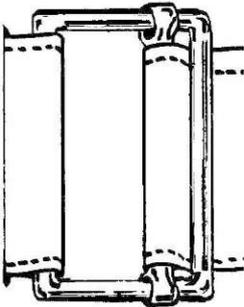
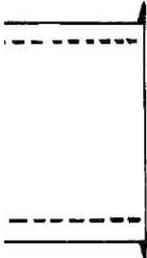

CENTRE D'ETUDES
ET DE RECHERCHES
SUR LES QUALIFICATIONS



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

*Volume 4
L'automatisation des fabrications
de série*

Jacques Merchiers

FORMATION - QUALIFICATION - EMPLOI
COLLECTION DES ETUDES

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

Volume 4

*L'automatisation des fabrications
de série*

Jacques Merchiers

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

Volume 4

L'automatisation des fabrications de série

*Jacques Merchiers
Département de la
qualification du travail*

Mars 1984

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	5
1. <i>Tendances récentes de l'automatisation et objectif de l'étude</i>	5
2. <i>Les transformations du travail humain dans l'automatisation : les notions utilisées</i>	8
Première partie : Formes d'automatisation et objectifs des entreprises	13
<i>Introduction</i>	15
1. <i>Automatisation et rentabilité</i>	18
2. <i>Automatisation et flexibilité</i>	23
Deuxième partie : L'évolution de l'organisation du travail	29
<i>Introduction</i>	31
1. <i>L'intégration des tâches d'entretien à la fabrication dans un contexte de rentabilité</i>	34
1.1. Les stades de l'automatisation et l'évolution des modes de coopération	34
1.2. Transformation de la maintenance : la translation des tâches d'entretien	36
2. <i>L'automatisation du travail de contrôle et l'accroissement de sa division</i>	38
3. <i>Concurrence entre fabrication et entretien dans l'automatisation de la fonderie</i>	40
4. <i>La suppression du travail de fabrication dans un contexte de flexibilité</i>	53
Troisième partie : Formation, classifications et filières professionnelles	61
1. <i>La fabrication</i>	64
2. <i>Le contrôle</i>	70
3. <i>L'entretien</i>	71
Conclusion	75
Au sommaire des autres volumes	79

INTRODUCTION

1. TENDANCES RÉCENTES DE L'AUTOMATISATION ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

La robotique et la micro-électronique jouent un rôle de plus en plus important dans l'automatisation des fabrications de biens d'équipement. Ces outils d'automatisation s'appliquent en effet à une grande variété de procédés de fabrication utilisés dans ce secteur. Les robots sont utilisés pour effectuer des tâches d'alimentation de machines et la micro-électronique intervient, sous forme de mini-ordinateurs, microprocesseurs ou automates programmables, pour commander différents procédés de fabrication ou de contrôle de produits sécables.

Si les robots ne sont pas encore très répandus dans l'industrie en général, leur importance grandit dans le secteur des biens d'équipement et particulièrement dans l'automobile. En 1982, on estimait que l'automobile absorbait 75 % du marché et des projections à l'horizon 1990 évaluent à 85 % le poids du parc de robots implanté dans le secteur des biens d'équipement (1). La production française de robots est d'environ un millier par an, mais elle comprend différentes catégories allant du manipulateur automatique au robot « évolué » à plus de cinq degrés de liberté. C'est cette dernière catégorie qui est étudiée ici (voir définition dans l'encadré) et sa production est d'environ 200 unités par an (2).

Parmi les applications de la micro-électronique à l'automatisation, l'une des plus répandues est l'automate programmable industriel (voir encadré). Ces machines électroniques sont utilisées pour commander des processus de fabrication séquentiels et remplacent de plus en plus les systèmes de commande à base de logique câblée des machines ou équipements automatiques. On peut en estimer la production annuelle française à plusieurs milliers, toutes catégories confondues (3).

Ces outils d'automatisation sont fréquemment associés entre eux et appliqués à un procédé de fabrication déterminé. Des robots de soudage peuvent être rassemblés en une « chaîne », commandée par un ordinateur, un robot peut alimenter une machine automatique, sous le contrôle d'un automate programmable (AP) qui commande à la fois le robot et la machine ; un atelier complet de tôlerie peut fonctionner avec des machines automatiques de soudage commandées par une logique câblée, tout en étant gérée par un système d'ordinateurs. Les combinaisons qui résultent de ces associations sont multiples et utilisent des outils d'automatisation de différents types et de différentes générations.

(1) Nous reprenons les chiffres cités dans *Industries et Techniques* n°500, 1982, et *l'Usine nouvelle* n°23, 1983, chiffres eux-mêmes tirés du rapport de la mission robotique, juin 1982.

(2) Dans les 1037 robots fabriqués annuellement, sont comptabilisés 790 robots dits « *Pickand place* » qui sont des robots de transfert, à deux ou trois degrés de liberté.

(3) Le premier constructeur français serait la filiale de Renault : SMC qui en produit 80 par semaine et estime détenir 40 % du marché français, selon *Industries et Techniques* n°486, 1982.

AUTOMATISATION ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

QUELQUES DÉFINITIONS

Logique câblée et logique programmable

Une installation automatisée comprend un procédé quelconque (machine ou équipement) et un organe de commande qui surveille le procédé au moyen de capteurs et lui envoie des ordres au moyen d'actionneurs. L'organe de commande exécute une loi de commande que l'on veut appliquer au procédé.

En logique câblée, l'organe de commande est constitué par des opérateurs logiques (fonctions ET, OU, etc.), reliés entre eux et représentant la loi de commande. Les opérateurs sont matérialisés de *façon rigide*, par des circuits électriques, électroniques ou pneumatiques selon les technologies (par exemple, des relais électro-magnétiques). Le schéma logique de l'ensemble peut être représenté au moyen de différents langages : langage à relais (aux USA) ou langage booléen (en Europe).

En logique programmable, l'organe de commande est constitué par une machine logique appelée processeur qui exécute une à une des instructions contenues dans une mémoire. Cette suite d'instructions constitue un programme qui traduit la loi de commande du procédé. Ce programme, *modifiable à volonté*, est écrit en langage de programmation (langage-machine, langage d'assemblage, ou langages évolués comme le FORTRAN, le BASIC, le PL/M, etc.).

Microprocesseur : processeur, ou unité arithmétique, capable d'effectuer des opérations logiques, et auquel sont reliés des mémoires de programme, des mémoires de données et des circuits d'entrée-sortie. La mémoire de programme contient une séquence d'instructions exécutables par le processeur et qui ne peuvent être que lues (mémoire ROM : read only memory). Ces instructions définissent l'application et sont fixées par le constructeur, à la différence d'un ordinateur dans lequel elles sont variables. L'accès aux mémoires de données (mémoire RAM : random access memory) s'effectue au moyen des langages courants de programmation.

Automate programmable industriel : machine de traitement de l'information organisée le plus souvent autour d'un microprocesseur. Ce dernier est programmé pour recevoir des instructions en langage de logique câblée. Sa principale caractéristique est donc de traiter les problèmes au moyen de la logique programmable, tout en étant accessible aux électromécaniciens utilisant habituellement la logique câblée.

Robot : les robots utilisés dans les unités enquêtées au cours de cette étude sont des manipulateurs programmables à cinq axes ou plus. Les instructions régissant les mouvements selon les différents axes sont fournies par l'opérateur. Celui-ci « programme » le robot en lui faisant exécuter les mouvements, et les instructions sont automatiquement mémorisées par le robot. La différence essentielle avec la commande numérique est que ces instructions n'ont pas à être définies, calculées puis transmises à l'unité de commande, ce travail d'analyse et d'enregistrement de mouvement étant réalisé par le système de commande du robot.

Sources : B. ESPIAU, C. LOURGEAU et G. MICHEL. **Les automates programmables**. Paris : Dunod. 1979.

R. DUBOIS et D. GIROD. **Au cœur des microprocesseurs**. Paris : Ed. Eyrolles. 1979.

Si le trait le plus général de l'automatisation consiste dans la tendance à l'élimination du travail humain, les formes d'automatisation étudiées ici la réalisent de façon plus ou moins poussée selon l'utilisation qui est faite de ces outils d'automatisation. Cette utilisation n'est pas étroitement déterminée par la nature de ces outils mais elle s'inscrit toujours dans une organisation du travail et une perspective économique déterminées qui sont celles de l'entreprise qui s'automatise.

On essaiera de mettre en évidence dans une première partie certaines des conditions économiques d'introduction de l'automatisation dans les entreprises de biens d'équipement et plus précisément dans deux sous-secteurs : l'automobile et la construction électrique-électronique (4).

A partir de ce contexte, on examinera en seconde partie l'évolution de l'organisation du travail et des contenus d'emploi dans les unités, ou parties d'établissement, où sont mis en œuvre ces outils d'automatisation. **Ceux-ci s'appliquent ici à du travail répétitif, réalisé sous forte contrainte de temps.** Ce travail peut être du travail d'alimentation de machines semi-automatiques, de la surveillance de machines automatiques ou diverses combinaisons de ces deux activités (5). Les nouveaux outils d'automatisation modifient ce travail en remplaçant, par exemple, l'alimentation manuelle par une alimentation robotisée, ou en modifiant l'activité de surveillance du fait du changement des organes de commande des machines.

Dans certains cas d'automatisation partielle des unités enquêtées, on comparera les deux modes d'organisation du travail, avant et après l'introduction de ces nouvelles technologies, pour tenter de saisir les changements intervenus dans la nature du travail ainsi que les problèmes que pose, dans ce cas, l'adaptation d'une partie du personnel de fabrication. Dans d'autres cas, lorsque l'automatisation s'applique à du travail à la chaîne (dans la tôlerie automobile en particulier), seul le résultat de l'automatisation sera analysé (6).

Dans une troisième partie, on tentera d'appréhender, à travers les modifications des pratiques de recrutement et de mobilité interne des entreprises, l'influence de l'automatisation sur la gestion des différentes catégories de main-d'œuvre concernées par ces formes d'automatisation.

(4) Et marginalement, l'aéronautique, dans l'automatisation du contrôle de fabrication.

(5) En 1978, 1 030 000 salariés étaient soumis à « *un rythme de travail imposé par la cadence automatique d'une machine* », tous secteurs confondus, selon A.-F. MOLINIÉ et S. VOLKOFF « les contraintes de temps dans le travail ». *Économie et statistique* n°131, 1981.

(6) Les problèmes posés par l'automatisation du travail à la chaîne sont abordés dans le rapport de la Commission d'étude pour le développement de la formation des ouvriers spécialisés ; **Travail et formation des ouvriers de fabrication de l'industrie automobile**. CERREQ. Doc. ronéoté - octobre 1983.

2. LES TRANSFORMATIONS DU TRAVAIL HUMAIN DANS L'AUTOMATISATION : LES NOTIONS UTILISÉES

En analysant les formes nouvelles d'automatisation dans un domaine particulier qui regroupe quelques sous-secteurs du secteur des biens d'équipement, on ne peut éviter d'aborder des problèmes plus généraux : que devient le travail humain dans l'automatisation ? Comment évoluent les grandes catégories de main-d'œuvre, ouvriers de fabrication, régleurs, professionnels et techniciens d'entretien ou de contrôle, catégories concernées par les modifications du système de machines ? Ces deux questions sont naturellement liées car la manière dont on définit, saisit ou appréhende le travail de fabrication contribue à définir et à limiter le champ de ces transformations dans le domaine de l'organisation du travail.

2.1. Travail de fabrication et prescription des tâches

Le type de travail dont nous analysons ici les transformations et qui peut être brièvement défini comme un ensemble de tâches liées au fonctionnement d'une machine ou d'un équipement, et exécutées répétitivement, possède des caractéristiques mixtes qui appartiennent aux deux grandes catégories de travail déjà étudiées : le travail à la chaîne dans les industries de série et le travail de surveillance d'installation fonctionnant en continu (ou travail de process) (7).

Le travail à la chaîne consiste à répéter des gestes formellement prescrits avec une durée de cycle de l'ordre de quelques dizaines de secondes et l'on retrouve cette caractéristique dans des tâches d'alimentation de machines ou d'intervention dans leur fonctionnement, avec des durées de cycle très proches.

Dans la surveillance d'installations en continu, l'un des rôles de l'opérateur est de veiller à ce que le processus se déroule dans des limites fixées a priori et d'intervenir, en cas de nécessité, selon des consignes plus ou moins strictes. Il en est de même de la surveillance de machines fonctionnant séquentiellement lorsque, par exemple, un opérateur qui alimente une machine s'aperçoit que, par suite d'une perturbation mécanique (du jeu dans les engrenages) les pièces qui sortent s'écartent progressivement des normes de tolérance fixées.

La répétitivité des tâches d'alimentation et la continuité des activités de surveillance se combinent selon des modalités variables dans les différentes sortes de travail observées. Ces activités ne sont cependant pas de même nature : les gestes qui se répètent peuvent être définis, mesurés, prescrits et répartis dans le temps alors que l'activité de surveillance est beaucoup plus difficile à soumettre à de telles prescriptions, ne serait-ce que parce que les aléas qu'elle est chargée de déceler ne se répartissent pas de façon uniforme dans le temps.

Ces activités possèdent donc leur temporalité propre et semblent inégalement « prescriptibles ». Cependant cette notion de prescription de l'activité productive est elle-même contestable et a fait l'objet de remises en question, aussi bien en ce qui concerne le travail à la chaîne qu'en ce qui concerne le travail de surveillance d'installations automatisées.

(7) L'automatisation de ces catégories de travail a été étudiée par B. CORIAT : *Ouvriers et automates : trois études sur la notion d'industrie de processus*, rapport CRESST, 1980 ; et « Robots et automates dans les industries de série », in : *Les mutations technologiques*, VI^e rencontres nationales de Chantilly. Paris : Economica, 1981, p. 237-251.

Nous reprenons en partie sa définition de l'un des aspects de l'automatisation comme substitution d'activité machinique à des modes opératoires manuels.

