaire par rapport à la trajectoire idéale

PM7431 **0,0001 à 0,016 [mm]**

Comportement de certaines fonctions auxiliaires M

PM7440 Arrêt de l'exécution du programme avec M06: **+0**
 Pas d'arrêt de l'exécution du programme avec M06: **+1**
 Pas d'appel de cycle avec M89: **+0**
 Appel modal de cycle avec M89: **+1**
 Arrêt de l'exécution du programme avec fonctions M: **+0**
 Pas d'arrêt de l'exécution du programme avec fonctions M: **+4**
 Facteurs k_x non commutables par M105 et M106: **+0**
 Facteurs k_y commutables par M105 et M106: **+8**
 Réduction inactive de l'avance dans l'axe d'outil avec M103F.. : **+0**
 Réduction active de l'avance dans l'axe d'outil avec M103F.. : **+16**



Les facteurs k_x sont définis par le constructeur de la machine qui vous fournira plus amples informations.

Angle pour le changement de sens abordé encore avec vitesse de contournage constante (coin avec R0, "angle interne" également avec correction de rayon)

Valable en mode avec erreur de poursuite et pré-commande de vitesse

PM7460 **0,0000 à 179,9999 [°]**

Les points zéro dans le tableau de points zéro se réfèrent au:

PM7475 Point zéro pièce: **0**
 Point zéro machine: **1**

Manivelles électroniques**Définir le type de manivelle**

PM7640 Machine sans manivelle: **0**
HR 330 avec touches auxiliaires - Les touches de sens d'axes et d'avance rapide situées sur la manivelle sont exploitées par la TNC: **1**
HR 130 sans touches auxiliaires: **2**
HR 330 avec touches auxiliaires - Les touches de sens d'axes et d'avance rapide situées sur la manivelle sont exploitées par l'automate: **3**
HR 332 avec douze touches auxiliaires: **4**
Manivelle multiple avec touches auxiliaires: **5**

Facteur de subdivision

PM7641 introduit à partir du clavier: **0**
défini par l'automate: **1**

Fonctions affectées à la manivelle par le constructeur de la machine

PM 7645.0 0 à 255

PM 7645.1 0 à 255

PM 7645.2 0 à 255

PM 7645.3 0 à 255

PM 7645.4 0 à 255

PM 7645.5 0 à 255

PM 7645.6 0 à 255

PM 7645.7 0 à 255

11.2 Fonctions auxiliaires (fonctions M)

Fonctions auxiliaires à action déterminée

M	Fonction	Active en	
		début de séquence	fin de séquence
M00	Arrêt de déroulement du programme/arrêt broche/arrêt arrosage		•
M02	Arrêt déroulement du programme/arrêt broche/arrêt arrosage/éventuellement, effacement affichage d'état (par paramètre-machine)/retour séquence 1		•
M03	Broche activée dans le sens horaire	•	
M04	Broche activée dans le sens anti-horaire	•	
M05	Arrêt broche		•
M06	Changement d'outil/arrêt de déroulement du programme (en fonction des paramètres-machine)/arrêt broche		•
M08	Marche arrosage	•	
M09	Arrêt arrosage		•
M13	Marche broche dans le sens horaire/marche arrosage	•	
M14	Marche broche dans le sens anti-horaire/marche arrosage	•	
M30	identique à M02		•
M89	Fonction auxiliaire libre	•	
	ou _____ appel de cycle, effet modal (en fonction des paramètres-machine)		•
M90	Vitesse contournage constante aux angles (seulement en mode ERP)	•	
M91	Séquence de positionnement: Coordonnées se réfèrent au zéro machine	•	
M92	Séquence de positionnement: Coordonnées se réfèrent à une position définie par le constructeur, à la position de changement de l'outil, par ex.	•	
M93	Réservée	•	
M94	Réduction de l'affichage de position dans l'axe rotatif à une valeur < 360°	•	
M95	Réservée		•
M96	Réservée		•
M97	Usinage de petits éléments de contour		•
M98	Usinage complet d'angles de contours ouverts		•
M99	Appel de cycle actif pas-à-pas		•
M101	Changement d'outil automatique avec outil-jumeau après écoulement de la durée d'utilisation max.	•	•
M102	Annulation de la fonction M101		•
M103	Réduire au facteur F l'avance lors de la plongée (pourcentage)	•	
M105	Exécuter l'opération d'usinage avec le premier facteur kv	•	
M106	Exécuter l'opération d'usinage avec le deuxième facteur kv	•	
M107	Inhibition du message d'erreur pour outils-jumeaux avec surépaisseur	•	
M108	Annulation de la fonction M107		•
M109	Vitesse de contournage constante à la dent de l'outil sur arcs de cercle (réduction et augmentation de l'avance)	•	
M110	Vitesse contournage constante sur arcs de cercle (réduction avance seulement)	•	
M111	Annulation de la fonction M109/M110		•
M112	Insérer automatiquement un cercle d'arrondi aux raccordements linéaires non tangentiels; tolérance de l'écart de contour à introduire avec T	•	
M113	Annulation de la fonction M112		•
M114	Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage avec inclinaison des axes	•	
M115	Annulation de la fonction M114		•
M116	Avance en mm/min. pour axes circulaires	•	
M118	Transférer le positionnement manivelle en cours d'exécution de PGM	•	

Les fonctions auxiliaires M105 et M106 sont définies et validées par le constructeur de la machine qui vous fournira plus amples informations.



11.2 Fonctions auxiliaires (fonctions M)

Fonctions auxiliaires libres

Les fonctions auxiliaires libres sont définies par le constructeur de la machine et décrites dans le Manuel d'utilisation de la machine.

Action des fonctions auxiliaires libres

M	Fonction	active en	
		Début de séquence	Fin de séquence
M01			•
M07		•	
M10			•
M11		•	
M12			•
M15		•	
M16		•	
M17		•	
M18		•	
M19			•
M20		•	
M21		•	
M22		•	
M23		•	
M24		•	
M25		•	
M26		•	
M27		•	
M28		•	
M29		•	
M31		•	
M32			•
M33			•
M34			•
M35			•
M36		•	
M37		•	
M38		•	
M39		•	
M40		•	
M41		•	
M42		•	
M43		•	
M44		•	
M45		•	
M46		•	
M47		•	
M48		•	
M49		•	

M	Fonction	active en	
		Début de séquence	Fin de séquence
M50		•	
M51		•	
M52			•
M53			•
M54			•
M55		•	
M56		•	
M57		•	
M58		•	
M59		•	
M60			•
M61		•	
M62		•	
M63			•
M64			•
M65			•
M66			•
M67			•
M68			•
M69			•
M70			•
M71		•	
M72		•	
M73		•	
M74		•	
M75		•	
M76		•	
M77		•	
M78		•	
M79		•	
M80		•	
M81		•	
M82		•	
M83		•	
M84		•	
M85		•	
M86		•	
M87		•	
M88		•	

11.3 Paramètres Q réservés

La TNC affecte des valeurs aux paramètres Q100 à Q113. Les paramètres Q reçoivent:

- des valeurs de l'automate
- des informations concernant l'outil et la broche
- des informations sur l'état de fonctionnement, etc.

Valeurs de l'automate: Q100 à Q107

La TNC utilise les paramètres Q100 à Q107 pour transférer des valeurs de l'automate dans un programme CN.

Rayon d'outil: Q108

La valeur effective du rayon de l'outil est affectée au paramètre Q108.

Axe d'outil: Q109

La valeur du paramètre Q109 est fonction de l'axe d'outil en cours d'utilisation.

Axe d'outil	Valeur du paramètre
Pas d'axe d'outil défini	Q109 = -1
Axe Z	Q109 = 2
Axe Y	Q109 = 1
Axe X	Q109 = 0

Fonction de la broche: Q110

La valeur du paramètre Q110 dépend de la dernière fonction M qui a été programmée pour la broche.

Fonction M	Valeur du paramètre
Pas de fonction broche définie	Q110 = -1
M03: Broche activée sens horaire	Q110 = 0
M04: Broche activée sens anti-horaire	Q110 = 1
M05 après M03	Q110 = 2
M05 après M04	Q110 = 3

Arrosage: Q111

Fonction M	Valeur du paramètre
M08: Marche arrosage	Q111 = 1
M09: Arrêt arrosage	Q111 = 0

11.3 Paramètres Q réservés

Facteur de recouvrement: Q112

Le facteur de recouvrement pour le fraisage de poche (PM 7430) est attribué au paramètre Q112.

