

Conception selon le niveau d'assimilation de l'élève

Tous les chapitres ou certaines parties de ceux-ci sont repérés en couleur bleue ou orange.

Chapitres orange: Les chapitres repérés en couleur orange donnent des bases de la technologie de la commande numérique ou sont spécifiques au tour COMPACT 5 CNC, ils n'imposent aucune connaissance particulière.

Chapitres bleus: Les chapitres repérés en bleu permettent un approfondissement des connaissances de la commande numérique et demandent certaines bases (exemple, la connaissance des fonctions trigonométriques pour le calcul des équidistantes).

La brochure "VISION"

Les transparents pour rétroprojection de la brochure VISION constitueront la base de votre exposé.

- Vous vous épargnerez des travaux de préparation, de dessin et d'écriture.
- La partie neutre est réservée à vos notes correspondant à l'exposé.
- Les textes vous serviront d'aide mémoire au cours de votre exposé.

De plus, les transparents pour rétroprojection sont parfaitement appropriées aux tests et vous permettent de vérifier que les élèves ont assimilé le cours.

Documents et matériel didactiques

- Elève:
- Brochure "BASIS"
 - Crayon et feutre de couleur
 - Règle
 - Pour calculs trigonométriques: tables, règle à calcul ou mini-calculatrice.
- Enseignant:
- Brochure "INSTRUCTOR"
 - Brochure "VISION"
 - Appareil de projection
 - Tableau ou flipchart (tableau à feuilles)
 - Transparents pour rétroprojection supplémentaires neutres et marqueurs en remplacement du tableau ou flipchart.
- Machine:
- La projection idéale serait un tour COMPACT 5 CNC avec table pour 3 à 4 élèves.
- Initiation au tournage:
- Mandrin de tour à trois mors
 - Pointe tournante
 - Outil de tournage
 - Pinceau et chiffon de nettoyage
- Initiation au fraisage:
- Dispositif vertical de perçage-fraisage avec éléments de fixation pour pièces à usiner et outils de coupe.
- Matière brute:
- Pour le tournage: aluminium de décolletage centré et surfacé des deux côtés.
 - Pour le fraisage: aluminium plat mis à longueur.

Grâce à son faible poids et au mode de construction compact de la machine, toutes salles de classe peuvent en peu de temps servir à des sessions de formation en commande numérique par ordinateur. Prière d'utiliser un aspirateur pour éliminer les copeaux et nettoyer la machine.

Objectifs de l'enseignement:

1. Enseignement des bases de la commande numérique
2. Etude pratique des connaissances de commande numérique.
3. Utilisation parfaite de la machine.
4. Aptitude à transformer directement des instructions écrites.
5. Aptitude à se reconvertir rapidement aux machines industrielles.
6. Connaissances fondamentales de l'organisation de la commande numérique et des rapports au tour à commande numérique.

Méthode:

1. Les documents didactiques à l'usage du moniteur et des élèves de même que la machine forment un tout.
2. Grâce à la combinaison de la salle de cours et de l'atelier, il est possible de réduire dans un rapport de temps de 1:2 l'exposé du moniteur et l'activité de l'élève.
3. Dès la première heure de cours, l'élève travaille sur la machine.
4. Un rythme de travail individuel est envisageable.
5. La théorie est enseignée progressivement; de ce fait l'élève ne sera pas trop sollicité au début.
6. C'est de ses propres erreurs que l'élève puisse le meilleur enseignement. Le tour COMPACT 5 CNC lui pardonne ses erreurs. Le moniteur ne perdra plus un temps considérable à contrôler les programmes et l'introduction des données.
7. On peut se passer de tests écrits dans une large mesure. Le résultat du travail accompli montre si l'élève a bien assimilé la matière.

Quelles connaissances l'élève doit-il posséder?

- La lecture de dessins techniques
- L'élève doit être familiarisé avec la réglementation relative à la sécurité.
- Il doit avoir acquis les bases de l'usinage par enlèvement de copeaux. Si ces bases lui font défaut, il vous faudra lui indiquer les normes technologiques (vitesse, avance).

Quelques conseils utiles

Quel matériel utiliser pour les exercices de programmation?

Type de matière: Utilisez de l'aluminium de décolletage. Cette matière est facilement usinable et les copeaux cassent très bien. Les qualités d'aluminium coriaces sont le plus souvent difficilement usinables. Elles sont poisseuses et, en cours d'usinage, elles forment de long copeaux, ce qui représente un danger d'accident. De plus, les copeaux adhèrent sur la pièce à usiner.

Désignation selon norme DIN de l'aluminium de décolletage:

Al Cu Mg Pb F 38; numéro de matière 3.1645.51 selon norme DIN 1725/1747.

Dimensions: Les plans d'exemples et d'exercices de programmation ont un diamètre de 22 mm. Si vous avez recours à d'autres dimensions, cela ne nécessite aucun calcul de conversion en programmation incrémentale.

Dimensions recommandées: \varnothing 22 x 120 mm

Une longueur de 120 mm permet d'usiner la matière de deux côtés.

Quantité de matière: Une dizaine d'ébauches suffisent pour les exercices de base. Cette quantité sera augmentée à l'avenant pour d'autres exercices.

Serrage des ébauches

Les outils de serrage pour les pièces à usiner sont répertoriés dans les prospectus ainsi que dans la notice d'instructions. Le dispositif de serrage le plus usuel est le mandrin à 3 mors.

Serrage des pièces en mandrin à 3 mors:

Ne pas serrer des pièces trop longues en porte à faux!

L'effort d'avance est d'environ 1000 N (100 kg). Au début on commet des erreurs de programmation et d'introduction de programmes.

