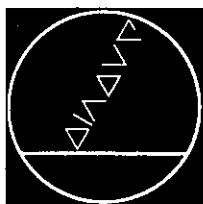


HEIDENHAIN TNC 131/135

Commande de positionnement et paraxiale



DR. JOHANNES HEIDENHAIN

Mécanique de Précision, Optique et Electronique · Divisions de Précision
B. P. 1260 · D-8225 Traunreut · Téléphone: (086 69) 31-1
Télex: 56831 · Adresse télégraphique: DIADUR Traunreut



| | Chapitre | Page |
|---|----------|------|
| <u>Introduction / Remarques préliminaires</u> | A | 5 |
| Description sommaire des commandes TNC 131 et TNC 135 | A 1. | 5 |
| Le tabulateur de la TNC 131/135 | A 2. | 8 |
| Les dialogues de la TNC 131/135 | A 3. | 12 |
| Possibilités d'enclenchement du dialogue | A 3.1 | 12 |
| Règles pour la réponse aux questions du dialogue | A 3.2 | 13 |
| Réponse aux questions du dialogue lors d'une décision OUI/NON | A 3.3 | 15 |
| <u>Travailler avec la TNC 131/135</u> | | |
| Actions préparatoires | B | 16 |
| Schéma de travail avec la TNC 131/135 | B 1. | 16 |
| Mise sous tension de la TNC 131/135 | B 2. | 17 |
| Programmation des paramètres machine | B 3. | 17 |
| Commutation pouce/mm | B 4. | 19 |
| Définition du point d'origine | B 5. | 19 |
| Franchissement des marques de référence | B 6. | 20 |
| <u>Introduction d'un programme d'usinage</u> | | |
| Définition de l'outil | C 1. | 22 |
| Appel d'outil / Changement d'outil | C 2. | 26 |
| La séquence de positionnement | C 3. | 28 |
| STOP programmé | C 4. | 33 |
| Sous-programmes et répétitions de programme partiel | C 5. | 33 |
| Introduction d'un numéro de Label (repère de programme) | C 5.1 | 34 |
| Saut sur un numéro de Label (repère de programme) | C 5.2 | 34 |
| Définition du cycle | C 6. | 37 |
| Choix d'un cycle déterminé | C 6.1 | 37 |
| Cycle de travail "Fraisage oblique" | C 6.2 | 38 |
| Cycle de travail "Perçage profond" | C 6.3 | 39 |
| Cycle de travail "Taraudage" | C 6.4 | 40 |
| Cycle de travail "Rainurage" | C 6.5 | 42 |
| Cycle de travail "Fraisage de poches" | C 6.6 | 44 |
| Cycle de travail "Pôle" / Cycle de travail "Coord.polaires" | C 6.7 | 46 |
| Cycle de travail "Temporisation" | C 6.8 | 50 |
| L'appel du cycle | C 7. | 50 |

| | Chapitre | Page |
|--|----------|------|
| <u>Programmation avec le tabulateur</u> | D | 51 |
| Programmation d'après une liste de programme ou un dessin | D 1. | 51 |
| Programmation avec l'usinage de la première pièce (Teach-in) | D 2. | 51 |
| Programmation d'une définition d'outil | D 2.1 | 51 |
| Programmation d'un appel d'outil | D 2.2 | 52 |
| Programmation d'une séquence de positionnement | D 2.3 | 52 |
| Programmation d'une définition de cycle | D 2.4 | 53 |
| Appel d'un cycle de travail | D 2.5 | 53 |
| Sous-programmes et répétitions de programmes partiels | D 2.6 | 54 |
| Programmation d'une séquence de positionnement avec la touche "Prise en compte valeur effective" (Playback) | D 3. | 55 |
| <u>Introduction et restitution externes des informations</u> | E | 56 |
| Plan d'entrée/sortie | E 1. | 56 |
| Les unités à bande magnétique HEIDENHAIN ME 101 A et ME 102A | E 2. | 58 |
| Introduction du taux en Baud | E 3. | 59 |
| Déroulement de l'utilisation lors de la transmission des informations | E 4. | 60 |
| Elaboration externe d'un programme sur un terminal | E 5. | 61 |
| <u>Corrections de programme (Edition d'un programme d'usinage)</u> | F | 62 |
| Appel d'une séquence définie du programme | F 1. | 62 |
| Vérification séquence après séquence du programme | F 2. | 62 |
| Effacement d'une séquence de programme | F 3. | 63 |
| Intercalage d'une séquence de programme dans un programme présent | F 4. | 63 |
| Correction de "Mots de programme" à l'intérieur d'une séquence | F 5. | 64 |
| Recherches routinières pour la détection de séquences avec des caractéristiques particulières | F 6. | 65 |
| Effacement d'un programme d'usinage | F 7. | 65 |
| <u>Commande pas à pas</u> | G | 66 |
| <u>Déroulement pas à pas ou en continu du programme</u> | H | 67 |
| Enclenchement d'un déroulement de programme | H 1. | 67 |
| Interruption du déroulement d'un programme | H 2. | 68 |
| Arrêt du déroulement d'un programme | H 3. | 69 |
| Parcours d'un programme sans outil | H 4. | 70 |

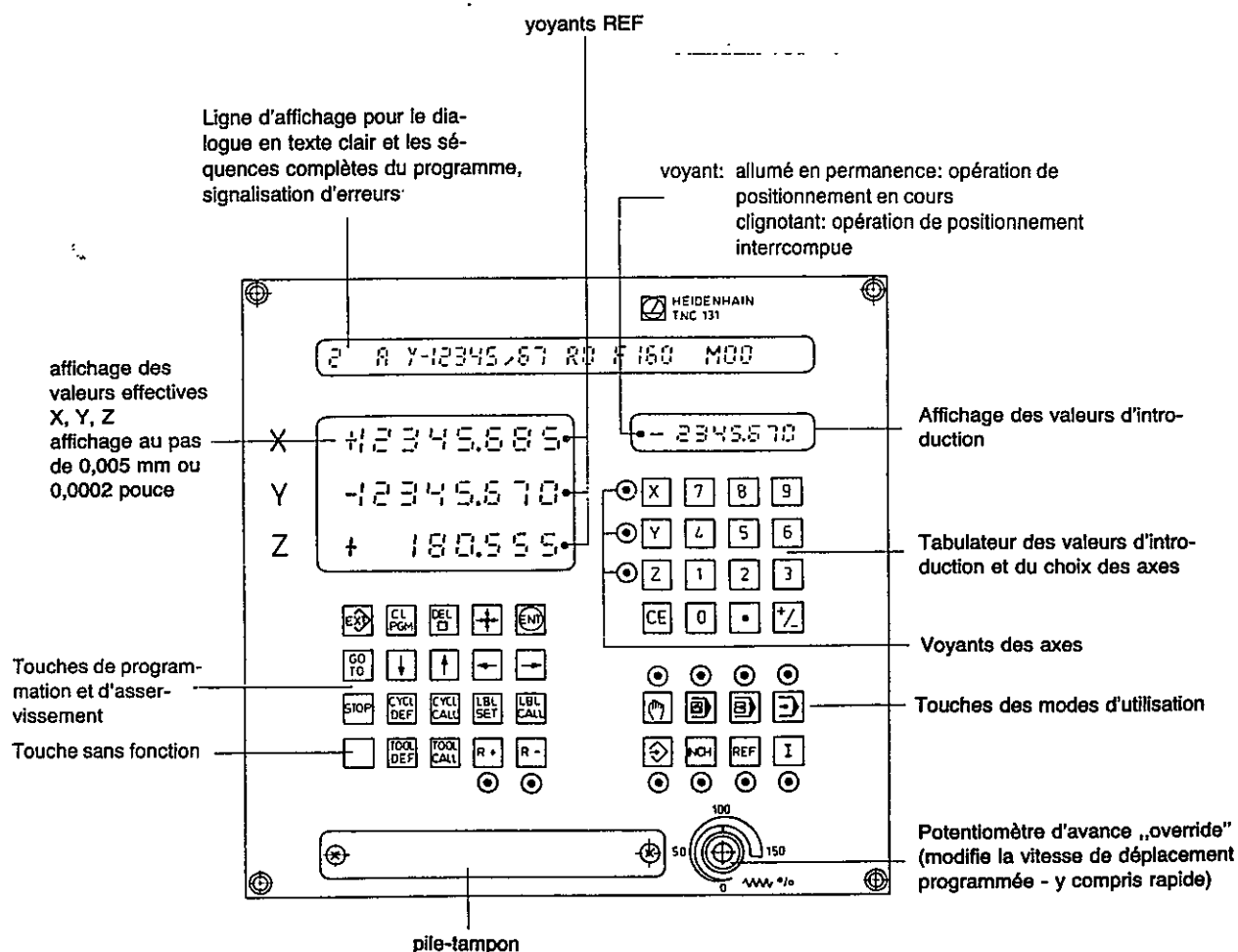
| | Chapitre | Page |
|---|----------|------|
| <u>Empêchement des erreurs et Diagnostic des erreurs</u> | I | 71 |
| Indication des erreurs | I 1. | 71 |
| Effacement des indications d'erreur | I 2. | 71 |
| Remplacement des piles-tampons | I 3. | 72 |
| <u>Versions de la commande, Caractéristiques techniques et Cotes d'encombrement</u> | K | 73 |
| Versions livrables des commandes | K 1. | 73 |
| Caractéristiques techniques | K 2. | 73 |
| Systèmes de mesure linéaire | K 3. | 76 |
| Systèmes de mesure linéaire pour les TNC 131 S/ST ou TNC 135 S/ST | K 3.1 | 76 |
| Systèmes de mesure linéaire pour les TNC 131 RT ou TNC 135 RT | K 3.2 | 77 |
| Cotes d'encombrement | K 4. | 78 |

A 1. Description sommaire des commandes TNC 131 et TNC 135

Les commandes de positionnement et paraxiales TNC 131/135 sont des commandes HEIDENHAIN 3 axes à introduction manuelle. Elles sont conçues pour que l'opérateur puisse programmer directement sur la machine. Elles s'écartent ainsi intentionnellement par quelques détails des normes CN. Un soin particulier a été apporté à la simplicité et à l'efficacité de l'utilisation.

L'opérateur est rapidement mis en confiance avec la commande et maîtrise facilement la manipulation des nombreuses touches et comprend leur signification (les symboles normés ou les abréviations en langue anglaise).

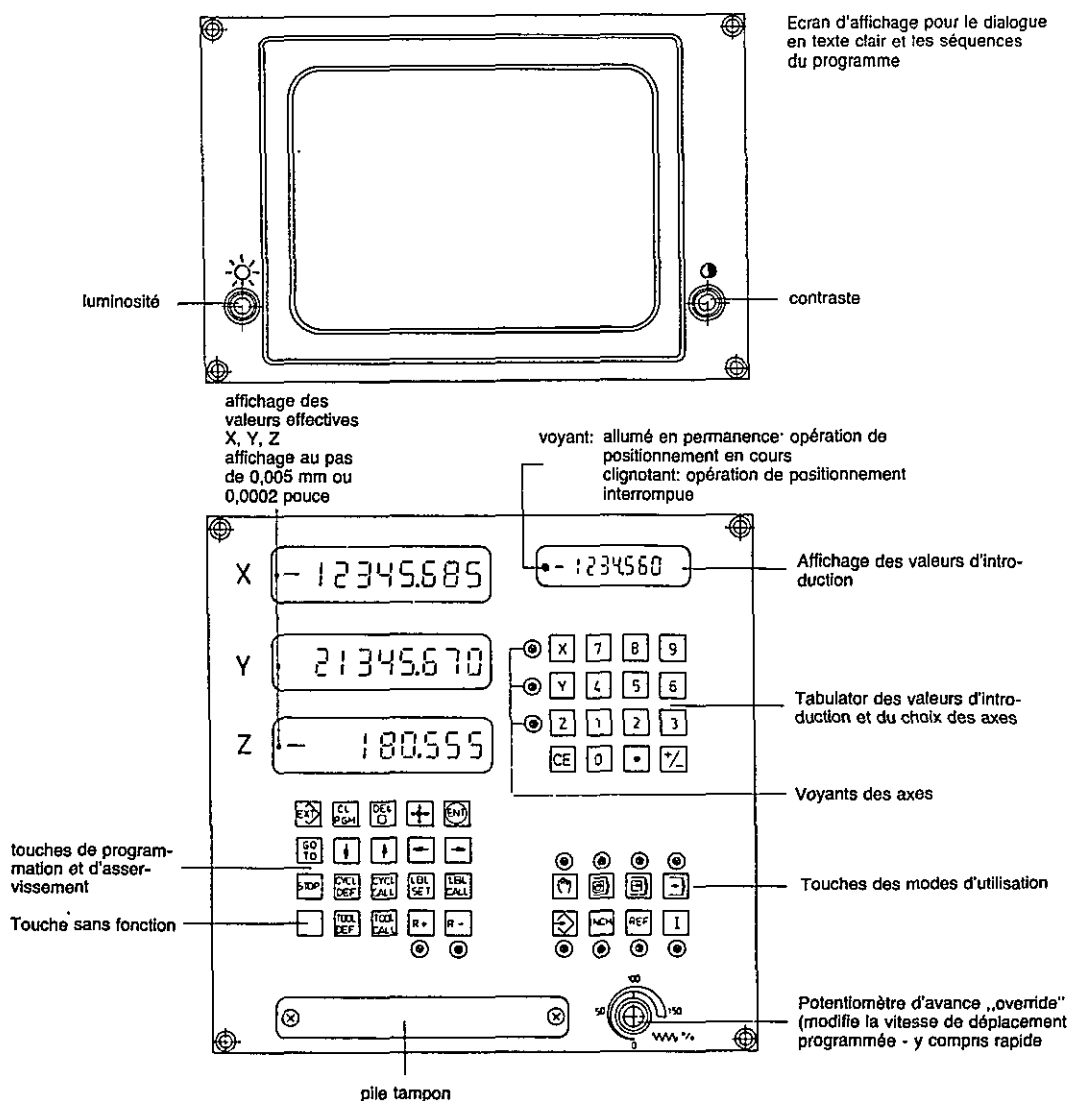
Les commandes sont généreusement munies d'affichages. La TNC 131 possède en plus d'une ligne d'affichage pour le dialogue en texte clair et le programme d'usinage des affichages séparés pour les valeurs d'introduction et les valeurs effectives.



La TNC 135 dispose au lieu d'une ligne d'affichage pour le dialogue et les séquences du programme d'un écran d'affichage (l'unité d'affichage se branche à l'arrière de la commande). En ce qui concerne les autres particularités, elle est pratiquement identique à la TNC 131.

Sur l'écran de la TNC 135 peuvent apparaître 8 lignes de 32 caractères chacune. Pour faciliter la lecture, certaines lignes apparaissent en clair et d'autres en inverse. Le contraste est ajusté par le potentiomètre situé à droite de la plaque frontale et la lumière par le potentiomètre de gauche.

| Ligne | Signification | Représentation |
|-------|--|------------------------|
| 1 | <u>Ligne du dialogue</u> (pour l'élaboration du programme et la signalisation d'erreurs) | fond vert / inverse |
| 2 | Affichage de la séquence précédente du programme | clarté normale |
| 3 | <u>Séquence actuelle</u> du programme et fonction curseur | particulièrement clair |
| 4 | <u>Ligne d'édition</u> | fond vert / inverse |
| 5 | Affichage de la première séquence suivante du programme | clarté normale |
| 6 | Affichage de la deuxième séquence suivante du programme | clarté normale |
| 7 | Affichage du <u>cycle</u> , pouvant être appelé par CYCL CALL | particulièrement clair |
| 8 | Affichage du dernier <u>outil</u> appelé | particulièrement clair |



L'introduction du programme par l'opérateur de la machine s'effectue à l'aide du dialogue dans les 2 commandes : les données nécessaires à l'élaboration du programme sont réclamées en texte clair par la commande dans l'ordre adéquat.

La TNC 131/135 comprend un calculateur pouce/mm et est judicieusement agencée avec :

- . correction d'outils (rayon et longueur)
- . programmation des vitesses rapide et d'avance en mm/min et 0,1 pouce/min
- . programmation des vitesses de rotation en tours/min
- . sous-programme et répétition de part de programme
- . cycles fixes
- . fonctions auxiliaires (fonctions M).

La TNC 131/135 est programmée

soit manuellement :

- . machine immobile : d'après la liste du programme et le dessin de la pièce
- . simultanément avec l'introduction des valeurs pour l'usinage automatique de la première pièce d'un lot (Teach-in)
- . avec la prise en compte de chaque valeur effective lors de l'usinage conventionnel d'une pièce (Playback)

soit de façon externe :




- . par l'entrée des données. Cette entrée permet le branchement d'unités à bande magnétique, de lecteurs de bande perforée, de Telex, d'imprimantes ou d'autres appareils périphériques réputés compatibles V.24.

L'archivage de programmes peut s'effectuer avec l'unité à bande magnétique HEIDENHAIN ME 101/ME 102.





Après l'introduction du programme dans la mémoire de la commande, les pièces peuvent être usinées automatiquement les unes après les autres.





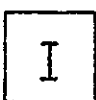
Nota : Le programme TNC est en perpétuelle évolution et pose le problème qu'une TNC donnée s'écarte par quelques détails de la description -type de ce mode d'emploi. Grâce au dialogue de telles déviations ne posent aucun problème.

A 2. Le tabulateur de la TNC 131/135

| Symbolique des touches | Signification |
|---|--|
|  | La machine se déplace en mode commandé |
|  | pas à pas (en anglais : BLOCK) |
|  | Mémoire pour le programme d'usinage |

Tabulateur des modes d'utilisation

| Symbolique des touches | Signification | Référence au chapitre |
|---|--|--------------------------|
|  | <u>Mode manuel</u> 1. La commande travaille dans ce mode comme simple visualisation de cote et ne donne en aucune façon des ordres à la machine qui ne peut être déplacée qu'à l'aide des éléments de commande externes. | |
| | 2. Préaffichage de valeurs d'origine | B 5 |
|   | 3. Introduction des valeurs d'origine avec la mémorisation automatique des valeurs REF (\approx valeur des positions par rapport aux marques de référence) | B 6 |
| | 4. Déplacement sur les marques de référence à la main ou automatique | B 6 |
|  | <u>Commande pas à pas</u> La commande permet le positionnement automatique sur des valeurs absolues ou relatives, sans gêner un programme pré-enregistré. On ne peut toutefois commander qu'une séquence de programme à la fois (séquence de positionnement, appel d'outil). L'usinage avec des cycles, des sous-programmes ou des répétitions de parts de programme n'est pas possible dans ce mode d'utilisation. Un appel d'outil n'est valide que si : <ul style="list-style-type: none"> l'outil est préalablement défini, et les valeurs de correction (longueur et rayon) introduites dans la mémoire du programme la touche externe START est actionnée | G |

| Symbolique des touches | Signification | Référence au chapitre |
|--|---|-----------------------|
|  | <p><u>Mémorisation et Edition</u></p> <p>L'introduction du programme est pilotée par le dialogue, c'est-à-dire que toutes les valeurs nécessaires à la programmation sont appelées dans l'ordre adéquat et en texte clair.</p> <p>Le programme d'usinage peut comprendre les séquences de programme suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • séquence de positionnement • définition de l'outil • appel de l'outil • définition du cycle • appel du cycle • introduction d'un Label (repère de programme) • appel d'un Label (repère de programme) • séquence de STOP | C |
|  | <p><u>Déroulement du programme pas à pas</u></p> <p>Le programme enregistré peut être exécuté dans ce mode de travail en appelant les séquences les unes après les autres</p> | H |
|  | <p><u>Déroulement du programme en continu</u></p> <p>L'action unique sur la touche externe START provoque automatiquement le déroulement ininterrompu du programme mémorisé jusqu'à la fin, ou éventuellement jusqu'à un STOP programmé.</p> | H |
|  | <p><u>Pouce</u></p> <p>Introduction et affichage de</p> <ul style="list-style-type: none"> • valeurs de positions en pouce • valeurs d'avance en 0,1 pouce/min <p>La commutation pouce/mm est possible à tout instant.</p> | B 4 |
|  | <p>Valeurs relatives (cotation incrémentale)</p> <div data-bbox="470 1561 566 1659" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">I</div> déconnecté = valeurs absolues | C.3 |

Touches de programmation et d'asservissement

| Symbolique des touches | Abréviation pour | Signification | | Référence au chapitre |
|------------------------|---------------------|--|--|-----------------------|
| | — | Introduction des données) Restitution des données) externe | | E 3 E 4 |
| | — | Valeur de la position effective Prise en compte d'une position effective comme valeur d'introduction lors de la programmation | | D 3 |
| CL PGM | CLEAR PROGRAM | Effacement du programme d'usinage | | F 7 |
| DEL | DELETE BLOCK | Effacement d'une séquence / décision NON | | F 3 A 3.3 |
| ENT | ENTER | Prise en compte de l'introduction / décision OUI | | A 3.2 A 3.3 |
| GO TO | GO TO BLOCK ... | Touches d'édition | Aller à la séquence ... (Appel de séquence) | F 1 |
| | — | | Saut de ligne sens avant / sens arrière | F 2 |
| | — | | Déplacement latéral du curseur de correction (introduction du curseur) | F 5 |
| STOP | STOP | Arrêt programmé ainsi que rupture d'un positionnement | | C 4 |
| CYCL DEF | CYCLE DEFINITION | Touches du cycle | Définition d'un cycle (cycle de travail préprogrammé) | C 6 |
| CYCL CALL | CYCLE CALL | | Appel d'un cycle (cycle de travail préprogrammé) | C 7 |
| LBL SET | LABEL SET | Touches de sous-progr. | Introduction de repère de programme pour un sous-programme ou une répétition de programme partiel | C 6.1 |
| LBL CALL | LABEL CALL | | Appel de repère de programme (Saut sur un repère de programme) | C 6.2 |
| TOOL DEF | TOOL DEFINITION | Touches d'outils | Définition de l'outil (Numéro, longueur et rayon de l'outil) | C 1 |
| TOOL CALL | TOOL CALL | | Appel de l'outil | C 2 |
| R + | — | Touches de correction de rayon | Correction de rayon "PLUS" : la correction entraîne un allongement du chemin de dépla- cement par rapport au plan de la pièce | C 3 |
| R - | — | | Correction de rayon "MOINS" : la correc- tion entraîne un raccourcissement du chemin de déplacement par rapp.au plan de la pièce | C 3 |

Touches pour valeurs d'introduction et choix de l'axe



















| Symbolique des touches | Abréviation pour | Signification | | Référence au chapitre |
|-------------------------------|------------------|--|---|-----------------------|
| <div>0</div> ... <div>9</div> | — | Touches pour les valeurs d'introduction et le choix de l'axe | Introduction des valeurs (Tabulateur décimal) | A 3.2 |
| <div>.</div> | — | | Point décimal | A 3.2 |
| <div>+/-</div> | — | | Inversion du signe | A 3.2 |
| <div>X</div> | — | | Choix de l'axe | B 5 C 3 |
| <div>Y</div> | — | | | |
| <div>Z</div> | — | | | |
| <div>CE</div> | CLEAR ENTRY | Effacement de la valeur d'introduction ou effacement d'un affichage d'erreur | | A 3.2 |

Si l'on a actionné par erreur une touche, qui n'a pas de fonction dans le mode d'utilisation choisi, il apparaît la signalisation d'erreur "Touche sans fonction". Cette signalisation d'erreur est à effacer par action sur la touche **CE**.

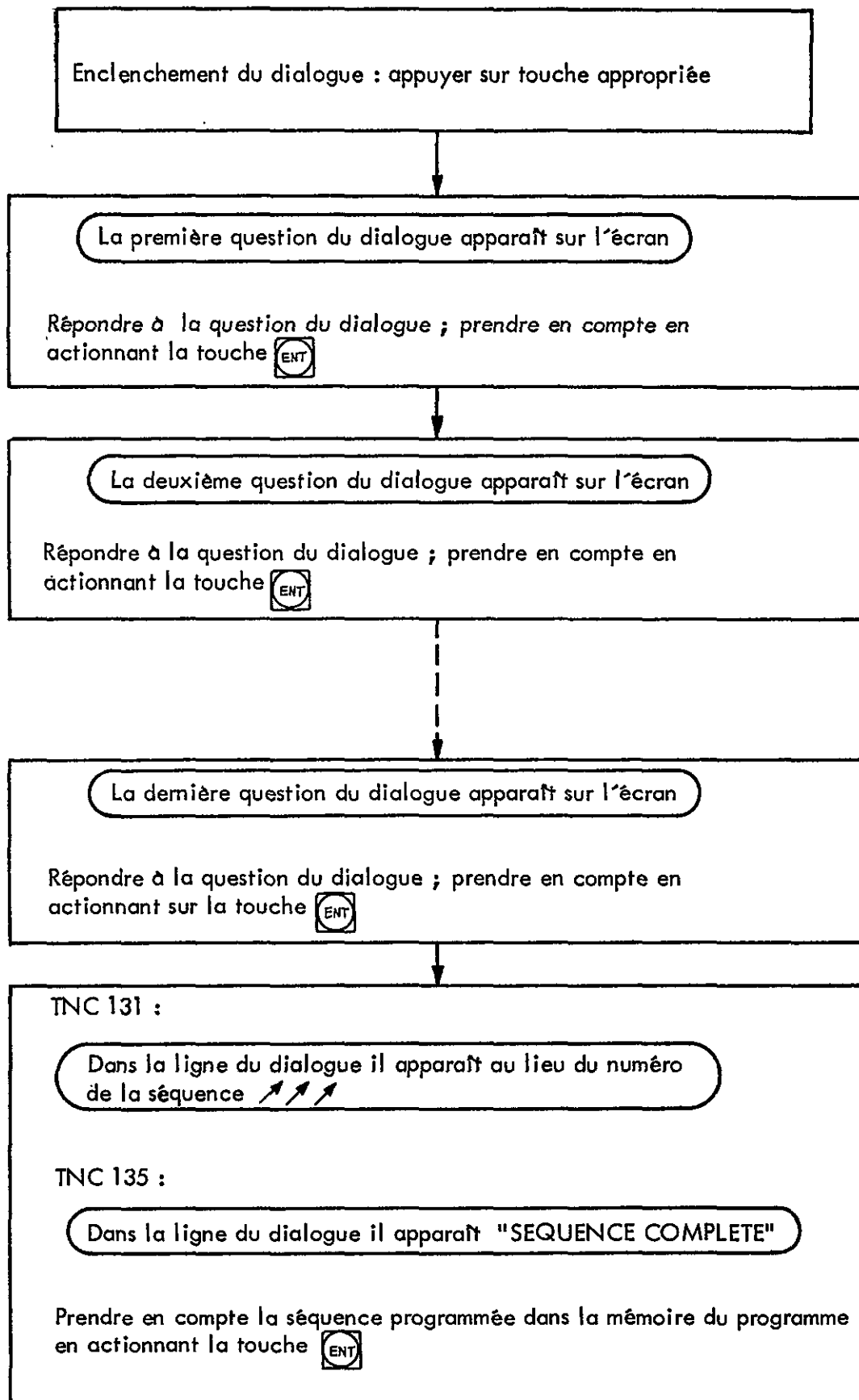
A 3. Les dialogues de la TNC 131/135

L'utilisation et la programmation des commandes HEIDENHAIN TNC 131/TNC 135 se font à l'aide du dialogue. Dès que l'opérateur a déclenché le processus du dialogue, la commande pilote l'introduction du programme par des questions appropriées en texte clair.

