

## 3. Fonctionnement en CNC

Organes de commande	3. 1
Sommaires	3. 3 - 3. 4
Tour opérant en version métrique et en pouce	3. 5 - 3. 6
Tour à commande numérique	3. 7
Eléments constitutifs du tour CNC	3. 8 - 3. 9
Déroulement des opérations dans le cadre de la production en CNC	3. 10 - 3. 13
Tour CNC – tour à commande manuelle	3. 15 - 3. 17
Programmation	3. 19 - 3. 31
Système de coordonnées	3. 33
Description des longueurs de déplacement	3. 35
Mode de programmation	3. 37
Informations géométriques	3. 39 - 3. 45
Avance	3. 47
Fonctions préparatoires (fonctions G)	3. 49
Structure externe	3. 51 - 3. 53
Structure d'article	3. 55

# Organes de commande pour marche en CNC

## (sommaire)

### VUE SOMMAIRE DES INSCRIPTIONS A REPORTER SUR LA FEUILLE DE PROGRAMMATION

Schéma

#### 1. Adresse N

Numéros de séquence 00 - 95 (96 blocs)

#### 2. Adresse G

Fonctions préparatoires G00/G01/G02/G03/  
G20/G21/G22/G33/G78/G84

#### 3. Adresse X

Course de déplacement (coordonnée) dans  
le sens X en centièmes de millimètre; 0  
à  $\pm 5999$

L'inscription 5999 correspond à une  
course de déplacement de 59,99 mm.

#### 4. Adresse Z

Course de déplacement (coordonnée) dans  
le sens Z en centièmes de millimètre; 0  
à  $\pm 39999$

39999 correspond à une course de déplace-  
ment de 399,99 mm.

#### 5. Adresse F

- Vitesse d'avance 0 - 499 mm/min
- Pas de filetage de 1 à 499 (en centi-  
èmes de millimètre).

#### 6. Remarques:

Dans cette colonne vous rappelez les men-  
tions telles que, outil à charioter et  
dresser à droite, outil à fileter, vi-  
tesse de broche, etc.

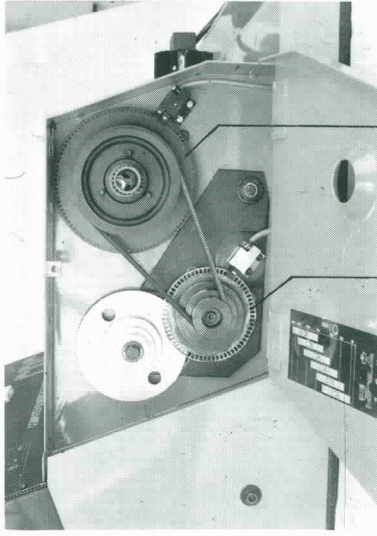


1. Commutateur principal avec clé. En cas de coupure de courant, la mémoire sera effacée.
2. Lampe-témoin (indiquant l'alimentation de la machine et du système de commande).
3. Touche d'arrêt d'urgence avec blocage. Tourner le bouton vers la gauche pour débloquer. Pour réarmement de la machine connecter le commutateur principal sur position 0 et à nouveau sur position 1.
4. Panneau d'affichage pour indication de la vitesse de rotation de la broche principale.
5. Commutateur de la broche principale (arrêt-marche).
6. Commutateur de sélection pour programmation en pouces ou en système métr. (uniquement pour modèle américain).
7. Ampèremètre: il indique la charge du moteur principal (contrôle de surcharge).
8. Appareil à cassettes (accessoire).

9. **H/C** touche de commutation marche en manuel - marche en CNC.
10. Lampe-témoin marche en CNC.
11. Touche **START**. **Start**  
En appuyant sur la touche repérée **START**, on déclenche le déroulement du programme mis en mémoire.
12. Clavier relatif à l'introduction du programme, à la correction du programme, etc. (prière de se référer également aux explications détaillées).
- 12.1. Touches **0** à **9**  
A l'aide de ces touches on introduit les combinaisons de chiffres pour les adresses G/X/Z/F.
- 12.2. Touche moins **-**  
Si, après avoir introduit la valeur X ou Z sera enregistrée par l'ordinateur en tant que valeur négative.
- 12.3. Touche Input **INP**  
(Input est le terme anglais qui signifie mémoriser).  
Lorsqu'on agit sur la touche repérée **INP**, la valeur introduite est mémorisée.
- 12.4. Touche Delete - **DEL**  
(Delete est un terme anglais qui signifie effacer).
- 12.5. Touche Reverse - **REV**  
(Reverse = retour arrière)  
Lorsqu'on enfonce la touche repérée **REV**, l'indication figurant au panneau d'affichage revient en arrière bloc par bloc. NO5 - NO4 - NO3, etc.
- 12.6. Touche Forward - **FWD**  
(Forward signifie en avant)  
Lorsqu'on manipule la touche marquée **FWD**, l'indication reprise sur le panneau d'affichage fait des

bonds en avant bloc par bloc. NOO - NO1 - NO2, etc.

- 12.7. Touche **→**  
Lorsqu'on appuie sur la touche repérée **→**, l'indication figurant au panneau d'affichage fait des bonds en avant mot par mot. Les valeurs mémorisées apparaissent alors. N→G→X→Z→F.
13. Panneau d'affichage sur lequel apparaissent les nombres relatifs à chacun des mots ainsi que les divers signaux d'alarme.
14. Affichage des lettres d'adressage N/G/X/Z/F
15. Signal d'alarme
16. Transmission à courroie



18 17

17. Plateau à trous avec capteur d'impulsions en vue de la synchronisation de l'entraînement de la broche principale et de l'entraînement de l'avance ainsi que pour l'affichage de la vitesse de rotation.
18. Plateau à trous avec capteur d'impulsions pour le réglage de la charge du moteur d'entraînement de la broche principale (nous vous prions de comparer la page 1.1, colonne droite).

## Sommaire

### Fonctions de déplacement

#### – Format du bloc d'information

##### G00 Déplacement en marche rapide

Axe X:

N../G00/X<sup>±</sup>...../

Axe Z:

N../G00/X=0/Z=<sup>±</sup>...../

##### G01 Interpolation linéaire

Axe X:

N../G01/X<sup>±</sup>...../Z=0/F...

Axe Z:

N../G01/X=0/Z<sup>±</sup>...../F...

Cône:

N../G01/X<sup>±</sup>...../Z<sup>±</sup>...../F...

##### G02 Interpolation circulaire (vers la droite)

N../G02/X<sup>±</sup>...../F...

##### G03 Interpolation circulaire (vers la gauche)

N../G03/X<sup>±</sup>...../F...

##### G20 Arrêt intermédiaire

N../G20

##### G21 Bloc séquence libre

N../G21

##### G22 Fin de programme

N../G22

##### G33 Taillage d'un filet

N../G33/Z<sup>±</sup>...../F...

##### G78 Cycle de filetage

N../G78/X<sup>±</sup>...../Z<sup>±</sup>...../F...

##### G84 Cycle d'usinage

N../G84/X<sup>±</sup>...../Z<sup>±</sup>...../F...

##### G65 Utilisation lecteur à bandes

G65 (ne peut pas être mémorisé, simple fonction de commutation)

##### G64 Mise hors circuit des moteurs pas à pas

G64 (ne peut pas être mémorisé, simple fonction de commutation)

### Signaux d'alarme

#### 1. Marche en CNC

##### A00 Instruction G erronée

##### A01 Introduction erronée de rayon

Rayons envisageables: 25/50/100/200/300.....5900

##### A02 Valeur X erronée

X=0 jusque X = ±5999 possible

##### A03 Valeur F erronée

F1 jusque F499 possible

##### A04 Valeur Z erronée

Z=0 jusque Z = 39999 possible

##### A05 Aucune instruction G22 n'est programmée

##### A06 Vitesse de rotation de la broche principale trop importante lors du taillage de filets

##### A07 Rapport angulaire erroné

Rapports angulaires X:Z = (1-39): (1-39) possibles.

## 2. FONCTIONNEMENT AVEC CASSETTES


- A08 Fin de bande en mode opératoire "SAVE"
- A09 Programme non repéré ou G22 non mémorisé sur bande.
- A10 Protection prévue d'enregistrement sur bande.
- A11 Erreur de chargement
- A12 Erreur de contrôle

## 3. POUR TOURS TRAVAILLANT EN METRIQUE/POUCES UNIQUEMENT

- A13 Commutation pouces/millimètres avec mémoire-programmes pleine.
- A14 Unité de déplacement erronée pour programme chargé.

## Entrées

### Entrée en positif-négatif des valeurs X,Z

- Entrée en positif: introduire les valeurs sans signe
- Entrée en négatif: après introduction des valeurs, agir sur la touche repérée  .

### Valeur des nombres introduits

- Valeurs X,Z en centièmes de millimètre
- Valeurs F en mm/min
- Pas de filetage en centièmes de millimètre par tour

## Commande



### Arrêt intermédiaire de programme

Enfoncer les touches marquées  + 

### Interruption de programme

Enfoncer les touches marquées  + 



### Effacement de programme

Le numéro de séquence (N) doit être affiché. Manipuler d'abord la touche repérée  ensuite la touche marquée .

### Effacement du signal d'alarme

Enfoncer les touches repérées  + 

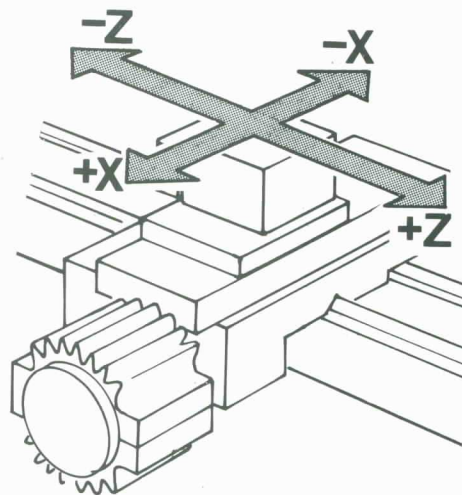
### Correction d'une entrée

Agir sur la touche repérée , introduire ensuite la valeur exacte en enfoncer la touche marquée .

### Fonctionnement avec cassettes

Prière de consulter la feuille séparée jointe à la documentation.

## Mémorisation des axes



## Tour opérant en version métrique et en pouce

En manoeuvrant le bouton de conversion, il vous est possible de passer du système métrique aux entrées en pouces.

### Conditions à remplir:

Lors du passage d'un système à l'autre, la mémoire de la machine doit être vide, que vous soyez en mode manuel ou en mode CNC, sans quoi l'alarme A13 sera déclenchée et indiquée.

### Mesures à prendre pour effacement de A13

1. Enfoncer les touches repérées **INP** + **REV**, le signal d'alarme s'éteint.
2. Convertir le programme en version métrique ou en pouces.

### Entrées lorsque le tour opère en pouce

#### 1. Ordre de grandeur des valeurs X et Z en entrée

0,001 pouce. Les valeurs sont introduites sans virgule décimale.

#### Exemple:

Valeur X = 0,134"  
Entrée: 134

#### 2. Entrée pour pas de filetage

Introduire le pas de filetage en millièmes de pouce (1/1000").