Unité de mesure dans le programme: Q113

Pour les imbrications avec PGM CALL, la valeur du paramètre Q113 dépend de l'unité de mesure utilisée dans le programme qui appelle en premier d'autres programmes.

Cotation du programme principal	Valeur du paramètre
Système métrique (mm)	Q113 = 0
Cotation en pouce (inch)	Q113 = 1

Longueur d'outil actuelle: Q114

La valeur effective de longueur d'outil est attribuée au paramètre Q114.

Coordonnées issues du palpage en cours d'exécution du programme

Après une mesure programmée réalisée au moyen du système de palpage 3D, les paramètres Q115 à Q118 contiennent les coordonnées de la position de la broche au point de palpage. La longueur la tige et le rayon de la bille de palpage ne sont pas prises en compte pour ces coordonnées.

Axe de coordonnées	Paramètre
Axe X	Q115
Axe Y	Q116
Axe Z	Q117
Axe IV	Q118
Axe V	Q119

11.4 Diagrammes d'usinage de la pièce

Vitesse de rotation broche S

La vitesse de rotation broche S est calculée à partir du rayon d'outil R et de la vitesse de coupe v:

$$S = \frac{V}{2 \cdot R \cdot \pi}$$

Données:

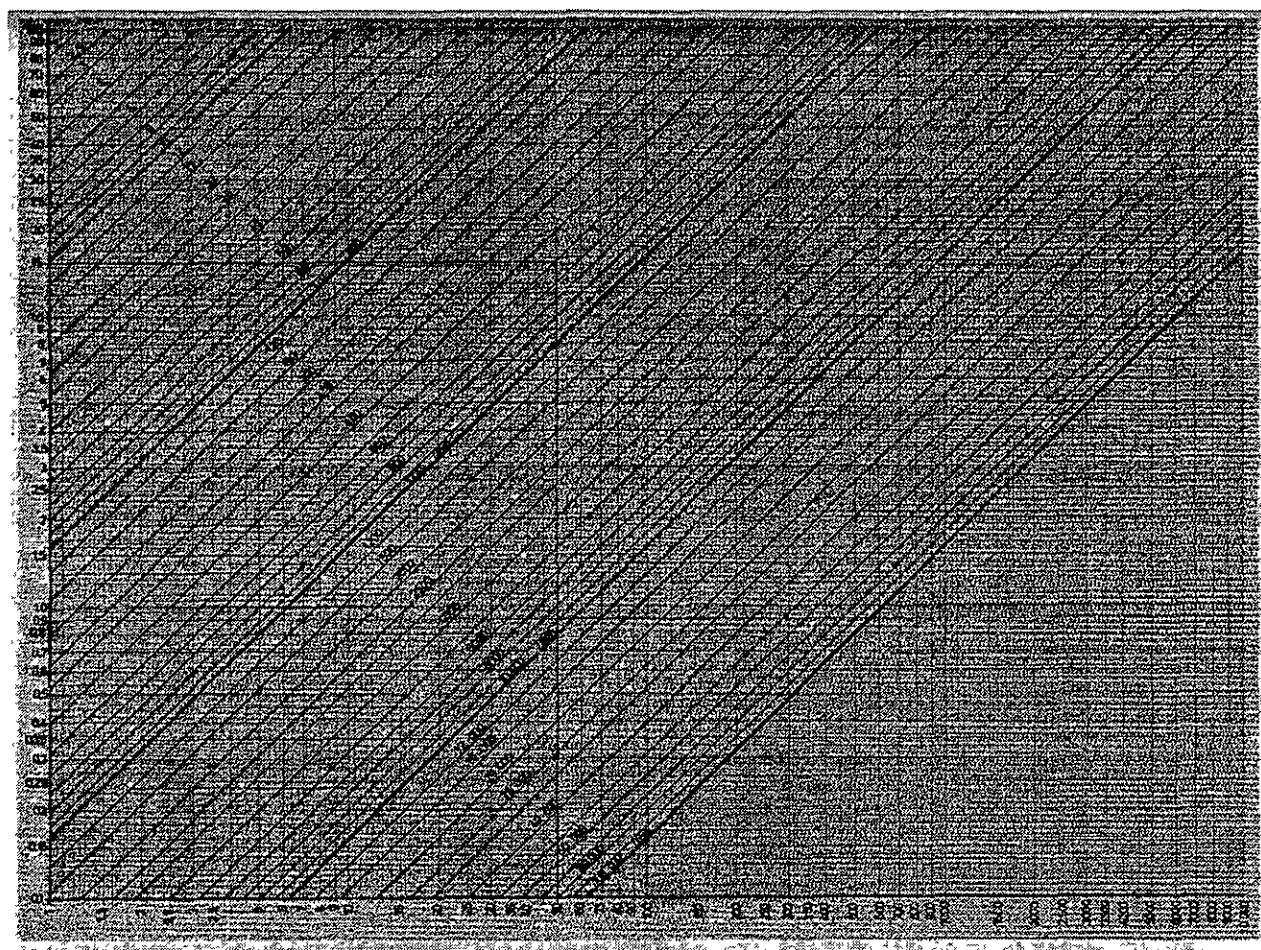
S en 1/min.
V en mm/min.
R en mm

Le diagramme permet de définir directement la vitesse de rotation broche.

Exemple:

Rayon d'outil R = 15 mm
Vitesse de coupe V = 50 m/min.
Vitesse de rotation broche S ~ 500 1/min.
(résultat S = 530 t./min.)

Rayon d'outil
R [mm]



Vitesse de coupe
V [m/min.]

11.4 Diagrammes d'usinage de la pièce

Avance F

L'avance F de l'outil est obtenue à partir du nombre de dents n de l'outil, de la profondeur de passe admissible d et de la vitesse de rotation broche S:

$$F = n \cdot d \cdot S$$

Données:

F en mm/min.

d en mm

S en 1/min.

L'avance résultant de la lecture du diagramme doit être multipliée par le nombre de dents.

Exemple:

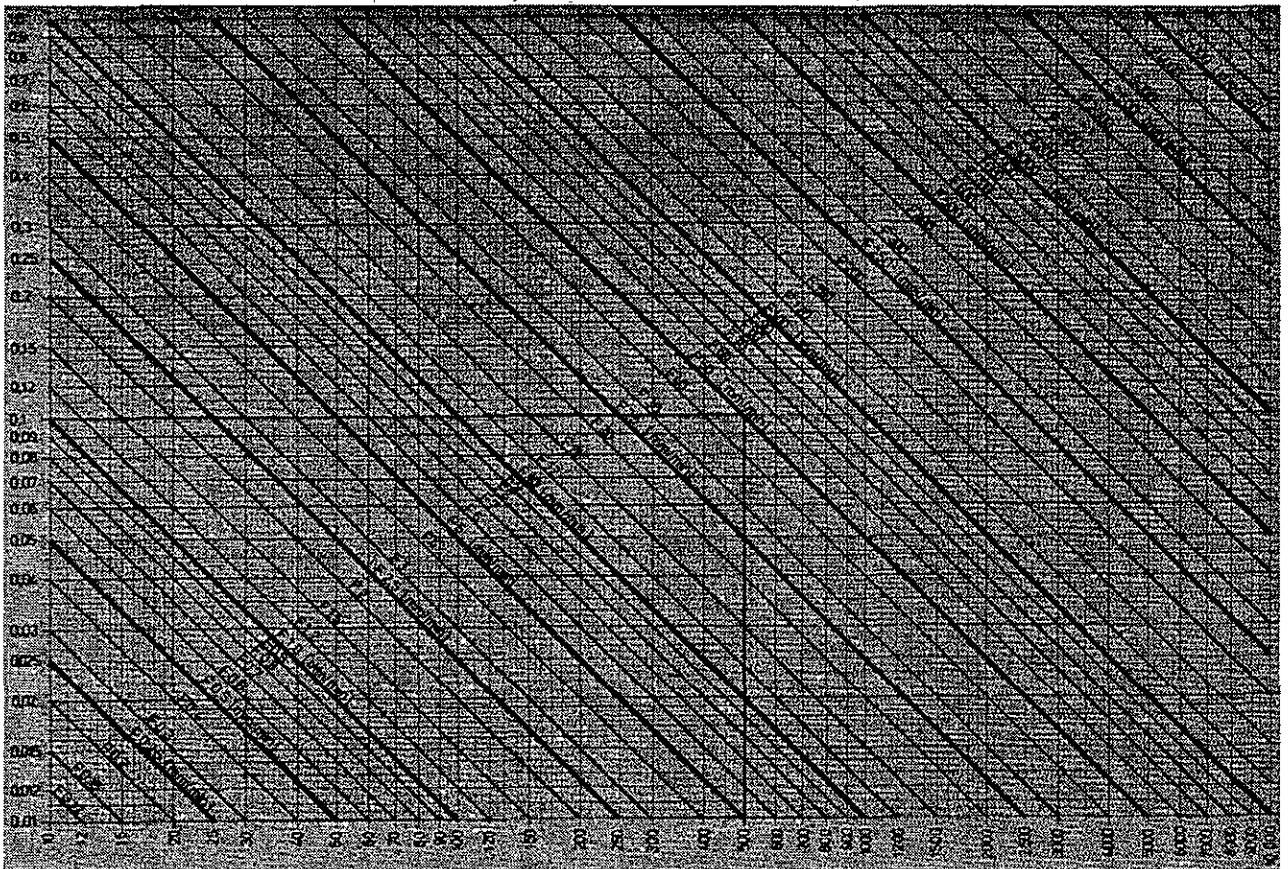
Profondeur de passe	d =	0,1 mm
Vitesse de rotation broche	S =	500 tours/min.
Avance diagramme	F =	50 mm/min.
Nombre de dents	n =	6
Avance à programmer	F =	300 mm/min.