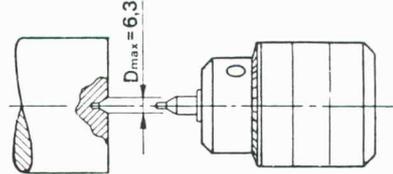
Si d'avance, la pièce n'est pas correctement serrée ou qu'elle est fixée en porte-à-faux, celle-ci pourra être expulsée du mandrin en raison de l'effort d'avance important. Il y a dès lors danger d'accident.

Préparation des ébauches

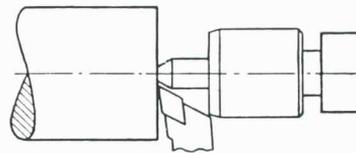
Centrer et surfacer les ébauches des deux côtés. Vous pouvez demander des ébauches centrées et surfacées auprès de votre fournisseur d'acier.

Le trou de centrage sur la pièce

La géométrie de l'outil de tournage de même que la pointe de centrage sont sélectionnées pour un trou de centrage de $D = 6,3$ mm maximum.



Si le trou de centrage est plus grand et que l'on tourne un petit diamètre, le corps de l'outil à dresser à droite peut tangenter le corps de la pointe de centrage.



Fixation des pièces pré-centrées dans le mandrin à 3 mors

Il convient de veiller à un serrage correct. Il arrive fréquemment que les ébauches sont excentrées, la pointe est introduite en force dans le trou de centrage, ce qui constitue une charge radiale sur le canon.

D'où il en résulte les inconvénients suivants:

- Une charge radiale inutile sur les roulements de la pointe de centrage, sur le canon de la contre-pointe et sur la broche de la poupée mobile.
- Un fléchissement de la pièce à usiner
- Un mauvais état de surface de tournage (vibrations)
- La pointe de centrage aura tendance à recentrer la pièce à usiner, celle-ci pourra prendre du jeu dans le mandrin, ce qui constitue un risque d'accident!

Fixation correcte d'ébauches pré-centrées

1. Placer la pièce à usiner dans les mors de serrage. Ne pas bloquer les mors.
2. Avancer le canon de la contre-pointe de manière à ce que la pointe de centrage se place dans le centrage. Il doit exister un léger jeu de quelques dixièmes de millimètre entre les mors et la pièce à usiner.
3. Manuellement, pousser la pièce à usiner contre la pointe de centrage et bloquer les mors.

Fixation correcte d'ébauches pré-centrées

Contrôle:

Dévisser le canon de la contre-pointe lors de cette opération, si la pièce à usiner bouge, redresser celle-ci par de légers coups de maillets jusqu'à ce que le trou et la pointe de centrage soient bien centrés. Bloquer les mors.

Les outils de tournage avec plaquettes en alliage dur

A section de copeaux égale, l'enlèvement de matière au moyen d'outils en alliage dur nécessite approximativement une puissance double par rapport à l'enlèvement de copeaux à l'aide d'outils HSS.

La puissance du tour COMPACT 5 CNC est encore inférieure lorsqu'on a recours aux outils traditionnels en alliage dur.

C'est pour cette raison que des porte-outils et des plaquettes de coupe réversibles ont été mis au point spécialement pour le tour COMPACT 5 CNC.

Les avantages des plaquettes de coupe réversibles pour la formation sont les suivantes:

- Conditions de coupe identiques pour tous
- Géométrie d'outil de tournage standard.
- Pré-réglage des outils avec un appareil simple de pré-réglage
- Faibles coûts en cas de bris
- L'affûtage n'est pas nécessaire (difficile sur le plan de l'organisation et nécessitant beaucoup de temps).

Positions des courroies du mécanisme/ puissance développée à la broche

La puissance d'un moteur à courant continu augmente selon la vitesse de rotation. Il convient d'opérer dans la plage des vitesses de rotation se situant à 70 et 100 %.

Mécanisme à courroies

La puissance transmissible augmente à mesure que s'accroît la vitesse. Lorsqu'on a recours à des outils en alliage dur, les positions des courroies BC1/BC2/BC3 ne sont pas nécessaires, sauf dans le cas du taillage de filets.

La puissance d'entraînement de la broche – un point fort! ...

Comme c'est le cas pour chaque machine de production, la capacité de coupe est fonction de la mécanique.

En cas de sollicitations trop grandes (programmation ou introduction erronée), le moteur est immobilisé, sans que la machine et l'outillage en soient pour autant endommagés. Le bris des plaquettes réversibles de coupe se situe à environ 1 %.

Sous cet angle, la puissance du moteur est un point fort. Ce n'est pas une grande capacité de coupe, mais plutôt la sécurité d'utilisation sans encourir de frais par suite de dégâts imputables à de fausses manoeuvres qui permet de dispenser un enseignement de masse en matière de commande numérique.