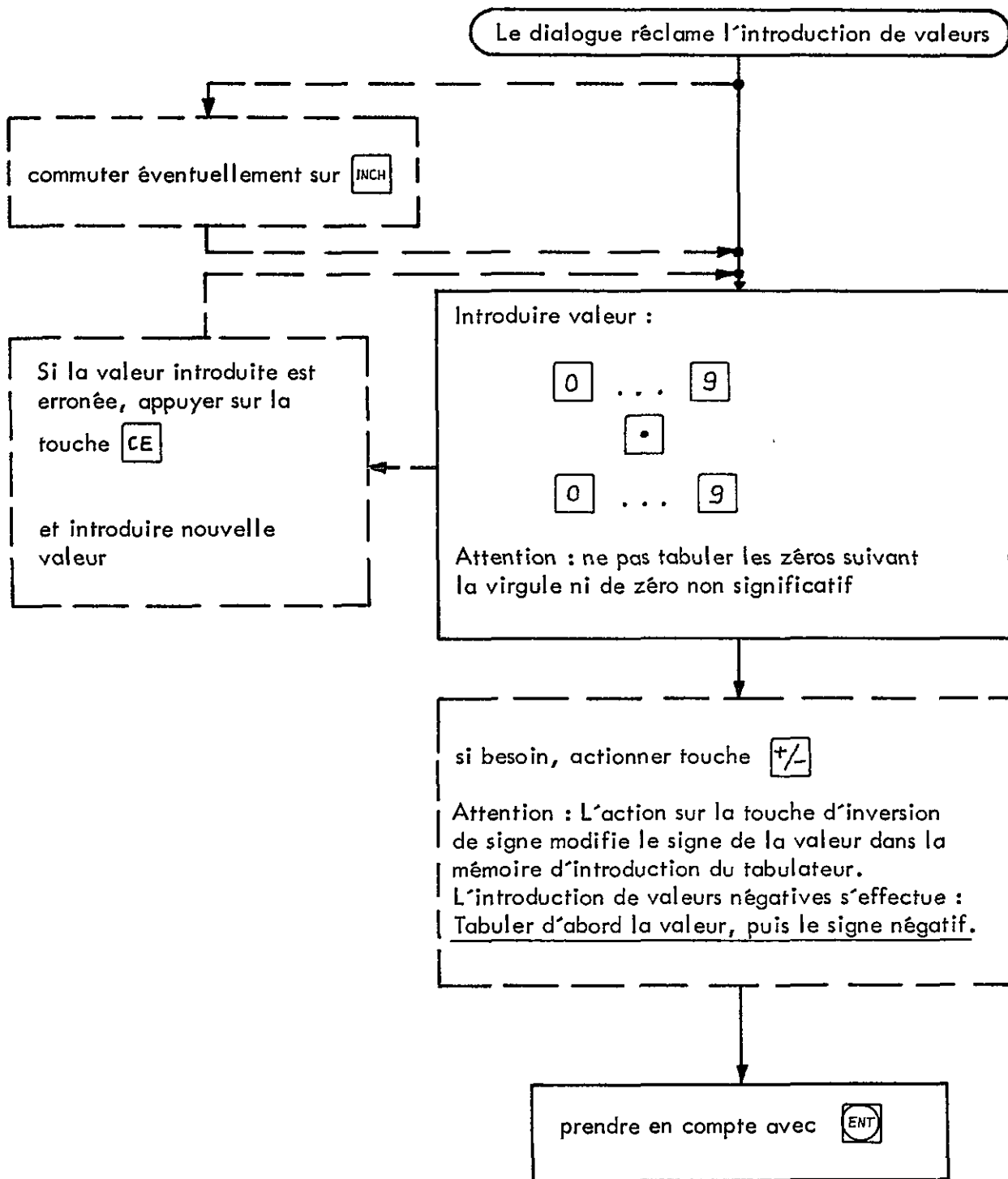
A 3.1 Possibilités d'enclenchement du dialogue

| Ouverture du dialogue avec la touche | dans le mode d'utilisation | | | | Référence au chapitre |
|---|--|--|---|--|-----------------------------|
| |  Manuel |  Com- mande pas à pas |  Mémori- sation et Edition |  Déroule- ment du programme | |
|    | Mise en place des valeurs d'origine | Positionnement (séquence de positionnement) | Positionnement (séquence de positionnement) | | B 5 C 3 |
|  | | | STOP programmé | | C 4 |
|  | | | Définition de l'outil | | C 1 |
|  | | Appel de l'outil | Appel de l'outil | | C 2 |
|  | | | Introduction d'un repère de progr. Label | | C 6.1 |
|  | | | Appel d'un repère de programme Label | | C 6.2 |
|  | | | Définition de cycle | | C 6 |
|  | | | Appel du cycle | | C 7 |
|  | | | Effacement du programme | | F 7 |
|  | Commutation mm/pouce | Commutation mm/pouce | Commutation mm/pouce | Commutation mm/pouce | B 4 |
|  | Passer sur les marques de réf. | | | | B 6 |
|  | Programmation du taux de transmission pour la sortie V.24 | | Introduction de programmes par la sortie V.24 | Restitution de programmes sur un appareil péri- phérique externe | E 3 E 4 |

A 3.2 Règles pour la réponse aux questions du dialogue



Les valeurs sont introduites d'après le schéma suivant :

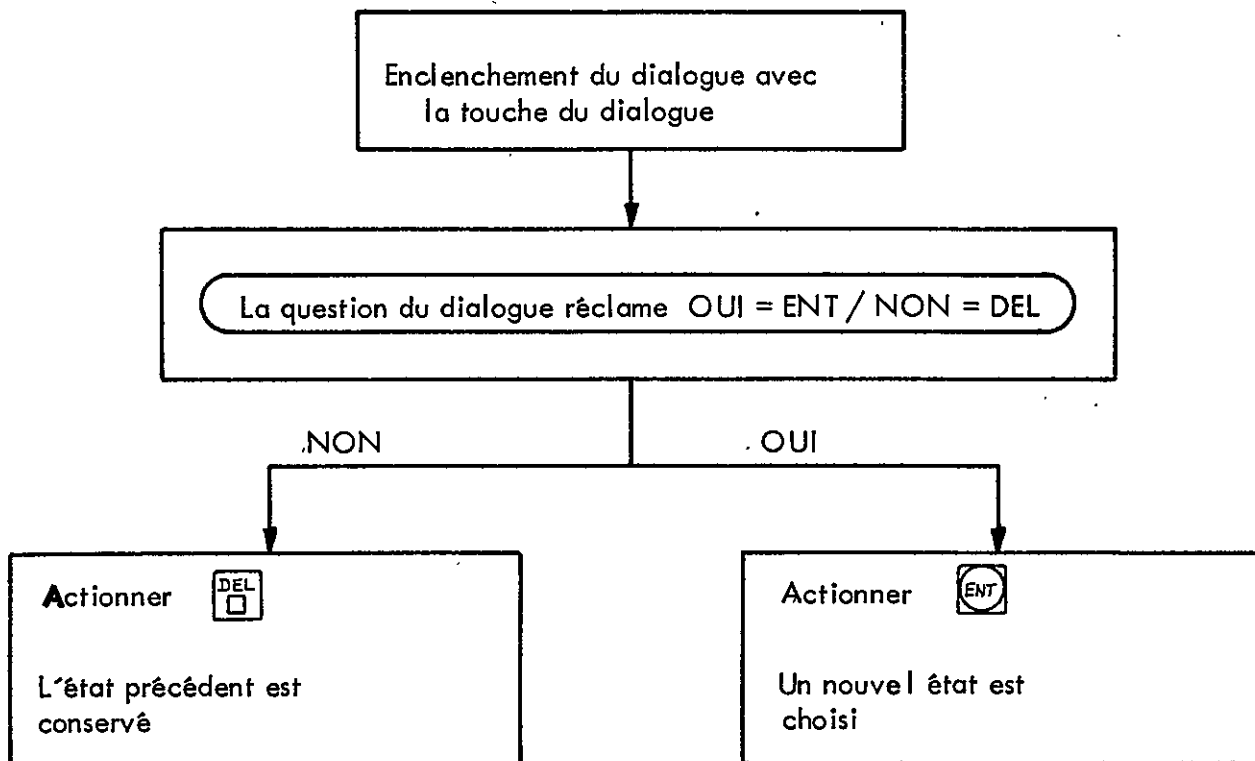


Plus petites valeurs des valeurs de positionnement :

La plus petite valeur pouvant être introduite dans le système métrique est 0,005 mm. La TNC 131/135 arrondit toute autre valeur comprise entre 0 et 5 en plus ou en moins, selon le cas.

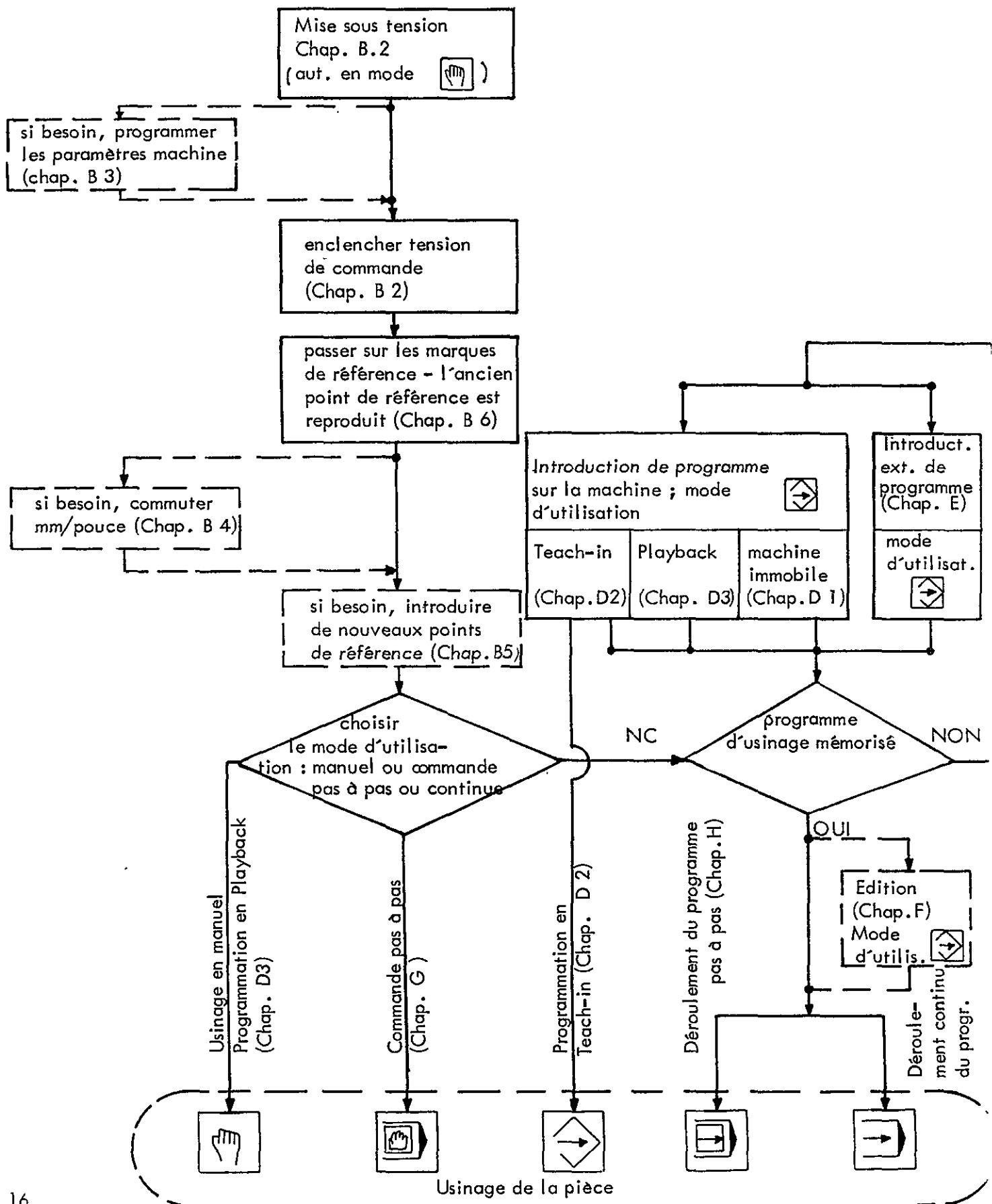
Dans le système "Pouce", la plus petite valeur est 0,0002 pouce. Les valeurs non paires sont arrondies dans la TNC 131/135 sur le chiffre inférieur.

A 3.3. Réponse aux questions du dialogue lors d'une décision OUI / NON

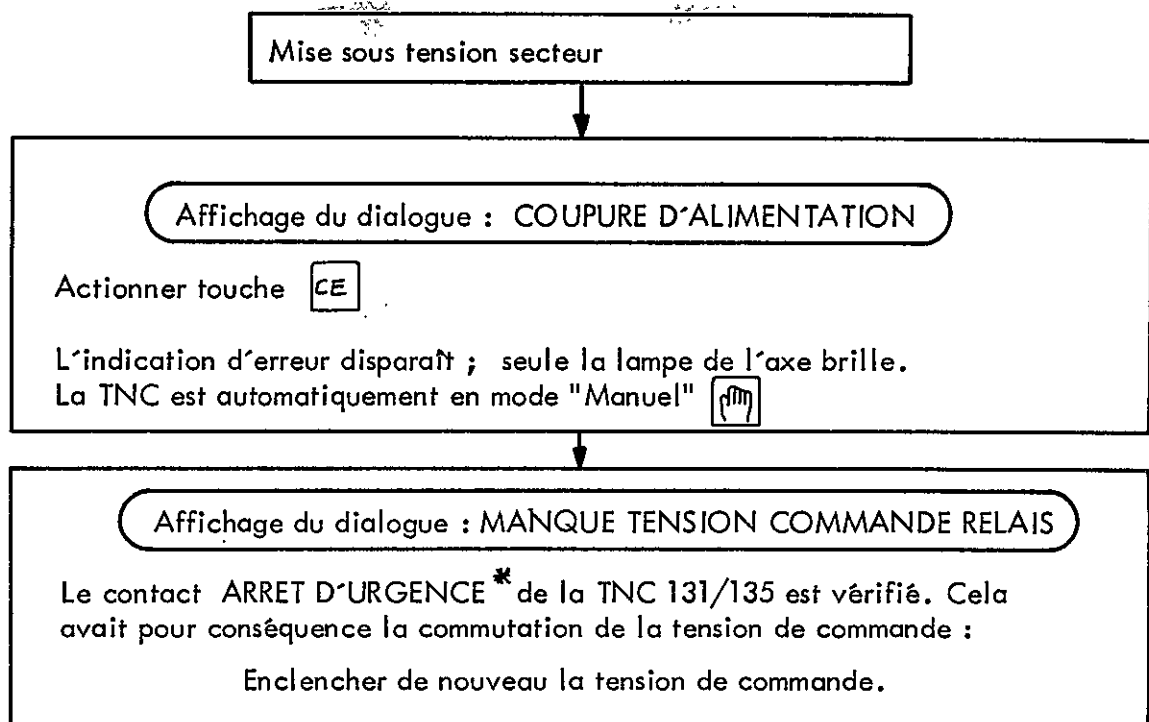


B Actions préparatoires

B.1 Schéma de travail avec la TNC 131/135



B 2. Mise sous tension de la TNC 131/135



La TNC 131/135 est prête à fonctionner.



* Cette vérification de l'ARRET D'URGENCE a lieu à chaque mise sous tension de la commande étant donné la grande importance du circuit ARRET D'URGENCE pour la sécurité de fonctionnement de la machine et de la commande.

B 3. Programmation des paramètres machine

Enclenchement du dialogue :

Suivant le cas, et suivant que les paramètres de la machine doivent être de nouveau introduits ou "édités" ,

soit a) retirer les piles-tampons avant la mise sous tension.
Les paramètres machine déjà programmés sont effacés avec ce mode d'enclenchement du dialogue : toutes les valeurs doivent être de nouveau réintroduites.

soit b) pendant la mise sous tension, appuyer sur la touche  .
Avec ce mode d'enclenchement du dialogue, les valeurs programmées apparaissent dans l'affichage-témoin ; elles peuvent soit être prises de nouveau en compte en actionnant la touche  ou modifiées en introduisant de nouvelles valeurs.

Par l'enclenchement du dialogue d'après b), il est évité qu'un éventuel programme d'usinage mémorisé ne soit effacé.

Les paramètres machine sont déterminés par le constructeur de la machine.

Suivant la version de la TNC 131/135 les paramètres machine sont réclamés soit par des chiffres-codes soit en texte clair.

1. Introduction en texte clair :

La commande pose les questions suivantes :

| Paramètres machine | Valeurs d'introduction (à remplir par le constructeur de la machine) |
|---|---|
| AVANCE RAPIDE AXE X (MM/MIN.) = | |
| AVANCE RAPIDE AXE Y (MM/MIN.) = | |
| AVANCE RAPIDE AXE Z (MM/MIN.) = | |
| Seulement pour Soft "Entraînement central, avec jeu" : PAS MINI RAMPE DECELERATION ? | |
| CODE DES AXES ? | |
| Seulement pour Soft "Fonctionnement simultané" : CODE DES AXES 0 ... 7 ? | |

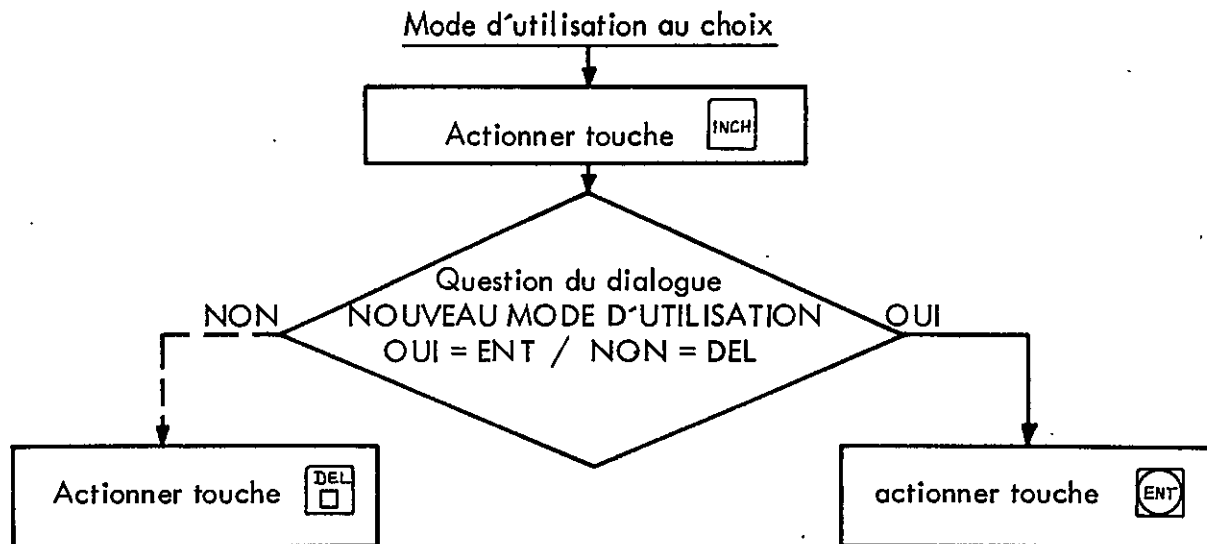
2. Introduction des paramètres machine par chiffres-codes :

| Chiffre-code | Paramètre machine | Valeurs d'introduction (à remplir par le constructeur de la machine) |
|----------------------|---|---|
| PARAMETRE MACHINE 01 | Vitesse rapide axe X | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 02 | Vitesse rapide axe Y | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 03 | Vitesse rapide axe Z | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 04 | Avance position sur consigne | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 05 | Retard position sur consigne | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 06 | Plage d'arrêt | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 07 | Code de rotation | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 08 | Pas mini rampe décélération (seulement pour Soft "Entraînement central, avec jeu") | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 09 | Code des axes (en cas de réclamation de paramètre machine par chiffre-code, ce paramètre est valable pour toutes les versions de Soft | - |
| PARAMETRE MACHINE 10 | Temps de décélération lors de taraudage | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 11 | Les fonctions S ou T sont-elles à présenter en sortie ? | ..... |
| PARAMETRE MACHINE 12 | Choix de l'axe actif | ..... |

B 4. Commutation pouce/mm




La commande peut également être programmée en pouce (touche ).

Un programme d'usinage introduit en pouces peut également être restitué en valeurs métriques. La commutation est assurée par le dialogue.

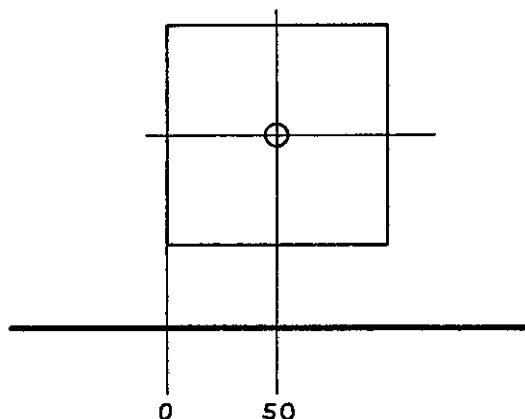


B 5. Définition du point d'origine

Comme présenté au chapitre C 3, on doit distinguer lors d'un positionnement sur une cote à atteindre s'il s'agit d'une cote absolue ou d'une cote relative, c'est-à-dire si la position se rapporte à un point d'origine fixe et absolu ou si elle se rapporte à la position précédente.

Par exemple, si l'arête d'une pièce sert d'arête de référence dans l'axe X, elle est alors à référencer avec la valeur zéro : l'arête est effleurée, le dialogue "Définition du point d'origine" enclenché en X, le zéro introduit en actionnant la touche  ou  et l'introduction effectuée dans l'affichage des valeurs effectives avec la touche .

D'une autre façon, l'arête de la pièce peut recevoir la valeur zéro pendant que l'on introduit une valeur comme dans l'affichage des valeurs effectives (par exemple la valeur "50" d'après l'esquisse).





Définir les points d'origine signifie donc que toutes les positions de la plage de déplacement sont référencées par rapport à certains points fixes.

B 6. Franchissement des marques de référence

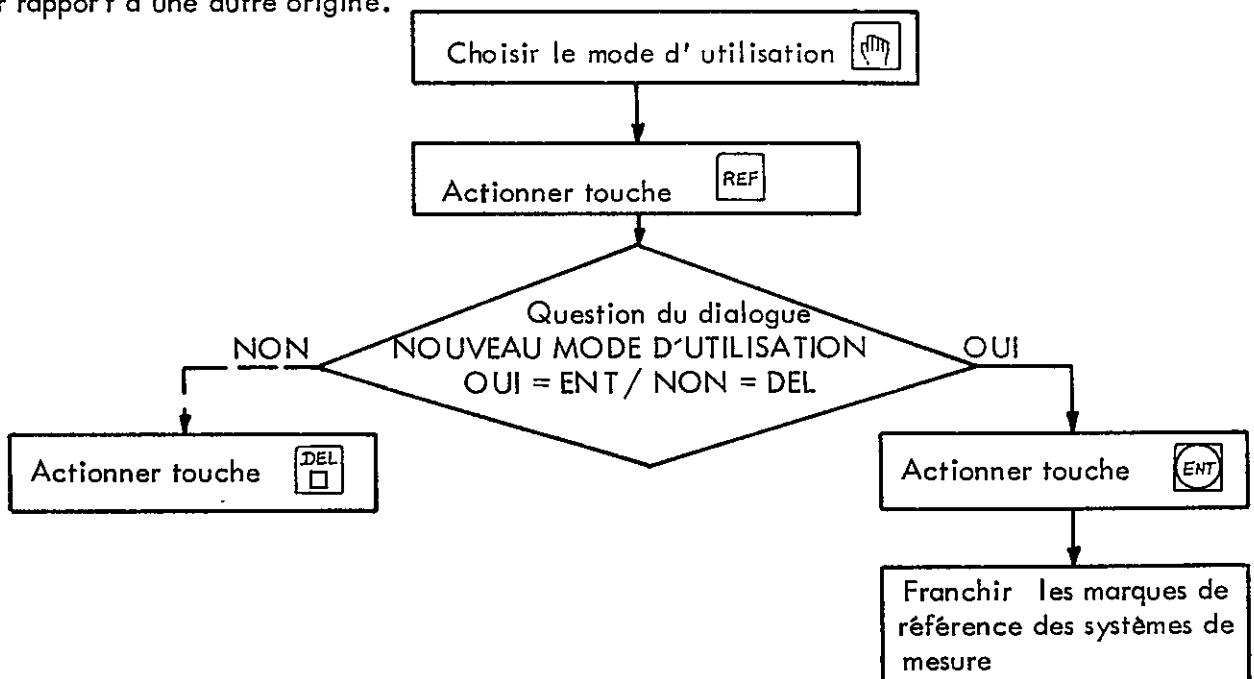
Pour permettre après une coupure de courant la recherche facile du point d'origine, les systèmes de mesure linéaire de tous les axes de la machine ont des marques de référence (de manière fixe sur la règle). Avec la définition d'un point d'origine, les autres marques de référence ont également des valeurs de référence : ce sont les valeurs REF.

Après une coupure de courant et la mise sous tension, la commande TNC 131/135 peut reproduire avec le simple franchissement des marques de référence, la valeur comprise entre le point d'origine et les marques de référence :

- La commande mémorise automatiquement la valeur REF si, avant la définition d'un point d'origine, à un moment quelconque après la mise sous tension les marques de référence sont franchies ;
("  enclenché")
- Après une coupure de courant (mise hors tension, puis sous tension de la commande) apparaissent d'abord dans l'affichage des valeurs effectives, les dernières valeurs REF mémorisées ;
Si l'on actionne alors la touche  , chaque axe commence à compter dès le franchissement des marques de référence et ainsi les valeurs affichées (valeurs effectives) sont référencées par rapport aux origines définies.


Il est absolument nécessaire de franchir les marques de référence dès la mise sous tension de la TNC (en actionnant les touches  puis ).

- soit pour retrouver les dernières origines définies, soit pour définir de nouvelles valeurs REF par rapport à une autre origine.




Le franchissement des marques de référence peut s'effectuer soit à la main, soit automatiquement.

La poursuite automatique des marques de référence est activée avec la touche externe de START. La commande délivre une valeur à atteindre pour le sens de déplacement positif de la machine dans l'ordre des axes Z, Y et X (par sécurité, chaque axe doit être mis en route séparément). Dès que la marque de référence est franchie, le compteur correspondant commence à compter et le déplacement de l'axe est arrêté. Après la prise en compte des 3 marques de référence on peut choisir n'importe quel mode de fonctionnement souhaité.

Dans le cas de machines à 3 axes, nous conseillons de laisser la touche  enclenchée. Les lampes allumées de l'affichage montrent ainsi que les marques de référence ont déjà été franchies et que les valeurs REF (=valeurs entre les marques de référence et les origines) ont été automatiquement enregistrées.

Si le déplacement sur la marque de référence d'un axe est rendu impossible (à cause du danger de collision entre la pièce et l'outil ou si la TNC 131/135 est utilisée en deux axes), le mode d'utilisation peut être de nouveau désenclenché par l'action répétée sur les touches

 et 

Introduction d'un programme d'usinage

C 1. Définition de l'outil



Les commandes TNC prennent en compte les correction d'outils ; ainsi, lors de l'introduction d'un programme d'usinage on peut programmer le contour de la pièce d'après le dessin. Pour effectuer la correction, il est nécessaire d'introduire le rayon et la longueur des outils. Ces valeurs sont appelées à constituer la définition de l'outil.

L'introduction des valeurs de définition de l'outil peut s'effectuer à n'importe quel moment du programme d'usinage. Par la recherche routinière, un outil défini peut être rapidement appelé et en cas de besoin modifié.

