



CENTRE D'ÉTUDES ET
DE RECHERCHES SUR
LES QUALIFICATIONS

NOTE D'INFORMATION n° 7

L'ÉVOLUTION DES TECHNIQUES DANS... LES INDUSTRIES MÉCANIQUES : " LES MACHINES-OUTILS A COMMANDE NUMÉRIQUE "

Cette note d'information établie par le département « Innovation et Emploi » est la première d'une série de notes qui porteront sur l'évolution des techniques dans les différents secteurs d'activités.

Leur but n'est pas de procéder à des descriptions techniques élaborées, mais de mettre en évidence ce qui dans l'évolution des techniques utilisées par les entreprises, peut, à terme plus ou moins long, entraîner des modifications dans les qualifications, les formations, et les conditions d'accès aux emplois.

Elles s'efforceront de constituer une documentation simple à la disposition de tous ceux qui, professionnels ou formateurs, sont intéressés par ces problèmes.

Après un bref rappel technique, cette note consacrée aux « Machines-outils à commande numérique », décrit les formes que pourraient revêtir les emplois associés à ces nouvelles techniques et présente une première évaluation des besoins en formation liés à leur diffusion.

I. — RAPPELS TECHNIQUES

La « commande numérique » n'est comme son nom l'indique qu'une forme de commande, c'est-à-dire un procédé comme un autre d'automatisation de machine. Ce système de commande s'applique à des domaines très variés :

- travaux de câblage, bobinage, assemblage ;
- travail du métal en plaques : poinçonnage, cisailage, pose de rivets, soudure par points, pliage, cintrage, oxycoupage, soudure ;
- travaux divers : équilibrage de masse, contrôle, traçage de dessins, etc...

Elle s'applique tout naturellement aux machines-outils d'usinage travaillant à l'enlèvement du métal par outils coupants ou abrasifs : tours, fraises, aléseuses, etc.

L'introduction de ce nouveau type de commande, sauf pour les perceuses et aléseuses, n'engendre pas de grandes transformations dans la conception d'ensemble des machines.

A. — On peut classer les « machines-outils à commande numérique » (a) à partir d'une grande variété de critères :

Toutefois seul un petit nombre d'entre eux sont intéressants à retenir lorsqu'on veut mettre en évidence les effets que l'introduction de la « commande numérique » a sur la qualification. Une combinaison de ces critères permet des classifications déjà complexes.

1. Le degré d'interdépendance dans les déplacements :

Une première classification s'opère à partir du degré d'interdépendance entre les déplacements de la table de travail et des tourelles porte-outils : [1] (b)

- machines « point par point » : les déplacements de la table suivant les deux axes se font de façon indépendante. La table se déplace entre les opérations d'usinage, l'outil étant en position haute. Les machines travaillant point par point sont essentiellement des perceuses et des taraudeuses.
- machines en « paraxial » : les déplacements de la table se font successivement selon les axes pendant que l'outil travaille. Les machines travaillant en paraxial sont essentiellement des fraiseuses et des aléseuses.
- machines en « contournage » : la table se déplace simultanément selon les deux axes. Le déplacement de l'outil de coupe est solidaire des déplacements de la table. Les machines les plus perfectionnées peuvent avoir jusqu'à six axes de déplacement. Deux d'entre eux sont les axes translation de la table et les autres sont des axes de rotation. Les machines travaillant en « contournage » sont essentiellement des tours, des rectifieuses cylindriques, d'arbres à cames ou de surfaces quelconques, des fraiseuses.

Les premières MO/CN qui sont apparues aux Etats-Unis en 1942 étaient des « machines à contourner ». Elles répondaient à des exigences techniques nouvelles exprimées par les industries aéronautiques : l'usinage de surfaces gauches. Par la suite l'extension de la « commande numérique » s'est faite au « paraxial » puis au « point par point » lorsque des raisons économiques l'ont justifié.

(a) Par la suite les « machines-outils à commande numérique » sont désignées par l'abréviation MO/CN.

(b) Les chiffres [...] renvoient à la bibliographie indiquée en dernière page.

Aujourd'hui les machines-outils perfectionnées perdent leur spécificité en matière d'usinage (fraisage, alésage...) pour se transformer en machines polyvalentes appelées « centre d'usinage ».