La "suspension" ou la perturbation du calculateur

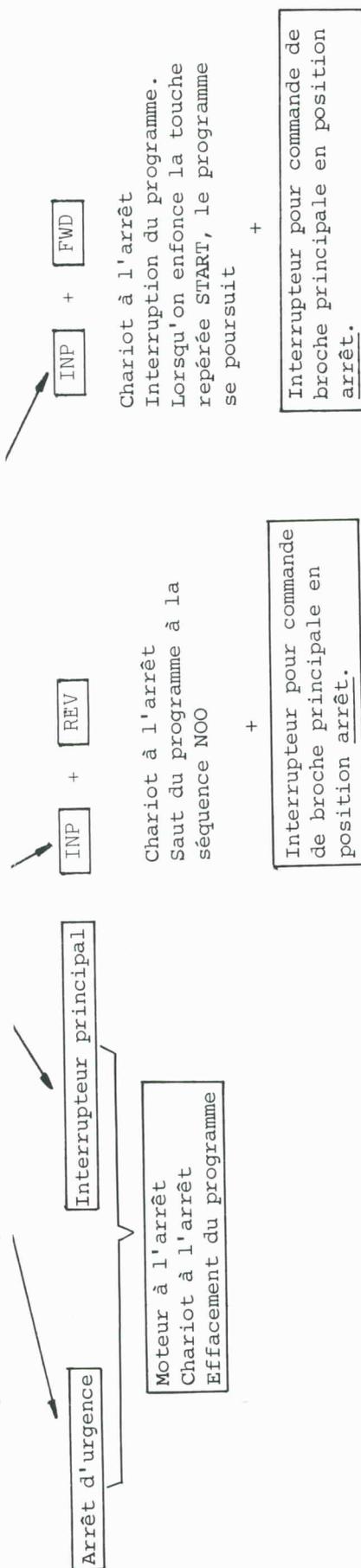
Il peut arriver qu'en exploitation en commande numérique par calculateur on ne puisse plus rien introduire et plus rien effacer ou que le déroulement des opérations soit interrompu.

Les indications au panneau d'affichage ne bougent plus. Le calculateur est perturbé. La cause de cette perturbation peut résider dans une erreur intervenant dans le déroulement du programme ou par des parasites de nature électrique sur le réseau.

Mesures à prendre:

Déconnecter et reconnecter l'interrupteur principal. Réintroduire le programme.

Les mesures à prendre lorsque le moteur est arrêté par suite de surcharge (Programmation/Introduction erronée, l'outil étant en prise)



Remarque: Si seul le commutateur du moteur est mis en position d'arrêt, les chariots continuent leur course (effort d'avance environ 1000 N) - Il y a dès lors danger de casse des plaquettes de carbure et sollicitation inutile des chariots.

Enclenchement - Mesures à prendre

Interrupteur arrêt d'urgence Interrupteur principal

- Arrêt par commutateur moteur
- Mise sous tension de la machine par commutateur principal
- Libérer l'outil en direction X, vérifier le programme, correction et introduction
- Programme start.
- Au cours des premiers exercices de programmation, l'élève devra manipuler le bouton d'arrêt d'urgence et l'interrupteur principal!

INP + REV
+ commutateur du moteur

- Passer en mode manuel
- Libérer l'outil en direction X
- Vérifier le programme et l'introduction et corriger (prière de consulter les pages 5.29 à 5.33)

INP + FWD
+ commutateur du moteur

Appel du programme (le programme commence au bloc NOO)

Défilement du programme (déplacer l'outil de tournage en position de départ). Dans la majorité des cas, on reprend l'en-semble de l'opération car l'interruption provient souvent d'une grave erreur de programmation ou séquence.

Expériences acquises dans l'enseignement de la commande numérique avec le tour COMPACT 5 CNC

La surveillance de l'élève au travail

Un problème que pose la formation de base sur une machine de production réside dans la possibilité ou la probabilité de dégâts relativement considérables que pourrait subir la machine par suite d'une fausse manoeuvre.

Pour prévenir pareil accident, il faut que le moniteur vérifie constamment le programme ou les valeurs introduites. Il s'agit là d'une activité très absorbante pour l'enseignant et qui exclut la possibilité pour l'élève de travailler sur la machine dès la première heure de cours.

Le tour COMPACT 5 CNC est conçu de telle sorte qu'aucun dégât ou presque (bris de la plaquette de l'outil) ne puisse survenir par suite d'une erreur de programmation ou d'introduction. Grâce à cela, les élèves auront dès lors la possibilité de travailler individuellement sur la machine et les groupes constitués pourront s'éduquer en même temps sur plusieurs machines.

La méthode expérimentale:

- Dans nombre de cas le temps dont dispose l'enseignant pour l'initiation à la commande numérique des élèves est limité. Aussi l'objectif poursuivi est-il d'approfondir le sujet dans le temps le plus court possible.
C'est pourquoi nous préconisons la méthode suivante
- Dès la première heure de cours, l'élève doit travailler avec la machine.
- Etant donné que l'enseignement de cette matière est réalisé dans une salle de technologie et que les cours théoriques et pratiques peuvent être dispensés parallèlement, l'élève acquiert rapidement une formation pratique, le rapport de temps entre l'exposé et la pratique étant réduit de 1 sur 2.
- Le contenu de l'exposé de l'enseignant est immédiatement mis en pratique et il est dès lors simple de vérifier que la matière a été parfaitement comprise. L'élève comprend plus rapidement.
- C'est par assimilation progressive que l'élève apprend les fonctions du clavier d'entrée. Il n'est pas surmené. Pour les premières introductions de programmes il suffira qu'il connaisse la fonction de l'interrupteur principal de la touche d'arrêt d'urgence, des touches numériques et de la touche repérée INP.
- Des interrogations telles que "faut-il toujours que j'efface le programme, quand j'ai fait une erreur de frappe?" ou bien "Ne puis-je donc arrêter le programme?", etc. ne manqueront pas d'être bientôt posées. Ce sont les indices de la compréhension et de la réflexion des élèves.
- La logique de la programmation et de l'introduction des programmes est la pratique de l'élève. De cette manière, on peut se passer d'explications fastidieuses qui sont fréquemment et facilement mal comprises.
- Grâce à la pratique, l'élève est déjà au courant de nombreux états de fait (par exemple la programmation, le système des axes, les fonctions préparatoires etc.). Ainsi il assimilera sans peine les théories indispensables.
- Les fréquentes questions posées des élèves donnent l'occasion de faire intervenir dans la leçon les contenus du chapitre 9.
- La réalisation correcte d'un dessin à l'échelle en vue de la programmation comporte parfois des difficultés pour les élèves. Sans l'appui d'un dessin correct, le programme sera souvent difficile à réaliser correctement.