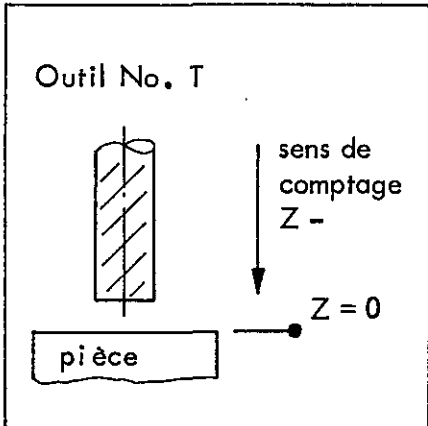
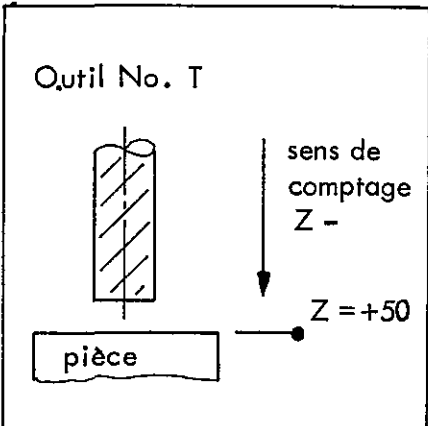
Attention :

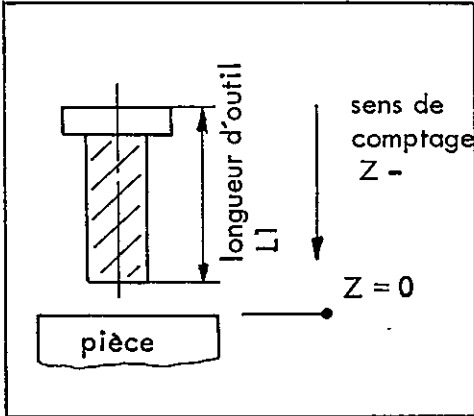
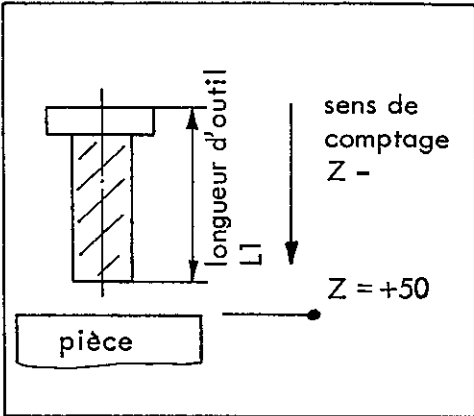
Alors qu'après l'appel de l'outil, la longueur de l'outil est automatiquement prise en compte, il faut indiquer dans chaque séquence de positionnement comment le rayon de l'outil va être pris en compte.

Enclenchement du dialogue : Touche



| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------|--|
| NUMERO D'OUTIL ? | <p>Valeurs possibles d'introduction :</p> <ul style="list-style-type: none">• pour des machines <u>sans</u> changement automatique d'outil 1-255• pour des machines <u>avec</u> changement automatique d'outil 1 - 99 (La commande peut coder les numéros d'outil jusqu'au numéro 99). <p><u>Attention :</u></p> <p>Un outil ne doit pas être défini avec le numéro 0 (Ce numéro d'outil est déjà attribué de façon interne dans le cas où il n'y a "AUCUN OUTIL", c'est-à-dire Longueur L = 0, Rayon R = 0).</p> |

| Question du dialogue | Réponse |
|-----------------------------|--|
| <p>LONGUEUR D'OUTIL L ?</p> | <p>La longueur de l'outil est définie comme suit :</p> <p>a) <u>Outil dans son mandrin (sans butée de longueur)</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="550 338 981 819"> <p>Plan de la pièce $Z = 0$</p>  </div> <div data-bbox="1021 338 1452 819"> <p>Plan de la pièce $Z \neq 0$</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="507 869 957 1589" style="width: 48%;"> <p>Serrer l'outil No. 1 Affleurer le plan de la pièce et tabuler "0" dans l'axe Z des valeurs effectives. Introduire définition 1 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL = 0 Après changement d'outil (également lors de remplacement de l'outil 1) : Serrer outil No. T Affleurer le plan de la pièce et prendre en compte la valeur effective de l'axe Z, avec son signe, dans l'affichage-témoin (touche de prise en compte) Introduire cette valeur dans la définition T de l'outil LONGUEUR D'OUTIL L = ... ou corriger la définition 1 de l'outil LONGUEUR D'OUTIL L = ...</p> </div> <div data-bbox="986 869 1460 1469" style="width: 48%;"> <p>Serrer l'outil No. 1 Affleurer le plan de la pièce et tabuler "+50" dans l'axe Z des valeurs effectives. Introduire définition 1 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL = 0 Après changement d'outil (également lors de remplacement de l'outil 1) : Serrer outil No. T Affleurer le plan de la pièce et noter la valeur effective de l'axe Z avec son signe. Calculer la valeur de correction L avec son signe : (valeur effective Z) - (position du plan) = valeur de correction L</p> </div> </div> <p>b) <u>Outil dans son mandrin avec butée de longueur</u></p> <p>La définition de la valeur de correction de la longueur s'effectue comme décrit dans le paragr. a). Cependant la valeur de correction définie une fois pour toutes n'est pas à modifier lors des montages et démontages de l'outil.</p> |

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------|--|
| | <p data-bbox="491 238 730 272">c) <u>Outil préréglé</u></p> <div data-bbox="491 322 799 356" style="display: inline-block; width: 48%;"> <p>Plan de la pièce $Z = 0$</p>  </div> <div data-bbox="995 322 1303 356" style="display: inline-block; width: 48%;"> <p>Plan de la pièce $Z \neq 0$</p>  </div> <div data-bbox="491 875 978 1185" style="display: inline-block; width: 48%; vertical-align: top;"> <p>Serrer l'outil No. 1 Affleurer le plan de la pièce et introduire + L1 dans l'affichage Z des valeurs effectives. Introduire la définition 1 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL L = +L1 Introduire la définition 2 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL L = +L2, etc.</p> </div> <div data-bbox="995 875 1495 1223" style="display: inline-block; width: 48%; vertical-align: top;"> <p>Serrer l'outil No. 1 Affleurer le plan de la pièce et introduire dans l'affichage Z des valeurs effectives : (longueur d'outil L1) + (position du plan) Introduire la définition 1 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL L = + L1 Introduire la définition 2 de l'outil : LONGUEUR D'OUTIL L = + L2, etc.</p> </div> |

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------|---|
| RAYON D'OUTIL R ? | <p>La correction du rayon de l'outil est à introduire en valeur positive. Le sens de la correction est à figer dans la séquence de positionnement.</p> <p><u>Cas spécial :</u></p> <p><u>Programmation en mode Playback (voir chap. D 3)</u></p> <p>Dans ce mode d'utilisation, la machine se déplace en mode manuel (manivelle, touche de l'axe) sur une position, dont la valeur est à mémoriser.</p> <p>Cette valeur effective de la position comprend les corrections de la longueur et du rayon de l'outil utilisé.</p> <p>Introduire les valeurs $L1 = 0$, $R1 = 0$ dans la définition de cet outil 1, le rayon $R1$ de l'outil utilisé étant à noter séparément. La programmation des séquences de positionnement dans le mode "Playback" se fait par introduction de la correction appropriée du rayon : $R+$, $R-$, $R0$.</p> <p>Si l'outil est cassé et doit être remplacé par un nouvel outil, dont le rayon $R2$ ne correspond pas à $R1$, il y a lieu de procéder comme suit :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> $\text{Valeur correction d'outil} = R2 - R1$ </div> <p>Cette valeur peut être aussi bien positive que négative et est à introduire dans la définition du rayon de l'outil pour $R1$ y compris le signe résultant du calcul.</p> <p>La correction de la longueur doit également être réintroduite.</p> |

La définition de l'outil occupe 2 séquences du programme. En "feuilletant" le programme, les séquences suivantes apparaissent dans l'affichage du dialogue.

| | | |
|--------------------|-----------------------|---|
| ... | TOOL DEF ... | L ... |
| ... | TOOL DEF ... | R ... |
| Numéro de séquence | Définition de l'outil | Numéro de l'outil |
| | | Définition de la longueur et du rayon, Valeur pour la longueur et le rayon de l'outil |

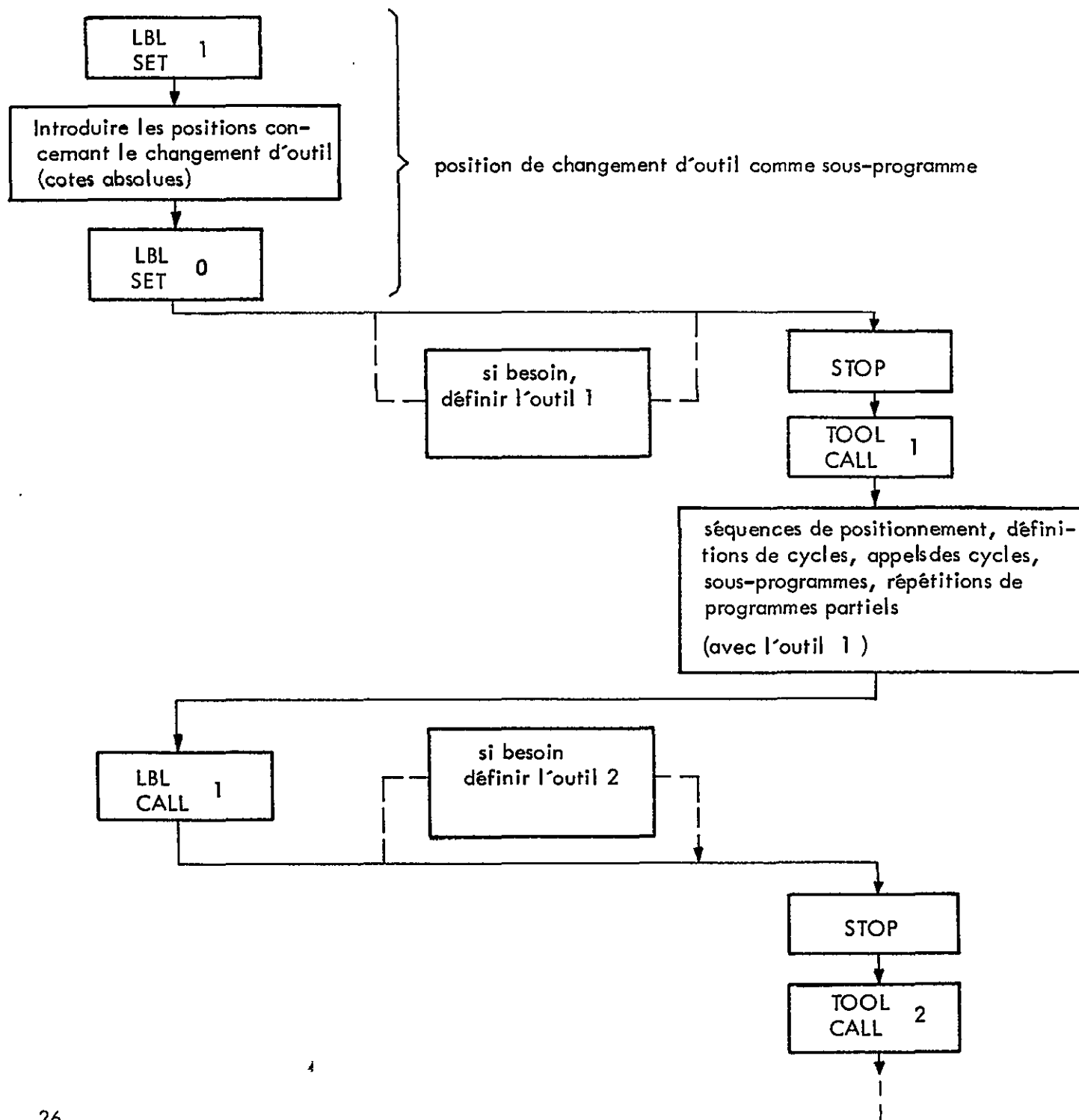
C 2. Appel d'outil / Changement d'outil TOOL CALL

Lors du changement d'outil, il faut rappeler à l'aide de la touche TOOL
CALL les valeurs (longueur et rayon) pour le nouvel outil.

Attention :

Avant chaque changement d'outil, un STOP est à programmer - si l'outil n'est appelé que pour en modifier la vitesse de rotation, la programmation du STOP n'est pas nécessaire. Les fonctions auxiliaires M00 et M06 (voir chapitre C 3) permettent de réaliser les mêmes fonctions que cette séquence de STOP, dans le cas où elles sont programmées dans une séquence précédant l'appel de l'outil.

Schéma de programmation pour le changement d'outil :



| Question du dialogue | Réponse |
|---|--|
| NUMERO D'OUTIL ? | Valeurs possibles d'introduction : 0 à 255 <u>Attention :</u> Si un déplacement doit s'effectuer après un appel d'outil sans correction, l'appel d'outil est à programmer avec le numéro 0 et le déplacement à effectuer avec la touche externe START. (L'outil avec le numéro 0 est déjà pré-programmé avec la longueur $L = 0$ et le rayon $R = 0$) |
| AXE BROCHE PARALLELE X / Y / Z ? | Introduction de l'axe se trouvant parallèle à l'axe de la broche ; la correction de la longueur d'outil intervient dans cet axe, et la correction éventuelle du rayon dans les 2 autres axes. |
| VITESSE DE ROTATION BROCHE $S = (T/MIN.)$? | L'introduction s'effectue avec 4 décades maximum en tours/min. La commande arrondit automatiquement à la valeur normée supérieure la plus proche. <u>Attention :</u> Par l'introduction des paramètres machine, le constructeur de la machine fige une certaine gamme de vitesses. Si une vitesse de rotation se situant à l'extérieur de cette gamme de vitesses est programmée, il apparaît lors du défilement du programme l'indication d'erreur : VITESSE DE ROTATION ERRONEE |

Les vitesses de rotation suivantes sont programmables :

| t / min. | t / min. | t / min. | t / min. | t / min. |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| 0,112 | 1,12 | 11,2 | 112 | 1120 |
| 0,125 | 1,25 | 12,5 | 125 | 1250 |
| 0,14 | 1,4 | 14 | 140 | 1400 |
| 0,16 | 1,6 | 16 | 160 | 1600 |
| 0,18 | 1,8 | 18 | 180 | 1800 |
| 0,2 | 2 | 20 | 200 | 2000 |
| 0,224 | 2,24 | 22,4 | 224 | 2240 |
| 0,25 | 2,5 | 25 | 250 | 2500 |
| 0,28 | 2,8 | 28 | 280 | 2800 |
| 0,315 | 3,15 | 31,5 | 315 | 3150 |
| 0,355 | 3,55 | 35,5 | 355 | 3550 |
| 0,4 | 4 | 40 | 400 | 4000 |
| 0,45 | 4,5 | 45 | 450 | 4500 |
| 0,5 | 5 | 50 | 500 | 5000 |
| 0,56 | 5,6 | 56 | 560 | 5600 |
| 0,63 | 6,3 | 63 | 630 | 6300 |
| 0,71 | 7,1 | 71 | 710 | 7100 |
| 0,8 | 8 | 80 | 800 | 8000 |
| 0,9 | 9 | 90 | 900 | 9000 |

L'appel de l'outil n'occupe qu'une séquence de programme. Dans l'affichage du dialogue apparaît la séquence suivante :

| ... | TOOL CALL ... | X/Y/Z | S ... |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------------------|
| Numéro de séquence | appel d'outil | numéro d'outil | axe broche |
| | | | vitesse rotation broche |

C 3. La séquence de positionnement

Les pièces sont cotées soit en valeur absolue, soit en valeur relative. Avant même l'enclenchement du dialogue de la séquence de positionnement, la TNC 131/135 est à commuter en cas de besoin de l'introduction en absolu à l'introduction en relatif.

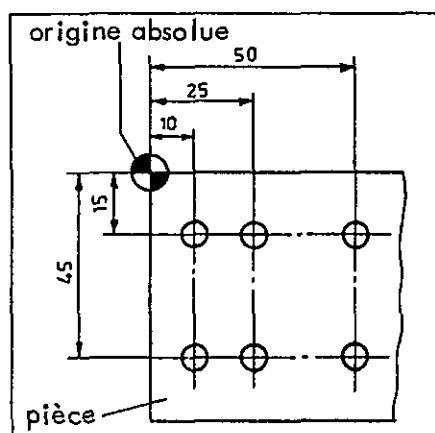
La touche **I** (I = incrémental) est à actionner lors de programmation en relatif (la lampe concernée s'allume). Une nouvelle action sur cette touche permet de choisir la programmation en valeur absolue (la lampe concernée s'éteint). Si l'on a oublié cette commutation, il y a lieu d'effacer la partie de programme déjà introduite, par action sur la touche **DEL** et de la réintroduire après avoir choisi le mode absolu ou relatif.

D'abord quelques indications sur les appellations "programmation absolue" et "programmation relative":

Les valeurs absolues se réfèrent à une "origine absolue", tandis qu'en valeurs relatives, la position précédente sert à chaque fois d'"origine relative".

Cotes absolues

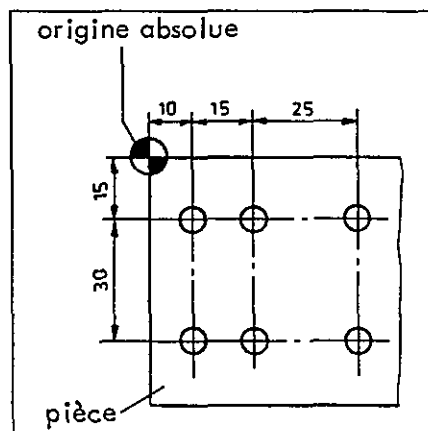
Exemple :



L'angle supérieur gauche de la pièce est l'"origine absolue" de cotation. La machine est à positionner jusqu'à la cote définie. Elle se déplace jusqu'à la cote à atteindre tabulée.

Cotes relatives (incrémentales)

Exemple :



La cotation s'effectue - en partant de l'angle supérieur gauche de la pièce - en relatif. La machine est à déplacer de la cote définie. Elle s'éloigne par rapport à la position précédemment atteinte de la cote tabulée.


La programmation absolue (point d'origine) présente l'avantage que dans l'éventualité de modifications géométriques nécessaires de certaines positions, toutes les autres positions ne sont pas influencées.

Egalement la reprise d'un programme interrompu après une coupure de courant ou une autre gêne est plus simple en programmation absolue (il est seulement nécessaire de rechercher les origines, voir Chapitre B 6). De plus, le choix approprié de l'origine de la pièce permet d'éviter partiellement ou totalement les valeurs négatives.

Par contre, la programmation relative épargne dans de nombreux cas les calculs intermédiaires.

| Question du dialogue | Réponse |
|---|---|
| POSITION A ATTEINDRE ? | Introduire la valeur de la position à atteindre |
| CORRECTION RAYON R+/R-/ SANS CORR. ? | <p>Il faut seulement discerner si le chemin de déplacement doit être allongé ou raccourci par la correction de rayon. Cela s'effectue avec les touches</p> <p style="text-align: center;">R+ ou R-</p> <p>Le choix de la correction s'effectue par l'action sur la touche</p> <p style="text-align: center;">R+ ou R-</p> <p>- la lampe concernée s'allume.</p> <p>Les touches R+ et R- ont les significations suivantes :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>sens de déplacement +</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>sens de déplacement -</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Correction du rayon d'outil d'après un exemple de contour extérieur</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Correction du rayon d'outil d'après un exemple de contour intérieur</p> </div> </div> |

| Question du dialogue | Réponse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | <p>Si aucune correction de rayon n'est nécessaire, aucune des 2 lampes ne doit s'allumer.</p> <p><input type="checkbox"/> R+ resp. <input type="checkbox"/> R- sont déconnectés par la simple action sur la touche dont la lampe est allumée.</p> <p><u>Attention :</u> La question du dialogue concernant la correction de rayon apparaît également lors de l'introduction d'une séquence de positionnement pour l'axe qui, lors de l'appel d'outil, a été considéré comme axe de la broche. Un calcul de la valeur de la correction de rayon ne s'effectue pas dans cet axe, indépendamment du fait que R+, R- ou R0 ont été introduits.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AVANCE ? F = | <p>Introduction des vitesses d'avance souhaitées en mm/min respectivement en 0,1 pouce/min. en 4 décades maximum, compte tenu qu'en cas d'avance maxi (rapide) F9999 est à programmer.</p> <p>Les valeurs d'avance possibles sont déterminées par le tableau suivant.</p> <p>Avances en mm/min.</p> <table border="1"> <tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th></tr> <tr><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td></tr> <tr><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td></tr> <tr><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td></tr> <tr><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td></tr> <tr><td>79</td><td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td><td>88</td><td>89</td><td>90</td><td>91</td></tr> <tr><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>97</td><td>100</td><td>102</td><td>105</td><td>108</td><td>112</td><td>115</td><td>118</td><td>121</td><td>125</td></tr> <tr><td>128</td><td>132</td><td>136</td><td>140</td><td>144</td><td>149</td><td>154</td><td>160</td><td>164</td><td>169</td><td>174</td><td>180</td><td>184</td></tr> <tr><td>189</td><td>194</td><td>200</td><td>205</td><td>211</td><td>217</td><td>224</td><td>230</td><td>236</td><td>243</td><td>250</td><td>257</td><td>264</td></tr> <tr><td>272</td><td>280</td><td>288</td><td>297</td><td>306</td><td>315</td><td>324</td><td>334</td><td>344</td><td>355</td><td>365</td><td>376</td><td>388</td></tr> <tr><td>400</td><td>412</td><td>424</td><td>437</td><td>450</td><td>462</td><td>474</td><td>487</td><td>500</td><td>514</td><td>529</td><td>544</td><td>560</td></tr> <tr><td>576</td><td>593</td><td>611</td><td>630</td><td>649</td><td>668</td><td>689</td><td>710</td><td>731</td><td>753</td><td>776</td><td>800</td><td>823</td></tr> <tr><td>848</td><td>873</td><td>900</td><td>924</td><td>948</td><td>974</td><td>1000</td><td>1028</td><td>1058</td><td>1088</td><td>1120</td><td>1151</td><td>1183</td></tr> <tr><td>1216</td><td>1250</td><td>1286</td><td>1323</td><td>1361</td><td>1400</td><td>1447</td><td>1496</td><td>1547</td><td>1600</td><td>1648</td><td>1697</td><td>1748</td></tr> <tr><td>1800</td><td>1848</td><td>1897</td><td>1948</td><td>2000</td><td>2057</td><td>2116</td><td>2177</td><td>2240</td><td>2302</td><td>2366</td><td>2432</td><td>2500</td></tr> <tr><td>2572</td><td>2648</td><td>2722</td><td>2800</td><td>2884</td><td>2970</td><td>3059</td><td>3150</td><td>3248</td><td>3344</td><td>3445</td><td>3550</td><td>3657</td></tr> <tr><td>3768</td><td>3882</td><td>4000</td><td>4119</td><td>4242</td><td>4369</td><td>4500</td><td>4620</td><td>4743</td><td>4870</td><td>5000</td><td>5143</td><td>5291</td></tr> <tr><td>5443</td><td>5600</td><td>5767</td><td>5939</td><td>6117</td><td>6300</td><td>6491</td><td>6688</td><td>6890</td><td>7100</td><td>7315</td><td>7536</td><td>7764</td></tr> <tr><td>8000</td><td>8239</td><td>8485</td><td>8738</td><td>9000</td><td>9240</td><td>9486</td><td>9740</td><td>9999</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Avances en 1/10 pouce/min.</p> <table border="1"> <tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td></tr> <tr><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td></tr> <tr><td>41</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>52</td><td>54</td></tr> <tr><td>55</td><td>57</td><td>59</td><td>61</td><td>63</td><td>65</td><td>67</td><td>69</td><td>71</td><td>72</td></tr> <tr><td>74</td><td>76</td><td>79</td><td>81</td><td>83</td><td>85</td><td>88</td><td>91</td><td>93</td><td>96</td></tr> <tr><td>98</td><td>101</td><td>104</td><td>107</td><td>110</td><td>113</td><td>117</td><td>120</td><td>124</td><td>128</td></tr> <tr><td>132</td><td>135</td><td>140</td><td>144</td><td>148</td><td>153</td><td>157</td><td>162</td><td>167</td><td>172</td></tr> <tr><td>177</td><td>182</td><td>187</td><td>193</td><td>197</td><td>202</td><td>208</td><td>214</td><td>220</td><td>227</td></tr> <tr><td>233</td><td>241</td><td>248</td><td>256</td><td>263</td><td>271</td><td>280</td><td>288</td><td>296</td><td>306</td></tr> <tr><td>315</td><td>324</td><td>334</td><td>344</td><td>354</td><td>364</td><td>373</td><td>383</td><td>394</td><td>405</td></tr> <tr><td>417</td><td>428</td><td>441</td><td>453</td><td>466</td><td>479</td><td>492</td><td>506</td><td>521</td><td>536</td></tr> <tr><td>551</td><td>570</td><td>589</td><td>609</td><td>630</td><td>649</td><td>668</td><td>688</td><td>709</td><td>728</td></tr> <tr><td>747</td><td>767</td><td>787</td><td>810</td><td>833</td><td>857</td><td>882</td><td>906</td><td>932</td><td>957</td></tr> <tr><td>984</td><td>1012</td><td>1042</td><td>1072</td><td>1102</td><td>1135</td><td>1165</td><td>1204</td><td>1240</td><td>1280</td></tr> <tr><td>1317</td><td>1356</td><td>1400</td><td>1440</td><td>1483</td><td>1528</td><td>1575</td><td>1622</td><td>1670</td><td>1720</td></tr> <tr><td>1772</td><td>1819</td><td>1867</td><td>1917</td><td>1969</td><td>2025</td><td>2083</td><td>2143</td><td>2205</td><td>2270</td></tr> <tr><td>2338</td><td>2408</td><td>2480</td><td>2556</td><td>2633</td><td>2713</td><td>2795</td><td>2880</td><td>2967</td><td>3057</td></tr> <tr><td>3150</td><td>3244</td><td>3341</td><td>3440</td><td>3543</td><td>3636</td><td>3735</td><td>3835</td><td>3939</td><td></td></tr> </table> <p><u>Attention :</u> En cas de programmation d'avances ne figurant pas dans le tableau, la TNC 131/135 arrondit à la valeur normée supérieure la plus proche.</p> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 97 | 100 | 102 | 105 | 108 | 112 | 115 | 118 | 121 | 125 | 128 | 132 | 136 | 140 | 144 | 149 | 154 | 160 | 164 | 169 | 174 | 180 | 184 | 189 | 194 | 200 | 205 | 211 | 217 | 224 | 230 | 236 | 243 | 250 | 257 | 264 | 272 | 280 | 288 | 297 | 306 | 315 | 324 | 334 | 344 | 355 | 365 | 376 | 388 | 400 | 412 | 424 | 437 | 450 | 462 | 474 | 487 | 500 | 514 | 529 | 544 | 560 | 576 | 593 | 611 | 630 | 649 | 668 | 689 | 710 | 731 | 753 | 776 | 800 | 823 | 848 | 873 | 900 | 924 | 948 | 974 | 1000 | 1028 | 1058 | 1088 | 1120 | 1151 | 1183 | 1216 | 1250 | 1286 | 1323 | 1361 | 1400 | 1447 | 1496 | 1547 | 1600 | 1648 | 1697 | 1748 | 1800 | 1848 | 1897 | 1948 | 2000 | 2057 | 2116 | 2177 | 2240 | 2302 | 2366 | 2432 | 2500 | 2572 | 2648 | 2722 | 2800 | 2884 | 2970 | 3059 | 3150 | 3248 | 3344 | 3445 | 3550 | 3657 | 3768 | 3882 | 4000 | 4119 | 4242 | 4369 | 4500 | 4620 | 4743 | 4870 | 5000 | 5143 | 5291 | 5443 | 5600 | 5767 | 5939 | 6117 | 6300 | 6491 | 6688 | 6890 | 7100 | 7315 | 7536 | 7764 | 8000 | 8239 | 8485 | 8738 | 9000 | 9240 | 9486 | 9740 | 9999 | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 43 | 44 | 45 | 46 | 48 | 49 | 50 | 52 | 54 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 | 69 | 71 | 72 | 74 | 76 | 79 | 81 | 83 | 85 | 88 | 91 | 93 | 96 | 98 | 101 | 104 | 107 | 110 | 113 | 117 | 120 | 124 | 128 | 132 | 135 | 140 | 144 | 148 | 153 | 157 | 162 | 167 | 172 | 177 | 182 | 187 | 193 | 197 | 202 | 208 | 214 | 220 | 227 | 233 | 241 | 248 | 256 | 263 | 271 | 280 | 288 | 296 | 306 | 315 | 324 | 334 | 344 | 354 | 364 | 373 | 383 | 394 | 405 | 417 | 428 | 441 | 453 | 466 | 479 | 492 | 506 | 521 | 536 | 551 | 570 | 589 | 609 | 630 | 649 | 668 | 688 | 709 | 728 | 747 | 767 | 787 | 810 | 833 | 857 | 882 | 906 | 932 | 957 | 984 | 1012 | 1042 | 1072 | 1102 | 1135 | 1165 | 1204 | 1240 | 1280 | 1317 | 1356 | 1400 | 1440 | 1483 | 1528 | 1575 | 1622 | 1670 | 1720 | 1772 | 1819 | 1867 | 1917 | 1969 | 2025 | 2083 | 2143 | 2205 | 2270 | 2338 | 2408 | 2480 | 2556 | 2633 | 2713 | 2795 | 2880 | 2967 | 3057 | 3150 | 3244 | 3341 | 3440 | 3543 | 3636 | 3735 | 3835 | 3939 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | 93 | 94 | 97 | 100 | 102 | 105 | 108 | 112 | 115 | 118 | 121 | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 128 | 132 | 136 | 140 | 144 | 149 | 154 | 160 | 164 | 169 | 174 | 180 | 184 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 189 | 194 | 200 | 205 | 211 | 217 | 224 | 230 | 236 | 243 | 250 | 257 | 264 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 272 | 280 | 288 | 297 | 306 | 315 | 324 | 334 | 344 | 355 | 365 | 376 | 388 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 412 | 424 | 437 | 450 | 462 | 474 | 487 | 500 | 514 | 529 | 544 | 560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 576 | 593 | 611 | 630 | 649 | 668 | 689 | 710 | 731 | 753 | 776 | 800 | 823 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 848 | 873 | 900 | 924 | 948 | 974 | 1000 | 1028 | 1058 | 1088 | 1120 | 1151 | 1183 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1216 | 1250 | 1286 | 1323 | 1361 | 1400 | 1447 | 1496 | 1547 | 1600 | 1648 | 1697 | 1748 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 | 1848 | 1897 | 1948 | 2000 | 2057 | 2116 | 2177 | 2240 | 2302 | 2366 | 2432 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2572 | 2648 | 2722 | 2800 | 2884 | 2970 | 3059 | 3150 | 3248 | 3344 | 3445 | 3550 | 3657 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3768 | 3882 | 4000 | 4119 | 4242 | 4369 | 4500 | 4620 | 4743 | 4870 | 5000 | 5143 | 5291 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5443 | 5600 | 5767 | 5939 | 6117 | 6300 | 6491 | 6688 | 6890 | 7100 | 7315 | 7536 | 7764 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8000 | 8239 | 8485 | 8738 | 9000 | 9240 | 9486 | 9740 | 9999 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 43 | 44 | 45 | 46 | 48 | 49 | 50 | 52 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 | 69 | 71 | 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | 76 | 79 | 81 | 83 | 85 | 88 | 91 | 93 | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | 101 | 104 | 107 | 110 | 113 | 117 | 120 | 124 | 128 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 132 | 135 | 140 | 144 | 148 | 153 | 157 | 162 | 167 | 172 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 177 | 182 | 187 | 193 | 197 | 202 | 208 | 214 | 220 | 227 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 233 | 241 | 248 | 256 | 263 | 271 | 280 | 288 | 296 | 306 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 315 | 324 | 334 | 344 | 354 | 364 | 373 | 383 | 394 | 405 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 417 | 428 | 441 | 453 | 466 | 479 | 492 | 506 | 521 | 536 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 551 | 570 | 589 | 609 | 630 | 649 | 668 | 688 | 709 | 728 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 747 | 767 | 787 | 810 | 833 | 857 | 882 | 906 | 932 | 957 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 984 | 1012 | 1042 | 1072 | 1102 | 1135 | 1165 | 1204 | 1240 | 1280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1317 | 1356 | 1400 | 1440 | 1483 | 1528 | 1575 | 1622 | 1670 | 1720 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1772 | 1819 | 1867 | 1917 | 1969 | 2025 | 2083 | 2143 | 2205 | 2270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2338 | 2408 | 2480 | 2556 | 2633 | 2713 | 2795 | 2880 | 2967 | 3057 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3150 | 3244 | 3341 | 3440 | 3543 | 3636 | 3735 | 3835 | 3939 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------------------|---|
| <p>FONCTION AUXILIAIRE - M ?</p> | <p>Avec une valeur M on programme une fonction auxiliaire ou une fonction de commutation. On peut, par exemple, mettre en rotation et arrêter la broche.</p> <p><u>Fonctions spéciales M influençant le déroulement du programme :</u></p> <p>M 00 interrompt le déroulement du programme après usinage de la séquence concernée et émet l'ordre "ARRET BROCHE"</p> <p>M 02 interrompt le déroulement du programme après usinage de la séquence concernée et appelle séquence 1 : en outre elle émet "ARRET BROCHE" et "ARRET ARROSAGE"</p> <p>M 03 "Broche sens horloge" en début de séquence</p> <p>M 04 "Broche sens contraire d'horloge" en début de séquence</p> <p>M 05 "Arrêt Broche" en fin de séquence</p> <p>M 06 Changement d'outil, les autres fonctions comme M 00</p> <p>M 08 "Marche Arrosage" en début de séquence</p> <p>M 09 "Arrêt Arrosage" en fin de séquence</p> <p>M 13 "Broche sens horloge" et "Marche Arrosage"</p> <p>M 14 "Broche sens contraire d'horloge" et "Marche Arrosage"</p> <p>M 30 Fin de la bande perforée, les autres fonctions comme M 02</p> <p>M 99 même fonction que "CYCL CALL"</p> <p>Si plusieurs fonctions M étaient nécessaires dans une séquence et si elles n'avaient pu être placées dans les séquences précédentes, on peut introduire les fonctions M souhaitées en les associant avec autant de séquences de positionnement en relatif avec valeur "zéro" qu'il est nécessaire d'avoir des fonctions M.</p> <p>Si aucune fonction M n'est souhaitée dans une séquence, il faut actionner la touche </p> <p><u>Attention :</u></p> <p>Les fonctions M sont déterminées par le constructeur de la machine et peuvent être consultées dans le mode d'emploi de la machine.</p> |

