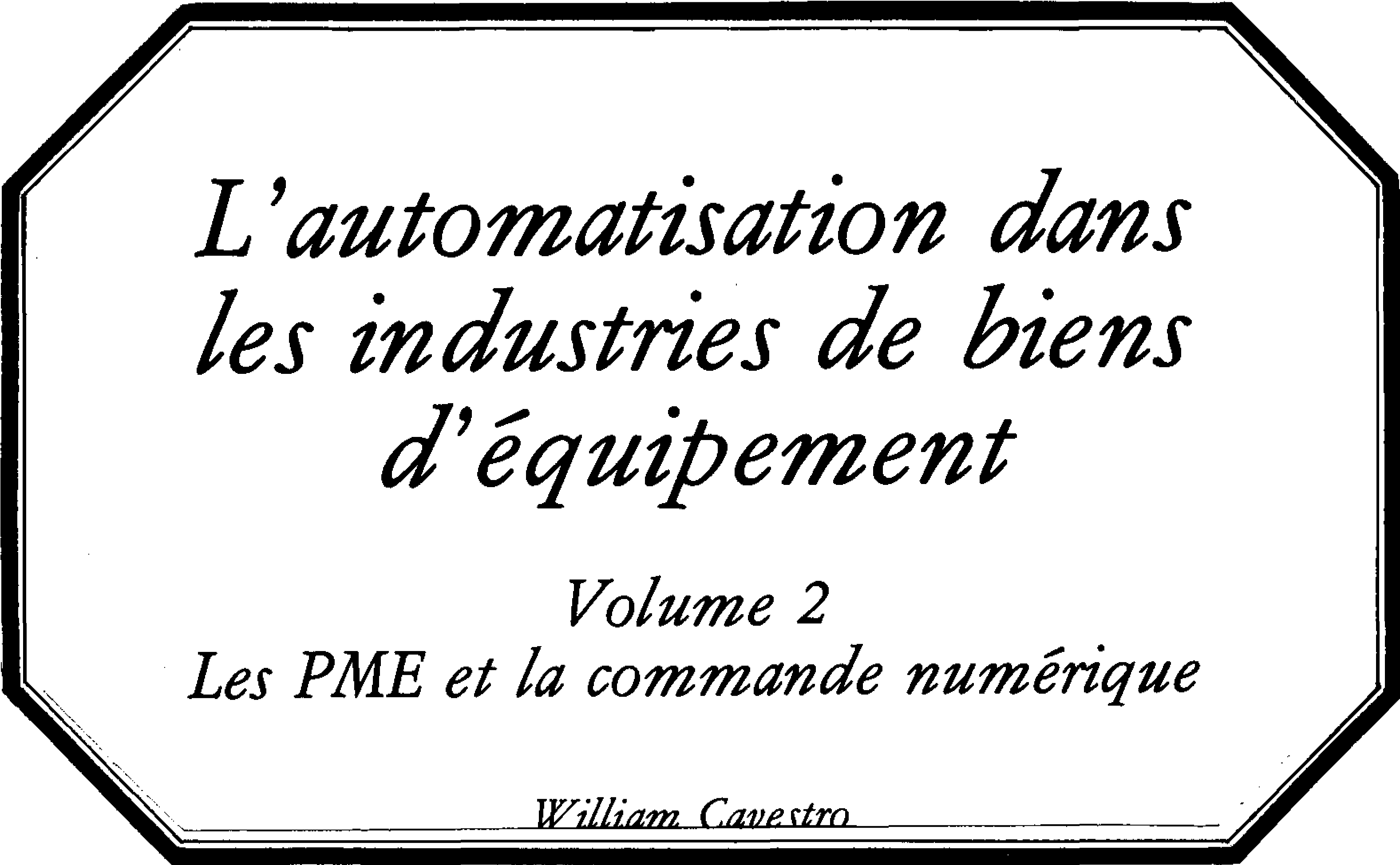

CENTRE D'ETUDES
ET DE RECHERCHES
SUR LES QUALIFICATIONS



*L'automatisation dans
les industries de biens
d'équipement*

*Volume 2
Les PME et la commande numérique*

William Cavestro

FORMATION - QUALIFICATION - EMPLOI
COLLECTION DES ETUDES

6.2

*L'automatisation dans
les industries de biens
d'équipement*

*Volume 2
Les PME et la commande numérique*

William Cavestro

**L'AUTOMATISATION DANS LES INDUSTRIES
DE BIENS D'ÉQUIPEMENT**

Volume 2

Les PME et la commande numérique

*William CAVESTRO
Institut de recherche économique
et de planification du développement
(IREP développement)
Février 1984*

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	5
Chapitre 1 : Les PME et l'automatisation	9
1. Une difficulté : la mesure de l'automatisation. Le matériau statistique ..	9
2. Un constat : la faiblesse de l'automatisation des PME	11
3. Le contexte de crise et l'évolution de la sous-traitance	15
4. Un ajustement difficile de l'offre : la situation de la machine-outil française	18
Chapitre 2 : Division du travail, évolution des qualifications et formation.	21
1. Avant la commande numérique : des formes hétérogènes de division du travail	23
2. La division du travail en programmation.	25
2.1. <i>Les variantes</i>	25
2.2. <i>L'évolution du contenu des tâches</i>	27
3. Qualification ou déqualification des opérateurs ?	29
4. Politique de recrutement et de formation	34
4.1. <i>Les profils de recrutement en programmation</i>	34
4.2. <i>Les profils en commande numérique</i>	35
Conclusion	36
Annexes	37
Annexe 1 : Fiches descriptives d'établissement	39
Annexe 2 : Annexes statistiques	55
Bibliographie	73
Au sommaire des autres volumes	75

INTRODUCTION

L'étude des problèmes d'emploi passe par l'analyse même du contenu et de l'organisation du travail. Si l'on admet avec H. Marcuse (1) et P. Naville (2) que l'automatisation ou l'automation ont changé le caractère des forces productives, la place de l'homme dans la sphère de la production s'est modifiée. A travers un processus d'exclusion ou de disjonction de l'activité humaine par rapport à la structure matérielle du processus de production (3), l'automation a cessé d'être une combinaison technique nouvelle pour devenir un principe opératoire général qui implique une véritable métamorphose de la mobilisation et de l'utilisation de la force de travail. Comme le note G. Caire, l'automation constitue une rupture vis-à-vis du machinisme dans la mesure où *« la machine comporte non seulement un dispositif technique d'exécution mais aussi un dispositif technique de direction, les deux articulés par une interface de liaison ; les fonctions de direction s'objectivent, donc s'émancipent des facultés humaines »* (4). Le contenu et la division du travail changent donc de nature : de nouvelles fonctions apparaissent, telle la fonction de programmation et d'optimisation des cycles de production, la fonction de surveillance se transforme et la fonction d'exécution perd, apparemment, de sa richesse. L'ensemble des savoirs et des savoir-faire mobilisés dans la production subissent donc des remodelages importants et différenciés selon les systèmes économiques et les unités de production et de décision qui les composent.

C'est dans cette perspective très large que se situe notre interrogation sur l'évolution de la division du travail induit par l'automation. Le choix des petites et moyennes entreprises (PME) du secteur de la mécanique comme « unités actives » et de la machine-outil à commande numérique comme forme d'automation se justifie pour plusieurs raisons.

Le développement des automatismes concerne de plus en plus les PME. En témoignent les études récentes et les rapports de recherche sur la robotique (5). Principalement limitée à l'origine, aux processus de production continue, l'automation s'ap-

(1) H. MARCUSE. *L'homme unidimensionnel : étude sur l'idéologie de la société industrielle* (trad. Anglais). Paris : Ed. de Minuit (coll. « Arguments »), 1968, p. 60.

(2) P. NAVILLE. *Vers l'automatisme social : problèmes du travail et de l'automation*. Paris : Gallimard (coll. « problèmes et documents »), 1963, p. 63. Avec P. Naville nous définissons l'automation comme un *« ensemble de phénomènes qui convergent vers une fin unique : concourir au fonctionnement autonome de cycles productifs complets et de plus en plus étendus à très hauts rendements »*.

(3) P. NAVILLE. *Niveau d'automation, temps et énergie*. Cahiers d'étude des sociétés industrielles et de l'automation, CNRS, 1965, p. 199. L'automation est définie *stricto sensu* comme le rejet du travail humain direct au profit de la machine.

(4) G. CAIRE. *Automation : technologie, travail, relations sociales*. Paris : Economica (coll. « ADEFI »), 1981, p.167.

(5) Citons entre autres travaux le rapport de synthèse de la mission filière électronique (rapport FARNOUX, mars 1982) ; le rapport de la mission robotique, version simplifiée (rapport PETITEAU, juin 1982) ; le rapport sur l'utilisation de la robotique dans la production et ses perspectives d'avenir (rapport LASFARGUE) Journal officiel, avril 1982.

plique davantage aux processus discontinus et aux petites et moyennes séries (70 % de la production industrielle), domaines d'activité privilégiés des PME.

Dans l'ensemble, les PME ont mieux résisté à la crise que les grandes entreprises. Mais un paradoxe demeure. Elles sont moins équipées en automatismes et moins capitalistiques. Dans quelle mesure les PME sont-elles concernées par ce sous-équipement ? Cette question renvoie immédiatement à l'enjeu qu'elles représentent dans le plan machine-outil et le plan robotique. Dans un contexte de crise, quelle est donc la capacité de réaction des PME face à l'automatisation ?

Les principaux enjeux se nouent autour de l'automatisation des machines-outils. La commande numérique reste de très loin la principale forme d'automatisation industrielle des PME qui offrent des opportunités considérables de diversification pour les industries de biens d'équipement. C'est donc un sujet d'une actualité brûlante.

Plus fondamentalement, notre analyse part d'un constat : la recherche économique se limite souvent à l'analyse des effets macroéconomiques de l'automatisation sur l'emploi, *« ce qui semble la dispenser d'intégrer, dans une problématique d'ensemble, les transformations du procès de travail »* (6). Cette réflexion prolonge celle de B. Coriat qui souligne la dichotomie des approches techniques et descriptives de l'organisation du travail et les théories de la croissance économique (7). Les unes et les autres demeurent étrangères. Pourtant comme le note P. Naville, *« l'aspect social et économique de l'automatisation ne peut être envisagé directement à partir de ses simples conditions techniques de mise en œuvre (...). Il ne peut l'être qu'en connexion avec la structure économique et sociale préexistante dans laquelle se développent la production et la gestion automatisées »* (8). Notre approche se situe dans cette perspective reliant l'analyse macroéconomique de l'automatisation et l'évolution des conditions d'utilisation de la force de travail dans les entreprises.

Cette démarche renvoie à une double interrogation. L'automatisation est-elle un prolongement de la mécanisation ? N'est-elle pas contradictoire avec la division taylorienne du travail comme mode d'organisation du travail dominant dans la mécanique ? Au cœur de ces débats la question de la division du travail, de l'évolution des qualifications et des savoir-faire reste posée (9).

Deux parties composent cette recherche :

— Un premier point est consacré aux conditions de diffusion de la commande numérique dans les PME. Il conduit à s'interroger principalement sur les raisons qui limitent le développement de l'automatisation dans le contexte de la crise.

(6) D. BOUCHUT, D. DUFOURT, J.H. JACOT. *Automatisation : formes anciennes et formes nouvelles*. Lyon : PUL (coll. « Analyse, épistémologie, histoire économique »), juin 1980, P. 8.

(7) B. CORIAT. *L'atelier et le chronomètre*. Paris : Ch. Bourgeois, 1979, pp. 15-16.

(8) NAVILLE. *Vers l'automatisme social*. *op. cit.*, p. 48.

(9) Cette interrogation impliquerait un débat plus large sur l'essence de la technique. Comme le fait remarquer le philosophe M. HEIDEGGER (la question de la technique, in *Essais et Conférences*, Gallimard NRF, 1954), l'essence de la technique n'est pas ce qu'elle est. *« L'essence de la technique n'est rien de technique : c'est pourquoi la réflexion essentielle sur la technique et l'explication décisive avec elle doivent avoir lieu dans un domaine qui d'une part, soit apparenté à l'essence de la technique et qui, d'autre part, n'en soit pas foncièrement différent d'elle. L'art est un tel domaine (...) »*. Cette interrogation renvoie à la nature de l'automatisation qui contribue à accroître la productivité mais ne suscite pas par elle-même, comme le note P. Naville, un mode nouveau de création. Seul le travail humain crée parce qu'il est un acte de la conscience libre. L'homme est engagé, nous dit Heidegger, dans une vie productive où il met la nature à sa raison, en la dévoilant par l'exercice de la science. L'art et la technique sont deux expressions de l'activité humaine qui dévoilent l'être de l'homme comme projeté dans le monde. Nous ne faisons ici qu'effleurer un débat essentiel qui mériterait sans doute d'être développé, dans une autre recherche, sur la nature même des rapports entre l'homme et la technique.

— Si cette approche débouche davantage sur un ensemble d'interrogations quant à l'insertion des PME dans notre système industriel, que peut-on dire de l'évolution des qualifications et de la division du travail ? En quoi la situation des PME est-elle spécifique ou reflète-t-elle les débats des économistes et des sociologues sur les effets de l'automatisation ? Comment les qualifications et les savoir-faire évoluent-ils ? Le modèle taylorien est-il un cadre d'analyse adéquat pour comprendre la division du travail dans les PME ?

La réponse à ces interrogations revient, en définitive, à préciser les interactions entre les formes de la commande numérique (CN) — commande numérique simple, commande numérique avec calculateur (CNC), commande numérique directe (CND) — leur mode d'insertion (type de série, taille des marchés) et l'évolution des rapports sociaux propres à l'entreprise. La combinaison de ces trois éléments délimite le champ des possibles.

Il en résulte des politiques de formation et de recrutement qui visent à une adaptation rapide de la main-d'œuvre. Cette opérationnalité tient compte des niveaux de recrutement, de la mobilité sur les postes de travail nouveaux et des possibilités d'embauche liées à la santé de l'entreprise.

CHAPITRE 1

LES PME ET L'AUTOMATISATION

1. UNE DIFFICULTÉ : LA MESURE DE L'AUTOMATISATION. LE MATÉRIAU STATISTIQUE

Il existe deux méthodes d'évaluation des machines-outils en unités physiques : en nombre d'unités et en tonnage. Cette quantification se heurte à deux limites particulières : l'évolution des performances des différents types de machine (vitesse, profondeur de coupe) et leur degré d'intégration. Calculer en nombre d'unités implique en particulier que les performances des machines restent identiques entre machines d'une même fonction. Certaines machines-outils, comme les centres d'usinage, regroupent plusieurs fonctions. Le décomptage en unités y perd en grande partie de sa signification.

Peu de recherches font état des différents stades ou générations de commandes numériques. Les principaux découpages font référence au mode de travail (machines-outils par enlèvement, par déformation), au produit usiné (les métaux, le bois) et à la forme de commande numérique (CNC, point par point, à contournage). Mais, comme le note M. Vigezzi (1), aucun ne correspond à une succession temporelle ou à la technologie de leur fabrication.

Aucune statistique exhaustive n'existe en ce domaine. La ventilation du parc-machine français est principalement représentée dans les recensements de 1974 et de 1980 par secteurs utilisateurs (nomenclature d'activités et de produits (NAP) de 1973) et par régions. Les données par taille d'entreprise et par génération d'équipement ne figurent pas dans le recensement du parc français de machines-outils réalisé par le BIPE, en 1980. La seule base de données sur les PME reste actuellement l'enquête annuelle du Crédit d'équipement des PME commencée en 1979 (2). Cette enquête effectuée auprès de 1 900 PME poursuit l'étude des thèmes relatifs à leur univers socio-économique (répartition géographique et sectorielle, place des PME dans le tissu industriel français) et à leurs politiques de développement (étendue du marché, importance des exportations).

(1) M. VIGEZZI. Automatisation, norme et régulation de l'économie capitaliste. Un essai sur le changement technologique. Thèse, Université des Sciences sociales de Grenoble, 1981, 321 p.

(2) Cet organisme regroupe depuis janvier 1981 les activités à moyen et long termes du Crédit hôtelier, commercial et industriel, les activités de la Caisse nationale des marchés de l'État et du regroupement interprofessionnel des PME. Il propose des moyens et des informations pour financer le développement et l'équipement des PME avec le concours des banques et des organismes de caution mutuelle. En 1980, le Crédit d'équipement a prêté 15,4 milliards de francs pour financer leurs investissements, soit environ 16 000 prêts à long terme et 38 200 crédits à moyen terme. Cet organisme se définit aussi comme une instance de réflexion sur la situation des PME, leur évolution et les problèmes posés par leur développement.

L'enquête de 1981 a sensiblement étendu le champ de ses investigations à l'analyse de l'évolution technologique des PME à travers deux grands domaines : l'automatisation et l'informatisation (3). Rappelons immédiatement les limites de cette enquête dont l'univers de référence définit les PME comme des entreprises industrielles de 10 à 499 salariés sur la base du fichier SIRENE spécifiant l'activité, la taille, la localisation géographique et le statut juridique de l'entreprise. Sur ce dernier point, les incertitudes sont les plus grandes dans la mesure où la structure du capital d'une société n'est pas toujours transparente (4).

Cependant, le champ de l'enquête paraît suffisamment large pour appréhender les tendances significatives du niveau d'équipement des PME. Notre enquête complémentaire a porté sur sept PME de la mécanique et permis d'étayer la recherche des facteurs explicatifs de leur faible degré d'automatisation.

Dans cette enquête exploratoire nous avons davantage recherché des informations qualitatives sans prétendre, bien sûr, à une représentativité de la situation d'ensemble des PME de la mécanique. L'objet était de conforter certaines hypothèses préalables, en s'appuyant sur les résultats de l'enquête du Crédit d'équipement. Les résultats de notre enquête ont surtout servi de canevas à l'analyse de l'évolution de la division du travail dans les PME.

(3) L'enquête 1981 est représentative de l'ensemble des 44 000 PME de 10 à 499 salariés des codes NAP 15 à 54. La base de sondage a été élargie par rapport à 1980 aux entreprises de dix salariés.

(4) Dans l'enquête sont intégrées des entreprises aux statuts juridiques très hétérogènes de SARL, SA, sociétés en nom collectif, sociétés en participation, sociétés civiles à l'exclusion des organismes mutualistes, des sociétés étrangères et des associations. Les résultats statistiques de l'enquête montrent en fait que 62 % des PME sont totalement indépendantes, 6 % sont possédées par des groupes (liaisons de capitaux) et 32 % ont des participations croisées ou des liaisons de personnes entre elles.

2. UN CONSTAT : LA FAIBLESSE DE L'AUTOMATISATION DES PME

Les équipements en automatismes industriels touchent des fonctions très diverses qui caractérisent leur degré d'intégration. Manipulateurs automatiques et robots, machines automatiques isolées, ensembles de plusieurs machines connectées entre elles, constituent des étapes dans l'automatisation d'un processus de fabrication.

Les PME ont-elles une politique définie en matière d'équipement automatisé ? Sur ce point, l'enquête du Crédit d'équipement souligne deux tendances particulières :

— En 1981, 44 % des PME ont intégré sous une forme ou sous une autre, un automatisme industriel (cf. tableau 1). Petit à petit, l'ordinateur acquiert droit de cité. En 1982, 65 % des PME utilisent l'outil informatique. Elles ne représentaient que 58 % de l'ensemble des PME en 1981 (5).

Tableau 1 : PME et formes d'automatisation industrielle sur 1 900 entreprises enquêtées

En pourcentage

PME disposant d'un automatisme industriel dont :	44
- manipulateurs de pièces ou robots	6
- machines automatiques	37
- ensembles automatisés de plusieurs machines	13
PME ne disposant d'aucun de ces équipements automatisés	56

Source : Enquête du Crédit d'équipement des PME, résultats de 1981, première exploitation.

— Pour l'essentiel, l'automatisation résulte surtout de l'introduction des machines-outils à commande numérique (CN). Par contre, la faible proportion de manipulateurs et des ensembles automatisés s'explique pour deux raisons : les PME ne recherchent pas spécifiquement l'automatisation complète d'un équipement classique ou en commande numérique ; de plus ces équipements représentent un coût qui n'offre pas toujours suffisamment de contrepartie sur le plan des performances techniques recherchées (6). Parmi les utilisateurs de manipulateurs, 60 % possèdent des machines isolées et 46 % des ensembles de machines automatisées. Par contre, parmi les PME équipées en CN, seulement 10 % cherchent à introduire des manipulateurs et 21 % des ensembles de machines automatisées. Cette hiérarchie dans l'acquisition des équipements procède généralement de la même logique : les PME ont tendance à s'équiper en priorité en CN puis à développer les automatismes liés à un segment de la production puis à un ensemble de segments.

(5) L'informatisation de la comptabilité générale (60 % des PME en 1982), de la paie (46 %), de la facturation (39 %) et de la comptabilité analytique (32 %) demeure l'application la plus courante. En 1982, 25 % des PME se lancent dans le traitement informatique de leur production (gestion des stocks, ordonnancement, lancement, suivi de fabrication). Mais seulement 4 % des entreprises enquêtées (au nombre de 600) utilisent l'informatique pour la commande de machines-outils. Ce chiffre tombe à 2 % pour la CAO-CFAO (cf. Annexes statistiques).

(6) C'est en particulier le cas dans le décolletage où la CN n'est performante que sur de petites ou moyennes séries de pièces répétitives. Dans ce cas, la CN se substitue au tour monobroche : les temps de montage et le coût du stockage sont moindres. De même la qualité et les temps d'usinage s'améliorent sensiblement. Sur ce point nous renvoyons à la note d'ensemble de O. Bertrand sur la commande numérique : « L'automatisation de l'usinage et le développement de la commande numérique ». Dans la même collection. Vol. 3.