2. Les équipements accessoires.

Toutes les catégories de machines décrites précédemment peuvent comporter des « équipements accessoires » qui modifient sensiblement leurs conditions d'utilisation :

- **des porte-outils** : ils permettent d'effectuer le pré réglage des outils sur des bancs spéciaux et raccourcissent sensiblement les temps de changement d'outil ;
- **des broches multiples** : il s'agit de plusieurs broches effectuant en même temps le même travail ;
- **des tourelles porte-outils** : ayant des formes diverses (tambour, revolver...) elles permettent de monter simultanément plusieurs outils qui sont sélectionnés par la suite, en fonction des programmes d'usinage, selon les directives de la commande. La sélection s'effectue par rotation de la tourelle ;
- **des magasins d'outils** : dotés eux aussi de formes diverses ils permettent un stockage d'outils pré réglés beaucoup plus important que les tourelles (jusqu'à 45 outils contre une dizaine maximum pour les tourelles). Les outils stockés dans les magasins sont automatiquement fixés dans la broche unique à partir du programme d'usinage. Sur les modèles les plus perfectionnés une partie des opérations nécessaires pour le changement d'outil s'effectue en temps « masqué » (c'est-à-dire pendant que le travail d'usinage se réalise par ailleurs) réduisant ainsi les temps morts ;
- **des échangeurs de pièces** : eux aussi de conceptions diverses, ils permettent de fixer des pièces en préparation pendant que d'autres sont usinées. Ils réduisent donc les temps morts et rendent possible l'automatisation de l'approvisionnement des machines.

3. Les supports d'instructions données aux machines.

Les « instructions » données aux machines consistent d'une part en des coordonnées de points à usiner ou des trajectoires d'outils, d'autre part en des « instructions annexes ». Il s'agit : des vitesses de broche, des vitesses d'avance de travail, des outils à employer, des opérations d'arrosage et des cycles de travail ou types d'opérations (perçage, taraudage, limage, etc...) avec leurs successions.

La « commande numérique » doit être bien différenciée d'autres techniques de commandes qui sont d'une nature différente. Il faut la distinguer en particulier :

- **des machines à butées** : chaque séquence ou cycle est fixée une fois pour toutes après réglage des butées ; toute modification du cycle devient difficile ;
- **des machines câblées** : les instructions sont introduites une fois pour toutes dans la machine. Toute modification de programme demande un changement du câblage ;
- **des machines à programmes (Diode)** : les programmes d'usinage sont inscrits sur une carte dans laquelle s'insèrent des fiches. Les changements de programme s'opèrent par changement de la carte. (c).

(c) On peut faire mention de la « Commande adaptative ». Dans ce cas de commande numérique l'outil n'est programmé que pour la dernière passe. Pour toutes les autres, la machine détermine elle-même la façon d'enlever le métal en fonction des instructions d'optimisation d'usinage (vitesse, effort de coupes, températures...). Cette forme évoluée de la commande numérique n'est pas encore en service courant.

L'introduction des instructions dans les MO/CN peut se faire soit à la main, soit à l'aide d'un support :

- pour les machines à affichage à main l'opérateur rentre une à une les instructions en mémoire à partir d'un pupitre de commande. Dans ce cas le fonctionnement de la machine est semi-automatique. Les risques d'erreur au moment de l'affichage des cotes sont importants ;
- les supports les plus souvent utilisés sont les bandes perforées et les bandes magnétiques. La bande perforée constitue le support le plus utilisé en usinage car, malgré sa rusticité par rapport à la bande magnétique, elle est d'un emploi plus facile. En particulier elle peut se modifier facilement en atelier (coupures et rajouts). Les systèmes de lecture sont variables.