#### Exemple:

Filetage de 20 filets/pouce  
1 pouce : 20 = 0,05  
Dès lors le pas de filetage P sera 0,05".  
Entrée: 50

#### 3. Entrées pour avance

Introduction des valeurs d'avance: en dixièmes de pouce par minute (1/10").

#### Exemple:

Avance = 1,2 pouces par minute  
Entrée F = 12

### Entrées maximales

#### Valeurs X:

X=0 jusque X = ±1999 (1/1000 de pouce), un dépassement de cette valeur déclenche le signal d'alarme A02

#### Valeurs Z:

Z=0 jusque Z = ±19999 (1/1000 de pouce), un dépassement de cette valeur déclenche le signal d'alarme A04.

#### Avances et pas de filetages

F=1 jusque F = 199 (en dixième de pouce par minute et un millième de pouce par tour), un dépassement de cette valeur déclenche le signal d'alarme A03.

#### Rayons:

50, 100, 150, 250 ... jusque 1950 (un millième de pouce), un dépassement de cette valeur déclenche le signal d'alarme A01.

### Autres caractéristiques techniques

Avance en marche rapide: 27,5 pouces/min

Avances en commande manuelle: 0,4 - 16 pouces/min

Conversion des valeurs pour avances en pouces en commande manuelle

mm/min	pouces/min
10	0,4
25	1
50	2
100	4
200	8
300	12
400	16

### Signal d'alarme A14

Il se manifeste en marche avec cassettes, en mode opératoire "LOAD".

Un code indiqué sur la cassette, le programme mémorisé en système métrique ou en mesures anglaises.

Exemple:

- Le programme est en système métrique
- Vous réenregistrez le programme de la cassette dans la mémoire.
- Au terme de l'opération de réenregistrement, la question est posée: le commutateur de sélection mètres/pouces est-il branché sur le système métrique?
- Si la réponse est négative, le signal d'alarme A14 apparaît.

Mesures à prendre:

Brancher le commutateur de sélection sur le système métrique. - Le signal d'alarme s'éteint alors.

### Calcul de courses de déplacement réelles:

Calcul de courses de déplacement réelles:

Courses de déplacement en système métrique

$$\frac{\text{Nombre des pas}}{72} = \text{Course de déplacement en mm}$$

Courses de déplacement en pouces

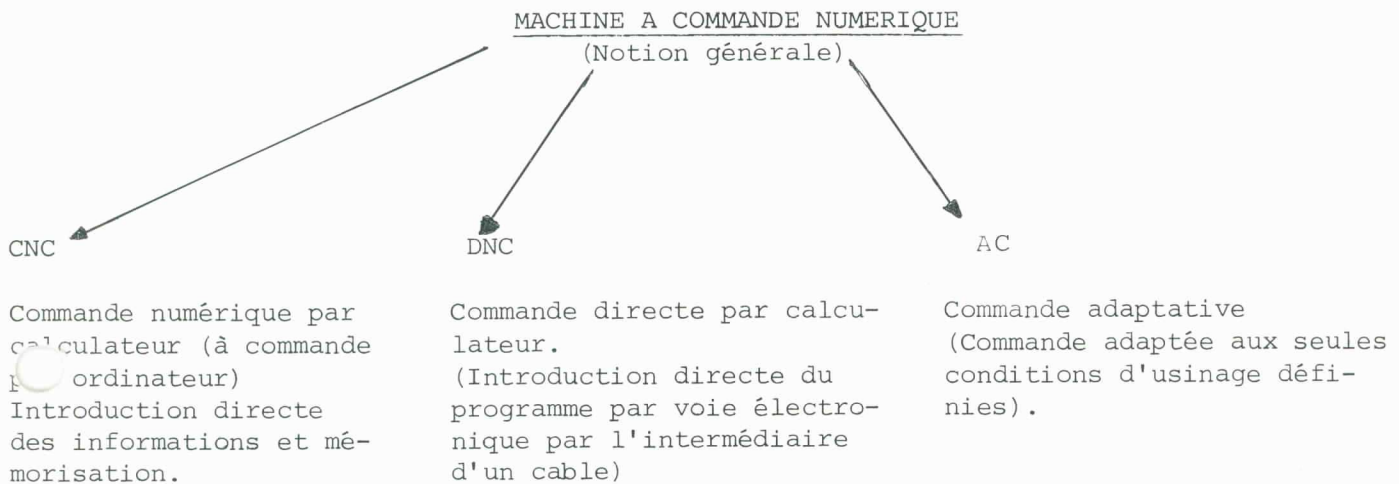
$$\frac{\text{Nombre des pas}}{72} = 25,4 = \text{Course de déplacement en pouces}$$

Pas (valeurs angulaires du moteur pas à pas)	Course de déplacement en pouces	Affichage en millièmes de pouce
1er pas (5°)	0,000546	1
2me pas (10°)	0,00109	1
3me pas (15°)	0,00164	2
4me pas (20°)	0,00218	2
5me pas (25°)	0,00273	3
6me pas (30°)	0,00328	3
.	.	.
.	.	.
.	.	.



## Qu'est-ce qu'une machine à commande numérique?

- C'est une machine dans laquelle nous introduisons des chiffres et des lettres (programmation).  
= INTRODUCTION DE DONNEES
- C'est une machine qui "assimile" ces données, qui les traite et qui calcule.  
= TRAITEMENT DES DONNEES
- C'est enfin une machine qui transmet ces informations de même que les valeurs calculées et qui transforme ces dernières en instructions.  
= SORTIE DES DONNEES
- C'est aussi une machine qui suit les instructions (production).

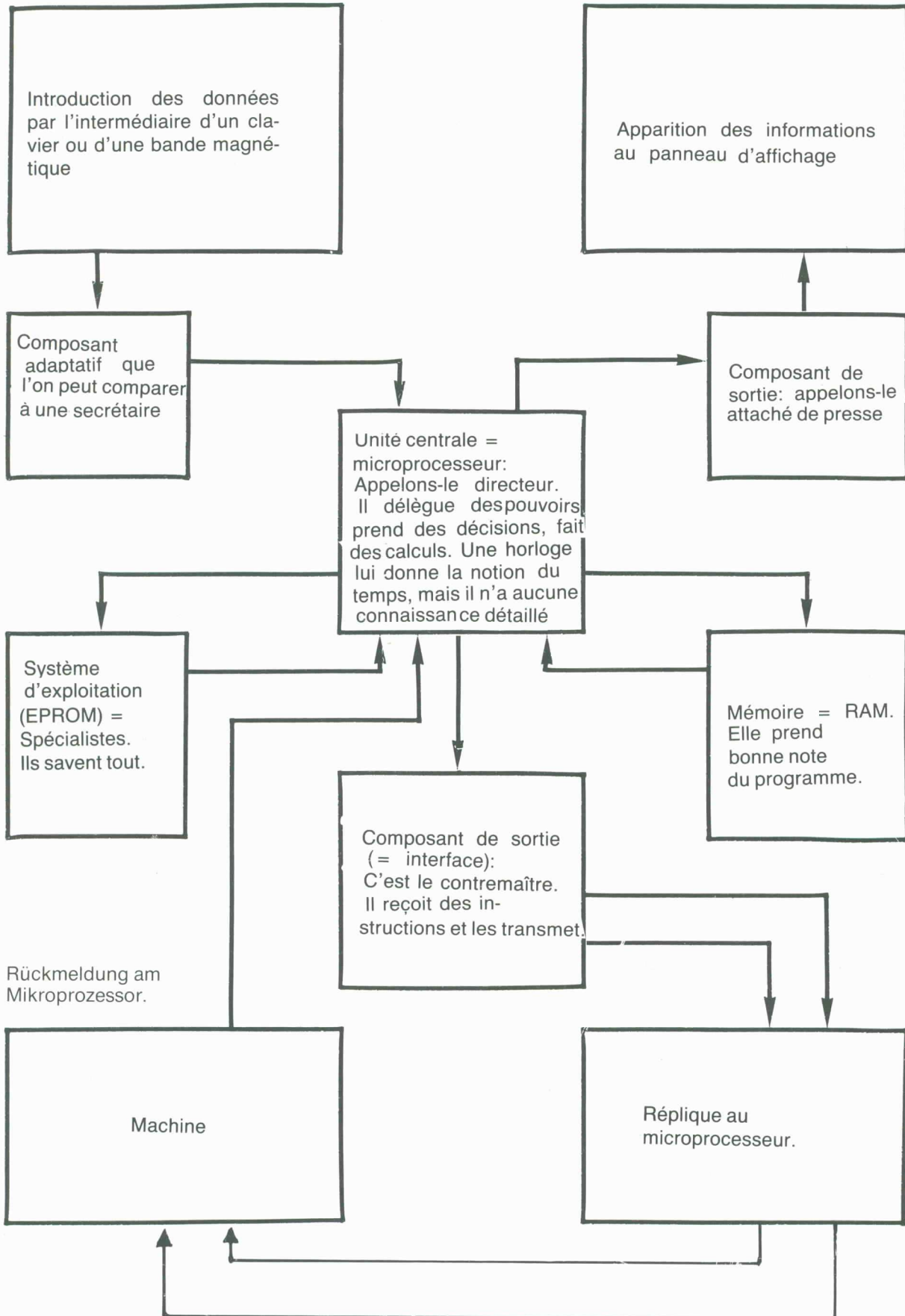


### Evolution et coutumes de langage

Il arrive fréquemment que le contenu des notions se modifie dans l'usage du langage. Au sens premier du terme, les machines CNC étaient à commande numérique, mais elles n'avaient pas de calculateur. De nos jours on abandonne la construction de ces machines.

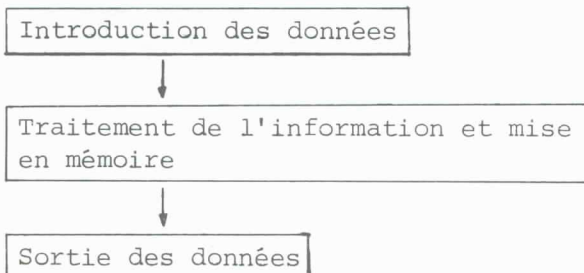
C'est par le terme de machines CNC que l'on a désigné les machines à commande numérique par calculateur pour les distinguer de la machine originale à commande numérique. Aujourd'hui, on parle de machines CNC, de machines à commande numérique, qu'il s'agisse de machines CNC, DCN ou AC.

### Unités modulaires de tour CNC





### Déroulement des opérations dans le cadre de la production en CNC



Dans un ordinateur, tout passe par le directeur. La filière hiérarchique est très stricte.

Qu'arrive-t-il lorsque vous enfoncez la touche repérée START?

1. Secrétaire → Directeur:

"On a poussé sur START!"

Le directeur interroge la mémoire:

"A-t-on introduit la fin du programme (G22)?"

Si la réponse est affirmative, le déroulement du programme commence.

2. Directeur → Spécialiste:

"Nous voulons tourner un cône 1:3, tout est en ordre?"

3. Spécialiste → Directeur:

"Parfaitement, tout est en ordre!"

4. Directeur → Mémoire:

"Donne-moi les données je te prie!"

5. Mémoire → Directeur:

"Entendu - outil de tournage en direction X: déplacement 10 mm; en direction Z: déplacement 20 mm.

6. Le directeur se livre à des calculs et passe les valeurs obtenues au contremaître adjoint. Au moyen de l'horloge, il détermine également la vitesse du déroulement des opérations.