Le diagramme fournit des valeurs indicatives. On part du principe que:

- plongée de l'axe d'outil = 0,5 · R ou
- passe latérale = 0,25 · R
- passe en profondeur = R

Profondeur de passe
d [mm]



Vitesse de rotation broche
S [tours/min.]

Avance taraudage F

L'avance taraudage F est calculée à partir du pas de vis p et de la vitesse de rotation broche:

$$F = p S$$

Données:

F en mm/min.

p en mm/l

S en 1/mm

Le diagramme permet de définir directement l'avance taraudage.

Exemple:

Pas de vis

$$p = 1 \text{ mm/tour}$$

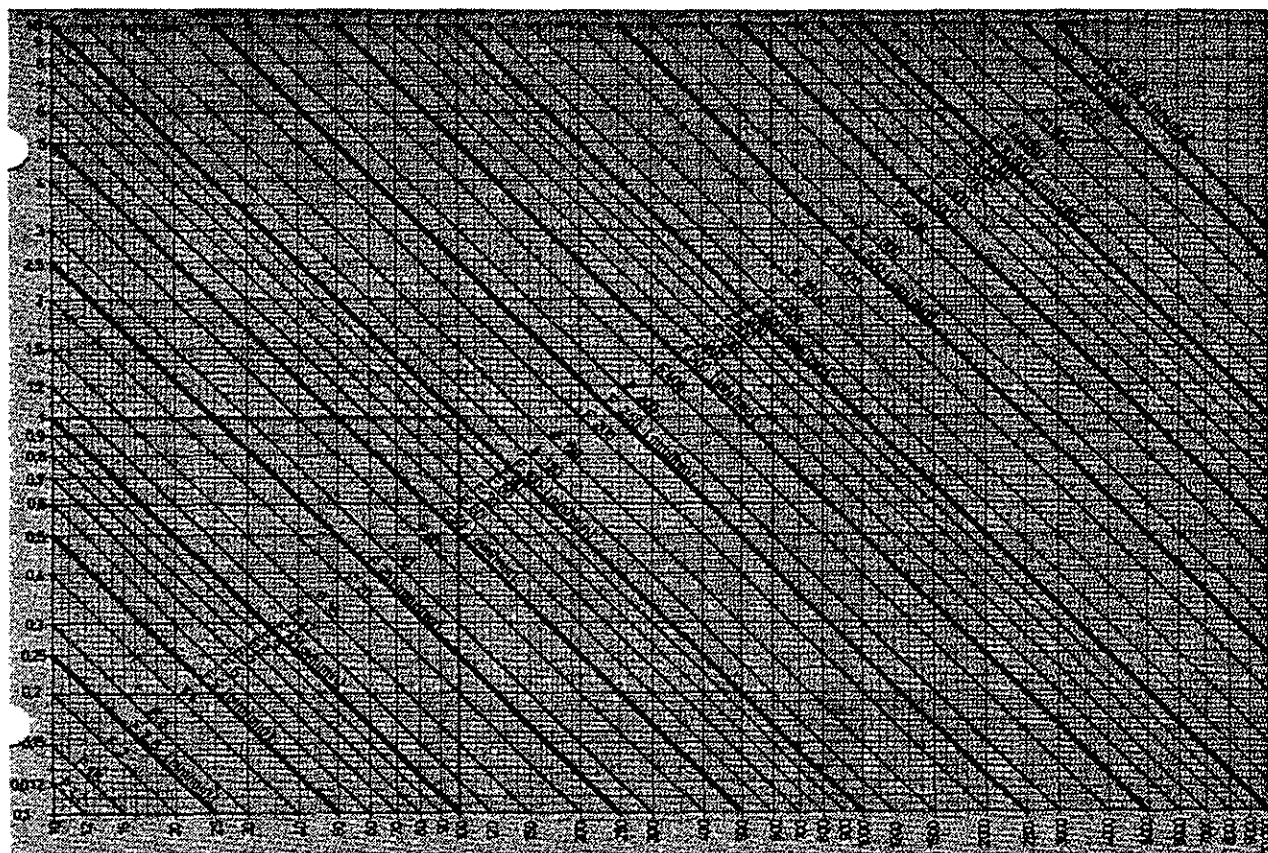
Vitesse de rotation broche

$$S = 100 \text{ tours/min.}$$

Avance taraudage

$$F = 100 \text{ mm/min.}$$

Pas de vis
p [mm/tour]



11.5 Informations techniques

Description en bref

Commande de contournage avec boucle d'asservissement de vitesse digitale intégrée pour machines comportant jusqu'à 5 axes, avec orientation de broche supplémentaire

Éléments

Unité logique, clavier de commande, écran couleur avec softkeys

Interfaces de données

V.24 / RS-232-C

V.11 / RS-422

Interface de données étendue avec protocole LSV-2 pour commande à distance de la TNC via l'interface de données avec logiciel HEIDENHAIN TNCREMO.

Déplacement simultané des axes sur des éléments de contour

- Droites jusqu'à 5 axes
(TNC 407: 3 axes)
Versions export TNC 415 F, TNC 425 E: 4 axes
- Cercles jusqu'à 3 axes (avec plan d'usinage incliné)
- Hélice jusqu'à 3 axes

Fonctionnement en parallèle

pour l'édition de données pendant l'exécution d'un programme d'usinage (sans graphisme avec la TNC 407)

Représentations graphiques

Graphisme de programmation

Graphisme de test

Graphisme d'exécution de programme (sauf avec TNC 407)

Types de fichiers

- Programmes en dialogue conversationnel (Texte clair) HEIDENHAIN et en DIN/ISO
- Tableaux d'outils, de points zéro, fichiers de palettes
- Fichiers texte et fichiers système

Mémoire de programmes

- Avec piles tampon, mémoire pour 100 fichiers
- Capacité 256 koctets (TNC 407: 128 koctets)

Définitions d'outils

- jusqu'à 254 outils dans le programme ou dans les tableaux

„Look Ahead“

- Arrondi défini de transitions discontinues de contours
(par ex. avec formes 3D)
- Examen de collision à l'aide d'un cycle SL pour contours ouverts
- Pré-calcul de la géométrie pour adaptation de l'avance

Fonctions programmables

Éléments du contour

Droite, chanfrein, trajectoire circulaire, centre de cercle, rayon de cercle, trajectoire circulaire avec raccordement par tangemment, arrondi d'angle, approche et sortie du contour en suivant une droite ou trajectoire circulaire

Programmation flexible de contours

pour tous éléments de contour pour lesquels on ne dispose pas de cotation conforme aux normes CN.

