



La machine-outil à commande numérique

Michel Amestoy, Jean-Denis Cartigny, Michel Picaud

► To cite this version:

Michel Amestoy, Jean-Denis Cartigny, Michel Picaud. La machine-outil à commande numérique. Sciences de l'ingénieur [physics]. 1978. hal-01909948

HAL Id: hal-01909948

<https://minesparis-psl.hal.science/hal-01909948>

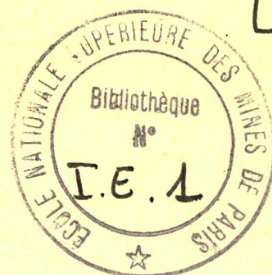
Submitted on 31 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Consultation sur place

LA MACHINE-OUTIL A COMMANDE NUMERIQUE
Analyse du Comportement de la Puissance Publique



M. AMESTOY

J.D. CARTIGNY

M. PICAUD

Ingénieurs - Stagiaires

Directeur de Dossier : Th. CAUDIN
MINISTERE DE L'INDUSTRIE

(Octobre 1977-Mai 1978)

LA MACHINE-OUTIL A COMMANDE NUMERIQUE
Analyse du Comportement de la Puissance Publique

[72]



M. AMESTOY

J.D. CARTIGNY
Ingénieurs -- Stagiaires

M. PICAUD

Directeur de Dossier : Th. CAUDIN
MINISTERE DE L'INDUSTRIE

(Octobre 1977-Mai 1978)

LA MACHINE-OUTIL A COMMANDE NUMERIQUE : ANALYSE DU COMPORTEMENT DE LA
PUISSANCE PUBLIQUE

I) <u>L'ACTION DES POUVOIRS PUBLICS EN MATIERE DE COMMANDE NUMERIQUE</u> :.....	p.3
A. La situation du secteur et les raisons de l'intervention des pouvoirs publics,	
B. La nature de l'intervention des pouvoirs publics :	
1. L'action des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs,	
2. L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs.	
II) <u>LA REACTION DES INDUSTRIELS</u> :	p.13
A. La critique de l'action des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs	
B. La critique de l'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs.	
III) <u>COMPARAISONS INTERNATIONALES</u>	p.17
A. Les Etats-Unis,	
B. La Norvège,	
C. Le Japon.	
IV) <u>REFLEXIONS CRITIQUES</u>	p.25
V) <u>ANNEXES</u> :	p.33
A. Rôle et mission de l'ADEPA ; les principaux langages de programmation ; les problèmes de formation	
B. Compte-rendu des séances de travail du groupe de réflexion du GAMI	
C. La robotique industrielle	
D. Tableaux statistiques	
E. Organismes consultés	

Le "Massachusetts Institute of Technology" (M.I.T.) a jeté les fondements, à la fois théoriques et pratiques, de ce qui est, aujourd'hui, la commande numérique (C.N.).

Sur un plan théorique, ayant été amené pour le compte de l'industrie américaine, en 1948, à se pencher sur un problème d'usinage très complexe, irréalisable en commande manuelle, le M.I.T., en quatre années de recherche, a en effet réussi à déterminer les principes de la définition numérique des déplacements d'un outil et "les bases" d'un langage machine, permettant la programmation.

Sur un plan pratique, les travaux du MIT ont abouti à la réalisation d'un prototype de machine.

Des industriels se sont alors successivement lancés dans la fabrication des deux types actuels de machines, celles à positionnement continu, puis celles à positionnement discontinu.

Pour ce qui est des machines à positionnement continu, celles-ci furent les premières machines construites et l'ont été selon les principes préconisés par le M.I.T.. Dans les machines de ce type, les déplacements de l'outil doivent s'effectuer suivant une trajectoire prédéterminée, en même temps que s'effectue l'usinage de la pièce. Ces machines, comme les fraiseuses et certains tours, qui sont dites de "contournage", sont très complexes, et par la suite, grandit l'intérêt de généraliser les techniques mises au point à d'autres problèmes d'usinage ; tout ceci se matérialisa avec la venue des machines à positionnement discontinu. Dans ce type de machines, plus simples, sont réalisées uniquement des mises en position discrètes ou des usinages, parallèlement aux axes principaux de déplacement. On citera par exemple les perceuses, les poinçonneuses, les pointeuses.

En France, "l'institutionnalisation" de la C.N. que constitue en 1968, la création de l'A.D.E.P.A. (Association pour le Développement du système unifié de Programmation Automatique IFAPT) a été le fait marquant du développement de cette technique jusque dans les années 1970. Celle-ci a résulté de la volonté conjuguée des industriels et des pouvoirs publics. Le désir des premiers de voir se développer la C.N., en France, a été à l'origine de la constitution d'un groupe spécial de réflexion du GAMI (Groupement pour l'Avancement de la Mécanique Industrielle), chargé de promouvoir le développement des techniques de C.N. et des techniques connexes (programmation, calculateurs). Dans le même temps, la volonté des seconds de maintenir l'indépendance nationale devait aboutir à la création d'un langage de programmation français. En effet, l'autonomie de fabrication des arsenaux, conséquence indirecte de la politique gaullienne d'indépendance nationale nécessitait la création immédiate de

notre propre langage de programmation : le langage IFAPT, dérivé de l'APT américain (Automatically Programmed Tools) a ainsi vu le jour grâce aux efforts conjugués de la CII et du LCA (Laboratoire Central de l'Armement) qui s'était efforcé par l'organisation d'un atelier pilote de C.N. d'aider l'industrie d'armement à appliquer rapidement toutes les techniques nouvelles de programmation. L'existence de ce langage et les propositions du groupe de réflexion du GAMI ont eu un rôle déterminant dans la décision gouvernementale de création de l'ADEPA, décision inspirée, par ailleurs, de l'exemple allemand.

A partir de 1972, les pouvoirs publics allaient intervenir plus directement en matière de C.N.

Dans une démarche analytique, il convient :

- tout d'abord, d'exposer la politique des pouvoirs publics,
- ensuite, d'analyser la réaction du secteur privé, c'est-à-dire le comportement des industriels,
- enfin d'établir des comparaisons avec d'autres pays,

Une partie synthétique suivra, où seront regroupées quelques réflexions critiques.

I) LA POLITIQUE DES POUVOIRS PUBLICS EN MATIERE DE COMMANDE NUMERIQUE

Nous analyserons tout d'abord la situation du secteur et les raisons de l'intervention des pouvoirs publics, puis la nature de cette intervention.

A. La situation du secteur et les raisons de l'intervention des pouvoirs publics :

Vers les années 1970, les techniques de C.N. étaient arrivées à maturité. Comment les industriels allaient-ils réagir face à ce phénomène ?

Le comportement des industriels vis-à-vis de la C.N. a été décevant, puisque la C.N. n'a pas connu en France, le développement théorique et pratique attendu. Sur le plan théorique de la prospective, les nombreuses prévisions faites concernant l'ampleur éventuelle du marché de C.N. ont été fort loin d'être vérifiées. Sur le plan plus pragmatique de la vie industrielle, la faiblesse du secteur M.O. qui n'est nullement homogène avec la puissance industrielle nationale apparaît aussitôt si l'on considère la part trop importante des importations françaises de M.O. En effet, seulement la moitié des machines utilisées en France y est fabriquée ; la moitié des machines importées provenant par ailleurs d'Allemagne.

A un niveau international, le développement de la CN en France n'a pas eu de commune mesure, d'une part avec l'expérience américaine quant aux moyens, d'autre part avec l'expérience allemande, quant aux hommes.

Pour ce qui est des moyens, en ce qui concerne les Etats-Unis, la forte impulsion qu'y a connu la C.N., a des causes macroéconomiques et micro-économiques. A un niveau macroéconomique, une action gouvernementale puissante a reposé sur des motivations de défense nationale. Le gouvernement américain qui voulait en effet disposer de programmes enregistrés utilisables dans n'importe quelle ville, a imposé la C.N. dans les contrats de l'US AIR FORCE. A un niveau microéconomique, certaines caractéristiques des entreprises américaines ont favorisé l'essor de la C.N. ; ce sont principalement d'une part, la cherté de la main-d'oeuvre, rendabilisant par là-même, plus facilement, toute tentative faite pour diminuer le temps de la main-d'oeuvre, en particulier l'introduction de la C.N. ; d'autre part, le dynamisme certain des industriels vis-à-vis de l'innovation.

Pour ce qui est des hommes, en ce qui concerne l'Allemagne, l'effort considérable consenti pour imprégner les mentalités, passe par le respect des institutions ; à cet égard, l'Allemagne dispose de TECHNISCHE HOCHSCHULE. Par ailleurs, les échelles entre la vie industrielle allemande et française sont différentes ; c'est ainsi qu'à titre de comparaison, il y a deux mille participants aux journées d'étude d'Aix-la-Chapelle sur la M.O.,

alors qu'en France, pour une manifestation analogue, on réunit rarement plus d'une cinquantaine de personnes.

A cette faiblesse relative, et au manque de compétitivité du secteur français de MOCN au niveau international, correspondent des causes structurelles nationales d'ordre historique, économique et psychologique.

- Sur un plan historique, la fâcheuse habitude française d'acheter du matériel étranger provient d'une part du fait qu'au lendemain de la guerre, la France se soit équipée, à bas prix, en MO américaine et allemande dans le cadre, par exemple, du Plan MARSHALL, et d'autre part que par la suite, elle se soit rééquipée chez les mêmes constructeurs étrangers.

- Sur un plan économique, des carences sont à recenser, à la fois du côté des constructeurs, et du côté des utilisateurs. Côté constructeur, le virage C.N. a été pris en France plus tard que chez nos concurrents étrangers, car beaucoup de fabricants français de M.O. n'ont pas cru à la C.N., (l'industrie américaine de la MOCN s'est développée dès 1960). Ceci n'explique cependant pas tout, car les Italiens ont démarré tard, et ont bien rattrapé leur retard, leur parc de MOCN étant actuellement supérieur au nôtre. Côté utilisateur, le passage à l'automatisation malgré ses avantages n'était pas évident pour les industries de petites et moyennes séries ; en effet, si on s'intéresse à des critères quantitatifs, d'une part les salaires des professions manuelles étaient nettement moins élevés à cette époque que maintenant, d'autre part financièrement, le prix d'une MOCN est deux à trois fois plus élevé que celui d'une machine conventionnelle, et si l'on s'intéresse à des critères qualitatifs, il est difficile d'analyser les retombées globales du passage à l'automatisation d'un atelier qui sous-entend à tout-coup une réorganisation de l'unité : constitution d'un atelier d'outillage spécifique...

- Sur un plan psychologique, le caractère insatisfaisant du développement de la C.N. en France est dû au manque de dynamisme vis-à-vis de l'innovation des industriels français comparés à leurs collègues américains et allemands, et qui a été dénoncé plus haut.

Toutes ces raisons d'ordre structurel expliquent la timidité manifeste des industriels français vis-à-vis de la C.N. et sont autant de justifications à l'intervention des pouvoirs publics. D'autres raisons d'ordre conjoncturel s'y ajoutent.

A un niveau conjoncturel, le caractère impératif de pression d'ordre technique, économique et financier est en effet à prendre en compte.

- Sur un plan technique, la simplification que la C.N. vient de connaître à cette époque là, la fait déborder de son cadre traditionnel d'utilisation

qui était l'armement et l'industrie aéronautique, la C.N. a désormais d'autres applications à la mécanique de petites séries et de sous-traitance.

- Sur un plan économique, notre pays doit se lancer sans plus tarder dans la fabrication de MOCN qui sont des machines d'avenir, car parallèlement, il y a maintenant une forte concurrence en machines conventionnelles, due entre autres, aux pays en voie d'industrialisation ; et il y a l'impossibilité pour ces mêmes pays, de produire des machines de conception avancée.

- Sur un plan financier, la faiblesse du secteur national des directeurs de commande est doublement regrettable. Il est vrai en effet d'une part qu'au niveau des importations, toute opération de ce type se solde par une perte de devises, d'autre part qu'au niveau des exportations, l'augmentation des délais de livraison par les pays étrangers constructeurs peut annihiler l'effort national entrepris en matière d'exportation de MOCN.