(Dans le cas du taillage de filets, il attend l'annonce de la position de la broche).

7. Contremaître → contremaître adjoint:

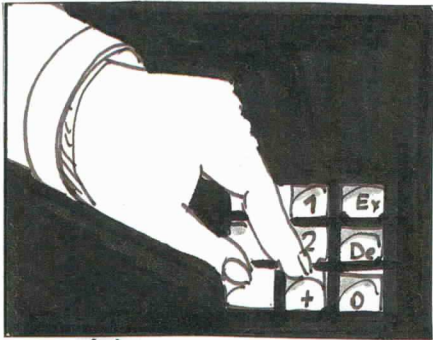
"X une impulsion - Z deux impulsions, X une impulsion - Z deux impulsions. Tenez compte de la vitesse à laquelle mes instructions sont données!"

8. Directeur → attaché de presse:

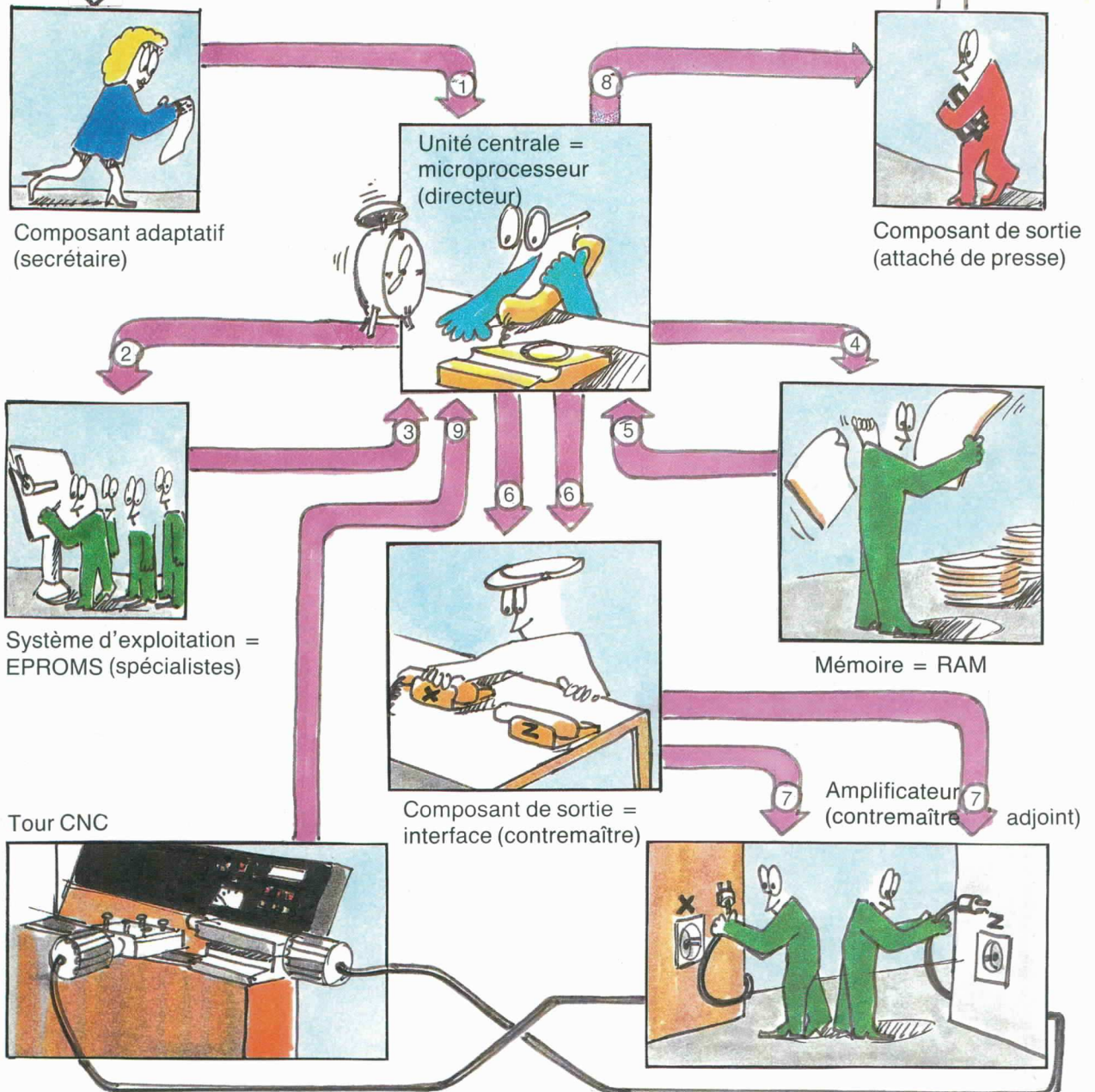
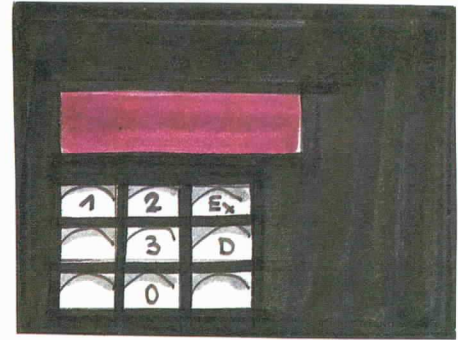
"La séquence est terminée. Nous travaillons sur la séquence suivante! Affiche-le donc!"

# Déroulement des opérations dans le cadre de la production en CNC

Introduction des données

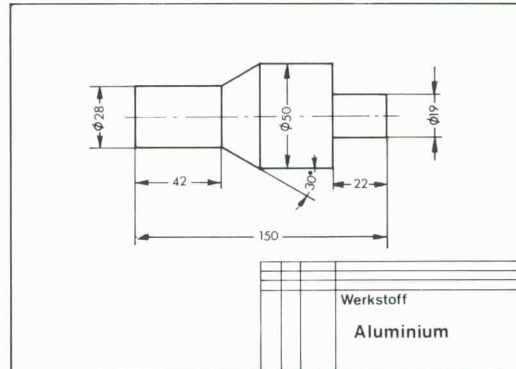


Affichage des données

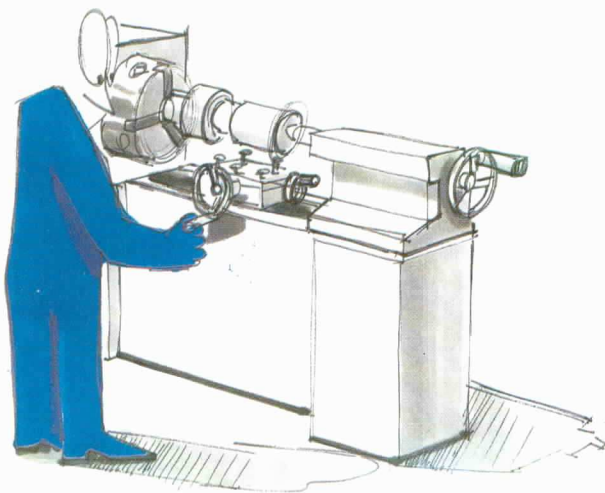


## Production en commande numérique

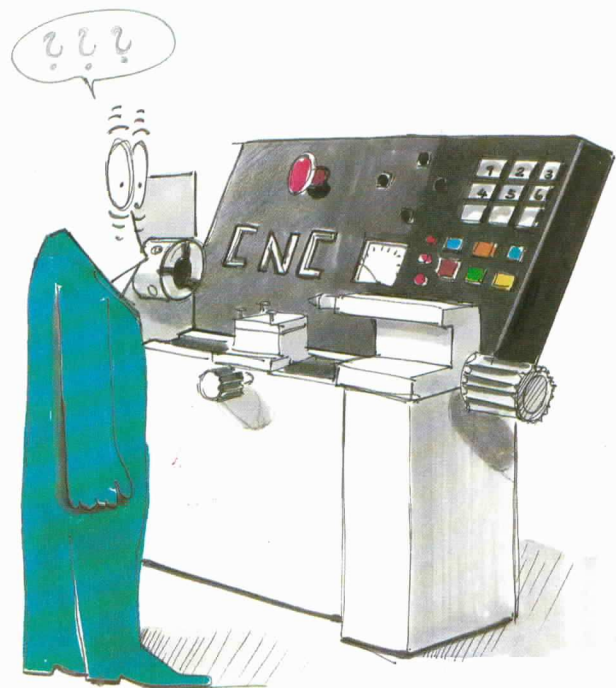
Quelles sont les connaissances requises pour la production de pièces sur un tour à commande manuelle et sur un tour à commande par ordinateur direct?



Tour à commande manuelle



Tour à commande numérique





Points communs et différences d'usinage de pièces sur tour à commande manuelle et sur tour à commande par ordinateur direct – suite

Tour à commande manuelle	Connaissances technologiques	Tour CNC
	+ Vitesse de coupe en fonction de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- matière de la pièce à usiner,</li> <li>- outil (HSS, carbures métalliques),</li> <li>- opération de tournage, ébauche, finition, taillage de filets.</li> </ul>	
	+ Valeur de l'avance	
	+ Profondeur de coupe	
	+ Puissance, performance et dimensions géométriques du tour	

Exécution

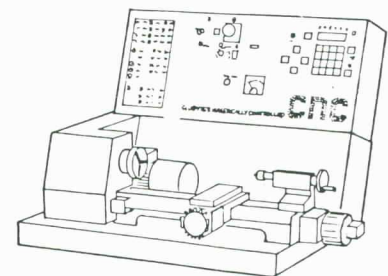
L'opérateur doit être familiarisé avec la commande de la machine

+ Etablissement du programme CNC

PROGRAMMBLATT EMCO COMPACT 8 CNC

N	G	X	Z	F	Bemerkungen	S [mm]

+ Introduction du programme CNC



+ Préparation du tour

+ Exécution des opérations

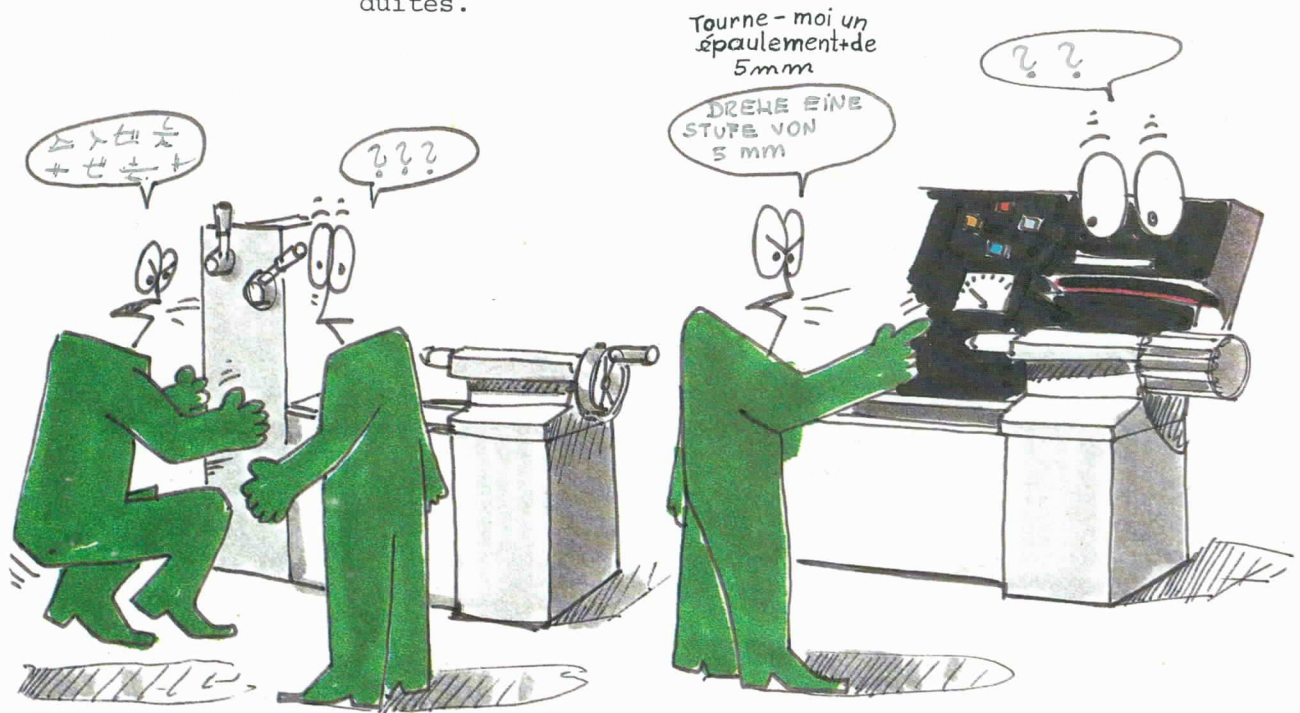




## Qu'est-ce que la programmation?

Programmer signifie fournir à l'ordinateur des informations qu'il comprend.