Tableau 2 : Équipement en commande numérique des PME enquêtées

Entreprises (*)	Effectifs en 1982	Sous-traitance		Caractéristiques de production : types de série	Équipements en conventionnel	Équipements en CN (date du 1er équipement)	Systèmes de programmation
		Secteurs	% du C. A.				
A	33	Électronique, médical, armement	100	Pièces diversifiées ; proto- types, petite et moyenne séries : 100 pièces/mois	11 fraiseuses, 1 rectifieuse, 9 tours, 9 perceuses, 2 taraudeuses	4 fraiseuses CNC, 1 tour CNC (1973)	manuelle (CNC)
B	35	Aéronautique, électronique	100	Prototypes, petite et moyenne séries : 100 - 200 pièces/mois	non-compris	1 centre d'usinage (1980)	manuelle (CNC)
C	410	Pétrochimie, automobile, équipements industriels	10	De 15 à 25 000 pièces par séries ; temps usinage : une minute à une heure	non-compris	13 CN : 2 perceuses, 11 tours CNC (1971)	automatique depuis 4 ans (PROMO)
D	105	Mécanique, aéronautique, informatique	100	Surtout de petites séries : 20 à 100 pièces/mois	50 machines-outils dont 15 tours	7 CN : 3 tours, 4 centres d'usinage (1978)	manuelle (soft-fortran)
E	45	Électronique	100	Petites séries	65 machines-outils	2 CN dont 1 centre d'usinage et 1 plieuse (1980)	manuelle
F	230	Automobile, électroménager	70	Moyenne et grande séries (décolletage)	100 tours mono et multibroches	6 tours CN (1979)	manuelle
G	160	Aéronautique	100	Petites séries principalement (décolletage)	180 machines (tours, fraiseuses, etc.)	13 CN dont 8 tours, 3 fraiseuses et 2 centres d'usinage (1980)	automatique depuis 1982 (Olivetti P. 60-66)

(*) Cf. annexe 1 : fiches descriptives d'établissement.

CN : commande numérique

CNC : commande numérique avec calculateur

L'automatisation des PME est relativement faible comparée à l'ensemble du secteur industriel. Dans la mécanique 37 % seulement des entreprises possèdent une machine-outil à commande numérique, soit 19 % de l'échantillon total des entreprises enquêtées. Dans le même ordre d'idées, seulement 16 % des ateliers mécaniques ont au moins une CN, dont 60 % n'en ont qu'une et 36 % deux. Moins de 2 % des ateliers sont équipés de robots de soudage, de peinture, de manutention ou d'assemblage. Sur un parc-machine français de 10 500 commandes numériques en 1981, la part des PME représenterait environ 3 000 machines (7), soit moins d'un tiers de l'ensemble du parc de machines-outils.

Pour les PME déjà équipées en commande numérique, le sondage du Crédit d'équipement donne un parc moyen par entreprise de 3,9 machines. Dans notre enquête, (cf. tableau 2) ce chiffre est sensiblement plus élevé (6,7) pour deux raisons : les entreprises sélectionnées travaillent pour des secteurs de pointe où la garantie du maintien des marchés nécessite de fait un sur-équipement ; en outre, depuis 1975 elles ont connu une très forte croissance.

La nature des équipements révèle des tendances caractéristiques sur le comportement des PME dans la mécanique (cf. tableau 3).

Tableau 3 : Nature des équipements des PME

Type d'équipement	Pourcentage des entreprises équipées	Nombre moyen par entreprise
Tours à CN	6,6	2,3
Aléseuses à CN	4,0	1,7
Fraiseuses à CN	9,4	1,8
Rectifieuses à CN	3,8	2,5
Perceuses à CN	6,0	1,9
Centres d'usinage	1,4	2,5
Robots - manipulateurs	1,8	2,2
Autre matériel automatisé	12,9	3,2

Source : Enquête du Crédit d'équipement des PME, résultats de 1981.

Une bonne partie est équipée en tours et en fraiseuses avec en moyenne plus de deux machines dans le premier cas et près de deux machines dans le second. La faible proportion d'entreprises disposant de centres d'usinage s'explique sans doute par l'attitude des directions d'entreprises qui recherchent davantage une spécialisation qu'une polyvalence des fonctions d'usinage. Cette polyvalence pose, en particulier, des problèmes d'optimisation du temps d'utilisation des machines, notamment par l'allongement du temps de montage.

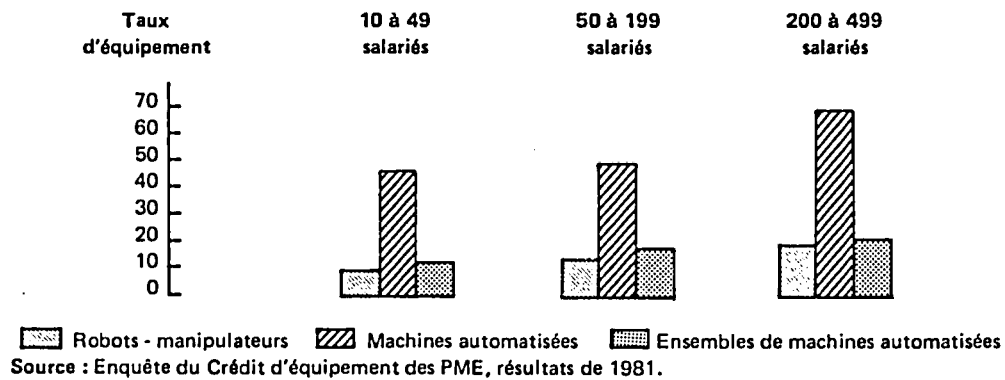
Le taux d'équipement augmente proportionnellement à la taille des entreprises (cf. tableau 4). En effet, 55 % des petites PME (de 10 à 50 salariés) ont au moins un équipement automatisé. Cette proportion croît avec la taille des entreprises. Elle passe à 64 % pour les PME de taille moyenne (de 50 à 200 salariés) et à 82 % pour les plus grandes (de 200 à 500 salariés) (8).

(7) Rappelons toute la prudence qu'il faut accorder aux évaluations de stocks. L'estimation du parc-machine français provient de l'ADEPA. Celle des PME est donnée dans la revue *Industries et Techniques* de juin 1982, p. 9.

(8) En matière d'utilisation de l'informatique, les disproportions sont encore plus élevées : si 94 % des entreprises de plus de 200 salariés font appel à l'informatique en 1981, seulement 55 % y ont recours dans les entreprises de moins de 50 salariés.

Si l'on compare les intentions d'achat à long terme, dans la première classe de taille, 20 % des entreprises se doteraient d'équipements automatisés contre respectivement 36 % et 43 %. Mais la progression la plus sensible du taux de pénétration des automatismes concerne surtout la tranche moyenne des PME.

Tableau 4 : Taux d'équipement en matériel automatisé des PME, par taille d'entreprise



Si les petites PME ont un niveau d'équipement en machines automatisées identique à celui des PME de taille moyenne, elles restent sensiblement moins dotées en ensembles de machines automatisées. Le taux d'équipement en CN des PME de grande taille (200 à 500 salariés) est nettement plus élevé puisque 70 % possèdent une ou plusieurs commandes numériques. Le seuil des 200 salariés paraît décisif dans la différenciation des taux d'équipement. C'est dans cette catégorie de PME que l'automatisation a progressé le plus rapidement depuis 1975. La sensibilité des petites PME à la crise est l'élément le plus déterminant de leur faible niveau d'équipement. Elles focalisent surtout leurs investissements sur l'acquisition de CN qui assurent avant tout le maintien de leurs marchés et de leurs réseaux de sous-traitance. Les CN répondent davantage à leur souci d'accroître la productivité immédiate dans une situation de croissance ralentie des marchés. Mais cette politique d'équipement peut être génératrice d'une extension sur des marchés porteurs (l'électronique, la mécanique de haute précision) où les petites PME jouent un rôle très actif depuis la crise.

3. LE CONTEXTE DE CRISE ET L'ÉVOLUTION DE LA SOUS-TRAITANCE

L'intégration de la commande numérique dans les PME est relativement récente. Comme pour la plupart des investissements productifs, le rapport coût-gain de productivité est un facteur essentiel dans la diffusion des CN.

D'une façon générale les PME n'ont été sensibilisées effectivement à l'introduction de la CN qu'à partir de 1978 - 1980. Cependant, notre enquête fait ressortir que deux entreprises ont commencé à investir en commande numérique dès 1971 (9).

Cette timidité des PME résulte avant tout de la conjonction de trois facteurs : le ralentissement du niveau global des investissements depuis 1974, le coût élevé des systèmes automatisés par rapport aux équipements traditionnels et les difficultés de financement et d'amortissement du matériel automatisé liées au contexte de crise de l'économie française (10).

Les travaux de l'INSEE (11) sur l'évolution des PME depuis 1974 convergent avec nos observations sur le terrain. A partir de 1974, les PME ont de meilleurs résultats que les grandes entreprises dans quatre domaines essentiels de l'économie : l'emploi, la croissance, la rentabilité et l'investissement. En particulier après 1972, l'évolution favorable de l'emploi dans les grandes entreprises industrielles subit un arrêt brutal, alors que dans les PME la sensibilité à la crise est moindre. Les mouvements de création et de disparition d'entreprises et le solde de ces mouvements se sont profondément modifiés depuis 1974. Dans l'industrie, les résultats sont très nets : une entreprise sur quatre disparaissait entre 1967 et 1973 ; par contre, le nombre d'entreprises reste stable entre 1973 et 1979 (12). L'étude de l'INSEE fait ressortir que cette évolution est imputable principalement aux PME dont l'emploi salarié a diminué depuis 1974 dans des proportions moins élevées que celui des grandes entreprises (13). Dans l'échantillon «cylindré» où n'ont été conservées que les entreprises qui existaient entre 1974

(9) L'une est sous-traitante de l'industrie automobile dans les équipements pneumatiques (unité C). Convaincue par la CN, elle a actuellement un parc de treize CN dont l'extension s'est réalisée surtout à partir de 1977. L'autre (unité A) est une PME employant une trentaine de salariés qui travaillent pour l'industrie médicale et l'armement. L'intérêt de la commande numérique se situait dans la possibilité de réaliser de petites séries de pièces complexes.

(10) L'enquête du Crédit d'équipement des PME souligne les principaux freins à l'utilisation des équipements automatisés : coûts d'acquisition élevés (77 % des entreprises interrogées en 1980, 79 % en 1982), difficultés d'amortissement (60 % et 62 %), financements difficiles à trouver (60 % et 57 %). Les principaux freins restent d'ordre économique. Cependant, les obstacles liés à la formation et à l'adaptation de la main-d'œuvre sont loin d'être négligeables : nécessité de trouver un personnel qualifié (41 % en 1982), formation du personnel difficile ou chère (41 % en 1982).

(11) Un exposé synthétique de ces études est publié par l'INSEE cf. M. DELATTRE : «Les PME face aux grandes entreprises», *Économie et statistique* n° 148, octobre 1982, pp. 3-19.

(12) Pour une présentation détaillée, nous renvoyons à D. BAROIN : *PME et emploi en France : premiers éléments d'analyse*. Colloque international PME, emploi et développement, Dauphine 10-11 juin 1982, 24 p.

(13) Les entreprises de moins de 20 salariés représentaient 88 % du nombre d'entreprises industrielles en 1979. Entre 1974 et 1979, l'industrie a perdu plus de 400 000 emplois salariés dont 10 % pour les grandes entreprises (plus de 500 salariés), 8 % pour les moyennes (100 à 499 salariés) et 5 % pour les petites (20 à 99 salariés). Pour les entreprises de moins de 20 salariés, les effectifs sont restés stables. Notons que l'évolution de la répartition des effectifs par taille d'entreprise englobe des mouvements complexes (création-disparition d'entreprises, modification de l'emploi entre les PME et les grandes entreprises). L'étude de l'INSEE introduit un biais important dans l'analyse des résultats dans la mesure où le seul critère d'identification des PME reste la taille des entreprises, abstraction faite des liaisons financières et du type de sous-traitance.

et 1979, la situation des PME est encore plus favorable (14).

Depuis 1971, l'évolution des taux d'investissement confirme la tendance observée dans le domaine de la croissance et de la rentabilité des PME (15). En 1971, il était de 14,2 % dans les petites entreprises, de 15,6 % dans les moyennes et de 23,7 % dans les grandes. Le freinage de l'investissement depuis 1974 a eu des effets différenciés dans le temps et selon la taille des entreprises. Dans les grandes entreprises le taux a chuté de près de dix points entre 1972 et 1974, contre deux points pour les entreprises moyennes et un point seulement pour les petites. Ainsi en 1979, le taux d'investissement était de 10 % pour les petites entreprises, 10,5 % pour les moyennes et 13 % pour les grandes. Ce resserrement de l'éventail des taux d'investissement s'accompagne d'une légère croissance dans les PME depuis 1978. En revanche, les grandes entreprises poursuivent la tendance amorcée dès 1973, avec une chute moyenne du taux d'investissement d'un point par an de 1974 à 1979 (cf. annexes statistiques).

Cependant dans le rythme de substitution capital-travail un écart important demeure entre les PME et les grandes entreprises. En 1979, les PME restent en moyenne deux fois moins capitalistiques que les grandes entreprises. L'écart s'est même creusé : entre 1971 et 1979, l'intensité capitalistique a augmenté en moyenne de 9,7 % par an dans les petites entreprises contre 12,7 % dans les grandes.

La situation de crise générale de l'économie française s'est répercutée selon deux axes privilégiés qui touchent directement la politique d'investissement des PME :

- dans un premier temps, celles-ci ont adapté leur volume d'investissement en suivant plus étroitement l'évolution des marchés par anticipation à court et moyen termes. Cette tendance est tout à fait nette jusqu'en 1978. Les PME demeurent dans l'attente, elles ralentissent leur effort d'investissement et recherchent donc davantage un positionnement nouveau vis-à-vis des donneurs d'ordre ou des clients, par leur facilité d'adaptation plus rapide au contexte de crise (recherche de créneaux neufs, désengagement partiel de la sous-traitance, modification des politiques salariales et des effectifs) ;

- dans un deuxième temps, l'investissement redémarre à condition que les perspectives de marché s'améliorent durablement. Par exemple, dans le décolletage, la nécessité d'investir en tours à commande numérique s'accompagne pour nombre d'entreprises d'un passage de la grande à la petite série qui coïncide le plus souvent avec la recherche de marchés liés à l'aéronautique et à l'informatique. Ces marchés en extension permettent aux PME de dégager des marges de profit suffisantes pour dynamiser leur politique d'investissement. En revanche sur le marché de l'automobile — débouché classique du décolletage — les PME traversent une très grave crise entraînant de nombreuses fermetures d'usines. Sur ce marché elles restent le plus souvent prisonnières de leur donneur d'ordre. Ainsi dans le décolletage de très grande série les marges bénéficiaires se rétrécissent depuis 1974. Si l'investissement se poursuit, il est orienté prioritairement vers l'acquisition de tours multibroches classiques répondant davantage aux normes de productivité imposées en amont par les constructeurs.

(14) En cinq ans, l'effectif des grandes entreprises industrielles de l'échantillon (de 2 800 entreprises) a regressé de 6 %, celui des entreprises moyennes est resté stable et celui des petites entreprises a augmenté de 13 %.

(15) En effet, depuis 1974 la croissance de la valeur ajoutée des PME a été plus rapide dans la plupart des secteurs de l'économie. Selon l'INSEE, la chute du taux de rendement économique des immobilisations (excédent brut d'exploitation / immobilisations brutes) a été moins élevée dans les PME que dans les grandes entreprises : en 1979 l'écart entre PME et grandes entreprises a atteint 10 % contre 6 % en 1974. Rappelons enfin que la dégradation du taux de marge a été moins forte dans les PME que dans les grandes entreprises.

Une analyse plus fine mettrait sans doute en évidence un comportement d'investissement différencié des PME en fonction de leur taille, de leurs créneaux, de leur gestion financière et surtout de leurs réseaux et du type de sous-traitance (16).

C'est dans l'analyse de l'évolution de la sous-traitance depuis la crise que se situe précisément la réponse à nos interrogations sur le comportement des PME en matière d'investissement. Selon l'enquête du Crédit d'équipement, 39 % des PME avaient une activité de sous-traitance en 1978 contre 40 % en 1979 et 37 % en 1980. La dépendance des PME est d'autant plus élevée que l'entreprise est petite : elle représente 38 % de l'activité des PME de 10 à 49 salariés, contre 36 % dans la tranche 50 à 199 salariés et 26 % seulement dans la tranche 200 à 499 salariés (17).

L'hypothèse du rapatriement de la sous-traitance par les donneurs d'ordre est infirmée par l'ensemble des recherches menées sur ce terrain.

Selon l'enquête annuelle d'entreprises, le rapport sous-traitance confiée sur chiffre d'affaires est passé de 5,4 % en 1973 à 6,8 % en 1979 plaçant ainsi les PME dans une situation apparemment favorable. La tendance à l'extériorisation d'un certain nombre d'activités assurées par les grandes entreprises explique dans une large mesure le resserrement des taux d'investissement entre grandes et petites entreprises. Les groupes et les grandes entreprises ont intérêt à reporter leurs investissements sur les PME en raison des rigidités créées par les immobilisations de capitaux (18). Au moins jusqu'en 1979, cette tendance s'affirme dans l'automobile, dans les industries de process et la sidérurgie (19).

Le contexte de crise a donc eu des effets contradictoires sur les politiques d'investissement. Jusqu'en 1978, les PME ont sensiblement réduit leur taux d'investissement. Sous l'impulsion de remodelages profonds du tissu de relations entre PME et grandes entreprises, la relance des investissements a eu des effets entraînants retardés sur l'automatisation.

(16) Toutefois on ne peut assimiler d'une façon mécanique la situation d'une PME avec celle du secteur dans lequel elle exerce son activité. Le processus de création, de croissance et de disparition des PME est lié à une conjonction de facteurs disparates (mode de gestion, personnalité des dirigeants, liaison avec les donneurs d'ordre). Sur ce point nous renvoyons aux conclusions de l'étude de M. HOLLARD et H. TIGER : *La pratique des PME en matière d'emploi ; étude exploratoire menée pour le Service des études et de la statistique du ministère du Travail, 1982, (non éditée).*

(17) Résultat de l'enquête du Crédit d'équipement des PME *Les petites et moyennes industries en 1981*. Éditée par le service des publications du CEPME, juin 1981, p. 21. L'enquête liaisons financières de l'INSEE souligne le poids effectif des groupes dans le système productif français : en 1979, une entreprise de 20 à 100 salariés sur vingt, et une entreprise de 100 à 500 salariés sur cinq sont liées à un groupe.

(18) Nous ne faisons pas référence explicitement au schéma dualiste qui donne une vision trop simpliste de la réalité. Selon cette thèse, le renouveau des PME résulte de l'accroissement de l'incertitude conduisant les grandes entreprises à conserver des portions stables de la demande et des segments de marché profitables. Les PME ne récupèrent que les marchés délaissés avec une politique de bas salaires, de forte mobilité de la main-d'œuvre. Dans ce schéma, la politique industrielle des PME est entièrement subordonnée à la stratégie des groupes et des grandes entreprises. Ce serait ignorer la multiplicité des formes de sous-traitance et des situations sectorielles spécifiques qui laissent aux PME une marge d'autonomie infiniment plus large. Sur ce point nous renvoyons à D. BAROIN, *op. cit.*, p. 15-18, et à O. SERVAIS et T. SOURD : *Segmentation du marché du travail et structuration du capital*. Thèse de 3e cycle, Université de Grenoble II, 1982.

(19) J. BRODA et alii : « Crise de la sidérurgie et recomposition du procès de travail ». *Sociologie du travail* n° 4, 1978. B. VENNIN : « Pratiques et signification de la sous-traitance dans l'industrie automobile en France ». *Revue économique* n° 2, mars 1975.

4. UN AJUSTEMENT DIFFICILE DE L'OFFRE : LA SITUATION DE LA MACHINE-OUTIL FRANÇAISE

Cette analyse serait incomplète sans la référence à la situation de l'industrie française de la machine-outil et aux conditions de diffusion des innovations technologiques au sein des PME. Ces deux facteurs expliquent également leur retard dans l'utilisation de la commande numérique.

La crise de la machine-outil a affecté les principaux pays producteurs à des degrés divers. Sur une base 100 en 1970, l'indice de la production des pays producteurs se situe en 1977 à 75. La France semble avoir été touchée tardivement par ce mouvement comparativement à l'Allemagne, au Japon et aux USA où la baisse de la production en volume de machines-outils s'amorce dès 1971. Dans le domaine de l'innovation technologique le retard de l'industrie française est très sensible. Si le rythme de l'innovation est plus rapide après 1975 qu'à la fin des années soixante, on constate que les innovations de produit sont plus nombreuses que les innovations de procédé (20). En outre, les constructeurs français sont quasiment absents sur le terrain de la CNC où les japonais (Matsuura, Mazak, Fanuc) ont conquis plus de 50 % du marché mondial (21). Dès 1977, la CNC connaît une diffusion rapide. Pour les PME, l'enjeu technologique est de taille : la CNC est d'une grande souplesse d'utilisation, elle n'exige plus, apparemment, une qualification élevée des opérateurs. La programmation directe est possible. Il est clair que l'attentisme des PME reflète donc largement les conditions de l'offre sur le marché de la commande numérique.