Ainsi donc les raisons de l'intervention des pouvoirs publics en 1972 sont, d'une part, la faiblesse structurelle du secteur français de MOCN, d'autre part, un contexte conjoncturel porteur. Mais dans une telle situation, quelle fut la réaction des pouvoirs publics ? Analysons à présent la nature de leur intervention.

B. La nature de l'intervention des pouvoirs publics :

Pour pallier la double carence, constatée plus haut, du secteur consommation et du secteur production de l'industrie française de MOCN, l'intervention des pouvoirs publics comporte :

- d'une part des mesures en faveur des utilisateurs,
- d'autre part des mesures en faveur des constructeurs.

1. L'action des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs :

L'action des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs éventuels de MOCN apparaît comme un moyen d'incitation à l'achat de matériel français, et donc comme une tentative de faire décroître la part relative des importations de matériel étranger.

Suivant un plan chronologique, nous allons étudier :

- Tout d'abord, la première série de mesures, appelée " procédure des 100 machines" qui fut en vigueur de 1972 à 1976,
- Puis, la seconde série de mesures prises en 1977, comprenant d'une part la procédure des "350 machines" venant prolonger et renforcer la précédente,

d'autre part, une procédure visant à favoriser l'achat par des établissements d'Enseignement Supérieur de MOCN d'origine française.

a) la procédure dite "des 100 machines"

La procédure des "100 machines" fut adoptée en 1972. Son but est de faire acquérir une centaine de machines par les petites et moyennes industries (PMI).

Deux questions essentielles appellent des réponses précises :

- Tout d'abord, à un niveau matériel. Quels sont les moyens mis en oeuvre pour réaliser cet objectif ?

- Puis, à un niveau institutionnel. Qui sera le maître-d'oeuvre de la procédure ?

Parmi les moyens mis en oeuvre pour réaliser les objectifs de la procédure, on distingue d'une part une composante pédagogique, d'autre part une composante technique et financière.

Sur un plan pédagogique, la procédure apparaît comme un diptyque avec sa campagne d'information et son action de formation. Côté campagne d'information, celle-ci doit être faite auprès des industriels et doit mettre l'accent d'une part sur l'amélioration de la productivité et de la qualité qu'entraîne la CN, d'autre part sur le fait que le travail noble reste toujours à l'homme avec la partie "avant usinage". Côté action de formation, celle-ci est destinée à former des programmeurs et des techniciens.

Sur un plan technique et financier, la procédure apparaît comme une double aide. Une aide technique, tout d'abord, car le premier programme est fait à la place de et pour l'utilisateur ; une aide financière, ensuite, car la machine n'est finalement réglée qu'à 90% : 50% remboursable tous les trimestres, et 40% en avance directe, remboursable si l'on vend la machine, qui est en fait en prêt pendant deux ans, et qui peut être rachetée ou non au terme de cette période de mise à l'essai.

Pour ce qui est de l'institutionnel, le maître d'oeuvre de la procédure est l'ADEPA qui, d'Association pour le Développement du système de Programmation Automatique IFAPT, devient l'Agence pour le Développement des Produits Automatisés. L'assistance technique et pédagogique requise par la procédure des "100 machines" sera en effet dispensée par l'ADEPA, nouvelle formule, dont la mission générale est la promotion et l'aide au développement de l'automatisation progressive et contrôlée des méthodes et des moyens de production.

Ainsi, la procédure des "100 machines" apparaît comme un ensemble original de mesures, à la fois au niveau matériel des moyens et au niveau institutionnel de la maîtrise d'oeuvre, propres à inciter les utilisateurs

à l'achat de matériel d'origine française, mais quel fut, dans les faits, son impact ?

Pratiquement, la procédure des " 100 machines " a permis à des entreprises d'avancer leur achat de MOCN de six mois à un an. Dans une tentative d'analyse de ses impacts, il convient de s'intéresser d'une part à un niveau local , aux résultats de la procédure en tant que telle, d'autre part à un niveau global aux retombées générales de celle-ci.

En ce qui concerne la procédure elle-même, celle-ci fut doublement encourageante, d'une part si l'on s'intéresse au nombre de machines acquises par ce biais, puisque le quota de la centaine de machines fut presque atteint, d'autre part si l'on s'intéresse au nombre de machines restituées, puisque parmi elles seulement trois ou quatre furent rendues, et ce, en raison de la faillite des entreprises concernées.

En ce qui concerne les retombées de la procédure, celle-ci a eu un coefficient multiplicateur certain dans la mesure où des entreprises, après l'achat d'une machine par cette voie, ont financé elles-même l'achat de machines supplémentaires.

Au vu de ces résultats, il apparaît que la procédure des "100 machines" a fait bonne figure au cours de la période 1972-1976. C'est ce qui a sans doute incité les pouvoirs publics à continuer l'effort entrepris, en adoptant une nouvelle procédure dite des "350 machines" qui lui fait suite.

b) la procédure dite "des 350 machines"

La procédure des "350 machines" vient prolonger et renforcer l'action engagée par celle dite des "100 machines". Celles-ci diffèrent cependant à la fois au niveau des objectifs et au niveau des moyens.

Pour ce qui est des objectifs, ceux de la nouvelle procédure sont plus ambitieux à un double niveau.

A un premier niveau, au sens strict, l'objectif de la procédure est en effet de vendre 350 machines sur la période 1978-1981, soit une cadence de 70 machines par an pendant 5 ans ; puis, à un deuxième niveau, au sens large, l'objectif de la procédure est aussi d'accroître le parc national de MOCN afin de l'amener d'ici à 1980, à une quantité de 6000 unités, le parc actuel étant de 2800 machines environ.

Pour ce qui est des modalités, les normes de fonctionnement de la nouvelle procédure sont plus simples et plus souples, principalement d'une part avant la mise en place de la machine, d'autre part, après les deux ans de mise à l'essai. Avant la mise en place de la machine, l'ADEPA fait en effet

une enquête, au niveau technique, concernant le premier investissement C.N. d'un client pour savoir si celui-ci est opportun ; si c'est le cas, le choix d'une machine est arrêté. Ensuite, au niveau financier, un crédit-bail est alors ouvert par un groupe financier, auquel est finalement louée la machine. Puis après la mise à l'essai de deux ans, il y a plus de souplesse qu'auparavant avec la constitution d'un fonds de garantie prévu pour faire face aux risques de restitution des machines au terme de cette période.

Par ailleurs, la maîtrise d'oeuvre de l'opération que constitue la procédure des "350 machines" reste confiée à l'ADEPA qui continue d'être responsable des actions de formation et d'information sur un plan pédagogique et de l'assistance sur un plan technique.

Ainsi donc, par rapport à la procédure des "100 machines", celle des "350 machines" plus souple dans son fonctionnement, apparaît plus ambitieuse dans ses objectifs. D'ailleurs, elle l'est peut-être trop à en juger par les résultats des deux premières années d'exercice ; en effet, le rythme annuel est de 50 machines et non pas de 70 comme initialement prévu. Ce résultat doit être cependant nuancé, vu le bas niveau des investissements de M.O. dans la période de crise actuelle.

En plus de la procédure des "350 machines" qui s'adressent aux petites et moyennes industries, les pouvoirs publics ont adopté, en 1977, une seconde procédure qui s'adresse aux Etablissements d'Enseignement Supérieur et qui leur facilite l'achat de MOCN d'origine française.

c) La procédure visant à favoriser l'achat par des établissements d'Enseignement Supérieur de MOCN françaises:

Une procédure d'aide destinée à faciliter l'acquisition par les Etablissements d'Enseignement Supérieur de matériel d'origine française, en particulier de matériel de conception avancée et de MOCN est donc en vigueur depuis un an.

L'idée de base est la constatation psychosociologique suivante, que les habitudes acquises au stade de la formation, conditionnent largement le comportement futur de l'individu. C'est pourquoi dans les Etablissements d'Enseignement Supérieur, il convient, à un niveau humain, que les opérateurs sur machine-outil et les personnels d'encadrement de demain soient familiarisés dès la formation initiale, à la commande numérique, et à un niveau matériel que les machines-outils utilisées au cours de la formation soient d'origine française.

Le caractère incitatif de la procédure réside dans le fait que

celle-ci est à la fois une aide financière et une aide technique. Sur un plan financier, l'aide des pouvoirs publics doit couvrir une part égale à 20 ou 25% du coût d'acquisition de chaque machine d'origine française. Sur un plan technique, l'aide doit venir de l'ADEPA, responsable là encore d'opérations de formation, d'information et d'assistance technique et qui dispose, à cette fin, de points d'appuis régionaux nécessaires (IUT, Ecoles d'Ingénieurs).

Ainsi, cette procédure apparaît :

- d'une part comme une tentative originale, au niveau de ses objectifs, visant à favoriser l'achat par des établissements d'Enseignement Supérieur de MOCN françaises,
- d'autre part, comme un essai réaliste, au niveau de ses moyens, si l'on se réfère à la quinzaine d'Ecoles d'Ingénieurs, qui l'ont déjà utilisée en un an d'exercice (Ecole des Mines de Douai, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, IUT Toulon,...).

Cette procédure et celle des "350 machines" sont les deux volets du diptyque que constitue la politique actuelle des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs de MOCN. Par ailleurs, l'action gouvernementale comprend également des mesures en faveur des constructeurs, qu'il convient maintenant d'analyser.

2. L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs :

L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs est en fait double :

- tout d'abord, c'est naturellement la politique gouvernementale en faveur des constructeurs de machine-outil,
- mais c'est aussi l'intervention publique en faveur des constructeurs de directeurs de commande..

a) L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de machine-outil : L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de MOCN est destinée à favoriser la fabrication de machines plus complexes.

Vers les années soixante dix, ce comportement se justifie par des considérations techniques et économiques. Sur un plan technique, tout d'abord la plupart des MOCN françaises, construites à cette époque ne sont, en effet, pas assez sophistiquées. Sur un plan économique ensuite, seule l'avance technique est monayable face à la compétitivité croissante existant dans le secteur des machines conventionnelles.

Pour inciter les constructeurs français à se lancer dans la fabrication

de machines plus élaborées. Les pouvoirs publics ont eu recours à une procédure de droit commun, orchestrée par le Ministère de l'Industrie et de la Recherche, qui comprend d'une part les contrats de recherche technique, d'autre part les contrats d'aide au pré-développement. Les premiers sont destinés à soutenir la recherche effective dans les centres techniques professionnels, mais aussi les recherches à caractère technique dans les laboratoires universitaires ou d'Ecoles d'Ingénieurs. Les seconds sont destinés à favoriser l'utilisation effective par l'industrie des résultats et des compétences des centres de recherche collective.

Dans ce domaine d'aide à la recherche, l'action des pouvoirs publics a été significative lors des deux vagues d'allocations de 1972 et de 1977. Lors de la première, le montant total des contrats concernant la machine-outil a été de quatre millions de francs. Lors de la deuxième, celui-ci a été d'une vingtaine de millions de francs. La majorité de la somme revenant dans les deux cas à la C.N.

Ainsi par le biais des contrats de recherche, l'action gouvernementale vise à stimuler le côté inventif des constructeurs de MOCN afin que ceux-ci se lancent dans la fabrication de machines plus sophistiquées. A cette aide directe en faveur des constructeurs de MOCN, s'adjoint l'aide indirecte, que constitue la politique des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de directeurs de commandes.

b) L'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de directeur de commande :

Depuis de début de la décennie, de nombreuses mutations ont eu lieu dans le secteur des directeurs de commande.

En 1971-1972, il y a en France deux principaux constructeurs ALCATEL et TELEMECANIQUE. Pour les pouvoirs publics, la présence d'un seul fabricant au plan national est préférable pour faire face à la concurrence étrangère, G.E., SIEMENS... Malheureusement, de 1972 à 1976, ALCATEL et TELEMECANIQUE n'ont pas réussi à se mettre d'accord. Entre temps, TELEMECANIQUE a cédé à la SEMS (Groupe THOMSON) son activité C.N. lors de la fusion de ses activités informatiques avec celles de la CII (Plan Calcul).