Vous devez préparer l'introduction des données en les adaptant en un langage compréhensible par la machine. L'ensemble des données doivent donc être transcrite sur une fiche de programmation dans un ordre déterminé afin d'être "comprises" par la machine pour être traitées.



Le personnel servant ne comprend nullement les instructions en chinois, parce qu'il ne maîtrise pas cette langue.

Le tour à commande par ordinateur direct ne comprend pas le langage humain.



Il nous faut transmettre au tour CNC les instructions dans un langage assimilable par la machine. Ce langage est un langage secret: il est codé.

## Elaboration de la programmation

Apprendre à programmer est la mise en application des connaissances de base et la correction des instructions incomplètes ou erronées.

## Apprendre à programmer

Bon nombre d'experts issus de groupes divers ont défini la programmation et se sont posés la question de savoir comment les informations doivent être établies.

Les objectifs poursuivis sont les suivants:

- Programmation simple
- Programmation indépendante du langage
- Programmation axée sur la pratique
- Programmation applicable à toutes les machines-outils

### Façon de procéder:

Analyse des phases d'usinage sur les machines-outils



Etablissement d'un programme d'usinage

## Quelles sont les informations qu'il faut communiquer au calculateur?

En fait il s'agit exactement des mêmes informations et instructions qu'il nous faudrait communiquer à quelqu'un qui aurait à fabriquer une pièce sur un tour à commande manuelle sans avoir la moindre notion du tournage.

En d'autres termes vous devez donner des instructions de tournage à un exécutant travaillant sur la machine n'ayant aucune notion de tournage, et se tenant strictement à chacune de vos instructions.

### Est-ce dans vos possibilités?

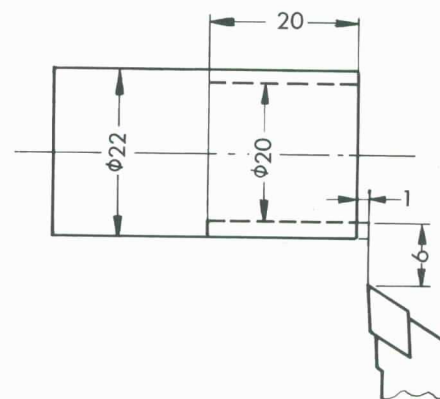
Essayez donc: Notez les instructions sur papier ou donnez-les directement à quelqu'un se trouvant près du tour.

#### Exemple:

L'homme au tour devra tourner l'épaulement. La position de l'outil est celle illustrée sur le croquis.

Matière: Aluminium

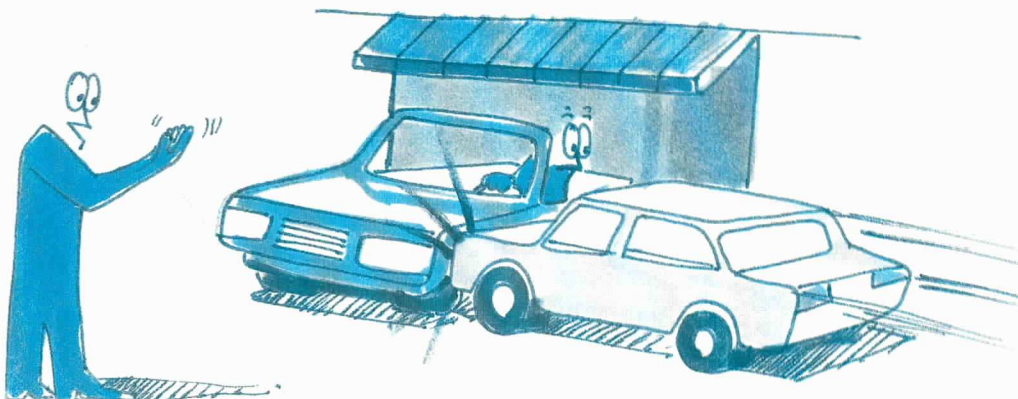
La puissance du tour équivaut à celle du COMPACT 5 CNC. Dans la mesure du possible, l'opération de tournage devra se faire de façon rationnelle. La broche principale est en rotation.



#### Autre exemple:

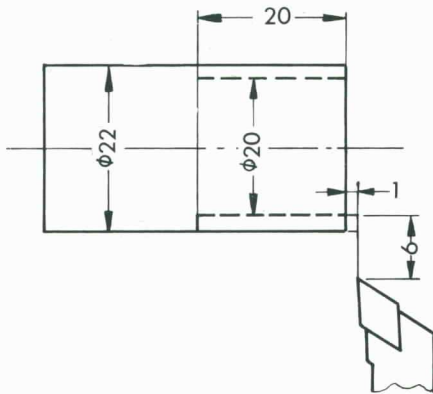
Essayez de donner des instructions à quelqu'un pour sortir une voiture d'un garage alors que cette personne ne sait nullement conduire un véhicule. Cette personne ne pourra qu'exécuter strictement vos instructions.

Il est plus que probable que votre voiture sorte du garage accidentée, car selon nos prévisions, vos informations manquent de clarté, elles ne sont pas exactes et vous ne les avez pas donné dans l'ordre qui s'imposait.



## Elaboration de la programmation

Un entretien entre un spécialiste de systèmes de commande et un praticien (tourneur) pourrait à peu près se dérouler de la manière suivante: le spécialiste des systèmes de commande (nous l'appelons tout simplement le spécialiste) se fait expliquer par un praticien la manière de réaliser cette pièce à usiner dont il est question dans l'exemple précédent.



### Spécialiste:

Expliquez-moi, je vous prie, ce que vous faites pour réaliser cette pièce. Je note que l'outil est en place et que la broche principale est en rotation.

### Tourneur:

Avec le chariot transversal j'accomplis un déplacement de 6 mm.

### Spécialiste:

Dans quel sens s'effectue le mouvement avec le chariot transversal? Vous pouvez en effet le déplacer vers l'avant et vers l'arrière.

### Tourneur:

Le mouvement s'accomplit dans le sens de l'axe de tournage.

### Spécialiste:

Le mouvement doit-il se faire à une vitesse déterminée?

### Tourneur:

Non, mais plus l'avance est rapide, plus l'opération est économique. Il me faut lire juste le déplacement sur le volant gradué.

### Spécialiste:

En somme si je résume, vous déplacez

- le chariot transversal
- de 6 mm
- dans le sens de l'axe de tournage,
- le déplacement doit pouvoir être lisible.

### Tourneur:

Seconde opération: je déplace le chariot longitudinal de 21 mm.

### Spécialiste:

Dans quelle direction?

### Tourneur:

En direction du nez de broche.

### Spécialiste:

Le déplacement doit-il se faire à une vitesse bien déterminée?

### Tourneur:

Oui; je sélectionne cette vitesse d'avance. Elle dépend en effet de la matière de la pièce à usiner, de la matière de l'outil de tournage, de la surface que doit présenter la pièce ainsi que de certains autres facteurs.

### Spécialiste:

Je résume: vous déplacez

- le chariot longitudinal
- de 21 mm
- en direction du nez de broche
- à une vitesse d'avance bien déterminée.

Mon cher praticien, je vous remercie et vais réfléchir à la question.

## A quoi les spécialistes ont-ils bien pu réfléchir lors de la programmation?

Les travaux effectués sur des machines-outils sont extrêmement variés. Comment vais-je désigner le chariotage, le surfacage, le taillage de filets, etc.? Très fréquemment les chariots se déplacent en cycle. Il me faut une abréviation, un numéro de code. Je prends la lettre G et j'y ajoute des chiffres.

G01, G02,  
G03 ...

### Indications relatives à la longueur:

En cotations absolues ou incrémentales?

Quelle sera la définition?

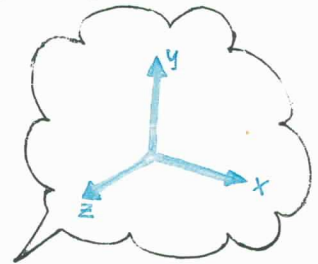
0,1 mm, 0,01 mm ou bien 0,001 mm?

Pour les instructions du chariot longitudinal/instructions du chariot transversal, je prends le système de coordonnées cartésiennes, pour tournage à droite.

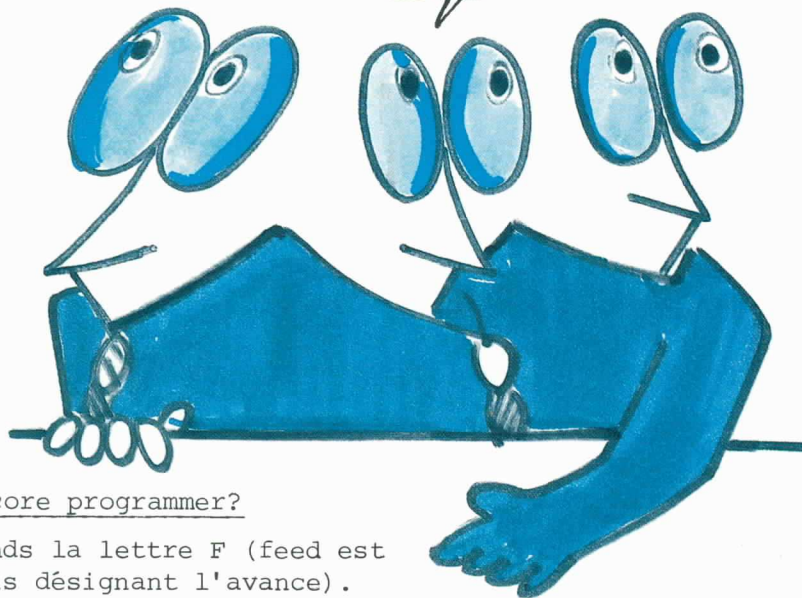
Z = chariot longitudinal

X = chariot transversal

Il m'est possible d'indiquer les directions avec les signes  $\pm$ .