Les performances techniques des nouveaux matériels proposés à partir de la fin des années 1970 par les constructeurs allemands et japonais s'adaptent mieux à la production de petites séries répétitives qui caractérisent la situation moyenne des PME.

L'adaptabilité et les changements rapides de séries délimitent un contexte particulièrement favorable à l'acquisition de CNC dans la mesure où la programmation ne nécessite plus d'itérations entre tests de programme sur la machine-outil et modifications des instructions rentrées en mémoire. A la précision des usinages s'associent donc des gains de productivité et une meilleure compétitivité répondant davantage au contexte de crise et de recherche de débouchés nouveaux (22).

(20) Pour une approche détaillée, consulter l'étude de B. REAL : *Changement technique et politique économique, rapport sectoriel, l'industrie des machines-outils*. Paris : OCDE, 1980.

(21) Rappelons que la commande numérique avec calculateur (CNC) offre des avantages multiples par rapport à la commande numérique simple : possibilité de stockage des mémoires, modification des programmes, visualisation des programmes sur écran, sortie des corrections sur bande perforée, calcul d'interpolations ...

(22) L'enquête du Crédit d'équipement montre en effet une grande stabilité des opinions des directions d'entreprise sur les raisons qui poussent à l'acquisition de CN. Les principaux motifs d'automatisation sont les suivants : accroître la rentabilité globale de l'atelier (70 % des entreprises enquêtées), accroître la production sans augmenter les emplois (70 %), augmenter les cadences (67 %) gagner sur les délais de fabrication (62 %), prendre des commandes spécifiques (58 %), accroître la qualité du travail (56 %), accroître la souplesse de l'outil de production (51 %).

**LE SYSTEME FRANÇAIS D'AIDE AU FINANCEMENT DE LA ROBOTIQUE :
LES PRINCIPALES PROCÉDURES**

Le système français d'aide au financement de la robotique comprend trois actions prioritaires : les aides à l'innovation, les procédures spécifiques et les prêts bonifiés. Les aides à l'innovation, réservées également aux utilisateurs de robots, comprennent des avances remboursables accordées par l'ANVAR (40 millions de francs depuis 1979) et des prêts à moyen terme à l'innovation d'une durée de deux à dix ans consentis par l'INODEV (filiale du Crédit d'équipement des PME), couvrant 70 % des dépenses engendrées par le lancement commercial d'un nouveau produit. En outre, il existe des prêts participatifs à l'innovation accordés par l'INODEV dont le taux d'intérêt varie en fonction des résultats de l'entreprise.

Les procédures spécifiques MECA, CODIS et DAP ont pour but d'inciter les entreprises à utiliser des machines de conception avancée. En 1981, les subventions MECA représentaient un investissement de 60 millions de francs. La procédure DAP gérée par l'ADI pour des projets conjoints entre plusieurs utilisateurs et un constructeur d'équipements automatiques, comprend une avance remboursable au bout de trois à cinq ans. Elle atteint 25 à 50 % du coût des études et des matériels (70 millions de francs en 1981). Enfin, la procédure CODIS est limitée aux ateliers flexibles, aux robots industriels et aux machines d'assemblage et de conditionnement. En 1981, dix contrats ont été signés pour un montant de 110 millions de francs d'aides de l'État. Les prêts bonifiés à long terme (maximum de douze ans) ont un taux inférieur de deux points au taux des prêts à long terme ordinaires. Accordés par le Crédit d'équipement des PME et le Crédit national, ils représentent 1,2 milliard de francs en 1981.

Dans le domaine de la conception et de la diffusion de la robotique, l'action de l'État n'a été lancée que tardivement (23). Ses effets ont été minimes. En 1981, l'effort financier des pouvoirs publics s'élevait globalement à 220 millions de francs dont 30 % seulement étaient réservés à des aides pour des prêts bancaires accordés aux entreprises. L'aide financière aux projets pilotes a entraîné deux effets contradictoires sur les PME :

- à court terme, elle a favorisé l'installation en France des constructeurs étrangers et le recours aux importations de robots et de machines-outils à commande numérique ;

- mais parallèlement si l'objectif visé était les PME, presque tous les projets-pilotes ont été réalisés dans les grandes entreprises qui ont récupéré les aides destinées aux utilisateurs et les prêts bonifiés (24).

Cette situation générale entraîne de fait une sérieuse érosion de la place des constructeurs français dans la diffusion de la machine-outil. Il ressort de notre en-

(23) Comme le note une récente étude sur le financement de la robotique dans les PME, « en dépit de son caractère stratégique, la robotique n'a bénéficié jusqu'à présent d'aucun soutien financier spécifique des pouvoirs publics, sinon par le biais d'aides ponctuelles à certains programmes de recherche ». Voir sur ce point : « Économie et PME ». Crédit d'équipement des PME, 2ème trimestre 1982, p. 7.

(24) Les plans machine-outil et robotique ont des objectifs très ambitieux de reconquête du marché intérieur, tout particulièrement dans le développement de la commande numérique : taux de croissance annuel de la production de 40 %, réduction de moitié de la pénétration étrangère qui représente actuellement 60 % de la consommation. L'État a apporté une aide financière de 2,3 milliards de francs en trois ans sur la base d'un programme d'innovation technologique et de stimulation du marché. Dans quelle mesure les PME sont-elles concernées par ces actions gouvernementales (projet ARA) dont l'impact s'exerce plus en direction de l'innovation qu'en faveur de la diffusion ?

quête que les PME s'approvisionnent pour plus de la moitié de leur parc-machine en commande numérique auprès des constructeurs étrangers. Les firmes japonaises (Mazak et Matsuura) équipent la totalité des PME en centres d'usinage (25). Pour le fraisage et le tournage les PME ont largement recours aux constructeurs japonais et allemands en raison de la compétitivité de leur prix, des facilités de paiement, de la rapidité d'installation et de leur service de maintenance particulièrement efficace (26).

(25) Les centres d'usinage représentent le quart de l'ensemble des équipements en CN des PME de notre échantillon.

(26) Un responsable de PME nous signalait un cas d'espèce caricatural dans le dépannage des machines-outils françaises. Pour un changement de carte dans l'armoire il faut en moyenne trois à quatre jours d'immobilisation : contacts auprès des revendeurs qui renvoient aux constructeurs, puis des constructeurs aux électroniciens ... Les constructeurs japonais sont très performants pour arracher les marchés : les machines sont à l'essai pendant quinze jours. En cas d'incident le dépannage survient dans la demi-journée. En outre les taux de panne sont largement inférieurs aux machines-outils françaises. Cependant, l'enquête du Crédit d'équipement souligne que l'Allemagne arrive en tête parmi l'opinion des industriels français sur les commandes numériques. Les machines japonaises sont estimées moins chères, mais le service après-vente moins bon que celui des constructeurs allemands ou même français (cf. Annexes statistiques).

CHAPITRE 2

DIVISION DU TRAVAIL, ÉVOLUTION DES QUALIFICATIONS ET FORMATION

Si l'étude des incidences de l'introduction de la commande numérique sur l'évolution de l'emploi dans les PME débouche plus sur un ensemble d'interrogations, qu'en est-il de l'évolution de la qualification ouvrière et plus généralement des systèmes d'emploi ? Les recherches sur ce terrain ne manquent pas. Mais dans l'ensemble, les conclusions paraissent trop générales.

En fait, les travaux les plus récents sur l'automatisation s'attachent plus à décrire ses effets globaux sur le contenu des qualifications qu'à repérer les spécificités des politiques d'entreprise. Le concept de qualification renvoie à des notions extrêmement disparates qui traduisent, en fait, la diversité des approches soit en termes d'expérience et de savoir-faire accumulés, soit en termes de métier ou de formation scolaire et professionnelle, soit enfin, en termes de classification reconnue dans la branche ou dans l'entreprise. Les biais introduits par l'outil d'analyse expliquent largement les partis-pris et la cristallisation des débats autour de deux thèses unilatérales qui s'affrontent traditionnellement. Mais comme le fait remarquer G. Caire, les thèses sur le caractère *up grading* ou *down grading* de l'automation sont largement remises en question au profit d'une conception nécessairement plus complexe de la réalité (1). L'interprétation de cette réalité laisse une place plus ou moins grande à une vision technologique des effets de l'automatisation. Ainsi, pour P. Naville, l'automatisation entraîne une distribution mobile des tâches qui engendre une qualification et une formation supérieures (2).

A l'opposé, A. Gorz (3) et, de façon plus nuancée, M. Freyssenet (4) soulignent que l'automation serait loin d'entraîner un accroissement des qualifications. En raison de l'évolution contrastée des situations observées dans les PME, la réponse à ces questions ne peut être que nuancée.

(1) Cf. CAIRE. *op. cit.*, p. 180.

(2) NAVILLE : *Vers l'automatisme social, op. cit.*

(3) A. GORZ et alii. *Critique de la division du travail*. Paris : Ed. du Seuil (Coll. « Politique »). 1973.

(4) M. FREYSSENET. *La division capitaliste du travail*. Savelli. 1977.

Deux points méritent discussion :

1. Quels sont les modes d'organisation du travail privilégiés par les PME ?

Quelle est la caractérisation du nouveau procès de travail ? Quelles en sont les contraintes ?

Au sein des PME, l'introduction de la commande numérique contribue-t-elle à faire émerger des fonctions spécifiques ou à faire disparaître d'autres fonctions qui modifient la division du travail ?

A partir des enquêtes effectuées nous essaierons de déterminer le rôle du facteur technique dans les transformations de la division du travail. Une question nous préoccupe : quelle est son influence relative par rapport à d'autres facteurs qui agissent sur la division du travail (rôle des politiques d'entreprise, de la taille des marchés, des types de série) ?

2. Quels sont les réaménagements d'ensemble dans les savoirs techniques des opérateurs, des préparateurs et des régleurs qui composent les forces de travail mobilisées autour des machines-outils à commande numérique ?

1. AVANT LA COMMANDE NUMÉRIQUE : DES FORMES HÉTÉROGENES DE DIVISION DU TRAVAIL

Dans l'usinage conventionnel, la préparation du travail est confiée à un bureau d'études qui détermine les caractéristiques de la pièce à usiner et ses cotes. Cette activité relève de la conception. Ensuite le bureau des méthodes établit les règles d'usinage (gamme d'usinage, caractéristique du montage, moyen de contrôle) qui vont permettre au réglleur ou à l'opérateur de régler la machine et d'usiner la pièce.

La division du travail dans les PME équipées en machines classiques s'écarte plus ou moins de cette présentation schématique. La conception des pièces est largement tributaire des donneurs d'ordre qui en définissent les caractéristiques et la fonction selon des normes que le service des méthodes intègre pour l'établissement des règles d'usinage. Le bureau d'études ou la fonction d'études n'apparaissent explicitement que si l'entreprise se définit des produits propres. Dans ce cas, la maîtrise complète de la conception à la commercialisation du produit s'organise autour d'un centre unique de décision. Dans les faits, la situation des PME est infiniment plus complexe. Certaines développent des produits propres à côté des productions sous-traitées, d'autres produisent des sous-ensembles de produits qui ne relèvent plus de la sous-traitance classique. La coexistence des formes hétérogènes de sous-traitance de spécialité et de capacité contribue à structurer différemment l'organisation du travail en amont de la production, laissant plus de place à la conception dans le premier cas.

Dans l'activité de production, l'organisation des tâches en atelier est sensiblement moins hiérarchisée que ne le laissent sous-entendre les analyses de la division du travail se référant aux modèles taylorien ou fordien étudiés en particulier par M. Freyssenet (5) et B. Coriat (6). A titre d'exemple, la distribution des fonctions de réglage et de surveillance des machines dans les PME conduit soit à un cumul, soit à une séparation des tâches dans l'organisation concrète du travail. La polyvalence des opérateurs peut coexister également avec une séparation stricte des fonctions, au sein d'une même entreprise.

L'impact de la commande numérique sur les modes d'organisation du travail tend-il à réfléchir les formes préexistantes de la division des tâches ? L'interprétation de séquences de rupture dans l'organisation du travail des PME intègre nécessairement les caractéristiques propres de la gestion de la main-d'œuvre. La polyvalence du personnel des ateliers dans les fonctions de réglleur-opérateur ou dans la préparation du travail (bureau d'études et des méthodes) a-t-elle tendance à s'estomper ? La réponse à ces questions est loin d'être tranchée.

(5) M. FREYSSENET. *op. cit.*

(6) B. CORIAT : « L'atelier fordien automatisé, micro-électronique et travail ouvrier dans les industries de chaîne » Non ! Repères pour le Socialisme, nov.-déc. 1981.

2. LA DIVISION DU TRAVAIL EN PROGRAMMATION

La commande numérique induit de fait la nécessité d'une définition très rigoureuse du mode d'usinage par le bureau des méthodes (7). Macro-gammes et micro-gammes de fabrication délimitent désormais les séquences d'opération, en langage codé, ce qui nécessite l'assistance de l'outil informatique.

Au sein des PME la fonction de programmation ne se traduit pas explicitement par l'apparition d'un informaticien en titre ou d'un technicien formé à l'informatique. Elle est diluée, le plus souvent, dans le service des méthodes ou bien assimilée à la fabrication.

2.1. Les variantes

Trois variantes dans l'organisation du travail soulignent le degré plus ou moins marqué d'intégration de cette fonction dans l'activité de préparation.

a) Dans le premier cas (cf. tableau 5) la programmation des machines-outils à commande numérique est une fonction nettement distincte de la fabrication, totalement intégrée au service des méthodes dans les structures organisationnelles et dans les postes de travail individuels interchangeable. Dans le service des méthodes, la mobilité et la polyvalence des individus sur les postes de travail, sont plus ou moins élevées suivant l'importance du parc-machine en CN et la répartition des charges de travail entre l'atelier équipé en conventionnel et celui en CN. Ce type d'organisation du travail reposant sur le principe taylorien de division du travail entre méthodes et atelier est généralement la résultante de deux facteurs :

- la taille de l'entreprise qui permet effectivement une spécificité des fonctions réparties entre le bureau des méthodes et l'atelier. Le programmeur a la responsabilité de micro-gammes ou de gammes complètes de fabrication. Le réglage et la surveillance des machines sont délégués à l'atelier. Seules les PME moyennes (moins de 200 salariés) recourent à cette séparation des tâches où la programmation est une fonction du service des méthodes. C'est une variante proche du modèle taylorien, mais également la moins représentative des PME. La commande numérique tend théoriquement à accentuer la dichotomie des fonctions entre préparation du travail et fabrication. En fait, les dysfonctionnements multiples engendrés par la mise au point des commandes numériques agissent comme une contre-tendance permanente à ce mouvement de dissociation ;

- la nature des rapports sociaux joue un rôle déterminant dans cette division du travail des PME. Nos enquêtes sur le terrain ont montré que dans de petites entreprises spécialisées, notamment dans le décolletage de haute précision, le programmeur reste autonome vis-à-vis de l'atelier. Il établit la gamme de fabrication et la programmation des pièces. Mais la mise au point du programme est de l'entière responsabilité des décolleteurs qui gardent ainsi un niveau de qualification au moins aussi élevé

(7) Toutes les entreprises ne possèdent pas de bureau des méthodes en tant que tel. Cette fonction est assumée dans les PME de moins de 50 salariés par une, voire deux personnes chargées de la préparation des gammes de fabrication. Par extension, nous avons employé le terme de «service» en faisant référence plus à la fonction qu'à l'existence d'un collectif de travail spécifique.

Tableau 5 : Division du travail entre programmeurs et opérateurs dans les PME
(résultats d'enquête exploratoire) (1)

Intervention	Programmation initiale des pièces	Réglage	Lancement modification de programmes (vitesse - trajectoire d'outil)	Usinage contrôle		Caractéristiques des équipements		
				Aléas	Pièces	CN / CNC	Programmation	
							Manuelle	Automatique
Programmeurs								
A	X	X (2)	X			CNC	X	
B	X	X	X	X		CNC	X	
C	X					CN/CNC		X (Promo)
D	X	X	X	X		CNC	X	
E	X					CNC	X	
F	X	X				CNC	X	
G	X					CNC		X (Olivetti)
Opérateurs								
A				X	X			
B			X	X	X			
C		X (ou régleur)	X	X	X			
D		X (ou régleur)		X	X			
E		X	X	X	X			
F		X	X	X	X			
G		X	X	X	X			

(1) Les lettres A, B, C, D, E, F et G font référence aux entreprises enquêtées du tableau 2.

(2) Pour les premières pièces.

que dans le décolletage classique. La division du travail issue de l'usinage conventionnel n'est pas remise en cause par les nouvelles technologies. Le programmeur ne mord pas sur les compétences des décolleteurs (8). Dans ce cas, la commande numérique n'a pas de rôle structurant dans la division du travail. Un rapport de force favorable au collectif ouvrier, l'existence d'un compromis sur la volonté de maintenir une qualification ouvrière, la réduction au minimum des conflits liés à l'évolution et à la reconnaissance des savoir-faire jouent sans doute un rôle fondamental dans la persistance de cette forme de division du travail.

b) Dans le deuxième cas de figure, l'organisation du service des méthodes tend, au contraire, à spécialiser la fonction de programmation au sein des méthodes. Un programmeur est chargé du secteur commande numérique et en suit le développement au sein de l'entreprise. Il s'agit donc plutôt d'une variante du premier type d'organisation du travail.

Cette division du travail est la plus courante dans les PME de grande taille (plus de 200 salariés) qui disposent d'un parc-machine suffisamment important pour impliquer la spécialisation d'un membre de l'équipe des méthodes sur les techniques d'usinage en commande numérique (9). Le programmeur a la possibilité de diversifier ses zones d'action dans l'entreprise en étendant son domaine de responsabilité au traitement informatique des commandes, à la gestion des stocks, en définitive à la gestion d'ensemble de l'outil informatique.

Hormis la taille de l'entreprise, ce mode d'organisation est la résultante de l'interaction de plusieurs facteurs d'ordre technique et socio-économique.

Ainsi la complexité croissante des pièces usinées dans le cas d'une PME qui s'oriente vers les marchés de l'électronique ou de l'aéronautique, nécessite une multiplication de l'activité de préparation (normes d'usinage plus précises, délais de fabrication plus serrés ...) (10). La mise au point des programmes devient une tâche fastidieuse surtout lorsque l'entreprise transfère ses fabrications de l'usinage classique à la commande numérique.

L'automatisation du processus de fabrication engendre très rapidement une spécialisation dans la fonction méthodes qui tend à dissocier la préparation des gammes de la programmation *stricto sensu*. Dans ce cas de figure, il devient très difficile pour le collectif ouvrier de récupérer des éléments du savoir des techniciens de la programmation dans la mesure où la spécialisation des tâches entre atelier et service des méthodes se double d'un écran supplémentaire, celui du langage et des logiciels utilisés.

(8) Le PDG de l'entreprise G soulignait que *«la commande numérique n'a pas fondamentalement changé le contenu des qualifications de l'opérateur dans la mesure où ce dernier réalise et réalisait auparavant l'ensemble des cycles de fabrication depuis le réglage, le lancement jusqu'au contrôle final de la pièce. Le programmeur laisse aux opérateurs une marge de manœuvre très étendue dans le secteur de fabrication des pièces de décolletage en CN»*.

(9) Dans l'entreprise C employant plus de 400 salariés, le service méthodes englobe de multiples fonctions : création des outillages, établissement des gammes d'usinage ... Mais la programmation en commande numérique est une fonction spécifique déléguée à deux programmeurs responsables de treize CN et travaillant en programmation automatique avec un langage Promo. Ils préparent des micro-gammes de fabrication pour les usinages en CN. L'élaboration des macro-gammes de pièces, en amont, est de la compétence des préparateurs qui définissent les phases d'usinage successives (en conventionnel comme en CN).

(10) Comme le note un responsable de l'entreprise C, l'arrivée de la commande numérique a modifié sensiblement les compétences de l'agent des méthodes dont *«la fonction principale est de transcrire un concept en langage-machine»*. La CN a renforcé son rôle de définition des modes d'usinage et de l'ordonnancement des opérations. Par contre, la transcription en langage codé lui échappe totalement. Désormais c'est la fonction du programmeur-régleur.

La préexistence d'une faible qualification ouvrière dans des fabrications de moyenne ou de grande séries de pièces répétitives comme le décolletage pour l'automobile (entreprise F), tend à renforcer ce mode d'organisation du travail taylorien.

c) La troisième situation-type se trouve dans les PME où la division organisationnelle du travail entre l'atelier de fabrication et le service méthodes reste indéterminée. La fonction de programmation intégrée à la fabrication est de la compétence du régleur-programmeur ou même de l'opérateur. C'est le mode d'organisation du travail le plus courant dans les petites entreprises qui commencent à s'équiper en CN. Le programmeur, en général un ancien régleur sur machines conventionnelles, a la charge de la préparation des programmes et suit l'ensemble des opérations de fabrication. Le réglage des machines fait partie de ses attributions. Le partage des tâches avec l'opérateur conduit à lui conférer une compétence technique très large dans la phase de lancement des programmes.

C'est le mode dominant d'organisation du travail dans les PME de petite taille (entreprises A, B, E), où la division du travail associée aux usinages classiques est reproduite en commande numérique. Le glissement des anciens régleurs vers la programmation permet en particulier le maintien d'une fonction technique de préparation à la fabrication et de lancement des programmes. Les savoir-faire antérieurs (connaissance des matériaux, des modes d'usinage, des temps de réponse, de l'usure des outils ...) sont remodelés pour s'adapter au nouveau contexte technologique. La délimitation des compétences respectives du programmeur-régleur et de l'opérateur est largement tributaire de l'importance du parc-machine et de leur qualification respective.