S'agissant du travail de série, ou travail « taylorisé » les sociologues montrent que la prescription de celui-ci n'est jamais exhaustive : « *aujourd'hui, dans les usines les plus rationalisées où l'initiative est réduite à la portion congrue, la créativité persiste sous la forme de l'adaptation, de l'implication positive, de l'action critique, de l'expression...* » remarque P. Dubois (8) dans un article où il étudie les formes actuelles de la créativité ouvrière. Parmi celles-ci, nous retiendrons celle qu'il appelle « *la créativité contrainte* », c'est-à-dire « *l'adaptation constante que l'ouvrier doit opérer dans son travail pour faire face aux multiples aléas de la production* » (9). Cette forme de créativité met en évidence la dimension adaptative qu'inclut tout travail aussi prescrit soit-il.

On peut en outre considérer, avec C. Lebas, que cette dimension est à l'origine de savoir-faire particulier, « *forme de connaissance technique qui répond aux aléas du procès de travail* » (10). L'importance de cette dimension adaptative est cependant telle que, dans le cas du travail à la chaîne, on a pu en faire une composante générale de l'activité productive.

En effet, les postes tayloriens ne sont homogènes et parfaitement définis que « *si on s'en tient aux descriptions de postes officielles, ce serait vrai si la production était toujours étale, les séries toujours continues, les configurations de travail immobiles, le travail de préparation du travail exhaustif* » (11). A côté du travail prescrit, répétitif, il existe donc « *une part de travail d'un genre particulier : celui qui sert à recréer les conditions optimales du travail productif continu* » (12). Ceci ne signifie pas que tous les postes d'une chaîne peuvent être analysés de cette manière, mais qu'il en existe certains dans lesquels on peut distinguer ces deux genres d'activité, de même que dans les postes analysés ici on distingue, entre autres tâches, des tâches d'alimentation et de surveillance.

Dans le cas de processus fonctionnant en continu, il est aussi possible de mettre en évidence une composante non prescrite du travail de surveillance comme le montrent les travaux d'ergonomie qui analysent la diversité des procédures opératoires développées par les ouvriers : « *Il y a souvent une grande distance entre conception et réalisation du travail. L'observation montre que les ouvriers tentent de réduire cet écart de multiples façons* » (13). On peut ainsi décrire un certain nombre de « *régulations* » élaborées et mises en œuvre par des ouvriers soit pour se protéger d'une agression ou d'une nuisance, soit pour augmenter leur maîtrise du processus ou leur autonomie (14).

D'autres ergonomes, analysant des processus automatisés du secteur des biens d'équipement analogues à ceux étudiés ici, mettent en évidence les différences entre travail « *prescrit* » et travail « *réel* » (15). Dans le travail à la chaîne, le travail est prescrit en ce sens que sont définis « *la manière d'utiliser les outils, les machines, le temps imparti à chaque opération, les modes opératoires et les consignes à respecter*. Or, à ce travail prescrit ne correspond jamais le travail réel, c'est-à-dire celui qui est exécuté par l'ouvrier ou l'ouvrière », car, pour tout un ensemble de raisons,

(8) P. DUBOIS, « La créativité ouvrière », *Culture technique* n°8, juin 1982, p. 130.

(9) *Ibid.*

(10) C. LEBAS, C. MERCIER, *Les savoir-faire et les changements techniques*, Lyon : ECT, 1983.

(11) D. CHAVE, « Nouvelles politiques de main-d'œuvre et rationalisations ». *Sociologie du Travail*, n°1, 1979, p. 48.

(12) *Ibid.*

(13) J. CHRISTOL, G. de TERSSAC, « Division du travail et savoir ouvrier ». *Culture technique*, n°8, 1982, p. 141-145.

(14) *Ibid.*

(15) F. DANIELLOU, A. LAVILLE, C. TEIGER « Fiction et réalité du travail ouvrier », *Les cahiers français* n°209, 1983.

ce travail prescrit est « *fondé sur des bases scientifiques fragiles ou des connaissances empiriques partielles* » (16). L'automatisation d'un tel travail semble alors se réduire à l'automatisation du travail prescrit : « *On constate fréquemment que ce qui est automatisé, c'est l'idée que les organisateurs ont de l'activité de la production, et non la réalité de celle-ci* ». Il en résulte des conséquences dommageables pour l'individu, conséquences physiques et mentales qui ne sont que rarement reconnues comme effet de l'automatisation, ainsi qu'un coût économique élevé pour l'entreprise et la collectivité.

2.2. Travail direct et travail indirect

L'existence d'un écart entre travail prescrit et travail réel, écart que l'on constate aussi bien dans le travail à la chaîne que dans celui du travail de process, ne saurait donc faire de doute dans le cas du travail analysé ici. Cependant l'application de cette distinction à l'analyse de la transformation du travail par suite de l'automatisation paraît poser quelques problèmes. En effet, on ne peut le plus souvent inférer de l'existence de cet écart l'ignorance de son existence sauf à négliger les manifestations qui l'accompagnent, comme, par exemple, le caractère permanent des revendications et conflits autour de la « *qualification réelle* » des opérateurs.

Dans certains cas, cet écart, bien loin d'être méconnu, est à l'origine de modes d'organisation du travail et de politiques de main-d'œuvre qui différencient les postes et les catégories de personnel de fabrication en fonction des variations de cet écart (17). Pour saisir la manière dont l'automatisation transforme le travail de fabrication, il semble alors préférable de caractériser celui-ci par son hétérogénéité telle qu'elle apparaît dans l'analyse du travail à la chaîne menée précédemment.

On peut distinguer deux composantes dans ce type de travail : le travail direct, continu et répétitif qui fait le plus souvent l'objet de prescriptions détaillées, et le travail indirect qui concourt à créer ou à maintenir les conditions du travail précédent. Ce travail indirect intervient aux défauts du processus productif, contribuant à reproduire « *la fiction de la continuité du processus de travail* » (18). Il ne fait généralement pas l'objet de prescriptions aussi détaillées que le travail direct puisqu'il a pour origine l'initiative de l'opérateur, mais cela ne signifie pas qu'il est complètement ignoré des organisateurs du travail, de l'encadrement ni même des concepteurs d'équipement automatisé ou des services de méthode.

Avant de préciser le contenu de cette distinction et son utilité pour l'analyse de l'automatisation, il faut remarquer qu'elle ne se confond pas avec la distinction traditionnelle opérée dans les entreprises entre main-d'œuvre directement affectée à la fabrication et main-d'œuvre indirecte qui regroupe généralement le reste des effectifs de l'établissement.

Si la composante directe du travail de fabrication a pour contenu les opérations qui se répètent nécessairement à chaque cycle de travail (alimentation de machine ou intervention manuelle sur le produit pour le positionner et sur la machine

(16) *Ibid.* p. 40.

(17) Cf. CHAVE, art. cité.

(18) D. CHAVE, P. DUBOIS, C. DURAND, G. LE MAITRE. Réorganisation du travail et politiques de gestion de la main-d'œuvre. Groupe de Sociologie du Travail, Doc. ronéoté. 1978, p. 15.

pour la diriger ou la régler), il est plus difficile de préciser le contenu de la composante indirecte. Dans le cas du travail à la chaîne, par exemple « *il est courant de rencontrer, lorsqu'on fait l'analyse des tâches effectuées par des ouvriers de fabrication, une partie de travail de coordination, de contrôle de réparation ou simplement d'aptitude à changer de poste* » (19).

Dans les cas analysés, on trouve de nombreux exemples analogues : travail de coordination technique lorsque l'opérateur ne se borne pas à actionner une machine fonctionnant séquentiellement mais modifie, par exemple, la durée des séquences ; aptitude à changer de machine, qui est parfois reconnue dans les classifications, et surtout activité de réglage et d'entretien des machines dont l'imputation aux opérateurs, réglers et ouvriers ou techniciens d'entretien est extrêmement variable. Il est impossible de donner une liste exhaustive de ces tâches puisque leur étendue participe de ce qu'on peut appeler « *la discrétionalité ouvrière* » (20).

2.3. Effets de l'automatisation

Si le travail de fabrication peut être analysé selon ces deux composantes, on peut alors poser que l'automatisation s'applique inégalement à ces deux composantes. Il paraît beaucoup plus facile d'automatiser le travail direct, parfaitement défini puisque prescrit, que le travail indirect, plus aléatoire et moins bien connu.

Mais, précisément, les potentialités actuelles des nouvelles techniques et en particulier de l'informatique industrielle (qui se caractérise par l'utilisation du temps réel, l'augmentation de la puissance de traitement et des capacités de décentralisation) permettent d'intégrer une part plus importante qu'auparavant de travail indirect au système de machines.

On peut alors analyser l'effet de l'automatisation sur le travail de fabrication comme la modification du rapport entre les composantes directes et indirectes de ce travail, à laquelle s'ajoute une transformation plus ou moins importante de leur contenu. Les problèmes que pose l'automatisation ne relèvent alors plus de l'écart entre travail prescrit et travail réel mais de la tension qui existe entre les deux composantes du travail de fabrication.

Avant l'automatisation, cette tension était en quelque sorte régulée par l'organisation du travail et la gestion de la main-d'œuvre. Nous ferons ici l'hypothèse qu'il en est de même en ce qui concerne l'automatisation et que des modifications dans l'organisation du travail (et leurs conséquences dans le domaine de la gestion de main-d'œuvre) interviennent pour permettre une automatisation qui réponde aux objectifs divers des entreprises qui adoptent ces technologies.

(19) CHAVE et alii, *op. cit.* p. 13.

(20) Selon D. CHAVE « Un voyage au désert », *Culture Technique* n°8, 1982, p. 153.

PREMIÈRE PARTIE

**FORMES D'AUTOMATISATION ET OBJECTIFS
DES ENTREPRISES**

INTRODUCTION

L'automatisation de la fabrication dans le domaine des biens d'équipement revêt différentes formes parce que d'une part, sur le plan technique, de multiples combinaisons de robots et de diverses machines électroniques de commande de procédé sont utilisées et que d'autre part, elle intègre plus ou moins complètement les composantes directes et indirectes de travail auquel elle s'applique. A quoi renvoie cette variabilité ?

Les objectifs de l'automatisation

Poser la question de la variabilité de ces formes revient à s'interroger sur le rôle qu'elles jouent dans la réalisation des objectifs économiques des entreprises si l'on veut échapper au déterminisme technologique qui s'impose bien souvent lorsqu'on confronte la technologie à l'organisation.

Si l'on admet, avec K. Düll (1) que l'entreprise est l'instance économique qui détermine les rapports entre la structure technique des procès de travail, l'organisation du travail et la gestion de la main-d'œuvre, on est conduit à appréhender le changement technique « à la fois comme le résultat des stratégies particulières de valorisation du capital et comme l'un des éléments décisifs dans l'utilisation de la force de travail au niveau de l'entreprise » (2). Cependant identifier ces stratégies est une question qui dépasse largement le cadre de cette étude aussi bien en ce qui concerne leur origine que leur contenu.

Ces stratégies intéressent en effet les entreprises, soit ici de grands groupes industriels de l'automobile et de l'électronique, et certains travaux ont montré que les décisions les plus importantes, dans ces groupes, sont prises à des niveaux hiérarchiques largement supérieurs à ceux qui font l'objet de nos observations (3). Nous nous situons en effet au niveau de l'atelier dans chacune des unités enquêtées si bien qu'il n'est possible de connaître que les effets en quelque sorte « réfractés » à ce niveau des stratégies d'entreprise.

Ces effets sont connus à travers les entretiens de responsables d'atelier ou de services des établissements qui fournissent à la fois les objectifs qu'ils attribuent aux actions d'automatisation et les données chiffrées qui les corroborent.

Ces objectifs sont multiples, peu hiérarchisés et parfois contradictoires entre eux. En voici par exemple une liste fournie par le responsable de l'informatique d'un établissement enquêté (4) : « *les trois objectifs généraux visés ont été l'augmentation de la production, l'amélioration de la qualité du produit et la recherche de meilleures conditions de travail. Ces objectifs se concrétisent en neuf sous-objectifs d'automatisation :*

(1) K. DÜLL « Regards étrangers sur la sociologie du travail française », *Sociologie du Travail*, n°1, 1980.

(2) DÜLL, art. cité, p. 63.

(3) Voir à ce sujet M. BAUER, E. COHEN. *Qui gouverne les groupes industriels ?* Paris : Ed. du Seuil, 1981.

(4) Une fonderie fabriquant des pièces pour l'industrie automobile, unité appelée plus loin F5.

- a) *pouvoir faire varier les cadences de production sans variation de l'effectif de main-d'œuvre directe ;*
- b) *rendre la fabrication flexible selon les types de produits ;*
- c) *gagner sur le prix de revient des pièces fabriquées en travaillant de manière plus précise, en maîtrisant mieux les paramètres de fabrication par une automatisation plus poussée ;*
- d) *minimiser le coût des outillages (5) ;*
- e) *ne pas faire dépendre la montée en cadence des adaptations individuelles ;*
- f) *diminuer les en-cours, très élevés en fonderie ;*
- g) *diminuer les risques d'accidents du travail ;*
- h) *prendre en compte tous les aléas de fabrication de façon à ce que la production ne s'arrête pas complètement en cas de panne, soit la possibilité de mettre hors-circuit un segment du processus sans toucher le reste ;*
- i) *amortir rapidement les installations (quatre à cinq ans pour l'informatique et dix ans pour les machines) ».*

Rentabilité et flexibilité

Cette liste qui n'est probablement pas exhaustive constitue un bon exemple de la multiplicité et de l'hétérogénéité des objectifs concrets d'automatisation. Chacun de ces sous-objectifs peut en effet être compris comme une règle de gestion ou un principe d'organisation du travail. Entendus comme règles de gestion, ces sous-objectifs matérialisent, au niveau de l'atelier, la stratégie de la firme en même temps qu'ils orientent les transformations de l'organisation du travail lors de l'automatisation.