Correction de rayon tri-dimensionnelle (sauf avec TNC 407)

pour une modification après-coup des données de l'outil sans qu'il soit besoin de recalculer le programme

Sauts dans le programme

Sous-programme, répétition de partie de programme, programme principal pris comme sous-programme

Cycles d'usinage

Perçage profond et taraudage (également avec asservissement de broche), filetage, fraisage de poches rectangulaires et circulaires, rainurage, usinage de poches et îlots à contours variés, interpolation de la surface d'un cylindre

Conversion de coordonnées

Décalage du point zéro, image miroir, rotation, facteur échelle, inclinaison du plan d'usinage (sauf avec TNC 407)

Utilisation du système de palpage 3D

Fonctions de palpage pour l'initialisation du point de référence et l'étalonnage automatique de la pièce
Digitalisation de formes 3D avec le TM 110 (en option, sauf avec TNC 407)
Digitalisation de formes 3D avec le TS 120 (en option)
Etalonnage automatique d'outils avec le TT 110

Fonctions arithmétiques

Fonctions de calcul de base +, -, * et /,
Fonctions trigonométriques sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan
Racine de valeurs (\sqrt{a}) et somme des carrés ($\sqrt{a^2 + b^2}$)
Élévation d'une valeur au carré (SQ)
Élévation d'une valeur à une puissance (^)
Inverser logiquement (NEG)
Calcul de la valeur absolue (ABS)
Suppression d'emplacements avant la virgule (FRAC)
Opérations relationnelles supérieur à, inférieur à, égal à, différent de

11.5 Informations techniques

Caractéristiques de la TNC

Durée de traitement de séquence	4 ms/séquence (TNC 407: 25 ms/séquence)
Durée du cycle d'asservissement	TNC 425: Interpolation trajectoire : 3 ms Précision d'interpolation : 0,6 ms (vitesse) TNC 415B: Interpolation trajectoire : 3 ms Précision d'interpolation : 0,6 ms (trajectoire) TNC 407 : 6 ms
Vitesse de transmission des données	38400 Baud max.
Température ambiante	0°C à 45°C (fonctionnement) -30°C à 70°C (stockage)
Course	± 100 m max. (2540 pouces)
Vitesse de déplacement max.	300 m/min (1181pouces/min.), 30 m/min. avec TNC 407, TNC 415 B
Vitesse de rotation de la broche	99 999 tours/min. max.
Finesse d'introduction	jusqu'à 0,1 µm (0,00001 pouce) ou 0,0001° (TNC 407 et versions export TNC 415 F, TNC 425 E: 1µm) 99.999,999 mm max. (3.937 pouces) ou 99.999,999°

Accessoires**Unité à disquettes FE 401**

Version	Appareil dans coffret portable
Compatibilité d'utilisation	Toutes commandes TNC, TNC 131, TNC 135
Interfaces de données	2 interfaces V.24/RS-232-C
Vitesse de transmission des données	<ul style="list-style-type: none"> • TNC : 2400 à 38400 baud • PRT : 110 à 9600 baud
Lecteur de disquettes	lecteur séparé pour copier, mémoire 795 koctets (env. 25.000 séquences de pro- gramme) et 256 fichiers max.
Disquettes	3,5", DS DD, 135 TP

Systèmes de palpation 3D à commutation

Version	Systèmes de palpation avec bille rubis et tige de palpation avec point de rupture, cône d'outillage conforme aux normes
Produits	TS 120: Raccordement par câble, électronique d'adaptation intégrée TS 511: Avec transmission infra-rouge, unité émettrice-réceptrice séparée
Changement	TS 120: manuellement TS 511: automatiquement
Reproductibilité de palpation	meilleure que 1 µm
Vitesse de palpation	3 m/min. max.

Système de palpation 3D mesurant TM 110

Exécution	Palpeur avec bille rubis, tige avec point de rupture, cône d'outillage conforme aux normes
Produit	TM 110: raccordement par câble, systèmes mesure intégrés
Changement	manuel
Reproductibilité de palpation	meilleure que 1 µm
Vitesse de palpation	3 m/min. max.

Système de palpé 3D à commutation TT 110

Exécution	Palpeur avec élément de palpé en acier trempé inoxydable (disque acier), indice de protection IP 67
Interface	Raccordement sur la TNC par alimentation 5V
Installation	Fixation dans zone de la machine
Vitesse de palpé	3 m/min. max.

Manivelles électroniques

HR 130	<ul style="list-style-type: none">• Version encastrable
HR 150	<ul style="list-style-type: none">• Manivelles pour adaptateur de manivelles HRA 110
HR 330	<ul style="list-style-type: none">• Version mobile, transmission par câble. Avec touches de sélection d'axes, touche avance rapide, commutateur de sécurité, touche d'ARRET D'URGENCE

11.6 Messages de la TNC

La TNC émet automatiquement les textes de message qui apparaissent notamment:

- lors d'introduction de données erronées
- en cas d'erreurs de logique dans le programme
- lorsque les éléments de contour ne peuvent pas être exécutés
- lors d'une utilisation du système de palpé non conforme aux prescriptions.

Ci-après quelques messages TNC susceptibles de revenir régulièrement. Un message qui contient le numéro d'une séquence provient de cette même séquence ou d'une séquence précédente. Lorsque la cause de l'erreur est éliminée, les messages TNC peuvent être effacés au moyen de la touche CE.

Messages TNC relatifs à la programmation

INTRODUCTION AUTRE PGM IMPOSSIBLE

Pour introduire d'autres fichiers, effacer d'abord les anciens

VALEUR D'INTRODUCTION ERRONÉE

- Introduire correctement le numéro de LBL
- Appuyer sur la touche correcte

ENTREE / SORTIE DONNEES PAS PRETE

Etablir correctement la liaison vers l'appareil externe

NUMERO DE LABEL ATTRIBUE

N'attribuer un numéro de label qu'une seule fois

SAUT AU LABEL 0 INTERDIT

Ne pas programmer L 0,0

Messages de la TNC relatifs au test et à l'exécution de programme**AXE PROGRAMME EN DOUBLE**

N'introduire qu'une seule fois les coordonnées de positionnement de chaque axe

SEQUENCE ACTUELLE NON SELECTIONNEE

Avant un test de programme ou une exécution de programme, sélectionner le début du programme avec GOTO 0

POINT DE PALPAGE INACCESSIBLE

Prépositionner le système de palpé 3D plus près du point de palpé

ERREUR ARITHMETIQUE

Calculs réalisés à partir de valeurs non autorisées

- définir les valeurs à l'intérieur des limites de la zone
- sélectionner les positions de palpé du système de palpé 3D pour qu'elles soient bien séparées les unes des autres
- les calculs doivent pouvoir être exécutés de manière correcte sur le plan mathématique

CORR. TRAJECTOIRE MAL ACHEVEE

Ne pas annuler la correction du rayon d'outil dans une séquence avec une position de la trajectoire circulaire

CORR. TRAJECTOIRE MAL ENTAMEE

- Introduire la même correction de rayon avant et après une séquence G24 et G25
- Ne pas entamer une correction de rayon d'outil dans une séquence par une position de la trajectoire circulaire

CYCLE INCOMPLET

- Définir les cycles dans l'ordre voulu avec les indications requises
- Ne pas appeler les cycles de conversions de coordonnées
- Définir le cycle avant l'appel du cycle
- Introduire la profondeur de passe différente de 0

DEFINITION ELK FORM. ERRONEE

- Programmer les points MIN et MAX suivant les instructions
- Le rapport entre les côtés doit être sélectionné pour être inférieur à 200:1

PLAN MAL DÉFINI

- Si la rotation de base est active, ne pas modifier l'axe d'outil
- Définir correctement les axes principaux pour les trajectoires circulaires
- Définir les deux axes principaux pour I,J (J,K ou I,K)

MAUVAIS AXE PROGRAMME

- Ne pas programmer les axes bloqués
- Usiner poche rectangulaire et rainure dans le plan d'usinage
- Ne pas réfléchir les axes rotatifs
- Introduire la longueur du chanfrein avec le signe positif

VITESSE DE ROTATION INCORRECTE

Programmer la vitesse de rotation dans les limites de la zone

CHANFREIN NON AUTORISÉ

Insérer un chanfrein entre deux segments de droite avec même correction de rayon

PAS DE MODIF. SUR PGM EN COURS

Ne pas éditer le programme pendant son transfert ou son exécution

POINT FINAL CERCLE ERRONÉ

- Introduire intégralement le cercle de transition
- Programmer les points finaux de la trajectoire situés sur la trajectoire circulaire

CENTRE CERCLE MANQUE

- Définir le centre de cercle avec I,J (JK, IK)
- Définir le pôle avec I,J (JK, IK)

NUMERO DE LABEL MANQUE

N'appeler que les numéros de label qui ont été initialisés

PARTIE DE PGM NON REPRESENTABLE

- Choisir un rayon plus petit pour la fraise
- Il n'y a pas de simulation graphique pour les déplacements 4D et 5D
- Pour la simulation graphique, introduire la même valeur pour l'axe d'outil que pour l'axe de la pièce brute

11.6 Messages de la TNC

CORRECTION DE RAYON NON DEFINIE

Introduire la correction de rayon G41 ou G42 dans un sous-programme du cycle G37
CONTOUR