| Fonction M | Moment de l'émission dans la séquence | | Fonction M | Moment de l'émission dans la séquence | | Fonction M | Moment de l'émission dans la séquence | |
|---------------|--|-----|---------------|--|-----|---------------|--|-----|
| | début | fin | | début | fin | | début | fin |
| M 00 | | X | M 36 | X | | M 71 | X | |
| M 01 | | X | M 37 | X | | M 72 | X | |
| M 02 | | X | M 38 | X | | M 73 | X | |
| M 03 | X | | M 39 | X | | M 74 | X | |
| M 04 | X | | M 40 | X | | M 75 | X | |
| M 05 | | X | M 41 | X | | M 76 | X | |
| M 06 | | X | M 42 | X | | M 77 | X | |
| M 07 | X | | M 43 | X | | M 78 | X | |
| M 08 | X | | M 44 | X | | M 79 | X | |
| M 09 | | X | M 45 | X | | M 80 | X | |
| M 10 | | X | M 46 | X | | M 81 | X | |
| M 11 | X | | M 47 | X | | M 82 | X | |
| M 12 | | X | M 48 | X | | M 83 | X | |
| M 13 | X | | M 49 | X | | M 84 | X | |
| M 14 | X | | M 50 | X | | M 85 | X | |
| M 15 | X | | M 51 | X | | M 86 | X | |
| M 16 | X | | | | X | M 87 | X | |
| M 17 | X | | M 52 | | X | M 88 | X | |
| M 18 | X | | M 53 | | X | M 89 | X | |
| M 19 | | X | M 54 | | X | M 90 | X | |
| M 20 | X | | M 55 | X | | M 91 | X | |
| M 21 | X | | M 56 | X | | M 92 | X | |
| M 22 | X | | M 57 | X | | M 93 | X | |
| M 23 | X | | M 58 | X | | M 94 | X | |
| M 24 | X | | M 59 | X | | | | X |
| M 25 | X | | M 60 | | X | M 95 | | X |
| M 26 | X | | M 61 | X | | M 96 | | X |
| M 27 | X | | M 62 | X | | M 97 | | X |
| M 28 | X | | | | X | M 98 | | X |
| M 29 | X | | M 63 | | X | M 99 | | X |
| M 30 | | X | M 64 | | X | | | |
| M 31 | X | | M 65 | | X | | | |
| M 32 | | X | M 66 | | X | | | |
| M 33 | | X | M 67 | | X | | | |
| M 34 | | X | M 68 | | X | | | |
| M 35 | | X | M 69 | | X | | | |
| | | | M 70 | | X | | | |

Les fonctions M imprimées en gras désignent les fonctions M spéciales (par exemple **M 00**).

La séquence de positionnement occupe une séquence de programme :

| ... | A/I | X/Y/Z ... | R+ / R- / R0 | F ... | M ... |
|-----------------|--------------------------|--|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Numéro séquence | Cote absolue ou relative | Axe Valeur de la position à atteindre | Sens de la correction du rayon | Vitesse d'avance | Code de la fonction auxiliaire |

C 5.1 Introduction d'un numéro de Label (repère de programme)

Enclenchement du dialogue : Touche 

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------|--|
| NUMERO DE LABEL ? | Introduire le numéro de Label souhaité |

L'inscription d'un numéro de Label occupe une séquence du programme. Dans l'affichage du dialogue apparaît la séquence suivante :

| | |
|--------------------|-----------------|
| ... | LBL ... |
| Numéro séquence | Numéro Label |

C. 5.2 Saut sur un numéro de Label (repère de programme)

Enclenchement du dialogue : Touche 

| Question du dialogue | Réponse |
|---|--|
| NUMERO DE LABEL ? | Introduire le numéro de Label qui doit être appelé |
| SOUS-PROGRAMME = 0 REPETIT. REP. = ... ? | Tabuler 0 si le repère de programme désigne un sous-programme. Introduire le nombre de répétitions si le repère de programme désigne une répétition de programme partiel. |

Le saut sur un repère de programme occupe une séquence de programme. Dans l'affichage du dialogue apparaît la séquence suivante

| | | | |
|--------------------|--------------|-------------|---|
| ... | CALL LBL ... | REP | ... / ... |
| Numéro séquence | Appel Label | Répétitions | Nombre programmé dont encore à exécuter |

C 4. STOP programmé STOP

Enclenchement du dialogue : Touche STOP

| Question du dialogue | Réponse |
|---------------------------|--|
| FONCTION AUXILIAIRE - M ? | En cas de besoin, introduire les fonctions M souhaitées. |

La séquence de STOP n'occupe qu'une séquence de programme :

| | | |
|--------------------|------|-----------------------------------|
| ... | STOP | M ... |
| Numéro de séquence | Stop | Code de la fonction auxiliaire |

C 5. Sous-programmes et répétitions de programme partiel

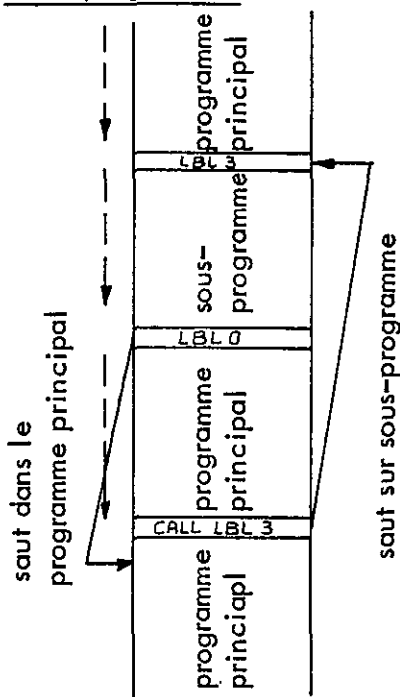
LBL
SET
LBL
CALL

Des repères de programme (Label avec numéro) peuvent être placés au choix dans le programme et désignent ainsi les sous-programmes ou les répétitions de programme partiel. Ces repères servent d'adresse de saut.

Un ordre de saut sur un numéro de Label atteint toujours la place adéquate du programme même en cas de modifications de programmes (intercalage de séquences supplémentaires).

Les nombres 1 à 255 peuvent être utilisés pour numéroter les Labels. Le numéro de Label 0 sert d'indication de "Fin de sous-programme".

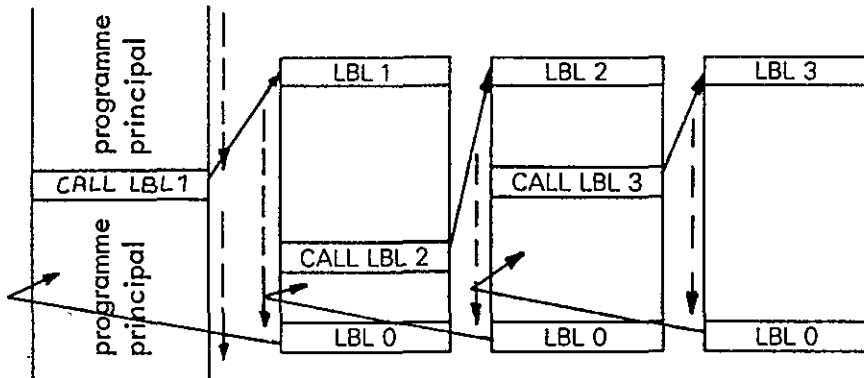
Sous-programmes



Représentation schématique d'un sous-programme - par exemple Sous-programme 3

- Le début du sous-programme est désigné par LBL SET 3 (repère de programme)
- La fin du sous-programme est désignée par LBL SET 0
- avec LBL CALL on peut appeler, à partir d'un pas quelconque du programme, un sous-programme, c'est-à-dire que l'on peut sauter sur le repère de programme concerné.

Imbrication de sous-programmes

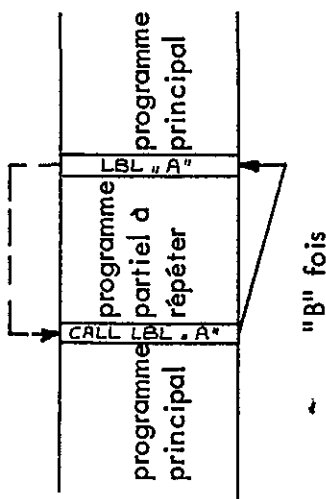


Représentation schématique d'une imbrication de sous-programme

Les sous-programmes peuvent être imbriqués jusqu'à 8 fois, c'est-à-dire que 8 sous-programmes différents peuvent être imbriqués avec d'autres sous-programmes entre eux à l'aide des ordres de saut. Les sous-programmes peuvent également comprendre des répétitions de programmes partiels. S'il y a plus de 8 "imbrications", il apparaît dans l'indication d'erreur "IMBRICATION SOUS-PROGRAMME > 8".

Après effacement de cette indication d'erreur et correction de l'erreur de programme, il y a lieu d'exécuter une fonction GO TO, sinon il apparaît la même indication d'erreur lors de l'ordre de saut suivant.

Répétitions de programmes partiels



Représentation schématique de répétitions de programmes partiels

Label No. A = 1 ... 255

Nombre de répétitions B = 1 ... 65.535

Exemple :

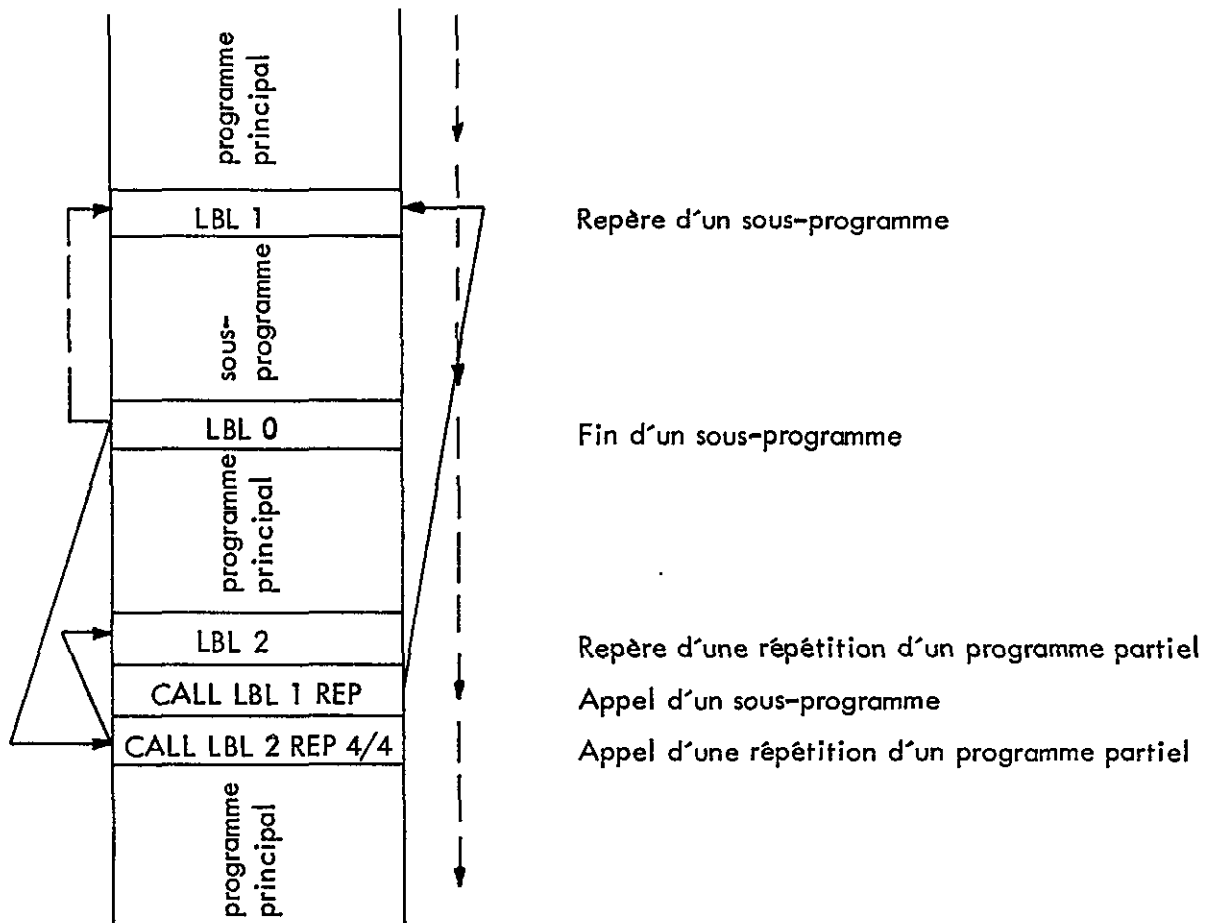
Une séquence est à répéter 10 fois -

Affichage au dialogue :
après la première répétition, il apparaît à l'affichage :

REP 10/10,
REP 10/ 9
etc.

Répétition successive d'un sous-programme

Si un sous-programme doit être répété plusieurs fois, il faut programmer d'après le schéma suivant :



Attention :

Si l'on programme 4 répétitions, le sous-programme est exécuté 5 fois.

C 6. Définition du cycle CYCL DEF

La TNC 131/135 possède des cycles fixes programmés pour certaines opérations de travail, d'un intérêt général et souvent répétitives. En outre, avec la programmation de la temporisation et la possibilité de l'introduction des valeurs à atteindre en coordonnées polaires - sans toutefois les corrections d'outil - et avec une machine équipée en conséquence (1 moteur par axe), on peut réaliser un angle de déplacement simultané en 2 axes d'après une droite.

| | | |
|-----------|----------------------|--|
| Cycle 1 = | perçage profond | |
| Cycle 2 = | Taraudage | |
| Cycle 3 = | rainurage | |
| Cycle 4 = | fraisage de poches | |
| Cycle 5 = | pole | } pour l'introduction en coordonnées polaires sans correction d'outil |
| Cycle 6 = | coordonnées polaires | |
| Cycle 9 = | temporisation | } utilisation seulement dans la version "1 moteur par axe" sans correction d'outil |
| Cycle 0 = | fraisage oblique | |

Attention :

Les cycles 5, 6 et 0 sont également "travaillés"; il n'est pas nécessaire d'appeler un cycle avec la touche CYCL
CALL

Les cycles 1, 2, 3, 4 et 9 nécessitent un appel d'outil.

C 6.1. Choix d'un cycle déterminé

("feuilleter" dans la bibliothèque des cycles)

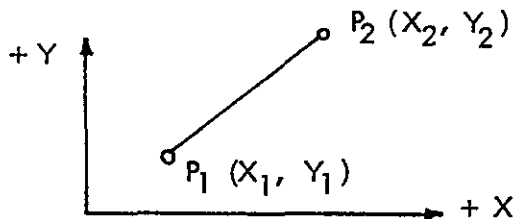
Lors de la programmation on appelle d'abord la séquence de définition du cycle avec la touche CYCL
DEF et avec la touche ↓ (en répétant l'action) on choisit le cycle souhaité qui peut alors être pris en compte avec ENT et défini par le dialogue.

C 6.2. Cycle de travail "Fraisage oblique"

Attention :

- Ce cycle n'est seulement possible dans la version TNC pour déplacement simultané
- Il ne nécessite pas d'appel de cycle
- Lors du positionnement aucune correction d'outil n'est prise en compte
- La vitesse de déplacement maximum sur l'oblique est limitée à la moitié de la vitesse rapide de l'axe le plus lent de la machine

Exemple :



Le point P_1 est atteint avec la séquence de positionnement précédente. Dans le cycle "Fraisage oblique", les coordonnées X_2 et Y_2 sont programmées. Lors de l'usinage, le centre de l'outil se déplace sur la droite de P_1 à P_2 (sans correction d'outil).

Ouverture du dialogue : Touche CYCL
DEF

| Questions du dialogue | Réponse |
|--|--|
| CYCL DEF 0 FRAISAGE OBLIQUE | Ce cycle apparaît dans la version TNC pour déplacement simultané immédiatement après l'ouverture du dialogue |
| POS. A ATTEINDRE : 1ère COORDONNEE ? | Introduire la première coordonnée de la position à atteindre (axe et valeur du positionnement) |
| POS. A ATTEINDRE : 2ième COORDONNEE ? | Introduire la deuxième coordonnée de la position à atteindre (axe et valeur du positionnement) |
| AVANCE ? F = .. | Introduire l'avance (voir tableau du chapitre C 3) |
| FONCTION AUXILIAIRE M ? | Introduire les fonctions auxiliaires (voir tableau du chapitre C 3) |

Le cycle de travail "Fraisage oblique" réclame 4 séquences de programme. Lors du "feuilletement" du programme, il apparaît les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

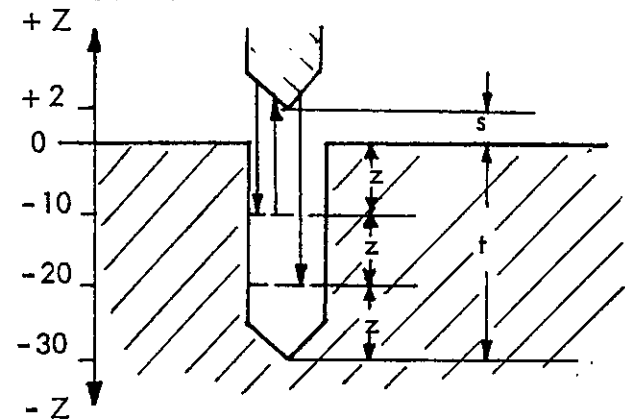
| | |
|------------------------------------|---|
| ... CYCL DEF 0.0 FRAISAGE OBLIQUE | |
| ... CYCL DEF 0.1 A/I X / Y / Z ... | 1ère coordonnée de la position à atteindre |
| ... CYCL DEF 0.2 A/I X / Y / Z ... | 2ième coordonnée de la position à atteindre |
| ... CYCL DEF 0.3 F ... M ... | Avance et fonction auxiliaire |

C 6.3. Cycle de travail "Perçage profond"

Préliminaires au cycle de travail :

- Appel de l'outil précédent (détermination du centre du trou et de la vitesse de broche)
- Sens de rotation broche doit être fixé dans une séquence précédente
- Position de départ (distance de sécurité) doit être atteinte lors d'une séquence de positionnement précédente.

Exemp.



s = distance d'approche (= - 2)

(La machine doit être positionnée en incrémental à - 2 afin que la pointe de l'outil affleure le plan de la pièce avec la valeur absolue 0.)

t = profondeur du trou (= - 30)

z = passe d'usinage (= - 12)

- 1ère opération de travail : percer à la profondeur de - 12 et remonter l'axe Z à la position + 2 en rapide (ceci est nécessaire pour dégager le copeau)
- 2ième opération de travail : en rapide sur la position - 11 et percer avec l'avance normale jusqu'à - 24, puis remonter l'axe Z jusqu'à la position + 2.
- 3ième opération de travail : en rapide sur la position - 23 et percer avec l'avance normale jusqu'à - 30. La profondeur de perçage atteinte et la temporisation programmée écoulée (le foret tourne à vide), l'axe se positionne finalement sur la position de sortie + 2.

Ouverture du dialogue : Touche

Actionner la touche en cas de besoin (dans la version TNC avec déplacement simultané).

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------------|---|
| CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND | |
| DISTANCE D'APPROCHE ? | Introduire la distance d'approche avec son signe (*) (positionnement déjà effectué dans une séquence précédente) |
| PROFONDEUR DE PERCAGE ? | Introduire la profondeur de perçage avec son signe (*) |
| PASSE D'USINAGE ? | Introduire la passe d'usinage avec son signe (*) |
| TEMPORISATION (SECONDES) ? | Introduire le temps de rotation à vide du foret |
| AVANCE ? F = ... | Introduire l'avance (voir tableau au chapitre C 3) |

(*) La distance d'approche, la profondeur de perçage et la passe d'usinage doivent avoir le même signe.

Le cycle fixe "Perçage profond" nécessite 6 séquences de programme. En "feuilleter" dans le programme, apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue.

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| ... CYCL DEF 1.0 PERCAGE PROFOND | |
| ... CYCL DEF 1.1 DIST ... | distance d'approche |
| ... CYCL DEF 1.2 PROF ... | profondeur de perçage |
| ... CYCL DEF 1.3 PASSE ... | passe d'usinage |
| ... CYCL DEF 1.4 TEMP ... | temporisation |
| ... CYCL DEF 1.5 F ... | avance |

C 6.4. Cycle de travail "Taraudage"

Préliminaires au cycle de travail :

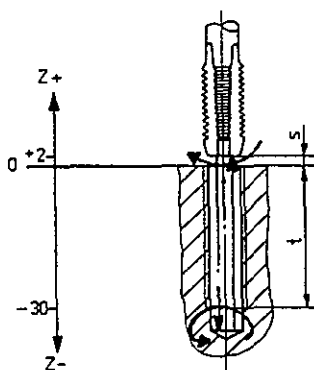
- Appel d'outil précédemment effectué (détermination de l'axe de perçage et de la vitesse de rotation broche)
- Le sens de rotation broche doit être fixé dans une séquence précédente (M03 pour un pas à droite, M04 pour un pas à gauche)
- Le positionnement sur la position START (distance d'approche) doit avoir été effectué lors d'une séquence précédente.

Calcul de la vitesse d'avance pour la définition du cycle "Taraudage" :

$$\text{Avance} \left[\frac{\text{mm}}{\text{min.}} \right] = \text{vitesse rotation broche} \left[\frac{\text{tours}}{\text{min}} \right] \bullet \text{pas du taraudage} \left[\text{mm} \right]$$

Comme les mandrins de serrage permettant l'adaptation de longueur ne peuvent compenser la différence d'avance entre la valeur calculée et celle programmée que par extraction du taraud, il faut programmer la première vitesse d'avance immédiatement inférieure indiquée au tableau (voir Chapitre C 3).

Exemple :



s = distance d'approche (= - 2)

t = profondeur de perçage (= - 30)

Le taraudage est usiné en une seule passe. La profondeur étant atteinte, le sens de rotation de la broche est après 1 seconde automatiquement commuté dans le sens contraire. Le temps de "temporisation" s'écoule alors - ainsi le mandrin d'adaptation se centre à nouveau ; finalement le taraud est ramené à sa distance d'approche.

Ouverture du dialogue : actionner la touche



et



jusqu'à ce que le cycle
"Taraudage" apparaisse.