Suggestions au déroulement de l'initiation à la commande numérique sur le tour COMPACT 5 CNC

La façon dont sera utilisé le matériel didactique de l'enseignant et de l'élève au cours des leçons dépendra des diverses contraintes.

- Durée de formation
- Lieu de formation (salle de classe et atelier confondus ou non)
- Nombre d'élèves
- Nombre de machines
- Avancement de la formation des participants, etc.
- L'éducateur devra tenir compte de ces facteurs en préparant ses cours.

Dans la solution que nous préconisons ci-après, nous vous conseillons de tenir compte des critères de formation suivants:

- L'élève connaît les machines à commande manuelle, mais il ne possède aucune connaissance théorique et pratique de la commande numérique.
- Trois à quatre élèves par poste machine.
- La salle de technologie pour la dispense des cours théoriques et pratiques.
- L'exposé théorique ne doit pas durer plus de vingt minutes par leçon (50 minutes).
- Le classeur intitulé "BASIS" contient les éléments de formation et de travail à l'intention de l'élève.
Des notes complémentaires fournies par l'instructeur sont enregistrables directement dans les pages de cette chemise par l'élève.
- Les programmes sont réalisés par l'élève en partie hors des heures de cours.

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>EXEMPLE D'EXERCICE</u> (P. 2.13)</p> <p>Si la matière brute a une dimension autre, faites corriger les cotes par l'élève sur son dessin. (recourir aux transparents pour rétroprojection).</p> <p><u>POSITIONNEMENT DE L'OUTIL DE TOURNAGE</u> (P.2.17/2.19)</p> <p>Opération de tangement. Transp. 2.17</p>	<p>A l'aide de cet exemple, l'élève devra calculer les valeurs ou les retrouver dans les abagues. Si les élèves assimilent difficilement les valeurs de coupe, indiquer celles-ci et revenez-y ultérieurement. L'élève doit acquérir une sensibilité sur les déplacements et le rendement de la machine.</p> <p>- La broche principale doit être en rotation pour éviter le danger de casse de l'outil). - Faire régler une avance lente (au début l'élève n'a aucune sensibilité de l'approche) Tangenter la pièce, la broche en rotation par impulsions.</p> <p>Fonctionnement en CNC</p> <p>Passer provisoirement les pages 3.1-3.11 (tableaux synoptiques, déroulement schématique d'opérations). A ce stade, cela ne pourrait que créer de la confusion dans l'esprit de l'élève.</p>	<p>- Calcul des valeurs de coupe. - Fixation de la pièce à usiner - Tournage - Relevé de côtes et éventuellement correction du diamètre</p> <p>Positionner l'outil de tournage. Vérifier la position à l'aide de la touche </p>
<p><u>POINTS COMMUNS ET DIFFERENCES</u> (pages 3.13/3.15/3.17)</p>	<p>- Eventuellement travailler en commun - Expliquer les bases théoriques</p>	

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>REALISATION DU PROGRAMME CN (page 3.19)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Feuille de programmation - Introduction de programme - Exécution <p><u>A PROPOS DES PAGES 3.23 - 3.29</u></p> <p>Il faut que l'élève comprenne la structure du programme, qui est la clé de la programmation.</p> <p><u>QU'EST-CE QUE PROGRAMMER ?</u> (page 3.21) Transp. 3.21</p> <p><u>QUELLES INFORMATIONS DEVONS NOUS FOURNIR ?</u> (pages 3.25/3.27/3.29)</p>	<p>Donner un exemple</p> <p>L'élève doit se rendre compte que cette programmation ne décèle rien de mystérieux, mais simplement des éléments logiques axés sur la pratique pour un enseignement général des bases.</p> <p>Faire clairement comprendre qu'en programmation il faut se servir d'un langage particulier.</p> <p>Notions telles que "bloc séquence - code - sélection."</p> <p>Choisir un exemple simple en partant de lettre et de chiffres :</p> <p>A = 1 B = 2 C = 3 D = 4</p> <p>et ainsi de suite.</p> <p>Travailler en collaboration avec les élèves. Ils doivent saisir que les instructions comportent nécessairement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le type de chariot (chariot longitudinal ou transversal) - La course du chariot - le sens et - la vitesse d'avance. <p>Une machine à commande manuelle rend l'analyse plus vivante.</p>	<p>Les élèves donnent des instructions en vue de l'exécution.</p>

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>REFLEXIONS SUR LA PROGRAMMATION (PAGE 3.31)</u></p> <p><u>SYSTEME DES COORDONNEES</u> (page 3.31/3.35) Transp. 3.33</p> <p><u>MODE DE PROGRAMMATION</u> (page 3.37) Transp. 3.37</p> <p>On entend par mode de programmation la programmation en cotation absolue ou incrémentale.</p> <p><u>INFORMATION GEOMETRIQUE</u> (page 3.39) Transp. 3.39</p> <p><u>MODES DE PROGRAMMATION</u> (page 3.41) Transp. 3.43</p> <p>Transp. 5</p> <p>Faire la démonstration du décalage du point zéro avec les transparents.</p> <p><u>Exemples d'exercice</u> (page 3.43)</p>	<p>A traiter éventuellement plus tard après GOO/G84, car l'explication de la fonction préparatoire n'est pas simple.</p> <p>La traduction en X et Z ne présentera aucune difficulté si l'élève a la machine devant lui. Revenir plus tard sur les systèmes d'axe, la règle de la main droite crée plus souvent la confusion. Revenir plus tard sur cette définition.</p>	
	<p>Pourquoi deux systèmes de cotation (inhérents à la production et aux déplacements)</p> <p>Certains élèves comprendront difficilement et reviendront à la page 3.37 ; se servir de papier transparent.</p>	<p>Travail commun</p> <p>Réproduction de l'exemple élaboré.</p> <p>L'élève doit assimiler les valeurs.</p>