ARRONDI NON DEFINI

Introduire correctement les cercles et cercles d'arrondi qui se raccordent au contour par tangemment

GRAVE ERREUR DE POSITION

La TNC surveille les positions et déplacements. Si la position effective s'écarte trop de la position nominale, ce message d'erreur clignotant est émis. Pour remédier à cette erreur, appuyer sur la touche END durant quelques secondes

RAYON D'ARRONDI NON AUTORTSE

Les cercles d'arrondi doivent pouvoir s'insérer entre des éléments du contour

TOUCHE SANS FONCTION

Ce message apparaît toujours lorsque l'on appuie sur une touche qui n'est pas nécessaire pour le dialogue en cours

TIGE DE PALPAGE DEVIEE

Prépositionner la tige de palpé avant le premier palpé sans faire remuer la pièce

SYSTEME DE PALPAGE NON PRET

- Régler la fenêtre d'émission et réception (TS 511) sur l'unité réceptrice
- Contrôler l'état du fonctionnement du système de palpé

DEMARRAGE DE PROGRAMME NON DEFINI

- Démarrer le programme uniquement avec une séquence G99
- A la suite d'une interruption, ne pas redémarrer le programme par une trajectoire circulaire avec raccordement tangentiel ou prise en compte de pôle
- Programmer la première séquence du déplacement avec G00 G40 G90.

AVANCE MANQUE

- Introduire l'avance pour la séquence G01

SIGNE ERRONE

Pour le paramètre de cycle, introduire le signe conformément aux instructions

RAYON D'OUTIL TROP GRAND

Sélectionner le rayon d'outil de telle manière

- qu'il soit situé à l'intérieur des limites indiquées
- que les éléments de contour puissent être calculés et usinés

REFERENCE ANGULAIRE MANQUE

- Définir de manière homogène les trajectoires circulaires et leurs points de terminaison
- Pour les indications de coordonnées polaires, définir de manière correcte l'angle polaire

IMBRICATION TROP IMPORTANTE

- Clôre les sous-programmes avec G98 L0
- Programmer Ln, 0 pour l'appel de sous-programmes
- Programmer Ln, m pour les répétitions de parties de programme
- Les sous-programmes ne peuvent s'appeler eux-mêmes
- Niveaux d'imbrication max. des sous-programmes: 8
- Niveaux d'imbrication max. des programmes principaux pris comme sous-programmes: 4

11.7 Lettres d'adresses (DIN/ISO)

Fonctions G

Groupe	G	Fonction	actif pas-à-pas	Cr. page
Opérations de positionnement	00	Interpolation linéaire, cartésienne, en rapide	•	5-10
	01	Interpolation linéaire, cartésienne		5-10
	02	Interpolation circulaire, cartésienne, sens horaire		5-18
	03	Interpolation circulaire, cartésienne, sens anti-horaire		5-18
	05	Interpolation circulaire, cartésienne, sans indication de sens		5-18
	06	Interpolation circulaire, cartésienne, avec raccordement tangentiel au contour		5-24
	07	Séquence de positionnement paraxiale		
	10	Interpolation linéaire, polaire, en rapide		5-28
	11	Interpolation linéaire, polaire,		5-28
	12	Interpolation circulaire, polaire, sens horaire		5-30
	13	Interpolation circulaire, polaire, sens anti-horaire		5-30
	15	Interpolation circulaire, polaire, sans indication de sens		5-30
	16	Interpolation circulaire, polaire, avec raccordement tangentiel au contour		5-32
Cycles	04	Temporisation	•	8-51
	28	Image miroir		8-46
	36	Orientation broche		8-52
	37	Définition du contour de la poche		8-17
	39	Cycle appel de programme, appel de cycle avec G79		8-51
	53	Décalage du point zéro dans un tableau de points zéro		8-44
	54	Décalage du point zéro dans le programme		8-42
	56	Préperçage de la poche (en liaison avec G37) SLI		8-26
	57	Evidement de la poche (en liaison avec G37) SLI		8-18
	58	Fraisage du contour dans le sens horaire (en liaison avec G37) SLI		8-27
	59	Fraisage du contour dans le sens anti-horaire (en liaison avec G37) SLI		8-27
	72	Facteur échelle		8-49
	73	Rotation du système de coordonnées		8-48
	74	Rainurage		8-10
	75	Fraisage de poche rectangulaire dans le sens horaire		8-12
	76	Fraisage de poche rectangulaire dans le sens anti-horaire		8-12
	77	Fraisage de poche circulaire dans le sens horaire		8-14
	78	Fraisage de poche circulaire dans le sens anti-horaire		8-14
	80	Plan d'usinage		8-53
	83	Perçage profond		8-4
	84	Taraudage avec mandrin de compensation		8-6
	85	Taraudage sans mandrin de compensation (taraudage rigide)		8-8
	86	Filetage		8-8
	120	Données du contour		8-31
	121	Préperçage (en liaison avec G37) SLII		8-32
	122	Evidement (en liaison avec G37) SLII		8-33
	123	Finition en profondeur (en liaison avec G37) SLII		8-33
	124	Finition latérale (en liaison avec G37) SLII		8-34
	125	Tracé de contour (en liaison avec G37)		8-36
	127	Surface d'un cylindre (en liaison avec G37)		8-38
	79	Appel de cycle		8-3
Sélection du plan d'usinage	17	Sélection des plans XY, axe d'outil Z		4-13
	18	Sélection des plans ZX, axe d'outil Y		4-13
	19	Sélection des plans YZ, axe d'outil X		4-13
	20	Axe d'outil IV		4-13
Chanfrein, arrondi Approche, sortie d'un contour	24	Chanfrein de longueur R	•	5-13
	25	Arrondi d'angle avec R		5-26
	26	Approche tangentielle d'un contour avec R		5-6
	27	Sortie tangentielle d'un contour avec R		5-6
	29	Prise en compte comme pôle de la dernière valeur nominale de position		5-16

11.7 Lettres d'adresses (DIN/ISO)

Groupe	G	Fonction	active pas-à-pas	Cr. page
Définition de la pièce brute	30	Définition de la pièce brute pour le graphisme, point Min		4-18
	31	Définition de la pièce brute pour le graphisme, point Max		4-18
	38	ARRET d'exécution du programme		3-5
Correction de la trajectoire	40	Pas de correction d'outil (R0)		4-15
	41	Correction de la trajectoire de l'outil, à gauche du contour (RL)		4-15
	42	Correction de la trajectoire de l'outil, à droite du contour (RR)		4-15
	43	Correction paraxiale, agrandissement (R+)		4-15
	44	Correction paraxiale, réduction (R-)		4-15
	51	Numéro de l'outil suivant (avec mémoire centrale d'outils)	•	4-13
	55	Fonction de palpage		7-19
Unité de mesure	70	Unité de mesure: Inch (au début du programme)		4-19
	71	Unité de mesure: mm (au début du programme)		4-19
Cotation	90	Cotation en valeur absolue		1-15
	91	Cotation en valeur incrémentale		1-15
	98	Initialisation d'un numéro de label	•	6-2
	99	Définition de l'outil	•	4-7

11.7 Lettres d'adresses (DIN/ISO)

Lettre d'adresse	Fonction
%	Début du programme ou appel du programme avec G39
A B C	Déplacement circulaire autour de l'axe X Déplacement circulaire autour de l'axe Y Déplacement circulaire autour de l'axe Z
D	Définition de paramètres (paramètres Q)
E	Tolérance pour cercle d'arrondi avec M112
F F F	Avance Temporisation avec G04 Facteur échelle avec G72
G	Condition de déplacement
H H	Angle polaire en valeur incrémentale/absolue Angle de rotation avec G73
I J K	Coordonnée X du centre de cercle/pôle Coordonnée Y du centre de cercle/pôle Coordonnée Z du centre de cercle/pôle
L L L	Initialisation d'un numéro de label avec G98 Saut à un numéro de label Longueur d'outil avec G99
M	Fonctions auxiliaires
N	Numéro de séquence
P P	Paramètres de cycles dans les cycles d'usinage Paramètres dans les définitions de paramètres
Q	Paramètres de programmes/paramètres de cycles Q
R R R R R	Rayon polaire Rayon de cercle avec G02/G03/G05 Rayon d'arrondi avec G25/G26/G27 Chanfrein avec G24 Rayon d'outil avec G99
S S	Vitesse de rotation broche Orientation broche avec G36
T T	Définition d'outil avec G99 Appel d'outil
U V W	Déplacement linéaire parallèle à l'axe X Déplacement linéaire parallèle à l'axe Y Déplacement linéaire parallèle à l'axe Z
X Y Z	Axe X Axe Y Axe Z
*	Fin de séquence