Quant à la programmation directe par l'opérateur, elle n'est possible que sur des machines réalisant des usinages ou des pièces simples (presses-plieuses à commande numérique avec calculateur). Elle est encore du domaine de l'exception en raison des compétences techniques exigées par cette fonction.

2.2. L'évolution du contenu des tâches

Ces situations-types tendent à évoluer vers des modes d'organisation du travail qui remettent en cause la fonction même de programmation intégrée ou non au service des méthodes. L'évolution technologique a des effets contradictoires sur la division du travail. Avec la CNC, il est possible d'utiliser les capacités des calculateurs et des sous-programmes qui diminuent considérablement les temps de programmation, dans la phase de lancement. Mais l'intérêt de la CNC pour les PME se heurte à la diminution du temps d'utilisation des machines (11).

La simplification des langages par l'utilisation de la programmation automatique (langages Promo, Olivetti) contribue à banaliser la fonction de programmation en simplifiant les modes opératoires (12). La définition précise de la géométrie de la pièce qui constitue la tâche essentielle du programmeur en programmation manuelle,

(11) Techniquement, les PME peuvent contourner la difficulté en programmant directement, en temps masqué. Mais cette solution n'est possible qu'avec un ordinateur central reliant l'ensemble des machines. Très rares sont les PME qui se sont lancées, en France, dans cette aventure.

(12) En programmation manuelle, le programmeur donne toutes les instructions à rentrer dans le programme d'usinage, en partant de la définition géométrique des pièces. En fonction du plan de la pièce, il procède en deux étapes : décomposition en éléments géométriques élémentaires (arcs, droites) et transcription en langage-machine de ces phases d'usinage : point O, avance et type d'outil, vitesse des broches, descente dans les axes. Autrement dit, le programmeur transcrit les déplacements d'outil, les usinages, puis les changements d'outil, phase par phase à partir de figures géométriques définies au départ. En programmation automatique, le programmeur ne fournit que des points de repère, ce qui élimine la phase préliminaire de définition géométrique des pièces.

devient secondaire voire inutile, en programmation automatique. Les gains de temps sont donc considérables (13). Mais la programmation automatique n'est rentable qu'avec un parc de commandes numériques de cinq machines au moins. Dans notre enquête seules deux PME l'ont adoptée tout récemment.

La première d'entre elles, spécialisée dans le décolletage a choisi d'investir dans l'acquisition d'un outil informatique puissant (système Olivetti) permettant de gérer un parc de treize CN destiné à s'agrandir. La programmation manuelle constituait un goulot d'étranglement. L'alternative aurait été d'embaucher un nouveau programmeur.

Dans l'autre PME (de grande taille : 400 salariés) la programmation automatique est utilisée pour les pièces complexes tandis que les possibilités de la CNC sont exploitées dans la programmation de pièces simples ou de séries répétitives.

Les formes de division du travail sont donc étroitement connectées avec le contenu évolutif des technologies. Mais à une forme de technologie particulière, les PME apportent des réponses différenciées sur le plan de l'organisation du travail de programmation. Cette capacité de réaction dépend d'un ensemble d'interactions entre l'innovation technologique, la taille de l'entreprise, les marchés couverts, le type de sous-traitance (14) et le consensus établi entre la direction et les salariés sur le partage des compétences.

On serait tenté de croire que les PME vont privilégier, à travers l'évolution de la programmation, le premier ou le troisième modèle. Admettre cette hypothèse reviendrait à reconnaître que cette fonction tend à se diluer totalement entre les deux pôles des méthodes et de la fabrication. En fait, la réalité est plus complexe. Le cas de la programmation automatique est éclairant : si elle entraîne une simplification des tâches du programmeur dans la phase préparatoire du programme, la gestion des aléas et, en particulier, les corrections de programme nécessitent une très bonne connaissance de l'outil informatique pour le décodage des informations (15).

(13) Dans le décolletage, l'écriture manuelle d'un programme prend, en moyenne, un jour et demi. Avec la programmation automatique le même programme est rédigé en vingt minutes.

(14) L'influence des donneurs d'ordre est décisive dans la maîtrise de la programmation. Certaines grandes entreprises (SNIAS, Merlin-Gerín, Matra) poussent les PME à s'équiper avec le même matériel et fournissent les bandes de programmation. Mais cette pratique d'intégration pose des problèmes techniques : les temps théoriques sont souvent dépassés, le programme mal ajusté, ce qui nécessite l'intervention d'un programmeur. Nous n'avons pas rencontré de PME fonctionnant exclusivement selon ce mode d'organisation.

(15) Les rectifications sont délicates car en reprenant un programme, il arrive qu'on ne sache plus « ce qu'il y a dedans », notamment lorsqu'on utilise un langage post-processor.

3. QUALIFICATION OU DÉQUALIFICATION DES OPÉRATEURS ?

Si l'on reconnaît volontiers que la fonction de programmation possède des «vertus qualifiantes», il n'en va pas de même si l'on analyse l'évolution du contenu des qualifications des opérateurs. C'est le principal terrain d'affrontement où partisans de la thèse de la déqualification se heurtent à leurs détracteurs qui insistent, au contraire, sur l'impact positif de l'automatisation sur la qualification ouvrière. Ce long débat a animé une série de controverses dans l'histoire de la sociologie sur le caractère structurant de la technologie dans l'évolution de la division du travail et «des systèmes de travail», pour reprendre l'expression de A. d'Iribarne (16).

Si l'on regarde dans le détail l'évolution des tâches à réaliser lorsque l'on passe de l'usinage classique à l'usinage en commande numérique, on constate la disparition et l'apparition de certaines fonctions qui transforment le contenu du travail. L'automatisation modifie les rapports entre travailleurs et moyens de travail dans l'organisation du procès de production. Comme le note Y. Lucas (17) à la suite de P. Naville (18), «en bouleversant la routine et certaines formes consacrées de division technique du travail, l'apparition de l'automation a contribué à renforcer cette inadéquation entre contenu de l'emploi et compétence des travailleurs, non seulement à titre individuel, mais en tant que collectif de travail». En réalisant l'objectivation de la fonction ouvrière, l'automation affecte la qualification perçue comme l'ensemble des compétences précédemment mises en œuvre par les travailleurs pour assumer cette fonction. Mais l'automation n'affecte pas seulement la combinaison productive qui met en relation les hommes et les moyens de travail. Elle remodèle la division du travail. Ainsi dans le travail de préparation-programmation, nous avons déjà mis en évidence l'existence d'une division du travail différente associée à des évolutions technologiques similaires. La programmation est le lieu où se joue une partie des enjeux sur la qualification ouvrière. L'impact de l'automation est modulé par un ensemble de facteurs qui déterminent des contenus de travail hétérogènes selon que l'analyse porte sur une forme de progrès technologique (les robots, la CN, ...), sur des générations de matériels ou sur des secteurs différents.

Dans ce débat sur la qualification, la multiplicité des champs d'analyse est telle que les conclusions restent très largement tributaires des variables que l'on cherche à mettre en évidence. Mais l'écueil principal à éviter est de noyer l'incidence de l'automatisation dans un vaste ensemble de facteurs socio-économiques qui lui font perdre sa spécificité (croissance intensive, nouvelles formes d'organisation du travail). Le seul dépassement possible de cette analyse consiste à identifier le contenu des tâches, en s'appuyant sur la décomposition d'un processus productif de base. Cette approche développée par A. d'Iribarne (*op. cit.*) permet de décrire l'incidence de l'automatisation sur la combinaison productive (matières premières, moyens de production, forces de travail) autour de laquelle s'articulent des processus secondaires qui créent à leur tour de nouvelles tâches ou font disparaître certaines fonctions. C'est à travers la transformation

(16) A. d'IRIBARNE : «Technologie et systèmes de travail : l'évolution du travail face au développement des technologies». Rapport introductif. L'évolution des systèmes de travail dans l'économie moderne. Éditions du CNRS, 1981, p. 73.

(17) Y. LUCAS : L'automation. Paris : PUF, 1982, p. 151.

(18) P. NAVILLE : Essai sur la qualification du travail. Paris : Éd. Marcel Rivière et Cie (coll. «Recherches de sociologie du travail»), 1956.

des combinaisons productives que l'on peut décrire l'évolution des qualifications, les variantes et les contours de l'organisation du travail au sein des PME.

Contenu des tâches et qualification

L'automatisation a un effet indéniablement destructeur sur nombre de qualifications. L'intégration à la machine du mode et des caractéristiques d'usinage par le biais d'un langage codé participe à la réduction des savoir-faire ouvriers et par là, à la disparition d'une culture technique originale. Dans les industries mécaniques, le savoir-faire de l'opérateur sur machines conventionnelles occupe une position axiale dans le procès de travail concret, surtout vis-à-vis du service des méthodes qui définit les procédures d'usinage. Un responsable d'entreprise (19) soulignait que *«les compétences de l'opérateur sur machine-outil classique consistaient à connaître son menu, c'est-à-dire avoir une vue d'ensemble de son métier : connaissance des outils, des conditions de coupe ... Un tourneur avait donc la liberté de faire tourner sa machine à la vitesse qu'il maîtrisait personnellement, dans ses propres conditions d'insertion sur un poste de travail. On lui demandait de réaliser une pièce conforme au plan. L'arrivée de la CN dans l'entreprise a modifié ce schéma. On soumet le plan à un service des méthodes qui va programmer les pièces selon des conditions d'usinage optimisées. Cette tendance met l'opérateur devant le fait accompli : le mode d'usinage est résolu. La compétence ne se trouve plus rassemblée dans une seule et même main qu'est l'opérateur. Elle est divisée, fragmentée entre l'agent des méthodes, le programmeur, ce qui limite l'étendue du savoir-faire de l'opérateur»*.

Avec la CN, la définition des modes opératoires réduit apparemment la marge de liberté de l'opérateur sur ses moyens de travail. Faut-il en conclure pour autant que l'automation détruit l'ensemble des savoir-faire ouvriers ? Quelle est la nature de la rupture provoquée par l'introduction de la commande numérique ? Si certaines compétences disparaissent dans les savoir-faire, l'automation génère d'autres savoirs. En quoi sont-ils nouveaux ? Et permettent-ils l'enrichissement du travail de l'opérateur ? Nous ne pouvons ici que formuler des éléments de réponse à cet ensemble de questions complexes.

En effet, notre champ d'enquête délimite des formes originales de division du travail qui s'éloignent des représentations courantes circonscrites le plus souvent à la grande entreprise. Dans les PME, la division du travail entre bureau des méthodes et atelier n'est pas tranchée. L'importance accordée à la préparation des gammes est sensiblement moins marquée que dans les grandes entreprises. De même, l'interpénétration des fonctions dans la définition des postes de travail conduit à rejeter plus ou moins le modèle taylorien.

Plus l'entreprise est petite, moins l'organisation taylorienne a de sens. Dans ces conditions, l'opérateur dispose théoriquement d'une marge de manœuvre plus grande par rapport au mode d'usinage. La commande numérique a transformé ce schéma dans la mesure où la fonction méthodes devient un préalable indispensable au fonctionnement du procès de travail.

Il reste à savoir comment se répartit la fonction de programmation dans l'organisation de l'entreprise et quel est le contenu des tâches de l'opérateur, depuis le lancement jusqu'à l'usinage et au contrôle des pièces.

(19) Interview du directeur de l'entreprise D.

Sur le premier point nous avons déjà largement répondu en soulignant l'impact des différents développements technologiques sur la fonction de programmation. D'une façon générale, les PME favorisent la polyvalence programmeur-régleur plutôt que la polyvalence programmeur-opérateur qui pose des problèmes d'adaptation et de formation du personnel. Mais ce constat laisse dans l'ombre la délimitation d'un champ de compétence nouveau de l'opérateur par rapport au programmeur-régleur, notamment dans le lancement des programmes.

En fait le contenu des tâches de l'opérateur comporte un certain nombre d'invariants que l'on peut identifier quel que soit le mode d'organisation du travail.

a) Le montage des pièces et leur positionnement

Notre enquête montre que l'automatisation ne modifie pas sensiblement cette tâche sauf pour des usinages très spécialisés (sur les perceuses à commande numérique). La complexité des montages et des bridages de pièces nécessite parfois un temps de travail dépassant deux à trois heures. C'est une tâche minutieuse où le savoir-faire s'identifie à la notion de responsabilité.

b) Le montage et le réglage des outils

Sur les machines à commande numérique de la première génération, le régleur ou l'opérateur (programmeur) assurent, comme en conventionnel, le montage et le réglage des outils.

Par contre, sur les centres d'usinage, les outils sont déjà montés sur le porte-outil et le positionnement s'effectue automatiquement. Sur ce type de machine, la fonction de réglage tend à disparaître réduisant d'autant le domaine de compétence de l'opérateur. De même, la conception et la définition des outillages sont intégrées en amont, à l'activité de programmation. En revanche, l'opérateur effectue lui-même ses corrections d'outil.

c) Le lancement du programme

Sur ce terrain particulier se situe l'essentiel des enjeux sur la qualification. Le lancement du programme délimite un partage des compétences entre le programmeur-régleur et l'opérateur qui définit la marge d'autonomie de ce dernier. Cette marge d'autonomie dépend de la combinaison de trois facteurs essentiels : l'expérience professionnelle et l'acquisition de savoirs nouveaux, la complexité des usinages et le système de programmation. Plus les systèmes utilisés sont évolués et complexes, plus la compréhension et la maîtrise des langages demandent un apprentissage spécifique.

Dans certaines PME, la programmation et le lancement de pièces ou d'usinages simples (sur presses-plier) sont confiés au collectif ouvrier. Cette autonomisation coexiste avec une division des tâches très nette entre programmeur et opérateur pour l'usinage des pièces complexes. Avec la CNC, les possibilités d'élargissement des tâches de l'opérateur s'accroissent en déplaçant les limites de sa compétence en amont, dans la mise au point du programme.

L'expérience professionnelle et la formation initiale sont, *in fine*, les éléments déterminants dans l'enrichissement des tâches de l'opérateur. Dans bien des cas, les directions d'entreprise recherchent au moins l'autonomisation partielle des opérateurs dans le lancement. Selon notre enquête elle peut être effectivement réalisée après un an d'expérience professionnelle en CN.

Plus concrètement l'opérateur est habilité à modifier un nombre variable de paramètres d'usinage en testant chaque séquence du programme. Paradoxalement, la commande numérique permet un élargissement des possibilités d'usinage (20), même si l'ordonnancement des séquences paraît très rigide. Son domaine de compétence concerne les vitesses d'avance, de coupe, la profondeur des passes successives, les retouches de grain, de longueurs d'outil. Même en programmation automatique, la gamme d'intervention de l'opérateur reste très large dans la modification des paramètres d'usinage. En revanche, l'ordonnancement des séquences n'est, en principe, pas modifié.

En outre, la commande numérique ne détruit pas l'ensemble des savoir-faire traditionnels mais les réutilise, en partie, à des fins spécifiques. Par exemple, l'opération d'ébavurage en CN exige des notions et une expérience en fraisage conventionnel pour évaluer les vitesses de coupe, les passes possibles en fonction du mode de bridage de la pièce. De même, la connaissance des matériaux usinés est indispensable. Un responsable d'entreprise nous signalait qu'en commande numérique, l'opérateur doit avoir « *le sens du fraisage et du tournage* ». Cette réflexion nous conduit à nuancer la thèse de l'homogénéisation ou de la banalisation des qualifications résultant du développement de la commande numérique.

d) La surveillance et le contrôle des usinages

Cette fonction comprend différentes tâches d'alimentation-déchargement des machines, contrôle dimensionnel des pièces, surveillance des aléas (bris d'outils) et correction des outils et des conditions d'usinage. L'opérateur établit un diagnostic à partir des dysfonctionnements observés dans le déroulement de l'usinage (21). En fonction de ce diagnostic, il détermine, avec le programmeur ou le régleur, les améliorations possibles et les solutions techniques adaptées à ces aléas. Comme dans le lancement, le degré de qualification et d'autonomie de l'opérateur est fonction des paramètres techniques maîtrisés. Cette maîtrise est plus ou moins large selon la technologie utilisée. Avec la CNC, une fois le programme enregistré sur disque, un opérateur non qualifié suffit théoriquement pour lancer la série. Mais dans la pratique, le programme initial nécessite un affinage constant. Avec la CND l'ouvrier, s'il domine la technique, peut pianoter et modifier le programme sans interrompre l'usinage, d'une pièce à l'autre afin d'optimiser les cycles. Il peut ainsi améliorer une vitesse d'approche ou une profondeur de passe, en temps masqué. En revanche, avec une commande numérique classique, les modifications exigent un réenregistrement complet du programme pendant l'arrêt de la machine.

Le type de commande numérique délimite les possibles. De même, la taille des séries sollicite différemment les savoir-faire ouvriers : dans les grandes séries de pièces simples (par exemple le décolletage) où les aléas demeurent très largement maîtrisés, l'opérateur remplit une fonction d'OS déqualifié. En revanche dans les petites et moyennes séries de pièces complexes, les possibilités de valorisation du travail deviennent très étendues. Dans le décolletage de haute précision, l'opérateur sur CN est tout-à-fait autonome dans les réglages, le lancement et les corrections de programme en cours d'usinage.

En définitive, l'automatisation conduit dans les PME à une décomposi-

(20) Pour réaliser un perçage en conventionnel l'opérateur doit réaliser plusieurs passes successives de 1 mm, puis 2 mm, etc. puis des passes plus larges ou plus profondes. En CN, on programme ce que l'on veut dans les séquences d'usinage, ce qui étend théoriquement la gamme des possibilités.

(21) Sur ce point nous renvoyons à J.F. TROUSSIER : *Travail individuel et collectif dans quelques industries*. Action-programme Emploi-Formation, DGRST, octobre 1981, p. 53-72.

tion-recomposition des savoir-faire antérieurs et des statuts traditionnels au sein des collectifs de travail. Toutefois de nouvelles fonctions apparaissent exigeant une connaissance des moyens de travail, des matériels utilisés et de l'outil informatique. Cette connaissance délimite l'enrichissement des tâches et l'appropriation par l'opérateur de nouveaux savoirs. Comme le note G. Caire, *«d'une façon générale, avec l'automation, le travail ouvrier se déplace de l'univers de la matière à l'univers des signes»* (22). L'opérateur travaille maintenant sur des informations et des commandes présentées de manière de plus en plus symbolique. Le caractère plus intellectuel des nouveaux savoirs participe du mouvement de qualification. L'opérateur s'éloigne davantage de l'objet de travail dont il contrôle les paramètres d'usinage par le biais d'un langage codé. La maîtrise relative de ce langage, de cet univers de signes, détermine, dans le procès de travail, le contenu des qualifications de l'opérateur. La force de travail change donc de nature. Elle ne se définit pas seulement par son usage immédiat mais par *«son aptitude à maîtriser le procès de production sans son ensemble, à le perfectionner et à le gérer collectivement»* (23).

(22) Cf. CAIRE, *op. cit.* p. 185. Voir également Y. LUCAS : Codes et machines, chapitre 5, «L'automation industrielle et l'insertion du système de communication dans l'ensemble «homme machine». Paris : PUF (coll. «Sup.»), 1974.

(23) Cf. LUCAS : L'automation, *op. cit.* p. 167.

4. POLITIQUE DE RECRUTEMENT ET DE FORMATION

Les nouvelles technologies bouleversent profondément les savoirs techniques engrangés dans les PME. Dans l'imagerie d'Épinal, on identifie facilement les PME comme un des lieux privilégiés où se reproduisent les métiers, où la maîtrise du travailleur sur son objet de travail est la moins médiatisée par une hiérarchie technique. Comment la recomposition des savoirs s'opère-t-elle à travers la formation et le recrutement ?

La question n'est pas dénuée d'intérêt dans la situation de crise de l'économie française. Comme le note A. d'Iribarne, *«avec la crise s'amorce à nouveau un retour de balancier (...) opposant l'utile au superflu, des tendances réapparaissent en faveur d'une politique de formation professionnelle qui, auxiliaire d'une politique de l'emploi, contribuerait à la résorption du chômage, au nom du sempiternel mythe de l'adéquation de la formation à l'emploi»* (24).

Autrement dit, les PME ont-elles davantage recours à la formation initiale ou bien recherchent-elles une formation sur le tas répondant ainsi à une adaptation rapide de la main-d'œuvre aux nouvelles technologies ? Quels sont donc les profils de recrutement privilégiés ?

4.1. Les profils de recrutement en programmation

L'introduction de la commande numérique dans les PME pose immédiatement des problèmes d'adaptation de la main-d'œuvre à l'outil informatique d'une part, et aux techniques d'usinage, d'autre part. La recherche d'une opérationnalité élevée et rapide n'est pas étrangère aux choix des directions d'entreprise en matière de recrutement et de profil. Comme le souligne la plupart des responsables de PME, *«une petite entreprise ne peut se payer le luxe d'une formation de longue durée»*. Cette contrainte trouve des solutions différentes pour les opérateurs ou les programmeurs selon les qualifications disponibles dans le vivier de l'entreprise, selon les attentes de l'innovation technologique et selon l'importance accordée à la durée des formations. Les tensions qui existent sur le marché du travail contribuent le plus souvent à un repli des PME sur leur propre réservoir de main-d'œuvre. Ainsi dans le décolletage si une PME souhaite s'équiper en CN, elle utilisera de préférence un opérateur peu qualifié de façon à préserver les *«super-décolleteurs»* affectés en priorité aux tours conventionnels.