On peut cependant penser que tous les sous-objectifs n'ont pas la même importance, qu'ils ne s'appliquent pas avec la même rigueur à chaque atelier, d'autant plus que du point de vue de la gestion, ils présentent une hétérogénéité particulière. Il est en effet nécessaire de distinguer dans le domaine de la gestion de la production, **les coûts et les temps**, qui ne peuvent être traités selon les mêmes méthodes et qui s'apprécient, ou se mesurent, selon la rigueur des gestionnaires, par des indicateurs différents (6).

Les temps et les délais renvoient aux conditions de fabrication alors que les coûts renvoient aux aspects financiers « *dont la saisie temporelle n'est pas toujours synchrone aux conditions immédiates de mise en production* » (7).

(5) Il s'agit ici de moules de fonderie très coûteux.

(6) P. BERTHIER, « Gestion de la production : règles de temps et de coût dans les plannings d'atelier », **Direction et Gestion** n°2, 1979.

(7) BERTHIER, art. cité 2ème partie **Direction et Gestion**, n°3, 1979, p. 57.

Si l'on applique cette distinction aux sous-objectifs précédents, on peut alors les classer en deux groupes :

— La première série comprend les sous-objectifs suivants : baisse du prix de revient (c), diminution des en-cours (f), diminution de la durée d'amortissement (i), minimisation du coût des outillages (d) et diminution des risques d'accidents du travail (g) (pris en compte par leur coût). Cette série d'objectifs se caractérise par la prise en compte de données portant sur les coûts qu'on peut donc rattacher à un objectif général de maintien ou d'augmentation de la **rentabilité**.

— La seconde série comprend les autres sous-objectifs : flexibilité de la fabrication par rapport aux effectifs utilisés en fabrication (a) aux capacités de cette main-d'œuvre (e), aux produits fabriqués (b) et enfin au processus de fabrication (h). Elle couvre plutôt les temps et les conditions de fabrication et peut être définie par la recherche d'un impératif général de **flexibilité**.

A partir des données chiffrées recueillies et qui portent sur ces sous-objectifs, il est alors possible de classer les unités enquêtées dans l'un ou l'autre de ces groupes, à condition de considérer le sous-ensemble comprenant le deuxième groupe comme inclus dans celui qui contient le premier groupe. En effet, si la recherche de la rentabilité est universelle, celle de la flexibilité ne l'est pas, puisqu'elle consiste à ajouter des contraintes supplémentaires aux règles de gestion qui visent la rentabilité.

Variabilité des formes d'automatisation et objectifs de l'entreprise

La distinction entre les temps et les coûts peut tout aussi bien s'appliquer aux sous-objectifs entendus comme principes d'organisation du travail. Dans le cas de l'automatisation du travail de fabrication, il faut en effet maîtriser à la fois les deux composantes de ce travail, travail direct répétitif et travail indirect qui permet le travail précédent, **mais qui ne possède pas la même temporalité que celui-ci**. Organiser le travail de façon à maîtriser les coûts, par un travail plus précis, par la diminution des en-cours de fabrication, par la diminution des risques d'accidents du travail ne suppose pas la maîtrise complète des divers procédés de fabrication mis en œuvre.

Au contraire, maîtriser les temps induit des contraintes supplémentaires à l'intérieur du procès de travail comme le montre d'ailleurs toute l'expérience du taylorisme dans le cas du travail à la chaîne. Il faut alors, dans le cas du travail d'alimentation et de surveillance de machines, parfaitement maîtriser le procédé, ce qui passe par une certaine formalisation de celui-ci comme condition de l'automatisation complète du procès de travail. Dans ce cas, non seulement une activité machinique est substituée au travail humain d'alimentation ou de manipulation mais il faut aussi intégrer, avec sa temporalité propre, essentiellement aléatoire, la composante indirecte de travail qui rendait possible la réalisation des activités productives. On devrait alors observer **une correspondance entre les variations du rapport entre les composantes directes et indirectes du travail de fabrication et l'importance relative des sous-objectifs de rentabilité et de flexibilité** dans les unités enquêtées.

1. AUTOMATISATION ET RENTABILITÉ

L'automatisation qui vise une augmentation de la rentabilité est observée dans des établissements de la construction électrique ou électronique qui cherchent à augmenter fortement leur production. L'augmentation de la production permet, par suite d'économies d'échelles, une baisse du coût unitaire du produit. C'est le cas des unités appelées F1 et F6. Ce n'est que partiellement le cas de l'unité F7 car la partie automatisée du travail de fabrication, le câblage, ne constitue que l'une des étapes du processus de fabrication.

L'automatisation du travail de contrôle vise aussi à abaisser son coût et les unités enquêtées ont été regroupées dans cette catégorie, bien que l'une d'entre elles n'appartienne pas au sous-secteur de la construction électrique (unité C2).

Quelles sont les conséquences de cette forme d'automatisation sur le travail de fabrication ou de contrôle ?

1.1. En fabrication

En fabrication, l'automatisation qui vise la rentabilité peut être partielle, ne supprimant qu'une partie du travail répétitif comme le montre l'exemple suivant :

UNE USINE DE COMPOSANTS ÉLECTRIQUES (unité F6)

Le groupe dont fait partie l'établissement fabrique des composants électriques en très grande série (de l'ordre du million par mois).

La demande de produits fabriqués par les établissements du groupe est en augmentation constante et, de plus, la part de marché du groupe augmente par absorption de petites entreprises fabriquant les mêmes produits, mais avec une rentabilité plus faible, du fait d'une moindre automatisation.

— Les composants sont produits par des machines à assembler les éléments qui comprennent en général plusieurs postes de travail différents (par exemple : soudage, formage, emboutissage). Ces machines peuvent être entièrement automatisées (sauf certaines opérations d'alimentation) au moyen d'un séquenceur programmable (8) mis au point par le bureau d'études du groupe. L'automatisation est cependant rarement totale et des postes manuels subsistent sur ces machines. La proportion de postes manuels est déterminée par un calcul de rentabilité dans lequel interviennent des éléments propres à la gestion de l'établissement, éléments économiques — l'automatisation intégrale entraînerait un coût supplémentaire qui allongerait le délai de rentabilité fixé dans ce cas à trois ans — ou sociaux — volonté de ne pas licencier le personnel mais d'atteindre un certain niveau d'effectifs par des départs « naturels ». Les postes qui sont maintenus sont des postes d'alimentation au coup par coup ou des postes d'alimentation de la machine en début de série, par remplissage de bols vibrants ou mise en place d'un cordon ou d'un ruban de matière.

(8) Sorte d'automate programmable : un AP gère à tout instant des informations aléatoires de l'ensemble du processus alors que le séquenceur gère à un moment donné une seule séquence. Cette forme simplifiée de commande est possible parce que sur ces machines, la séquence d'un poste est indépendante de celles des autres postes.

Il y a bien dans ce cas maintien d'un travail répétitif dans les lacunes du procès de travail automatisé. L'exemple suivant montre cependant qu'il est aussi possible de garder une fraction de travail direct d'alimentation — qui est certes répétitif, mais à durée de cycle beaucoup plus grande — en l'associant à un travail de surveillance qui conserve parfois certains caractères de la composante indirecte du travail de fabrication précédent.

UNE USINE DE COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES (unité F1)

Dans cet établissement qui fabrique en grande série des composants passifs pour l'électronique, l'utilisation de microprocesseurs pour la commande de machines constitue le dernier avatar d'un mouvement d'automatisation qui a vu se succéder trois générations d'équipements :

— la première génération, installée en 1960 lors de la création de l'usine, comprenait des machines semi-automatiques à alimentation manuelle. La durée du cycle de l'opérateur (en fait une opératrice) était très courte (quelques dizaines de secondes) et ne lui permettait pas d'intervenir dans des activités de coordination de la fabrication, de contrôle du produit ou de prévision des aléas et d'entretien préventif ou de dépannage, toutes activités exercées par des régleurs affectés à l'atelier. La part de travail indirect semblait être concentrée en début de cycle, lors des changements de séries ou certains réglages étaient réalisés par l'opératrice ;

— la seconde génération, apparue vers 1974, est composée de machines à commande câblée et à alimentation automatique à partir d'un stock de pièces (contenu dans un bol vibrant) ou de matière (un ruban métallique ou plastique). Il faut donc mettre en place ces stocks, et effectuer certains réglages (de tension du ruban par exemple) qui exigent la connaissance de certaines caractéristiques de fonctionnement d'autres postes de travail dans l'atelier (9). D'autres réglages, plus complexes sont effectués par un régleur en début de série. Par rapport à la génération précédente, le temps de fabrication est divisé par dix et comme le temps de cycle est beaucoup plus élevé (de l'ordre de trente minutes) il est possible d'affecter à un même individu plusieurs machines à surveiller. Dans certains cas, le régleur est même supprimé et la part de réglage et d'entretien qui lui revient est affectée à l'opératrice. La plupart de ces machines fonctionnent encore au moment de l'enquête (1981) mais la production n'augmente plus en partie à cause de l'évolution des produits vers la micro-électronique ;

— la troisième génération qui est mise en place depuis quinze mois environ est composée de machines commandées par un microprocesseur dont la programmation est réalisée par des techniciens de l'usine. Ce microprocesseur effectue des calculs en temps réel à partir de mesures effectuées sur le matériau de base et donne des ordres d'exécution d'opérations variées (soudage, tronçonnage, etc.). Les tâches de l'opératrice consistent à charger la machine en positionnant un stock de matière (rouleau en général) à une cadence variable selon les produits (dix à trente minutes entre chaque début de série). L'opératrice surveille plusieurs machines mais comme le nouveau procédé de fabrication n'est pas stabilisé, il y a des arrêts fréquents et l'activité de surveillance est très intense. Le temps de fabrication est divisé par dix par rapport à la génération précédente mais ce ne sont pas exactement les mêmes produits (condensateur de capacité plus petite). Il n'y a pas de régleur dans l'atelier mais les interventions des techniciens en dépannage ou réglage sont fréquentes et le taux d'immobilisation des machines entraîne une augmentation du prix de revient qui peut être déterminante (10).

(9) Voir dans la seconde partie, les caractéristiques détaillées de l'organisation du travail.

(10) Une baisse de un centime par pièce accroît fortement la demande sur un marché très concurrentiel.

On peut remarquer que l'évolution du rapport entre les composantes directes et indirectes du travail de fabrication n'est pas linéaire au cours des trois phases d'automatisation. C'est dans la seconde phase que la composante indirecte est la plus développée comme en témoigne la suppression du régleur. Dans l'exemple suivant, l'évolution de l'automatisation montre une tendance à l'élimination du travail répétitif à certaines étapes du processus de fabrication.

UNE USINE DE FABRICATION DE CIRCUITS ÉLECTRONIQUES (Unité F7)

L'établissement fabrique des circuits micro-électroniques obtenus en disposant des composants (circuits intégrés, résistances, condensateurs, etc.) sur un substrat de verre ou de céramique. Les produits sont très diversifiés (200 à 300 produits) et fabriqués en petites séries de 100 à 150 pièces. L'automatisation s'est surtout développée dans le domaine du câblage.

La première génération de machines, toujours en activité, est composée de machines semi-automatiques dont l'alimentation, le positionnement de la pièce, le réglage des paramètres ainsi qu'un auto-contrôle des résultats sont effectués par l'opératrice qui travaille au microscope binoculaire. Les liaisons sont réalisées une à une par l'opératrice au moyen de soudure classique, par ultra-son ou par thermocompression, avec des durées de cycle de l'ordre de la minute pour chaque opération de câblage.

L'automatisation actuellement en cours (mais déjà réalisée chez des fabricants de semi-conducteurs dont les séries sont beaucoup plus longues) consiste à faire réaliser automatiquement le positionnement. L'opérateur n'intervient qu'en début de cycle pour indiquer, au moyen d'un clavier-écran, la position de chaque opération que la machine enregistre et exécute ensuite à grande vitesse. Le temps de câblage par rapport à la génération précédente de matériel est divisé par dix, l'opérateur surveillant la machine pendant la durée du cycle.

La génération suivante de machines à câbler sera complètement automatisée puisqu'elle disposera d'un dispositif de reconnaissance de forme qui supprimera la nécessité d'indiquer à la machine les endroits à câbler. Le travail direct de fabrication se réduit à la mise en route, à l'alimentation-déchargement et à la surveillance de la machine. Le travail indirect est transformé en travail de programmation de la machine car le programme change avec chaque type de circuit. Ce travail est réalisé, actuellement, par un technicien.

Il faut souligner toutefois que le câblage ne constitue que l'une des phases de fabrication, les autres n'étant pas automatisées au même degré. De plus, il ne s'agit pas à proprement parler de fabrication industrielle et les problèmes de gestion de la production sont relativement simples, ce qui explique l'aspect radical de l'automatisation, qui s'applique surtout au travail direct, aux opérations de fabrication proprement dites. Comme dans les exemples précédents, la production est en forte augmentation et son doublement était prévu dans l'année.

2.2. En contrôle

On remarque que, de façon générale, l'automatisation des procédures suit l'automatisation de la fabrication. Celle-ci permet en effet une augmentation de la production qui se répercute au niveau du contrôle par une augmentation de ce travail. Cependant, à la différence du travail de fabrication, le travail de contrôle est le plus

souvent un travail peu répétitif, et plutôt « qualifié », si bien que son automatisation aboutit dans de nombreux cas à une parcellisation des tâches et à une division du travail qui génèrent une nouvelle forme de travail répétitif, proche du travail de fabrication. C'est en particulier, le cas de l'exemple suivant :

UN SERVICE D'ESSAIS DE CIRCUITS ÉLECTRONIQUES (unité C1)

Il s'agit du service d'essais de l'unité de fabrication précédente (F7).

Dans ce service l'automatisation en est à une phase intermédiaire entre techniques anciennes et techniques nouvelles. Jusqu'ici le matériel était peu automatisé parce que les produits étaient peu miniaturisés et moins fragiles. Les nouveaux produits sont plus sophistiqués, demandent des essais plus précis et plus nombreux, et de plus la production totale, tous produits confondus, doit doubler. L'automatisation des essais est une conséquence de cette augmentation de la production, à effectifs constants du service.