Définition de paramètres

D	Fonction	Cf. page
00	Affectation	7-7
01	Addition	7-7
02	Soustraction	7-7
03	Multiplication	7-7
04	Division	7-7
05	Racine carrée	7-7
06	Sinus	7-10
07	Cosinus	7-10
08	Racine de sommes de carrés ($c = \sqrt{a^2 + b^2}$)	7-10
09	Si égal, alors saut	7-11
10	Si différent, alors saut	7-11
11	Si plus grand, alors saut	7-11
12	Si plus petit, alors saut	7-11
13	Angle (angle de $c \cdot \sin \alpha$ et $c \cdot \cos \alpha$)	7-10
14	Numéro d'erreur	7-14
15	Print	7-15
19	Affectation de marqueurs à l'automate	7-15

Schéma de programme

Fraisage d'un contour externe

Pas d'usinage	Touche/ Fonction	Extrait du Manuel
1 Ouvrir ou sélectionner un programme Introduire: Nom du programme Unité de mesure dans le programme Pièce brute pour représentations graphiques	PGM NAME	4.5
2 Définir le ou les outil(s) Introduire: Numéro d'outil Longueur d'outil Rayon d'outil	G99	4.2
3 Appeler les données de l'outil Introduire: Numéro d'outil Axe de broche Vitesse de rotation broche	T	4.2
4 Changement d'outil Introduire: Coordonnées de la position de changement Correction de rayon Avance (déplacement en rapide) Fonction auxiliaire (changement d'outil)	G00	par ex. 5.4
5 Se déplacer la position initiale Introduire: Coordonnées de la position initiale Correction de rayon (G40) Avance (déplacement en rapide) Fonction auxil. (broche activée, vers la droite)	G00/G40	5.2/5.4
6 Déplacer l'axe d'outil à la profondeur d'usinage	G00	
7 Aborder le contour Introduire: Coordonnées du premier point du contour Coordonnée de la (1ère) profondeur d'usinage Correction de rayon pour l'usinage Avance d'usinage	G01/G41/G42	5.2
8 Usinage jusqu'au dernier point du contour Introduire: pour chaque élément du contour: toutes les cotes requises		5 à 8
9 Quitter le contour Introduire: Indications concernant la position finale Avance (déplacement en rapide)	G00/G40	5.2
10 Dégagement Introduire: Dégager l'axe de broche Fonction auxiliaire (arrêt broche, retour)	G00 M02	
11 Fin du programme		

Fonctions auxiliaires (fonctions M)

Fonctions auxiliaires avec action déterminée

M	Fonction	active en	
		début de séquence	fin de séquence
M00	Arrêt de déroulement du programme/arrêt broche/arrêt arrosage		•
M02	Arrêt déroulement du PGM/arrêt broche/arrêt arrosage/éventuellement, effacement affichage d'état (par PM)/retour séquence 1		•
M03	Broche activée dans le sens horaire	•	
M04	Broche activée dans le sens anti-horaire	•	
M05	Arrêt broche		•
M06	Changement d'outil/arrêt de déroulement du programme (en fonction des paramètres-machine)/arrêt broche		•
M08	Marche arrosage	•	
M09	Arrêt arrosage		•
M13	Marche broche dans le sens horaire/marche arrosage	•	
M14	Marche broche dans le sens anti-horaire/marche arrosage	•	
M30	identique à M02		•
M89	Fonction auxiliaire libre	•	
	ou appel de cycle, effet modal (en fonction des paramètres-machine)		•
M90	Vitesse contournage constante aux angles (seulement en mode ERP)	•	
M91	Séquence de positionnement: Coordonnées se réfèrent au zéro machine	•	
M92	Séquence de positionnement: Coordonnées se réfèrent à une position définie par le constructeur, à la position de changement de l'outil, par ex.	•	
M93	Réservée	•	
M94	Réduction de l'affichage de position dans l'axe rotatif à une valeur < 360°	•	
M95	Réservée		•
M96	Réservée		•
M97	Usinage de petits éléments de contour		•
M98	Usinage complet d'angles de contours ouverts		•
M99	Appel de cycle actif pas-à-pas		•
M101	Changement d'outil automatique avec outil-jumeau après écoulement de la durée d'utilisation max.	•	•
M102	Annulation de la fonction M101		
M103	Réduire au facteur F l'avance lors de la plongée (pourcentage)	•	
M105	Exécuter l'opération d'usinage avec le 1er facteur kv	•	
M106	Exécuter l'opération d'usinage avec le 2ème facteur kv	•	
M107	Inhibition du message d'erreur pour outils-jumeaux avec surépaisseur	•	
M108	Annulation de la fonction M107		•
M109	Vitesse de contournage constante au tranchant de l'outil sur arcs de cercle (réduction et augmentation de l'avance)	•	
M110	Vitesse contournage const. sur arcs de cercle (réduct. avance seulement)	•	
M111	Annulation de la fonction M109/M110		•
M112	Insérer automatiquement un cercle d'arrondi aux raccordements linéaires non tangentiels; tolérance de l'écart de contour à introduire avec E	•	
M113	Annulation de la fonction M112		•
M114	Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage sur plans inclinés	•	
M115	Annulation de la fonction M114		•
M116	Avance en mm/min. pour axes circulaires	•	
M118	Transférer le positionnement manivelle en cours d'exécution de programme	•	



Les fonctions auxiliaires M105 et M106 sont définies et validées par le constructeur de la machine qui vous fournira plus amples informations.

Fonctions G

Déplacements d'outils

- G00 Interpolation linéaire, cartésienne, en rapide
- G01 Interpolation linéaire, cartésienne
- G02 Interpolation circulaire, cartésienne, sens horaire
- G03 Interpolation circulaire, cartésienne, sens anti-horaire
- G05 Interpolation circulaire, cartésienne, sans indication de sens
- G06 Interpolation circulaire, cartésienne, raccordement tangentiel au contour
- * G07 Séquence de positionnement paraxiale
- G10 Interpolation linéaire, polaire, en rapide
- G11 Interpolation linéaire, polaire
- G12 Interpolation circulaire, polaire, sens horaire
- G13 Interpolation circulaire, polaire, sens anti-horaire
- G15 Interpolation circulaire, polaire, sans indication de sens
- G16 Interpolation circulaire, polaire, raccordement tangentiel au contour

Chanfrein/arrondi d'angle/aborder/quitter le contour

- * G24 Chanfrein de longueur R
- * G25 Arrondi d'angle avec rayon R
- * G26 Approche (tangentielle) en douceur d'un contour de rayon R
- * G27 Sortie (tangentielle) en douceur d'un contour de rayon R

Définition d'outil

- * G99 Par numéro d'outil T, longueur L, rayon R

Correction de rayon d'outil

- G40 Pas de correction du rayon d'outil
- G41 Correction trajectoire de l'outil, à gauche du contour
- G42 Correction trajectoire de l'outil, à droite du contour
- G43 Correction paraxiale pour G07, agrandissement
- G44 Correction paraxiale pour G07, réduction

Définition de la pièce brute pour le graphisme

- G30 (G17/G18/G19) Point Min
- G31 (G90/G91) Point Max

Cycles simples d'usinage

- G83 Perçage profond
- G84 Taraudage avec mandrin de compensation
- G85 Taraudage sans mandrin de compensation (taraudage rigide)
- G86 Filetage
- G74 Rainurage
- G75 Usinage de poches rectangulaires dans le sens horaire
- G76 Usinage de poches rectangulaires dans le sens anti-horaire
- G77 Usinage de poches circulaires dans le sens horaire
- G78 Usinage de poches circulaires dans le sens anti-horaire

Cycles SL / groupe 1

- G37 Contour, définition des n° de sous-programmes pour contours partiels
- G56 Préperçage
- G57 Evidement (ébauche)
- G58 Fraisage du contour dans le sens horaire (finition)
- G59 Fraisage du contour dans le sens anti-horaire (finition)

*) Fonction active pas-à-pas

Fonctions G

Cycles SL / groupe 2

- G37 Contour, définition de n° de sous-programmes pour contours partiels
- G120 Définir les données du contour (valable de G121 à G124)
- G121 Préperçage
- G122 Evidement parallèle au contour (ébauche)
- G123 Finition en profondeur
- G124 Finition latérale
- G125 Tracé de contour (usinage d'un contour ouvert)
- G127 Surface d'un cylindre