A+ A-  
B+ B-  
C+ C-



### Que faut-il encore programmer?

Avance: je prends la lettre F (feed est le terme anglais désignant l'avance).

Vitesse de rotation de la broche:  
lettre S, etc.

Je rassemble tout cela sur une feuille de programmation.

La définition d'une programmation est bien entendu le fruit de plusieurs années de travaux auxquels s'associèrent bon nombre de spécialistes. Les définitions adoptées vont être traitées dans les pages qui suivent. Cette programmation s'applique à toutes les machines-outils. Elle fait également l'objet d'une norme DIN 66025.

## SYSTEME DES COORDONNEES

La compréhension du système des coordonnées est fréquemment source de difficultés. Toutefois, lorsque l'élève est devant sa machine, lorsqu'il voit les touches et qu'il est en mesure de les actionner, il n'éprouvera plus de difficultés au niveau de la réflexion parce qu'il a directement sur la machine la transposition:

Chariot longitudinal = Chariot Z et

Chariot transversal = Chariot X

Le sens  $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$

Une autre explication universellement valable est celle-ci:

Direction + : Lorsque l'outil de tournage se déplace dans la direction +, la pièce à usiner devient plus grande.

Direction - : La pièce à usiner devient plus petite

### Remarques:

1. Lorsque le porte-outil se situe derrière l'axe de tournage, les signes algébriques de l'axe X ont-ils permuté? Sens positif signifie: dans le sens de diamètres plus grands.
2. L'axe Z est toujours l'axe de l'arbre moteur.
3. La fixation des axes:  
Les axes sont arrêtés selon le système de coordonnées à rotation à droite.

### Bibliographie:

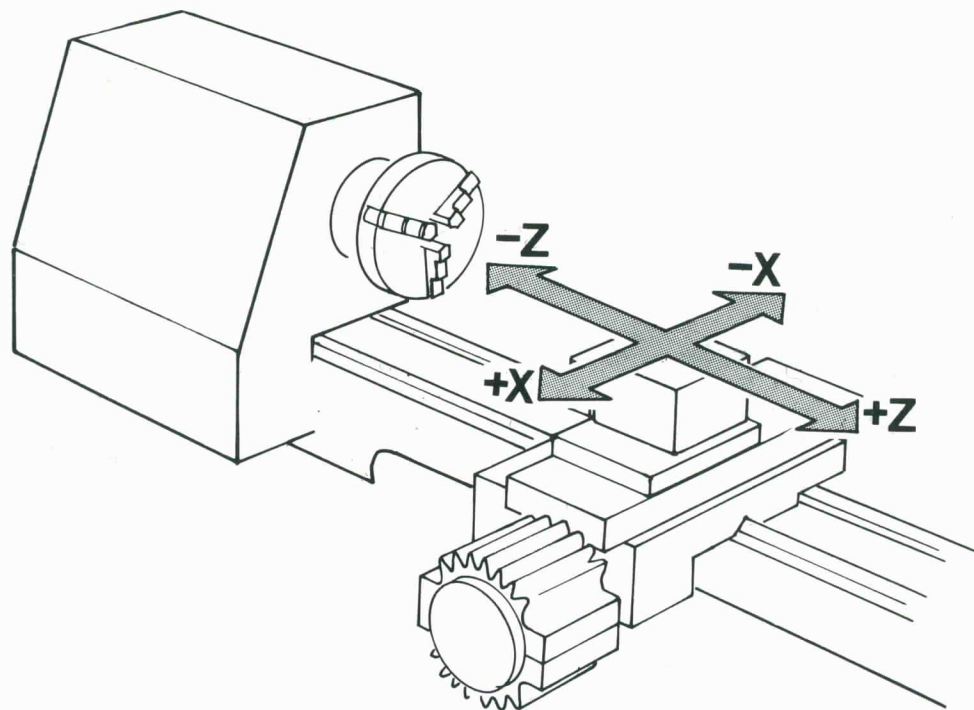
DIN 66 217: Axes de coordonnées et directions de mouvements pour machines-outils à commande numérique.

ISO 841: Numerical control of machines - Axis and motion nomenclature.

## Le système de coordonnées sur les tours à commande numérique

L'information relative au mouvement du chariot longitudinal en direction du nez de broche est une information longue; de surcroît, elle se traduit de manière différente dans chaque langue. Aussi, pour les tours à commande numérique, les sens de déplacement sont décrits dans le cadre du système des coordonnées.

Système des coordonnées sur tour



Axe Z = axe parallèle à l'axe de tournage

Axe X = axe perpendiculaire à l'axe de tournage

Mouvement -Z = déplacement du chariot longitudinal en direction du nez de broche

Mouvement +Z = éloignement du chariot longitudinal par rapport au nez de broche

Mouvement +X = se référer au croquis

Mouvement -X = se référer au croquis

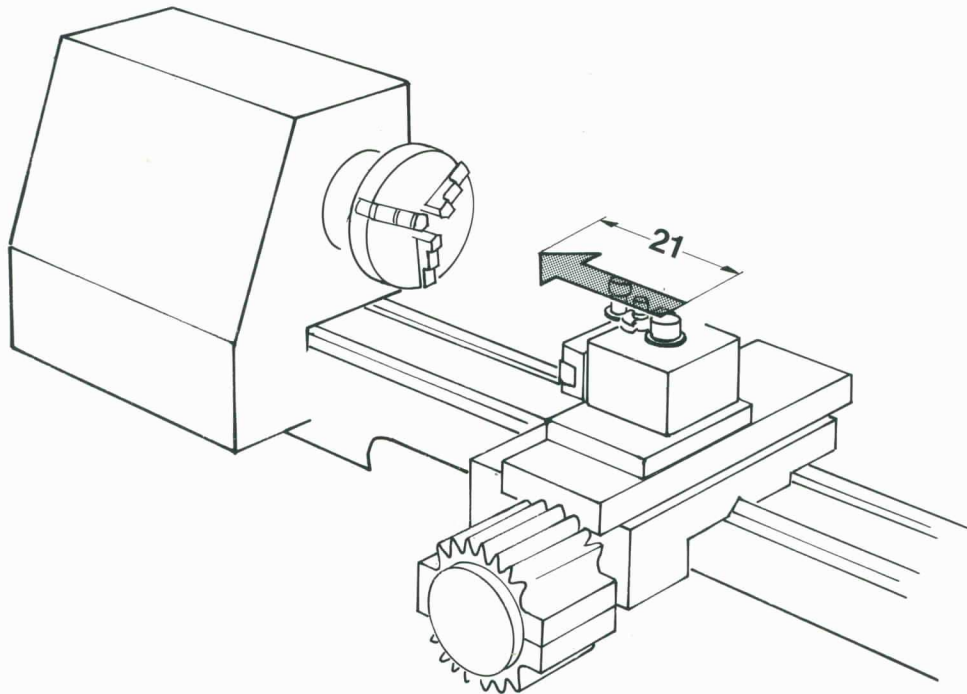


## Système de coordonnées

Vous souvenez-vous du résumé du spécialiste?

Vous déplacez

- le chariot longitudinal
- de 21 mm
- en direction du nez de broche
- avec une vitesse d'avance.



Avec cette définition du système des coordonnées, nous pouvons simplifier cet énoncé:

### Instruction verbale

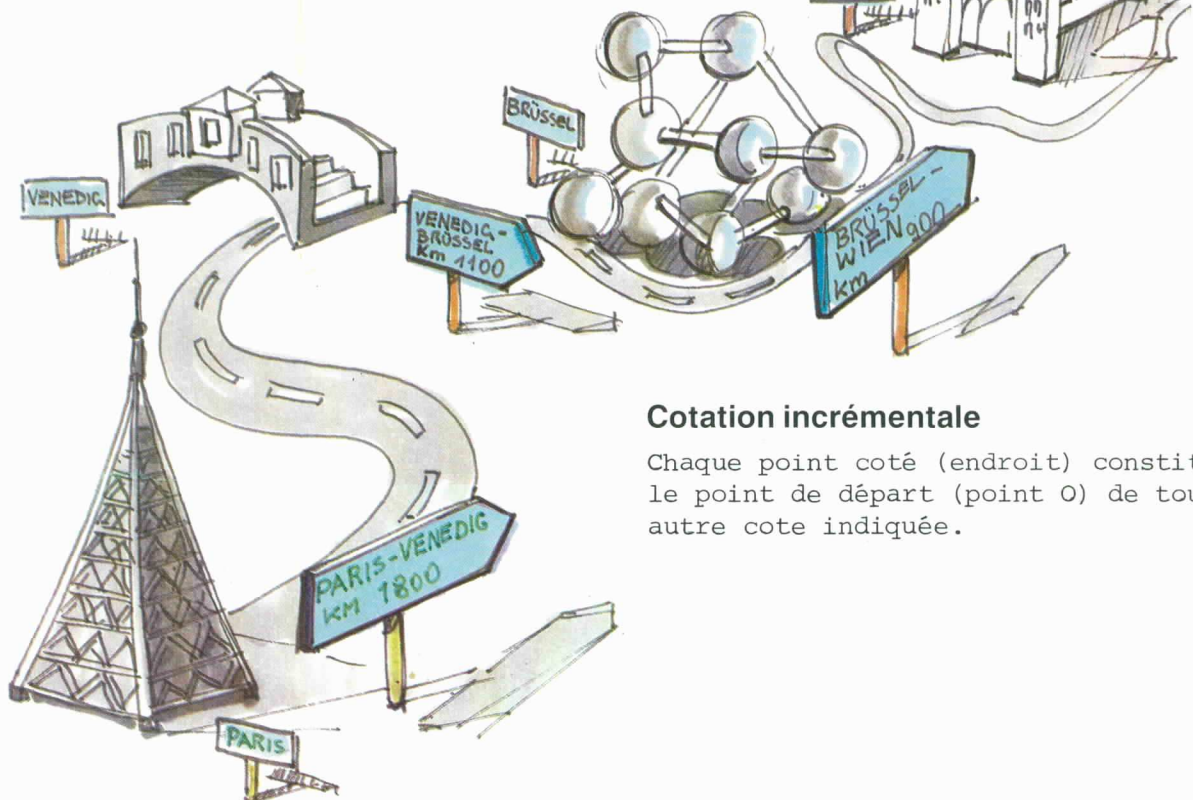
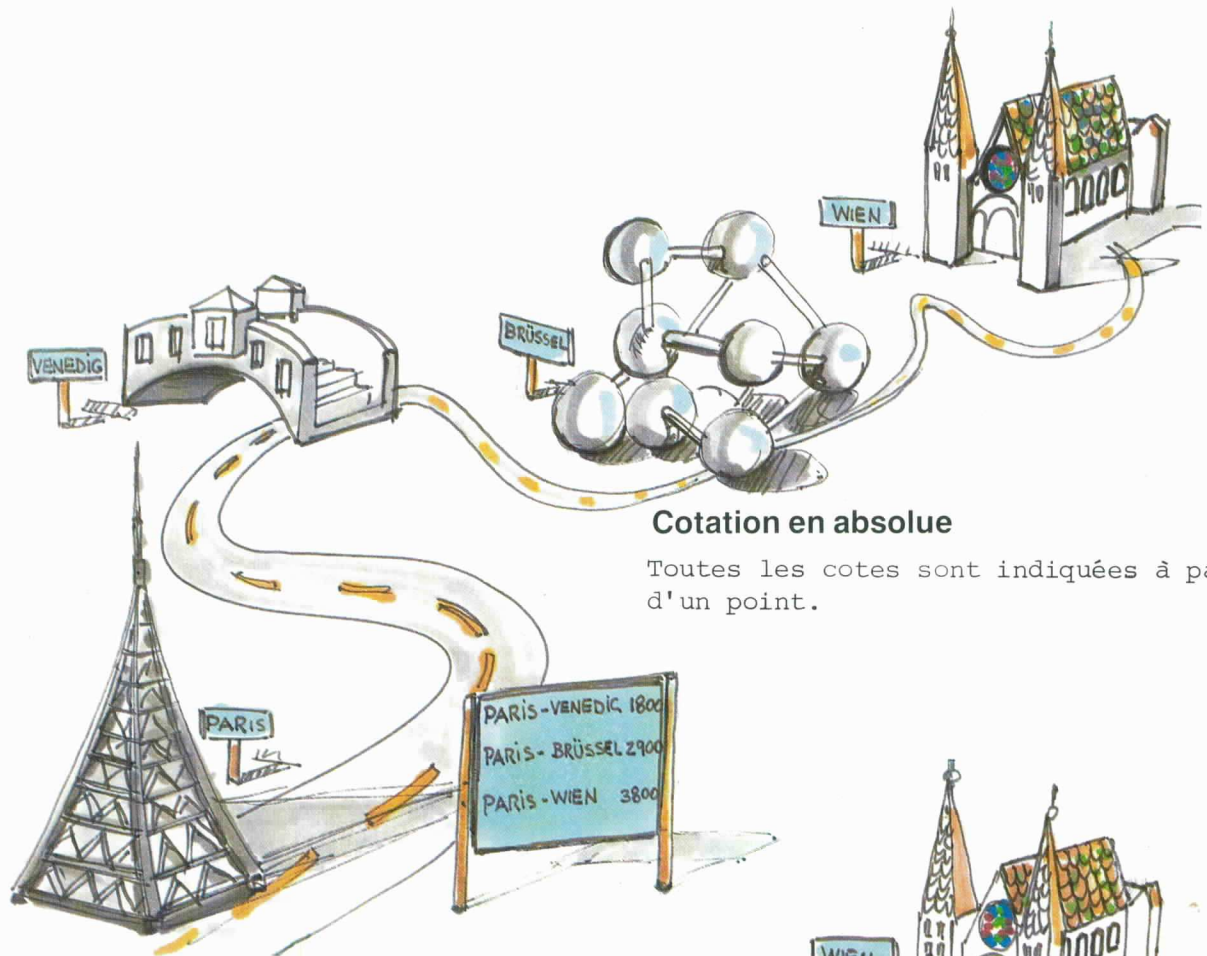
- Déplacer le chariot longitudinal
- Déplacer le chariot longitudinal en direction du nez de broche.
- Déplacer le chariot longitudinal en direction du nez de broche d'un déplacement de 21 mm.