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>Avantages et inconvénients (page 3.45)</u></p> <p><u>L'AVANCE "F"</u> (Page 3.47)</p> <p><u>FONCTIONS PREPARATOIRES</u> (page 3.49)</p> <p><u>LE PROGRAMME CNC</u> (STRUCTURE EXTERNE) Page 3.51/353</p>	<p>L'élève doit comprendre qu'en programmation en cotation incrémental. Lorsqu'un point est modifié, tous les autres points doivent être décalés.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la compréhension des 2 modes de cotation se heurte à des difficultés, on y reviendra ultérieurement. En travaillant sur la machine, l'élève assimile d'avance. - Signaler que l'avance peut-être programmée en mm/tr et mm/min sur les tours de production. - On se sert de la première lettre du mot anglais FEED (F) en tant qu'abréviation du terme "avance" imposé, dans la programmation selon norme DIN ou ISO. <p>Résumé sommaire, ne pas traiter ce sujet immédiatement.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tourner les pages et traiter après G00/G84, car l'élève est fatigué du fait de sa concentration. - Plus tard, l'élève devra apprendre les termes anglais et français. 	<p>Résoudre les problèmes relatifs à la conversion des avances.</p>

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p data-bbox="172 349 564 376"><u>LOGIQUE DE PROGRAMMATION</u></p> <p data-bbox="172 510 549 537">Etablissement du programme</p> <p data-bbox="172 954 564 1003"><u>GOO - POSITIONNEMENT EN MARCHE RAPIDE (Page 4.3)</u></p> <p data-bbox="181 1055 316 1081">Transp. 4.3</p>	<p data-bbox="612 349 1043 483">Y revenir éventuellement plus tard (après GOO), lorsque l'élève sera familiarisé avec la logique d'introduction.</p> <p data-bbox="612 510 1054 918">Comparer éventuellement les explications relatives aux fonctions préparatoires avec les touches de fonction d'une mini calculatrice (+, -, :, x). Si toutefois l'élève transpose immédiatement GOO/G84 etc. sur la machine, la compréhension du caractère même des fonctions préparatoires interviendra d'elle-même et des explications deviendront superflues.</p> <ul data-bbox="612 976 1043 1626" style="list-style-type: none"> - La machine ne connaît qu'un seul déplacement rapide, aussi une programmation de F n'est pas nécessaire. - Grâce à GOO la machine enregistre le déplacement rapide souhaité. - Expliquer l'introduction pour X/Z en centièmes de millimètre. - Lorsque X est introduit aucune entrée Z n'est nécessaire (programmation inutile), c'est pourquoi le calculateur n'accepte aucune entrée. - Faire la démonstration de l'introduction du programme. 	

Sujet	Commentaire Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>INTRODUCTION DU PROGRAMME</u> (page 5.7/5.9)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Il faut que l'élève apprenne à exécuter des instructions écrites. - Mesures à prendre en cas d'alarme ou d'introduction erronée : manoeuvrer l'interrupteur principal et refaire l'opération. - Au début, l'élève ne notera pas les fonctions de toutes les touches. C'est pourquoi on se bornera à expliquer la touche repérée INP et les touches numériques. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève doit introduire l'exemple d'après le manuel (pages 5.7/5.9) et le faire traiter. - Attention aux collisions ! Touche d'arrêt d'urgence ! Interrupteur principal !
<p><u>FIN DE PROGRAMME (G22)</u> (page 4.1)</p>	<p><u>Expliquer G22</u> (il faut faire savoir au calculateur que les entrées sont terminées).</p> <p>Répéter le positionnement vérifier la position de l'outil de tournage au départ.</p>	
<p><u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 1/GOO</u> (Page 4.5)</p> <p>Transp. 4.5</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La broche principale n'est pas en rotation - Vérifier la position de départ des chariots. 	<ul style="list-style-type: none"> - Etablissement du programme - Introduction du programme - Exécution
<p><u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 2/GOO</u> (page 4.5)</p> <p>Transp. 4.5</p>	<p>L'élève doit tenir compte de la position de l'outil de tournage au départ, afin qu'il ne passe pas la position des butées du chariot transversal. Il faut que l'élève puisse écrire le format d'entrée pour GOO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mise au point du programme - Introduction du programme - Exécution

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>EXPLICATION DU FORMAT</u> (page 5.3)</p> <p>Transp. 5.3</p> <p>G84 (pages 4.7-4.17)</p>	<p>Explication de la présentation du format d'entrée (éventuellement plus tard)</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fonction G84 constitue un allègement de la programmation. - Le Calculateur sait qu'en G84 l'outil de tournage doit reprendre sa position de départ. - Les vitesses sont fonction des données pratiques. 	
<p><u>G84 (page 4.9)</u></p> <p>Transp. 4.9</p>	<p>Il convient que l'élève sache que les premiers et quatrième mouvements sont des mouvements de marche rapide et que les deuxième et le troisième mouvements sont des mouvements d'enlèvement de copeaux.</p>	<p>L'élève doit considérer les signes plus/moins.</p> <p>L'élève doit se familiariser des signes +/- de déplacement.</p>
<p><u>G84 (page 4.11)</u></p> <p>Transp. 4.11</p>	<p>Etablissez le format d'entrée avec l'élève.</p>	
<p><u>G84 (page 4.13) - Ex.</u></p> <p>Transp. 4.13</p>	<p>Veuillez préparer l'exemple ensemble.</p>	
<p><u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 3/G84</u></p>		
<p>(page 4.15)</p> <p>Transp. 4.15</p>	<p>Le tracé d'un dessin à l'échelle sur papier millimétré exclut des entrées erronées de cotes dans une large mesure. Actionner la touche d'arrêt d'urgence en cas de danger de collision (programmation ou introduction de programme erronée). Faire vérifier le programme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève trace un dessin sur papier millimétré à l'échelle 1 : 10. - Etablissement du programme. - Introduction du programme. - Exécution - L'élève mesure et corrige la cote pendant l'opération de tournage (si le sujet a été traité).