En programmation, l'embauche d'un technicien formé à l'informatique n'offre pas toutes les garanties d'intégration dans une PME surtout s'il n'a pas d'expérience professionnelle. L'embauche est loin d'être la règle. Sur l'ensemble des entreprises enquêtées, la moitié des programmeurs ont été recrutés à l'extérieur de l'entreprise. Les techniciens supérieurs de niveau BTS - DUT correspondent le mieux aux profils demandés. L'expérience professionnelle est appréciée si elle touche à l'informatique appliquée à la mécanique plutôt qu'à la mécanique pure. Ce constat rejoint le souci d'adaptabilité de la main-d'œuvre recherchée par les directions d'entreprise.

(24) A. d'IRIBARNE : «Le passage de la formation de base à la vie active dans le cadre de nouvelles technologies.» Conférence européenne sur la maîtrise sociale des nouvelles technologies, rapport introductif au groupe I, p. 2, Le changement technologique, l'emploi, les qualifications et la formation. CEDEFOP, 24-26 novembre 1982.

Les techniciens supérieurs en mécanique représentent un atout supplémentaire pour l'entreprise qui désire se spécialiser dans les usinages de pièces sophistiquées.

Les recrutements de niveau BEP - CAP coïncident avec la volonté d'étoffer un service méthodes qui a déjà un informaticien. Dans ce cas, l'embauche met davantage l'accent sur la pratique des technologies d'usinage en commande numérique. Le programmeur assure alors une fonction de coordination entre le bureau des méthodes et l'atelier où il joue le rôle de chef d'équipe ou de régleur.

La division du travail détermine donc la pratique, les niveaux d'embauche mais aussi l'évolution professionnelle et la mobilité du personnel sur les postes de travail. A cet égard, les PME puisent dans leurs propres ressources en utilisant la mobilité professionnelle. La commande numérique a créé des profils d'emploi nouveaux. Le programmeur-régleur est très souvent un ancien régleur sur machines-outils conventionnelles. L'expérience professionnelle prime. Mais la capacité d'adaptation joue aussi un rôle important dans cette évolution professionnelle du régleur vers les méthodes. La commande numérique déconcerte le professionnel confirmé. Elle est souvent appréhendée comme la source d'une déqualification possible.

4.2. Les profils en commande numérique

Selon notre enquête, la commande numérique détermine une politique de recrutement qui favorise davantage l'embauche que la mobilité interne des individus. Le champ de l'enquête explique en partie cette pratique. Les PME qui ont investi en CN ont également, pour la moitié au moins, augmenté leurs effectifs. Les formations techniques classiques de niveau CAP-BEP sont les plus couramment demandées à l'embauche. De l'avis des directions d'entreprise, elles sont inadaptées parce que trop théoriques et éloignées des conditions concrètes d'exercice du métier d'opérateur sur CN. Le type de production influe directement sur les politiques de recrutement. Certaines PME dans le décolletage de moyenne ou de grande série recrutent des opérateurs sur CN comme OS, sans formation spécifique. En revanche, dans le décolletage de haute précision, le niveau bac technique est exigé à l'entrée : le profil d'embauche est celui d'un opérateur-régleur autonome par rapport au programmeur.

La mobilité interne joue aussi un rôle non négligeable. Mais elle est liée à un ensemble de facteurs qui relèvent des compétences individuelles (adaptabilité, motivation) et des profils de postes. Le profil moyen souhaité est celui d'un jeune opérateur ayant déjà une expérience en usinage conventionnel, de niveau CAP ou BP. Une formation sur le tas à la commande numérique assurée par le programmeur-régleur permet l'apprentissage et l'autonomisation progressive de l'opérateur. Elle commence par une action de démystification puis l'apprentissage des notions élémentaires de programmation, des codes utilisés et des modes d'usinage.

Contrairement aux programmeurs, le recours aux stages de formation chez le constructeur ou auprès d'organismes agréés (ADEPA) est tout-à-fait exceptionnel.

CONCLUSION

En définitive, l'évolution des contenus du travail ne dépend pas seulement des choix technologiques. L'organisation du travail, les formes antérieures de la division du travail jouent un rôle important dans la transformation des savoirs.

A un changement technologique donné correspondent donc des modes de division du travail hétérogènes. On doit reconnaître, comme le note A. d'Iribarne (1), l'existence d'une plasticité des structures de qualification par rapport à la mise en œuvre d'une technologie. La commande numérique peut entraîner une polarisation effective des qualifications autour du programmeur-régleur, revalorisant la fonction technique de préparation du travail. A l'inverse, le travail d'exécution de l'opérateur peut s'enrichir par l'appropriation de nouveaux savoirs qui renforcent la maîtrise de l'opérateur sur l'objet et les moyens de travail. L'interprétation de ces mouvements complexes se situe nécessairement dans un processus dialectique de décomposition-recomposition des savoirs où la maîtrise technologique demeure le principal enjeu. Cette maîtrise sociale s'inscrit dans des rapports de force qui dépassent largement le cadre des PME. A chaque étape, en effet, l'automatisation réorganise le procès de production impliquant de nouveaux rapports entre utilisation, formation et classification des forces de travail mobilisées.

L'importance de la formation et les modalités concrètes d'apprentissage et d'adaptation aux nouvelles technologies reproduisent les choix en matière de reconnaissance des compétences des travailleurs employés dans l'unité automatisée. L'alternative est simple. Soit les directions d'entreprise s'orientent vers une adaptation au moindre coût des opérateurs avec la perspective de non-reconnaissance des nouvelles qualifications requises, soit au contraire, le collectif de travail renforce sa propre maîtrise sur les nouvelles technologies. Les enjeux spécifiques de cette alternative expriment les conditions concrètes de fonctionnement de notre économie où *«l'automatisation ne peut être introduite que si elle correspond à la norme et aux possibilités de régulation du système (...), en particulier au niveau des conditions d'utilisation des équipements et des hommes»* (2). Mais cette approche générale de l'automatisation nécessiterait que soient mis en lumière les effets englobants et interactifs de l'informatisation à la fois dans la sphère de la production, mais également aux niveaux périphériques en amont, dans la conception des objets et des moyens de travail (par la CAO-CFAO) et en aval, dans la sphère de circulation des marchandises.

(1) A. d'IRIBARNE : *Nouvelles technologiques et structures de qualification*, Colloque européen sur les rapports entre la technique, les investissements et l'emploi, doc. ronéoté. 35 p. LEST, mai 1981, p. 9.

(2) M. VIGEZZI, *op. cit.* p. 205.

ANNEXES

ANNEXE 1

FICHES DESCRIPTIVES D'ÉTABLISSEMENT

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE A

Situation de l'établissement

- Localisation : région parisienne.
- Origine : 1965.

Activité et produits

- Capital : 200 000 francs, CA de 8 millions de francs.
- Exclusivement sous-traitante.
- Produits : prototype, petite et moyenne séries (100 pièces par mois).
- Clientèle : électronique, armement, industrie médicale.

Structure de l'entreprise

SARL créée à partir d'une entreprise artisanale. L'entreprise fait uniquement de la sous-traitance sur plan des clients. Elle n'a pas de service d'études et pas de service méthodes en tant que tel.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total en 1982 : 33 personnes.
- Structure :
 - un responsable d'entreprise ;
 - un directeur ;
 - un régleur-programmeur ;
 - 25 ouvriers tourneurs, ajusteurs et fraiseurs : OP2 et P3, 5 ouvriers non qualifiés.

Conditions de production

- Opérations de fraisage et de tournage, usinage de précision au micron près.
- Prototypes et petites séries de 100 pièces par mois pour l'industrie de l'électronique.

Équipement machine-outil

- Introduction de la commande numérique en 1973 par l'achat d'une fraiseuse à CN.
- Depuis 1979, achat de quatre fraiseuses CNC et un tour de précision. Le parc conventionnel est de 31 machines-outils.
- Durée d'utilisation : pour la CN en 2 x 8, pour les autres machines-outils : à la journée.
- La CN est utilisée surtout pour des séries moyennes mais répétitives.

Programmation

- Programmation en manuel, en utilisant les capacités des calculateurs des machines-outils.
- Effectif : deux programmeurs-régleurs pour les programmes-machine suivent le lancement de la première pièce, en collaboration avec les opérateurs.
- Formation initiale : niveau bac ou DUT.

Fabrication

- Passage à la CN : les opérateurs interviennent de plus en plus sur les réglages (correction de trajectoires d'outil ...), en utilisant les possibilités de la CNC. Les programmeurs ont tendance à se spécialiser dans la préparation.
- En principe, les opérateurs sont embauchés avec un CAP. L'apprentissage se fait sur le tas sans formation à l'extérieur.

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE B

Situation de l'établissement

- Localisation : région parisienne.
- Origine : entreprise familiale créée en 1930 par un ingénieur des Arts et Métiers.

Activité et produits

- CA de 9 millions de francs en 1981 (en régression de 10 % par rapport à 1980).
- Exclusivement sous-traitante pour des clients très variés : aéronautique, électronique, industrie de précision. Cette entreprise fait des prototypes, de la petite et moyenne séries (100 - 200 pièces par mois), par exemple des amortisseurs.

Structure de l'établissement

- Cette entreprise travaille uniquement sur devis des clients. Elle comprend deux services :
- un service administratif et d'encadrement (une personne au service commercial, une à la comptabilité, un chef d'atelier et un agent des méthodes) ;
 - un service de production de trente personnes.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total : 35 personnes dont 3 OP2, 14 OP3, 10 OS et 2 techniciens d'atelier.
- Principales qualifications : tourneur, fraiseur et ajusteur.

Conditions de production

- Usinage par enlèvement de métal.
- Matières premières : tous les métaux.
- Changements de séries : en moyenne, toutes les semaines pour des pièces complexes.

Équipement machine-outil

- Introduction de la CN en 1980. Dès 1968, la direction s'est intéressée à la CN et a acquis une aléseuse Forest adaptable à la CN. Mais le premier investissement en CN date de 1980 : un centre d'usinage Progress de la Sagem avec deux tables de montage, les axes et un changeur d'outils (30 outils). L'extension ultérieure est liée aux capacités de financement limitées. Ce centre d'usinage peut faire du fraisage, du perçage et de l'alésage ; l'acquisition a été possible grâce à l'aide de l'ADEPA au titre de la procédure Méca (subvention de 10 % à l'investissement). En outre, l'entreprise a bénéficié des conditions préférentielles de prêt aux PME (12,75 %).
- Parc machine de 20 machines-outils classiques : deux tours verticaux, trois aléseuses,

six tours, trois fraiseuses, un rabot, des perceuses et des rectifieuses.

- Durée d'utilisation : la CN fonctionne à la journée.
- Rentabilité : la CN est surtout pour l'instant un argument commercial. Cependant le centre d'usinage permet des usinages de qualité, une grande souplesse dans les changements de séries.

Programmation

- Programmation manuelle.
- Effectif : un programmeur est chargé de la préparation. En partant du dessin de la pièce :
 - il définit les outils, les phases d'usinage sur la base de la définition géométrique de la pièce ;
 - il transcrit ensuite ces phases d'usinage en langage-machine ;
 - puis il teste la bande programme et modifie cette dernière à l'aide du calculateur intégré (correction de cotes, d'avances ...).
- Temps de programmation : trois à quatre heures par pièce pour l'ensemble des phases de préparation.
- Qualification : fraiseur-ajusteur titulaire d'un CAP avec une formation ADEPA en programmation de trois mois.

Fabrication

- Passage à la CN : un seul opérateur travaille sur le centre d'usinage. C'est un jeune ouvrier de 25 ans titulaire d'un CAP d'ajusteur, recruté dans l'entreprise.
- Formation : un stage ADEPA d'opérateur d'une durée d'une semaine ; ensuite, apprentissage sur le tas.
- Qualification : travail d'opérateur qualifié.

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE C

Situation de l'établissement

- Localisation : Chartres.
- Origine : 1940.
- Statut et appartenance : entreprise familiale dont le siège est à Paris. L'entreprise comprend deux établissements.

Activité et produits

- CA de la société en 1981 : 199 millions de francs.
- L'entreprise est dominante dans le marché des électro-vannes : pilotage électromagnétique commandant des fluides (industries chimique et alimentaire) ; également équipements pneumatiques pour grandes entreprises de l'automobile ; servo-moteurs avec boîtes de vitesse (EDF).
- Volume de sous-traitance : 10 % du CA.

Structure de l'établissement

Le bureau d'études est au siège. L'établissement n'a qu'une activité de production et un service méthodes.

Un responsable de production a sous sa responsabilité les services opérationnels : achats, gestion-contrôle, service commercial et expédition, maintenance.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total de l'établissement : 420 personnes dont :
 - usinage-montage : 243 personnes ;
 - méthodes : 28 personnes ;
 - gestion de la production : 36 personnes ;
 - planning : 10 personnes ;
 - informatique : 3 personnes ;
 - maintenance : 30 personnes ;
 - service achat, gestion, commercial : 70 personnes.
- Structure des effectifs en usinage (sans montage) :
 - 12 OS2, 28 OS 3 ;
 - 49 OP1, 8 OP2, 20 OP3 ;
 - 2 régleurs, 8 personnes pour la maîtrise.
- Évolution en régression depuis quatre ans, avec une politique d'embauche sous contrat à durée déterminée (100 personnes en 1980).

Conditions de production

- Petite mécanique et montage de pièces ou d'ensembles.
- Matières premières : alliages légers et cuivre.
- Changement de séries : séries de pièces sur un mois en moyenne ; de 15 à 25 000 pièces par séries.

Équipement machine-outil

- Introduction de la CN en 1978.
- Actuellement treize CN dont deux perceuses, onze tours CNC (Innovation Mécanique Gilmeister). Les CN représentent 25 % du parc total de machines-outils et réalisent 45 % de la production.
- Durée d'utilisation : les CN tournent en 2 x 8. Les machines conventionnelles fonctionnent à la journée.
- Rentabilité : le temps d'usinage en CN est divisé par trois par rapport aux usinages conventionnels.

Remarque : le temps de réglage devrait pouvoir être diminué de moitié en CN.

Programmation

- Au départ programmation manuelle mais depuis quatre ans, l'entreprise est passée à la programmation automatique avec un calculateur Mitra et en langage Promo.
- Effectif : deux programmeurs provenant de l'atelier.
- Temps de programmation : le temps de préparation total des pièces est de six à huit heures dont une heure pour taper le programme.
- Qualification : CAP de tourneur et fraiseur. Formation sur le tas en programmation automatique puis un stage de fraisage d'une semaine à l'ADEPA.

Fabrication

- Passage à la CN : partage des compétences entre régleurs et opérateurs :
 - les régleurs font le lancement des pièces en collaboration avec les programmeurs ; les opérateurs ont un rôle de surveillance des usinages ;
 - mais le travail des opérateurs tend à être valorisé par une nouvelle organisation des tâches : le programmeur a la charge des pièces complexes, l'opérateur programme directement des pièces simples en utilisant les sous-programmes intégrés au calculateur (CNC).
- Qualification : les machines à CN simple sont confiées à des OS encadrés de régleurs ; les CNC sont plutôt réservées à des OP.

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE D

Situation de l'établissement

- Localisation : Drôme.
- Origine : 1959.
- Statut et appartenance : entreprise familiale.

Activité et produits

- CA 1981 : environ 20 millions de francs (multiplié par deux par rapport à 1977), en forte croissance.
- Exclusivement sous-traitante.
- Produits : moyenne et petite séries en mécanique de haute précision.
- Clientèle : industries mécanique, informatique et aéronautique.

Structure de l'établissement

Société anonyme détenue à 50 % par ses deux actionnaires qui exercent les fonctions de PDG et directeur général. L'unité comprend un service des méthodes, un service informatique de gestion et de fabrication et trois unités composant l'atelier : une unité prototype en machines conventionnelles, une unité moyenne série en conventionnel également, enfin une unité commande numérique.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total en 1981 : 105 personnes.
- Évolution : en forte augmentation depuis 1978 (50 personnes). Depuis un an, l'embauche s'est ralentie.
- Structure : - encadrement (maîtrise, direction) : 25 personnes ;
- effectif ouvrier : 75 personnes dont 50 OP1, 25 OP2 et OP3.

Conception du produit

Travaille d'après les plans fournis par le donneur d'ordre. Le service des méthodes établit lui-même les programmes de fabrication.

Conditions de production

- Usinage par enlèvement de métal uniquement : opération de tournage, fraisage et rectification.
- Séries petites allant jusqu'au prototype, et moyenne série (jusqu'à 2 500 pièces pour IBM).
- Matières premières : alliages légers en profilé.
- Changement de série et de programme : très variable, tous les jours pour certaines

- pièces ; mais également pièces en grande série sur quatre ou cinq ans.
- Pas de sous-traitance extérieure.

Équipement machine-outil

- Introduction de la commande numérique : 1975 (tour Schaublin).
- Parc actuel en CN : trois tours à CN , quatre centres d'usinage (Steinel, Bostomatic, Matsuura et Mazak) tous en CNC ; équipements divers pour CNC : un ban de préréglage, un terminal de programmation ; contrôle : une machine de mesure Brown et Sharpe CNC.
- En conventionnel : 50 machines environ dont 15 tours.
- Durée d'utilisation : fonctionne en 2 x 8 pour l'ensemble mais 3 x 6 à l'étude.
- Rentabilité : la CN représente un gain de productivité de l'ordre de deux à trois par rapport aux usinages conventionnels.

Programmation

- Système : programmation en Fortran sans transcription en langage-machine.
- Effectif : un programmeur s'occupe à mi-temps de la programmation sur CN. Certaines machines peuvent être programmées par apprentissage. Ancien analyste-programmeur dans une grande société de services.
- Temps de programmation : de une demi-journée à quatre jours pour des pièces complexes et nouvelles.

Fabrication

- Passage à la CN : au départ, la direction a choisi les meilleurs opérateurs pour la CN mais ce fut un échec en raison du travail déqualifié. Actuellement les meilleurs ouvriers restent aux usinages conventionnels.
- Division du travail : en CN le programmeur confectionne et modifie le programme après lancement ; la tâche de l'opérateur est réduite à une surveillance et au contrôle final des pièces usinées.

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE E

Situation de l'établissement

- Localisation : région grenobloise.
- Origine : 1962.
- Statut et appartenance : entreprise de chaudronnerie-tôlerie. Au départ créée par deux associés. En 1972, l'unité a changé de localisation géographique dans l'agglomération de Grenoble. Actuellement, cette PME est une SA dirigée par un des associés.

Activité et produits

- CA 1982 : 15 millions de francs (multiplié par trois depuis cinq ans).
- Exclusivement sous-traitante.
- Produits et clientèle : en 1970, surtout le prototype (pour le nucléaire) et des ensembles pour machines spéciales (électronique). Le marché du nucléaire a quasiment disparu. Reconversion en faveur de l'armement (25 % du CA), de l'électronique (40 % du CA, Thomson et CGE) et de la construction mécanique et électrique. Actuellement, un gros marché se développe dans le domaine des machines à imprimer des chèques : l'entreprise fournit la partie électrique (100 machines par mois).

Structure de l'établissement

SA détenue principalement par deux actionnaires dont l'un est PDG. L'unité ne comprend pas de service méthodes. Le PDG de l'entreprise travaille sur devis en tenant compte des fluctuations dans les carnets de commande.

L'entreprise comprend un service administratif et un service de fabrication comprenant trois sections : mécanique, tôlerie et montage. Il n'y a aucun service d'études mais à l'occasion (dans 20 % des cas, en fait) un technicien d'atelier effectue pour le client de petites études de réalisation demandées par les constructeurs de l'électronique.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total en 1982 : 35 en fabrication.
- Évolution : depuis 1972, l'effectif varie entre 30 et 49 personnes. Depuis deux ans, les effectifs sont en baisse.
- Structure :
 - compatibilité, secrétariat, bureau des méthodes : trois personnes dont une au bureau des méthodes ;
 - contremaîtres : trois personnes (mécanique, tôlerie, montage) ;
 - un contrôleur de fabrication ;
 - cinq maîtres-ouvriers (hors catégorie ouvriers professionnels) ;
 - vingt-trois OP2 et OP3 ;
 - trois OS ;
 - *turn-over* très faible, en moyenne deux personnes par an quittent l'entreprise.

Conception des produits

L'entreprise travaille sur plan-client. Un technicien d'atelier effectue des études de réalisation. Il coordonne également la sous-traitance de pièces de fonderie s'intégrant dans des sous-ensembles et la sous-traitance d'études avec des entreprises spécialisées dans des domaines variés (optique, technique des fluides, ...).

Conditions de production

- Usinage par enlèvement de métal et montage de sous-ensembles.
- Spécialisation de plus en plus poussée dans des séries moyennes ou des petites séries (20 à 200 pièces) avec abandon du créneau des prototypes relevant des entreprises artisanales. C'est dans ce créneau que l'on peut investir en commande numérique en raison des coûts, de la précision, de la fiabilité et de la répétition à l'identique des séries commandées par des donneurs d'ordre réguliers.
- Matières premières : tous les métaux, alliages spéciaux et cuivre.
- Changements de série et de programme : toutes les semaines, en moyenne.
- Sous-traitance extérieure pour des pièces mécaniques ou des études techniques spécifiques (optique ...).