Le rôle du service est de fabriquer en partie les moyens d'essais, de procéder aux essais et de réparer les circuits défectueux ou de les renvoyer en fabrication avec indication des modifications à y effectuer. Les nouveaux bancs d'essais automatisés intègrent des dispositifs émettant des signaux vers le produit à tester, des instruments de mesure et un microprocesseur qui commande le tout, analyse les résultats et trace les courbes dans certains cas.

Auparavant ces différents types de mesures étaient réalisés manuellement par des techniciens (sauf dans le cas de produits nouveaux comme certains circuits logiques pour lesquels il n'y a jamais eu de tests manuels. Ce genre de produit ne peut exister que parce qu'il peut être testé automatiquement). Par conséquent l'automatisation porte ici sur un travail de technicien, non répétitif, et le transforme en deux activités : l'une de manipulation et surveillance de bancs de tests, l'autre de programmation de ces bancs.

Si la programmation et le dépannage sont réalisés par des techniciens supérieurs (au sens de la classification), la surveillance et la manipulation sont confiées soit à des techniciens, soit à des ouvriers sans qualification pour les tests les plus simples. Cette parcellisation du travail de contrôle et la « déqualification » qui en résulte sont reconnues par les responsables du service : « *les moyens automatiques simplifient le travail, donc déqualification, car avant il n'y avait que des techniciens* ».

Cependant, lorsque le travail de contrôle est lui-même répétitif, l'automatisation a les mêmes effets qu'en fabrication. C'est le cas d'une variété de travail de contrôle, les contrôles de structure dans l'exemple suivant, alors que les autres variétés de travail de contrôle subissent la même évolution que dans l'exemple précédent :

UN SERVICE DE CONTRÔLE QUALITÉ DANS L'AÉRONAUTIQUE (unité C2)

Le département « contrôle-qualité » d'un établissement de fabrication de matériel aéronautique regroupe une grande variété de types de contrôle : mécaniques, électriques, électroniques.

De manière générale, l'automatisation est présentée comme le moyen d'augmenter la qualité et le nombre de contrôles car la production augmente (un doublement était prévu au moment de l'enquête), sans augmenter les effectifs.

En mécanique, l'automatisation des contrôles dimensionnels est obtenue par l'utilisation d'une machine à mesurer régulée par commande numérique (CN). Les gains de temps sont importants (75 %) car les mesures sont plus rapides et plus nombreuses. On retrouve à peu près les mêmes modes d'organisation qu'en usinage par CN : préparateurs qui rédigent les programmes, opérateurs qui exécutent les mesures et contrôleurs qui interprètent les résultats. Les contrôles de structure (ressuage, métallographie, etc.) sont réalisés sur des chaînes automatisées pilotées par ordinateur ce qui supprime le travail de manipulation des pièces et permet aux contrôleurs de se consacrer à l'interprétation des résultats.

En électronique, l'automatisation des bancs de tests remplace les mesures effectuées manuellement et entraîne une différenciation des activités entre les techniciens qui conçoivent et programment des bancs et les responsables des contrôles qui les surveillent et en interprètent les résultats ; il y a, comme dans le cas précédent, apparition d'un travail non ou peu qualifié, qui va sans doute augmenter au fur et à mesure que l'automatisation progressera. L'apparition de ce type de travail pose cependant des problèmes beaucoup plus importants que dans le cas précédent car les effectifs du service sont dix fois plus élevés, si bien que des solutions du type « enrichissement des tâches » sont envisagées (voir seconde partie).

2. AUTOMATISATION ET FLEXIBILITÉ

Si la recherche de flexibilité constitue souvent un objectif affirmé de l'automatisation, le gain réel de flexibilité d'une organisation productive doit être appréciée en comparant la flexibilité à deux étapes successives du processus d'automatisation. La flexibilité n'apparaît souvent en croissance qu'en référence à un état rigide de l'automatisation mais il est beaucoup plus difficile de parler de gains de flexibilité lorsque l'automatisation s'applique à une organisation dans laquelle le travail manuel ou faiblement mécanisé est prépondérant.

La flexibilité renvoie en effet à une certaine souplesse de l'appareil productif, souplesse technique et organisationnelle, exigée par la variabilité de la demande de produits, en qualité et en quantité, qui s'adresse à cet appareil. Cette variabilité a toujours existé, avec les changements de série qui passent d'un produit à un autre, l'allongement ou le raccourcissement des séries en fonction d'un planning de production. Cette adaptabilité était obtenue, dans le cas d'une production faiblement mécanisée, par des changements opérés par les travailleurs dans la continuité de leur travail, « *changements de série, changements dans l'outillage et l'équipement, changements dans la configuration de l'ensemble des postes* », et cette fraction du travail effectué « *a la nature du travail indirect* » (11).

En substituant au travail de fabrication une activité machinique, on supprime le travail répétitif et on intègre le travail indirect au système de commande du procédé. Se pose alors la question de la flexibilité de la production qui n'est plus assurée par la composante indirecte du travail mais qu'il faut **viser comme objectif**, au cours de l'opération d'automatisation. Ceci peut être réalisé de diverses manières. La suppression totale du travail de fabrication est observée dans deux unités qui mettent en jeu le même procédé de soudage électrique ; les unités F2 et F3. Si une certaine forme de flexibilité est bien atteinte dans les deux cas, les problèmes spécifiques de l'automatisation apparaissent, problèmes liés à la maîtrise des paramètres et aux difficultés de dépannage.

Un troisième exemple d'atelier flexible est mentionné, l'unité F8, bien qu'il s'agisse d'un projet. Mais il présente la particularité d'appartenir au sous-secteur de la construction électronique, contrairement aux autres exemples de la catégorie.

Enfin, l'examen de deux fonderies montre que la recherche de flexibilité peut être compatible avec le maintien de certaines tâches directes d'alimentation dans un cas (unité F5) et de travail indirect dans l'autre (unité F4).

2.1. Un atelier d'assemblage automatisé (unité F2)

On réalise dans cette tôlerie l'assemblage de caisses d'automobiles par soudure. L'automatisation a consisté à remplacer la plus grande partie des postes individuels de soudage à la pièce, par des machines, dites « *soudeuses à points multiples* » (SPM), capables d'exécuter chacune un grand nombre de points de soudure. Le passage s'est effectué de 1975 à 1980 par la construction d'un atelier complètement automatisé, comprenant en particulier un système intégré de gestion de fabrication en temps réel pour réaliser le transfert des pièces entre les machines et leur alimentation automatique. Ce système remplace la chaîne et prend en compte toutes les activités de coordination, contrôle, régulation du travail.

(11) CHAVE et *alii*. Réorganisation du travail et politiques de gestion de la main-d'œuvre. *Op. cit.*, p. 13.

Un des objectifs de ce type d'automatisation était de réaliser le plus grand nombre possible de points de soudure sur une même machine pour économiser le nombre de bâtis de machines et la longueur des transferts. De plus le système de gestion des stocks et de la fabrication devait être conçu comme une installation capacitaire, ne dépendant pas du type de véhicule à fabriquer, contrairement aux SPM. On assiste au chevauchement de deux étapes d'automatisation puisque le travail direct de soudure est confié à des machines automatiques, soit le premier stade habituel, et qu'en même temps le travail indirect de régulation de la production est entièrement confié au système informatique de gestion en temps réel. Globalement, le nombre de postes de travail supprimés est très important, puisqu'à nombre égal de points de soudure, il fallait 500 postes là où maintenant il en faut environ 100 pour une production journalière accrue de 50 %.

Dans certaines limites cet atelier peut être considéré comme un atelier flexible : capacité de pouvoir faire varier les cadences de production sans variation de l'effectif de « main-d'œuvre directe », la seule main-d'œuvre directe étant ici constituée de personnels qui fournissent au système certains ordres de fabrication, au moyen d'un terminal d'ordinateur (12) ; capacité de fabriquer plusieurs types de produits, puisqu'ici plusieurs modèles d'automobiles étaient fabriqués simultanément ; capacité de mettre hors-circuit un segment du système, sans arrêter totalement la production, ici en remplaçant le soudage automatique par le soudage manuel lorsqu'une machine tombait en panne.

Les problèmes que posait cet atelier, au moment de l'enquête, étaient à la fois techniques – liés à un taux d'immobilisation des machines trop élevé malgré la réorganisation de l'entretien – et financiers car, du fait d'une demande trop faible, l'atelier fonctionnait à la moitié de la capacité. Dans ce type d'atelier, la flexibilité, au sens technique du terme, existe donc puisque plusieurs produits peuvent en sortir à cadence variable. Mais si l'on tient compte des critères de rentabilité tels que l'amortissement des machines spécifiques (les SPM qui ne sont pas capacitaires), conçues pour les séries actuelles de véhicules, la rentabilité n'est pas atteinte si l'atelier ne fonctionne pas à pleine charge.

2.2 Un atelier d'assemblage robotisé (unité F3)

Comme dans le cas précédent, il s'agissait d'automatiser le soudage par point à la pince et en même temps de gérer la fabrication (le transfert mais aussi une partie des ordres d'exécution donnés aux robots) par ordinateur. L'utilisation de robots au sens strict ne requiert pas nécessairement l'utilisation d'un ordinateur mais il s'agissait dans ce cas de rendre l'atelier flexible en faisant exécuter aux robots des soudures sur des véhicules différents les uns à la suite des autres. Cet impératif de flexibilité ne pouvait être atteint que par une parfaite maîtrise des paramètres qui interviennent dans ce procédé de soudure par point et qui nécessitait un ordinateur.

Les gains de temps ne sont pas négligeables non plus, puisque les robots effectuent les soudures deux fois plus rapidement qu'à la main. Dans la mesure où la plupart des points de soudure d'un véhicule sont maintenant réalisés automatiquement (90 % en 1981) l'extension de la robotique ne peut passer que par une diminution de la forme d'automatisation précédente utilisant des SPM, mais le choix doit aussi tenir

(12) Sur le statut de cette main-d'œuvre et la nature de son travail, cf. deuxième partie.

compte d'aspects techniques car les robots ne peuvent accéder que difficilement à certains endroits des véhicules. Il faut donc prévoir, lors de la conception du véhicule, les emplacements à souder en fonction des dispositifs utilisés, si bien que l'extension de la robotique est liée, dans ce cas, au développement de nouveaux modèles. Il s'agissait de plus, d'une expérimentation et la rentabilité était difficile à estimer.

Ce type d'automatisation produit des effets assez comparables au précédent puisqu'il se substitue de la même manière à du travail répétitif et pose le même genre de problèmes : maîtrise des paramètres de soudage et difficultés de dépannage.

2.3. Un atelier flexible de production de circuits imprimés (unité F8)

Dans cet exemple, encore en projet au moment de l'enquête, d'un atelier flexible de fabrication de circuits imprimés, les problèmes de gestion de la fabrication sont primordiaux.

Actuellement, les opérateurs réalisent manuellement les opérations d'insertion de composants sur des plaques de circuits imprimés avec une aide au positionnement (un système indiquant à l'opérateur la position de chaque composant).

La mise au point de machines à insérer les composants, programmées par des dispositifs proches de la commande numérique, permet d'automatiser ces opérations. Mais les séries sont faibles (50 cartes) et n'utilisent chacune que quelques dizaines de composants sur les 3 000 que contient le magasin de l'atelier. De plus, il faut souvent remplacer des composants manquants par d'autres à peu près semblables (13). Il a donc fallu prévoir une sorte de stock intermédiaire constitué de bandes de composants utilisables pour plusieurs séries et mises en place par l'opérateur sur la machine (durée du temps de chargement : deux heures) et d'autre part, regrouper au maximum les séries proches car le temps de travail de la machine sur une carte est d'environ dix secondes.

Ce travail de l'opérateur est donc orienté vers la gestion de la fabrication : alimentation à partir des ordres de fabrication donnés par un ordinateur, réalisation des « *transactions* » avec l'ordinateur en cas d'absence de composants ou d'anomalies de fonctionnement de la machine.

Les principaux avantages de ce projet concernent à la fois la réduction des délais de fabrication (temps d'insertion divisé par dix à quatorze) et la flexibilité de la fabrication « *qui permet de répercuter rapidement au niveau de l'atelier les fluctuations dans le programme de production ou la composition des lots à produire et d'intégrer rapidement les modifications techniques* ». L'exigence de flexibilité entraîne donc l'automatisation complète du travail direct d'insertion des composants et tente d'intégrer dans le système de gestion informatisé le travail indirect qui y était associé. C'est pour cette raison que ce « *cas* » encore en projet a été mentionné alors que le type de travail de l'opérateur (« *transactions avec l'ordinateur* ») ne peut être encore parfaitement défini.

(13) Problème général de l'industrie des composants auquel les constructeurs de matériel remédient par des accords dits « de seconde source ». Les conséquences d'un faible niveau de prévisibilité des résultats dans l'industrie des composants se font donc sentir dans les secteurs utilisateurs.

2.4. Une fonderie « robotisée » (unité F4)

Le procédé utilisé dans cette fonderie est le montage sous pression dans lequel le métal, injecté à l'état liquide dans un moule, durcit et prend la forme de la pièce (ou d'une grappe de pièces) sous l'effet de la compression. La cadence de ces machines est très élevée, de vingt à cent pièces par heure selon le poids (10 000 pièces par mois environ).

La phase actuelle d'automatisation se développe sur la base de machines partiellement automatisées puisque chaque machine fonctionne selon un cycle commandé par un système de relayage plus ou moins réglable par l'opérateur au cours de la journée. Celui-ci alimente et surveille la machine. L'automatisation consiste à robotiser l'alimentation et à réguler l'ensemble machine-robot par un automate programmable.