Dans leur plan de mai 1977, les pouvoirs publics ont préconisé le regroupement des départements C.N. de la SEMS et de CIT-ALCATEL, autour de l'entreprise FEUTRIER, autre fabricant de directeur de commande et seul volontaire pour recueillir l'activité CN de ce dernier. Depuis, FEUTRIER ELECTRONIQUE a repris le département CN de CIT ALCATEL, à compter du début de l'année. Il a bénéficié pour cela d'une double aide de l'Etat, d'une part

d'un prêt du FDES, d'autre part d'une subvention du CAPI (DIMME) ; il s'agit en fait d'un plan de croissance sur 3 ans.

Par ailleurs, la SEMS et TELEMECANIQUE ont créé récemment NUM SA. (75% TELEMECANIQUE, 25% SEMS), et le rapprochement espéré entre FEUTRIER et TELEMECANIQUE n'a pas encore eu lieu ; si bien qu'à l'heure actuelle, il reste toujours deux constructeurs de directeurs de commande au plan national, FEUTRIER et TELEMECANIQUE, par l'intermédiaire de NUM SA. La présente situation ne semble pas satisfaire les pouvoirs publics qui la jugent toujours aussi préoccupante.

La politique des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de directeurs de commande qui est une action de restructuration du secteur, apparait donc comme une politique de concentration.

Voilà exposée l'intervention gouvernementale en matière de C.N. qui s'est voulue être une aide aux industriels à la fois aux utilisateurs et aux constructeurs ; face à l'action des pouvoirs publics, il est logique à présent d'analyser la réaction de ces mêmes industriels.

oOo

II) LA REACTION DES INDUSTRIELS

Il est naturel de répartir les critiques des industriels suivant les deux pôles de l'intervention gouvernementale, à savoir :

- d'une part, l'action en faveur des utilisateurs,
- d'autre part, l'action en faveur des constructeurs.

A. La critique de l'action des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs :

Les critiques des industriels vis-à-vis de la politique des pouvoirs publics en faveur des utilisateurs éventuels de MOCN laissent entrevoir à la fois des aspects positifs et des aspects négatifs.

Au niveau global des procédures elles-mêmes, c'est le succès relatif de la procédure des "350 machines" par rapport à celle des "100 machines" qui est dû au fait que la première est beaucoup plus claire, plus légère que la seconde, trop compliquée ; de plus, dans le premier cas, le constructeur est dégagé en général. Au niveau local de la maîtrise d'oeuvre, on s'accorde à reconnaître que l'ADEPA remplit sa mission avec succès. Nous n'en voulons pour preuve, que le témoignage d'un utilisateur important qui, du fait de sa grande taille et de sa longue tradition en MOCN, n'a pas été du tout concerné par la politique des pouvoirs publics et qui nous a confié que " ses sous-traitants n'étaient, il y a quelques années encore, absolument pas équipés en MOCN et qu'ils ont pu le faire depuis, à leur plus grand bénéfice, grâce aux procédures gérées par l'ADEPA ".

A ces côtés positifs s'opposent des côtés négatifs. Au niveau global des procédures elles-mêmes, certaines attaques s'adressent à leur forme, d'autres à leur fond. Quant à la forme, c'est principalement la procédure des "100 machines" qui est visée ; ainsi un constructeur de taille moyenne la considère qualitativement comme trop lourde, trop complexe, le fournisseur et le client devant remplir chacun une partie du dossier, si bien que, quantitativement seulement, deux affaires ont été gardées par les clients au terme de la mise à l'essai de la machine. Quant au fond, certains constructeurs et non des moindres, considèrent que toutes les procédures des pouvoirs publics n'ont eu qu'une influence marginale de stimulation dans la mesure où celles-ci ne font qu'accélérer les commandes d'industriels déjà convaincus.

A la vue de ces remarques favorables et défavorables, il apparaît que l'action des pouvoirs publics vis-à-vis des utilisateurs de MOCN n'a manifestement pas laissé les industriels indifférents. En est-il de même de la politique gouvernementale en faveur des constructeurs ?

B. La critique de l'action des pouvoirs publics en faveur des constructeurs :

Des critiques d'industriels vis-à-vis de la politique des pouvoirs publics en faveur des constructeurs émanent de ses deux axes :

- d'une part, de l'aide aux constructeurs de M.O. avec les contrats de recherche et d'aide au prédéveloppement,
- d'autre part, de l'aide aux constructeurs de directeurs de commande.

Pour ce qui est des contrats de recherche, le soutien de la part des pouvoirs publics n'est pas jugé suffisant. Ainsi, un constructeur se plaint du fait que tous les dossiers qu'il a déposés à la DGRST soient restés lettres mortes. Pour lui, les pouvoirs publics ne sont pas assez à l'écoute de la vie industrielle : ceci apparaît clairement dans la composition des Comités de décision d'organismes tels que celui qui vient d'être cité, où figurent trop peu de gens connaissant la vie industrielle.

Pour ce qui est des directeurs de commande, des conclusions intéressantes sont à recenser sur un plan pratique et sur un plan théorique. Sur un plan pratique, les constructeurs de MOCN ont été diversement touchés par la crise préoccupante du secteur des directeurs de commande en France. Certains, en effet, n'ont pas été directement affectés, tels ceux qui fabriquent leurs propres armoires, construisant donc la partie électronique, en même temps que la partie mécanique de leur MOCN. D'autres par contre, habitués à utiliser du matériel français ont été plus durement atteints, et ont bien souvent reporté leurs espoirs déçus sur les constructeurs étrangers ; tel ce fabricant de taille moyenne, obligé d'importer du matériel américain (G.E.), allemand (SIEMENS) ou norvégien (KONSBERG). n'ayant pas à sa disposition de directeur de commande pointu en France, conséquence par ailleurs du fait que le problème des " 3 dimensions " n'y a pas encore été étudié.

Sur un plan théorique, les constructeurs de MOCN critiquent la politique de restructuration des pouvoirs publics pour des raisons économiques et techniques. D'une part, ceux qui la regrettent pour des raisons économiques jugent qu'il est inutile de se lancer dans la concurrence sur les directeurs de commande sophistiqués, le marché national étant extrêmement peu porteur. D'autre part, ceux qui la rejettent pour des raisons techniques (qualité de la production) estiment que les regroupements qui ont eu lieu dans le secteur des directeurs de commande sont un double insuccès, avec d'un côté, l'absorption de TELEMECANIQUE par THOMSON et la création de la SEMS, qui ont laissé de mauvais souvenirs chez les clients de la première société, et avec, d'un autre côté, le regroupement d'ALCATEL et de FEUTRIER, qui ne semble ni répondre aux besoins nationaux, ni permettre de conserver les clientèles

respectives des deux sociétés antérieures.

Ainsi, la politique des pouvoirs publics en faveur des constructeurs de M.O. est controversée par les industriels d'une part au niveau de l'aide directe que constituent les contrats de recherche, le manque de soutien de la part des pouvoirs publics étant ici, déploré ; d'autre part, au niveau de l'aide indirecte que constitue l'action gouvernementale en faveur des constructeurs de directeurs de commande, la politique de restructuration des pouvoirs publics étant, là, dénoncé ouvertement.

Il apparaît donc que les industriels sont doublement critiques vis-à-vis des deux pôles de la politique des pouvoirs publics en matière de commande numérique, d'une part vis-à-vis du pôle aide aux utilisateurs, d'autre part, vis-à-vis du pôle aide aux constructeurs. Ce comportement critique vis-à-vis de l'action gouvernementale est à rapprocher du comportement timide des industriels français vis-à-vis de la C.N. en général, constaté antérieurement. Le premier expliquerait-il le second ?

oOo

III) COMPARAISONS INTERNATIONALES

En contrepoint des descriptions de l'action des pouvoirs publics en faveur de la MOCN et de la réaction des industriels en France, nous allons étudier les conditions de développement de ce secteur dans trois pays étrangers :

- les Etats-Unis qui ont "inventé" la MOCN,
- la Norvège qui occupe aujourd'hui une des premières places mondiales dans le domaine des directeurs de commande,
- et enfin, le Japon, tourné, par-delà les progrès réalisés dans l'automatisation des moyens de production grâce aux MOCN et aux robots, vers la conception d'usines entièrement automatisées et sans personnel ("unmanned factories".)

A. LES ETATS UNIS

Du fait des besoins de l'industrie aéronautique américaine, le M.I.T. mena, de 1948 à 1952, des recherches qui aboutirent à la réalisation d'un premier prototype de MOCN. Les constructeurs de machines traditionnelles mirent également au point des prototypes qui furent présentés à l'exposition de Chicago en 1955.

En 1956, le Gouvernement Américain commanda 170 M.O. dont 120 MOCN (marché "Air Material Command") pour plus de 50 millions de \$. Le contrat eut un effet massif car il permit aux constructeurs engagés d'amortir les frais de recherches et d'exécution des prototypes (GIDDING et LEWIS, CINCINNATI, KEARNEY et TRECKER...). Ce marché concernait les premières MOCN à positionnement continu. Par la suite, une quarantaine de constructeurs entreprirent la construction de MOCN à positionnement discontinu.

Les premiers constructeurs de M.O. reconvertis à la MOCN furent les plus gros en raison des mises de fonds importantes nécessaires au début. Il y eut, toutefois, des exceptions. La MOCN permit un rajeunissement des gammes des constructeurs. Enfin, certains constructeurs de MO réalisèrent leur propre CN : PRATT et WHITNEY, CINCINNATI, GIDDING et LEWIS.

Le tableau suivant donne la production de MO à enlèvement du métal de valeur unitaire supérieure à 1000 \$ de l'année 1963 :

	MO (total)	(dont) MOCN
valeur	620 M \$ *	75 M \$ (12%)
nombre	48 800	1 160 (2,4 %)

(*) M \$: millions de dollars US

...

Les actions ultérieures du "Department of Commerce"

Au début des années 60, l'industrie américaine devait se moderniser du fait de la concurrence étrangère (Europe, Japon) : l'introduction de l'automatisation et des MOCN était un bon moyen pour le faire. Ainsi, le "Department of Commerce" prit-il une série de mesures pour favoriser la MOCN, dans les domaines de l'information, des encouragements fiscaux et des moyens de financement.

Des "conférences de modernisation" où étaient présentés les avantages apportés par les MOCN furent d'abord organisées pour les cadres dirigeants des entreprises potentiellement clientes. D'autre part, la réforme des régimes d'amortissements fiscaux (les durées étaient réduites) et l'exonération de l'impôt sur les bénéfices dans la limite de 7% de ceux-ci en cas de réinvestissement lors de l'exercice suivant, s'ils n'étaient pas spécifiques aux achats de MOCN et concernaient les investissements en général, furent pour beaucoup, d'après les experts du "Department of Commerce", dans le haut niveau d'activité du secteur MOCN. Enfin, les allocations sur crédits d'aménagement du territoire et la garantie de l'Etat sur les emprunts ont aidé les petits constructeurs de MOCN, l'Etat appuyant par ailleurs les initiatives privées des banques en leur faveur.

(Source : Syndicat des Constructeurs Français de Machines-Outils, missions de 1964 et 1970 aux Etats-Unis).

B. LA NORVEGE

L'importance historique de l'agriculture et de la pêche dans l'économie de la Norvège explique le caractère dispersé de sa population. Les rationalisations intervenues dans ces deux secteurs ont provoqué une diminution des emplois offerts et donc du chômage. Pour le résorber, la Norvège souhaite l'émergence de nouveaux types de production, de nouvelles industries. Le Rapport au Parlement (Storting) 1974-1975 sur le "Développement de l'Industrie Norvégienne et Son Avenir" fixe trois objectifs à la société norvégienne :

- la décentralisation des activités industrielles en petites unités de production (de manière à adapter l'activité industrielle à la structure démographique du pays),
- l'amélioration des conditions de travail,
- l'adaptation de l'industrie au développement du pétrole de la Mer du Nord (nouveau facteur primordial de l'économie du pays)

La démarche de la Norvège concernant le développement de la MOCN a donc été triple, et a consisté à :

- mettre en évidence la contribution de la MOCN à la réalisation de ces trois objectifs,
- engager un programme de recherche-développement dans ce domaine,
- s'interroger sur les impacts économiques et sociaux de ce développement.