Conversions de coordonnées

- G53 Décalage du point zéro à partir des tableaux de points zéro
- G54 Décalage du point zéro dans le programme
- G28 Contour réfléchi
- G73 Rotation du système de coordonnées
- G72 Facteur échelle, réduction/agrandissement du contour

Cycles spéciaux

- * G04 Temporisation avec F secondes
- G36 Orientation broche
- * G39 Appel de programme
- G80 Plan d'usinage

Définir le plan d'usinage

- G17 Plan X/Y, axe d'outil Z
- G18 Plan Z/X, axe d'outil Y
- G19 Plan Y/Z, axe d'outil X
- G20 Axe d'outil IV

Cotation

- G90 Cotation en valeur absolue
- G91 Cotation en valeur incrémentale

Unité de mesure

- G70 Unité de mesure en pouce (définir en début de programme)
- G71 Unité de mesure en mm (définir en début de programme)

Autres fonctions G

- G29 Dernière position nominale comme pôle (centre de cercle)
- G38 ARRÊT de l'exécution du programme
- * G51 Pré-sélection d'outil (avec mémoire centrale d'outils)
- G55 Fonction de palpé programmable
- * G79 Appel de cycle
- * G98 Initialisation du numéro de label

*) Fonction active pas-à-pas

Fonctions M

- M00 Arrêt de l'exécution du programme/arrêt broche/arrêt arrosage

- M02 Arrêt de l'exécution du programme/arrêt broche/arrêt arrosage
Le cas échéant, effacer l'affichage d'état
Retour à la séquence 1

- M03 Marche broche sens horaire
- M04 Marche broche sens anti-horaire
- M05 Arrêt broche

- M06 Changement d'outil
Le cas échéant arrêt broche/arrêt de l'exécution du programme

- M08 Marche arrosage
- M09 Arrêt arrosage

- M13 Marche broche sens horaire/marche arrosage
- M14 Marche broche sens anti-horaire/marche arrosage

- M30 dito M02

- M89 Fonction auxiliaire libre ou appel de cycle, effet modal
- M99 Appel de cycle, actif pas-à-pas

- M90 Vitesse de contournage constante aux angles internes
ainsi qu'aux coins sans correction de rayon

- M91 Dans la séquence de positionnement, les coordonnées se réfèrent au point zéro machine
- M92 Dans la séquence de positionnement, les coordonnées se réfèrent à un point fixe défini par le constructeur de la machine

- M93 Réservée
- M94 Réduire l'affichage de l'axe rotatif à une valeur inférieure à 360°
- M95 Réservée
- M96 Réservée

- M97 Correction de trajectoire aux angles externes: point d'intersection au lieu d'un cercle de transition

- M98 Fin de correction de trajectoire, active pas-à-pas
- M101 Changement d'outil automatique avec outil-jumeau, lorsque la durée d'utilisation max. est écoulée
- M102 Annuler M101

- M103 Réduire au facteur F (pourcentage) l'avance lors de la plongée
- M104 Réservée

- M105 Exécuter l'opération d'usinage avec le premier facteur k_v
- M106 Exécuter l'opération d'usinage avec le deuxième facteur k_v

- M107 Inhibition du message d'erreur pour outils-jumeaux avec surépaisseur (transmission bloc-à-bloc)
- M108 Annuler M107

- M109 Avance constante à la dent de l'outil aux angles internes et externes
- M110 Avance constante à la dent de l'outil aux angles internes
- M111 L'avance se réfère à la trajectoire du centre de l'outil (en standard)

- M112 Insérer un cercle d'arrondi entre deux droites, possibilité d'introduire une tolérance E
- M113 Annuler M112

- M114 Correction automatique de la géométrie de la machine lors de l'usinage avec inclinaison des axes
- M115 Annuler M114

- M116 Avance en mm/min. pour les axes rotatifs

- M118 Transférer le positionnement manivelle en cours d'exécution du PGM

Aide à la programmation

Cycles de contournage:

Structure d'un programme pour usinage avec plusieurs outils

Liste des sous-programmes de contournage	G37 P01 ...
Définir/appeler le foret Cycle de contournage: Préperçage Prépositionnement, appel du cycle	G56 P01 ...
Définir/appeler la fraise dégrossisseuse Cycle de contournage: Evidement Prépositionnement, appel du cycle	G57 P01 ...
Définir/appeler la fraise de finition Cycle de contournage: Fraisage de contour Prépositionnement, appel du cycle	G58 P01 ...
Fin du programme principal, retour	M02
Sous-programmes de contournage	G98 G98 L0

Correction de rayon des sous-programmes de contournage:

Contour	Suite chronologique des éléments de contour programmés	Correction de rayon
à l'intérieur (poche)	sens horaire (CW) sens anti-horaire (CCW)	G42 (RR) G41 (RL)
à l'extérieur (îlot)	sens horaire (CW) sens anti-horaire (CCW)	G41 (RL) G42 (RR)

Conversions de coordonnées:

Conversion de coordonnées	Activation	Annulation
Décalage du point zéro Image miroir Rotation Facteur échelle	G54 X+20 Y+30 Z+10 G28 X G73 H+45 G72 F0,8	G54 X+0 Y+0 Z+0 G28 G73 H+0 G72 F1

Définitions des paramètres Q

D	Fonction	D	Fonction
00	Affectation	08	Racine d'une somme de carrés $c = \sqrt{a^2 + b^2}$
01	Addition	09	Si égal, alors saut au n° de label
02	Soustraction	10	Si différent, alors saut au n° de label
03	Multiplication	11	Si plus grand, alors saut au n° de label
04	Division	12	Si plus petit, alors saut au n° de label
05	Racine carrée	13	Angle (angle de $c \bullet \sin a$ et $c \bullet \cos a$)
06	Sinus	14	Numéro d'erreur
07	Cosinus	15	Print
		19	Affectation à l'automate

Adresses

Adr.	Fonction	Adr.	Fonction
%	Début du programme	N	Numéro de séquence
%	Appel du programme avec G39	P	Paramètre de cycle dans les cycles d'usinage
A	Rotation autour de l'axe X	P	Valeur ou paramètre Q dans la définition de paramètres Q
B	Rotation autour de l'axe Y	Q	Paramètre Q
C	Rotation autour de l'axe Z	R	Rayon polaire
D	Définition de paramètres Q	R	Rayon cercle avec G02/G03/G05
E	Tolérance avec M112	R	Rayon d'arrondi avec G25/G26/G27
F	Avance	R	Rayon d'outil avec G99
F	Temporisation avec G04	S	Vitesse de rotation broche
F	Facteur échelle avec G72	S	Orientation broche avec G36
G	Fonctions G	T	Définition d'outil avec G99
H	Angle polaire	T	Appel d'outil
H	Angle de rotation avec G73	T	Outil suivant avec G51
I	Coordonnée X du centre de cercle/du pôle	U	Axe parallèle à l'axe X
J	Coordonnée Y du centre de cercle/du pôle	V	Axe parallèle à l'axe Y
K	Coordonnée Z du centre de cercle/du pôle	W	Axe parallèle à l'axe Z
L	Initialiser un numéro de label avec G98	X	Axe X
L	Saut à un numéro de label	Y	Axe Y
L	Longueur d'outil avec G99	Z	Axe Z
M	Fonctions M	*	Fin de séquence

Schéma de programme: Fraisage

Sélectionner le numéro du programme

Programme 234 en mm
Définition de la pièce brute

PCM
NAME

% 234 G71
G30 G17 X+0 Y+0 Z-40
G31 G90 X+100 Y+100 Z+0

Définition de l'outil
Appel de l'outil
Position de changement d'outil
Appel de l'outil

G99 T1 L+0 R+5
T0 G17
G00 **G40** G90 Z+100 **M06**
T1 G17 S1000

Position initiale, à proximité de la pièce
Profondeur d'usinage

X-20 Y-20 M03
Z-20

1er point du contour, avec correction (RL)
Approche tangentielle
Droite
Chanfrein
Droite
Arrondi
Droite
Centre de cercle
Cercle, en valeur incrémentale
Dernier point du contour, en valeur absolue

G01 **G41** X+0 Y+0 F200
G26 R15
Y+100
G24 R20
X+100
G25 R20
Y+25
I+100 J+0
G03 G91 X-25 Y-25
G01 G90 X+0 Y+0

Sortie tangentielle
Position finale, à proximité de la pièce
Dégagement, retour au début du programme

G27 R15
G00 **G40** X-20 Y-20
Z+100 **M02**



TNC 407
TNC 415B
TNC 425

Programmation selon DIN/ISO



Modes de fonctionnement

Machine/ Programmation

La touche de commutation de l'écran permet de commuter le panneau de commande et l'écran sur „Machine” ou sur „Programmation”.