L'automatisation de ce procédé se développe pour des raisons à priori liées à l'amélioration des conditions de travail. La pénibilité résulte de la proximité de l'opérateur aux sources de chaleur constituées par le moule et la pièce. Les mouvements manuels de saisie de la pièce au moyen de pinces et des diverses manipulations qui la suivent exigent des efforts physiques d'autant plus importants que leur fréquence est élevée. La pénibilité de ces conditions de travail rend les recrutements difficiles. Or ce procédé exige pour être efficace (pièces sans bavure, moule ne s'usant pas trop vite) une habileté et une connaissance du cycle de la machine qui ne se réduit pas seulement à l'enchaînement mécanique des mouvements mais doit tenir compte de l'équilibre thermique du moule qui se modifie au cours de la journée en fonction de la cadence fixée par l'opérateur. Par conséquent, l'opérateur de moulage est de plus en plus difficile à recruter et comme son apprentissage est long il n'est pas aisément remplaçable.

L'automatisation permet aussi des gains en cadence car « *le robot ne se fatigue pas* », gains d'environ 40 à 50 % (sur un type de machine, la cadence manuelle est de 28 pièces/heure et en automatique de 45 pièces/heure). Il faut cependant minorer ces gains par un taux d'engagement plus faible à cause des pannes. Le coût de la mise au point est aussi beaucoup plus élevé en automatique car tous les paramètres du procédé de fonderie sont interdépendants et peuvent varier dans certaines limites, mettant en jeu la qualité de la pièce. La mise au point doit donc intégrer ces aléas alors qu'en manuel c'est l'opérateur qui les maîtrise au cours de la production.

L'automatisation intègre donc totalement le travail direct d'alimentation mais en partie seulement le travail indirect, puisque l'opérateur est associé à la mise au point et à la montée en cadence de la machine (du groupe de production automatisé). Il en résulte des formes d'organisation du travail très différentes de celles que l'on observe dans les « ateliers flexibles » précédents bien que les critères dominants d'automatisation soient liés à la flexibilité.

2.5. Une fonderie automatisée (unité F5)

Le procédé de fonderie utilisé est la fonderie par gravité, procédé plus simple que le procédé précédent mais moins rapide (30 à 40 pièces à l'heure). L'automatisation s'applique à l'alimentation qui était manuelle. L'opérateur, qui versait le métal liquide dans la machine à chaque cycle, est remplacé par un robot et un automate programmable gère l'ensemble. L'automatisation n'est pourtant pas intégrale car, à la différence de la fonderie par injection, l'opérateur doit placer, à chaque cycle, un noyau à l'intérieur du moule, ce que le robot ne peut encore exécuter lui-même. Cette part du travail direct subsistera tant que les robots ne seront pas capables de saisir une pièce parmi d'autres, disposées en vrac.

La cadence de fabrication, déterminée par la durée de refroidissement de la pièce, ne varie pas, à la différence du cas précédent, ou elle est liée à la pression exercée.

Les avantages attendus portent sur la qualité des pièces qui dépend de la manière dont le métal liquide est versé, le robot ayant l'avantage sur l'homme de prendre toujours la même quantité de liquide et de la verser de manière identique à chaque cycle, selon une « *loi de coulée* » bien définie, et cela pendant seize heures. A la diminution du taux de rebut s'ajoute l'économie sur le métal versé, qui peut atteindre 15 à 20 % du poids de la pièce.

L'un des objectifs visés était aussi, comme dans le cas précédent, l'amélioration des conditions de travail par l'éloignement de l'opérateur des sources de chaleur.

Dans les deux cas, la recherche de flexibilité est poursuivie à travers l'objectif de ne pas faire dépendre les cadences des adaptations individuelles, spécialement lors des montées en cadence d'une nouvelle fabrication. Pour cela, la programmation des automates qui gèrent le procédé doit être aussi parfaite que possible, c'est-à-dire qu'elle doit intégrer dans ses programmes les capacités d'intervention individuelle en cas d'aléa de fabrication, ou plutôt les résultats de ces capacités d'intervention. Apparemment, dans cet atelier, la forme d'intégration du travail indirect au système automatisé est beaucoup plus poussée que dans le cas précédent puisque l'opérateur n'intervient plus pour réguler le processus, mais se borne à un travail direct d'alimentation, proche de la manutention et automatisable à terme. Ces différences dans les formes d'automatisation de deux procédés de fonderie renvoient à des modes d'organisation du travail qui n'articulent pas de la même manière les fonctions de fabrication et d'entretien.

DEUXIÈME PARTIE

**L'ÉVOLUTION DE L'ORGANISATION
DU TRAVAIL**

INTRODUCTION

La modification du rapport entre les composantes directes et indirectes du travail de fabrication que provoque l'automatisation se répercute-t-elle sur l'organisation du travail ? Si oui, peut-on repérer dans l'organisation du travail les effets de la variabilité des formes d'automatisation qui provient de la diversité des objectifs des entreprises, diversité ramenée ici à deux aspects, la rentabilité et la flexibilité ?

Pour répondre à ces questions, il faut tout d'abord préciser les relations que l'on peut établir entre automatisation et organisation du travail. L'hypothèse présentée en introduction du rôle régulateur de l'organisation dans l'automatisation du procès de travail doit aussi être précisée.

Les exemples précédents ont montré la variabilité des formes d'automatisation, c'est-à-dire les différents degrés de substitution d'une activité machinique à la composante directe du travail de fabrication et d'intégration de la composante indirecte du système de commande, mais aussi la nature des problèmes que pose l'automatisation dans ces entreprises.

Lorsque les critères de rentabilité prédominent, comme c'est le cas dans l'exemple de l'unité F1, le taux d'immobilisation des machines devient un élément important de cette rentabilité et la réduction passe par une meilleure maîtrise du procédé et une rationalisation des activités de surveillance, d'entretien préventif et de dépannage.

Il en va de même lorsque la flexibilité est visée à travers l'automatisation puisque la flexibilité ne peut être recherchée aux dépens de la rentabilité. Mais de nombreuses difficultés techniques, liées à la flexibilité, s'ajoutent alors aux précédentes comme le montrent les exemples du soudage et de la fonderie.

Automatisation et prévisibilité de la fabrication

Il est possible de généraliser cette notion de maîtrise du procédé et du système de machines en considérant que l'organisation productive dans son ensemble doit permettre d'atteindre un niveau acceptable de prévisibilité des résultats de fabrication, compte tenu des objectifs de l'entreprise. Le degré de prévisibilité renvoie à la fois à l'indétermination des résultats, au nombre d'exceptions qui se présentent et à la manière de les traiter, empiriquement, au cours de la fabrication ou, plus systématiquement, à l'intérieur des services fonctionnels de l'établissement (1).

On peut ainsi opposer deux modèles d'organisation de l'entreprise : le modèle professionnel dans lequel « *il y a des facteurs qui sont inconnus ou mal connus, mal maîtrisés ou moins maîtrisables et donc une incertitude irréductible des résultats de la fabrication* » (2) et le modèle fonctionnel dans lequel la technologie est parfaitement contrôlée et ses résultats exactement prévisibles (3).

(1) Selon D. MONJARDET. « Organisation, technologie et marché de l'entreprise industrielle », *Sociologie du Travail*, n°1, 1980.

(2) MONJARDET, art. cité, p. 86.

(3) Ces modèles constituent dans l'article cité, les cas extrêmes d'un paradigme plus complexe mettant en relation organisation, technologie et marché des produits.

Dans le premier cas, l'autonomie de la fabrication est très forte parce que l'incertitude ne peut être gérée que par des professionnels, « *opérateurs formés longuement sur le tas, mettant en œuvre leur expérience et leur intuition au moins autant que des connaissances scientifiques formalisables* » (4).

Dans le second cas, les services spécialisés, distincts de la fabrication, imposent des normes de fonctionnement et des critères d'évaluation à celle-ci qui n'a plus, comme dans le premier cas, autorité sur les fonctions annexes de la fabrication : réglage, entretien, développement de l'équipement, etc.

Le passage d'un modèle à un autre paraît cependant toujours possible, en ce sens que la technologie ne constitue pas « *une contrainte absolue* » et qu'à certaines conditions, il est possible de renforcer la technologie afin d'obtenir « *une régulation et un contrôle beaucoup plus précis du processus de fabrication, une prévisibilité très accrue des résultats* » (5).

C'est précisément ce qu'on observe dans le cas de l'unité F5, établissement spécialisé dans la fonderie. Les divers procédés de fonderie étaient considérés comme « *mystérieux* » jusqu'à la mise en place de cet établissement mais, selon ses dirigeants, l'automatisation a rendu nécessaire une formalisation du processus, obtenue grâce à un emploi massif de l'informatique : « *on a décidé de mesurer d'emblée tout ce qui est mesurable pour mettre au point un processus de fabrication le plus précis possible* ». La réalisation de cet objectif s'accompagne alors de modifications organisationnelles car, comme l'indique un responsable de l'établissement « *plus le procédé est rationalisé, objectivé, moins la fabrication intervient et plus les méthodes et surtout la maintenance sont importantes* ».

Cet exemple montre qu'un certain niveau de prévisibilité des résultats ne peut simplement être obtenu par des moyens techniques, en cas d'automatisation, mais qu'une modification de l'organisation du travail est aussi nécessaire.

Formes d'automatisation et modes d'organisation du travail.

Lorsque le travail de fabrication est automatisé, la composante directe de ce travail est supprimée et la composante indirecte qui en était la condition est transformée. Il s'agit alors d'assurer la continuité de la production d'un ensemble de machines par des activités de surveillance, d'entretien préventif, de coordination de la production. Les diverses solutions organisationnelles retenues pour maintenir un niveau acceptable de prévisibilité des résultats consistent alors dans de nouvelles articulations entre les fonctions de fabrication et d'entretien.

Cette hypothèse repose sur le fait que le niveau de prévisibilité requis par les objectifs de l'entreprise est conditionné à la fois par la difficulté de maîtriser la technologie et par la nature du travail de fabrication, dont la composante indirecte n'est jamais totalement prévisible. L'organisation du travail tend à résoudre cette tension par ses moyens propres et les modes d'organisation du travail automatisé que l'on observe apportent différentes réponses à ces difficultés d'automatisation.

(4) *Ibid.*, p. 86.

(5) *Ibid.*, p. 87.

Si les impératifs de flexibilité exigent une suppression plus accentuée du travail de fabrication, une plus grande maîtrise des temps de réalisation des opérations productives et par là même des paramètres de procédés, l'intégration fonctionnelle fabrication-entretien y sera plus poussée que dans le cas où, seule, la rentabilité est recherchée.

A la variabilité des formes d'automatisation selon l'importance relative des objectifs de rentabilité et de flexibilité, correspond alors une diversité de modes d'organisation du travail qui se distinguent les uns des autres par le degré d'intégration des fonctions de fabrication et d'entretien.

On devrait alors observer une intégration de plus en plus forte des fonctions de fabrication et d'entretien et une diminution progressive du travail de fabrication lorsqu'on passe des formes d'automatisation qui visent la rentabilité à celles où prédominent la flexibilité.

On examinera pour cela les transformations de l'organisation du travail dans trois configurations productives différentes : une forme d'automatisation orientée vers la rentabilité (l'unité F1), une forme d'automatisation tendant vers l'atelier flexible appliqué au soudage (unités F2 et F3) et le cas intermédiaire de la fonderie (unités F4 et F5). On y joindra le cas du travail de contrôle (unité C2) qui se rapproche du premier type de contexte.

1. L'INTÉGRATION DE TÂCHES D'ENTRETIEN À LA FABRICATION DANS UN CONTEXTE DE RENTABILITÉ

L'automatisation qui vise la rentabilité, substitue au travail direct de fabrication une activité machinique mais de façon partielle, en conservant pour des raisons économiques certaines tâches directes qui peuvent alors être associées à des tâches d'entretien. Pour cela, le travail d'entretien doit être, lui aussi, réorganisé et les tâches d'entretien doivent être redistribuées aux différentes catégories de personnel.

Dans l'établissement observé (unité F1) ce processus est progressif et se poursuit en fait depuis la création de l'établissement. L'évolution de la fonction « maintenance » prend la forme d'une translation généralisée des tâches d'entretien.

L'établissement fabrique en grande série différents types de condensateurs. La fabrication est passée par différents stades de semi-automatisation puis d'automatisation sans modifier beaucoup la structure des emplois de l'établissement. Celui-ci comprend 340 personnes dont 185 OS, femmes pour la plupart (183 femmes et 2 hommes), qui assurent la fabrication. Ce sont principalement les modifications apportées par l'automatisation à leur activité qui seront analysées ainsi que l'effet de ces modifications sur la maintenance.

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

La fabrication comprend trois ateliers : le nouvel atelier, un atelier de bobinage et un atelier de finition. Ces deux derniers ateliers fabriquent des condensateurs selon une technique plus ancienne que celle du nouvel atelier où l'on ne distingue plus le bobinage des finitions.

a) Dans l'ancien atelier, la partie « bobinage » comprend 25 OS et 15 OP. Les OS travaillent sur des machines qui ressemblent à des tours à bobiner automatiques (deuxième génération) : un film métallique et un film plastique sont enroulés à grande vitesse en couches concentriques. Dans l'activité de surveillance et de réglage de ces machines deux variantes apparaissent :

– *La variante OS-régleur*, dans laquelle l'opératrice, OS, alimente et surveille quatre machines. L'opératrice, à partir d'un ordre de fabrication, dispose sur la machine les bobines de film métallique, de film plastique d'enrobage et différentes broches, en règle les positions, met en route et surveille l'ensemble. Elle contrôle les premières pièces afin de voir si la caractéristique principale du produit (capacité du condensateur) est à l'intérieur des normes de tolérance et effectue en cours de fabrication d'autres contrôles ainsi que des réglages (recentrage des bobines, modification du nombre tours, etc.). Le régleur OP, intervient en cas de changement de série pour préparer et changer les broches, régler la tension des bobines de film et réaliser les dépannages des parties mécaniques de la machine, les éléments électroniques (commande par relayage) étant dépannés par un technicien de service d'entretien.