C'est cette démarche que nous présentons ci-après.

1. Les objectifs industriels et la MOCN :

- La décentralisation fondée sur de petites unités de production :

Des deux grands types de production industrielle (production de masse et production automatisée et modulable de biens à forte valeur ajoutée), la seconde est la mieux adaptée à l'économie norvégienne, car les petites unités de production de moins de 100 personnes sont alors viables, et cela ne perturbe pas les équilibres psychologiques des communautés locales. La MOCN introduite dans un système cellulaire (version évoluée de la CN directe ou DNC, "direct numerical control", qui établit une connexion physique entre l'ordinateur d'un centre de programmation et des cellules pouvant être éloignées géographiquement et non plus dans la même usine, les fonctions de préparation, programmation, gestion demeurant au sein des cellules, celles de développement de produits, ventes, fournitures relevant de la coordination centrale) peut rendre la petite entreprise plus stable.

D'autre part, si le chef de la cellule est moins libre

du fait de la perte des fonctions relevant de la coordination centrale, un tel système permet une accélération de la décentralisation de la production et de la diffusion d'une technologie avancée.

- L'amélioration des conditions de travail :

La MOCN y concourt pour trois raisons :

- la sécurité du travail est améliorée car les dangers d'accidents corporels pendant les opérations de manutention et d'usinage sont très largement diminués,
- les tâches sont enrichies par la programmation numérique qui ajoute la conception des objets aux processus de fabrication (en système cellulaire s'ajoutent aussi le planning technologique, le planning opérationnel des ateliers...),
- enfin la MOCN participe à la mise en place d'industries propres.

- L'adaptation de l'industrie au développement du pétrole de la Mer du Nord :

L'injection monétaire créée en Norvège par l'exploitation du pétrole de la Mer du Nord va faire rapidement augmenter la demande de produits : pour les produits non exposés à la concurrence internationale, cela se traduira par une hausse des coûts, mais il faudra maintenir les coûts des produits exposés, et donc promouvoir des techniques améliorant la productivité et absorbant, si possible, des capitaux. Toutes définitions auxquelles répond parfaitement la MOCN.

Le développement de l'utilisation des MOCN contribue donc à permettre à la Norvège d'atteindre ses objectifs industriels, mais le pays ne produit pas lui-même de MO (sauf quelques-unes spécifiques à la construction navale). Il produit par contre des directeurs de commande. Toutes les CN des 250 MOCN aujourd'hui en place dans l'industrie norvégienne (dont 30 CN à calculateurs et 2 ou 3 DNC) sont fabriquées par l'entreprise d'Etat KONGSBERG VAPENFABRIKK, qui est un des leaders mondiaux en matière de CN. Elle emploie, toutes activités confondues, 3000 personnes, et exporte une grande partie de sa production C.N.

La remarquable place de la Norvège dans le domaine des directeurs de commande résulte de la politique de recherche-développement que nous allons décrire maintenant.

2. Le programme de recherche-développement et le rôle de la puissance publique et de l'industrie :

Rappelons liminairement que les programmes de recherche-développement de l'industrie manufacturière norvégienne étaient financés, en 1975, à 91,5%

par les entreprises, 6% par la puissance publique, 1,9% par l'étranger (les programmes liés au développement industriel et formulés par le NTNF, Conseil Royal de Norvège pour la Recherche Scientifique et Industrielle, sont financés à 50% sur fonds publics, et à 50% sur fonds privés).

- La formulation des programmes :

Le NTNF formule ses initiatives dans le cadre de comités réunissant des chercheurs des laboratoires publics ou universitaires, des industriels, des représentants de l'administration et des représentants des syndicats qui fixent les programmes et font des prévisions technologiques en tenant compte des aspirations de la société norvégienne.

En matière de C.N., c'est le "Committee of Technical Engineering" créé en 1967, et réunissant les directeurs des deux plus importants laboratoires de recherche en commande et automation des processus de production, huit industriels dont un représentant de KONGSBERG, et trois représentants des syndicats, qui a permis le développement norvégien.

Un laboratoire a eu la responsabilité de la plupart des programmes de recherche et KONGSBERG, le monopole des réalisations industrielles.

Rappelons qu'historiquement, les premières C.N. ont été développées en Norvège pour les besoins de la construction navale par les industries locales, l'étroitesse du marché n'intéressant pas les géants mondiaux de l'informatique.

Le NTNF utilise enfin une planification à 10 ou 15 ans de ses programmes qui se révèle très utile.

- Le contenu des programmes :

Ils ont, dès le début, concerné à la fois le hardware et le software (langage APT) de la C.N. Les grandes étapes ont été :

- en 1969, la fabrication de la première CNC industrielle,
- en 1972, la fabrication des premiers dispositifs de "part programming",
- en 1977, la mise au point du premier prototype de cellule.

Parallèlement, on assistait dans la construction navale, à une intégration complète des conception, tracé, découpe des pièces constitutives des coques de navire (AUTOKON).

Enfin, en 1977, les fonds du "Committee of Technical Engineering" s'élevaient à l'équivalent de 2,8 M \$^(*) (dont un dixième consacré à la recherche sur la C.N. et l'automatisation des processus de production).

(*) M \$: millions de dollars US

3. Impacts économiques et sociaux de la C.N. :

- Les conditions économiques

Elles sont favorables au développement de la C.N. : le coût de la main-d'oeuvre est élevé et les industries mécaniques et électriques (plus gros utilisateurs) sont en croissance rapide. L'objectif social de décentralisation (par les avantages fiscaux, les garanties gouvernementales sur les prêts, l'aide aux transports par des prêts, la tarification préférentielle des télécommunications) favorisera lui aussi la C.N.

- Le Management et les conditions de travail

Les systèmes DNC et cellulaire décentralisent les unités de production, mais non les centres de décision, ce qui peut créer des problèmes de management. De plus, on peut craindre un manque de techniciens et opérateurs qualifiés pour l'usinage, la programmation, la pratique conversationnelle des instruments informatiques.

Les problèmes de formation peuvent être résolus de deux façons :

- le STATEUS TEKNOLOGISK INSTITUT (STI), Institut public, organise des sessions en M.O. et C.N.,

- les grandes entreprises (KONGSBERG pour la C.N.) organisent des sessions de formation subventionnées en tout ou partie par les pouvoirs publics.

A l'avenir, c'est moins le manque de personnel pour l'usage des nouveaux systèmes que pour l'utilisation complète de leur potentiel de ressources qui est donc à redouter.

- Harmonie avec les communautés locales

Le système cellulaire s'adapte à la dispersion de la population.

L'interface cellule-unité centrale sera constitué par les flux d'information (assuré par un bon système de télécommunications), de matières premières (le transport ne sera pas une entrave du fait de la forte valeur ajoutée des produits) et les activités d'entretien et services.

Celles-ci seront à la charge des communautés locales qui devront maintenir sur place les compétences scientifiques et techniques nécessaires.

En 1978, à la suite des études d'impacts entreprises et des efforts faits en matière de recherche-développement, sont donc expérimentés en

Norvège les aspects technologique et social du système cellulaire, étape la plus avancée de la C.N.

(Source : OCDE, "Développement des MOCN en Norvège et décentralisation de la production dans les communautés locales" novembre 1977).

C. LE JAPON

L'utilisation des MOCN dans l'industrie japonaise a essentiellement posé un problème humain : le remplacement d'un ouvrier par un technicien en software.

Cela a été facile pour les grandes entreprises, grâce aux possibilités de reclassement, mais beaucoup plus difficile pour les petites.

Notons que l'entreprise FUJITSU FANUC est un des leaders mondiaux en matière de C.N. et qu'elle a passé un accord avec SIEMENS lui permettant de reprendre pratiquement toute l'ancienne clientèle C.N. de ce dernier.

Les réflexions portent toutefois plus aujourd'hui au Japon, dans le domaine de l'automatisation, sur les "usines sans personnel" (unmanned factories") que sur la MOCN proprement dite.

- "Les usines sans personnel"

En avril 1977, le MITI (Ministry of Industrial Trade and Development) a lancé dans ce domaine, un vaste programme de recherche-développement sur 6 ans, d'un montant de 18 milliards de yens (soit 370 MF * environ), sous la direction du NRDP (National Research and Development Programms).

Huit ans auparavant s'était constitué un groupe de chercheurs et d'industriels pour réfléchir sur ce problème, groupe auquel s'était joint quatre ans plus tard, le MITI qui avait formé un Comité d'une vingtaine de personnes, constructeurs de machines, fabricants d'électronique, spécialistes du software, représentants du MITI et universitaires. Ce Comité avait alors donné naissance à trois groupes d'études sur les problèmes sociologiques, techniques et économiques. Leurs résultats aboutirent à la décision d'avril 1977.

L'idée de départ des recherches était d'introduire les "usines sans personnel" non bien sûr, dans la production de masse où les lignes de transfert permettent déjà d'obtenir des coûts unitaires de produits très réduits, mais dans la production automatisée et modulable de biens à forte valeur ajoutée ("batch-production"), principalement dans l'industrie mécanique, dans le but d'obtenir des coûts comparables à ceux de la production de masse.

Au cours des dernières années, au Japon, les entreprises ont

* MF = millions de francs

pratiqué l'automatisation ponctuelle ("spotty automation"), c'est-à-dire que les usines sont maintenant constituées d'flots complètement automatisés auprès desquels subsistent des opérateurs toujours plus rares, mais indispensables.

Le dernier pas vers l'automatisation complète est extrêmement coûteux et les problèmes psychologiques du personnel restant sont graves.

C'est la raison pour laquelle il a été décidé de construire de nouvelles "usines sans personnel" sans prolonger dans les anciennes une automatisation déjà partiellement existante.

Remarquons que l'un des premiers secteurs de l'industrie mécanique où l'on envisage d'implanter des "usines sans personnel" est celui de la machine-outil.

(Source : Professeur Hiroyuki YOSHIKAWA, Université de Tokyo, OCDE).

oOo

IV - REFLEXIONS CRITIQUES

Dans cette deuxième partie, nous nous proposons, à la lumière des éléments descriptifs cités précédemment, de jeter un regard critique sur les comportements et réactions des différents acteurs concernés par la question de la machine-outil à commande numérique.

Pour ce qui est de l'action des pouvoirs publics, nous allons réfléchir sur les deux aspects essentiels de leur intervention à savoir :

- A. les procédures,
- B. les regroupements.

A. Les Procédures :

Le système des procédures fait le pari de stimuler le secteur machine-outil par le biais de la demande intérieure. Il est légitime de se demander si cette démarche, pour séduisante qu'elle soit, est suffisamment efficace pour consolider la position des constructeurs français face à la concurrence internationale.

En effet, la crise de 1975 a touché très durement les investissements en France, particulièrement ceux de type sophistiqué comme la machine-outil à commande numérique qui, même en période d'expansion économique, ont parfois du mal à s'imposer par comparaison avec des pays tels que les USA ou la RFA. Le marché français est, par conséquent, devenu extrêmement faible depuis trois ans (par rapport à la période 70-74 où ERNAULT-SOMUA par exemple doublait ses ventes de MOCN en France chaque année) et seule l'exportation peut le relayer efficacement pour maintenir un niveau de production sinon satisfaisant, du moins, à peu près constant. C'est ainsi que pour le premier constructeur français, ERNAULT-SOMUA, la part des exportations atteint aujourd'hui 50% de sa production. Mais ceci n'est possible que pour un constructeur de grande taille bénéficiant déjà d'une bonne implantation sur le marché international ; or les constructeurs de dimension suffisante sont encore très peu nombreux en France (ils représentent une part du secteur trois fois moins importante qu'en RFA), et la plupart sont de taille moyenne, voire petite à l'échelon européen. Il est donc impensable que ce type d'entreprise, même implantée dans un très bon créneau de production puisse, dans une période de crise apparemment durable, développer une gamme de machines suffisamment étoffée pour s'imposer sur les marchés extérieurs. Dans ces conditions, le marché des PME concerné par le système des procédures est d'ampleur trop limitée pour soutenir à long terme les efforts d'expansion des constructeurs français. On peut donc estimer que le système des procédures s'il répond correctement à la nécessité d'inciter notre industrie à investir en équipements

générateurs de qualité et de productivité oubliée^(*) gravement de poser la question de l'existence, à long terme, d'une capacité française à fournir ces équipements, l'avenir du secteur restant incertain dans la mesure où il est présentement trop fragile.