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>ORGANES DE COMMANDE/ EDUQUEZ LA MARCHE EN CNC</u></p> <p>P. 5.13 touche de sélection</p> <p>P. 5.15 Touche numérique</p> <p>P. 5.17 Affichage de mots</p> <p>P. 5.19 Touche INP</p> <p>P. 5.21 Touche DEL</p> <p>P. 5.23 Touche FWD</p> <p>P. 5.25 Touche REV</p> <p>P. 5.27 Touche </p> <p><u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 4/G84</u></p> <p>(Page 4.17)</p> <p><u>EDUQUEZ LES POSSIBILITES DE CORRECTION DE COTES</u></p>	<p>Faire la démonstration des fonctions des touches ou faire travailler directement l'élève sur la machine sur la base des instructions (Exemple 4.13/4.15).</p> <p><u>1ère possibilité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tourner la première pièce - Ensuite prendre les dimensions - Passer en mode manuel - Corriger le point de départ. - La seconde pièce à usiner sera aux dimensions exactes. <p><u>2ème possibilité</u></p> <p>Le cas échéant aborder ultérieurement INP + FWD (au début l'élève ne devra pas être sollicité par les fonctions de touches - pages 5.25/5.31/4.85).</p>	<p>Exercice sur les fonctions de touche par l'élève à l'aide de l'exemple 4.13/4.15)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dessin à l'échelle - Etablissement du programme - Introduction du programme - Contrôle du programme (correction si nécessaire). - Usinage, mesure.

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<u>SIGNAUX D'ALARME A00/A02 A03/A04/A05</u>	<p>Apprenez les signaux d'alarme et les mesures à prendre.</p>	<p>Introduire des valeurs susceptibles de déclencher l'alarme, effacer le signal d'alarme et procéder à la correction des valeurs</p>
<u>UNITES MODULAIRES DU TOUR CNC (pages 3.8-3.11)</u>	<p>L'explication d'une commande CNC déborderait largement du cadre et ne constitue pas l'objectif de la formation.</p>	
Transp. 3.9		
<u>Déroulement des opérations lors de l'introduction du programme</u>	<p>L'élève entendra fréquemment des expressions telles que :</p>	
<p>(pages 5.4/5.5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - microprocesseur - RAM - EPROM... 	
Transp. 3.9	<p>et dès lors il faut qu'il sache ce qui se passe à l'intérieur de cette "boîte noire". Grâce à cette série d'image il devra être informé sur les éléments fonctionnels et saisir le déroulement du système de même que sa logique.</p>	
<p>- La représentation par blocs des opérations peut alors faire l'objet d'explications.</p>		
<u>Déroulement des opérations en cas d'introduction erronée des données (pages 6.2-6.5)</u>	<p>- Etant donné que l'élève a déjà introduit des programmes et effacé des signaux d'alarme, il établira rapidement des rapports avec l'enseignement pratique.</p>	

Sujets	Commentaire Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>GO1 - INTERPOLATION LINEAIRE</u> (pages 4,19/4,21)</p> <p>Transp. 4.21/I Transp. 4.21/II <u>Exemple 4.22/4.23</u> Transp. 4.22</p>	<p>- Cet exemple est la suite de l'exemple 4.13.</p> <p>- aide : papier transparent avec outil à dresser</p>	<p>Etablissez les formats d'entrée.</p> <p>Etudier l'exemple à fond.</p>
<p><u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 5/GO1</u></p> <p>(Page 4.25) (suite de l'exercice de programmation 3)</p> <p><u>Transfert de données stockées en mémoire</u> (page 5.11)</p>	<p>En raison de rythme de travail individuel de chaque élève, l'introduction peut être étalée lorsque plusieurs élèves travaillent sur une machine.</p>	<p>- Tracer un dessin à l'échelle</p> <p>- Rédiger le programme</p> <p>- Introduction du programme</p> <p>- Contrôle du programme</p> <p>- Exécution avec interruption</p>
<p><u>LE PROGRAMME CNC (STRUCTURE EXTERNE)</u></p> <p>(pages 3.51/3.53/3.55)</p>	<p>Répéter les formats de programme GOO/G84/GO1 (dans le sens X ou Z)</p> <p>Eduquez la programmation, les notions de mot, de fonction et d'adresse.</p>	
<p><u>INTERPOLATION LINEAIRE TOURNAGE CONIQUE</u> (page 4.27)</p> <p>Transp. 4.27</p>	<p>Expliquer la notion d'interpolation. L'interpolation équivaut à trouver les valeurs intermédiaires entre deux points. Linéaire = rectiligne</p>	<p>- Elaborer le format d'entrée</p>
<p><u>CONE 45°</u> (page 4.29)</p> <p>Transp. 4.29 Transp. 4.28</p>		<p>- Elaborer le programme</p> <p>- Introduire</p> <p>- Exécuter</p>