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------------|---|
| CYCL DEF 2 TARAUDAGE | |
| DISTANCE D'APPROCHE | Introduire la distance d'approche avec son signe (*) (positionnement déjà effectué dans une séquence précédente) |
| PROFONDEUR DE PERCAGE ? | Introduire la profondeur de taraudage avec son signe (*) |
| TEMPORISATION (SECONDES) ? | Programmer la temporisation entre l'inversion du sens de rotation broche et le retrait du taraud |
| AVANCE ? F = ... | L'avance programmée doit être plus petite que l'avance calculée à partir du pas du taraudage et de la rotation broche |

(*)

La distance d'approche et la profondeur du trou doivent avoir le même signe.

Le cycle de travail "Taraudage" nécessite 5 séquences de programme.

En "feuilletant" dans le programme, apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

... CYCL DEF 2.0 TARAUDAGE

... CYCL DEF 2.1 DIST ...

distance d'approche

... DYCL DEF 2.2 PROF ...

profondeur du trou

... CYCL DEF 2.3 TEMP ...

temporisation

... CYCL DEF 2.4 F ...

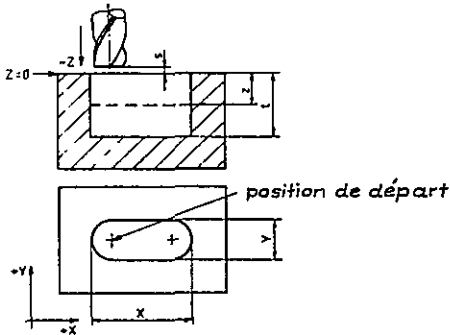
avance

C 6.5. Cycle de travail "Rainurage"

Préliminaires à ce cycle :

- Appel de l'outil précédent (détermination de l'axe de broche et de la vitesse de rotation broche)
- Le sens de rotation de la broche doit être fixé dans une séquence précédente.
- La position de départ (point de départ sur la longueur de la rainure et la distance d'approche) doit être fixée dans des séquences précédentes
- La rainure doit être un peu plus large que le diamètre de la fraise.

Déroulement du travail :



s = distance d'approche

z = passe d'usinage

t = profondeur

X = longueur 1er côté

Y = longueur 2ième côté

1) Ebauche :

La fraise plonge dans la pièce à la demi-vitesse d'avance jusqu'à ce qu'elle ait atteint la première passe de perçage. Ensuite la fraise enlève un premier copeau d'ébauche dans la matière. La deuxième passe en profondeur s'effectue à l'autre extrémité de la rainure, etc...

2) Finition :

La fraise s'avance maintenant latéralement pour la passe de finition et usine, par fraisage à sens direct, le contour final de la rainure encore une fois.

Attention :

Le point de départ de la longueur de la rainure doit être abordé avec la correction du rayon $R+$ ou $R-$.

Ouverture du dialogue : Touche 

et  jusqu'à ce que le cycle "Rainurage" apparaisse.

| Question du dialogue | Réponse |
|--------------------------|---|
| CYCL DEF 3 RAINURAGE | |
| DISTANCE D'APPROCHE | Introduire la distance d'approche avec son signe (*) (positionnement déjà effectué dans une séquence précédente) |
| PROFONDEUR DE FRAISAGE ? | Introduire la profondeur de fraisage avec son signe (*) |
| LONGUEUR PREMIER COTE ? | La valeur pour la direction du grand côté de la rainure doit être programmée avec son signe adéquat (la direction dans laquelle se trouve la rainure par rapport au point de départ doit en effet être définie) |
| LONGUEUR SECOND COTE ? | La largeur de la rainure est toujours programmée avec le signe + |
| AVANCE ? F = | On programme l'avance de l'usinage du grand côté. Pour affleurer la pièce, la demi-valeur de l'avance programmée est indiquée par la commande |

(*) La distance d'approche, la profondeur de fraisage et la passe doivent avoir le même signe.

Le cycle de travail "Rainurage" nécessite 7 séquences de programme. En "feuilletant" le programme apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue.

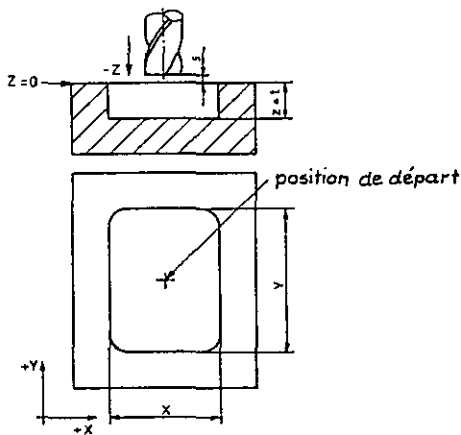
| | |
|----------------------------|------------------------|
| ... CYCL DEF 3.0 RAINURAGE | |
| ... CYCL DEF 3.1 DIST ... | distance d'approche |
| ... CYCL DEF 3.2 PROF ... | profondeur de fraisage |
| ... CYCL DEF 3.3 PASSE ... | passe d'usinage |
| ... CYCL DEF 3.4 X/Y/Z ... | longueur de la rainure |
| ... CYCL DEF 3.5 X/Y/Z ... | largeur de la rainure |
| ... CYCL DEF 3.6 F ... | avance |

C 6.6. Cycle de travail "Fraisage de poches"

Préliminaires à ce cycle de travail :

- Appel de l'outil précédent (détermination de l'axe de la broche et de la vitesse de rotation broche)
- Le sens de rotation de la broche doit être fixé dans une séquence précédente
- La position de départ (le centre de la poche et la distance d'approche) doit être définie dans des séquences précédentes

Déroulement du travail :



- s = distance d'approche
- z = profondeur de passe
- t = profondeur de la poche
- X = longueur premier côté
- Y = longueur second côté

La fraise décrit, après l'accostage sur la pièce, un chemin en forme de spirale, parallèlement aux côtés de la poche et décalé chaque fois de la valeur $\frac{D}{1,2}$ (D = diamètre de la fraise) par rapport aux côtés de la poche.

Si, à cause d'un effort de coupe trop important, la poche ne peut être usinée en une seule fois, on peut y arriver en plusieurs passes de profondeur.

Le déroulement du fraisage se répète jusqu'à ce que la profondeur de fraisage soit atteinte.

Ouverture du dialogue : Appuyer sur les touches



et



jusqu'à ce que le cycle "Fraisage de poche" apparaisse.

| Question du dialogue | Réponse |
|------------------------------|--|
| CYCL DEF 4 FRAISAGE DE POCHE | |
| DISTANCE D'APPROCHE ? | Introduire la distance d'approche avec son signe (*) (positionnement déjà effectué dans une séquence précédente) |
| PROFONDEUR DE FRAISAGE ? | Introduire la profondeur de fraisage avec son signe (*) |
| PASSE DE PERCAGE ? | Introduire la profondeur de passe avec son signe (*) |
| LONGUEUR PREMIER COTE ? | Introduire la longueur du premier côté avec signe positif |
| LONGUEUR SECOND COTE ? | Introduire la longueur du second côté avec signe positif |
| AVANCE ? F = ... | On programme l'avance de l'usinage du grand côté. Pour plonger dans la pièce, la commande déplace l'outil à une vitesse égale à la demi-valeur de l'avance programmée |

(*) La distance d'approche, la profondeur de fraisage et la passe doivent avoir le même signe.

Le cycle "Fraisage de poche" nécessite 7 séquences de programme.

En "feuilletant" le programme apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| ... CYCL DEF 4.0 FRAISAGE DE POCHE | |
| ... CYCL DEF 4.1 DIST ... | distance d'approche |
| ... CYCL DEF 4.2 PROF ... | profondeur de fraisage |
| ... CYCL DEF 4.3 PASSE ... | passe d'usinage |
| ... CYCL DEF 4.4 X, Y, Z ... | longueur premier côté |
| ... CYCL DEF 4.5 X, Y, Z ... | longueur second côté |
| ... CYCL DEF 4.6 F ... | avance |

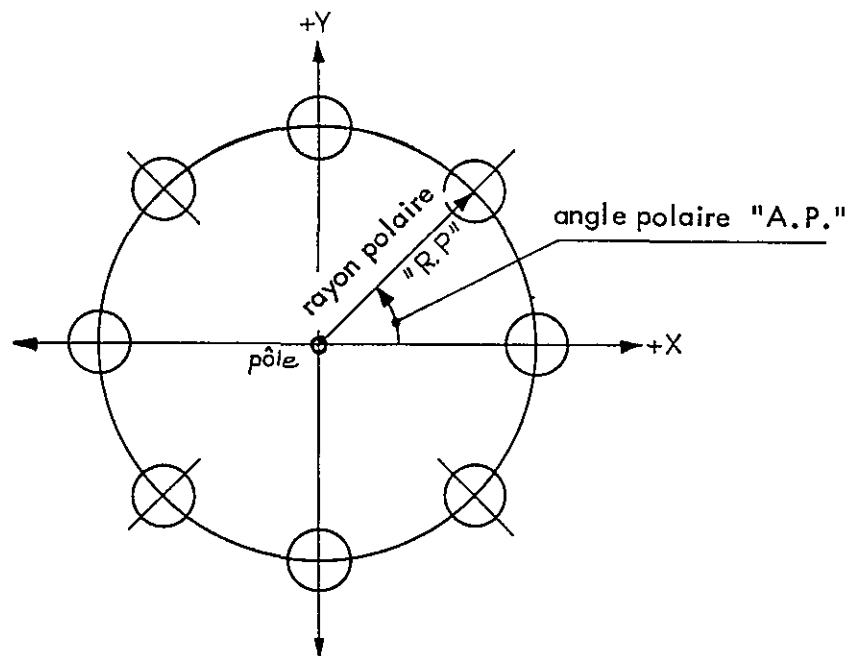
C 6.7. Cycle de travail "Pôle" / Cycle de travail "Coord. polaires"

Avec les cycles "Pôle" et "Coord. Polaires" on peut introduire des positions en coordonnées polaires, sans toutefois les corrections de rayon d'outil. Ces cycles sont indiqués par exemple • pour la programmation rationnelle de :

- couronnes de trous (dans toutes les versions de TNC)
- polygones, chemins de parcours en forme de spirale etc. (dans les versions de TNC avec 1 moteur par axe)

Exemple :

Couronne de trous



Le centre de la couronne de trous est fixé avec le cycle "Pôle" et mémorisé par la commande. La position sur la couronne de trous, sur laquelle s'effectuera le déplacement, est fixée en coordonnées polaires (rayon polaire, angle polaire). Elle résulte de l'intersection du cercle médian de la couronne avec le rayon polaire R.P. et le module de l'angle polaire A.P.

Les cycles "Pôle" et "Coord. Polaires" ne nécessitent pas d'appel de cycle.

Attention :

La valeur à atteindre programmée est rejointe dans le cas d'une TNC pour déplacements simultanés avec un "Fraisage oblique", tandis qu'avec une TNC avec entraînement central, les coordonnées du point final sont atteintes en paraxiale, d'après des chemins à angle droit.

Cycle de travail "Pôle"

Ce cycle doit être défini avant le cycle "Coord. Polaires".

Ouverture du dialogue : Appuyer sur les touches



et



jusqu'à ce que le cycle "Pôle" apparaisse.

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------|---|
| CYCL DEF 5 POLE | |
| 1ere COORD. DU POLE | Introduire la première coordonnée du centre du cercle (en absolu ou en incrémental) |
| 2ième COORD. DU POLE | Introduire la deuxième coordonnée du centre du cercle (en absolu ou en incrémental) |

Le cycle de travail "Pôle" nécessite 3 séquences de programme. En "feuilletant" le programme apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

... CYCL DEF 5.0 POLE

... CYCL DEF 5.1 A/I X/Y/Z ... première coordonnée du pôle

... CYCL DEF 5.2 A/I X/Y/Z ... deuxième coordonnée du pôle

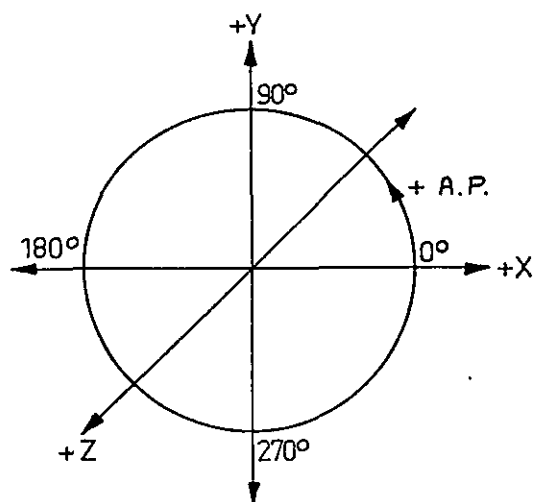
Cycle de travail "Coord. Polaires"

Avec le cycle "Coord. polaires", les positions sont déterminées par rapport au rayon polaire (R.P.) et l'angle polaire (A.P.)

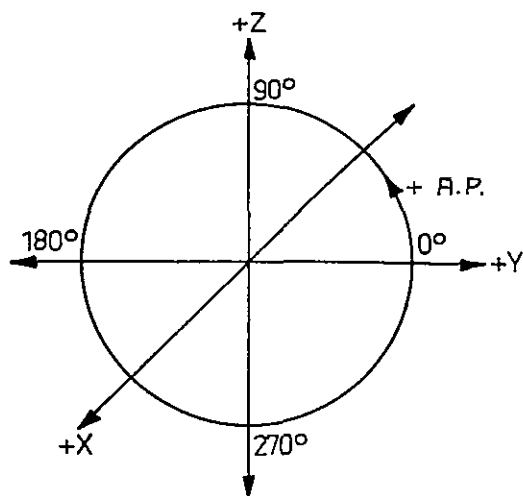
Attention :

Aucune correction de rayon d'outil n'est prise en compte lors du positionnement.

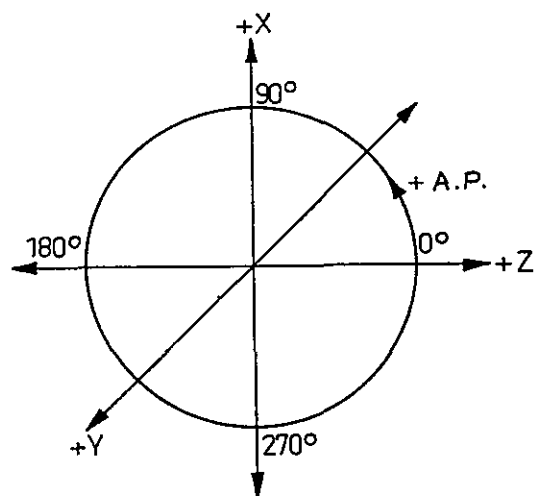
Définitions des plans et des axes 0° :



Dans le plan X/Y l'axe 0° se trouve sur $X+$.



Dans le plan Y/Z l'axe 0° se trouve sur $Y+$.



Dans le plan Z/X l'axe 0° se trouve sur $Z+$.

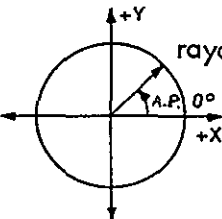
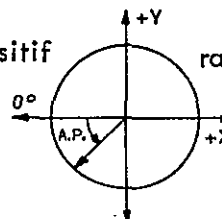
Ouverture du dialogue : Appuyer sur les touches

**CYCL
DEF**

et



jusqu'à ce que le cycle "COORD.
POLAIRES" apparaisse

| Question du dialogue | Réponse |
|---------------------------|---|
| CYCL DEF 6 COORD.POLAIRES | |
| RAYON POLAIRE | <p>Introduire le rayon polaire en valeur absolue ou incrémentale.</p> <p><u>Attention :</u></p> <p>Si le rayon est introduit en négatif, la position programmée apparaît symétriquement inversée par rapport au centre.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> |
| ANGLE POLAIRE | <p>Introduire l'angle polaire en tant qu'angle absolu ou angle incrémental. Si l'angle est introduit en <u>positif</u> : sens de rotation contraire au sens d'horloge ; si l'angle est introduit en <u>négatif</u> : sens de rotation dans le sens d'horloge.</p> |
| AVANCE ? F = ... | Introduire l'avance |
| FONCTION AUXILIAIRE M ? | Introduire la fonction auxiliaire. |

Le cycle de travail "Coord. polaires" nécessite 4 séquences de programme. En "feuilletant" le programme, apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

... CYCL DEF 6.0 COORD.POLAIRES

... CYCL DEF 6.1 A/I R.P. ...

rayon polaire

... CYCL DEF 6.2 A/I A.P. ...

angle polaire

... CYCL DEF 6.3 F ...

avance

C 6.8. Cycle de travail "Temporisation"

Une temporisation doit être programmée lorsqu'un arrêt d'un temps défini est souhaité pendant le déroulement du programme (par exemple : pour des opérations de finition)

Ouverture du dialogue : Appuyer sur les touches



et



jusqu'à ce que le cycle de temporisation apparaisse.

| Question du dialogue | Réponse |
|----------------------------|---------------------------------------|
| CYCL DEF 9 TEMPORISATION | |
| TEMPORISATION (SECONDES) ? | Introduire la temporisation souhaitée |

Le cycle de travail "Temporisation" nécessite 2 séquences de programme. En "feuillettant" le programme apparaissent les séquences suivantes dans l'affichage du dialogue :

... CYCL DEF 9.0 TEMPORISATION

... CYCL DEF 9.1 TEMP ...

temporisation

C 7. L'appel du cycle



Ouverture du dialogue : Touche



Attention :

L'appel du cycle n'est pas obligatoire avec les cycles de travail 0 = "Fraisage oblique" et 6 = "Coord. polaires".

Tous les autres cycles doivent être sollicités par une séquence d'appel de cycle. La touche



ne permet que l'appel du dernier cycle défini dans le déroulement de programme.

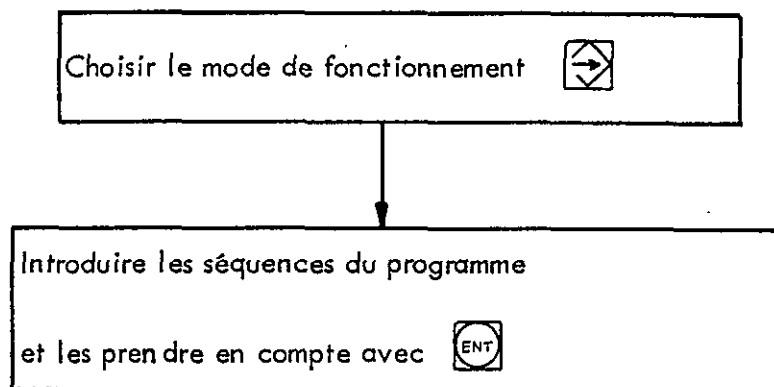
| Question du dialogue | Réponse |
|---------------------------|------------------------------------|
| FONCTION AUXILIAIRE - M ? | Introduire la fonction auxiliaire. |

L'appel du cycle ne nécessite qu'une seule séquence de programme :

| ... | CYCL CALL | M ... |
|--------------------|----------------|---|
| Numéro de séquence | Appel du cycle | Nombre codé pour la fonction auxiliaire |

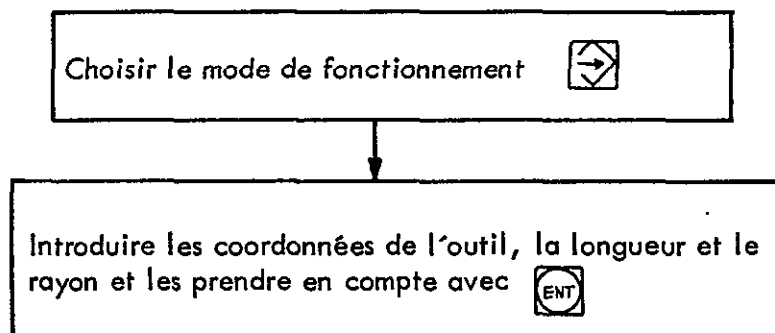
Programmation avec le tabulateur

D 1. Programmation d'après une liste de programme ou un dessin :

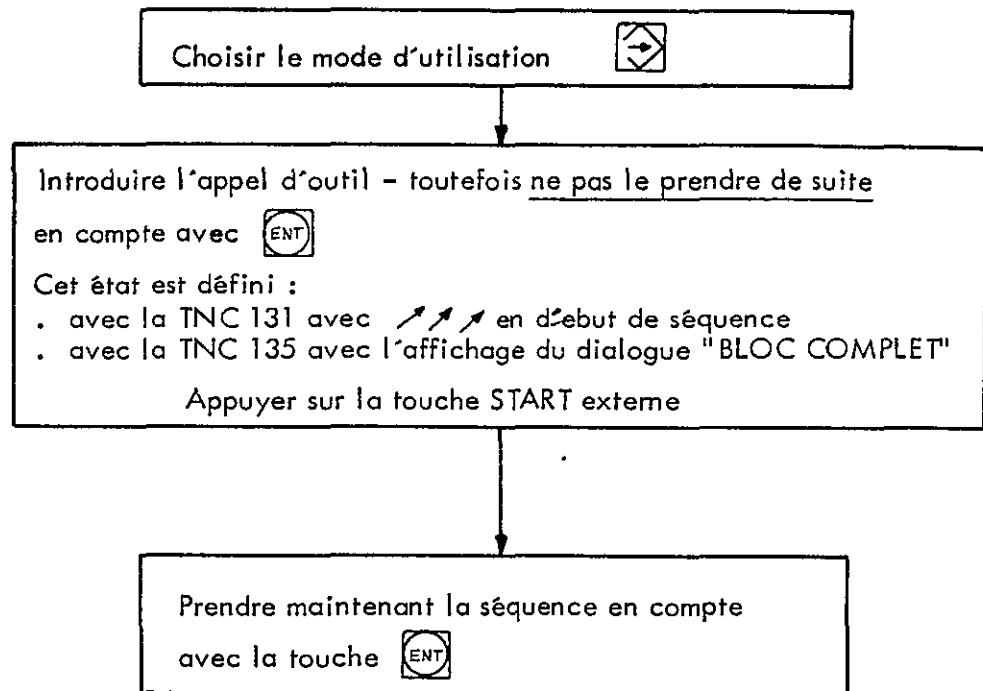


D 2. Programmation avec l'usinage de la première pièce (Teach-in)

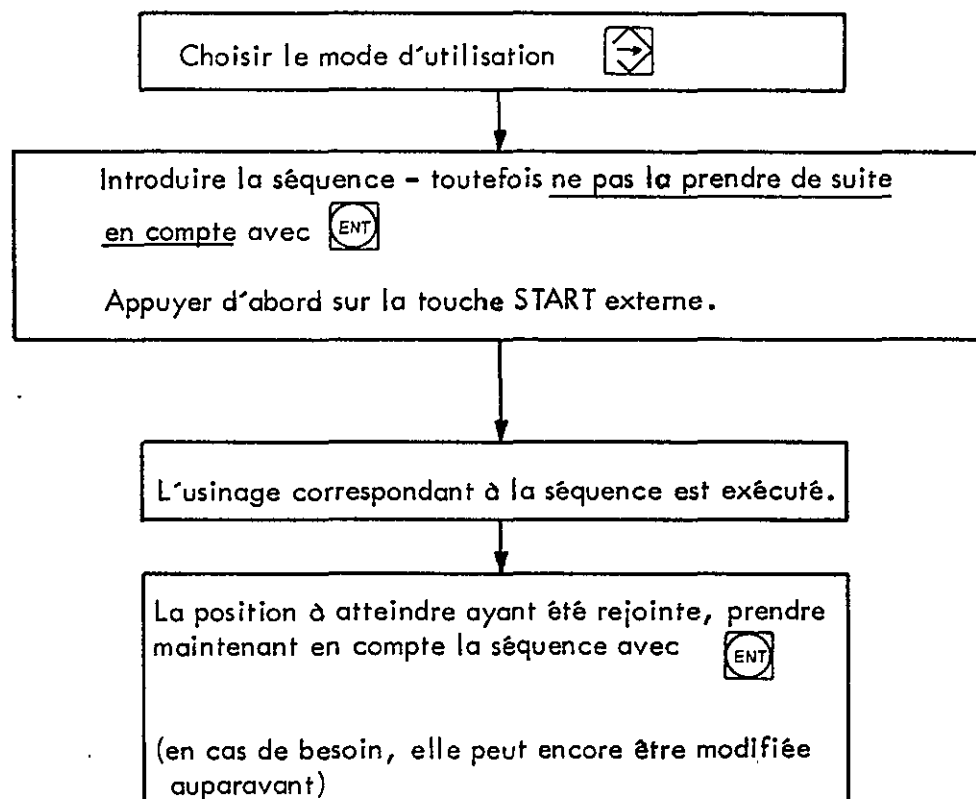
D 2.1. Programmation d'une définition d'outil



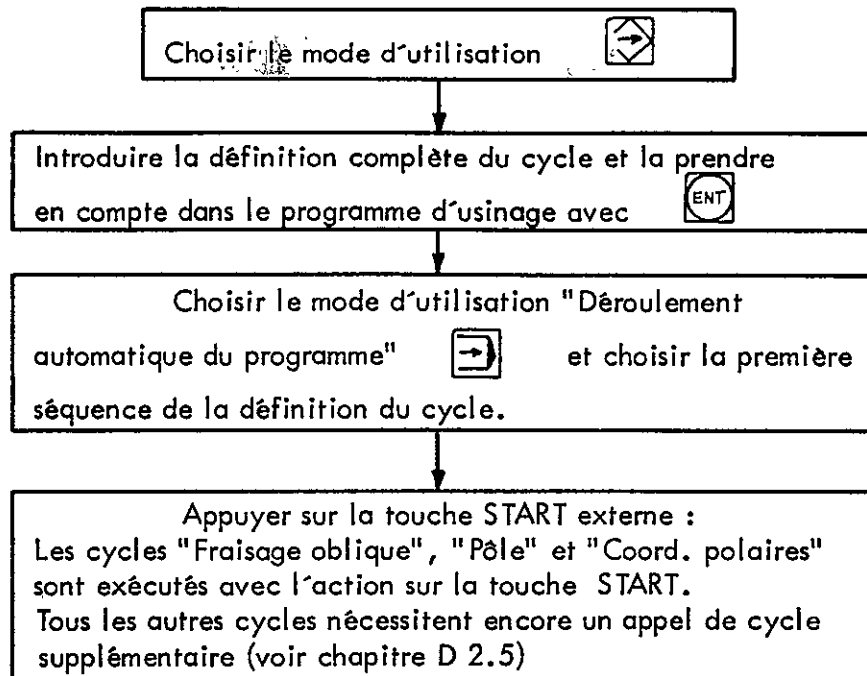
D 2.2. Programmation d'un appel d'outil



D 2.3. Programmation d'une séquence de positionnement



D 2.4. Programmation d'une définition de cycle

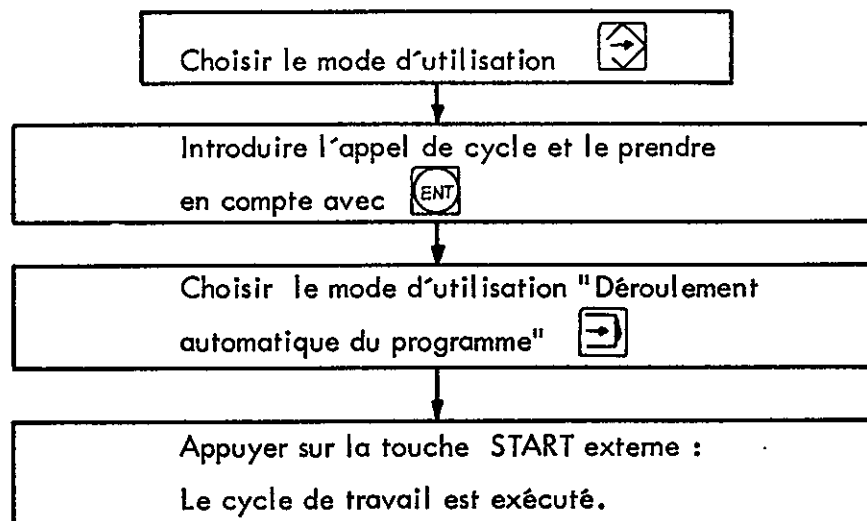


Attention :