Machine:



Manuel

Les axes sont déplacés au moyen des touches de sens externes. Les softkeys permettent d'introduire la vitesse de rotation broche, la fonction M et les points de référence et d'appeler les fonctions de palpage pour le palpeur 3D.



Manivelle

Les axes sont déplacés soit à l'aide d'une manivelle électronique, soit à une cote programmée (cote incrémentale) au moyen des touches de sens externes (fonctions des softkeys: cf. Manuel).



Positionnement avec introduction manuelle

Exécution des séquences CN qui renferment toutes les informations relatives à un positionnement ou un usinage (valable également pour avances, centre de cercle, cycles). Elles sont classées dans le programme \$MDI.



Exécution de programme en continu

Après lancement du programme à l'aide de la touche de START externe, celui-ci est exécuté automatiquement jusqu'à la fin ou jusqu'à un ARRET de programme. L'usinage peut être observé à l'écran grâce au **graphisme d'exécution de programme** (sauf TNC 407).



Exécution de programme pas-à-pas

Chaque séquence est lancée séparément avec la touche de START externe. L'usinage peut être observé à l'écran grâce au **graphisme d'exécution de programme** (sauf TNC 407).

Programmation:



Mémorisation

Programmes en dialogue HEIDENHAIN et DIN/ISO, tableaux d'outils, de points zéro, de palettes ainsi que fichiers-texte peuvent être édités, lus ou restitués via l'interface de données RS-232-C ou RS-422.



Test

Grâce au **graphisme de test**, les programmes peuvent être vérifiés avant l'usinage.



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
D-83301 Traunreut, Deutschland

☎ (086 69) 31-0

FAX (086 69) 50 61

☎ Service (086 69) 31-12 72

☎ TNC-Service (086 69) 31-14 46

FAX (086 69) 98 99

Auslands-Vertretungen

Agencies abroad

Agences étrangères

Belgien Belgium Belgique

HEIDENHAIN NV/SA

Bellekouter, 30

B-1790 Affligem

☎ (053) 67 25 70

FAX (053) 67 01 65

Brasilien Brazil Brésil

DIADUR Indústria e Comércio Ltda.

Post Box 12 695

Rua Servia, 329 - Socorro, Santo Amaro

04 763 São Paulo - SP, Brasil

☎ (011) 5 23 - 67 77

FAX (011) 5 23 14 11

Dänemark Denmark Danemark

TP TEKNIK A/S

HV Nyholms Vej 7-9

DK-2000 Frederiksberg

☎ (38) 33 09 66

FAX (38) 33 01 65

Finnland Finland Finlande

NC-POINT OY

Post Box 34

Myllynummentie 8 - FIN-04251 Kerava

☎ (0) 2 94 44 00

FAX (0) 2 94 43 00

Frankreich France France

HEIDENHAIN FRANCE sarl

Post Box 62

2, Avenue de la Cristallerie

F-92312 Sèvres

☎ (1) 41 14 30 00

FAX (1) 41 14 30 30

Griechenland Greece Grèce

D. PANAYOTIDIS - J. TSATSIS S.A.

6, Pireos St.

GR-183 46 Moschaton - Athens

☎ (01) 4 81 08 17

FAX (01) 4 82 96 73

Großbritannien und Irland

U.K. and Ireland

Angleterre et Irlande

HEIDENHAIN (G.B.) Limited

200 London Road, Burgess Hill

West Sussex RH15 9RD

☎ (014 44) 24 77 11

FAX (014 44) 87 00 24

Hong Kong

HEIDENHAIN LTD

Rm 6, 20/F Metro Centre II

21 Lam Hing Street, Kowloon Bay

Kowloon, Hong Kong

☎ (852) 7 59 19 20

FAX (852) 7 59 19 61

Indien India Inde

ASHOK & LAL

Post Box 5422

12 Pulia Reddy Avenue

Madras - 600 030

☎ (044) 6 26 72 89

FAX (044) 6 182 24

Israel

NEUMO VARGUS

Post Box 57057

34-36, Itzhak Sade St.

Tel-Aviv 61570

☎ (3) 5 37 32 75

FAX (3) 5 37 21 90

Italien Italy Italie

HEIDENHAIN ITALIANA srl

Viale Misurata 16

I-20146 Milano

☎ (02) 48 30 02 41 ... 45

FAX (02) 47 71 07 30

Japan Japan Japon

HEIDENHAIN K.K.

Sogo-Daichi Bldg. 2 F

3-2, Kojimachi, Chiyoda-ku

Tokyo 102

☎ (03) 32 34 - 77 81

FAX (03) 32 62 - 25 39

Kanada Canada

HEIDENHAIN CORPORATION

Canadian Regional Office

11-335 Admiral Blvd.

Mississauga, Ontario L5T 2N2, Canada

☎ (905) 6 70 - 89 00

FAX (905) 6 70 - 44 26

Korea

SEO CHANG CORPORATION LTD.

Rm. 903, Jeail Bldg., 44-35

Yoido-Dong, Yongdeungpo-ku

Seoul, Korea

☎ (02) 7 80 82 08

FAX (02) 7 84 54 08

Mexiko Mexico

HEIDENHAIN MEXICO S.L.

Calle San Juan de los Lagos 202

Fracc. Jardines de la Concepción

CP 20120 Aguascalientes, Ags.

☎ FAX (4 91) 4 37 38

Niederlande Netherlands Pays-Bas

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Post Box 107

Landjuweel 20

NL-3900 AC Veenendaal

☎ (083 85) 4 03 00

FAX (083 85) 1 72 87

Norwegen Norway Norvège

KASPO MASKIN AS

Post Box 30 83

Haakon VII's gt. 6

N-7002 Trondheim

☎ (073) 9 19 10 00

FAX (073) 9 13 37 77

Österreich Austria Autriche

Alois Zollner

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

D-83301 Traunreut

☎ (086 69) 31 13 37

FAX (086 69) 50 61

Portugal

FARRESA ELECTRONICA LTDA.

Rua Goncalo Cristovao 294 - 1º

P-4000 Porto

☎ (2) 31 84 40

FAX (2) 31 80 44

Schweden Sweden Suède

HEIDENHAIN AB

Fittjävägen 23

Box 3003

S-14503 Norsborg

☎ (08) 53 19 33 50

FAX (08) 53 19 33 77

Schweiz Switzerland Suisse

HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG

Post Box

Vierstrasse 14

CH-8603 Schwerzenbach

☎ (01) 8 25 04 40

FAX (01) 8 25 33 46

Singapur Singapore Singapour

HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD

50, Lorong 21, Geylang

Singapore, 1438

☎ 7 49 32 38

FAX 7 49 39 22

Slowakische Republik

Slovakia

Slovaque

HEIDENHAIN s.r.o.

Jabloňová 30/2929

CZ-106 00 Praha 10

☎ (02) 7 56 62 68

FAX (02) 7 57 15 55

Spanien Spain Espagne

FARRESA ELECTRONICA S. A.

c/Simon Bolivar, 27 - Dpto. 11

E-48013 Bilbao (Vizcaya)

☎ (94) 4 41 36 49

FAX (94) 4 42 35 40

Taiwan

HEIDENHAIN Co. Ltd.

11 Lane 173, Ta Kuang Street

Taichung, Taiwan R.O.C.

☎ (04) 3 29 - 51 90

FAX (04) 3 20 - 73 15

Tschechische Republik

Czech Republic

République Tchèque

HEIDENHAIN s.r.o.

Jabloňová 30/2929

CZ-106 00 Praha 10

☎ (02) 7 56 62 68

FAX (02) 7 57 15 55

Türkei Turkey Turquie

ORSEL LTD.

Kuşdili Cad. No. 43

Toraman Han, Kat 3

TR-81310 Kadıköy/Istanbul

☎ (216) 3 47 83 95

FAX (216) 3 47 83 93

Ungarn Hungary Hongrie

HEIDENHAIN

Magyarországi Kereskedelmi Képviselet

Műszaki Iroda

Dunyov István utca 16.

H-1134 Budapest

☎ (1) 120 22 13

FAX (1) 120 22 13

U.S.A.

HEIDENHAIN CORPORATION

115 Commerce Drive

Schaumburg, IL 60173

☎ (708) 4 90 - 11 91

FAX (708) 4 90 - 39 31