### Instruction CNC

- = déplacement en direction Z
  - = déplacement en direction "-" Z
  - = déplacement en direction -Z 21 mm.
- L'instruction CNC est dès lors Z-21 mm

## Programmation/Type de programmation

Les cotes peuvent être indiquées de deux manières différentes: cotes absolues ou incrémentales.



## Informations géométriques

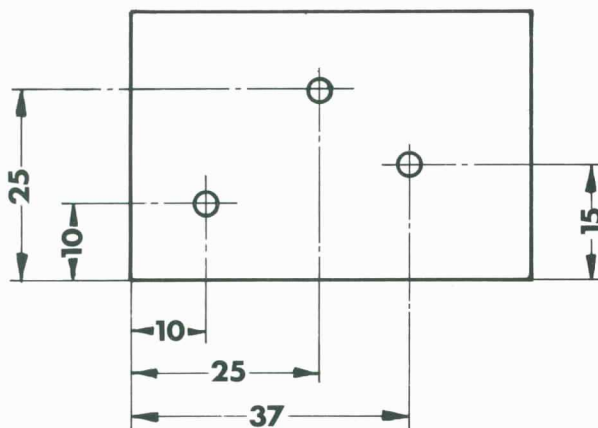
Vous trouverez les informations géométriques sur le dessin technique.

### Types de cotation du dessin

Les dessins peuvent être établis en cotation absolue ou incrémentale. Dans de nombreux cas, le type de cotation utilisé est mixte, c'est-à-dire absolue et incrémentale.

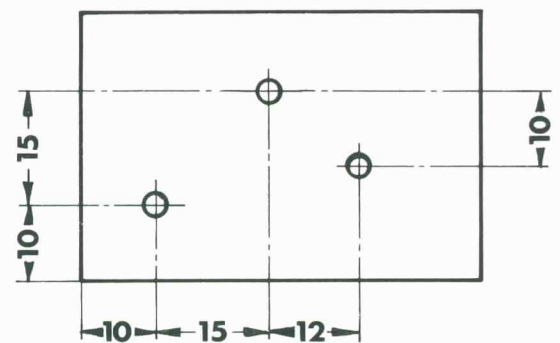
#### Cotation absolue

L'ensemble des cotes partent de la même origine.



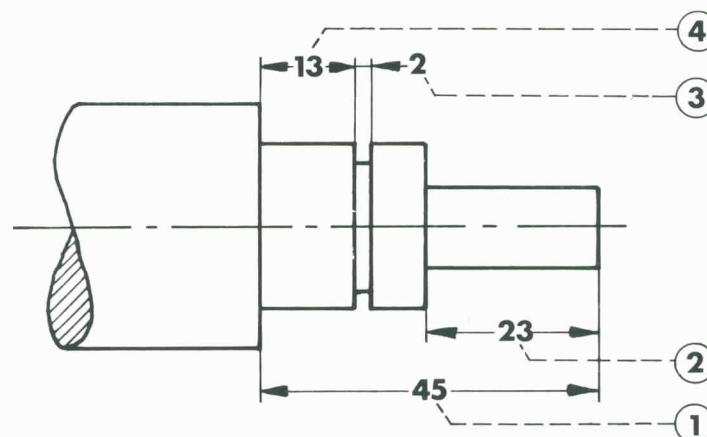
#### Cotation incrémentale ou relative

Chacune des cotes à son origine de la cote précédente.



#### Cotation mixte

Les cotes 1 et 2 sont des cotes absolues (cotation en absolu). Les cotes 3 et 4 sont incrémentales (cotation en incrémental ou relatif).

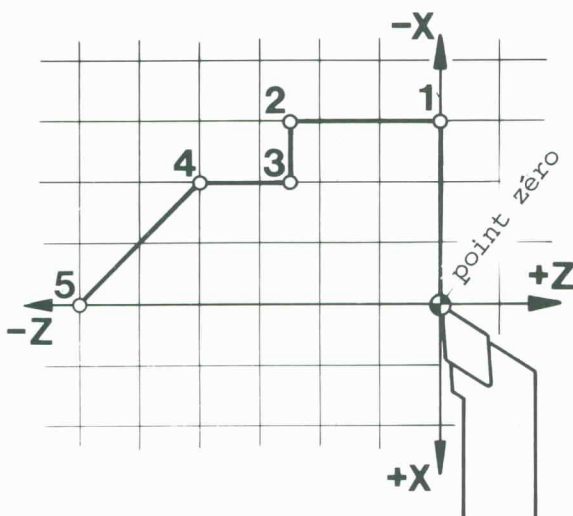


## Les types de programmation

Dans chaque séquence du programme il vous faudra décrire le déplacement parcouru par l'outil de tournage. En principe il existe deux manières de décrire cette course de déplacement.

### Programmation en cotation absolue

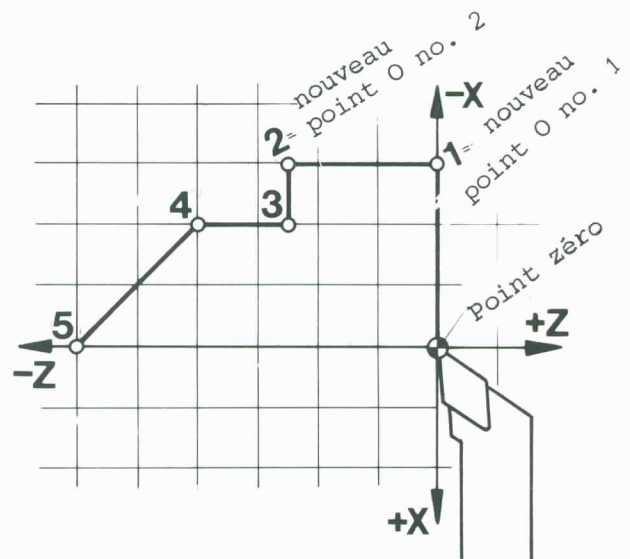
Les points que doit tangenter l'outil de tournage sont indiqués d'un point zéro (0).



x	z
-3	0
-3	-2,5
-2	-2,5
-2	-4
0	-6

### Programmation en cotation incrémentale

Dans la programmation en cotation incrémentale le point de départ pour chaque description du déplacement est constitué par la position momentanée occupée par l'outil de tournage.



x	z
-3	0
0	-2,5
1	0
0	-1,5
2	-2

L'élève rencontrera les termes "absolu" et "incrémental" dans la littérature technique; ce sont les plus usuels.

### Solutions

En absolu

	X	Z
0	0	0
1	-1	+2
2	-1,5	-2,5
3	+2	-1,5
4	+1,5	+1,5

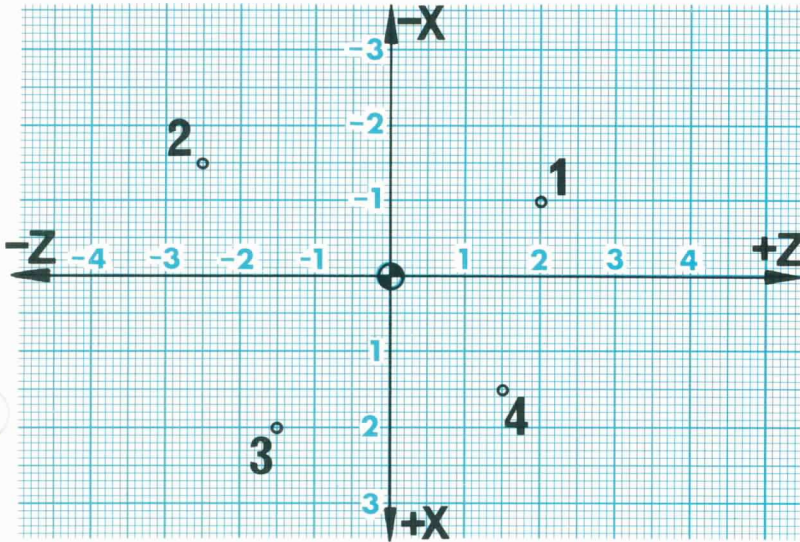
En incrémental

	X	Z
0	0	0
1	-1	+2
2	-0,5	-4,5
3	+3,5	1
4	-0,5	+3

Certains élèves éprouvent des difficultés à faire la distinction entre "absolu" et "incrémental". Faites leur utiliser le papier millimétré transparent pour le décalage du point origine.