A partir de ces considérations, il est bon de se demander si une action directe en faveur des constructeurs n'eût pas été plus prometteuse. C'est la voie qui a été choisie par les pouvoirs publics en matière de directeurs de commande, et nous allons voir que la solution aux problèmes de ce secteur n'est pas pleinement satisfaisante.

B) Les regroupements

L'Industrie française de la MOCN s'est heurtée constamment au cours de son développement au problème de la compétitivité des constructeurs français de directeurs de commande. Pour tenter de l'améliorer, les pouvoirs publics ont amené, nous l'avons expliqué précédemment, deux des principaux constructeurs de C.N. (FEUTRIER ELECTRONIQUE et le département C.N. de CIT.ALCATEL) à se regrouper par absorption du second par le premier et ils souhaitent que le troisième constructeur français important (NUM S.A.) rejoigne le nouvel ensemble.

Nous énumérerons dans la suite quelques uns des buts généralement recherchés dans les regroupements d'entreprises industrielles et nous essaierons de voir s'ils ont été atteints ou ont une chance de l'être à l'avenir (étant donné le caractère récent du regroupement) dans le cas particulier qui nous intéresse.

Les arguments avancés pour justifier les regroupements d'entreprises sont en général les suivants :

- on peut réaliser des économies d'échelle par allongement des cycles de production (poids moins lourd des frais généraux, part consacrée à la recherche-développement dans la valeur ajoutée du produit moins importante, possibilité d'obtenir de meilleures conditions des fournisseurs etc..),
- il y a des effets commerciaux : plus le nouvel ensemble est important, plus joue l'effet de marque ; le regroupement de plusieurs réseaux commerciaux augmente le nombre des points de vente et grossit le fichier "clientèle"

----- ...
(*) s'il ne l'oublie pas, il risque, à tout le moins, de la masquer.

(en particulier à l'étranger où l'implantation commerciale est plus difficile),

- l'assise financière du nouvel ensemble est augmentée et il peut ainsi obtenir plus facilement de ses banquiers des prêts pour ses nouveaux investissements et des crédits à des taux plus avantageux,
- enfin, lors du regroupement d'entreprises de secteurs différents, la diversité donne une plus grande solidité face aux à-coups de la conjoncture qui est rarement mauvaise pour les deux ou plusieurs secteurs en question simultanément, du moins l'affirme-t-on,
- n'oublions pas non plus que les pouvoirs publics ont manifesté le souci, dans les dernières années, de voir se créer de grandes multinationales françaises, capables de rivaliser avec les multinationales étrangères et, en particulier, américaines.

Les pouvoirs publics ont très souvent été à l'origine de regroupements dans l'industrie française : leurs moyens sont très variés et dans le cas qui nous intéresse, ils ont consisté en un prêt du FDES et une subvention accordés à FEUTRIER.

L'examen du cas FEUTRIER-ALCATEL montre qu'on est loin d'avoir atteint les buts énumérés ci-dessus. La production des directeurs de commande CIT-ALCATEL a été stoppée : il n'y a donc pas un allongement des cycles de production puisqu'un des deux outils de production a été supprimé. Le personnel du bureau d'études CN de CIT-ALCATEL a été réembauché dans les autres départements (de CIT-ALCATEL), soit une perte sèche de l'acquis technologique de l'entreprise en matière de CN (il est vrai en retard par rapport à ses concurrentes puisqu'elle continuait à produire des directeurs câblés et non à calculateurs). Si la reprise du réseau commercial CIT-ALCATEL a été un apport en points de vente supplémentaires (en France et non à l'Etranger), elle a aussi entraîné une charge pour FEUTRIER tenue d'assurer le service après-vente des anciens directeurs CIT-ALCATEL dont la production a été arrêtée, si la société ne veut pas perdre des clients potentiels. Enfin, si l'assise financière de FEUTRIER a effectivement augmenté, c'est du fait du prêt du FDES et de la subvention des pouvoirs publics qui lui ont permis d'engager un programme de croissance important.

Il est clair qu'on a présenté comme un regroupement une liquidation d'un deux constructeurs : au lieu d'une association, on a assisté à la disparition de l'un des deux du marché de la C.N. au bénéfice certes de l'autre, mais aussi de tous ses concurrents.

Il est également curieux que le regroupement se soit effectué autour de FEUTRIER, société familiale de petite taille et commercialement inexistante ou presque à l'étranger, alors qu'a été liquidée l'activité CN de CIT-ALCATEL, moins importante que celle de FEUTRIER mais qui pouvait bénéficier du réseau commercial de CIT-ALCATEL et sans doute de la CGE à l'étranger, réseau qui aurait été un bien meilleure garantie du développement des exportations de la nouvelle entité.

L'exemple mérite donc d'être médité dans la perspective affichée par les pouvoirs publics (mais jusqu'à présent démentie par les faits) d'un nouveau regroupement entre FEUTRIER et NUM SA. Il nous autorise à émettre certaines critiques concernant les regroupements :

- ceux-ci s'accompagnent souvent, dans le cas de l'adjonction de l'essentiel des capacités de production des composants (ce ne fut pas le cas pour FEUTRIER-ALCATEL), de la création d'une superstructure (formation d'une institution nouvelle : le "groupe") sans apporter souvent beaucoup plus qu'un échelon supplémentaire et sans même parfois éviter les éventuelles duplications de services,
- la juxtaposition ou la fusion de bureaux d'études est une opération délicate dès lors que leurs domaines ne sont pas complètement distincts et elle amène souvent une sclérose de l'ensemble,
- enfin, la mise en place d'un réseau commercial à l'étranger, trop lourde à supporter par de petites entreprises (argument, nous l'avons vu, en faveur des regroupements) pourrait être à la charge des syndicats professionnels quand, comme dans le cas de la MOCN, le secteur a une structure éparpillée.

Ainsi d'autres formules pourraient être envisagées pour l'industrie des directeurs de commande, telle une spécialisation des différents constructeurs français (d'ailleurs déjà réalisée par l'un d'entre eux, la SAGEM, pour les directeurs de haut de gamme à hardware très évolué) au niveau de la conception et de la production avec le soutien actif d'un syndicat professionnel (ou d'un GIE créé à cet effet...) à l'exportation. L'action des pouvoirs publics pourrait alors se concentrer sur l'aide à la recherche et au développement de produits nouveaux, sur des actions de formation aussi bien dans les écoles que dans les entreprises clientes.

L'exemple que nous avons exhibé montre que le regroupement n'est pas la panacée de la politique industrielle et qu'il faut clairement distinguer les buts qu'il permettra d'atteindre et son intérêt par rapport à d'autres formules avant de mettre en oeuvre les moyens de sa réalisation.

Que conclure des développements précédents ? Le problème serait-il impossible à résoudre ? Peut-être, si l'on en croit un de nos interlocuteurs estimant que l'effort nécessaire sur le plan financier, serait à la mesure de celui consenti pour le Plan Calcul (l'étude sur le développement, aux USA, montre cependant que l'effort du gouvernement en faveur des industriels vers les années 50 a été considérable). Sûrement pas si l'on prend garde au fait que l'industrie française elle-même et les constructeurs français ont leur propre rôle à jouer ; nous y reviendrons. A propos de l'action de l'Etat et au-delà de lacunes ou carences faciles à constater nous regretterons qu'à l'occasion de cette étude, nous n'ayons pas pu nous livrer à l'analyse précise des démarches et des mécanismes qui conduisent l'Administration à prendre telle ou telle option : décision d'une aide à un secteur, mise en oeuvre concrète, arbitrage sur le volume de l'aide consentie. Or ce type d'approche n'est pas vraiment possible : difficulté à trouver l'interlocuteur compétent ou plus exactement veillant bien admettre qu'il l'est, difficulté par conséquent à faire expliquer la cohérence des décisions prises. En fait, il apparaît que, dans la conjoncture actuelle, les fonctionnaires sont trop pressés par le temps et les conditions économiques pour envisager le problème de manière suivie. L'administration fonctionne par activités réflexes, se sentant obligée de reproduire les stéréotypes antérieurs en véhiculant toujours les mêmes mythes : mythe du regroupement, mythe de la petite affaire familiale performante.. Pour élargir cette réflexion, nous citerons les éléments recueillis au cours d'une approche rapide des problèmes d'un secteur voisin : celui de la robotique industrielle (cf. annexe).

Là encore, si la conscience de l'importance du secteur est sous-jacente, les efforts semblent éparpillés et non décisifs. Certes, un professionnel de la C.N. nous a fait remarquer qu'à son avis, la robotique était "fort à la mode" à l'heure actuelle, mais l'avenir de la robotique française ne semble pas garanti pour l'instant. Il est curieux de constater que sur ces deux secteurs voisins, concernant l'automatisation, il n'apparaisse pas l'existence d'une vision globale au sein de l'Administration au moins au niveau de la réflexion (au niveau opérationnel, il y a un certain cloisonnement entre les deux) qui permettrait de rendre des arbitrages cohérents afin de favoriser tel ou tel des deux secteurs. Comment favoriser alors l'éclosion d'un type d'industrie nouvelle comme au Japon (unman factory) reflétant une conception originale de l'automatisation, alors que les problèmes communs sont traités par des sous-directions différentes au sein des ministères, cette classification pour sous-directions reproduisant fidèlement le schéma des activités industrielles traditionnelles ? Plus

généralement, il est intéressant de remarquer que la conception du rôle de l'Etat est différente au Japon ou en Norvège (cf.annexe) : dans ces pays, l'Etat prend en charge des problèmes de société (conception des petites unités décentralisées en Norvège "unman factories" au Japon...). Cette vision sociétale permet en outre de favoriser le lien entre le potentiel matière grise et l'action industrielle, aspect qui devrait jouer un rôle fondamental en robotique. Au contraire, en France, l'action de l'Etat témoigne d'une vision industrialiste étroite, se concentrant sur des problèmes de concurrence, de structure industrielle, de rentabilité économique etc.. les objectifs civilisationnels sont oubliés ainsi que certains interlocuteurs qui pourraient être intéressés au développement si l'on appréhendait les questions en terme d'intérêt général.

Certes, la création de l'ADEPA, initiative originale et réussie aurait pu être le point de départ d'une réponse positive dans la direction que nous évoquons. La situation présente semble laisser peu d'espoir d'assister à la mise à l'ordre du jour de telles préoccupations...

oOo

Le comportement des industriels n'est pas exempt de tout reproche non plus. Historiquement, leur réaction a été décevante on l'a vu, et leur attitude parfois à la limite du "scandaleux" : des tonnes de machines ont été récupérées à bas prix dans le cadre du Plan Marshall, certains constructeurs automobiles modifiant le voltage des machines américaines. Les utilisateurs n'ont pas vu assez tôt l'intérêt de la commande numérique et il est certain que l'avenir de la C.N. a été dès le début, hypothéqué par la situation délicate du secteur machine-outil traditionnel.