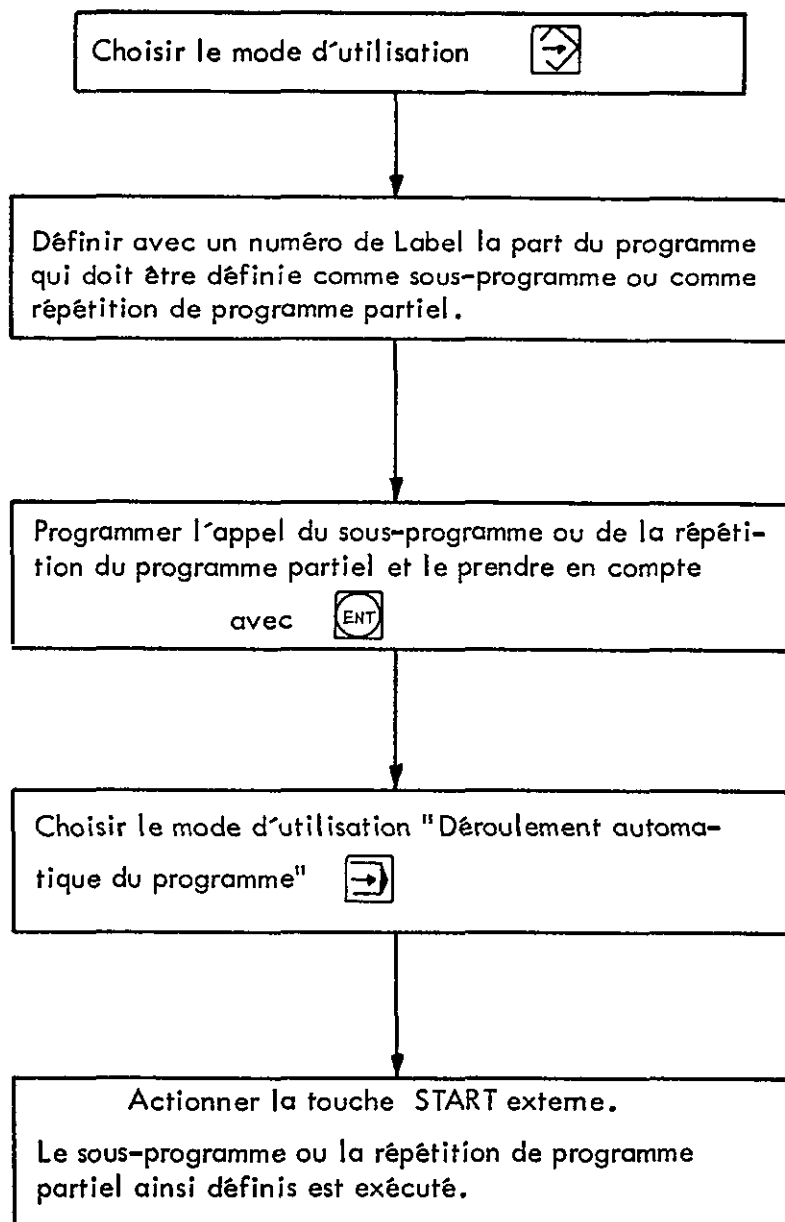
Même avec les cycles, qui ne sont seulement exécutés qu'avec un appel de cycle, la définition du cycle doit être rendue active avec l'action sur la touche START dans le mode d'utilisation



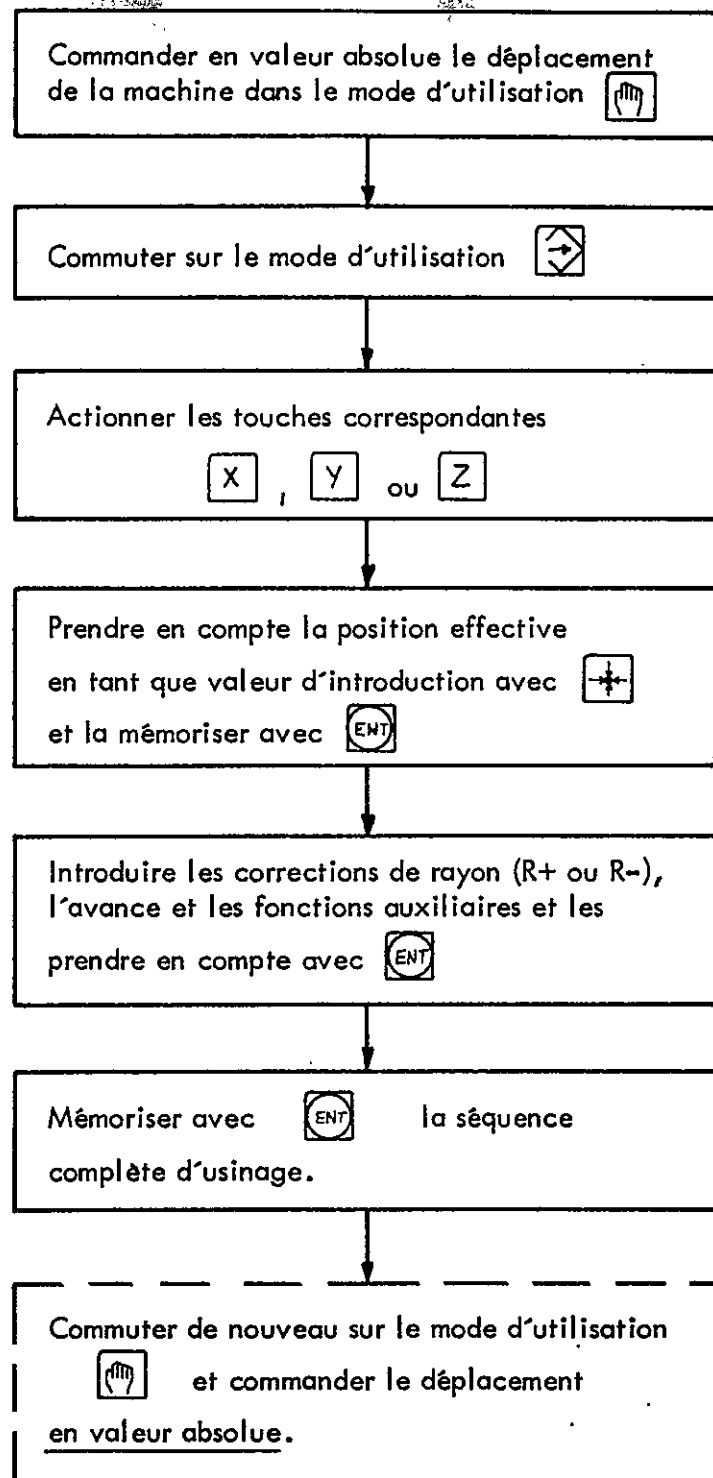
D . 2.5. Appel d'un cycle de travail



D 2.6. Sous-programmes et répétitions de programmes partiels



D 3. Programmation d'une séquence de positionnement avec la touche "Prise en compte valeur effective" (Playback)



E 1. Plan d'entrée/sortie

La commande TNC 131/135 dispose d'un plan d'entrée/sortie d'après les normes et recommandations V.24 - CCITT respectivement le Standard EIA - RS 232-C.

Ce plan d'entrée/sortie permet le branchement d'une unité d'enregistrement magnétique HEIDENHAIN à cassette ME 101 A ou ME 102 A .

D'autres appareils périphériques ou de programmation (par exemple perforateurs ou lecteurs de bande perforée, Telex, imprimante) peuvent être branchés sur la TNC 131/135 dans la mesure où ils sont compatibles V.24. (Les appareils périphériques avec une entrée/sortie à 20 mA ne peuvent pas être branchés.)

HEIDENHAIN livre les câbles de branchement suivants :

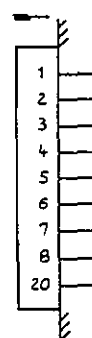
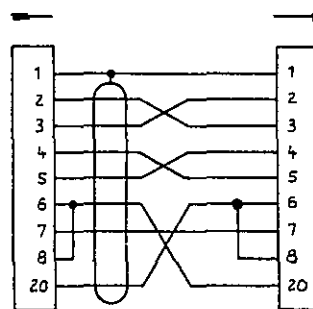
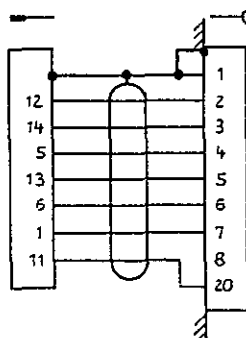
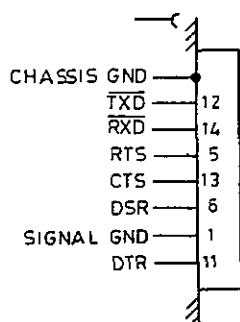
- a) Câble d'adaptation pour la liaison de la sortie V.24 de la TNC au coffret, dans lequel la commande est placée /
Câble de transmission des informations pour le branchement de la ME 101 A.

Prise de connexion
V.24 de la TNC 131/
135

Câble d'adaptation
à la machine
No.Id. 214 001 01

Câble de transmission
No.Id. 216 021 01

ME 101 A

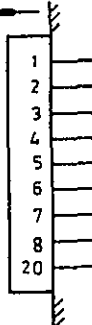
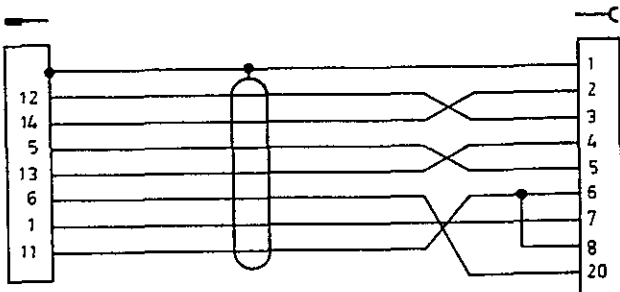
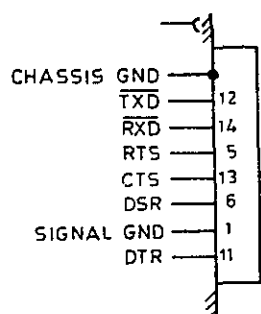


- b) Câble de raccordement avec lequel la ME 102 A peut être branchée directement sur la TNC 131/135

Prise de connexion
V.24 de la TNC 131/
135

Câble de raccordement
No. d'Ident. 216 033 ..

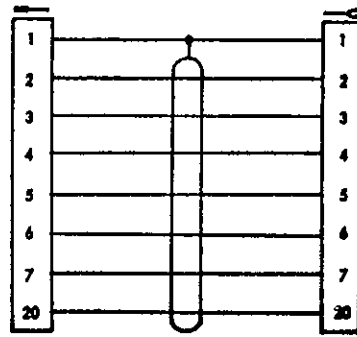
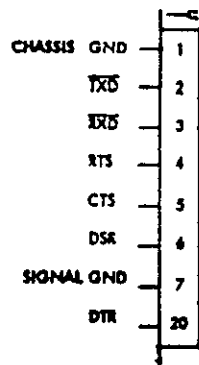
ME 102 A



c) Câble d'adaptation pour la liaison de la sortie V.24 de la ME 102 A au coffret, dans lequel la commande et la ME 102 A sont placées.

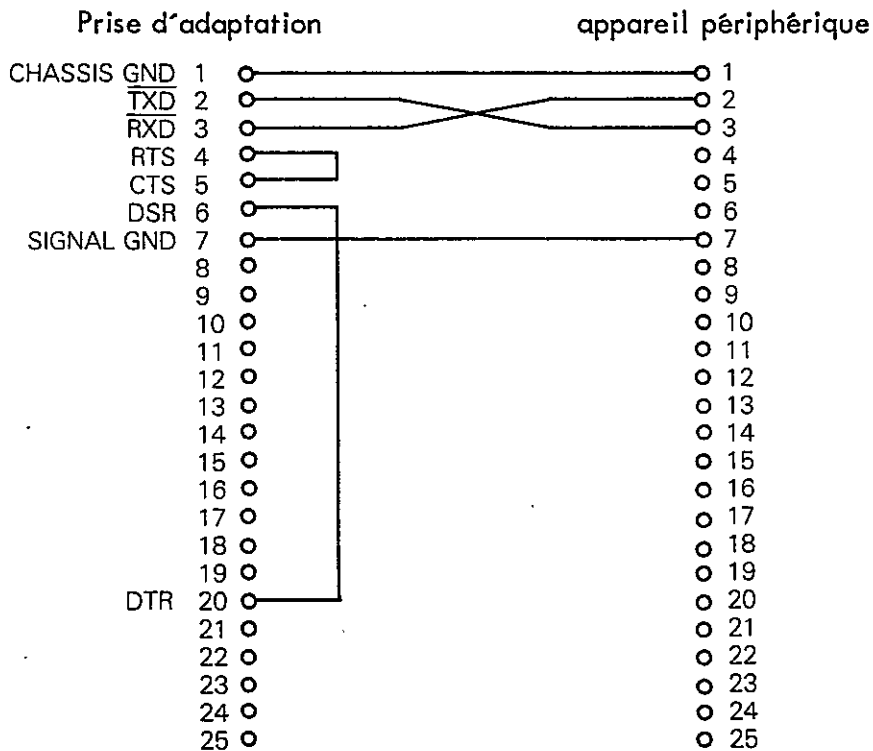
ME 102 A

Câble d'adaptation
à la machine
(pas encore livrable)



→ branchement de l'appareil périphérique

La distribution suivante des plots s'est montrée efficace pour le branchement d'un appareil périphérique (par exemple : imprimante avec perforateur et lecteur de bande).



Les dénominations des signaux
ont les significations suivantes :

| | |
|------------|-----------------|
| <u>TXD</u> | transmit data |
| <u>RXD</u> | receive data |
| RTS | request to send |
| CTS | clear to send |
| DSR | data set ready |
| DTR | terminal ready |

Attention :

L'appareil périphérique doit être préparé en parité pair (Even Parity).

E 2. Les unités à bande magnétique HEIDENHAIN ME 101 A et ME 102 A

HEIDENHAIN livre pour la mémorisation externe des informations ses propres unités à bande magnétique :

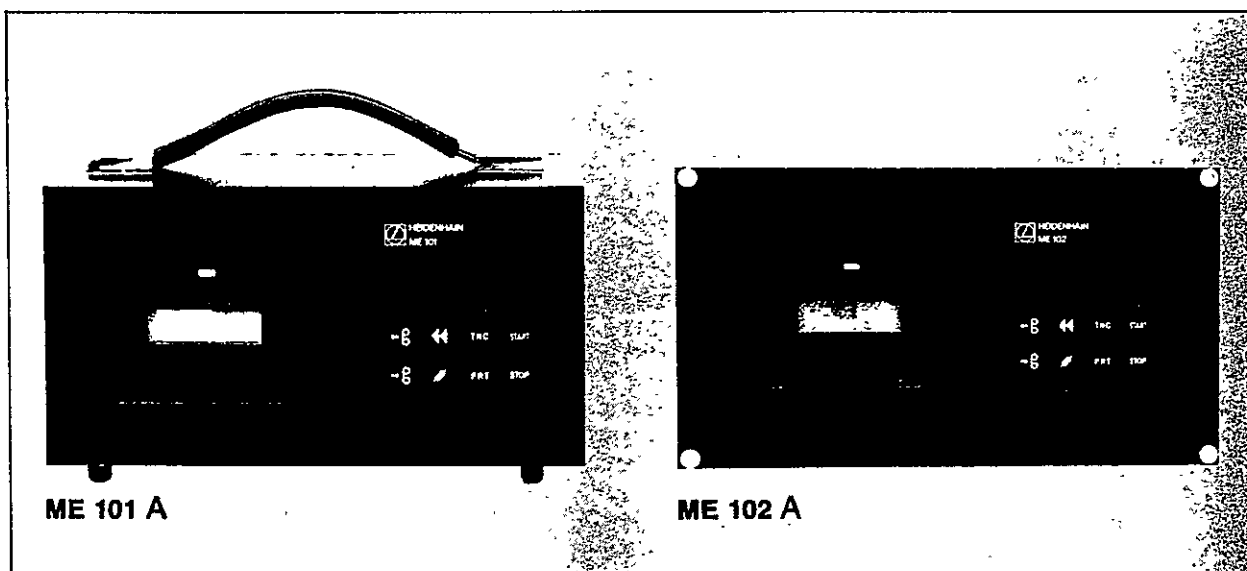
ME 101 A - coffret portable pour utilisation itinérante sur plusieurs machines

ME 102 A - appareil à encastrer de façon permanente sur la machine.

Les unités à bande magnétique ME 101 A et ME 102 A sont équipées chacune de 2 prises d'entrée et de sortie des informations.

Un appareil périphérique usuel du commerce peut être branché, en plus de la commande, sur la sortie V.24 (RS 232-C) de la ME (désignation du branchement PRT).

La vitesse de transmission des informations entre la commande et la ME est fixée à 2400 Baud. La vitesse de transmission entre la ME et l'appareil périphérique peut être adaptée à l'aide d'un commutateur à étages (110, 150, 300, 600, 1200, 2400 Baud). Des informations plus précises sur l'utilisation des unités à bande magnétique peuvent être prises dans le mode d'emploi des ME 101 A et ME 102 A.






E 3. Introduction du taux en Baud

La vitesse de transmission de la TNC 131/135 pour les appareils externes de branchement est automatiquement fixée à 2400 Baud - adaptée ainsi aux unités de branchement à bande magnétique HEIDENHAIN ME 101 A et ME 102 A.

Si un appareil périphérique avec un autre taux en Baud doit être branché sur la TNC 131/135 (sans commutation intermédiaire de ME), le taux en Baud doit être programmé de nouveau dans la TNC 131/135.

Pour la modification de la vitesse de transmission, il faut commuter d'abord sur le mode de fonctionnement .

Ouverture du dialogue : Touche .

| Question du dialogue | Réponse |
|-----------------------|--|
| VITESSE EN BAUD = ... | <p>En cas de nécessité, tabuler une nouvelle vitesse en Baud (110, 150, 300, 600, 1200 ou 2400 Baud) et la prendre en compte dans la mémoire avec .</p> <p>Si la vitesse en Baud ne doit être visualisée seulement que pour le contrôle, l'affichage est à effacer de nouveau avec la touche  après l'ouverture du dialogue par la touche .</p> |

Lors d'une coupure d'alimentation de la commande avec des piles-tampons déchargées ou manquantes, la vitesse de transmission programmée s'efface et lors d'une nouvelle mise sous tension elle se fixe à nouveau automatiquement à 2400 Baud.

E 4. Déroulement de l'utilisation lors de la transmission des informations

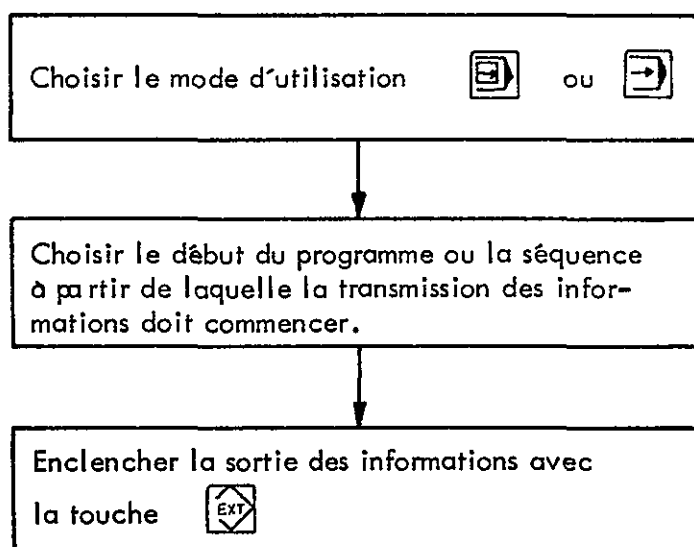
Restitution des informations sur imprimante, perforateur de bande ou unité à bande magnétique ME 101 A/ ME 102 A.

La TNC 131/135 délivre automatiquement les ordres suivants (pour impression ligne par ligne) :

| | |
|-----|----------------------|
| CR | retour du chariot |
| LF | avance de la ligne |
| SP | espace intermédiaire |
| ETX | fin du texte |

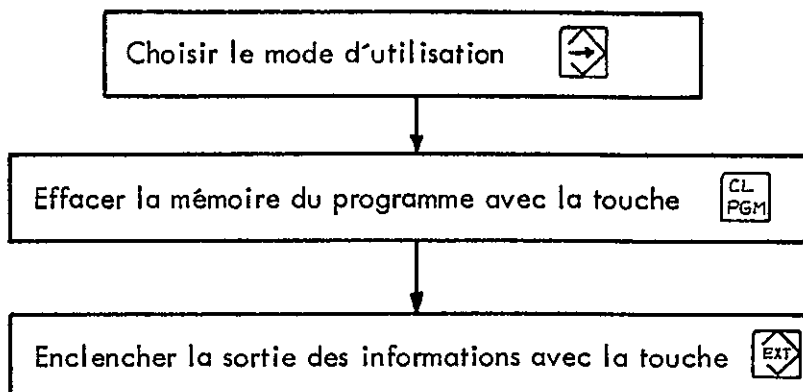
Lors de la mémorisation du programme sur un perforateur de bande, la bande perforée comprend ces signes ; lors de la mémorisation avec une ME 101 A/ ME 102 A ils sont présents sur la bande magnétique.

Départ des informations avec la TNC 131/135 :



Introduction externe d'un programme d'usinage dans la TNC 131/135 :

Avant l'introduction d'un programme dans la TNC, effacer la mémoire du programme : lors d'une introduction externe, les nouvelles informations se superposent aux séquences du programme, et il serait alors possible que de courts restes de l'"ancien" programme restent encore mémorisés.



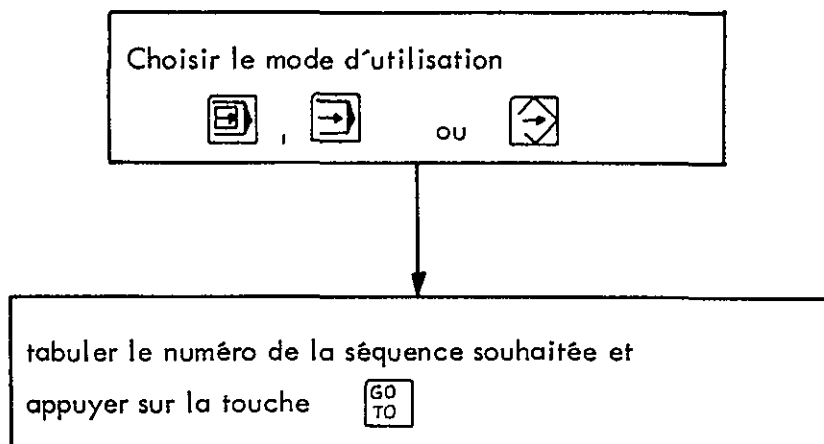
E 5. Elaboration externe d'un programme sur un terminal

Lors de l'étude des commandes HEIDENHAIN, il a été attaché une grande importance à la facilité de la programmation, et on s'est écarté dans certains détails de la norme (DIN 66025) (par exemple : il n'est pas nécessaire de programmer de fonctions G). Malgré cela, des programmes d'usinage peuvent être élaborés de façon externe - par exemple sur un terminal avec perforateur de bande - et les pertes de temps dues à l'immobilisation de la machine-outil pendant l'élaboration du programme sont ainsi évitées.

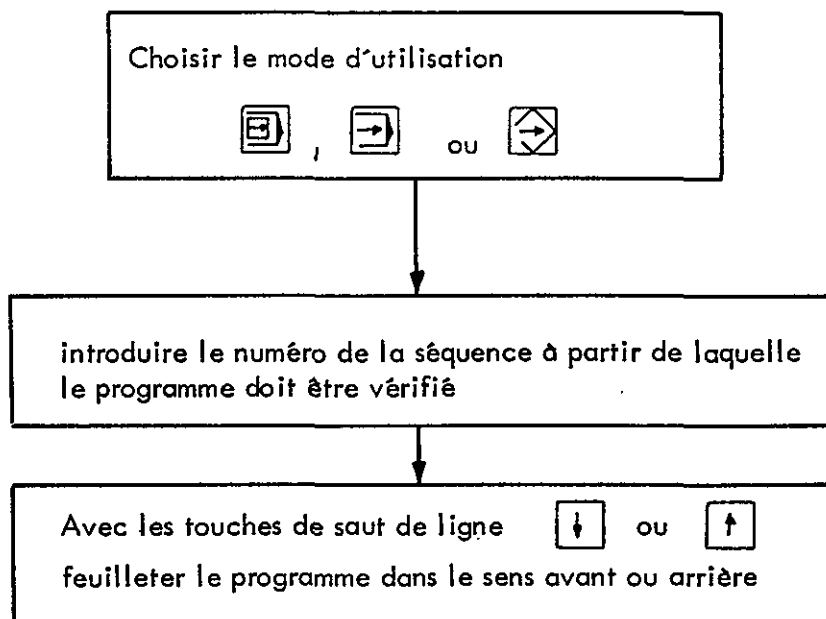
Prendre garde en cela aux points suivants :

- a) un programme doit commencer avec les signes CR (retour du chariot) et LF (avance de la ligne). Les deux signes doivent se trouver avant la première séquence, sinon celle-ci ne sera pas lue lors de l'introduction de la bande perforée.
- b) Chaque séquence de programme doit se terminer par CR et LF
- c) Introduire ETX (fin de texte) après la dernière séquence de programme
- d) Chaque séquence doit comprendre l'information complète qui est réclamée par l'affichage du dialogue pour introduction manuelle, lors de l'élaboration d'un programme.
- e) Le nombre des places vides entre les lignes peut être choisi à volonté.
- f) Pour pouvoir reconnaître les erreurs de transmission de l'information, il faut que l'appareil de programmation externe soit placé sur "Even Parity"

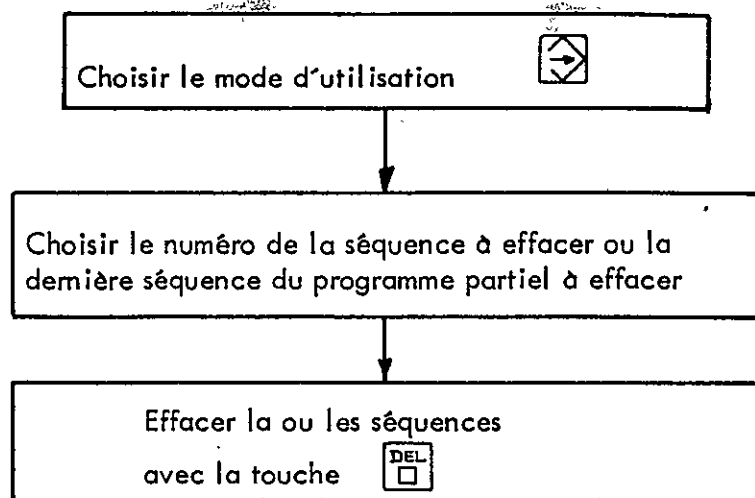
F 1. Appel d'une séquence définie du programme





F 2. Vérification séquence après séquence du programme



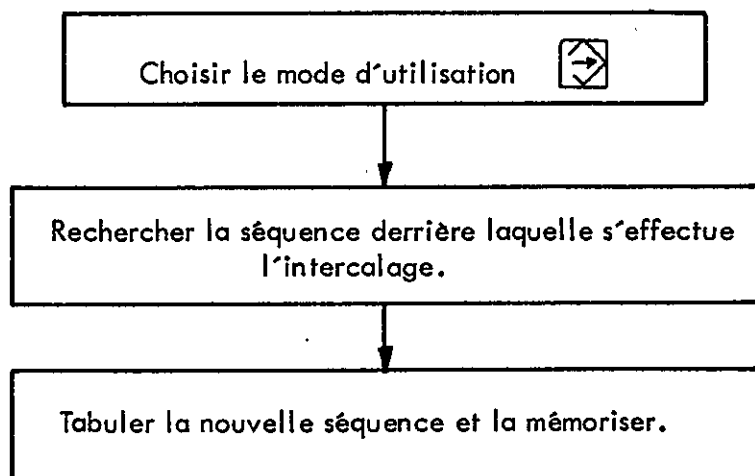
F 3. Effacement d'une séquence de programme