Exemples d'exercices

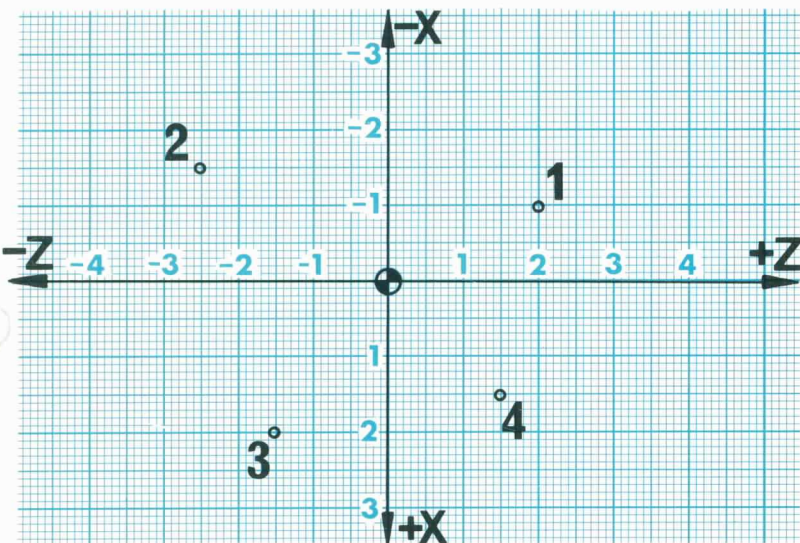
Programmation en cotation absolue



Etablissez le programme des cotes se rapportant aux points 1,2,3 et 4 en programmation de cotes absolues.

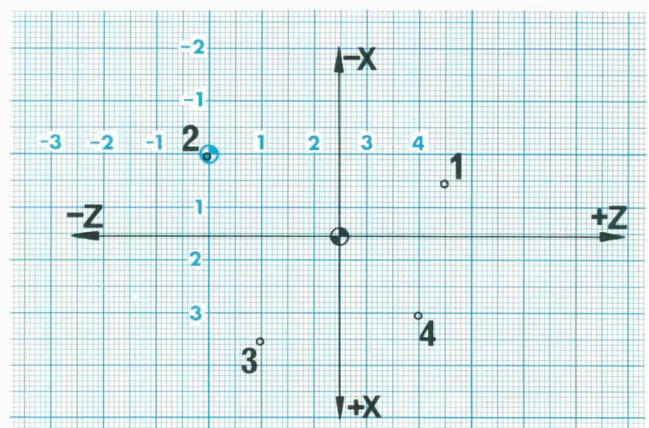
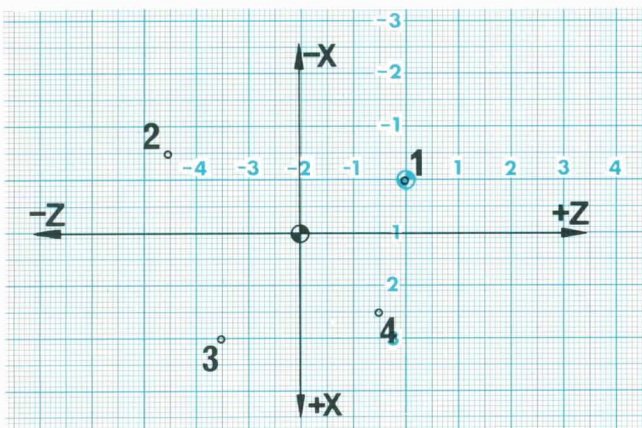
X	Z

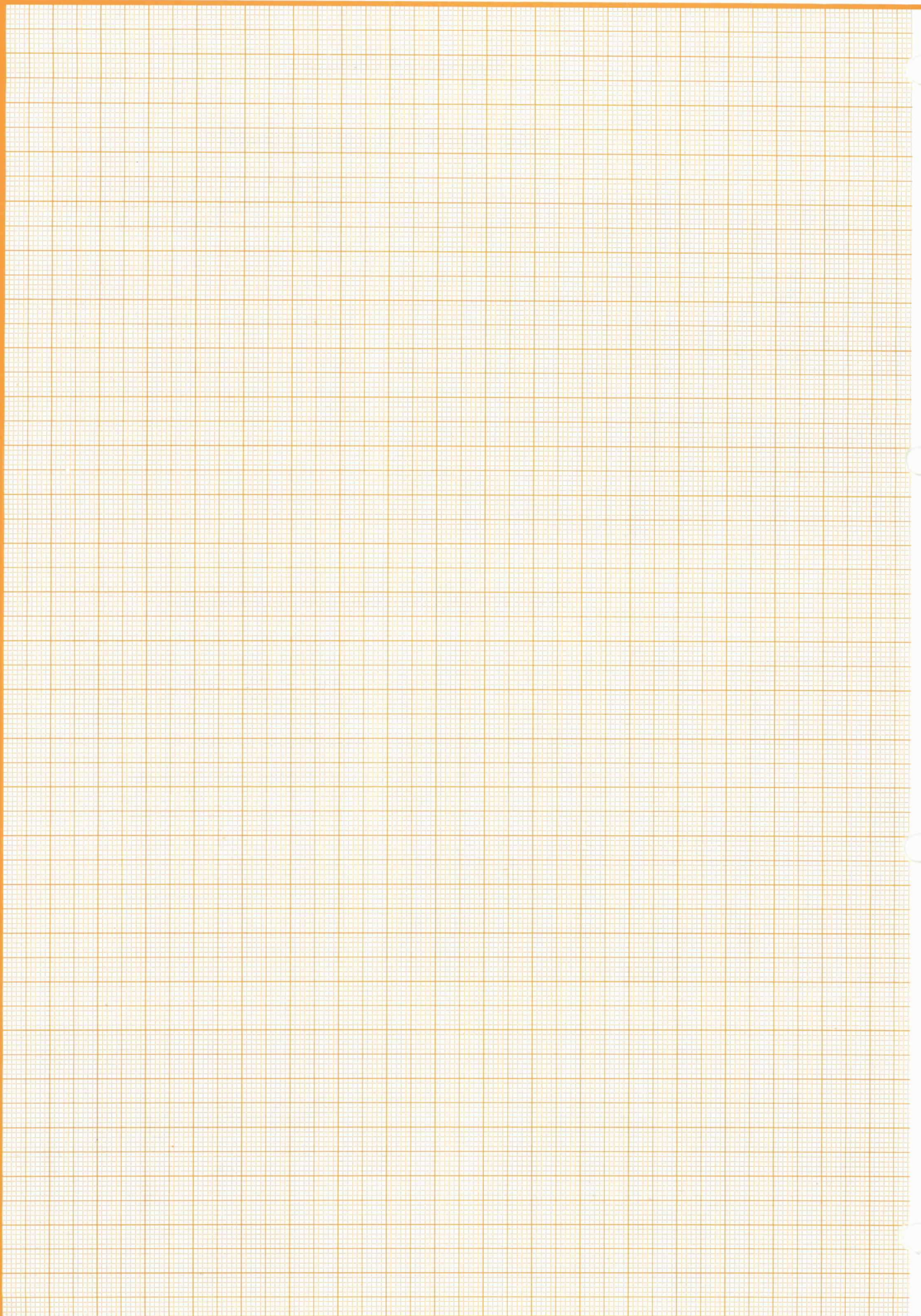
Programmation en cotation incrémentale



Chacun des points devient un nouveau point O. Posez la feuille de papier millimètre transparente sur le croquis et déplacez la du point zéro au point 1, etc.

X	Z

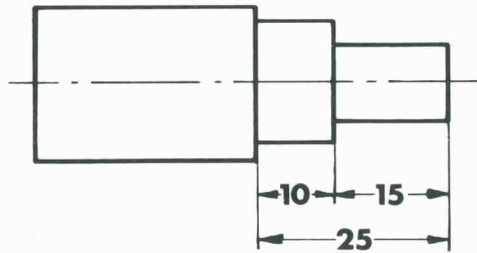




## Avantages – Inconvénients

Le COMPACT 5 CNC est programmé en cotation incrémentale.

Notez les cotes auxiliaires dans l'épure afin d'éviter des opérations de calcul en cours d'établissement du programme.



### Programmation en cotation absolue

#### Avantage:

Programmation en cotation absolue: si, par exemple, vous modifiez la position du point 1, vous n'affectez pas les autres points qui restent inchangés.

#### Inconvénient:

Programmation plus délicate.

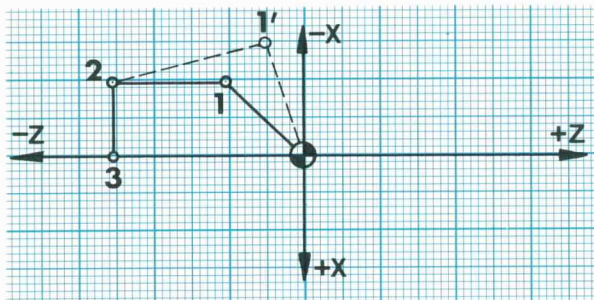
### Programmation en cotation incrémentale

#### Avantage:

Ce type de programmation est plus simple dans bon nombre de cas.

#### Inconvénient:

Si vous corrigez un point, un décalage de l'ensemble des autres points est nécessaire.



Le point 1 est déplacé, la description des points 2 et 3 doit être modifiée.

Suite à une correction, le point 1 devient point 1'. La description de 2 n'en est nullement affectée. ?