Au-delà de ces constatations, il est bon de répertorier certaines responsabilités plus récentes : le groupe de réflexion du GAMI sans doute très heureux au départ n'a peut-être pas joué le rôle que l'on pouvait en attendre. Le groupe a travaillé dans le style "société savante" n'impliquant que des spécialistes de la technique et oubliant les impératifs commerciaux. Plus inquiétante est à notre sens, l'aggravation de la situation du secteur des directeurs de commande ; une note ministérielle de juin 77 évoquant le bilan d'une année d'application de la procédure des "350 machines" constate laconiquement que sur 45 machines à console numérique mises à l'essai pendant cette première année, 25% environ d'entre elles sont équipées d'armoires de commande étrangères (essentiellement SIEMENS) (bien que la procédure s'applique à du matériel d'origine française), pour la simple raison que le type d'armoire nécessaire n'existe pas dans les gammes des fabrications françaises. Ce phénomène est extrêmement classique puisque le constructeur Gaston Dufour couple ses machines avec du matériel d'origine norvégienne lorsqu'un directeur de commande sophistiqué (type 3 axes) s'avère nécessaire. Il y a donc là une véritable perte de maîtrise technologique qui ne semble préoccuper ni les pouvoirs publics puisqu'ils ont encouragé la restructuration autour de FEUTRIER dont le potentiel scientifique semble insuffisant pour envisager le développement d'une production de haut de gamme, ni les industriels puisque tel fabricant trouve inutile de se lancer dans la concurrence pour un marché de quelques unités par an, usant avec satisfaction de la formule : "Pourquoi fabriquer des Rolls-Royce, alors qu'elles existent déjà ?" Au-delà des poncifs habituels sur les structures et la mentalité de l'industrie française, l'exemple du secteur des directeurs de commande nous paraît révélateur des responsabilités des industriels en matière de commande numérique. A la décharge des industriels, nous citerons, cependant, pour terminer, une voie de réflexion intéressante qu'il n'était pas de notre compétence d'examiner plus avant : la réticence à investir pourrait s'expliquer par la mauvaise adaptation des circuits financiers : manque de souplesse, fiscalité parfois désuète etc...

Concluant sur cette deuxième partie, nous comparerons la MOCN au secteur automobile français, exemple d'une industrie arrivée à maturité au plan européen et mondial où les initiatives heureuses de l'Etat (RENAULT), ont côtoyé la réussite des constructeurs privés (CITROËN). En ce qui concerne la MOCN, l'héritage d'une situation ancienne difficile, le manque de dynamisme des différents acteurs dans un passé récent, la crise économique seraient -ils des obstacles trop lourds à surmonter ?

oOo

V - ANNEXES

- A. RÔLE ET MISSION DE L'ADEPA ; LES PRINCIPAUX LANGAGES DE PROGRAMMATION.
LES PROBLEMES DE FORMATION.
- B. COMPTE-RENDU DES SEANCES DE TRAVAIL DU GROUPE DE REFLEXION DU GAMI.
- C. LA ROBOTIQUE INDUSTRIELLE
- D. TABLEAUX STATISTIQUES
- E. ORGANISMES CONSULTES

ANNEXE A : RÔLE ET MISSION DE L'ADEPA, LES PRINCIPAUX LANGAGES DE PROGRAMMATION
LES PROBLEMES DE FORMATION.

I - RÔLE ET MISSION DE L'ADEPA

L'Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée, ADEPA, est une association régie par la loi du 1er juillet 1901, dont l'Assemblée Générale et le Comité Directeur comprennent statutairement des représentants des Administrations, et auprès de laquelle l'Etat est représenté par un Commissaire du Gouvernement nommé par le Ministre de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat.

Ses statuts stipulent qu'elle a pour mission la promotion et l'aide au développement de la production automatisée.

De ce fait, l'ADEPA est un organisme de concertation et d'action visant à :

- améliorer la productivité des fabrications en petites et moyennes séries,
- améliorer la compétitivité des secteurs industriels concernés par ces fabrications et notamment les secteurs de la petite et moyenne industrie,
- contribuer au développement et à la diffusion de machines ou systèmes de technologie avancée, et favoriser la position exportatrice des industriels français concernés,
- veiller à ce que l'amélioration de la productivité par l'automatisation et l'informatisation progressive des méthodes et moyens de production s'accompagne d'une amélioration de la qualité de la vie des travailleurs.

Ces objectifs ont été reconnus d'importance par les Pouvoirs Publics. Ainsi :

1. C'est à l'ADEPA que la DIMME a confié la maîtrise d'oeuvre de deux "Procédures" d'incitation faite aux petites et moyennes entreprises à utiliser, pour la première fois, une machine-outil à commande numérique ou de technologie avancée :
 - Procédure de mise à l'essai de 100 machines (1972-1975)
 - Procédure de mise à l'essai de 350 machines (1976- 1981)
2. C'est l'ADEPA qui, à la demande de la DIMME, a entrepris, par le biais des groupes de travail "Recherche-Industrie", composés d'industriels et de chercheurs, de coordonner les études et recherches dans le domaine de la commande numérique et de la production automatisée.
3. C'est l'ADEPA que la DIMME a choisie comme maître d'oeuvre de l'axe de recherche "Logiciels de commande numérique et d'aide à la production" de l'Action Thématique "Machine-Outil".
4. C'est encore l'ADEPA qui assure la représentation nationale

au sein des commissions internationales d'unification ou de normalisation des langages de programmation des réunions de coopération scientifique et technique sur ces mêmes langages, du sous-groupe ad-hoc correspondant, du groupe sectoriel "machine-outil franco-soviétique"..

Conformément à ses statuts, et à la demande et avec l'appui des Pouvoirs Publics (DIMME), l'ADEPA apparait de plus en plus comme l'organisme français en mesure d'assurer à la fois :

- des actions de politique industrielle,
- et des actions collectives de recherche,

destinées à promouvoir et aider au développement de l'automatisation progressive des méthodes et moyens de production.

Ainsi, depuis sa création en 1968, et plus particulièrement depuis 1972, l'ADEPA guide et prend en charge la nécessaire mutation des méthodes de fabrication dans nos industries.

II - LES PRINCIPAUX LANGAGES DE PROGRAMMATION DES MOCN DANS LE MONDE

Le premier langage pour MOCN a été développé aux USA : c'est le langage APT qui permet l'établissement d'un programme pour n'importe quelle pièce. La mémoire nécessaire est de 256 K-octets.

A partir de ce langage, ont été développés principalement quatre autres langages : l'ADAPT aux USA, l'EXAPT en RFA, le 2 CL en Grande-Bretagne, et l'IFAPT en France (ces trois derniers simultanément).

. L'ADAPT (USA)

Il a été développé aux USA par IBM. C'est un langage à "2 axes et demi" ; il y a une surface de référence plane plus une demi-dimension de positionnement. Il permet le contournage dans le plan (il est à noter qu'IBM a également développé un langage AUTOSPOT pour les opérations point à point sans syntaxe APT)

. le 2CL (G.B.)

Il s'est ensuite appelé NELAPT : c'est un sous-ensemble de l'APT pour les opérations point à point et le contournage en 2 dimensions. Il nécessite une mémoire de 256 k-octets.

. l'IFAPT (France)

Il permet les opérations point à point et le contournage en 2 dimensions et ne nécessite qu'une mémoire de 64 k-octets.

. l'EXAPT (RFA)

L'originalité du langage EXAPT réside dans le fait qu'en plus des possibilités géométriques, il prend en compte automatiquement des procédures technologiques.

Les trois versions sont :

- l'EXAPT 1 pour les opérations point à point (128 k-octets en mémoire)
- l'EXAPT 2 pour le contournage (256 k-octets en mémoire)
- l'EXAPT 3 pour les opérations industrielles tel le fraisage....

Une association pour promouvoir l'EXAPT a été créée en RFA qui a inspiré la création de l'ADEPA. Cette association est financée par l'Etat, mais elle a surtout bénéficié de l'apport des résultats de "Technikhochschule" et au départ, du moins, de ceux de l'industrie ouest-allemande qui, ne l'oublions pas, tient la première place au monde.

L'EXAPT n'a néanmoins pas fait une bonne percée dans l'industrie : il nécessitait de trop gros calculateurs au moment où apparaissent les mini-calculateurs. Les constructeurs ouest-allemands ont commencé à abandonner EXAPT pour développer leurs propres systèmes (EASY PROG pour GILDEMEISTER, PROGRAMAT...) et vendre des "packages" machine + mini-calculateur.

L'EXAPT VEREIN

Il y eut, au niveau des différents pays européens, une tentative de travail en commun sur les langages de programmation au sein de l'EXAPT VEREIN. Cela aboutit finalement à un échec à cause des questions financières et des prérogatives réclamées par les uns ou les autres (la RFA demandait à être le leader pour tout ce qui concernait les langages...).

Une tentative de coopération franco-allemande eut également lieu pour une harmonisation de l'IFAPT et de l'EXAPT, mais elle échoua car la RFA voulait développer un système modulaire dérivé de l'EXAPT, et la France un nouveau logiciel EURAPT.

L'ADEPA eut aussi des contacts avec la Grande-Bretagne au sujet des petits systèmes (PROMO...).

LES LANGAGES UTILISES EN FRANCE :

En France, aucun constructeur n'a sa propre équipe de software-logiciel. Dans l'optique de la "procédure des 100 machines", c'est l'ADEPA qui a développé le langage PROMO, principalement à l'usage des PME, et à la suite de l'IFAPT.

Le parc français de MOCN est de 3.800 à 4.000 unités réparties dans 800 entreprises (400 utilisent la programmation machine, 400 ont besoin d'une assistance à la programmation). Le marché des logiciels de commande numérique est donc de 400 entreprises dont 300 ou 350 sociétés déjà équipées comme indiqué ci-dessous :

NOMBRE DE REFERENCES (*)	LANGAGE	PRINCIPAUX CLIENTS
182	PROMO (ADEPA)	PEUGEOT SNIAS, Dassault
32	IFAPT (")	
45	PAM (Sté de Services installée à TARBES)	
25	COMPACT (MOSI)	
15	APT	
15 à 20	TELEAPT (IBM en télétraitement)	
16	ELAN	
20	(produits "maison")	

Une petite dizaine de méthodes s'affrontent donc sur un marché d'une petite centaine d'entreprises.

* (entreprises ou établissements universitaires)

III -- LES PROBLEMES DE FORMATION

Lorsqu'une entreprise remplace une M.O. traditionnelle par une MOCN, le travail réalisé par le compagnon sur la machine se trouve simplifié du fait qu'un programmeur lui fournit la bande perforée ou magnétique qui, une fois introduite dans le directeur de commande, lui permettra d'obtenir la pièce qu'il désire. On a constaté (à l'ADEPA en particulier) que la réduction du rôle du compagnon sur la machine, non compensée par les connaissances qu'il doit acquérir dans le maniement des directeurs, était mal acceptée par celui-ci. Aussi a-t-il été nécessaire de faire prendre en charge par le compagnon la partie "préparation du travail" généralement effectuée auparavant dans un autre secteur des ateliers.

L'exemple des usines partiellement automatisées au Japon ("spotty automation") montre que l'on est arrêté à partir d'un certain point dans une progression continue vers l'automatisation complète de ces usines pour des raisons économiques, mais aussi pour des raisons psychologiques et sociologiques: l'automatisation des lignes de production accompagnée de la réduction des effectifs et de la diminution du rôle du personnel retour (pourtant indispensable) rendent le travail de ce dernier de moins en moins supportable, comme le démontre le taux de "turn-over" élevé de ces postes. Cela explique la démarche originale des chercheurs, industriels et responsables administratifs japonais dans leur étude sur les usines sans personnel ("unmanned factories") présentée précédemment.

Ces deux exemples prouvent que la formation d'un personnel à une nouvelle technique industrielle ne peut se faire facilement que si cette formation va dans le sens d'un enrichissement des tâches du personnel. Pour cela, l'automatisation des productions, à laquelle participe la MOCN, doit s'accompagner d'une redistribution des rôles dans les ateliers.

Un organisme tel que l'ADEPA qui forme, nous l'avons vu, les compagnons des PME qui acquièrent leur première MOCN a donc une importance cruciale dans la mesure où du fait du grand nombre d'entreprises qui font appel à lui pour des actions de formation, il peut percevoir les problèmes posés par la mutation technologique, faire profiter chaque entreprise de son expérience en la matière et lui conseiller les remèdes trouvés ailleurs, comme par exemple une redistribution des postes dans l'atelier.

ANNEXE B : COMPTE RENDU DU GROUPE DE TRAVAIL "MACHINE-OUTIL" MIS EN PLACE PAR LE GAMI (*), EN LIAISON AVEC L'AFRA.