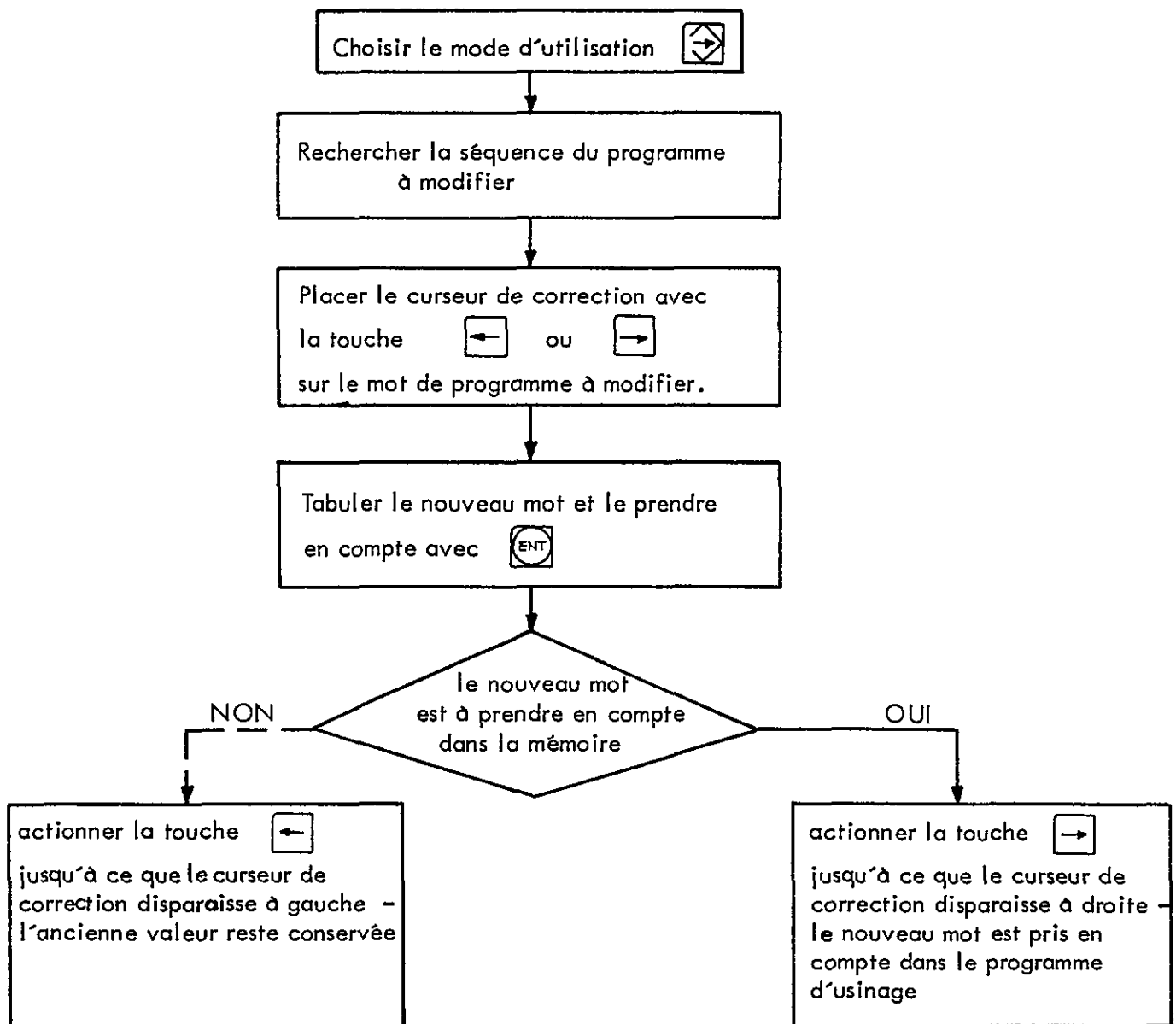
Pour effacer les séquences de définition d'outil ou de cycle, la touche  est à actionner aussi souvent qu'il y a de séquences dans la définition. S'il faut effacer, par exemple, un cycle de travail déjà programmé "Perçage profond" (6 séquences de programme), il faut rechercher la dernière séquence du cycle et actionner 6 fois la touche . Les numéros de séquence de la part de programme suivante sont automatiquement corrigés.

F 4. Intercalage d'une séquence de programme dans un programme présent

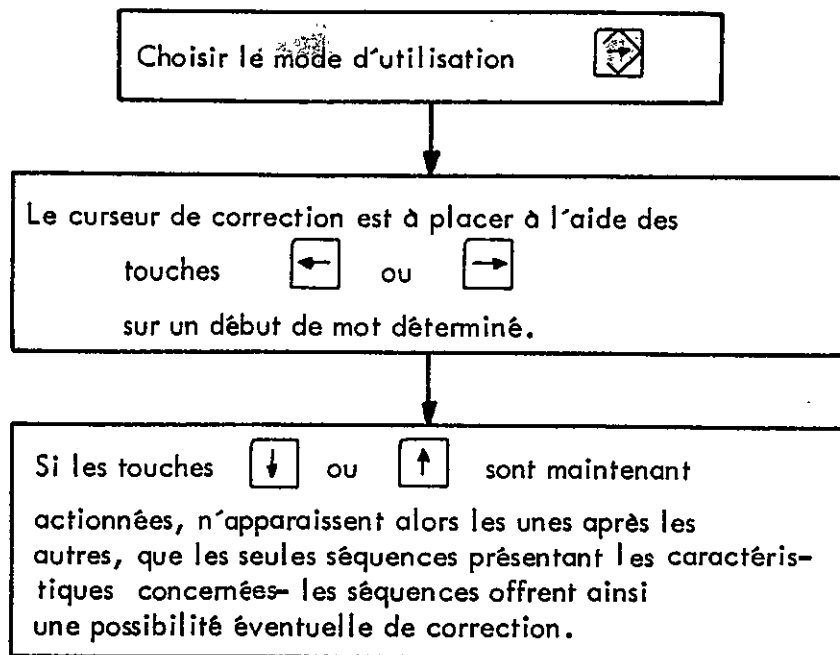
Dans la TNC 131/135 on peut intercaler dans des endroits au choix d'un programme présent de nouvelles séquences. Il faut seulement rechercher la séquence derrière laquelle s'effectue l'intercalage; la séquence à intercaler n'a plus qu'à être alors introduite: le numéro des séquences suivantes est automatiquement corrigé. Si la capacité de la mémoire est alors dépassée, il s'inscrit "DEPASSEMENT MEMOIRE PROG." dans l'affichage du dialogue.



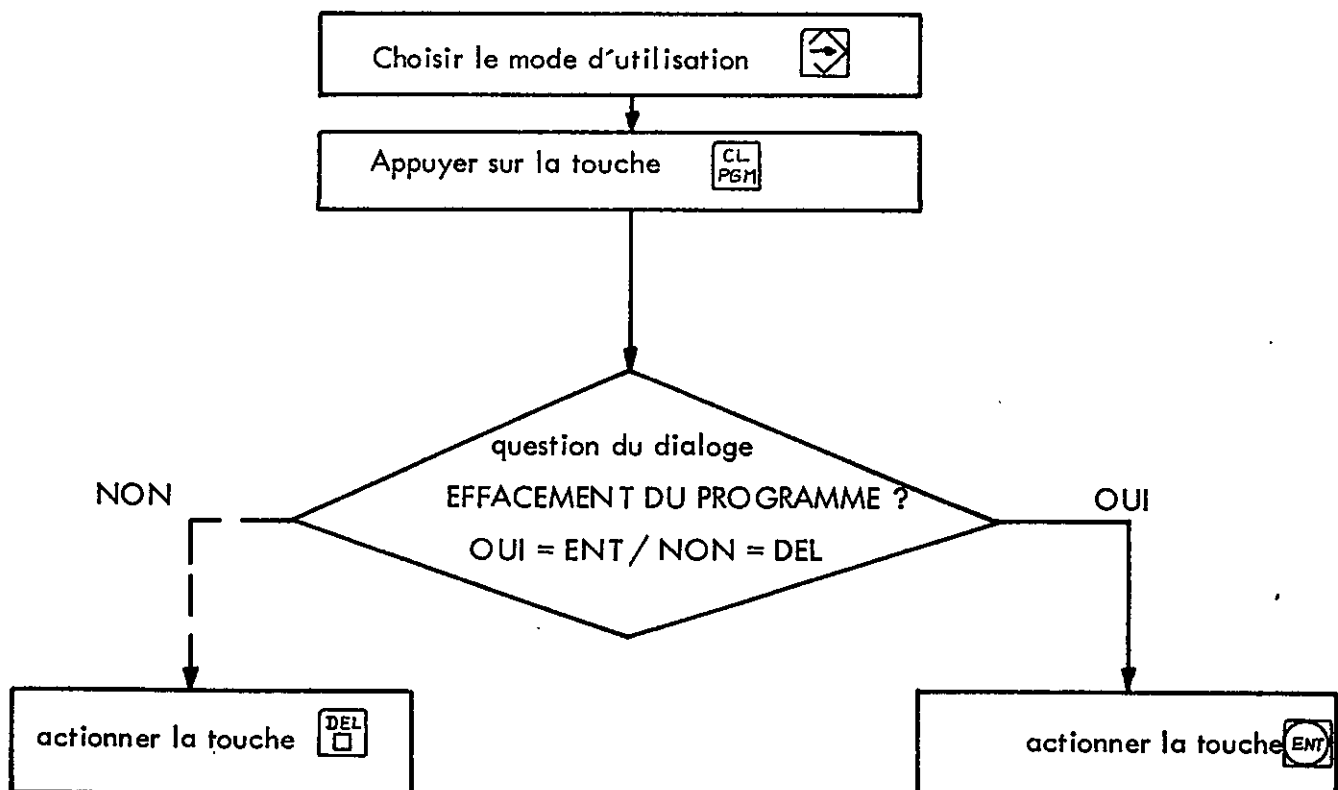
F 5. Correction de "Mots de programme" à l'intérieur d'une séquence

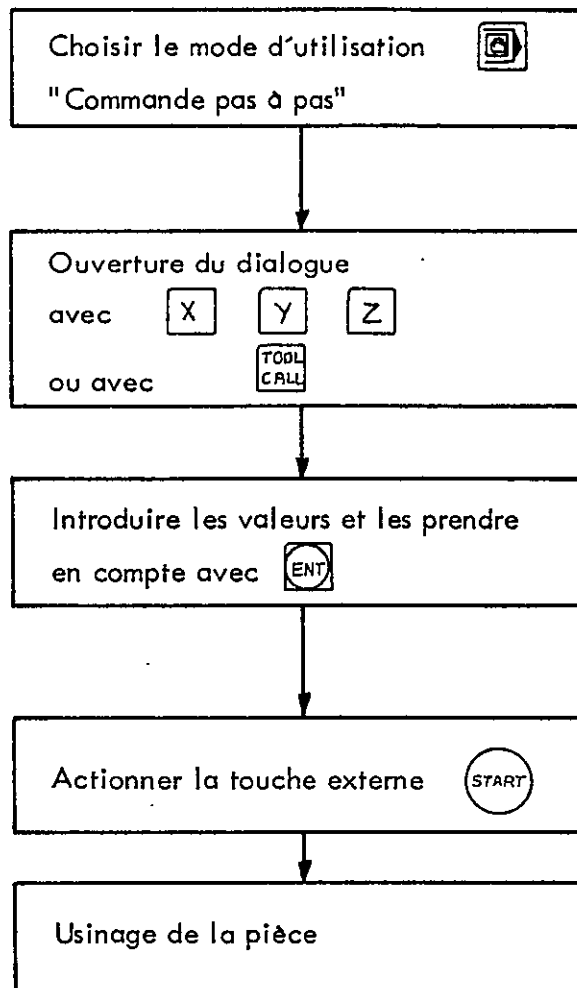


F 6. Recherches routinières pour la détection de séquences avec des caractéristiques particulières :



F 7. Effacement d'un programme d'usage





Remarque :

Si une séquence est programmée en incrémental, elle peut être enclenchée à volonté avec la touche externe START.

Un appel d'outil ne peut être efficace que si :

- l'outil est précédemment défini, c-à-d. que les valeurs de correction (longueur et rayon) sont introduites dans la mémoire
- la touche externe START a été actionnée.

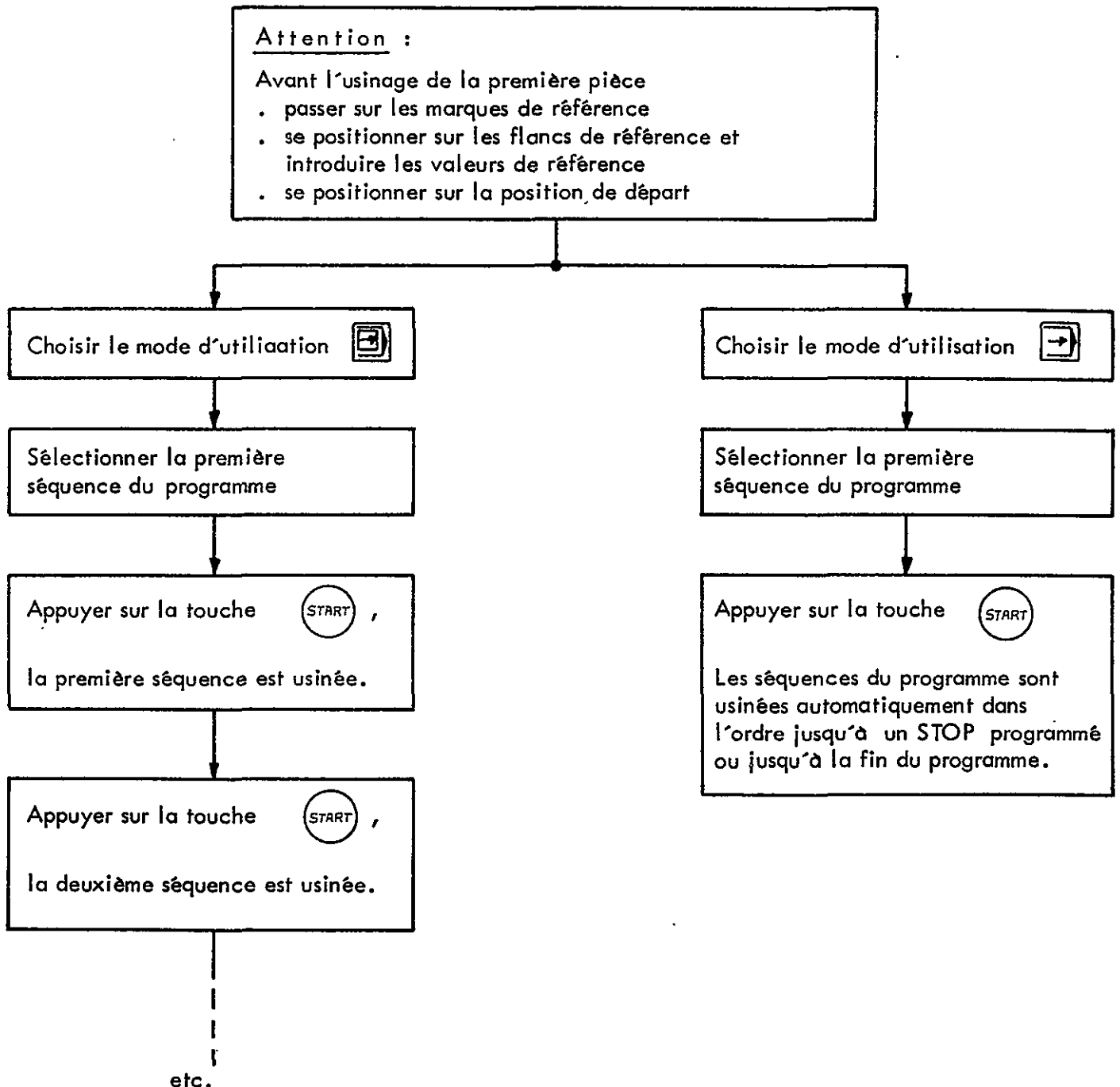
Déroulement pas à pas ou en continu du programme

Dans les modes d'utilisation "Déroulement du programme pas à pas" ou "déroulement automatique" les programmes mémorisés sont exécutés.

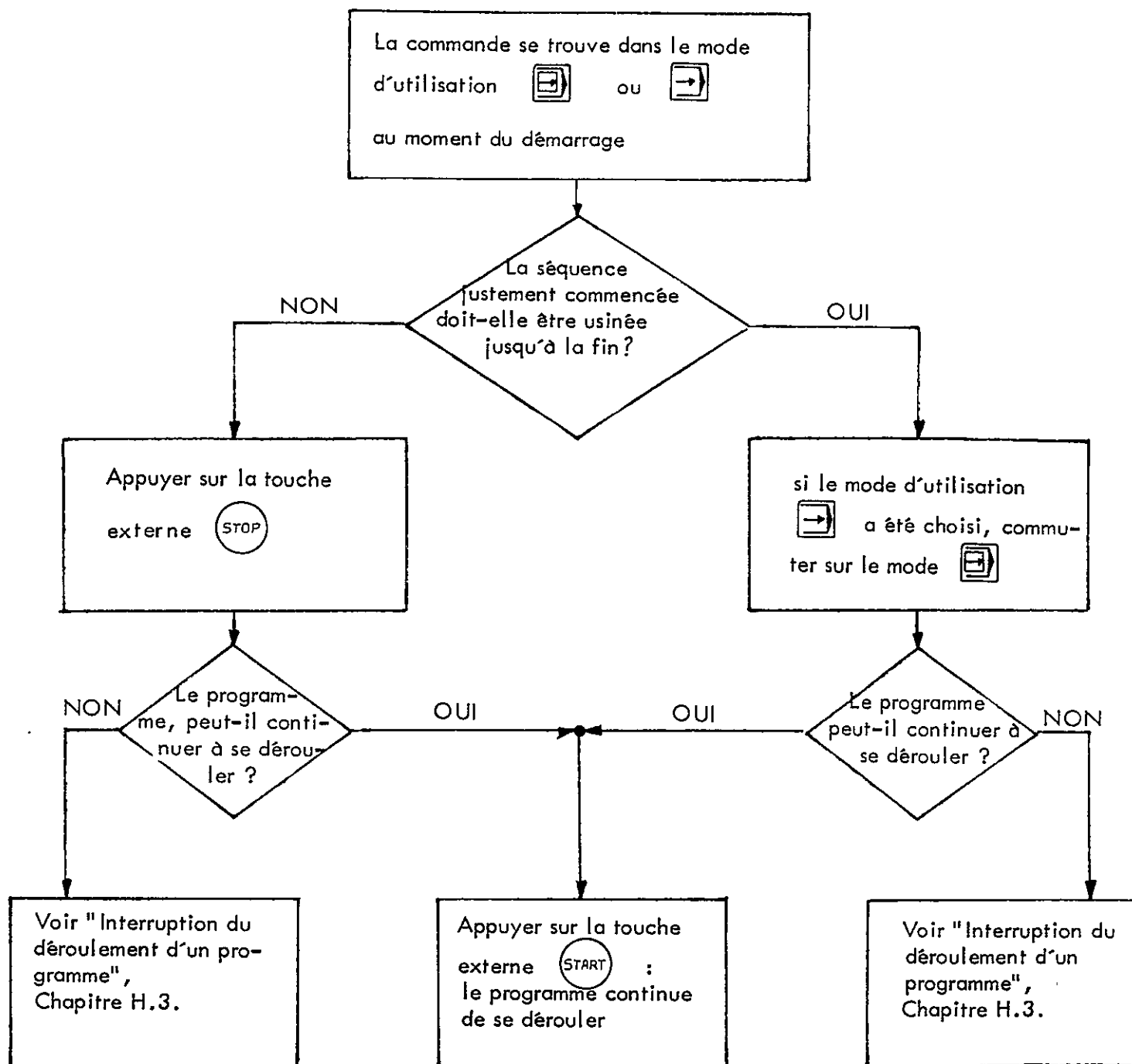


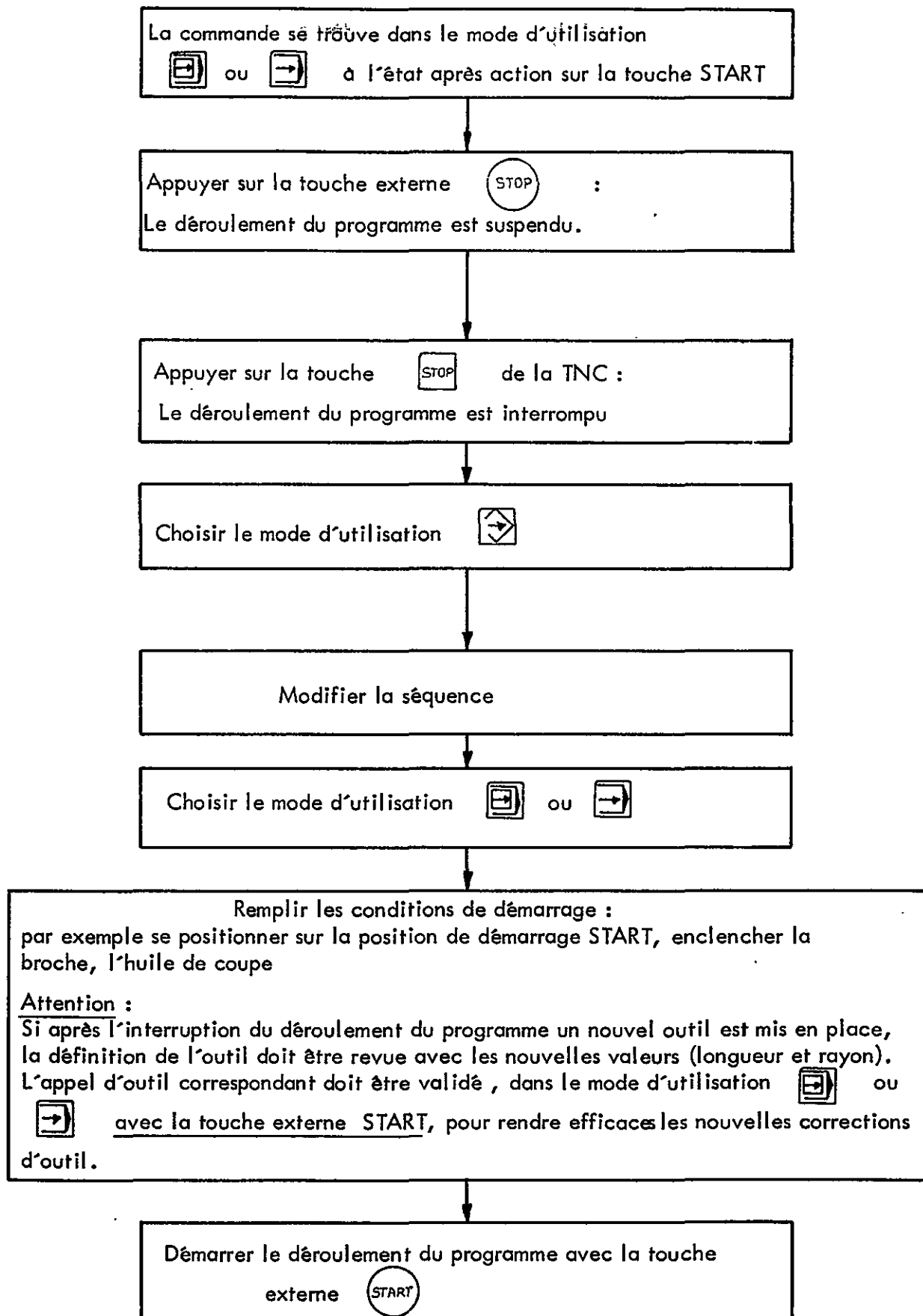
ou "déroulement

H 1. Enclenchement d'un déroulement de programme



H 2. Interruption du déroulement d'un programme





ATTENTION :

Il est inadmissible d'arrêter le déroulement d'un programme dans un sous-programme et d'appuyer sur les touches de saut de ligne [F12] [F13] .

H 4. Parcours d'un programme sans outil

Pour vérifier un programme sans outil, toutes les séquences d'appel d'outil du programme sont à modifier avec le numéro d'outil 0 (= pas d'outil).

Pour cela, il est avantageux de noter le numéro de séquence des appels d'outil ou d'un appel d'outil pour retrouver ensuite les séquences usuelles d'appel d'outil à l'aide de la recherche routinière de détection de certains repères.

Lors du parcours final du programme avec la machine, les affichages des valeurs effectives indiquent alors chaque fois les valeurs absolues des positions programmées (valeurs du dessin) sans correction d'outil.

Avec une telle vérification, toutes les séquences d'appel d'outil sont à modifier à nouveau avec le numéro d'outil correspondant.

Empêchement des erreurs et Diagnostic des erreurs

I 1. Indication des erreurs

La TNC 131/135 possède un large système de surveillance pour l'empêchement des erreurs d'introduction ou des erreurs d'utilisation et pour le diagnostic de perturbations de l'ensemble "Commande - Machine".

Sont surveillées :

- les erreurs de programmation et d'utilisation
par exemple avec les indications d'erreur :
TOUCHE NON FONCTIONNELLE
NUMERO D'OUTIL ERRONE
INTRODUIRE NOMBRE ENTIER SEUL
- l'électronique interne de la commande
par exemple avec les indications d'erreur :
MEMOIRE DE PROGRAMME DEFECT.
TEMPERATURE TROP ELEVEE
PILE A REMPLACER
- certaines fonctions de la machine :
par exemple avec les indications d'erreur :
GRAVE ERREUR DE POSITIONNEMENT
SYST. MES. X DEFECTUEUX
MANQUE TENSION DE COMMANDE RELAIS

I 2. Effacement des indications d'erreur

Aussi longtemps qu'apparaît une indication d'erreur, la commande est bloquée, c'est à dire que les opérations ultérieures ne peuvent reprendre qu'après l'effacement de l'indication d'erreur.

La commande TNC 131/135 distingue deux groupes d'indications d'erreurs :

- erreurs bénignes
par exemple TOUCHE NON FONCTIONNELLE
Ces erreurs ne provoquent pas de clignotement de l'affichage et peuvent être effacées par action sur la touche CE.
- perturbations
telles que: erreurs de fonctionnement des systèmes de mesure, de l'entraînement et d'importantes fonctions électroniques de la commande.
Avec ces erreurs graves, la machine est de suite mise hors tension par le contact ARRET D'URGENCE de la commande.
Ces erreurs provoquent le clignotement de l'affichage ; la tension d'alimentation doit être coupée et l'erreur réparée.

Attention :

Lors de questions à l'usine, indiquer le numéro du programme.

I 3. Remplacement des piles-tampons

S'il apparaît dans l'affichage du dialogue "PILE A REMPLACER", de nouvelles piles sont à mettre en place (les piles "vides" tiennent encore au moins 1 semaine). Les piles se trouvent derrière le panneau de tabulation, dans un support de pile encastrable. Prendre garde, lors du remplacement, à la bonne polarité des piles (il est gravé dans le support des piles la bonne position de celles-ci).

Pour le remplacement, il est nécessaire d'utiliser 3 piles "Mignon" usuelles avec la dénomination IEC "LR 6" de la dite version "leak-proof". Nous recommandons en particulier l'utilisation des piles alcalines MALLORY avec la dénomination "MN 1500".

En cas de piles vides (ou manquantes), la mémoire du programme est alimentée par le secteur. La poursuite du travail est possible - la mémoire du programme sera par contre effacée lors d'une coupure de courant : si une interruption de courant se produit lors du remplacement des piles (piles usagées ou simplement manquantes), les paramètres machine sont à introduire de nouveau (voir Chapitre B 3).