B. — Les concurrences entre techniques d'usinage

Les MO/CN ont la réputation de concurrencer avantageusement des techniques d'usinage plus classiques pour des travaux déterminés : [2]

- en perçage et taraudage : les « machines à pointer » sont aussi chères que les MO/CN, elles sont donc directement concurrencées par ces dernières. Les procédés d'usinage avec des outillages classiques associés à des « canons » guides forés peuvent demeurer dans certains cas plus avantageux que la commande numérique en raison du faible investissement qu'ils nécessitent ;
- en alésage : la concurrence s'établit avec les procédés utilisant un outillage porte-guide et des vérifications à la cale ;
- en pointage : l'avantage de la commande numérique réside surtout dans la plus grande régularité du travail exécuté en raison de la suppression des erreurs humaines ;
- en tournage : la commande numérique ne peut concurrencer les tours à décolleter automatiques équipés « d'outils de forme » ou les tours à reproduire équipés de palpeur hydraulique, lors des fabrications en grandes séries. Elle concurrence les techniques classiques pour des séries moyennes à partir de 50 à 100 pièces ;
- en rectification : la commande numérique est concurrentielle pour la fabrication des arbres à cames en séries inférieures à 2.000 unités et pour les surfaces complexes ;
- en fraisage : la commande numérique obtient des précisions plus grandes que toutes les techniques de copiage, pour tous les cas de surfaces complexes. Elle se trouve en concurrence avec les techniques classiques pour les fabrications en séries des pièces nécessitant une précision moyenne.

II. — EFFETS SUR LA QUALIFICATION

L'introduction de la commande numérique :

- entraîne la création d'emplois nouveaux de programmeurs,
- peut, suivant les cas, avoir pour conséquence une déqualification importante des opérateurs ou le maintien des qualifications traditionnelles.

La lecture de l'ensemble de la littérature portant sur le sujet laisse l'impression dominante que l'introduction de « commandes numériques » entraîne des créations d'emplois nouveaux de programmeurs et une déqualification importante des ouvriers opérant sur les machines [3].

Cette affirmation est vivement combattue par nombre de techniciens compétents qui estiment au contraire que la qualification des opérateurs sur MO/CN restera élevée.

Une analyse rigoureuse des types de travaux demandés, des techniques mises en œuvre et de la division des tâches entre les individus montre qu'il s'agit là de jugements de valeur. Il existe en réalité une série de cas de figures, qui vont d'une déqualification importante au maintien quasi complet de la qualification traditionnelle.

A. — Des certitudes

L'introduction de cette technique nouvelle a des répercussions certaines sur la liste des opérations à effectuer et sur la répartition entre l'homme et la machine des facteurs de leur bonne réalisation.

1. Des tâches à réaliser.

Pour comprendre le rôle joué par l'introduction de la commande numérique, il faut repartir de la série des opérations qui doivent être réalisées pour parvenir à l'usinage. Le tableau ci-dessous indique les opérations nécessaires dans le cas de machines classiques et dans le cas de MO/CN.

LISTE DES TACHES	COMMANDE NUMÉRIQUE	COMMANDE MANUELLE
Etablissement du programme :		
— gamme d'usinage	x	x
— formes du montage	x	x
— outillages à utiliser	x	x
— moyens de contrôle nécessaires	x	x
— écriture du programme	x	
Etablissement du ruban perforé	x	
Réalisation des pièces :		
— montage et bridage de la première pièce ..	x	x
— réglage de la machine	x	x
— préparation de l'outillage	x	x
— usinage de la première pièce	x	x
— contrôle de la première pièce	x	x
— modification du programme	x	
— usinage de la série	x	x

Si la commande numérique introduit des tâches nouvelles de programmation, elle ne supprime pas pour autant un ensemble d'opérations à caractère strictement mécanique (montage et calage de pièces, réglage des outils...) qui restent à réaliser...

La commande numérique a pour effet, au niveau de la liste des opérations à effectuer, d'introduire des tâches nouvelles de réalisation et de contrôle des programmes. Elle engendre donc un « allongement du détour productif » et ne dispense en aucun cas de déterminer les gammes, de régler les outils, de réaliser les montages et calages des pièces. En cela les MO/CN se présentent comme d'autres machines automatiques. Pour les machines à copier par exemple, des reproducteurs doivent être réalisés avant qu'on puisse procéder à l'usinage en série.

Un ensemble d'opérations à caractère strictement mécanique reste donc à exécuter.

2. Un transfert de compétence à la machine.

... La qualité des réalisations d'usinage (reproductibilité des formes, contournage, etc.) ne dépend plus des capacités de l'ouvrier mais des possibilités techniques de la machine...