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<u>EXERCICE DE PROGRAMMATION</u> <u>6 (page 4.31)</u>		<ul style="list-style-type: none"> - Fixer le point de départ - Etablissement d'un programme - Introduction du programme - Exécution
<u>GENERALISATION DU CONE</u> (pages 4.33-4.41) Exemple : Transp. 4.35	Expliquer que le nombre des cônes est limité sur le tour COMPACT 5 CNC.	
<u>EXERCICE DE PROGRAMMATION</u> <u>7 (page 4.37)</u>		<ul style="list-style-type: none"> - Croquis à l'échelle - Programme - Introduction - Exécution
<u>CONVERSION EN VALEURS</u> <u>ANGULAIRES</u> (pages 4.39 - 4.41)	La table et les instructions sont prévues pour la production de pièces concrètes avec valeurs angulaires. - Discuter le cas échéant.	
<u>GO2/GO3 - RAYONS EN ROTATION A DROITE / RAYONS EN ROTATION A GAUCHE</u> (4.43 - 4.49) Transp. 4.45 Transp. 4.51 Transp. 4.47 Transp. 4.55	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer les formats d'entrée ou élaborer ceux-ci ensemble. - Exemples et exercices de programmation GO2/GO3 (Pages 4.51 - 4.55) 	<ul style="list-style-type: none"> - Exécution de l'exercice de programmation GO2/GO3.
<u>TAILLAGE DE FILETS</u> (pages 4.57 - 4.71)	Il faut que la programmation se fasse d'après le tableau 4.65.	

Sujet	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<u>G 33 - FILETS</u>	Enseignement du format et de la programmation	
<u>G 78 - CYCLE DE FILETAGE</u> Transp. 4.79 Transp. 4.81	Enseignement du format et des cycles	
<u>EXERCICE DE PROGRAMMATION 9</u>		Etablissement du programme, exécution de l'introduction.
<u>REPETITION DES NOTIONS LES PLUS IMPORTANTES</u>		<p>Test :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il faut que l'élève rédige les formats d'entrée. - Etablir la structure du programme par écrit (article, mot, adresse), etc.
<u>PROGRAMMATION DE CONTOUR</u> <u>EXERCICES DE PROGRAMMATION</u> (pages 4.87 - 4.91 - 4.97 - 4.101). Transp. 4.89 Transp. 4.91	Reprise des exemples	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration du programme - Introduction - Exécution à la cote

Sujets	Commentaires Conseils didactiques	Activité de l'élève
<p><u>RESUME/REPETITION</u></p> <p><u>Fonctionnement avec cassettes</u> (Chapitre 7)</p>	<p>L'élève doit apprendre à transposer les instructions écrites.</p>	<p>- L'élève procède selon des instructions écrites à stocker des programmes extraits des exercices de programmation</p> <p>- Mémoriser les programmes des exercices suivants.</p>
<p><u>PROGRAMMATION DE CONTOURS</u> (pages 4.87 - 4.101)</p>	<p>Résumé de la programmation de contours avec exemples à la clé. (Exemple de p. 4.97 - fou de jeu d'échecs - ou de p. 4.101 - roi).</p>	<p>Usinage des pièces, tronçonnage manuel Veiller à l'avance du déplacement manuel.</p>
<p><u>OUTILLAGE ET PRE-REGLAGE DE L'OUTILLAGE</u> (pages 8.1 - 8.23)</p> <p>Transp. 8.5 Transp. 8.12 Transp. 8.7 Transp. 8.13 Transp. 8.9 Transp. 8.15</p>	<p>Explication de la production sur machines industrielles.</p>	<p>Pré-régler les outils</p>
<p><u>Exemples d'exercice</u> (pages 4.93 - 4.101)</p>	<p>Programmation en tenant compte du temps de programmation et du temps d'usinage (4.93/4.95). Programmation compte tenu ou non des équidistantes.</p>	<p>Usinage des pièces</p>
<p><u>CALCUL DES EQUIDISTANTES</u> (8.23 - 8.32)</p> <p>Transp. 8.23/8.25</p>		
<p><u>CONTENU DU CHAPITRE 9</u></p>	<p>Une partie du contenu aura déjà fait l'objet de résumer sur des questions d'actualité (questions posées par les élèves).</p>	

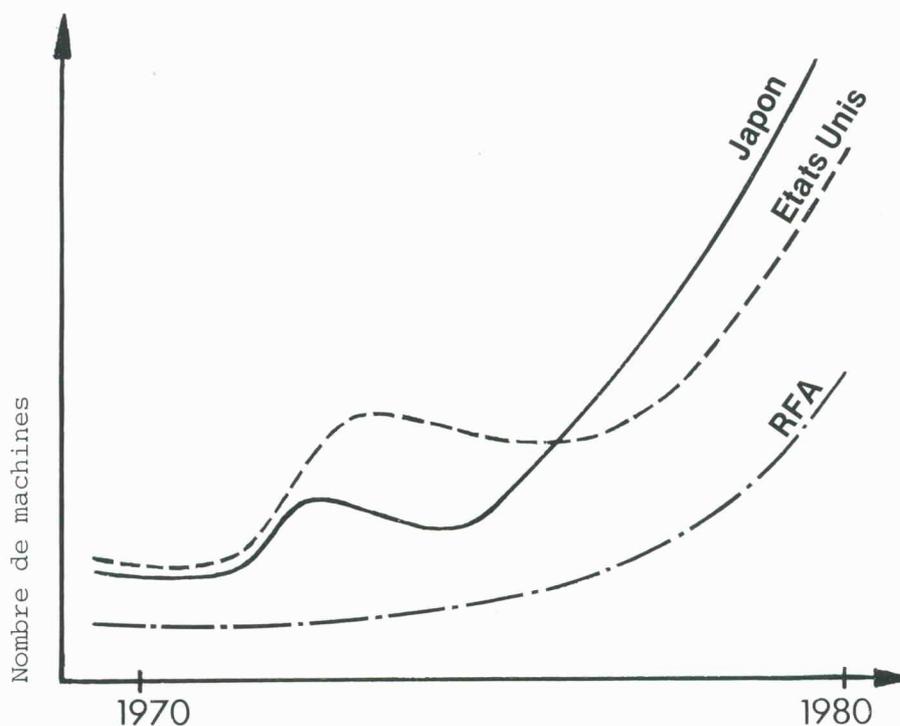
La production des machines à commande numérique

L'ascension des machines à commande numérique au cours des dix dernières années ressort très nettement sur l'abaque ci-dessous.