K 1. Versions livrables des commandes

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------|--|
| <u>TNC 131 S / TNC 135 S</u> | avec 500 séquences de programme | avec des systèmes de mesure linéaire incrémentaux HEIDENHAIN sans électronique de mise en forme incorporée, <u>pas de la gravure 0,04 mm</u> (par exemple série LS 500 ou LS 800) ou avec des capteurs rotatifs ROD sans électronique de mise en forme incorporée. |
| <u>TNC 131 ST / TNC 135 ST</u> | 1000 séquences de programme | Câble de liaison avec la commande : longueur <u>20 m max.</u> |
| <u>TNC 131 RT / TNC 135 RT</u> | 1000 séquences de programme | avec des systèmes de mesure linéaire incrémentaux HEIDENHAIN, <u>pas de la gravure 0,1 mm</u> (par exemple LIDA 325, LS 300) en liaison avec une électronique de mise en forme externe (par exemple EXE 801 ou EXE 802) |
| | | Câble de liaison système de mesure linéaire / EXE : longueur max. <u>20 m</u> Câble de liaison EXE / TNC : longueur max. <u>50 m</u> |

K 2. Caractéristiques techniques

| | |
|--------------------------------------|---|
| Mode de commande | Commande de positionnement 3 axes, point à point et avec interpolation linéaire, pour programmation directe dans l'atelier avec 1 boucle d'asservissement ou avec 3 boucles d'asservissement (dans ce cas, en plus, interpolation linéaire, 2 1/2 D sans correction de rayon d'outil). calculateur mm/pouce pour les valeurs d'introduction et les affichages plus petit pas d'introduction : jusqu'à 0,005 mm ou 0,0002 pouce pas d'affichage : 0,005 mm ou 0,0002 pouce |
| Guidage de l'opérateur et Affichages | <u>TNC 131</u> Ligne d'affichage LED avec 32 caractères alphanumériques max. : dialogue et indication d'erreurs en texte clair (dans différentes langues) ; Affichage d'une séquence de programme complète. Affichage supplémentaire pour les positions effectives en X, Y, Z et affichage des valeurs d'introduction. <u>TNC 135</u> Écran d'affichage (9 pouces) avec 8 x 32 caractères alphanumériques : dialogue et indication d'erreurs en texte clair (dans différentes langues) ; Affichage de la séquence du programme en cours ainsi que de la séquence précédente et des deux séquences suivantes. |

| | |
|------------------------------------|---|
| | Affichage supplémentaire des positions effectives X, Y, Z et affichage des valeurs d'introduction. |
| Mémoire du programme | Mémoire à semi-conducteur protégée par piles pour 500 séquences de programme ou 1000 séquences (en option) |
| Modes d'utilisation | <p>Utilisation manuelle : la commande travaille comme une visualisation numérique de cotes</p> <p>Commande avec introduction pas à pas : chaque séquence de positionnement est usinée après son introduction ; la séquence n'est pas mémorisée.</p> <p>Commande du programme pas à pas : le programme introduit est usiné séquence après séquence avec action sur la touche</p> <p>Commande du programme automatique : le programme est démarré avec l'action sur la touche et usiné jusqu'à un STOP programmé ou la fin du programme.</p> <p>Introduction du programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> à la main <ul style="list-style-type: none"> . machine immobile, d'après une liste de programme ou le dessin de la pièce . ou dès l'usinage automatique de la première pièce d'un lot (Teach-in) . ou avec la prise en compte des valeurs effectives lors de l'usinage conventionnel d'une pièce (Playback) ou externe <ul style="list-style-type: none"> . avec le plan d'entrée/sortie compatible V.24 (par exemple avec les unités à bande magnétique ME 101 A et ME 102 A de HEIDENHAIN) |
| Fonctions programmables | <p>Valeurs des positions à atteindre - valeurs absolues ou incrémentales, introduction en coordonnées cartésiennes ou en coordonnées polaires (sans correction de rayon d'outil) ;</p> <p>Numéro d'outil, longueur d'outil et rayon d'outil, sens pour la correction du rayon d'outil) ;</p> <p>Rapide / Avance (en mm/min ou 0,1 pouce/min),</p> <p>Fonctions auxiliaires M 00 ... M 99,</p> <p>vitesse de rotation de la broche</p> <p>STOP</p> <p>Sous-programmes (imbrication par 8)</p> <p>Répétitions de programme partiel,</p> <p>Cycles de travail : perçage profond</p> <p style="padding-left: 40px;">taraudage</p> <p style="padding-left: 40px;">rainurage</p> <p style="padding-left: 40px;">fraisage de poches</p> |
| Corrections de programme (Editing) | <p>Avec la modification de mots de programme, intercalage de séquences de programme, effacement de séquences de programme ;</p> <p>Recherche routinière pour la détection de séquences de programme avec des repères particuliers.</p> |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Surveillance de sécurité | <p>La commande surveille la fonction des groupes de composants importants ainsi que les systèmes de positionnement, les systèmes de mesure de déplacement, l'arrêt de la broche et la chaîne d'arrêt d'urgence.</p> <p>Si une erreur est constatée lors de cette surveillance, une signalisation de perturbation apparaît en texte clair et la machine est mise hors tension avec l'ARRET D'URGENCE</p> |
| Exploitation des marques de référence | Après une coupure de courant, prise en compte automatique des valeurs de référence lors du passage sur les marques de référence des systèmes de mesure. |
| Vitesse de déplacement max. | 10 m/min. |
| Override d'avance et de rapide : | potentiomètre sur le panneau de commande de la commande |
| Systèmes de mesure du déplacement | systèmes de mesure linéaire incrémentaux ou capteurs rotatifs HEIDENHAIN , pas de la gravure 0,04 mm ou 0,1 mm |
| Entrées de la commande | <p>Systèmes de mesure de déplacement X, Y, Z</p> <p>START, STOP, Rapide</p> <p>Ordre de retour "Fonction auxiliaire exécutée"</p> <p>Fins de course (X+, X- / Y+, Y- / Z+, Z-)</p> <p>Déblocage de l'avance</p> <p>Surveillance de l'ARRET D'URGENCE</p> <p>Signal "Boucle d'asservissement à tenir fermée" (seulement en cas d'entraînement par 1 moteur central, sans jeu)</p> |
| Sorties de la commande | <p>1 tension analogique pour X, Y, Z en cas d'entraînement central ou 3 tensions analogiques X, Y, Z en cas d'entraînement avec 1 moteur par axe,</p> <p>déblocage axes X, Y, Z</p> <p>Rapide ou commande en mode "Déroulement du programme"</p> <p>Sens de positionnement (seulement en entraînement central, avec jeu)</p> <p>Commande en mode "Automatique"</p> <p>Signal de modification M</p> <p>Signal de modification S</p> <p>Signal de modification T</p> <p>8 entrées pour les fonctions M, S, T, codées,</p> <p>"Arrêt arrosage",</p> <p>"Marche arrosage",</p> <p>"Broche sens contraire d'horloge",</p> <p>"Arrêt broche",</p> <p>"Broche sens d'horloge",</p> <p>ARRET D'URGENCE</p> <p>Verrouillage broche.</p> |
| Secteur | commutable 100/120/140/200/220/240 V~ + 10 % / - 15 %, 48 ... 62 Hz. |
| Puissance consommée | <p>TNC 131 env. 40 W</p> <p>TNC 135 env. 52 W (avec l'unité d'écran)</p> |

| | | |
|----------------------|-------------------|------------------|
| Plage de température | en fonctionnement | 0 ... + 45°C, |
| | en stockage | - 30 ... + 70°C. |
| Poids | TNC 131 | 8,7 kg |
| | TNC 135 | 9,1 kg |
| | Coffret-écran | 6,4 kg. |

K 3. Systèmes de mesure linéaire

K 3.1. Systèmes de mesure linéaire pour les TNC 131 S/ST ou TNC 135 S/ST

Les commandes TNC 131 S/ST et TNC 135 S/ST travaillent avec un pas digital de 0,005 mm ou 0,0002 pouce. Les systèmes de mesure linéaire incrémentaux HEIDENHAIN avec un pas de 40 µm comme les

- . LS 501 / LS 503 (longueurs utiles de 170 à 3040 mm)
- . LS 505 / LS 507 (longueurs utiles de 170 à 1740 mm)
- . LS 803 (longueurs utiles de 120 à 1240 mm)

peuvent être directement branchés.

Pour une éventuelle mesure angulaire (seulement en système métrique) sont à disposition les capteurs rotatifs incrémentaux ROD 150, ROD 250 et ROD 700 avec 9000 impulsions par tour. La résolution de mesure atteinte est de 0,005°.

Dans la mesure où les exigences de précision le permettent, on peut procéder également avec un système indirect de mesure de longueur en utilisant par exemple un capteur rotatif ROD 450 en liaison avec la vis d'entraînement. Le nombre d'impulsions par tour nécessaire se calcule d'après la formule :

$$\text{impulsions par tour} = 25 \times \text{pas de la vis (en mm)}.$$

Comme dans le cas de mesure indirecte de longueur, le capteur rotatif génère une impulsion zéro par tour, il est conseillé d'utiliser le dispositif de suppression des impulsions zéro pour reproduire le point de référence à l'aide du dispositif REF des commandes TNC 131/135.

Les longueurs de câble entre le système de mesure et la commande ne doivent pas dépasser 20 m.

La fréquence de balayage nominale est de 25 Hz.

K 3.2 Systèmes de mesure linéaire pour les TNC 131 RT ou TNC 135 RT

Comme les longueurs de câble entre la commande TNC 131 S/ST ou TNC 135 S/ST et le système de mesure ne doivent pas dépasser 20 m, il a été développé la version spéciale TNC 131 RT respectivement TNC 135 RT pour les importantes longueurs de transmission entre la commande et le système de mesure. Ces commandes ont des entrées pour des systèmes de mesure linéaire avec des signaux carrés et ne doivent donc être reliés qu'à des électroniques de mise en forme externe "EXE". Dans la commande le signal de l'EXE est exploité par 4.

La longueur maximum de câble entre le système de mesure et l'EXE est de 20 m et entre l'EXE et la TNC 50 m. Ainsi la longueur maximum de câble est de 70 m.

Les systèmes de mesure suivants peuvent être utilisés pour le branchement direct :

- | | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------------|---------------------|
| • LIDA 325 | longueur utile env. 30 m | avec EXE 802 | (subdivision par 5) |
| • LS 400 | longueur utile env. 20 m | avec EXE 902 | (subdivision par 5) |
| • LS 701 / LS 703 | longueurs utiles 170 - 2040 mm | avec EXE 802 | (subdivision par 1) |
| • LS 903 | longueurs utiles 120 - 1240 mm | avec EXE 802 | (subdivision par 1) |

Pour la mesure angulaire on peut utiliser éventuellement un capteur rotatif comme pour les TNC 131 S/ST ou TNC 135 S/ST.

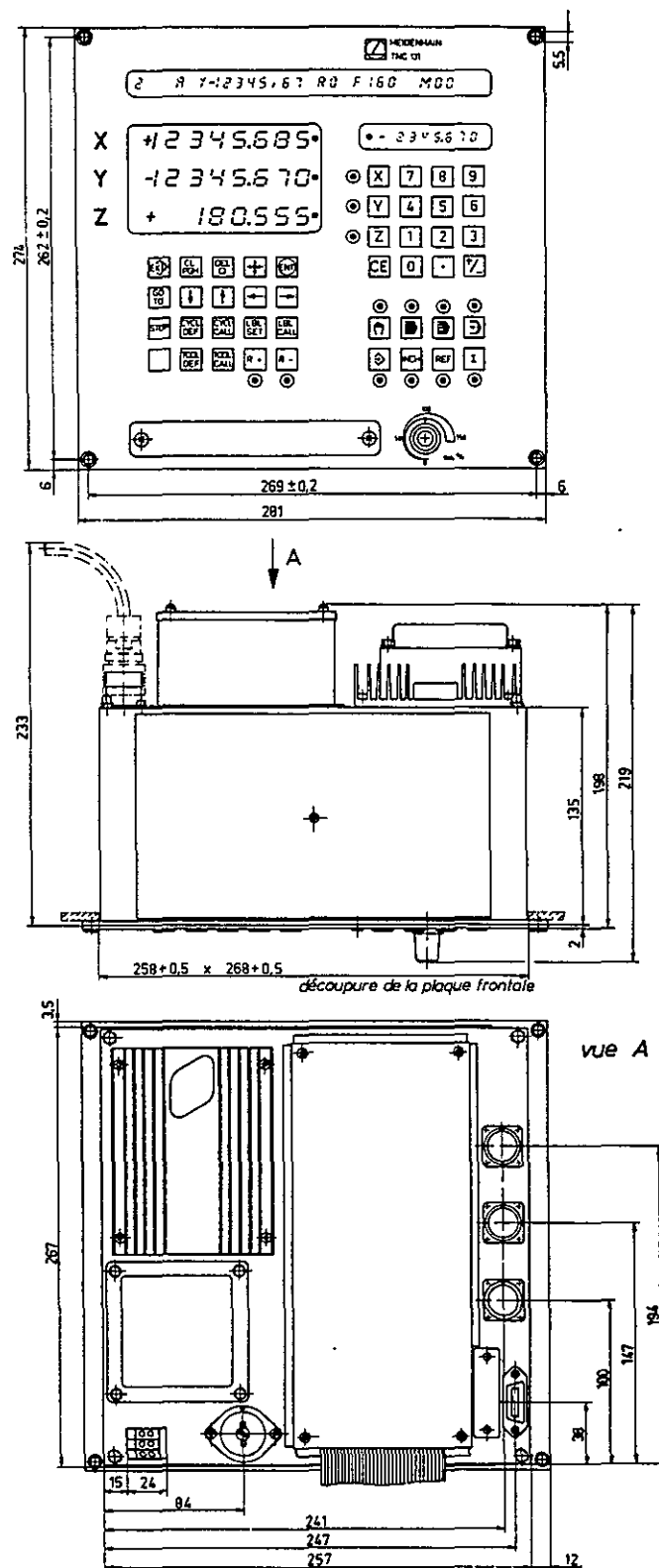
L'exploitation des signaux s'effectue avec l'EXE 802 en subdivision par 1. La TNC 131 RT / TNC 135 RT possède une exploitation par 4. Ainsi on peut utiliser des capteurs rotatifs avec 18 000 impulsions par tour, par exemple ROD 150, ROD 250 et ROD 700.

La mesure indirecte de longueurs avec des capteurs rotatifs, par exemple ROD 450, est également possible. Avec l'utilisation d'un EXE 802, à exploitation par 1, le nombre d'impulsions par tour du capteur rotatif se calcule comme suit :

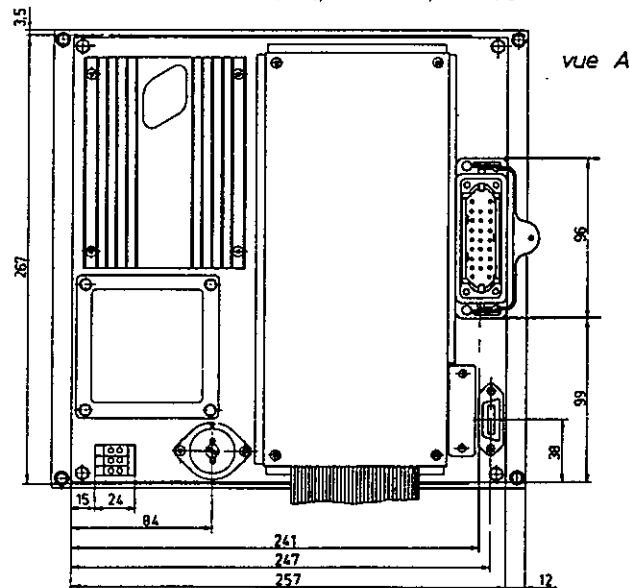
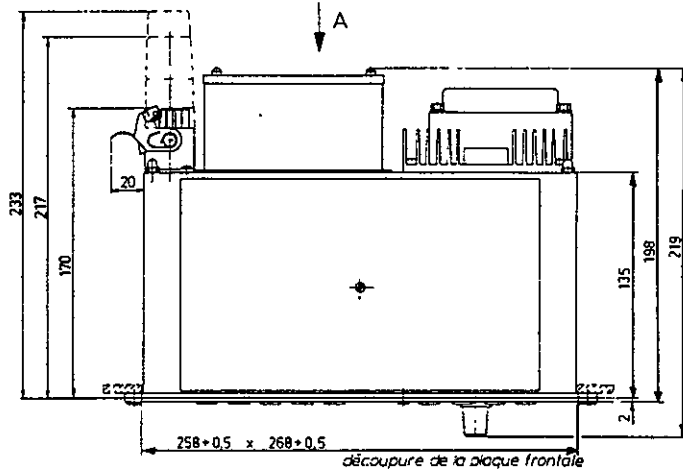
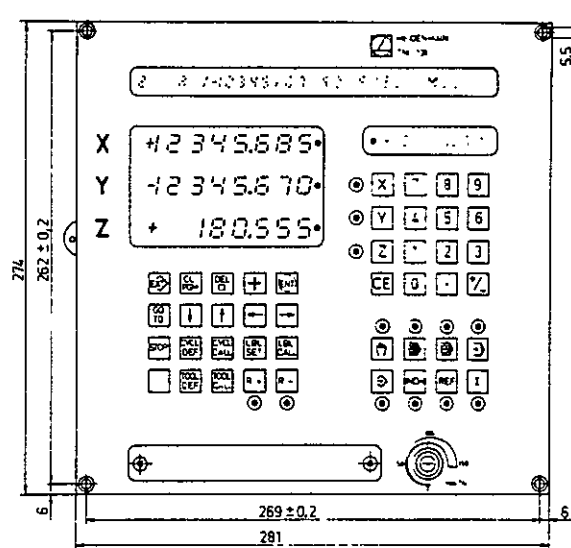
$$\text{Nombre d'impulsions par tour} = 50 \times \text{pas de la vis (en mm)}$$

K 4. Cotes d'encombrement

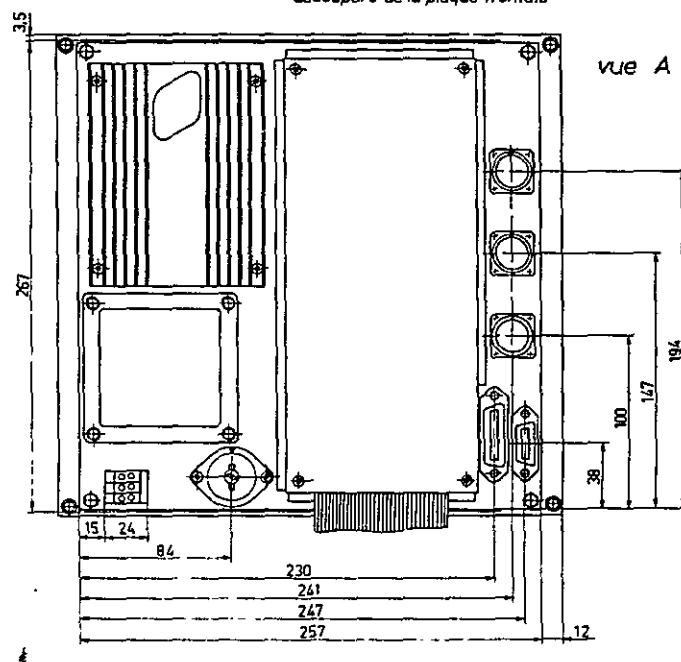
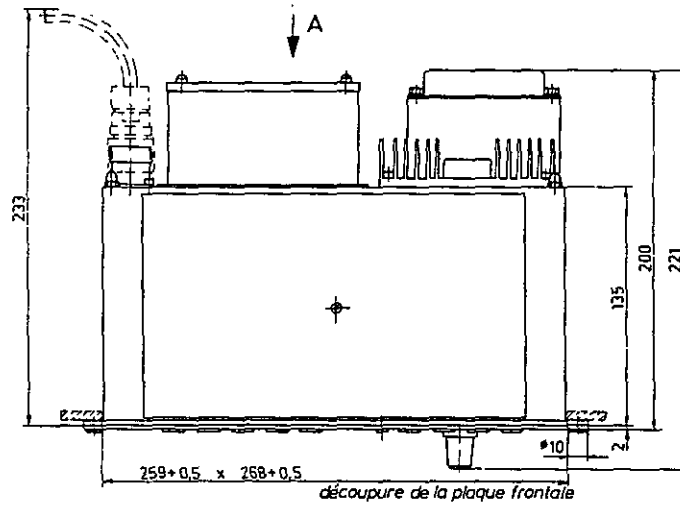
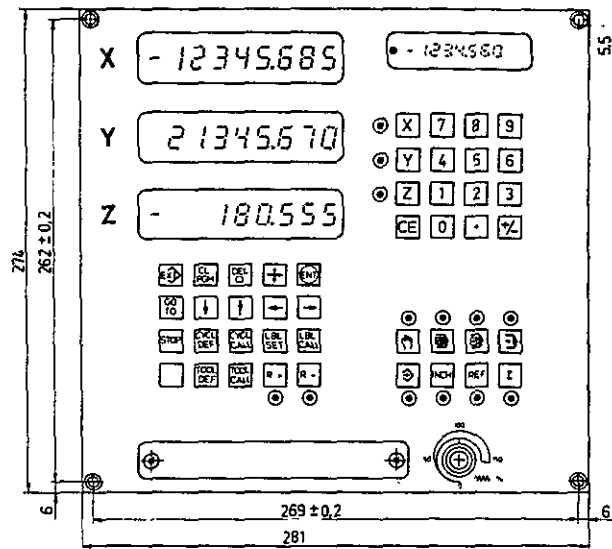
TNC 131S/ST



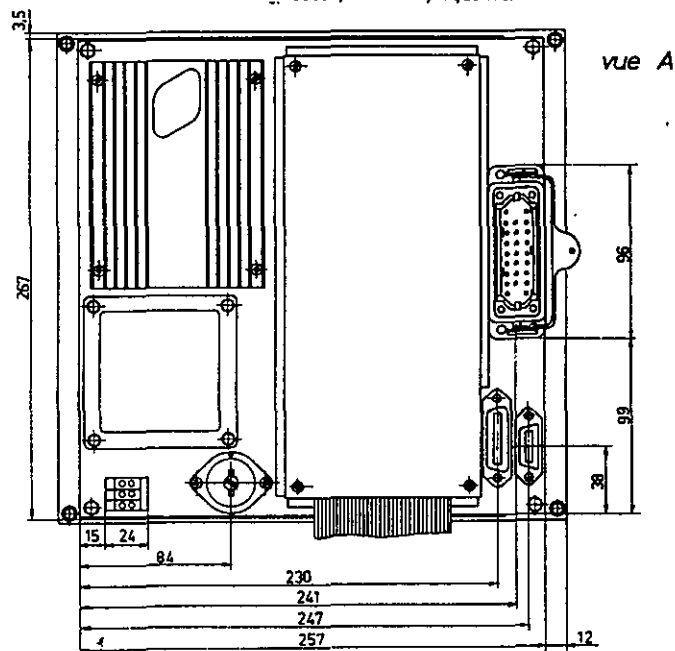
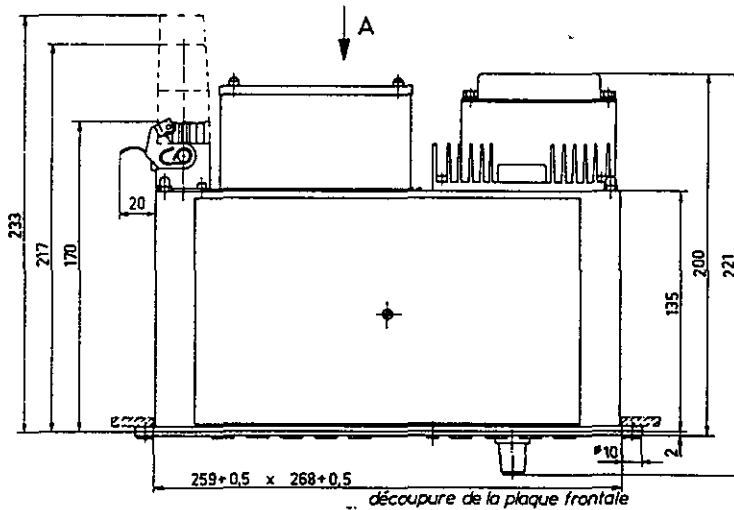
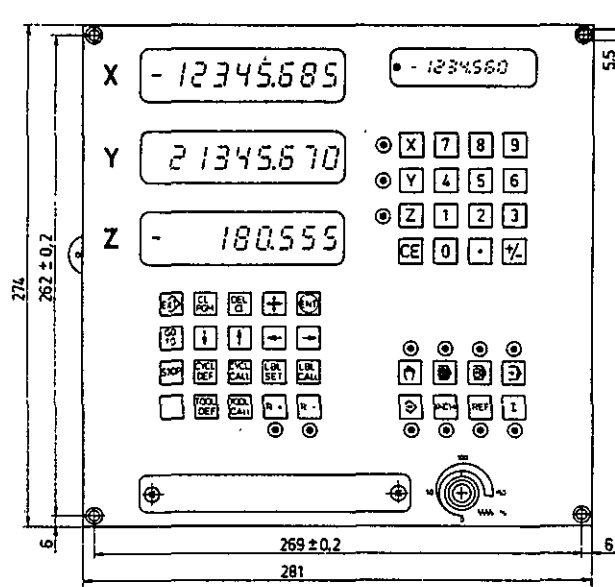
TNC 131R/RT



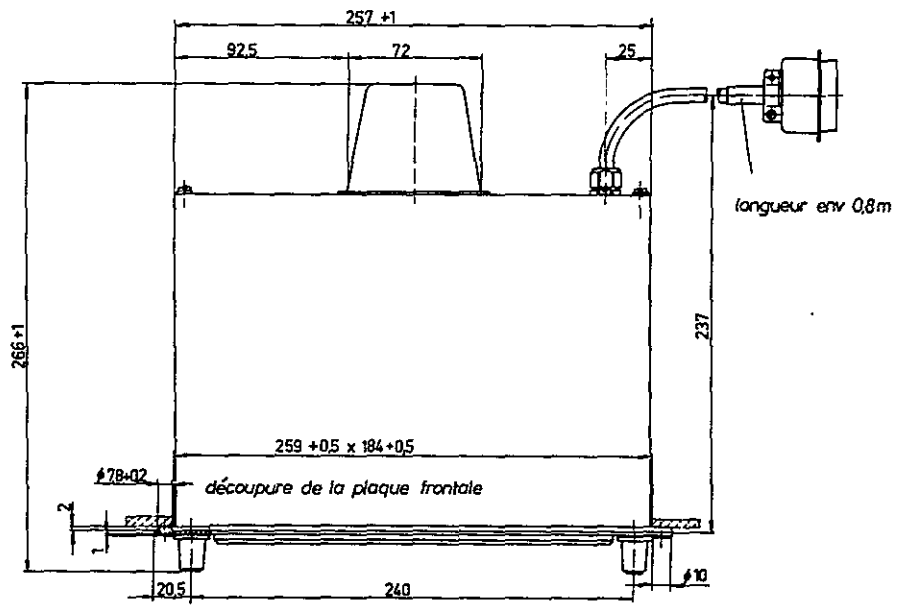
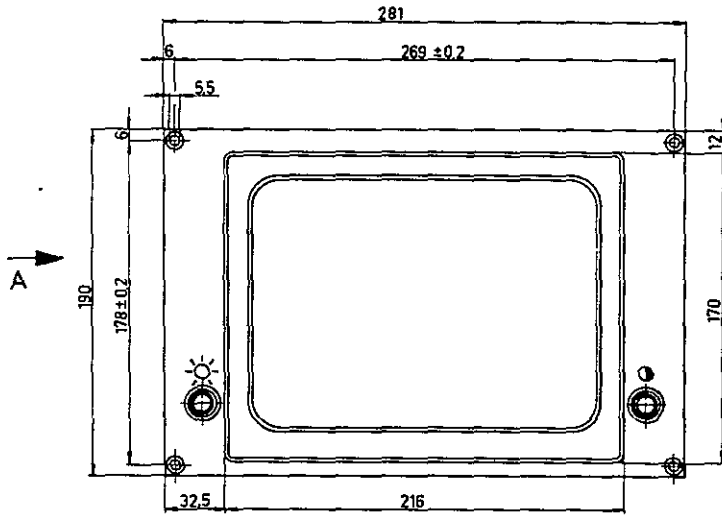
TNC 135S/ST



TNC 135R/RT



BE 135



vue A