La répartition du travail entre régleurs et opératrices n'est pas très précise, c'est une question de difficultés. En fait, le régleur intervient lorsque l'opératrice ne s'en sort pas.

– La variante OP-chef d'équipe où l'opératrice OP est appelée « *pourvoyeuse-régleuse* » parce que les tâches de réglage et partiellement de dépannage mécanique (détecter l'origine de la panne mécanique) sont officiellement incluses dans le contenu de son poste. Le chef d'équipe est responsable de l'entretien mais n'exerce aucune tâche d'encadrement. L'opératrice surveille quatre machines (qui ne sont pas identiques aux machines précédentes mais appartiennent à la même génération d'automatismes) et règle certains éléments mécaniques à chaque changement de série (réglage du bol vibrant, du système d'entraînement des pièces).

Dans les deux variantes la difficulté du poste est liée à la variabilité du matériau qui sert à fabriquer les condensateurs. Le film métallique enroulé en bande n'est pas d'une épaisseur constante et son étirement est variable si bien que la capacité du condensateur formée grâce à la segmentation de ce ruban varie elle aussi. Afin de la maintenir dans les normes de tolérance habituelles (fixées par son utilisation : 5 % ou 10 %) il faut en quelque sorte maîtriser l'étalonnage de la machine en fonction des déformations et les « valeurs » de cet étalonnage sont purement empiriques, connues par expérience (professionnelle). Dans le premier cas, ce travail est officiellement confié au régleur et en réalité partagé entre l'opératrice et le régleur. Dans le second cas, l'opératrice a été formée par un régleur à ces divers réglages et a obtenu une classification d'OP (6). Il s'agit cependant d'une situation exceptionnelle puisqu'il n'y a que trois femmes ayant cette classification dans l'établissement (sur 43 OP).

Il existe en outre une interdépendance technique entre les postes car les variations dans les caractéristiques du produit que l'on constate à un poste, sur une machine, sont ensuite prises en compte pour l'étalonnage des machines intervenant aux stades ultérieurs de fabrication. Ces échanges d'informations entre les opératrices ne sont pas non plus codifiés et ne passent pas toujours par l'intermédiaire de régleurs.

Ce sont ces différents aspects du travail des opératrices qui disparaissent ou se trouvent sensiblement modifiés par la nouvelle forme d'automatisation.

b) Le nouvel atelier est progressivement mis en place depuis dix-huit mois et utilise un procédé nouveau de fabrication de condensateurs. Comme ce procédé n'est pas encore stabilisé, l'organisation du travail est assez floue, avec séparation de la surveillance et des réglages, ces derniers étant plutôt de la « mise au point » car le « régleur » est en fait un technicien détaché dans l'atelier et possédant un BTS de mécanique.

L'opératrice, OS, est responsable de quatre machines. Pour chacune d'entre elles, elle lit les ordres de fabrication et fixe certains paramètres en fonction d'un barème, alimente la machine en ruban (ici des segments et non plus des bobines) et la met en route. La durée du cycle est de 10 à 30 minutes selon les machines. Elle assure la surveillance en contrôlant visuellement le produit qui sort et intervient pour modifier des réglages mécaniques simples en cours de fabrication (par exemple modifier la tension d'une bande de papier qui se déroule continuellement).

Si le procédé de fabrication du ruban n'est pas le même que dans l'ancien atelier, il faut néanmoins toujours le découper en éléments qui forment le corps du condensateur et adjoindre à ces éléments des « pattes » soudées. Le découpage est commandé ici par un microprocesseur qui calcule les dimensions en fonction d'un

(6) Après avoir suivi une formation à l'extérieur (cf. troisième partie).

certain nombre de paramètres mesurés électriquement. Le travail d'étalonnage de la machine, réalisé précédemment par l'organisation OS-régleur ou OP, qui avait pour but de compenser les variations du matériau est assuré ici par la programmation du microprocesseur. Il n'y a plus de réglages en début de poste et, en cours de fabrication, la possibilité de modifier certains paramètres est très faible, se réduisant à la modification de la tension d'une bande de papier. Cette bande peut s'allonger en raison d'une augmentation de la température dans l'atelier et comme cette bande sert à transporter les pattes des condensateurs, celles-ci ne sont alors plus soudées aux corps. Mais il n'est pas possible de régler la machine elle-même en fonction des caractéristiques de cette bande de papier, fabriquée à un poste précédent, sur une machine différente.

Il semble bien que le travail indirect d'étalonnage et la forme de coopération entre postes qui naissent de leur interdépendance technique dans l'ancien atelier, n'existent plus ici. Mais ce travail n'a pas été non plus « absorbé » par le microprocesseur car les paramètres ne sont pas les mêmes et la programmation est réalisée en bureau de méthodes, à partir de l'étude du nouveau procédé.

Pendant la mise au point est très longue à cause de la complexité mécanique de telles machines et le rôle de l'opératrice consiste en partie à repérer les pannes et dysfonctionnements et, éventuellement, à les réparer : soit pannes mécaniques, faciles à repérer mais très difficiles à réparer, à cause des changements de pièces, soit pannes électroniques, facile à réparer car il suffit de changer une carte, mais difficile à déceler.

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

Le service « maintenance électronique » comprend des techniciens de dépannage (quatre techniciens, BTS ou niveau BTS) et des techniciens de « travaux neufs » (trois BTS) ainsi qu'un ingénieur, pour la mise au point et l'installation des machines. Entre la seconde génération et la génération actuelle d'automatismes, les effectifs n'ont pas varié car les machines de la deuxième génération intégraient déjà l'électronique dans la commande par relayage. Il s'ajoute donc aux pannes traditionnelles (pannes de capteurs par exemple) des pannes liées à la programmation du microprocesseur (le programme en mémoire peut être affecté par des parasites, en cas d'orage par exemple). Dans ce cas, l'une des séquences n'est pas effectuée. Pour trouver rapidement l'origine de la panne, il faut connaître parfaitement le cycle de la machine et utiliser les informations de l'opératrice. En fait la commande par microprocesseur est très fiable et les problèmes du nouvel atelier sont surtout des problèmes mécaniques.

L'entretien mécanique (et pneumatique) est réparti entre les régulateurs des ateliers de fabrication et un service d'entretien de neuf personnes qui fait surtout de l'entretien préventif et des révisions. La mise au point mécanique des nouvelles machines est difficile et la politique de gestion de la main-d'œuvre qui vise, au niveau de l'établissement, la stabilisation des effectifs, utilise l'automatisation pour opérer une translation généralisée des tâches d'entretien :

- attribuer aux opérateurs les petits dépannages effectués par les régulateurs ;
- attribuer aux régulateurs des tâches d'entretien préventifs et de révision périodique ;

- attribuer au service « entretien » un rôle plus important dans la mise au point des nouvelles machines.

A travers cette évolution, qui a débuté avec les machines de la deuxième génération comme l'a montré l'examen des deux variantes de l'ancien atelier, la composante « indirecte » du travail de fabrication, parfois définie comme analogue au travail d'entretien (7), devient réellement un travail d'entretien avec des incidences que l'on examinera en troisième partie, sur les conditions d'apprentissage et les classifications.

Cependant la manière dont l'organisation du travail atteint un niveau jugé acceptable de prévisibilité des résultats est sensiblement différente de celle des périodes antérieures d'automatisation. Il y a en effet suppression du travail indirect qui apparaissait nécessaire dans les deux variantes de l'ancien atelier pour assurer cette prévisibilité, et il ne semble pas que la nouvelle forme d'automatisation intègre ce travail indirect dans la mesure où l'expérience professionnelle, liée à la composante indirecte, est très peu utilisée pour la mise au point et le fonctionnement du nouvel atelier.

(7) CHAVE et alii. **Réorganisation du travail et politiques de gestion de la main-d'œuvre**, *op. cit.* p.12. « *Nous cherchons bien plutôt à analyser ce qui, dans le travail des ouvriers de fabrication non qualifiés, s'apparente au travail de l'ouvrier d'entretien, ce qui s'apparente à un travail indirect* ».

2. L'AUTOMATISATION DU TRAVAIL DE CONTRÔLE ET L'ACCROISSEMENT DE SA DIVISION (unité C2)

Il existe dans les activités de contrôle qualité, une certaine indétermination des résultats, liée au degré de prévisibilité du procédé de contrôle employé. Dans cette unité qui regroupe un grand nombre de procédés de contrôle (mécanique ou électronique), le but de l'automatisation est la recherche de la qualité grâce à une plus grande rigueur des mesures car « *actuellement, l'appréciation du contrôleur est souvent très subjective* » (8).

De façon générale, l'automatisation tend, certes, à réduire les tâches répétitives de manipulation mais fixe en même temps les paramètres des protocoles de contrôle, grâce à l'utilisation de microprocesseurs ou d'ordinateurs commandant les bancs de test.

L'évolution du travail de contrôle qui en dérive conduit alors à un éclatement du travail de technicien entre deux pôles : celui des « techniciens supérieurs » chargés de la conception, de la mise au point et de la programmation des moyens de contrôle électronique et celui des techniciens ou ouvriers, dont le travail, fondé sur l'interprétation des résultats, est de plus en plus réalisé par des calculateurs ou microprocesseurs qui définissent et analysent les écarts.

La commande de l'appareillage par l'informatique (microprocesseurs ou ici, micro-ordinateur) généralise cet effet de dissociation des procès de travail. Dans ce cas, l'utilisation de l'informatique permet d'appliquer à une industrie travaillant, malgré l'augmentation de la production, en petite série, une forme d'automatisation et d'organisation du travail qui caractérisait plutôt les industries de série.

— **En mécanique**, plusieurs types de contrôle sont automatisés :

- le calage d'ensembles mécaniques. Il s'agit de faire bouger une pièce et de mesurer son débattement pour y mettre des cales. L'automatisme (ensemble microprocesseur et palpeur) réalise l'opération et fournit le diagnostic. Le contrôleur, en théorie, n'a plus qu'à venir chercher le résultat et n'est plus là en permanence pour manipuler l'appareillage. Il y a augmentation de la sécurité et de la fiabilité et « *pour l'opérateur, le travail est transparent, on pourrait à la limite y mettre un OS mais ce n'est pas le cas* » (9) ;

- l'automatisation des essais de carburant (en projet) devrait permettre de supprimer la présence du contrôleur qui suivait ces essais (pendant 20 h). Le système automatique simule la circulation à travers les circuits et la consommation. Un calculateur mémorise les mesures et calcule les résultats ;

- le contrôle dimensionnel est réalisé par une machine comprenant une cinquantaine de palpeurs reliés à un ordinateur qui commande les mesures et les mémorise à partir d'un programme ; le travail est divisé entre les opérateurs qui placent les pièces et règlent le montage, les préparateurs qui fabriquent les outillages de montage et composent le programme de mesures et ceux qui interprètent les mesures (service contrôle ou commission rassemblant les responsables de contrôle, fabrication, bureau d'études lorsque la pièce est importante). L'évolution du travail est proche de celle que l'on observe dans certains cas, en commande numérique avec les distinctions entre préparateurs-programmeurs et opérateurs sur MO/CN.

(8) Entretien avec un responsable du service.

(9) Entretien avec un chef du service.

— **En électronique**, le contrôle des boîtes noires et équipements de bord des avions est réalisé par des bancs de test dans lesquels un ordinateur remplace le contrôleur pour commander les appareils de mesure, injecter les signaux dans le produit et comparer les réponses à des réponses-types qui ont été programmées. Deux niveaux d'intervention apparaissent : la programmation - mise au point des bancs de test et le contrôle proprement dit :

- la mise au point d'un programme de tests pour un produit donné exige six mois de travail de techniciens en électronique et informatique ;

- le contrôle c'est-à-dire la réalisation des essais est réalisée par des responsables « produit » en fonction des spécialités (radio, électricité, navigation, systèmes d'armes). Cette forme d'automatisation supprime les tâches répétitives de mesure mais en crée d'autres, comme l'alimentation et la surveillance des bancs de tests qui seraient confiées à des « *servants de machine* » (10). La simplification du travail des contrôleurs pourrait être ainsi compensée par la prise en compte des relations avec les sous-traitants qui fabriquent les produits à tester, faisant passer la fonction du contrôle strict à l'amélioration de la qualité des produits.

La tendance à la « *bipolarisation des qualifications* », que les responsables du service pointent en tentant d'y remédier par une sorte d'enrichissement des tâches, apparaît de manière analogue dans la seconde unité enquêtée (unité C1) appartenant à un autre secteur d'activité mais contrôlant des produits assez proches (micro-électronique et non systèmes électroniques). Là aussi, la « *déqualification* » est constatée (voir première partie) par les responsables du service, sans cependant faire l'objet d'une réflexion sur la nécessité de l'enrichissement des tâches, sans doute parce que le service étant plus petit, le problème est moins crucial.

(10) Le responsable n'aime pas ce terme et ajoute « *Bien entendu, ce n'est pas un travail d'OS et ce peut être intéressant pour quelqu'un qui s'intéresse à la programmation et qui pourrait évoluer* ».

3. CONCURRENCE ENTRE FABRICATION ET ENTRETIEN DANS L'AUTOMATISATION DE LA FONDERIE

L'automatisation s'applique ici à des procédés de fonderie techniquement très proches. La fonderie sous pression (unité F4) et la fonderie par gravité (unité F5). Ces deux procédés se distinguent de la fonderie traditionnelle fonctionnant en continu par l'usage de machines de fonderie (groupes de moulage), alimentées et surveillées par des équipes réduites (une à trois personnes) et dont l'automatisation doit être compatible avec le maintien d'un certain degré de prévisibilité des résultats, ou doit permettre de l'augmenter pour répondre à des impératifs plus poussés de qualité du produit.