Les prévisions relatives à l'évolution indiquent un accroissement important.

Les causes de cette évolution sont multiples. La principale est la rentabilité de la machine à commande numérique, malgré son prix d'achat élevé, les investissements sont importants.

Le fait que l'on enregistre la plus grande croissance au Japon se répercute de manière indirecte dans bon nombre de rapports économiques.



Quelques raisons de cette évolution rapide

- Grâce au développement des microprocesseurs, les coûts inhérents à la commande ont chuté et il est vraisemblable qu'ils continueront sur cette tendance, et ce, pour un rendement accru. En même temps, le volume des systèmes de commande a lui aussi fortement diminué.
- Les systèmes de commande deviennent de plus en plus fiables, la programmation et l'introduction des programmes plus faciles. Les problèmes relatifs au service d'entretien et aux pièces de rechange sont résolus dans une large mesure.
- La contrainte qui pousse à produire à meilleur compte alors que les critères de qualité sont plus sévères amène à des innovations dans les procédés de production.

Tours à commande numérique – Différenciation selon les types de machine

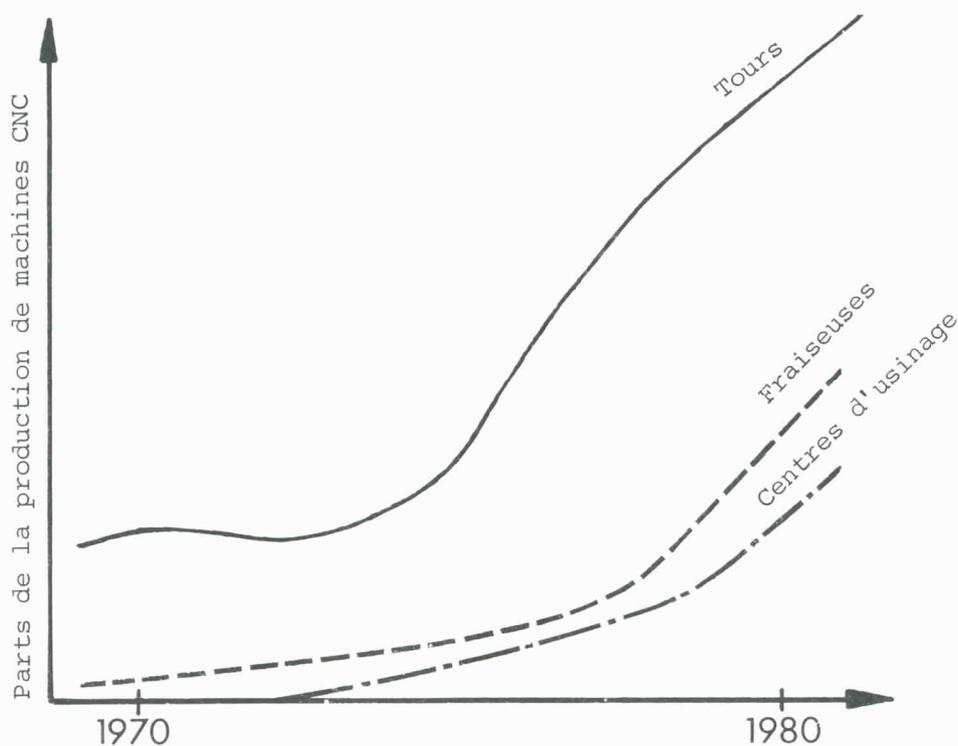
Le pourcentage des tours se situe à l'heure actuelle à 65 % environ. Les fraiseuses et centres d'usinage à commande numérique ont fortement augmenté en pourcentage au cours des dernières années. Jusqu'à 1976 la mise en oeuvre des centres d'usinage fut quelque peu hésitante. Les problèmes complexes inhérents au système de commande ont été les principaux freins.

Une tendance très nette se dessine:

Les systèmes de commande numérique sont également montés sur de nombreuses machines de plus en plus simples.

Les causes:

- Les coûts inhérents au système de commande sont en chute et, de ce fait, on obtient un rapport performance-prix de machines à commande numérique plus intéressant par rapport aux machines à commande manuelle.
- Les possibilités de programmation et d'introduction sont simplifiées.



Mise en oeuvre de systèmes de commande numérique

Le nombre des divers types de machine équipés de la commande numérique ne cesse de s'accroître et, dans un proche avenir, il faut s'attendre à une augmentation spectaculaire.

C'est pour cette raison que ne cessent de s'élargir également les branches professionnelles qui sont confrontées avec la technique de la commande numérique.

Cela a commencé avec l'équipement des machines-outils de type traditionnel.

Tours en tous genres
Fraiseuses en tous genres
Perçuses et centres d'usinage
Rectifieuses
Appareils et machines de mesure
Poinçonneuse et grignoteuses
Cintreuse
Tables circulaires
Presses à cintrer les tubes
Machines à déformer
Soudeuses
Machines à vernir
Machines à travailler le bois
Machines à montage (robots)
Appareils à dessiner

etc.