Équipement machine-outil

- Introduction de la commande numérique en 1980.
- Actuellement, deux machines-outils à commande numérique : un centre d'usinage japonais Matsuura et une presse-plieuse à CN Colly.
- Parc actuel : 70 machines-outils dont 16 fraiseuses, 17 perceuses et 8 tours ; en outre l'entreprise dispose de 13 postes de soudure.
- Durée d'utilisation : fonctionne à la journée, mais le centre d'usinage est appelé à fonctionner en 3 x 8.
- Rentabilité : - sur le centre d'usinage, diminution du temps d'usinage et de réglage de moitié ;
- pour la presse-plieuse, la CN est plus fiable et permet de réaliser 10-15 plis sur une même tôle, en une seule manipulation.

Programmation

- Programmation manuelle.
- Effectif : un programmeur s'occupe uniquement de la programmation du centre d'usinage. Ce programmeur est un ancien régléur sur machines conventionnelles. La programmation de la presse-plieuse est de la compétence des opérateurs.
- Temps de programmation : en moyenne un jour et demi de travail de préparation de la définition géométrique de la pièce à la transcription en langage-machine. Les pièces complexes demandent jusqu'à trois jours de travail dont l'essentiel consiste à décortiquer la géométrie de la pièce. La transcription représente, en général, pour les pièces simples plus de la moitié du temps total de préparation. Dans le cas des pièces complexes, c'est l'inverse.
- Qualification : bon professionnel initié en 1980 à la programmation par un stage de courte durée à Lyon (une semaine). Ensuite un stage de quatre jours chez le constructeur.

Fabrication

- Passage à la CN : embauche d'un jeune titulaire d'un CAP de fraiseur. En principe, l'opérateur maîtrise le lancement et les principaux aléas dans l'usinage au bout de deux-trois ans.

- **Division du travail** : le lancement des programmes est réalisé en collaboration avec le programmeur. La tâche de l'opérateur consiste à affiner le programme et à intervenir en cas d'aléas.

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE F

Situation de l'établissement

- Localisation : Haute-Savoie.
- Origine : 1919.
- Statut et appartenance : entreprise familiale.

Activité et produits

- Capital : 2 811 000 francs, chiffre d'affaires en forte croissance depuis cinq ans. 70 % du CA en sous-traitance.
- Produits : moyenne et grande séries de pièces de décolletage.
- Clientèle : industrie automobile, électroménager ; diversification vers l'industrie de l'outillage et la construction de petits sous-ensembles (matériel anti-pollution).

Structure de l'entreprise

Société anonyme à capital familial principalement. L'entreprise comprend un seul établissement avec un service méthodes et un service fabrication intégrant également des activités de finition (traitement de surface). Il n'y a pas de service de conception et d'études car l'entreprise est sous-traitante. En fabrication l'atelier est divisé en trois départements :

- le décolletage classique multibroches et monobroche ;
- le décolletage en commande numérique ;
- la reprise et le traitement de surface.

En outre, deux autres services travaillent pour l'atelier de fabrication : un service contrôle-métrologie et un service mécanique-entretien.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total en 1982 : 230 personnes.
- Évolution : en régression légère depuis quatre ans.
- Structure :
 - services généraux-encadrement : 21 personnes ;
 - décolletage classique : 80 personnes ;
 - décolletage en CN : 8 personnes ;
 - reprise-traitement de surface : 64 personnes ;
 - contrôle : 21 personnes ;
 - méthodes : 8 personnes ;
 - mécanique-entretien : 28 personnes.

Conception du produit

Travaille d'après plans et devis du client. L'étude de prix est établie par le service des méthodes.

Conditions de production

- Usinage par enlèvement de métal : opérations de décolletage, tournage exclusivement avec traitements thermique et de surface.
- Matières premières : tous les métaux.
- Changements de séries : variables, en CN série moyenne ou petite ; en multibroches, séries longues de quinze jours minimum.

Équipement machine-outil

- Introduction de la CN en 1979 (tour Warner-Swazey).
- Parc actuel : six tours américains et allemands (Warner-Swazey ; Hardinge).
- Conventionnel : 70 tours monobroche et 30 tours multibroches.
- Rentabilité : dans la phase de lancement, temps de réglage divisé par cinq par rapport aux tours monobroche ; par dix par rapport aux tours multibroches.

Programmation

- Système : en fortan.
- Effectif : un programmeur est chargé uniquement de la CN. Stage d'initiation à la programmation dans le centre technique du décolletage à Cluse.

Fabrication

- Passage à la CN : opérateurs les moins qualifiés ; les super-décolleteurs restent sur les usinages conventionnels.
- Division du travail très nette entre le programmeur qui est chargé de la confection des bandes, de la surveillance et du lancement et l'opérateur chargé de la surveillance et du contrôle des pièces (peu d'intervention sur les programmes).

FICHE DESCRIPTIVE D'ÉTABLISSEMENT ENTREPRISE G

Situation de l'établissement

- Localisation : Haute-Savoie.
- Origine : 1963.
- Statut et appartenance : entreprise familiale.

Activité et produits

- CA : 40 millions de francs, en croissance de 20 % de 1981 à 1982.
- Produits : moyenne et surtout petites séries de pièces mécanique de haute précision.
- Clientèle :
 - aéronautique, aérospatiale (cinquième fournisseur de Dassault) ;
 - clients étrangers : fabrique nationale Herstal (Belgique) ;
 - diversification : du décolletage classique à la pièce usinée complexe intégrant du fraisage, de la rectification et des traitements de surface.

Structure de l'établissement

Société anonyme à capital familial. L'entreprise a un seul établissement structuré en trois départements de fabrication : décolletage classique, commande numérique et fraisage-finition-reprise. A cela s'ajoutent des services annexes : un service préparation, un service administratif et un service outillage comprenant chacun moins de dix personnes.

Effectif et main-d'œuvre

- Effectif total : 161 personnes, dont :
 - administration : 6 personnes ;
 - préparation : 3 personnes ;
 - décolletage classique : 130 personnes ;
 - commande numérique : 14 personnes ;
 - fraisage-finition : 6 personnes ;
 - outillage : 2 personnes.
- Effectif ouvrier : 150 personnes, dont :
 - OP : 140 personnes environ ;
 - OS : 20 personnes.
- Évolution : huit personnes en 1965, 70 en 1980, forte croissance en 1981.

Conditions de production

- Usinage par enlèvement de métal, diversification sur le fraisage surtout de petites séries (moins de 100 pièces).
- Matières premières : alliages légers.
- Changement de séries fréquent, tous les jours pour certaines pièces ; pas de sous-traitance extérieure sauf pour certains traitements de surface.

Équipement machine-outil

- Introduction de la CN en 1980.
- Parc actuel : - 13 commandes numériques dont huit tours, trois fraiseuses, deux centres d'usinage ;
 - 180 machines conventionnelles : 142 tours, onze fraiseuses, huit perceuses, dix-neuf autres machines-outils.
- Rentabilité : temps de préparation diminués d'un tiers par rapport aux usinages conventionnels.

Programmation

- Système Olivetti P 60-66.
- Effectif : un programmeur s'occupe à plein temps de la programmation qui est passée en automatique depuis janvier 1982. Utilisation d'un langage post-processor Missler pour langage machine.
- Temps de programmation très variable : d'une heure à une journée.

Fabrication

- Passage à la CN : utilisation d'opérateurs jeunes de niveau BP ou bac technique avec formation interne à la commande numérique. Les opérateurs sont en même temps régleurs et contrôleurs.
- Division du travail : en CN le programmeur suit toute la phase de préparation des usinages au lancement. L'opérateur réalise les réglages, les préréglages d'outils, le lancement, l'alimentation de la machine et le contrôle des pièces sur machines.

ANNEXE 2

ANNEXES STATISTIQUES

Croissance de la valeur ajoutée des entreprises existantes de 1974 à 1979

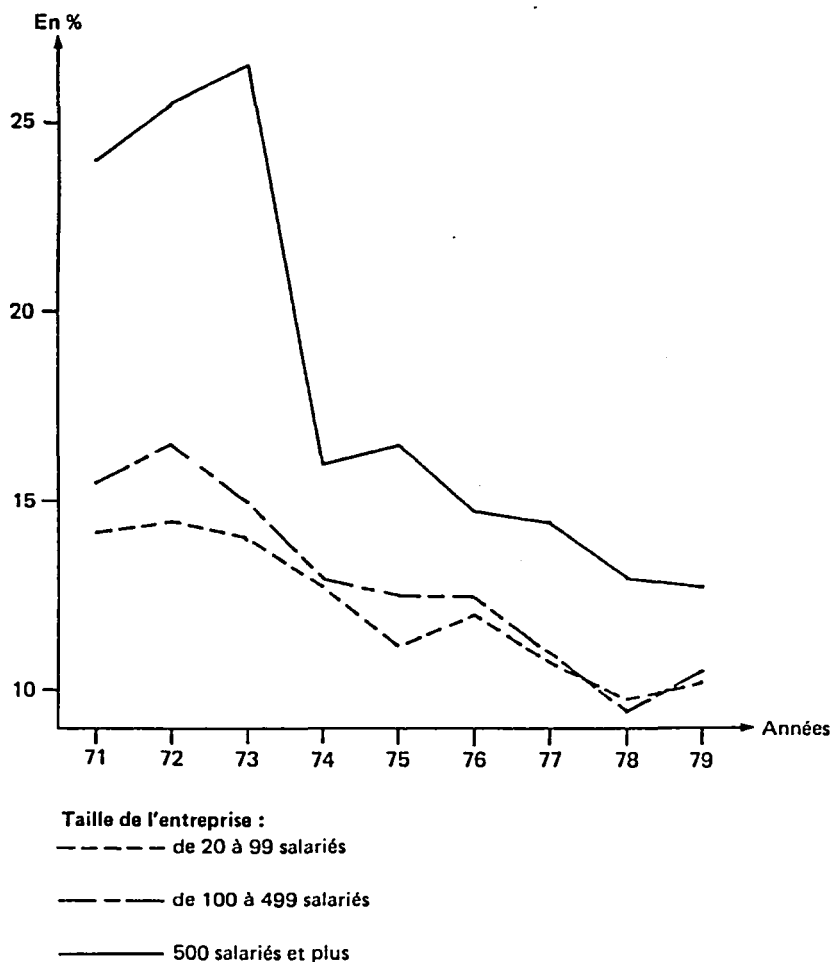
En %

	Taille de l'entreprise en 1974		
	Moins de 100 salariés	De 100 à 500 salariés	Plus de 500 salariés
Viande et produits laitiers	6,2	3,9	2,2
Autres produits agricoles et alimentaires	- 2,3	2,4	- 2,4
Minerais, métaux ferreux	- 0,5	2,6	- 0,4
Minerais, métaux non ferreux	13,2	7,1	9,0
Matériaux de construction	4,7	0,5	- 1,0
Verre	5,6	4,5	2,0
Chimie de base, fibres synthétiques	1,0	- 2,1	- 5,5
Parachimie, pharmacie	5,1	6,2	1,3
Fonderie, travail des métaux	- 0,1	- 1,8	- 1,7
Construction mécanique	3,5	1,2	0,0
Matériel électrique professionnel et ménager	5,5	7,4	6,7
Automobile, transport terrestre	0,9	- 0,7	0,6
Construction navale, aéronautique, armement	1,5	11,3	1,7
Textiles, habillement	3,4	- 0,2	- 2,9
Cuirs et chaussures	- 0,2	- 2,1	0,4
Bois, meubles, industries diverses	3,2	4,7	2,6
Papier, carton	7,0	1,1	- 1,3
Presse et édition	2,0	2,6	2,2
Caoutchouc, matières plastiques	6,7	2,9	1,8
Ensemble de l'industrie (y compris industries agro-alimentaires)	2,6	2,0	1,0

Source : Économie et Statistique n° 148, octobre 1982.

Évolution du taux d'investissement et des effectifs, par taille d'entreprises de 1974 à 1979

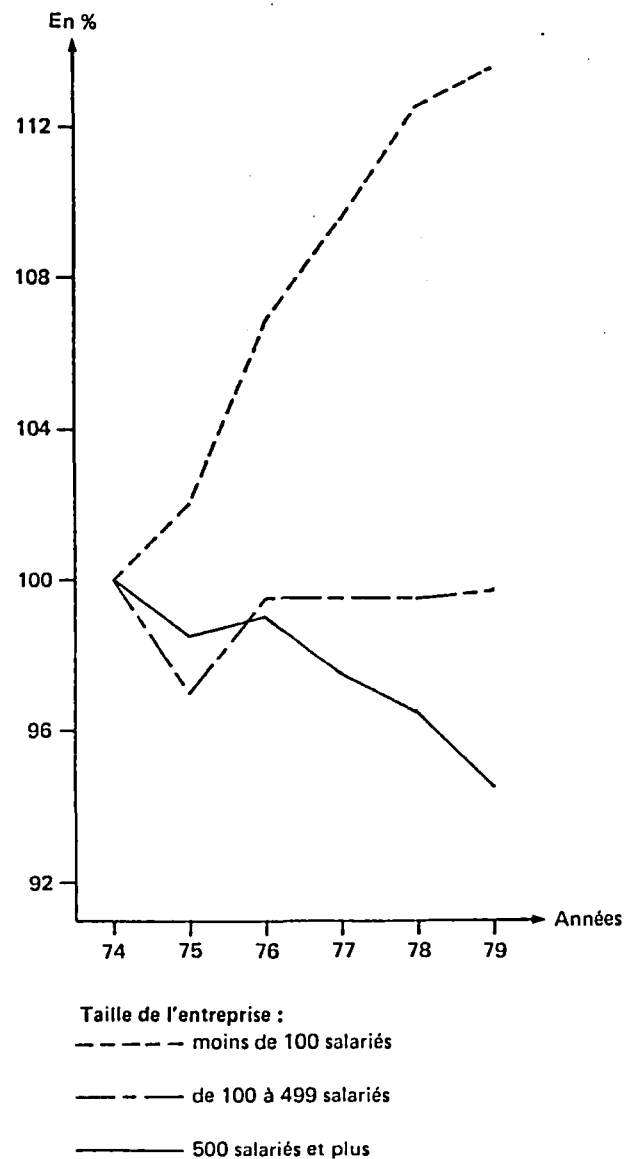
Taux d'investissement dans l'industrie*



* Le taux d'investissement est le rapport des investissements à la valeur ajoutée.

Source : Économie et Statistique n° 148, octobre 1982.

Évolution des effectifs



Croissance des effectifs et des entreprises existantes par secteur et par taille
 (échantillon cylindré de l'INSEE et taux de croissance annuels moyens
 sur la période 1974 - 1979)

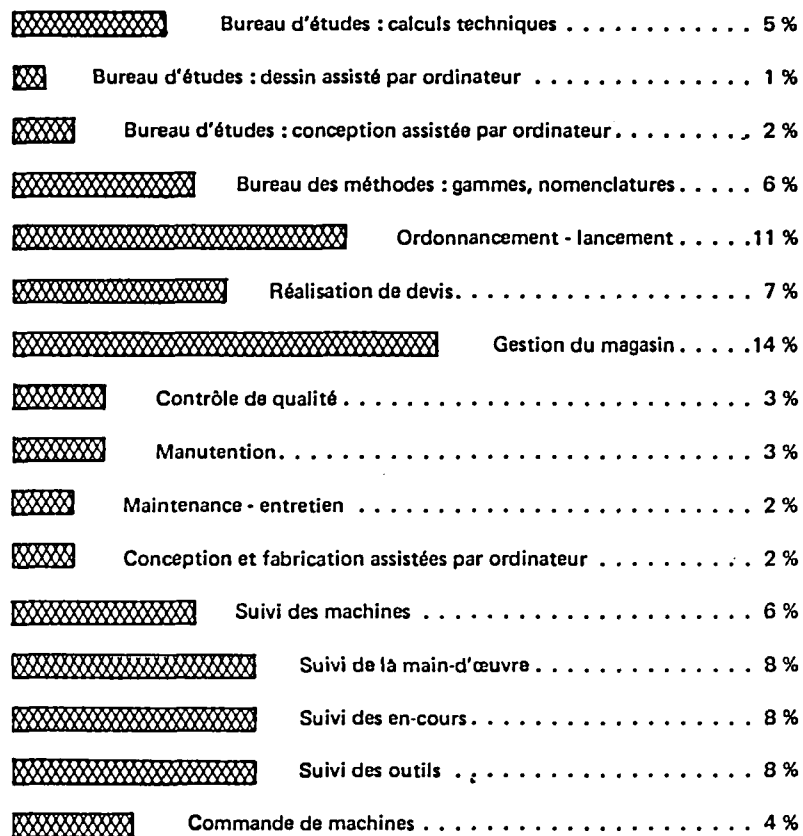
En %

	Taille de l'entreprise en 1974		
	Moins de 100 salariés	De 100 à 500 salariés	Plus de 500 salariés
Viande et produits laitiers	4,1	2,9	0,0
Autres produits agricoles et alimentaires	0,4	1,1	- 0,7
Minerais, métaux ferreux	1,0	- 3,0	- 5,5
Minerais, métaux non ferreux	5,8	- 3,0	- 1,7
Matériaux de construction	1,3	- 1,5	- 1,9
Verre	0,3	1,5	- 2,5
Chimie de base, fibres synthétiques	0,5	- 4,1	- 2,4
Parachimie, pharmacie	3,4	2,5	- 0,9
Fonderie, travail des métaux	1,1	- 1,4	- 2,3
Construction mécanique	2,1	- 0,7	- 2,0
Matériel électrique professionnel et ménager	1,0	0,6	- 0,4
Automobile, transport terrestre	5,5	1,7	0,7
Construction navale, aéronautique, armement	0,9	0,8	- 1,3
Textiles, habillement	4,8	- 0,5	- 2,9
Cuirs et chaussures	5,2	0,2	0,8
Bois, meubles, industries diverses	1,6	1,6	- 0,2
Papier, carton	3,8	- 1,5	- 3,8
Presse et édition	1,0	- 0,3	- 1,6
Caoutchouc, matières plastiques	5,3	0,4	0,4
Ensemble de l'industrie (y compris industries agro-alimentaires)	2,5	- 0,1	- 1,2

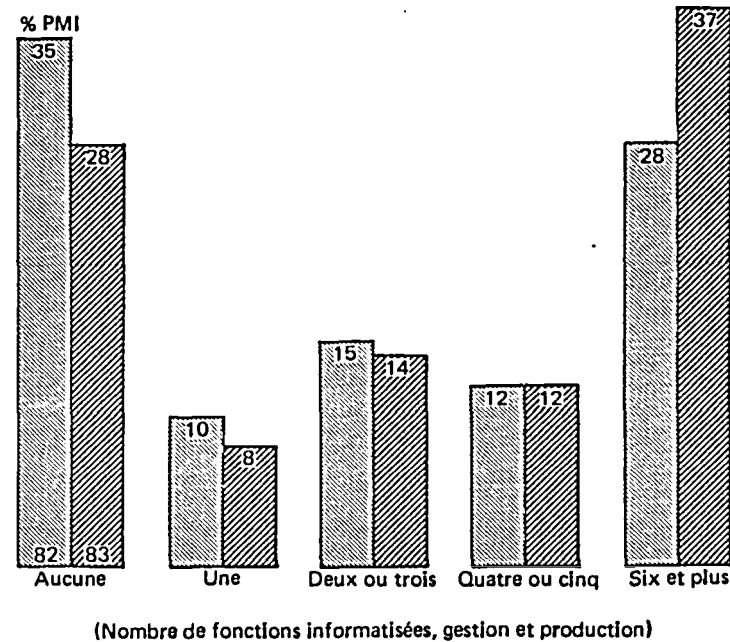
Source : Économie et Statistique n° 148, octobre 1982.

Les fonctions des production informatisées dans les PME

**Fonctions de production informatisées dans les PME, en pourcentage
(sur 600 PME enquêtées) en 1982**



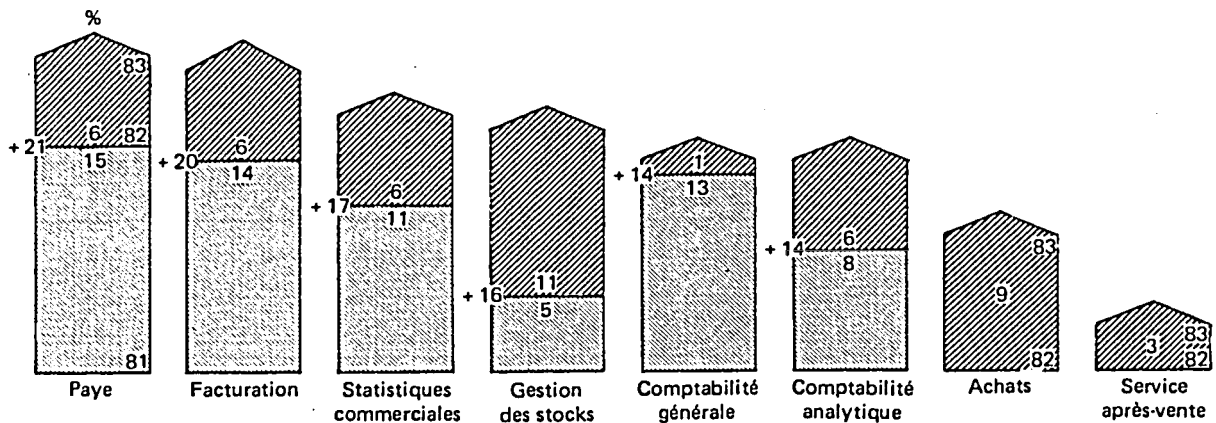
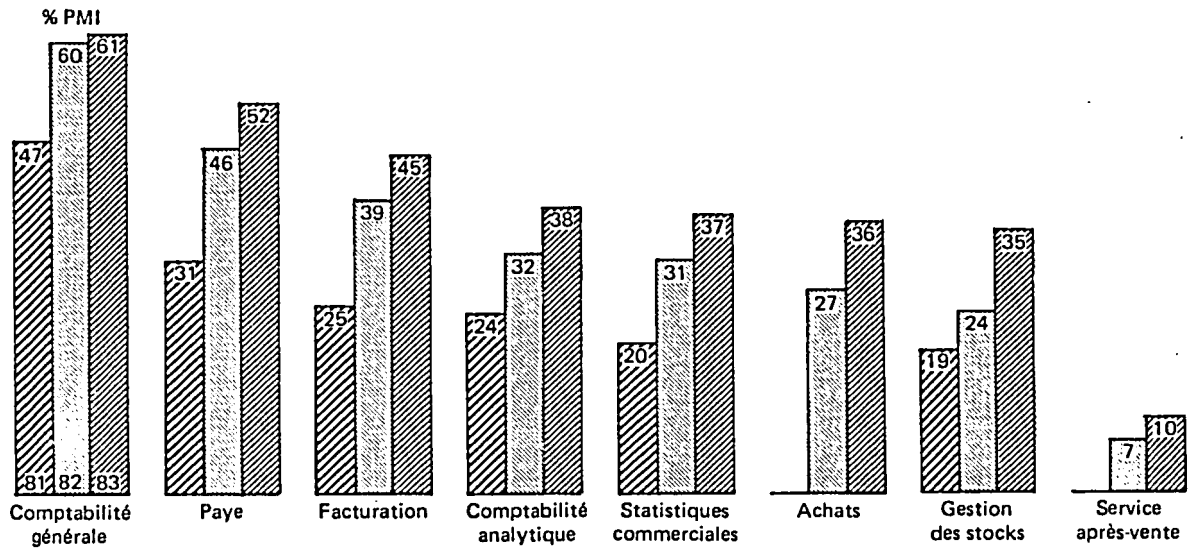
Nombre de fonctions informatisées dans les PME, en 1982



Source : Crédit d'équipement des PME, résultat d'enquête, 1982.