Dans la mesure où les déplacements des outils et de la table sont commandés par programme, la qualité des réalisations d'usinage ne dépend plus, de ce point de vue, des capacités de l'opérateur mais des capacités techniques des machines. En particulier tous les travaux de contournage qui demandaient une dextérité peu commune de la part de l'opérateur, n'exigent plus ici de compétences particulières.

De même dans le cas de séries, la machine réalise normalement la reproductibilité complète des formes et assure ainsi une régularité des formes produites.

B. — Des situations diversifiées.

1. Selon les types de travaux à réaliser.

La qualification de l'opérateur est d'autant plus élevée que les pièces réalisées sont complexes, de taille importante et exigent un long temps d'usinage...

Les pièces à exécuter peuvent se caractériser par leur matériau, leur complexité et leur taille, dont découlent généralement des temps d'usinage plus ou moins longs et des valeurs plus ou moins élevées. La taille des pièces comme l'importance des machines, la délicatesse et la longueur des temps d'usinage, déterminent les besoins en surveillance pour ces opérations. Ainsi pour des temps d'usinage élevés, l'opérateur doit veiller sur les formes d'usure des outils de coupe qui, elles, ne sont pas programmées, et a seul la responsabilité de leurs changements.

Plus les pièces sont de tailles importantes et délicates à réaliser, exigeant un long temps d'usinage, et plus la qualification de l'opérateur reste élevée. Elle le sera d'autant plus que les entreprises ne veulent pas prendre le risque de manquer ne serait-ce qu'une seule pièce.

Pour les pièces de petite taille, d'usinage simple, la qualification de l'opérateur peut être plus faible.

La compétence du programmeur est liée également à la complexité de la gamme d'usinage...

De même en programmation, la compétence du programmeur est plus ou moins grande selon la complexité de la gamme d'usinage. De ce point de vue sont mises en jeu à la fois, sa compétence de « gammiste » pour l'élaboration convenable de la gamme et celle de « programmeur » pour l'élaboration du programme le plus économique.

2. Selon le niveau technique.

Si tous les axes de la machine ne sont pas commandés par programme, le réglage fait appel aux qualifications traditionnelles...

Le réglage des machines dont tous les axes ne sont pas commandés par programme (axes commandés par butées) entraîne des opérations manuelles qui se rapprochent du réglage des machines classiques. Ce réglage demande donc une qualification traditionnelle.

... la programmation automatique exige un langage particulier...

Pour la programmation : la programmation automatique exige la connaissance d'un langage particulier, le plus souvent l'IFAPT, la programmation manuelle ne réclamant la connaissance d'aucun langage spécial.

3. Selon les divisions des tâches décidées par les entreprises.

La programmation peut être établie par le service méthodes ou confiée à l'encadrement dans l'atelier : ingénieur, maîtrise...

La réalisation peut se faire suivant des modalités différentes qui correspondent à des divisions des tâches plus ou moins grandes.

DIVISION DES TACHES

	FORTE					MOYENNE			FAIBLE	
	Méthode	Contrôle	Maîtrise fabrication	Régleur	Opérateur	Maîtrise fabrication	Contrôle	Opérateur	Maîtrise fabrication	Opérateur
Réalisation des pièces :										
— montage de la première	•					△		•	△	•
— réglage de la machine				•		△		•		•
— préparation de l'outillage				•		△		•		•
— usinage de la première	•					△		•		•
— contrôle de la première		•					•		•	
— usinage de la série			△		△			△		△

• : opération réalisée par... △ : opération sous la surveillance de...

... une faible division des tâches exige de l'opérateur les connaissances liées à la mécanique traditionnelle...

... Dans le cas d'une forte division des tâches l'opérateur n'a plus qu'une fonction de surveillance.

Dans le cas d'une forte division des tâches, l'opérateur n'a plus qu'à surveiller une machine usinant une série. Il n'a plus aucune tâche à réaliser pour laquelle des connaissances particulières d'ouvrier d'usinage classique seraient nécessaires.

Dans le cas d'une faible division des tâches, l'opérateur conserve en propre toutes les tâches de montage et réglage d'outils qui exigent des connaissances possédées par les ouvriers qualifiés de la mécanique traditionnelle.