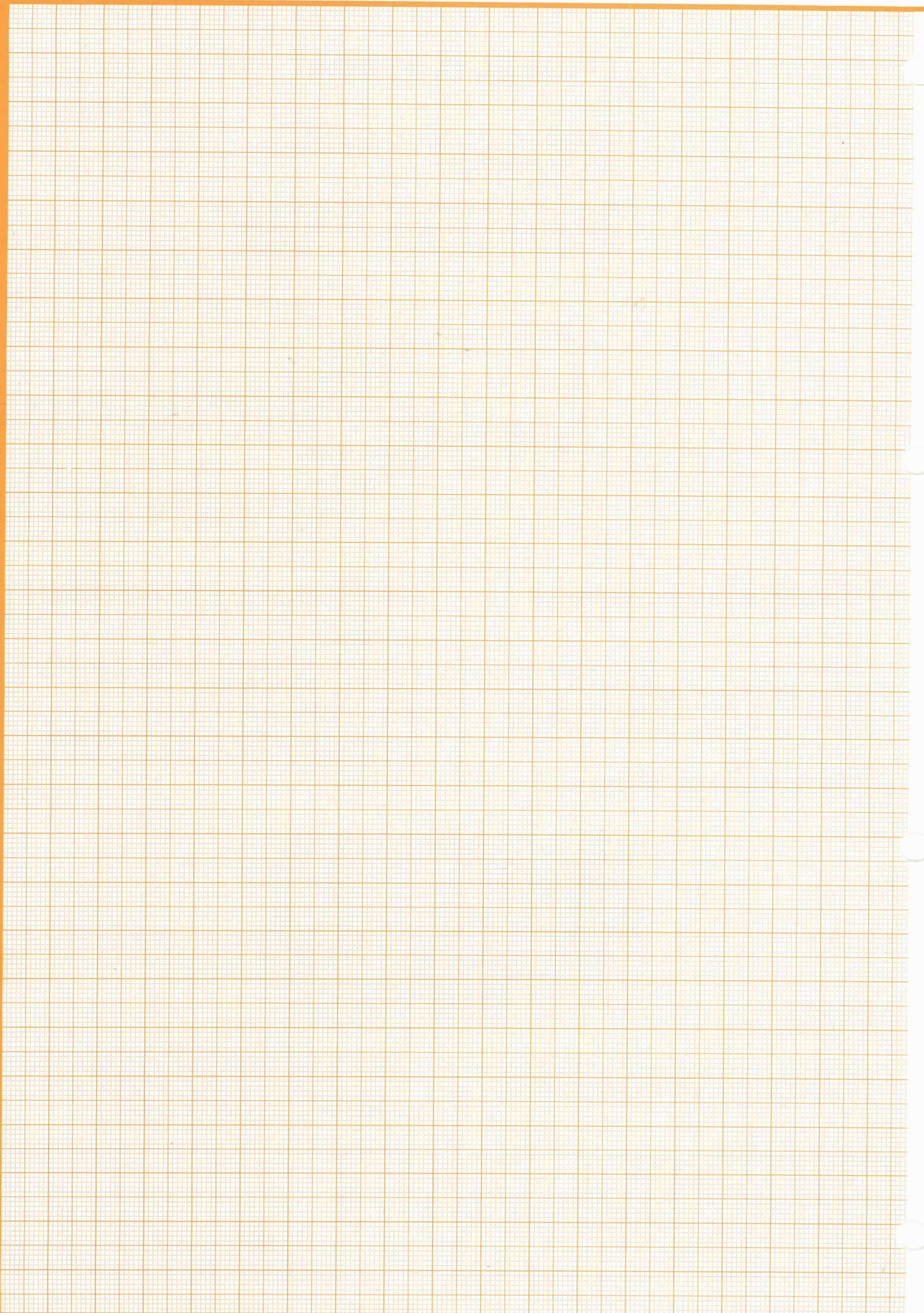
x	z
-1	-1
-1	-2,5
0	-2,5

x	z
-1,5	-0,5
-1	-2,5
0	-2,5

x	z
-1	-1
0	-1,5
1	0

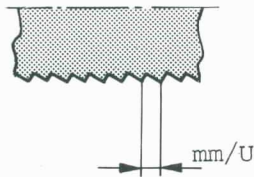
x	z
-1,5	-0,5
0,5	-2
1	0





## L'avance (F)

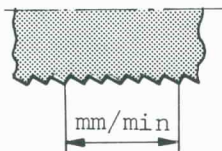
Pour la valeur de l'avance et/ou la vitesse de l'avance, on a recours à la lettre F. F est l'abréviation du terme anglais "feed" qui signifie avance.



### 1. Valeur de l'avance

La valeur de l'avance est indiquée en mm par tour de la broche principale.

$$F = \text{mm/tr}$$



### 2. Vitesse de l'avance

Elle équivaut à la course de l'outil de tournage par minute.

$$F = \frac{S}{\text{min}} \quad (\text{mm/min})$$

Lorsqu'il s'agit de machines industrielles vous pouvez indifféremment introduire l'avance en mm/tr et en mm/min. Sur le tour COMPACT 5 CNC, l'avance est introduite en mm/min.

### Conversion:

Vitesse de l'avance (mm/min) = vitesse de rotation de la broche principale (tr/min) x valeur de l'avance (mm/tr).

$$F \text{ (mm/min)} = S \text{ (tr/min)} \times F \text{ (mm/tr)}$$

Valeur de l'avance (mm/tr) =  $\frac{\text{Vitesse de l'avance (mm/min)}}{\text{Vitesse de broche principale (tr/min)}}$

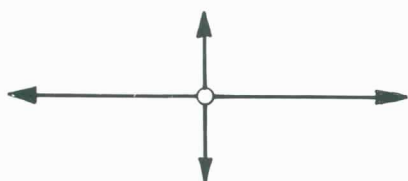
$$F \text{ (mm/tr)} = \frac{F \text{ (mm/min)}}{S \text{ (tr/min)}}$$

Attention pour le tour COMPACT 5 CNC, l'avance est tributaire de la vitesse de rotation de la broche, il vous faut calculer la valeur de l'avance ou la repérer en consultant une table.

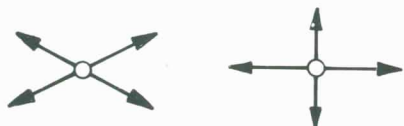
## Fonction de déplacement (G-fonctions en anglais)

Cette clé de programmation G regroupe les fonctions de déplacement. Ces fonctions sont définies selon la norme DIN 66025 et ISO.

La signification de ces clés de programmation sont détaillées dans les chapitres suivants.



G00 Les chariots se déplacent en angle droit en vitesse de marche rapide seulement.



G01 Déplacement des chariots en angle droit ou angulaire à vitesse d'avance programmée.



G02 Interpolation circulaire vers la droite.



G03 Interpolation circulaire vers la gauche.

G20 Arrêt intermédiaire: le déroulement du programme est suspendu pour cause de prises de cotes, d'échange d'outillage, etc.

G21 Bloc séquence libre

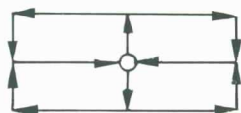
G22 Fin de programme



G33 Taillage d'un filet



G78 Cycle de filetage



G84 Cycle d'usinage, l'outil de tournage accomplit un cycle

G64 Mise hors tension des moteurs pas à pas

G65 Utilisation lecteur à bande

La compréhension de la structure externe d'un programme ainsi que des notions telles que article, mot, adresse, lettre d'adressage, format d'entrée, etc. revêt une importance capitale.

Dans la littérature technique on utilise les expressions anglaises de manière fréquente.

L'élève y sera confronté dans les chapitres ayant trait à la réalisation du programme. Il sera moins dérouté si les pages 3.51, 3.53 font l'objet d'explications en cours d'apprentissage des fonctions préparatoires.

## Le programme CNC (structure externe)

Le programme est établi sur la feuille de programmation.

Feuille de programmation C5 CNC

N	G	X	Z	F	B
00	00	-3000			
01	01	0	-2500	120	
02	01	1050	0	120	
03	01	0	-1680	120	
04	03	2000	0	120	

### La feuille de programmation (en anglais: manuscript)

Toutes les informations nécessaires à la réalisation d'une pièce à usiner sont inscrites dans la feuille de programmation. L'établissement du programme s'appelle programmation. La structure d'un tel programme est standardisée.

### Décomposition du programme

N	G	X	Z	F	E
00	00	-3000			
01	01	0	-2500	120	
02	01	1050	0	120	

#### 1. Format adresse ou enregistrement logique (en anglais "block")

Le programme se compose d'un format. Il comporte toutes les données nécessaires à l'exécution d'une opération (à titre d'exemple l'instruction: avancer en ligne droite avec le chariot transversal sur une distance de 10 mm à la vitesse de 100 mm/min).

#### 2. Les mots (en anglais "word")

Chaque format est constitué de plusieurs mots. Chacun de ces mots revêt une signification bien déterminée.

N	G	X	Z	F
00	00	-3000		
01	01	0	-2500	120

Mots



#### 3. Le mot

Un mot est constitué d'une lettre et d'une combinaison de chiffres. La lettre se nomme l'adresse (en anglais "address").

## Les mots du COMPACT 5 CNC

1er mot:

Lettre d'adresse N

La première colonne indique la numéro de séquence.

Vous inscrivez:

00 (première opération)

01 (deuxième opération)

N	G	X	Z	F	Bem
00					
01					
⋮					

2me mot:

Lettre d'adresse G et chiffres

G est le symbole de la fonction préparatoire de déplacement ou affectation bien déterminée: 01 interpolation linéaire, 03 interpolation circulaire.

N	G	X	Z	F	Bem
00	01	125			
01	03				

3me mot:

Lettre d'adresse X et chiffres

X signifie l'axe X. Les chiffres indiquent la course de déplacement dans l'axe X. Le nombre peut être précédé du signe "+" ou du signe "-".

X+125 signifie donc la cote +1,25 mm dans l'axe X.

N	G	X	Z	F	Bem
00	01	125	2050	100	
01	03				

4me mot:

Lettre d'adresse Z et chiffres  
Z signifie l'axe Z. Les chiffres indiquent la course de déplacement dans l'axe Z. Z+2050 signifie donc la cote +20,50 mm dans l'axe Z.

N	G	X	Z	F	Bem
00	01	125	2050		
01	03				

5me mot:

Lettre d'adresse F et chiffres

F est l'abréviation du terme anglais "feed". Feed veut dire avance. F100 signifie dès lors avance de 100 mm à la minute.

N	G	X	Z	F	Bem
00	01				
01	03				

Pour les machines industrielles, vous programmerez d'autres mots.

- Vitesse de rotation de la broche principale (lettre d'adresse S)
- Outil pour chaque format (lettre d'adresse T)
- Fonctions complémentaires ou de commande (lettre d'adresse M).

etc.

## LE FORMAT D'ENTREE OU STRUCTURE OU CLICHE D'ENREGISTREMENT

Les règles régissant la description du format d'enregistrement sont bien mieux assimilées par l'élève et avec plus de facilité s'il a déjà rédigé des programmes. Au début, l'élève comprendra plus rapidement la représentation du format d'enregistrement avec des points.

La description de format  $N../G../X^+...../Z^+...../F...$  correspond à la description ISO  $N2/G2/X^{\pm 4}/Z^{\pm 5}/F3$ .

La description ISO du format d'enregistrement est expliquée au chapitre 9.

## Format d'entrée ou format du bloc adresse

Vous trouverez dans l'ensemble des structures d'établissement d'un programme, les termes "Format d'entrée" et "Format du bloc adresse" une telle symbolisation indique les adresses utilisées les déplacements et les fonctions auxiliaires sélectionnées pour une parfaite introduction des données au calculateur.

Le format désigne l'ordre général suivant lequel l'information apparaît sur le support d'entrée, le format à adresses utilisé est un format à notation alpha-numérique dans lequel chaque mot d'un bloc est préfixé par un caractère par exemple, H pour le numéro de bloc (numéro de séquence), G pour la fonction préparatoire. Pour exemple, il est nécessaire d'introduire le pas de filetage ainsi que la longueur du filet pour le taillage d'une file. G00 (positionnement en avance rapide) uniquement l'introduction de la course et le sens de déplacement en X ou Z sont indispensables.

### Exemples:

N../G../X±..../Z=...../F...

N.. Les points sont réservés aux numéros blocs adresse de 00 à 95

G.. Les points sont réservés aux désignations chiffrées des fonctions préparatoires.

X±.... Les quatre points sont réservés aux valeurs de déplacement  $\pm 0$  jusque  $\pm 5999$ .

Z±..... Les cinq points sont réservés aux valeurs de déplacement  $\pm 0$  jusque  $\pm 39999$ .

F... Les trois points sont réservés aux valeurs d'avances de 1 à 499.

Si le format du bloc adresse s'énonce N../G20 et pas de filetage

- vous inscrivez seulement sur la feuille de programmation le numéro de séquence N15 ainsi que la fonction préparatoire G20.

N	G	X	Z	F
⋮				
15	20			