Les fonctions de production informatisées dans les PME

Informatisation des fonctions dans les PME en 1981, 1982 et 1983 (prévision),
en pourcentage (sur 600 PME enquêtées)



Source : Crédit d'équipement des PME, résultat d'enquête, 1982.

Ordre d'informatisation des fonctions dans les PME
(enquête sur 1 100 entreprises)

Ensemble des entreprises utilisant l'informatique 1 100 = 100 %

Question :
Quelles sont les fonctions qui ont été
les PREMIERES informatisées ? (*)

Question :
Quelles sont les fonctions qui ont été
les DERNIERES informatisées ? (*)

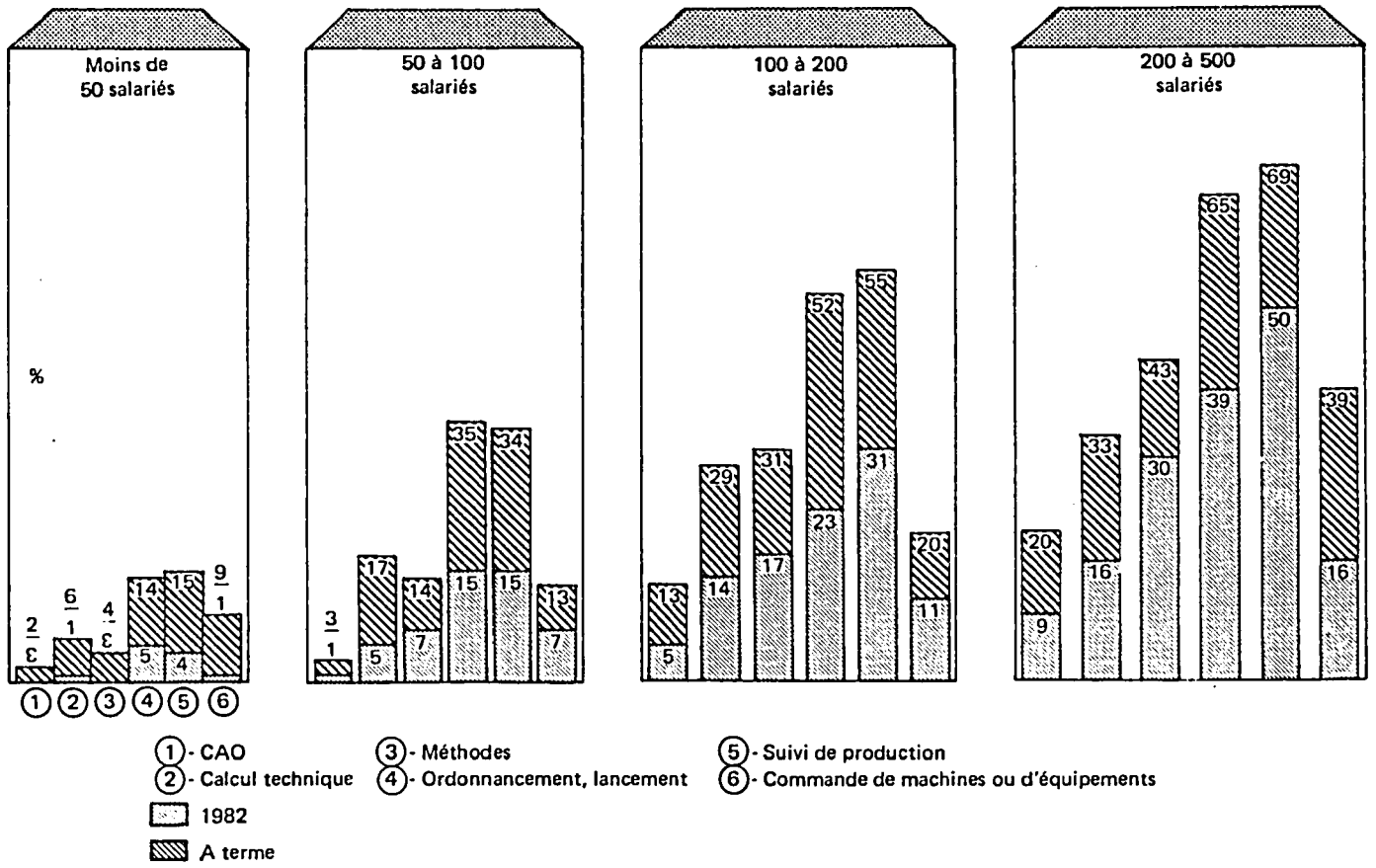
- Comptabilité générale	51 %	→	- Comptabilité générale	18 %
- Paye	28 %	→	- Paye	13 %
- Facturation	26 %	↘	- Statistiques commerciales	11 %
- Fichier clients	17 %	↘	- Comptabilité analytique	9 %
- Comptabilité analytique	15 %	↘	- Fichiers clients	9 %
- Statistiques commerciales	9 %	↘	- Gestion du stock	9 %
- Gestion du stock	7 %	↘	- Facturation	8 %
- Gestion de la production	4 %	→	- Gestion de la production	5 %
- Contrôle des prix	3 %	→	- Contrôle des prix	5 %
- Contrôle de fabrication	1 %	→	- Contrôle de fabrication	2 %
- Conception assistée	n	→	- Conception assistée	1 %
- Autres réponses	2 %		- Autres réponses	3 %
- Réponse non précisée	20 %		- Réponse non précisée	41 %

(*) Réponses multiples

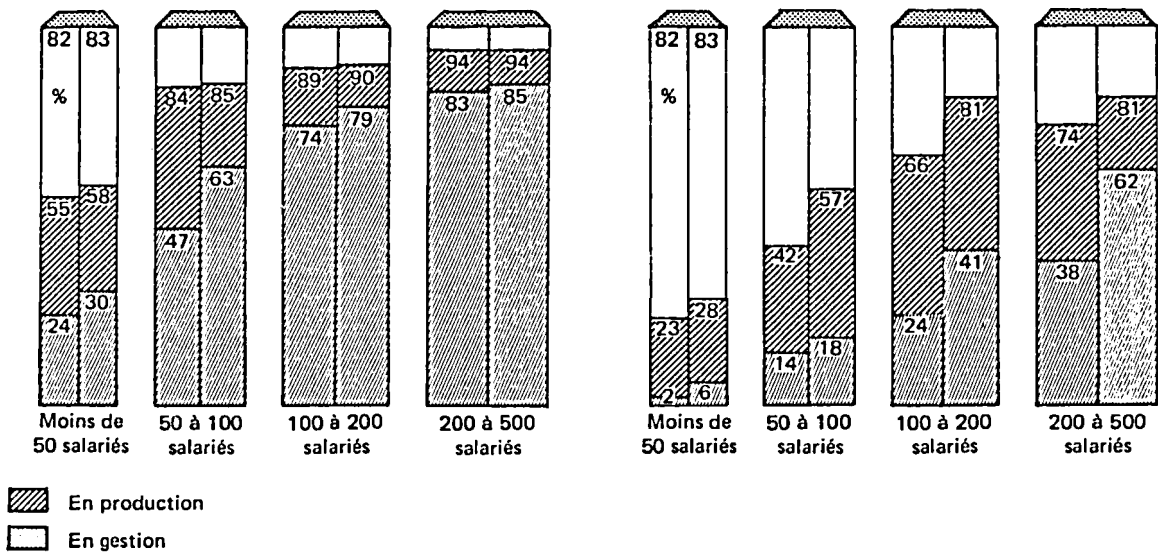
Source : Enquête du Crédit d'Équipement des PME, première exploitation, juin 1981.

L'informatisation des PME par taille d'entreprise et par application

Équipement informatique par taille d'entreprise

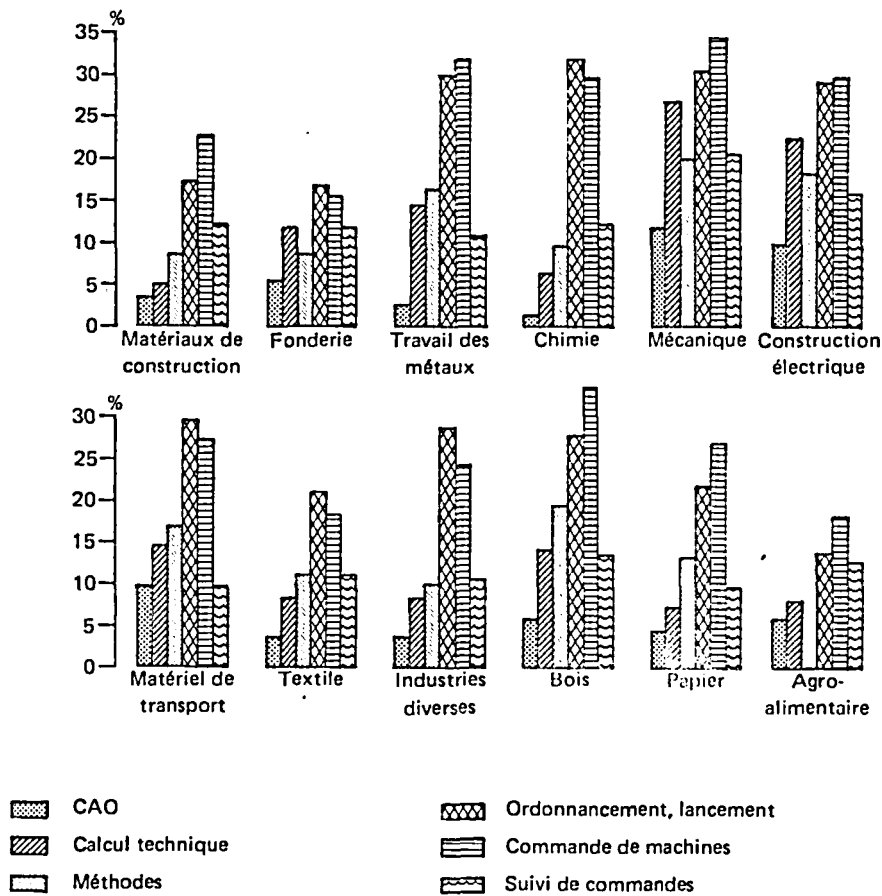


Équipement informatique en production et en gestion, par taille d'entreprise
Plus de trois applications

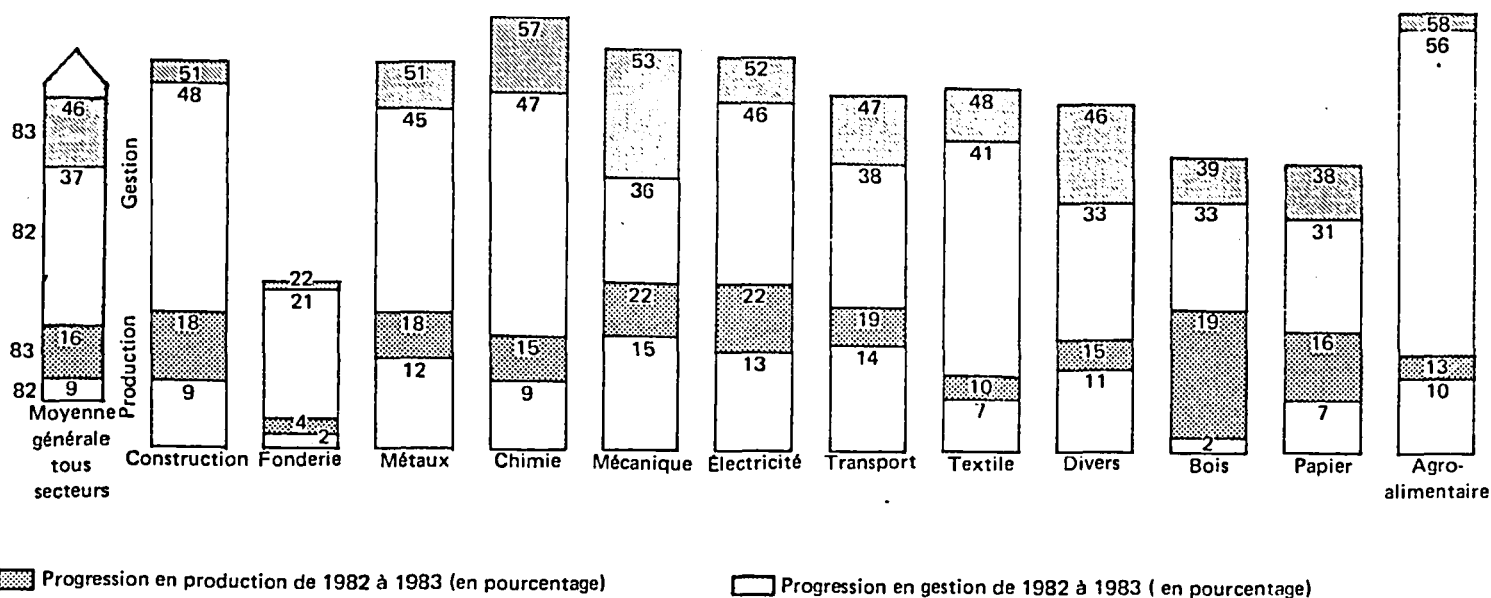


L'informatisation par secteurs des PME

L'informatisation dans la production des PME, par secteurs
A terme par secteur



L'informatisation en production et en gestion des PME, en 1982 et 1983
(accroissement en pourcentage)



Source : Crédit d'équipement des PME, résultat d'enquête, 1982.

**Ancienneté de l'introduction du premier équipement informatique dans les PME,
par taille et secteur d'activité
(580 entreprises enquêtées)**

En %

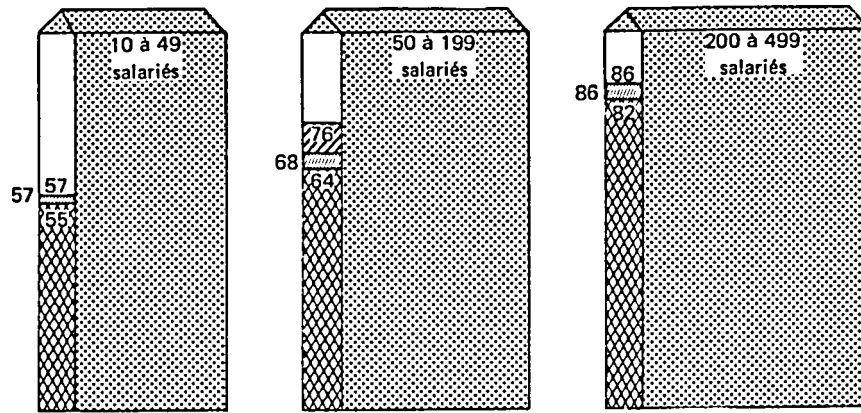
Ancienneté équipement	Moins d'1 an	de 1 à 2 ans	de 3 à 5 ans	de 6 à 10 ans	Plus de 10 ans	Total
Ensemble des entreprises équipées	22	20	33	17	8	580 = 100
Taille :						
- de 10 à 49 salariés	30	20	32	14	4	100
- de 50 à 99 salariés	15	20	42	17	6	100
- de 100 à 199 salariés	16	23	30	21	10	100
- de 200 à 499 salariés	9	15	28	26	22	100
Secteur d'activité :						
- Matériaux de construction	17	12	45	24	2	100
- Fonderie, travail des métaux	23	23	27	17	10	100
- Chimie et industries connexes	12	13	46	18	11	100
- Industrie mécanique lourde	21	30	29	15	5	100
- Industrie mécanique de précision	25	22	38	14	1	100
- Construction électrique	30	22	25	13	10	100
- Construction de matériel de transport	15	29	23	21	12	100
- Textile et habillement	23	16	43	10	8	100
- Industries diverses	24	17	39	16	4	100
- Bois et ameublement	21	28	30	17	4	100
- Papier et industries polygraphiques	27	30	13	23	7	100
- Industries laitière et de la viande	17	15	37	21	10	100
- Fabrication de produits alimentaires	23	12	34	21	10	100

Source : Enquête du Crédit d'équipement des PME, première exploitation, juin 1981.

**Équipement des PME en automatismes industriels :
par taille, par secteur et origine des équipements, en 1982
(sur 580 entreprises enquêtées)**

Selon la taille

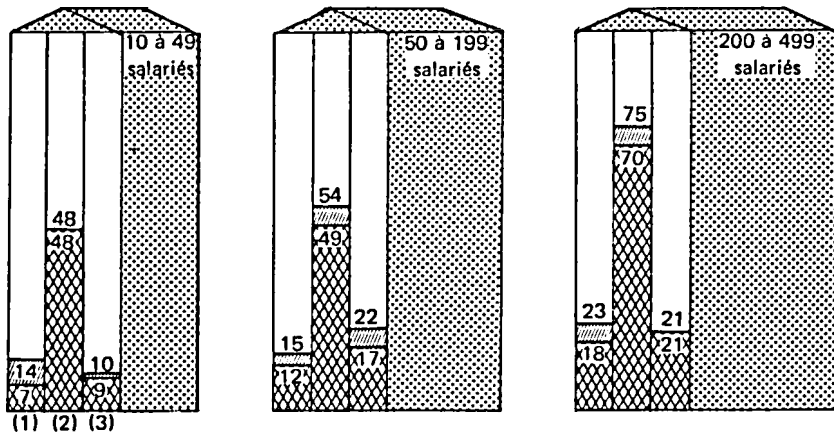
Le parc



Entreprises possédant au moins un équipement automatisé (en pourcentage)

Aujourd'hui
 D'ici un an
 A long terme

Les types d'équipements



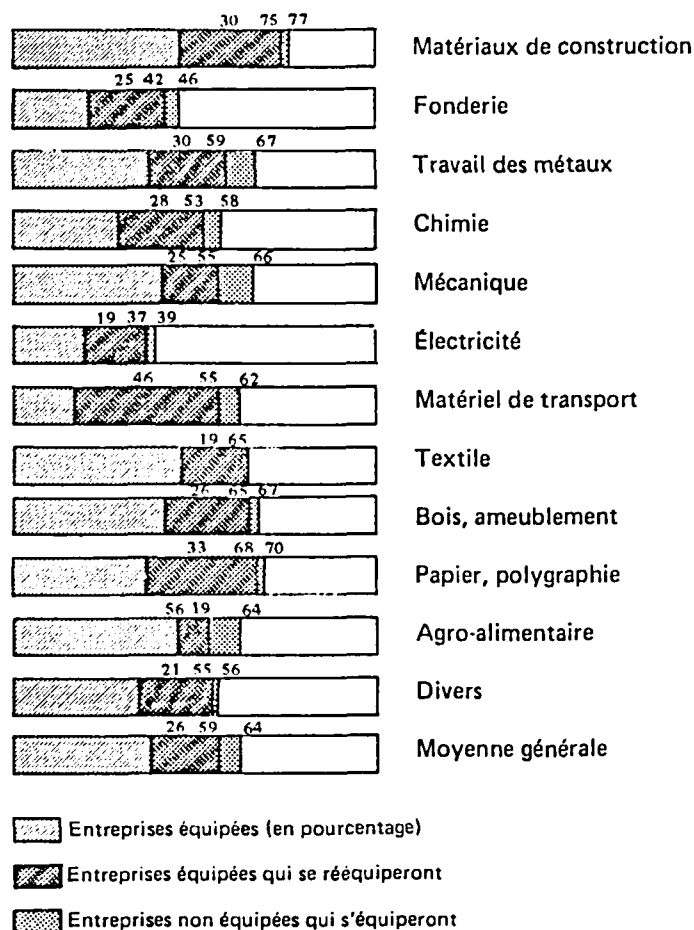
Entreprises qui possèdent aujourd'hui le matériel (en pourcentage)