C. — Le contenu des qualifications : (d)

Les répercussions que l'introduction de la commande numérique aura sur les qualifications ne peuvent pas être déterminées à priori. Les qualifications des personnels associés à ce type de commande varient selon les cas de figures. Elles varient en particulier solidairement les unes des autres selon les divisions des tâches opérées par les entreprises.

On peut définir trois types d'organisations repères :

- pour les pièces importantes et complexes comme dans l'industrie aéronautique, la commande numérique est associée à des opérateurs très qualifiés et à des programmeurs en programmation automatique également très qualifiés ;
- pour les pièces faiblement ou moyennement complexes en séries (fabrication automobile, mécanique) des programmeurs en programmation automatique moyennement qualifiés seront associés à des régleurs et à des opérateurs de faible qualification type OSQ ;
- pour les pièces simples, en petites séries (fabrication d'outillage, mise au point de prototype) la programmation sera faite de préférence manuellement par la maîtrise ou l'encadrement, et l'opérateur restera un ouvrier moyennement qualifié de la mécanique type P1 ou au maximum P2.

Dans tous les cas, par rapport à l'ouvrier sur machines non automatiques conventionnelles, le contenu de la qualification de l'opérateur change de nature dans la mesure où il ne guide plus les déplacements ni d'outils, ni de table.

D. — Les types de formation à dispenser.

Compte tenu des raisonnements précédents on saisit aisément que les besoins en formation varieront fortement selon les situations rencontrées. Les besoins sont encore plus diversifiés si l'on tient compte, comme cela est nécessaire, des formations initiales et des formations ultérieures, dans la perspective de carrières différentes pouvant être offertes aux intéressés selon leurs origines, leurs aptitudes et leurs goûts.

1. Sur la majorité des machines actuellement en service les opérateurs utilisés sont des ouvriers qualifiés traditionnels de la mécanique (le plus souvent des fraiseurs P2 ou P3 ou des tourneurs) ayant une assez longue expérience (plus

(d) Nous n'avons pas traité ici le cas du personnel d'entretien. On doit cependant souligner que les MO/CN sont souvent complexes et d'un maintien en état délicat surtout pour les machines hydrauliques. Les réparations les plus importantes sont faites, généralement, par les constructeurs. Nombre de machines étant fabriquées à l'étranger, cette situation risque, d'un point de vue économique, d'être particulièrement dangereuse pour les entreprises. Il y aura donc à former des spécialistes pour réparer ce type de matériel en attendant qu'il atteigne une fiabilité supérieure.

de 10 ans). Destinés semble-t-il à continuer leur vie professionnelle comme opérateurs sur MO/CN ils se considèrent dans une situation qui les déqualifie et qui entraîne pour eux un handicap de carrière irrémédiable. La tendance des entreprises est donc de procéder à des surcompensations par surclassement des postes sur MO/CN. Cette solution n'est qu'un pis aller : elle ne permet pas de résoudre le problème et engendre des difficultés nouvelles par les distorsions qu'elle introduit dans les grilles de classification.

Pour bien faire en ce qui concerne le personnel à formation traditionnelle, il faudrait, sauf exception technique particulière, prendre des jeunes P1 ou P2 ayant deux à trois ans d'expérience professionnelle maximum et les faire passer sur des MO/CN dans le cadre de filières leur permettant de passer plus ou moins longtemps sur ces machines.

Ces filières pourraient être de trois ordres selon les cas envisagés :

- retour sur des machines classiques,
- passage à la maîtrise d'atelier avec ou sans programmation manuelle selon les types d'organisation des entreprises,
- passage aux services méthodes avec programmation manuelle ou automatique.

Il semble que ce n'est qu'à ce prix que l'introduction des MO/CN pourra se faire de façon satisfaisante dans les ateliers.

De même, compte tenu des connaissances qu'ils doivent posséder, les programmeurs actuels devraient être formés à partir du personnel déjà en place dans les services méthodes ou en fabrication.

2. La mise en place de nouvelles formations initiales devrait se situer dans les mêmes perspectives de carrières possibles.

- Pour les machines demandant les opérateurs les moins qualifiés (fabrication d'arbres à cames et de pièces simples en séries) il faudrait mettre en place des formations rapides d'OSQ sur MO/CN qui, par promotion, pourraient aller jusqu'à P1 sur des MO/CN plus complexes.