Pour cela il est nécessaire d'intégrer parfaitement la composante indirecte du travail de fabrication au système de commande. Cette composante indirecte regroupe les interventions de l'opérateur sur le procédé ainsi que les interventions de réglage et d'entretien préventif de la machine. L'ensemble de ces tâches est réparti de façon plus ou moins stricte entre les opérateurs, les réglers et différentes catégories de personnels d'entretien. Pour permettre ce type d'automatisation, il faut alors modifier la répartition de ces tâches et le découpage fonctionnel en vigueur dans l'atelier.

Malgré la proximité technique des procédés, les solutions organisationnelles choisies dans les deux établissements sont relativement dissemblables. On assiste dans le premier cas (unité F4) à une suppression du travail direct d'alimentation, et à une transformation du travail indirect, par intégration progressive des tâches de conduite du procédé au système et adjonction de tâches d'entretien de plus en plus étendues au travail du surveillant-opérateur. Dans le second cas, le maintien de tâches répétitives chez l'opérateur entraîne une structuration du travail d'entretien dont la fonction prend de plus en plus d'importance aux dépens de la fabrication.

3.1. L'unité F4

Le procédé de fonderie sous pression est utilisé dans les deux ateliers, l'atelier A, le plus ancien, qui comprend 96 personnes travaillant sur 17 machines à raison de 2 ou 3 personnes par machine et l'atelier B, qui regroupe 5 « groupes de moulage » et comprend 16 personnes, dont 5 (une par groupe) sont affectées à la surveillance des groupes. Un service « entretien » de 80 personnes (ajusteurs, électriciens, hydrauliciens, pneumaticiens, soudeurs) est commun aux deux ateliers.

Dans une première partie la comparaison entre les deux ateliers A et B montrera l'intégration progressive dans le système de commande de la composante indirecte liée à la connaissance du procédé et la réduction de certains aléas de fabrication.

Cependant d'autres types d'aléas apparaissent, incidents mécaniques en particulier, qui ne sont éliminables que par la prise en compte par l'opérateur d'une part d'entretien préventif, comme l'indique l'examen de l'évolution du travail d'entretien, dans une seconde partie.

Enfin, cette forme d'automatisation met en relief le rôle des concepteurs d'équipement, ici les services de méthode, dont on examinera brièvement la structuration pour en déceler l'influence sur l'organisation du travail de fabrication.

A) LES MODIFICATIONS DU PROCÈS DE TRAVAIL DE L'OPÉRATEUR

L'atelier A

Dans l'atelier A, il y a en général deux ouvriers par machine. Ils changent de rôle toutes les heures : l'un commande la machine et l'autre ébarbe les pièces et les contrôle. Ces pièces sont aussi contrôlées périodiquement dans la journée par un contrôleur.

Ce contrôle est important car l'objectif fixé aux opérateurs est un certain nombre de pièces « bonnes » en huit heures, les pièces refusées par le contrôle n'étant pas prises en compte. Pour atteindre cet objectif, l'opérateur est maître de sa cadence : il détermine les durées de cycle de la machine, la séquence des opérations étant fixée par une gamme propre à chaque pièce. Les cycles varient de 20 à 100 pièces par heure en moyenne. Le travail sur machine comprend une phase de démarrage (15 minutes) en début de poste et une phase de nettoyage (15 minutes) en fin de poste. Les opérations réalisées au cours d'un cycle sont les suivantes :

- démarrage : préparation du moule en étendant au pinceau un liquide qui y adhère, liquide de « poteyage », afin que la pièce ne colle pas aux parties les plus chaudes du moule ;
- injection manuelle au moyen d'une louche d'une quantité déterminée (par expérience) de métal liquide ;
- commande de la fermeture du moule. A partir de ce moment toutes les opérations du cycle sont réalisées automatiquement : injection du métal, mouvement des noyaux du moule, refroidissement et ouverture. Toutefois le temps de refroidissement peut être modifié par une minuterie ;
- saisie manuelle de la pièce avec une pince à l'ouverture du moule ;
- nettoyage, ébarbage et contrôle de la pièce ;
- enlèvement des débris de pièce accrochés au moule par soufflage et poteyage pour le cycle suivant.

Les incidents qui surgissent au cours de ce processus sont liés à la machine ou au procédé :

- incidents mécaniques : un élément de la machine ne fonctionne plus : pannes d'éjecteurs, fuites d'huile, etc. Dans ce cas l'opérateur fait appel au régleur pour dépanner ;
- incidents liés au procédé : ils proviennent d'un mauvais équilibre thermique du moule. Celui-ci dépend de la cadence fixée par l'opérateur : si le moule est trop chaud ou trop froid, la pièce ne sera pas bonne, présentera des défauts. Si le soufflage ou le poteyage ne sont pas suffisants, la pièce colle au moule et le détériore lorsqu'on l'enlève. Pour remédier à cela, l'opérateur modifie les temps de refroidissement, la cadence, la quantité de liquide de poteyage et sa localisation. Ces caractéristiques sont liées à la fois au type de machine et au type de pièce. La connaissance et la mémorisation de ces caractéristiques constituent l'expérience professionnelle du « fondeur sous pression », dont l'ampleur est définie par la polyvalence estimée selon

l'échelle suivante, en fonction du temps d'apprentissage : apprentissage de la cadence pour une pièce sur une machine : 15 jours ; apprentissage de la cadence pour tout type de pièce sur une machine : 1 an ; apprentissage de la cadence pour tout type de pièce sur 3 ou 4 machines : 3 à 4 ans.

Les opérateurs sont classés en fonction de cette polyvalence dans une grille à trois échelons qui correspond au niveau II de la classification « ouvriers » de la métallurgie (P1, P2). Toutes les machines ne se ressemblent pas du point de vue de la pénibilité du travail (poids de la pièce), de la cadence possible et de la complexité de la pièce. En général les débutants sont affectés aux machines fabriquant de petites pièces à cadence élevée et les plus anciens sur les machines plus importantes dont certaines ont un déchargement mécanisé lorsque la pièce est lourde.

L'affectation aux postes de travail est négociée entre la maîtrise d'atelier et les opérateurs selon des modalités qui n'ont pas été explicitées et qui constituent sans doute un enjeu conflictuel dans cet atelier.

C'est cet ensemble de modes opératoires recouvrant à la fois le travail direct d'alimentation de la machine et le travail indirect qui, à chaque opération décrite précédemment, associe un ensemble de gestes techniques exprimant la connaissance pratique qu'à l'opérateur du procédé technique autant que du processus organisationnel, qui se trouve plus ou moins remis en question par l'automatisation.

L'Atelier B

Dans l'atelier B, chaque groupe de moulage est constitué d'une machine identique aux machines de l'atelier A, alimentée par un robot (à six axes) et pourvue d'une installation automatique de poteyage, complétée par des installations plus ou moins complexes d'ébarbage et de trempe, le tout étant géré par un automate programmable.

Le surveillant-opérateur s'occupe de l'ensemble du groupe de moulage. Mais à la différence de l'atelier A, il ne détermine pas les durées de cycle ni des autres réglages en cours de fabrication qui, **théoriquement**, sont prévus et intégrés au programme de l'AP. Celui-ci intègre aussi les réglages effectués en cas de changement de fabrication, et les régleurs qui les réalisaient dans l'atelier A n'existent plus ici.

En fait, actuellement, le démarrage à partir du moule froid, en début de poste, exige des interventions manuelles car le poteyage automatique est prévu pour un moule chaud. Après poteyage le surveillant exécute une suite d'opérations afin de mettre en route chaque élément du système : ouverture des vannes, branchement du robot, mise en route de la presse à injection etc. Lorsque le système fonctionne, le cycle suivant est réalisé automatiquement :

- remplissage de la louche ;
- poteyage du moule ;
- fermeture du moule et injection ;
- ouverture du moule et saisie de la pièce par le robot qui la présente à un détecteur de masselote (pour vérifier qu'aucune masselote n'est restée fixée au moule), la plonge dans le bac à eau de refroidissement et la présente aux machines de découpe et d'ébarbage placées à côté du groupe de moulage. La pièce tombe ensuite dans un container.

Dans l'état actuel de développement du système, les incidents sont encore très nombreux et proviennent pour la plupart d'une maîtrise insuffisante du procédé : si le moule chauffe trop, par suite d'un poteyage insuffisant, une partie de la pièce colle au moule mais le robot ne s'en aperçoit pas. Ce défaut est en principe repéré par les détecteurs de masselote et il s'inscrit sur un écran placé à côté de la machine. Le surveillant interrompt alors le cycle, enlève manuellement la pièce et remet en marche le système.

Les opérations de poteyage et de soufflage (le soufflage élimine les morceaux de métal collés au moule) revêtent donc une très grande importance mais exigent en contre-partie un certain nombre de réglages : les buses de soufflage de l'air et les tuyaux du poteyeur doivent être parfaitement orientés pour produire leurs effets. Il faut donc, comme l'indique le titulaire du poste, surveiller en permanence les différentes étapes du cycle. Il existe aussi diverses possibilités de réglage : réglage de la minuterie et du temps de refroidissement, comme sur les machines semi-automatiques. L'expérience professionnelle acquise en conduite manuelle (atelier A) s'applique donc partiellement à ce poste.

Il s'y ajoute une connaissance des incidents et des pannes de l'ensemble du système. Celles-ci sont repérées par l'AP et apparaissent en code (en hexadécimal, mais il est prévu d'utiliser plus tard le langage habituel par exemple : fin de course (n°4), sur la console de visualisation placée à côté du groupe de moulage. Le système indique la dernière opération de la séquence qui n'a pas été réalisée. Le surveillant peut ainsi déceler, au fur et à mesure que les incidents se produisent, où se situe la cause de la panne et l'indiquer au dépanneur ou modifier lui-même un réglage.

A cette étape d'expérimentation du système, on se trouve donc en présence d'un transfert de l'expérience professionnelle relative au travail indirect exécuté dans le premier atelier (car les surveillants ont été choisis parmi les opérateurs les plus expérimentés de l'atelier A). Cette expérience est appliquée au groupe de moulage pour régler des incidents non prévus par la programmation de l'AP. Cependant celle-ci s'améliore au fur et à mesure des incidents. Elle est en partie réalisée par un agent du service d'entretien et il faut examiner comment est réalisée cette fonction pour déterminer plus précisément l'évolution du contenu d'emploi du surveillant qui tend à transformer son activité en maintenance préventive.

B) LES TRANSFORMATIONS DU TRAVAIL D'ENTRETIEN

Si l'entretien a pour fonction d'assurer la continuité du processus de fabrication, sa structuration dépend du type d'aléas que l'on y rencontre :

— Dans l'atelier A, le service « entretien » ne dépend pas de la fabrication et intervient à la demande d'un responsable (agent de maîtrise, ou contre-maître) prévenu par un opérateur. L'équipe est aussi chargée des changements de moules et des réglages afférents en cas de modification de la fabrication.

En dépannage, ce sont surtout les électriciens qui interviennent. Il s'agit le plus souvent de pannes du système de commande d'une machine de moulage. Le moule comprend plusieurs « noyaux » (11) disposés en étoile autour du centre qui

(11) En fonderie traditionnelle, les noyaux formés de sable aggloméré, servent à créer des vides dans la pièce, à lui donner sa forme intérieure, le moule lui donnant sa forme extérieure.

contient le métal. Chaque noyau à la forme d'une barre de métal qui pénètre radialement dans l'espace central. Ces mouvements des noyaux constituent une séquence qui est commandée par une logique câblée.

La difficulté du dépannage consiste à déterminer la cause de la panne (par exemple, le moule ne ferme pas parce que l'un des noyaux n'a pas été actionné) et pour cela, l'électricien inspecte l'organe de commande pour déterminer le relais de fin de course qui ne fonctionne plus, afin de le changer ou de le régler.

Il y a deux systèmes de commande dans cet atelier : les anciennes machines possèdent un relayage électromécanique et l'électricien trouve facilement le relais défectueux, sans se servir du schéma de relayage, parce que les pannes sont répétitives (telle panne, tel relais) et visualisables (on voit immédiatement que le relais est ouvert ou fermé) ; par contre, les machines les plus récentes disposent d'un relayage électronique, dans lequel les relais électromécaniques sont remplacés par des composants électroniques.

Il faut, dans ce cas, faire un certain nombre de mesures (en utilisant un contrôleur universel, un oscilloscope) et s'aider du schéma pour déterminer la carte défectueuse. Le dépanneur change alors la carte et envoie l'ancienne dans un atelier spécialisé en réparation. Dans ce processus de recherche de la panne, l'aide de l'opérateur est précieuse car elle permet en précisant exactement le moment où le cycle s'est interrompu, de déceler rapidement la carte défectueuse.

Cette aide n'est cependant pas accordée automatiquement et un électricien-dépanneur remarque « *en fonderie 1 (atelier A) on ne peut pas faire confiance à l'opérateur qui dit ce qu'il y a s'il le veut alors qu'en fonderie 2 (atelier B) l'opérateur est plus concerné* ».

En cas de changement de moule, il faut changer la programmation des machines, en particulier, le cycle du mouvement des noyaux. Il y a, en moyenne, deux changements de programme par semaine pour l'ensemble de l'atelier. Contrairement au dépannage, la programmation des systèmes de commande électronique est plus rapide (c'est l'une des raisons de son installation il y a dix ans) que celle des systèmes électromécaniques qui utilisent des dispositifs enfichables. L'électricien opère à partir du schéma des mouvements de noyaux mis au point par les méthodes. La programmation est suivie de la mise au point de la machine et l'ensemble de l'intervention prend de quinze minutes à trois heures selon les machines. L'électronicien réalise aussi de petites modifications de câblage des machines à partir de schémas fournis par les méthodes.

— **Dans l'atelier B**, l'activité de dépannage est en partie identique à celle de l'atelier A car les mêmes types de pannes apparaissent dans les groupes de moulage. Il s'y ajoute les pannes du robot et les « aléas de programme de l'AP ». Cependant la détection de pannes s'opère d'une autre manière. L'activité de programmation est elle aussi modifiée puisqu'elle revient à intervenir sur le programme de l'AP.