Entreprises qui le posséderont d'ici un an

- (1) Ensemble de machines automatisées
- (2) Machines automatisées
- (3) Manipulateurs et robots

**Équipement des PME en automatismes industriels :
par taille, par secteur et origine des équipements, en 1982
(sur 580 entreprises enquêtées)**

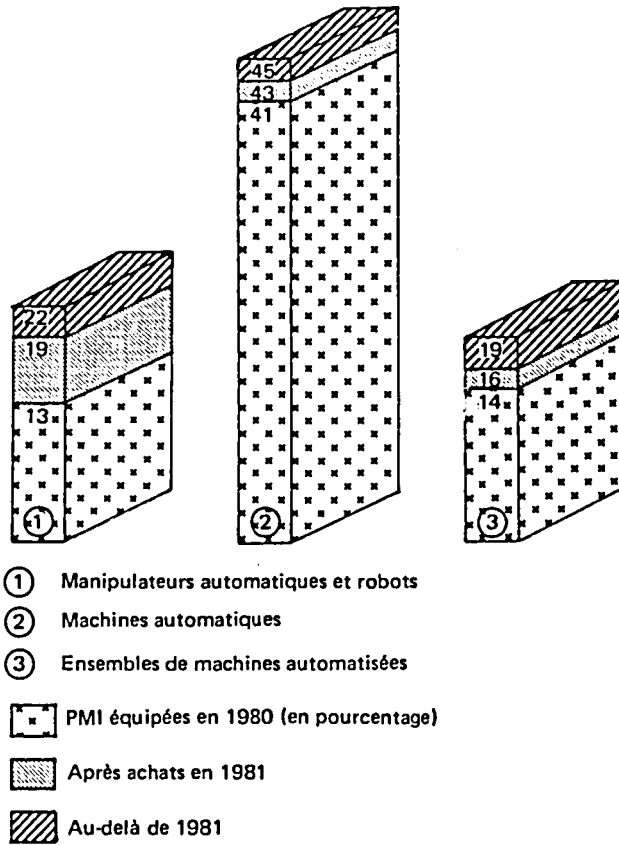
Par secteur



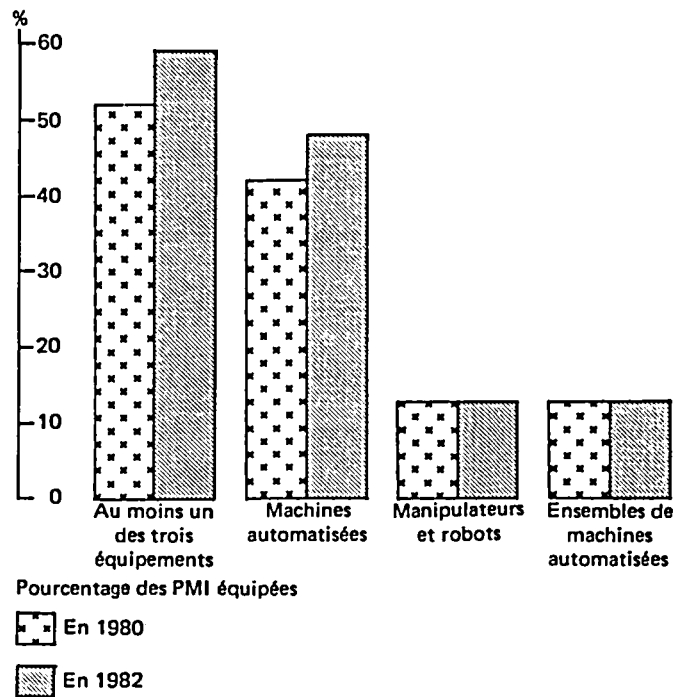
En %

Ont voté pour	RFA	USA	France	Italie	Japon	Suisse	Ne se prononcent pas
MOCN	50	8	11	8	30	6	12
Centre d'usinage	44	9	17	7	23	3	18
Robots	12	8	23	4	49	3	16
Manipulateurs	16	12	24	5	38	3	18
Qualité	60	9	15	5	16	15	10
Prix	23	3	8	17	48	3	12
SAV (service après-vente)	43	6	36	7	13	9	16
Délais de livraison	43	3	30	5	8	7	18

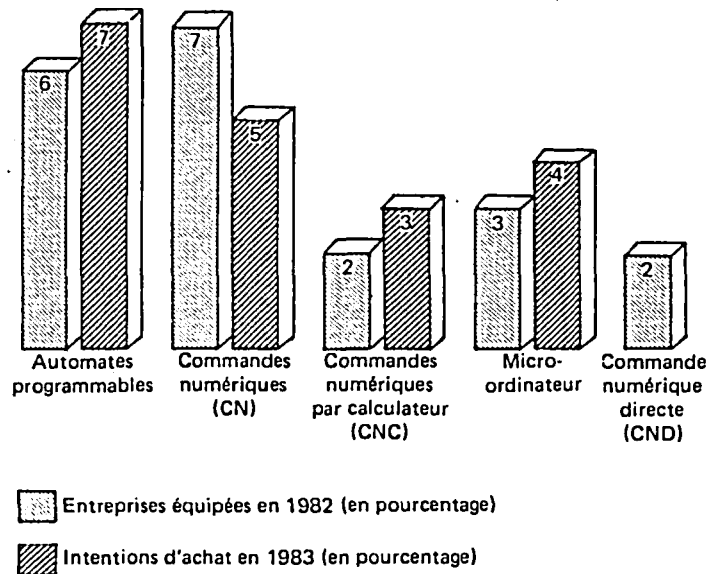
Formes d'automatisation et commande numérique
dans les PME, en 1980, 1981 et 1982
(intention d'achat en 1983)



L'équipement en 1980 et 1982



**Formes d'automatisation et commande numérique
dans les PME, en 1980, 1981 et 1982
(intention d'achat en 1983)**



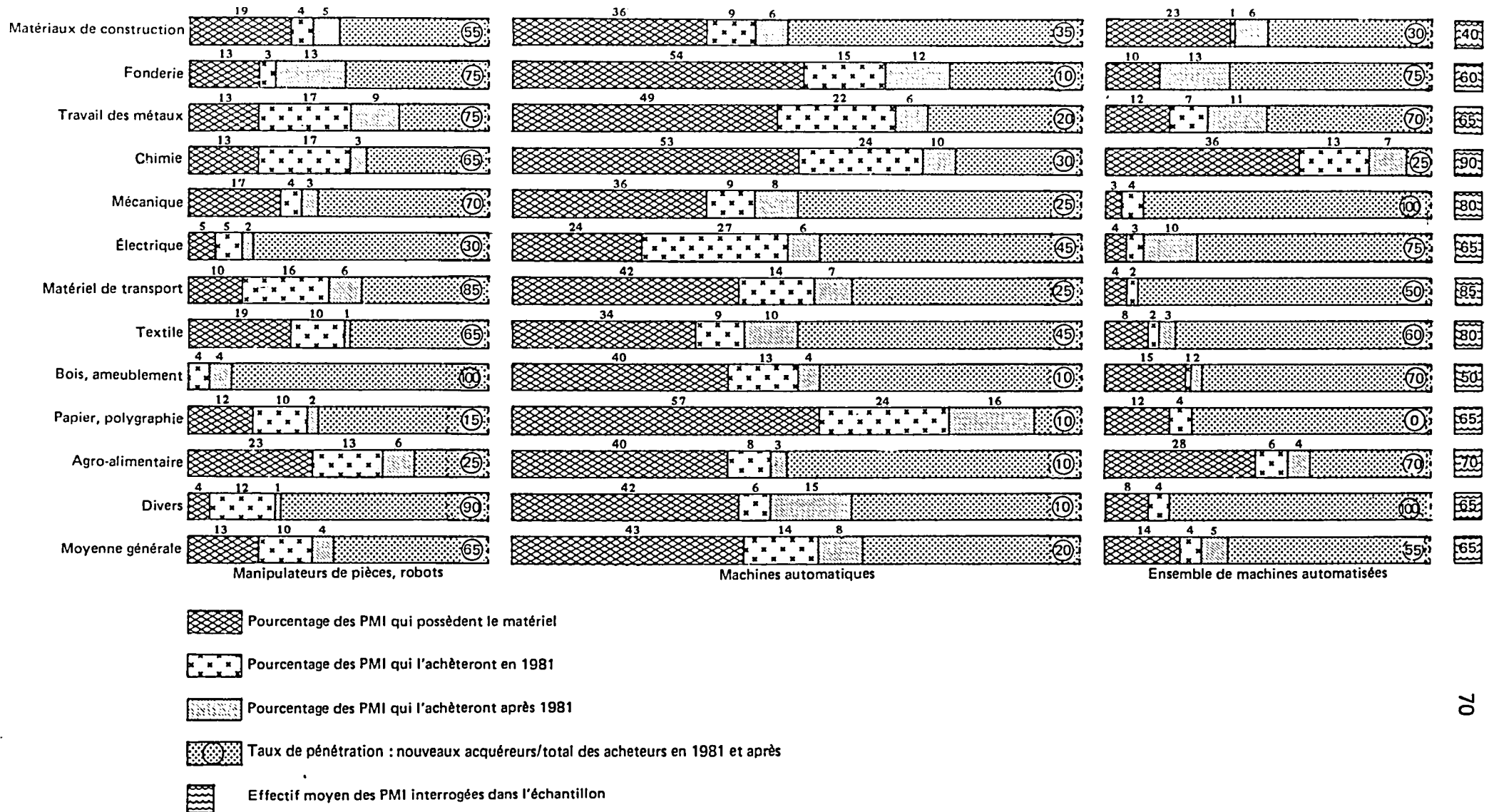
Quelles machines en 1982 ?	Taux de possession	Nombre moyen
Tours à commande numérique	6,6 %	2,3
Fraiseuses à commande numérique	9,4 %	1,8
Aléseuses à commande numérique	4,0 %	1,7
Rectifieuses à commande numérique	3,8 %	2,5
Perceuses à commande numérique	6,0 %	1,9
Centres d'usinage à broche horizontale ou verticale	1,4 %	2,5
Robots et manipulateurs	1,8 %	2,2
Matériel automatisé d'un autre type	12,9 %	3,2

Freins et incitations à l'automatisation dans les PME en 1980
(580 entreprises enquêtées)

FREINS...					
Ce type d'équipements :	d'accord (en %)	Écart d'opinion selon la possession			
		des manipulateurs ou robots		des machines ou ensembles de machines automatisées	
		ceux qui n'en ont pas/ ceux qui en ont	incidence	ceux qui n'en ont pas/ ceux qui en ont	incidence
Est d'un coût d'acquisition très élevé.	77	1,13	-	0,97	0
Est difficile à amortir.	60	1,31	-	1,07	0
Pose un problème de financement difficile à trouver	60	1,02	0	1,02	0
N'est pas adapté aux besoins	48	4,00	--	1,85	--
Nécessite un personnel qualifié que l'on n'a pas. . . .	43	1,19	-	1,05	0
Risque de remettre en cause de manière trop importante les habitudes de travail actuelles	40	1,48	-	1,48	-
Manque de souplesse	39	1,69	-	1,05	0
...ET INCITATIONS					
Ce type d'équipements permet de :	d'accord (en %)	Écart d'opinion selon qu'on a ou non			
		des manipulateurs ou robots		des machines ou ensembles de machines automatisées	
		ceux qui ont/ ceux qui n'ont pas	incidence	ceux qui ont/ ceux qui n'ont pas	incidence
Accroître la production sans augmenter les emplois .	68	1,14	+	1,41	++
Accroître la rentabilité globale de l'atelier	67	1,30	+	1,75	++
Un gain sur les délais de fabrication.	65	1,24	+	1,74	++
Accroître la rentabilité de la pièce	64	1,19	+	1,67	++
Augmenter les cadences	61	1,22	+	1,47	++
Supprimer les tâches pénibles ou risquées.	57	1,05	0	1,35	+
Augmenter la qualité du travail	56	1,26	+	1,85	++
Supprimer certains postes de travail	53	0,93	0	1,16	0
Suppléer au manque de main-d'œuvre qualifiée	52	1,12	0	1,27	+
Accroître la souplesse de l'outil de production	45	1,11	0	2,07	++
Enrichir les tâches	43	1,38	+	1,93	++
Diminuer les rebuts	39	1,60	++	1,85	++

Source : Industries et techniques, décembre 1980.

Automatisation des PME par secteurs et types d'automatisme en 1980 (580 entreprises enquêtées)



Source : Industries et techniques, décembre 1980.

**Moyens de financement des investissements utilisés
en 1979 et en 1980 par les PME
(1 800 entreprises enquêtées en 1979 et 1 900 en 1980)**

En %

Ensemble des entreprises	En 1979 (1 800 = 100 %)	En 1980 (1 900 = 100 %)
Ont financé leurs investissements par :		
. Autofinancement exclusivement	45	47
. Recours partiel ou total au crédit traditionnel dont :	40	38
- part du crédit inférieure à 50 %	9	9
- part du crédit supérieure à 50 %	23	23
- part du crédit égale à 50 %	8	6
- crédit à court terme (moins de deux ans)	8	7
- crédit à moyen et long termes (plus de deux ans)	30	28
- crédit à court, et à moyen et long termes	2	3
. Autres moyens	5	6
. Réponse non précisée	1	1
N'ont pas investi en 1980	9	8

Source : Enquête du Crédit d'équipement des PME, première exploitation, juin 1981.

Mode de financement de l'automatisation des PME
(sur 580 entreprises enquêtées)

En %

Modes de financement	Ensemble	Possesseurs	Non possesseurs
En crédit-bail ou leasing	29	26	32
En location	2	2	4
Par prêt à moyen ou long terme	44	44	41
Par auto-financement	25	28	23
Total	100	100	100
Amortissement	Ensemble	Possesseurs	Non possesseurs
Entre 1 et 12 mois (1 an au moins)	1	1	0
Entre 13 et 24 mois (1 à 2 ans)	3	4	2
Entre 25 et 36 mois (1 à 3 ans)	4	5	2
Entre 37 et 48 mois (3 à 4 ans)	6	8	3
Entre 49 et 60 mois (4 à 5 ans)	41	45	36
Entre 61 et 72 mois (5 à 6 ans)	2	3	1
Plus de 72 mois (6 ans)	21	22	20
Ne sait pas	22	12	30
Total	100	100	100

Source : Industries et Techniques, décembre 1980.

BIBLIOGRAPHIE

AFRI, Robotique et PMI, plaquette publiée en collaboration avec l'Agence pour l'informatique, 1982.

M. BARNIER, L'innovation technologique et les petites et moyennes entreprises, Paris : Documentation Française, 1981.

G. CAIRE, Automation : technologie, travail, relations sociales, ADEFI, Paris : Economica, 1981.

B. CORIAT, L'atelier et le chronomètre, Paris : Ch. Bourgeois, 1979.

CRÉDIT D'ÉQUIPEMENT DES PME, Économie et PME n° 2, 2ème trimestre 1982.

A. d'IRIBARNE, «Technologie et systèmes de travail : l'évolution du travail face au développement des technologies», rapport introductif, L'évolution des systèmes de travail dans l'économie moderne, Éditions du CNRS, 1981.

A. d'IRIBARNE, «Le passage de la formation de base à la vie active dans le cadre des nouvelles technologies», rapport introductif, Conférence européenne sur la maîtrise sociale des nouvelles technologies, Le changement technologique, l'emploi, les qualifications et la formation, CEDEFOP, novembre 1982.

M. FREYSSINET, La division capitaliste du travail, Rome : Savelli, 1977.

M. HOLLAR, H. TIGER, La pratique des PMI en matière d'emploi, étude exploratoire pour le Service des études et de la statistique du ministère du Travail, décembre 1981.

J.H. JACOT et alii, Automatisation, formes anciennes et formes nouvelles, Lyon : PUL (Coll. «Analyse, épistémologie, histoire économique»), 1980.

Y. LASFARGUE, L'utilisation de la robotique dans la production et ses perspectives d'avenir, rapport de mission, Journal Officiel, avril 1982.

Y. LUCAS, L'automation, Paris : PUF, 1982.

J.L. MISSIKA, O. PASTRE, C. STOFFAES et alii, Informatisation et emploi, menace ou mutation ? Paris : Documentation Française, 1981.

P. NAVILLE, Vers l'automatisme social ? Problèmes du travail et de l'automatisation, Paris : Gallimard, NRF, 1963.

M. PETITEAU, **Rapport de la mission robotique, version simplifiée, MRI, juin 1982.**

M. VIGEZZI, **Automatisation, norme et régulation de l'économie capitaliste, thèse, Université des Sciences sociales de Grenoble, 1981, 321 p.**

AU SOMMAIRE DES AUTRES VOLUMES

VOLUME 1 : L'INFORMATISATION DES ACTIVITÉS D'ÉTUDES

par Jacques Merchiers

Introduction générale

1. *La problématique : l'approche fonctionnelle et ses développements*
2. *Les transformations dans la nature et l'organisation du travail : principaux résultats*
 - a) L'informatisation des activités d'études et la pénétration de la CAO (conception assistée par ordinateur)
 - b) L'usinage par machine-outil à commande numérique
 - c) Autres formes d'automatisation en fabrication
3. *Nouvelles technologies : problèmes et enjeux*
 - a) La pluralité des formes d'automatisation dans des situations économiques différenciées
 - b) Modifications dans la composition de la main-d'œuvre et nouvelles technologies

L'informatisation des activités d'études

1. *Les domaines d'application de la conception assistée par ordinateur (CAO)*
 - 1.1. La diversité des applications
 - 1.2. Les fonctions de la CAO
 2. *L'introduction du système de CAO-DAO dans les entreprises*
 - 2.1. Dans quelles entreprises introduit-on la CAO ?
 - 2.2. Quels avantages en attend-on ?
 3. *L'utilisation des systèmes de CAO-DAO*
 - 3.1. Les contenus d'emplois et l'organisation du travail d'études
 - 3.2. Relations entre les activités d'études et de préparation du travail
 4. *Formation à la CAO et gestion du personnel*
- Principaux résultats et éléments de conclusion*

VOLUME 3 : L'AUTOMATISATION DE L'USINAGE ET LE DÉVELOPPEMENT DE LA COMMANDE NUMÉRIQUE

par Olivier Bertrand

Chapitre 1 : Les nouvelles formes d'automatisation. Leur adoption et leur diffusion

1. *L'automatisation concerne différents aspects de l'usinage et progresse par étapes*

- 1.1. Le parc machine-outil à commande numérique est encore faible mais représente une part significative de la production
- 1.2. La place des machines françaises dans ce parc est encore importante, mais de plus en plus menacée
- 1.3. Les facteurs économiques paraissent jouer un rôle déterminant dans les politiques vis-à-vis de l'automatisation ...
- 1.4. ... Dont les caractéristiques répondent à de nouveaux besoins
2. *La diffusion a touché successivement des types d'entreprises ayant à résoudre des problèmes différents*
3. *La rentabilité de l'automatisation est difficile à calculer, mais paraît assurée*

Chapitre 2 : Organisation, travail et qualification

1. *Vue d'ensemble sur les liaisons entre technologie, organisation et travail*
 - 1.1. Les facteurs liés aux conditions de production
 - 1.2. Le rôle des politiques d'entreprise
2. *Les structures organisationnelles*
 - 2.1. L'automatisation n'est qu'un facteur, parmi d'autres, de l'évolution des structures organisationnelles
 - 2.2. L'apparition d'une fonction nouvelle de programmation peut être associée avec des structures organisationnelles variables
 - 2.3. Ces structures organisationnelles sont évolutives
 - 2.4. En maintenance, le maintien des structures est fréquent, mais pas général
 - 2.5. L'automatisation affecte plus le mode de fonctionnement des organisations que les structures
3. *Division du travail, contenu des tâches et qualification*
 - 3.1. L'élaboration des logiciels est un investissement important mais exceptionnel
 - 3.2. En programmation et en usinage, on observe quatre formes principales de division du travail
 - 3.3. Description des opérations de programmation
 - 3.4. Une analyse détaillée des opérations d'usinage est nécessaire pour apprécier la qualification des opérateurs ...
 - 3.5. ... Et l'évolution de cette qualification

Chapitre 3 : Recrutement, profils, évolution professionnelle et formation

1. *En programmation, on observe trois profils de recrutement*
2. *L'affectation des opérateurs sur MOCN est liée à trois critères : compétence, adaptabilité et motivation*
3. *Accroissement de la mobilité interne*
4. *La formation continue accompagne généralement l'automatisation, mais avec des formes et une intensité variables*

Éléments de conclusion

VOLUME 4 : L'AUTOMATISATION DES FABRICATIONS DE SÉRIE

par Jacques Merchiers

Introduction

1. *Tendances récentes de l'automatisation et objectif de l'étude*

2. Les transformations du travail humain dans l'automatisation : les notions utilisées

Première partie : Formes d'automatisation et objectifs des entreprises

Introduction

1. Automatisation et rentabilité

2. Automatisation et flexibilité

Deuxième partie : L'évolution de l'organisation du travail

Introduction

1. L'intégration des tâches d'entretien à la fabrication dans un contexte de rentabilité

1.1. Les stades de l'automatisation et l'évolution des modes de coopération

1.2. Transformation de la maintenance : la translation des tâches d'entretien

2. L'automatisation du travail de contrôle et l'accroissement de sa division

3. Concurrence entre fabrication et entretien dans l'automatisation de la fonderie

4. La suppression du travail de fabrication dans un contexte de flexibilité

Troisième partie : Formation, classifications et filières professionnelles

1. La fabrication

2. Le contrôle

3. L'entretien

Conclusion