- Pour les machines plus complexes il faudrait former des OP pour MO/CN qui devraient être capables de suivre des filières, soit de production, soit de maîtrise, soit de méthode.

- Enfin, pour les programmeurs en programmation automatique, il faudrait former des agents techniques capables à la fois d'établir des gammes et de programmer. Ces derniers devraient pouvoir bénéficier de filières leur permettant un passage vers les cadres.

Dans tous les cas des formations adaptées aux passages entre emplois devraient être mises au point.

III. — LES BESOINS EN FORMATION JUSQU'EN 1975

A. — La diffusion actuelle des machines-outils à commande numérique.

En 1970, le parc français de machines-outils à commande numérique était de 1.000 à 1.100 machines qui peuvent se ventiler de la façon suivante : [4]

La « commande numérique » reste en France un phénomène marginal...

PAR SECTEURS :		PAR TYPES :	
Armement	8,8 %	Perceuses	32,6 %
Constructions mécaniques .	13,6 %	Fraiseuses	25,2 %
Construction de machines-outils	15,7 %	Tours	14,2 %
Constructions électriques et électroniques	13,2 %	Centres d'usinage	5,9 %
Constructions automatiques.	13,2 %	Aléseuses	5,5 %
Aéronautique	22,0 %	Pointeuses	4,4 %
Autres	13,5 %	Machines divers	12,2 %
	100,0 %		100,0 %

L'industrie aéronautique utilise des machines plus importantes que les autres secteurs. On estime qu'en valeur ce secteur représente près de 40 % du parc.

On estime également à 20 % le nombre de « machines en contournage ».

En programmation 26 % des établissements équipés de MO/CN utilisaient à la même date la programmation automatique.

En 1970, l'industrie française a fabriqué 147 machines-outils à commande numérique représentant 60 millions de F hors taxes, soit 3,5 % de son chiffre d'affaires. Elle a fabriqué dans le même temps 1.034 machines à « commande programmée » pour une valeur de 92 millions de francs.

En 1970 la commande numérique reste donc en France un phénomène marginal.

B. — Les perspectives de diffusion à moyen terme.

Malgré le retard que connaît la France dans la diffusion de ce type de matériel (le nombre de MO/CN par milliers d'habitants en 1970 serait de 16 pour la France contre 58 en R.F.A., 68 en G.-B., 142 aux U.S.A.), les perspectives de développement restent limitées. [5]

... d'après les prévisions les plus récentes le parc des MO/CN devrait atteindre 4.000 à 4.500 machines en 1975...

Les prévisions de diffusion qui ont été faites jusqu'à présent ont toutes dû être révisées à la baisse. Les dernières prévisions estiment que le parc machines devrait être en 1975 de l'ordre de 4.000 à 4.500. Les prévisions faites en 1968 estimaient, pour la même date, que ce parc serait de 6.000 machines.

Toutes proportions gardées, le développement des « centres d'usinage » devrait être plus rapide.

... L'implantation des nouvelles MO/CN devrait se faire principalement dans des petites et moyennes entreprises sous forme de centres d'usinage.

L'implantation des nouvelles MO/CN devrait se faire principalement dans des petites et moyennes entreprises de mécanique générale et de sous-traitance.

La tendance générale serait au maintien le plus longtemps possible de la programmation manuelle. Le passage à la programmation automatique ne se ferait que sous la contrainte exercée par une complexité croissante des pièces à usiner.

C. — Les perspectives d'évolutions techniques

1. Pour les machines :

- Extension de la CN à l'environnement de la machine, en particulier aux instruments de mesure des processus, ce qui permettrait de contrôler en permanence les séquences d'usinage et d'améliorer les souplesses d'utilisation ;
- Complexités croissantes des machines, en particulier des machines multibroches travaillant sur une même direction et des groupes disposés sur plusieurs axes ;
- Accroissement des vitesses de coupe et d'avance ;
- Meilleure interchangeabilité des outils et combinaison des techniques de point par point et de contournage.

2. En programmation

- La programmation automatique devrait couvrir non seulement les données géométriques mais encore les données technologiques et d'optimisation de cycle (process oriented programming) ;
- La commande adaptive, système qui adapte automatiquement les opérations aux matériaux usinés, devrait se diffuser ;
- A long terme : intégration totale des opérations de fabrication qui partiront de la conception de la pièce par ordinateur (computer aided design) ;
- Contrôle de dimension des pièces usinées par les machines elles-mêmes.