((*) Groupement pour l'Avancement de la Mécanique Industrielle)

Ce groupe dont l'origine remonte à décembre 1965, regroupait toutes les parties prenantes pour réaliser la promotion des techniques de commande numérique et des commandes connexes (programmation, calculateurs).

Dans un premier temps, le groupe s'occupe essentiellement de centralisation d'informations sur les innovations scientifiques en matière de C.N., de normalisation, de rendre compte des différents congrès ou manifestations, de rechercher des éléments sur les expériences étrangères (en Suisse, à l'époque, c'était une expérience industrielle de 10 ans à la SIP mettant en valeur les problèmes de formation et la qualité de la production = n bruts, réduits de 3,5% à moins de 10%). Les principaux arguments pour la commande numérique sont la souplesse en fabrication et le point de vue économique.

Au bout d'un an d'existence, le groupe constate que son rôle de centre de contact entre spécialistes et d'information auprès des industriels est insuffisant, le développement de la C.N. exigeant des actions plus systématiques et coordonnées ainsi que le prouvent les exemples étrangers :

- USA : rénovation de l'enseignement des universités techniques en organisant des cycles d'enseignement pour professeurs sur la C.N. et la programmation.
- ALLEMAGNE : création d'une association indépendante pour l'entretien et le développement du système de programmation (EXAPT).
- GRANDE-BRETAGNE : une section spéciale du NEL s'occupe du développement du langage de C.N. et des procédés graphiques.

Aussi, en avril 1967, le groupe met en chantier la préparation d'un rapport indiquant les actions souhaitables à entreprendre, les éléments de réflexion devront être fournis par les gros utilisateurs de C.N. (SUD-AVIATION) et les exemples américains où l'on compte fin 1966, 10.000 machines C.N., soit 13% du parc.

Ce memorandum (dont les principales propositions sont indiquées ci-dessus) débouchera sur un rapport aux pouvoirs publics préconisant leur intervention (diffusion auprès de la DGRST, Plan Calcul, DIME).

1. STATISTIQUES : Contrairement aux USA, les chiffres ne sont pas connus du Ministère des Armées, ou du Ministère de l'Industrie.
2. La DGRST a accordé une trentaine de contrats de recherches en rapport avec la C.N. Il faut renforcer cet effort (en Grande-Bretagne, 500.000 LS pour la recherche et 5 M LS pour les achats de machines C.N.).
3. ENSEIGNEMENTS : Quelques Ecoles commencent l'enseignement de la C.N., mais insuffisamment par rapport aux USA (cf. ci-dessus).

4. INFORMATION : La structure mise en place pour le GAMI donne satisfaction. Des groupes semblables existent en Europe.

5. MESURES ECONOMIQUES : L'effort du Gouvernement des USA date de 1955 (idem G.B.). Il existe un atelier pilote aux USA comme en France, au LCA. Des mesures fiscales sont proposées ainsi qu'un effort en faveur des machines C.N. au détriment de l'outillage classique, celles-ci en utilisant moins.

Dans le même temps, un rapport du SCFMO complète le précédent, et fait le point en vue d'alerter les autorités (diffusion confidentielle auprès de la DIME). Il insiste sur les statistiques défavorables: fin 66, 400 unités en France contre 800 en Allemagne, 1.000 en Grande Bretagne, et 10.000 aux USA ; il souligne l'intérêt de la C.N. pour les PME, propose de favoriser les unités pilotes et de stimuler par l'Etat l'étude, la construction et l'achat des MOCN.

L'action concrète la plus importante du groupe de réflexion sera cependant la mise en place de l'ADEPA.

Au cours de 66-67, le LCA commence l'implantation de l'APT sur les machines et calculateurs de l'Armement. Mais fin 67, le groupe présente un projet de création d'une association permanente qui assurera la promotion du langage de programmation unifié, IFAPT, mis au point entre LA DTAT et la CII (initiative dérivée de l'exemple allemand EXAPT). Les bases de cette association seront jetées le 21 novembre 1967. Les avantages particuliers de l'IFAPT sont soulignés : traité par des calculateurs moyens, il pourrait satisfaire 90% des utilisateurs. L'aide de l'Etat, fortement réclamée, paraît acquise dans des proportions supérieures aux efforts consentis en Allemagne et aux USA. Le DIME apportera son soutien à ce projet. Les comptes rendus suivants (jusqu'en 72) indiqueront que l'ADEPA assure bien sa mission, que l'IFAPT correspond bien aux besoins français et en 71, le rôle de l'ADEPA sera élargi à la promotion de la MOCN.

Les dernières réunions du groupe (69-72) favorisent des actions dans deux directions plus particulières :

- a) enseignement : - création d'une encyclopédie, effort pour la constitution de documents encore insuffisants (livres, films..),
- création de centres de formation, recyclage, formation des maîtres,
- liaison Enseignement-Industrie : formation de techniciens "généralistes" pour l'entretien et le dépannage des MOCN.
- b) production : définition de nouveaux temps machines, études de rentabilité, problèmes d'investissement (pour les études économiques, le soutien de l'ADEPA s'avère nécessaire). Le groupe sera dissous vers 72.

ANNEXE C : LA ROBOTIQUE INDUSTRIELLE

Un robot est fondamentalement différent d'une MOCN. Cette dernière comprend uniquement un organe de commande et une machine-outil. Elle est spécialisée et comporte un poste fixe de travail. Le robot comprend lui, nous le verrons, trois organes (capteurs en plus), et il n'est pas spécialisé (mobilité de l'outil). Le stade de développement ou de production de l'industrie robotique en France et à l'étranger aujourd'hui peut être comparé à celui de la MOCN à la fin des années 50 et au début des années 60, c'est pourquoi il nous a semblé intéressant de décrire la situation de la robotique à la lueur de ce que nous avons appris de la naissance de la MOCN et de son évolution.

Pourquoi existe-t-il une préoccupation robotique aujourd'hui ?

Nous restreindrons notre analyse à la robotique industrielle.

Le but du robot est de permettre d'obtenir en moyenne série de production, des coûts de grande série avec des investissements de petite série.

Etudions les cycles de production actuels :

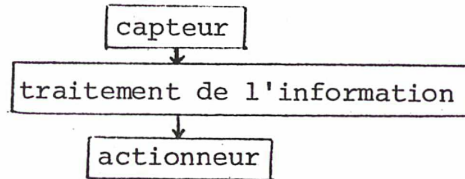
- la grande série permet les investissements très lourds nécessités par la mise en place de machines-transferts (exemple des chaînes de montage de l'industrie automobile) : mécanique, électromécanique, automates programmables interviennent ; la reconversion d'une chaîne pour la fabrication d'un nouveau moteur par exemple peut demander une année ou plus : d'où une très grande inertie de l'instrument de production qui offre en contrepartie des coûts de fabrication très faibles,
- la petite série repose en général sur la machine-outil et l'opérateur qui la fait fonctionner (usinage puis ajustage) ; l'investissement est beaucoup plus faible, mais le prix unitaire des produits plus élevé,
- dans le cas de la moyenne série (exemple de l'estampage où l'on doit mettre des lopins sous presse, et où il y a environ mille pièces par série), on pourrait facilement programmer l'outil et employer un robot ; de manière plus générale, le robot pourrait remplacer l'homme dans les postes pénibles :
- musculairement : cas des charges (certaines sociétés commencent à avoir du mal à recruter du personnel pour certaines manutentions) etc..
- sensoriellement : postes de tri, postes de vérification visuelle, métiers du feu (poussière, chaleur : forge, estampage...) etc...

Comment faire un robot ?

La fabrication d'un robot met en jeu trois disciplines principales :

- la mécanique,
- l'électronique,
- l'informatique.

Les trois organes du robot sont le capteur (ou senseur) qui fournit des informations à un calculateur qui, lui-même, commande l'actionneur (souvent un organe préhensile), suivant le diagramme logique :



On peut distinguer parmi les robots, trois générations :

- la première génération est celle du manipulateur mécanique fixe ou programmable (un bon exemple peut être celui d'un bras prenant une pièce arrivant à un instant et à un endroit donnés sur une chaîne pour la placer sur une autre perpendiculaire à un niveau inférieur).
- la deuxième génération est celle du manipulateur mécanique avec senseur (dans l'exemple précédent le bras serait capable de prendre la pièce à un instant donné même si elle n'est pas exactement à un endroit donné à l'aide d'un senseur la localisant),
- la troisième génération est celle du robot s'adaptant à l'environnement (à l'aide d'une caméra, d'un rayon-laser, de jets d'air, en fonction de l'environnement UHF..) et prenant en conséquence une décision.

Le nec plus ultra est le robot d'assemblage tel qu'il en existe un actuellement au MIT, qui est capable d'assembler des pièces réparties au hasard dans un espace.

Quels sont les problèmes techniques que pose la réalisation d'un robot ?

- Tout d'abord, des problèmes mécaniques, du fait des degrés de liberté du robot,
- Des problèmes électrotechniques : les actionneurs nécessitent la mise au point de moteurs pas à pas etc...,
- Des problèmes hydrauliques (pour les grosses charges, jusqu'à 300 kg) et pneumatiques (petites pièces),
- Des problèmes d'instrumentation (capteurs) : systèmes de traitement de l'information qui agissent sur les actionneurs (par exemple, capteurs de retour de force pour préhension).

En résumé, la robotique est avant tout interdisciplinaire, ce qui contribue à rendre la fabrication d'un robot onéreuse.

A l'étranger.. et en France :

Dans le monde, trois pays ont, aujourd'hui, une véritable industrie robotique : les USA, la Suède et le Japon.

Aux USA, le principal producteur et leader mondial est la société UNIMATION qui a dû attendre plus de huit ans avant de faire son premier bénéfice. Une deuxième société commence à produire des robots en complément d'une très importante activité "machine-outil" : CINCINNATI-MILACRON.

En Suède, le principal producteur est la société TRALFA spécialisée dans les robots à souder. En Europe, deux autres pays (la RFA et la Norvège) ont aussi développé une activité robotique, mais de moindre importance.

Examinons de manière plus détaillée le secteur "robotique" au Japon.

L'Industrie robotique japonaise : (Source : Ambassade de France au Japon, septembre 1977).

Au Japon, l'industrie robotique est très développée. En 1976? elle employait 1.500 personnes réparties dans 116 entreprises qui ont produit 6.000 robots industriels pour un montant de 12.909 millions de yens (soit 270 MF* environ).

Les principaux producteurs sont KAWASAKI, MITSUBISHI, et aussi FUJITSU FANUC dont l'activité principale est la C.N.

Les principales industries clients sont, au Japon, l'automobile (qui absorbe 30% de la production en valeur), l'industrie électrique et mécanique lourde (12%), l'industrie chimique (8%), la mécanique de précision (5%) tandis que l'exportation n'absorbe encore que 4,1% de la production (11 MF environ).

Le Ministère du Commerce International et de l'Industrie (MITI) a participé à la création de l'Association Japonaise pour les robots industriels (JIRA) chargée d'études prospectives. En 1974, une étude avait été lancée sur la standardisation pour un montant de 45 millions de yens (1 MF environ). En 1976, le JIRA a fait une étude sur la prévision à long terme de la technologie des robots industriels pour un montant de 9 millions de yens (200.000 F environ), financé aux 3/4 par l'Etat. Une autre étude prévoit un décuplement de la production de robots industriels de 75 à 80 et ensuite un triplement de 80 à 85 avec une forte progression des exportations.

* M.F. : millions de francs, taux de change appliqué: 100 yens : 2,06 F

Nous avons rassemblé quelques unes de ces prévisions dans le tableau ci-dessous :

	1985	1990
Production de robots industriels	91 milliards de yens (1875 MF)	290 milliards de yens (5975MF)
(dont exportations)	16 % (310 MF)	18% (1.100 MF)

Au Japon, l'introduction des robots s'insère dans la marche vers l'automatisation des unités de production et les prévisions de développement de l'industrie sont, on le voit, très impressionnantes.