L'ensemble de ces perspectives d'évolutions techniques ne doit se faire sentir qu'à un terme nettement plus long, probablement aux alentours des années 1980. Il y a donc pas lieu d'en tenir compte ici.

D. — Essais d'évaluation de besoins en formation.

Globalement les besoins en formation pour des opérateurs sur MO/CN devraient être encore limités en 1975. Sur la base de 4.000 machines en service en 1975, 3.000 machines nouvelles devraient être installées. Sachant qu'en général chaque machine a son opérateur et qu'elle est utilisée en deux postes, il faudrait donc pourvoir 6.000 postes supplémentaires d'opérateurs entre 1970 et 1975, ce qui représente un effort de formation annuel moyen de 1.200 personnes. En supposant qu'en fait, la durée de vie professionnelle moyenne d'un opérateur sur ce type de machine pourrait être limitée à 4/5 ans, il faudrait compter vers 1975 des besoins en formation plus importants de l'ordre de 2.000 à 2.400/an.

De même pour la programmation, en retenant l'hypothèse avancée de 1.500 entreprises nouvelles adoptant des MO/CN, on peut considérer qu'il faudra au moins une personne capable de programmer par entreprise et dans certains cas plusieurs. Les besoins en formation devraient donc concerner près de 2.000 personnes en 5 ans, soit 400 par an, en moyenne, besoins qui pourraient

être légèrement majorés dans les années 1975 pour tenir compte des renouvellements. En supposant un léger progrès dans la diffusion de la programmation automatique, et en considérant que celle-ci pourrait être adoptée par 30 % des entreprises nouvelles, les besoins annuels pourraient être de 300 programmeurs manuels et de moins de 100 programmeurs automatiques, tous types de formations (initiales ou complémentaires) confondus.

Compte tenu du fait que les machines implantées en France dans la période devraient être en moyenne assez simples et situées dans des petites ou moyennes entreprises, et en incitant les entreprises à ne pas procéder à des divisions des tâches trop poussées, les profils de qualifications les plus répandus devraient être :

1. pour la maîtrise :

Chef d'équipes et contremaître capables de programmer manuellement,

2. pour les opérateurs :

OP1 ou OP2 fraiseurs sur MO/CN,

3. pour les méthodes :

Programmeur en programmation manuelle élaborée ou en programmation automatique simple.

Les actions de formation, tant premières que complémentaires, devraient être quantitativement centrées sur ces types de qualifications. Pour le reste les actions de formation devraient être limitées à la mise en place d'un nombre très restreint de centres de formation valables pour toute la France.

Même si la surveillance des MO/CN n'exige pas d'habileté manuelle, la nécessité de pouvoir apprécier et contrôler la réalisation du travail sans l'aide d'appareils de mesures appropriés, fait que l'opérateur doit être capable de comprendre ce qui se passe pendant les opérations d'usinage. Il doit donc, le plus souvent, posséder les connaissances de base de l'ouvrier de la mécanique traditionnelle.

La formation des opérateurs sur MO/CN devrait donc correspondre davantage à une spécialisation à partir des bases classiques, ou à un perfectionnement de jeunes professionnels, qu'à une première formation nouvelle.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. SACHOT, « La machine-outil classique et l'automatisation », in la revue « Arts et Métiers », n° 4 - avril 1964.
- [2] P. BEZIER, « Emploi des machines à commande numérique », édit. Masson et Cie, 1970.
- [3] « L'enseignement et la formation de l'ouvrier métallurgiste de 1980 », Séminaire syndical régional, Paris, octobre 1968. — Rapport final, O.C.D.E. « Col. séminaires internationaux », 1971.
- [4] Compte rendu d'une enquête de la S.E.M.A., in revue « Les industries mécaniques », 7 octobre 1971 (revue de la Fédération des industries mécaniques et transformatrices des métaux).
- [5] « Machines-outils à commande numérique. — Leur introduction dans les industries mécaniques et électriques ». — Rapport O.C.D.E., 1970.

Librairies-Imprimeries Réunies
7, rue Saint-Benoit, Paris-VI^e
548-24-75 - 548-54-83