Où en est-on aujourd'hui en France ? RENAULT semble être la seule société à s'intéresser à la robotique : elle a engagé 45 MF de dépenses dans des domaines bien précis, tels que les robots de peinture, les robots de soudure par point. Elle emploie 250 personnes, dont une centaine d'ingénieurs, sur le sujet. D'autres sociétés plus petites ("Ateliers et Chantiers de Bretagne , la "Compagnie des Signaux Electriques") fabriquent toutefois des télémanipulateurs, pour le CEA en particulier.

Mais quelle est l'aide, directe ou indirecte, de l'Etat en faveur de la robotique ?

L'action de l'Etat :

Elle s'exerce par l'intermédiaire de trois organismes : l'IRIA, la DGRST et le CNRS.

L'IRIA a consacré 2 MF au programme "Spartacus". La DGRST "Recherche" consacre 3 MF par an environ à la robotique et plus spécialement aux recherches sur les constituants de robots (actionneurs, calculateurs, capteurs).

Un intercomité "Robotique" a été spécialement créé à la DGRST qui coordonne l'action des comités "Automatisation" et "Mécanique". L'accent a été porté sur les constituants pour ne pas renouveler l'erreur faite à une autre échelle lors du Plan Calcul qui a négligé l'aspect "composants".

La DGRST "Développement" mène deux actions : l'une concerne l'estampage, l'autre la forge (chacune représente 2 MF environ). Enfin, le CNRS consacre 1 MF à des projets plus fondamentaux sur la robotique.

L'avenir du robot :

La projection dans l'avenir d'une industrie robotique (qui n'existe pas encore) soulève des inquiétudes. Le développement de la robotique dans le monde semble irréversible et la situation est-elle rattrapable par l'industrie française ? Que se passerait-il en cas d'importation massive en France de robots américains ou japonais (à ce titre les prévisions d'exportations dans les années à venir du Japon ne laissent pas d'être inquiétantes) ?

Celle-ci ne doit sans doute pas être redoutée avant un ou deux ans en raison des coûts actuels des robots.

Prenons l'exemple du tri : un O.S. effectuant du tri coûte à une société environ 50.000 F/an. Un robot pourrait faire le travail de deux O.S., soit l'équivalent de 100.000 F/an de travail. En fonction des durées d'amortissement, aujourd'hui envisagées par les entreprises pour un robot et de son prix, l'investissement n'est pas rentable en 1978, mais il le sera certainement en 1979-1980, du fait des baisses de prix prévisibles des robots.

Il faudrait donc que l'industrie française de la robotique naisse d'ici 1979-80 si l'on ne veut pas voir se reproduire une importation massive de robots du type de celle des appareils photos japonais qui la tuerait dans l'oeuf.

Un exemple de robot expérimenté par ADERSA-GERBIOS pour le LNE :
ADERSA : Association pour le Développement de l'Enseignement et de la
Recherche en Systématique Appliquée,
GERBIOS: Groupe d'Etudes et de Recherches en Biosystèmes (dépendent de la
Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris),
LNE : Laboratoire National d'Essais.

Le LNE vérifie 20.000 thermomètres médicaux par jour. Des séries de quelques thermomètres passent successivement sur un chariot mécanique dans des cuves à 36,38 et 40°C et les températures sont vérifiées sur écran par des opératrices.

La réalisation de l'opération par un robot pose deux problèmes :

- placer le thermomètre de telle sorte que le mercure soit visible par la caméra,
- lire la température.

Grâce à la vidéotransmission (reconnaissance de formes) l'ensemble constitué par la caméra (capteur), le calculateur, le chariot mécanique plus les poulies de placement plus le dispositif de rejet des mauvais thermomètres (actionneur) est un robot-type de troisième génération.

ANNEXE D : TABLEAUX STATISTIQUES (FABRICATION 1976 DE MOCN)

SOURCE : ENQUÊTE SYNDICALE SUR LA COMMANDE NUMERIQUE DANS L'INDUSTRIE DE LA MACHINE-OUTIL

Le Syndicat a renouvelé, pour l'année 1976, l'enquête relative à la fabrication et à l'utilisation des machines-outils à commande numérique dans l'industrie de la machine-outil de notre pays (métaux, bois et accessoires).

Les résultats de l'enquête, en ce qui concerne les fabrications, sont les suivants (ceux de 1973, 1974 et 1975 étant rappelés à titre de comparaison) :

TABLEAU A

ANNEES	F A B R I C A T I O N S		EXPORTATIONS
	Nombre de MOCN	Valeur (HT) en F	
1973	389	190 000 000	141 machines (56 300 000)
1974	535	245 400 000	261 machines (109 318 000)
1975	612	323 404 000	217 machines (101 455 000)
1976	576	384 481 000	165 machines (127 189 000)

On constate donc, par rapport à l'année 1975, bien que le nombre de MOCN ait légèrement diminué, une augmentation de 20% du chiffre d'affaires.

Le tableau B donne le détail des fabrications par type de machines.

TABLEAU B.

PRODUCTION 1976 de M O C N.

	Q U A N T I T E			V A L E U R		
	Point à point	Contournage	Total	Point à point	Contournage	Total
a/ <u>M.O.E.</u> (enlèvement)						
- perceuses et perceuses-aléseuses	8	11	19	4 455 000	5 566 000	10 021 000
- aléseuses et aléseuses-fraiseuses	3	49	52	4 990 000	90 223 000	95 213 000
- fraiseuses	30	57	87	9 141 000	44 213 000	53 354 000
- tours parallèles	9	223	232	3 150 000	93 993 000	97 143 000
- tours verticaux + rect. verticales	-	27	27	33 720 000		33 720 000
- rectifieuses + machines diverses	29	12	41	16 286 000	7 350 000	23 636 000
- centres d'usinage	-	48	48		56 765 000	56 765 000
TOTAL M.O.E. =	79	427	506	38 022 000	331 830 000	369 852 000
b/ <u>M.O.F.</u> (formage)						
- presses-plieuses	58	-	58	10 663 000	-	10 663 000
- poinçonneuses	2	-	2	1 303 000	-	1 303 000
- divers	10	-	10	2 663 000	-	2 663 000
TOTAL M.O.F. =	70	-	70	14 629 000	-	14 629 000
c/ <u>TOTAL GENERAL</u> :						
M.O.E. + M.O.F. =	149	427	576	52 651 000	331 830 000	384 481 000

Les fabrications de machines de contournage l'emportent donc nettement - 3 fois en nombre et 6 fois en valeur - sur celles des machines de point à point. D'autre part, la construction des machines de formage à commande numérique continue à progresser (70 machines contre 64 en 1975, 54 en 1974 et 34 en 1973).

Dans le cas des machines-outils travaillant par enlèvement, on notera l'importance prise, comme en 1975, par les tours parallèles et les centres d'usinage dont le nombre représente sensiblement la moitié des fabrications 1976.

Le tableau C - voir in fine - donne le détail des exportations par type de machines.

Enfin, le tableau D donne une comparaison entre les deux secteurs M.O.E. et M.O.F. du point de vue fabrication de MOCN.

- EQUIPEMENTS DE COMMANDE NUMERIQUE

Notre enquête a également porté sur l'origine des directeurs de commande équipant les machines-outils à commande numérique fabriquées en FRANCE en 1976.

Il résulte de cette enquête qu'une vingtaine de marques d'équipements ont été utilisées et que 30% des matériels sont équipés de directeurs de commande d'origine étrangère (110, General Electric, 50 Siemens ...).

Quant aux directeurs de commande de fabrication française, ils se répartissent entre une dizaine de marques différentes (une même marque a cependant été utilisée pour l'équipement de 150 machines).

L'importance du nombre des directeurs de commande importés provient, pour une très large part, des préférences des clients étrangers ayant acheté des machines à commande numérique.

- LE PARC MOCN

Le parc MOCN des constructeurs français de machines-outils est resté de l'ordre de 220 machines (un tiers de point à point et deux tiers de contournage) réparties dans une quarantaine d'entreprises.

CONCLUSIONS

On constate en définitive :

1. Que 30 firmes ont construit des MOCN en 1976 (23 appartenant au secteur M.O.E. et 7 au secteur M.O.F.) et que 40 en utilisent.
2. Que la construction et l'utilisation des MOCN se trouve, en grande partie, concentrées dans le secteur M.O.E. dont 7 firmes d'ailleurs réalisent 80% du chiffre d'affaires MOCN.
3. Que la production 1976 (576 machines - F 384 481 000) représente 12,2 %

du chiffre d'affaires global de l'industrie de la machine-outil à métaux (3 141 307 000). Ce pourcentage était de 9,3 en 1974 et de 11,1 en 1975 -voir tableau D -.

4. Les exportations représentent, en valeur, 33% des fabrications (contre 32% en 1975 et 45% en 1974).

L'année 1976 ne marque, dans le domaine de la production, qu'une légère progression par rapport à 1975. En ce qui concerne la mise en place sur le marché intérieur de ce type de machines de construction française, elle présente une légère amélioration atteignant 411 (1) contre 395 en 1975 et 274 en 1974. La procédure d'aide à la diffusion des MOCN au sein des entreprises de petite ou moyenne importance, mise en application fin 1972, paraît avoir continué à faire sentir ses effets sur les fabrications 1976 atténuant les effets d'une situation économique défavorable.

Par contre, le nombre de machines exportées a diminué (165 au lieu de 217) ; le chiffre d'affaires correspondant est cependant légèrement plus élevé : 127 millions au lieu de 101.

NOTA : L'enquête qui a porté également sur les fabrications de machines-outils à commande programmées sans commande numérique des déplacements a, de son côté, donné les résultats suivants :

- 483 machines fabriquées (dont 326 tours et 46 fraiseuses et aléseuses-fraiseuses),
d'une valeur totale de F 110 000 000.

Sur ces 483 machines, 158 ont été exportées.

Alors qu'en 1972, du point de vue valeur des matériels, il y avait sensiblement égalité entre les fabrications de machines à commande programmée simple et celles des machines-outils à commande numérique, le chiffre d'affaires MOCN de 1975 continue, comme en 1973 et 1974, à être beaucoup plus important que celui des MCP : 384 millions contre 110.

(1) En ce qui concerne les matériels importés, nous ne disposons d'aucune information précise.

TABLEAU C.

EXPORTATIONS 1976 de MOCN

	QUANTITE	V A L E U R
- Perceuses et perceuses-aléseuses	3	1 766 000
- Fraiseuses	19	14 784 000
- Aléseuses-fraiseuses	9	14 313 000
- Tours parallèles	58	19 321 000
- Tours verticaux + rect. verticales	11	13 420 000
- Centres d'usinage	19	28 689 000
- Divers	29	26 626 000

- Machines de formage	27	8 270 000
TOTAL	165	127 189 000

TABLEAU D.

ANNEE 1976	M O C N		Chiffre d'affaires global	Pourcentage MOCN/MO total
	Nombre	Valeur		
Secteur MOE	506	369 852 000	2 240 090 000	16,5 %
Secteur MOF	70	14 629 000	901 217 000	1,6 %
TOTAL	576	384 481 000	3 141 307 000	12,2 %

ANNEXE E : ORGANISMES CONSULTES

- Ministère de l'Industrie : Direction des Industries Mécaniques (D.I.M.M.E.)
- Agence pour le Développement des Produits Automatisés (A.D.E.P.A.)
- Groupement pour l'Avancement de la Mécanique Industrielle (G.A.M.I.)
- Ecole Nationale des Techniques Industrielles et des Mines
de Douai (E.N.T.I.M.D.)
- Organisation de Coopération et de Développement Economiques (O.C.D.E.)
- ADERSA - GERBIOS
- Centre d'Etudes et de Recherche de la Machine-Outil (C.E.R.M.O.)
- Syndicat des Constructeurs Français des Machines-Outils (S.C.F.M.O.)
- Constructeurs de Machines ou de C.N.: ERNAULT-SOMUA, SAGEM, Machines
GASTON-DUFOUR, FEUTRIER ELECTRONIQUE
- Utilisateurs de MOCN : SNIAS, Précision ATLANTE
- Syndicat des Constructeurs Allemands de Machines-Outils (FACHGEMEINSCHAFT
WERKZEUGMASCHINEN, V.D.M.A.)
- Université de Tokyo (à l'occasion du passage en France d'un de ses
Professeurs).

oOo