Les interventions de dépannage passent par l'intermédiaire de l'AP qui coordonne les différents sous-systèmes : celui du robot qui possède son électronique propre pour définir ses mouvements, celui du cycle de la machine à mouler ainsi que celui du poteyeur. Il y a deux manières d'accéder à l'AP :

- *par la console de visualisation* placée près du groupe de moulage. Elle comprend six cadrans qui fournissent en code ou en clair, l'état du système, soit la dernière opération non encore enregistrée. Lorsque le système s'arrête, on peut alors associer à cette opération l'élément défectueux du système. Pour effectuer cette association, l'aide de l'opérateur est importante car il peut repérer des correspondances entre les éléments défectueux mécaniquement et les indications de l'AP, c'est-à-dire donner la cause de la panne. Il peut par exemple le guider au bruit (on entend l'injection de métal dans la machine), au temps (chaque phase du cycle a une certaine durée et il est possible de repérer des écarts de l'ordre de deux secondes), enfin à la vue (la pièce accroche au moule lorsqu'on l'enlève, les masselotes ne tombent pas à l'ébarbage, etc.). En cas d'incident, il faut arrêter le groupe ou modifier les paramètres du cycle, ce qui peut prendre de cinq minutes à plusieurs heures selon que la cause de l'incident a été plus ou moins vite détectée. De même, l'opérateur joue un rôle en matière d'entretien préventif, lorsqu'il s'aperçoit par exemple, qu'un raccordement est en train de céder. Il peut alors arrêter le groupe et le changer en dix minutes alors que si le raccord casse, il faut aller chercher un mécanicien et arrêter le groupe pendant une heure ;

- *par une valise de programmation* qui permet d'accéder à la mémoire centrale de l'AP et de visualiser l'état du programme, donc de retrouver la séquence défectueuse et de la déclencher ou de vérifier que le « mot » est bien écrit dans le programme.

Cette valise permet aussi de modifier le programme, en cas de changement de fabrication. Ceux-ci ne sont pas encore très fréquents car ce sont les pièces les plus faciles qui sont fabriquées en automatique pour l'instant. Mais les modifications en vue d'adapter le programme sont très fréquentes. Il s'agit des modifications de réglage des paramètres qui ne sont pas accessibles à l'opérateur par l'intermédiaire de la console (temporisations de poteyages, d'arrosage, etc.).

Dans l'atelier A, l'opérateur pouvait intervenir sur ces paramètres en raison de la connaissance pratique du procédé. Ici, il ne le peut plus parce que bien qu'ayant toujours la connaissance pratique du procédé, il ne peut modifier le programme de l'AP écrit en langage spécifique de l'automate. Ce programme, continuellement modifié, par l'électricien, en fonction des incidents, intègre donc progressivement tous les aléas. Il s'agit d'ailleurs d'un programme provisoire, qui est en train d'être réécrit par des techniciens du service de l'établissement (deux techniciens, niveau BTS, travaillant pendant trois mois).

C) LE RÔLE DES SERVICES DE MÉTHODES

Cette forme d'automatisation, en tant que mode d'intégration des composantes directes et indirectes du travail répétitif de fabrication, apparaît dans un établissement où l'articulation entre les fonctions de fabrication et de méthodes posent un certain nombre de problèmes. Il y a en effet deux niveaux de méthodes : les méthodes « générales » qui se trouvent au siège de l'entreprise et qui ont comme fonction d'exécuter les décisions de la direction du groupe en matière d'investissement à moyen et long termes et les méthodes « usine » qui sont spécifiques à chaque établissement et doivent maintenir et améliorer les équipements existants. Ces derniers services dépendent de la direction de chaque établissement.

Dans le cas de la fonderie étudiée, l'étude et la décision d'implantation d'un nouveau groupe de moulage dépendent des méthodes « générales » mais l'amélioration du taux d'immobilisation par réduction des pannes, dépend des méthodes « usine » qui remplissent ainsi une des activités imputées en général à la fabrication. La conception de l'outillage et de la gamme de fabrication sont déterminées par les méthodes « générales » qui fixent en même temps la cadence de fabrication, mais celle-ci ne peut pas toujours être tenue par suite de l'imprévisibilité du procédé et de l'autonomie des opérateurs en fabrication.

La forme d'automatisation choisie vise, au contraire, à maîtriser ces phénomènes, tout en donnant la possibilité d'intervenir au niveau du processus de fabrication aux services de méthodes « usine » qui sont chargés de la programmation des automates programmables de façon à atteindre les cadences prévues par les méthodes « générales » qui conçoivent le moule et la gamme (la séquence) des opérations de fabrication.

Cette solution qui suppose une certaine intégration de l'entretien et de la fabrication entraîne le maintien d'un surveillant-opérateur qualifié agissant dans le cadre d'un système relativement décentralisé, du point de vue de l'informatique qui le contrôle. Dans une autre configuration des rapports entre services de fabrication, méthode et entretien, les solutions choisies pour automatiser un procédé analogue de fonderie diffèrent sensiblement du point de vue du contenu de travail des opérateurs comme le montre le cas suivant.

3.2. L'unité F5

Dans cet établissement qui comprend une fonderie de fonte travaillant en continu et une fonderie d'aluminium qui conserve des postes individuels de travail (et qui constitue l'unité enquêtée) l'informatique a été introduite aux niveaux des automatismes de fabrication, de la conduite de l'ensemble du processus et de la gestion de la production.

La conception de l'usine date des années 70 (mise en service en 1973) et le système informatique, parfaitement intégré au projet industriel de l'établissement est tributaire des conceptions en matière d'informatique répandues à l'époque et que l'on peut caractériser par analogie avec l'informatique de gestion comme une informatique « dite décentralisée mais faussement déconcentrée » (12) dans la mesure où « au système central sont adjoints des terminaux passifs permettant la saisie et la réception des informations traitées par l'ordinateur central » (13).

Ce mode d'automatisation qui dérive de la fabrication de type « process », ici la fonderie de fonte, est étendue à la fonderie d'aluminium qui se rapproche davantage des processus de travail discontinus que du process dans la mesure où le travail direct de l'opérateur n'est pas totalement éliminé.

L'intervention de l'informatique comme activité principale d'un service fonctionnel (qui comprend 15 analystes-programmeurs) modifie les relations entre les fonctions d'entretien et de fabrication non seulement dans la partie de l'établissement fonctionnant en process – par exemple, le contrôle d'un temporisateur est technique-

(12) C. COSSALTER, C. DENIS. *L'informatisation des activités de gestion : mutations en cours et perspectives*, Dossier du CEREQ, n°33, Paris : Documentation Française, Mai 1982, p. 35.

(13) *Ibid.* p. 42.

ment simple mais il exige une modification du programme informatique effectuée par le service informatique – mais aussi dans la fonderie d'aluminium et a donc eu une incidence sur la transformation des composantes directes et indirectes du travail de fabrication.

Cependant le développement de l'informatique industrielle n'a pas permis la suppression totale du travail direct répétitif de fabrication, comme le montrera la description du travail actuel de l'opérateur, mais a entraîné une redistribution des tâches indirectes de réglage et d'entretien dans les autres catégories de personnel – régisseurs, ouvriers et techniciens d'entretien – ainsi que l'émergence du service informatique qui entre en concurrence avec l'entretien pour la définition des moyens et des procédures de fabrication.

A) LE MAINTIEN DES TÂCHES RÉPÉTITIVES DE FABRICATION

Le procédé de fonderie par gravité qui est utilisé dans cet atelier se distingue du procédé de fonderie sous pression par l'utilisation de noyaux de sable, comme en fonderie traditionnelle. Il est donc nécessaire de disposer ces noyaux dans chaque moule alors que les barres qui servent de noyaux, en fonderie par gravité, sont commandées automatiquement.

Avant l'introduction des robots, le cycle était le suivant :

- pose manuelle des noyaux au fond des moules ;
- fermeture du moule ;
- prise du liquide en fusion au moyen d'une louche et dépose dans le moule.

Pendant le temps de refroidissement, l'opérateur exécutait ces mêmes opérations en trois ou quatre minutes sur une autre machine puis il ouvrait le moule, enlevait la pièce en recommençant. La cadence était de trente à quarante pièces à l'heure mais il y avait souvent deux personnes pour sortir les pièces. Après chaque enlèvement de pièce, il y avait des opérations de soufflage dans le moule. Après robotisation, le cycle est modifié de la manière suivante :

- l'opérateur prend les noyaux sur un chariot et les dépose à un emplacement précis sur une table tournante qui sert de présentoir au robot ;
- le robot (à six axes) prend chaque noyau successivement et les dépose dans le moule ;
- un second robot (à trois axes) va chercher le métal et le verse dans le moule.

Un automate programmable pilote l'ensemble. Il gère les temps de cycle et les incidents. Lorsque le moule ne se referme pas tout de suite, par exemple, le robot suspend l'exécution de l'opération de versement et si le temps passé dépasse un certain seuil, l'automate lui fait remettre le métal qui s'est refroidi dans le four de fusion.

L'automatisation supprime donc une grande partie du travail direct d'alimentation, en particulier le travail qui s'effectuait à proximité de la source chaude de la machine, mais conserve certaines opérations manuelles trop difficiles ou trop coûteuses à automatiser. Cette forme d'automatisation s'applique à un procédé qui était déjà relativement bien maîtrisé, et dont la seule difficulté portait sur la loi de coulée, or, une fois celle-ci déterminée, le robot est en mesure de l'appliquer avec une plus grande régularité que l'opérateur humain et contribue donc à augmenter la qualité de la pièce et à diminuer les taux de rebut provenant de la matière utilisée.

La structuration du travail qui apparaît est cependant le produit d'une évolution des formes d'automatisation dans laquelle on peut distinguer deux étapes :

— Dans une première étape, correspondant au démarrage de l'usine (1970-1974), les AP n'étaient pas encore développés et l'automatisation était conçue comme une automatisation du type « process ». A l'origine on trouve une volonté de rationaliser le processus de fabrication en fonderie qui conduit à mettre en place la fonderie d'aluminium utilisant des moules ou coquilles métalliques parce que la fusion de l'aluminium était plus facile à maîtriser que celle de la fonte. Les machines à mouler en coquille étaient surveillées et alimentées par des ouvriers qui n'avaient plus les compétences des ouvriers-fondeurs.

Ce procédé est utilisé lors de la construction de la première phase de l'usine et appliqué à des machines commandées par un relaiage électromécanique. L'informatique intervient à ce stade pour la prise de mesures, mesures de temps, de quantités de matières, qui permettent ensuite d'effectuer des calculs visant à améliorer le procédé. Ces mesures et calculs ne peuvent être réalisés facilement au niveau des machines car la commande par relaiage ne permet pas de mesurer des temps relativement importants. Il s'agissait donc d'une informatique de type « centralisée » au moyen de laquelle la maîtrise du procédé échappait partiellement à la fabrication.

— La seconde étape se caractérise par l'utilisation d'automates programmables qui permettent d'effectuer des mesures et des calculs sur ces mesures en même temps qu'ils gèrent un processus séquentiel de fabrication à la place du relaiage électromécanique. Les AP sont utilisés dans les postes de travail où un travail direct d'alimentation subsiste (mise à la disposition du robot des noyaux de sable) mais où le procédé continue d'être totalement contrôlé par l'informatique, si bien que les fonctions de calcul des AP ne sont pas utilisées car elles sont couvertes par l'informatique (14).

A la différence du cas décrit précédemment (unité F4), l'automatisation du travail de conduite du groupe de fonderie, bien que portant sur un procédé dont le degré de prévisibilité est plus élevé, est à la fois moins poussée, puisqu'un certain travail direct subsiste, et plus intégrée sur le plan de la conduite du procédé, puisqu'elle aboutit à enlever totalement la maîtrise à la fabrication, pour la confier au système informatique, mais pas nécessairement au service informatique comme l'examen des activités d'entretien va le montrer.

(14) « En fait les fonctions de calcul ne sont pas utilisées car elles sont couvertes par l'informatique. Mais s'il n'y avait pas l'informatique, on pourrait les utiliser à fond », remarquait l'un des responsables de l'entretien...

B) LE TRANSFERT D'ACTIVITÉS DE FABRICATION EN ENTRETIEN

Le service « maintenance » comprend environ 360 personnes, soit près de 30 % des effectifs de l'établissement et 33 % des effectifs ouvriers. Le poids de la maintenance est plus fort que dans les fonderies traditionnelles parce que les équipements sont plus sophistiqués et aussi parce que la maintenance remplit certaines tâches de fabrication.

La mission du service est de maintenir l'équipement de l'usine à son optimum. Pour cela l'objectif principal est le suivi le plus détaillé possible des moyens instables afin, non seulement de les dépanner, mais de prévoir les pannes en faisant de la maintenance « préventive, programmée, étudiée ».

L'organisation du service s'inspire d'un modèle de plus en plus fréquent qui divise l'établissement en « ensembles homogènes » à l'intérieur desquels on peut distinguer une fonction « méthodes » et une fonction « réalisation ». Ici, on trouve trois groupes opérationnels : le secteur ferreux, le secteur aluminium et l'atelier central qui agit en sous-traitance des autres services pour réaliser les gros travaux dont la fabrication d'outillage de fonderie.

La fonction « méthode » est assurée dans chaque groupe par des techniciens. Elle consiste à préparer le travail (établissement de la préparation des pièces de rechange, des outils), à le programmer (détermination de la durée de réalisation et des effectifs impliqués), et à tenir à jour l'historique des interventions sur les équipements afin de faire apparaître, par analyse rétrospective des causes d'immobilisation, la machine, l'organe ou l'élément défectueux et de proposer les modifications d'équipement nécessaires.

La fonction « réalisation » est assurée par des équipes d'intervention travaillant en 2 x 8 ou 3 x 8 suivant les secteurs et comprenant des ouvriers ainsi que des techniciens en électricité-électronique.

Dans le secteur aluminium, la maintenance des dispositifs automatiques tels que robots et AP est organisée en deux niveaux :

— Le premier niveau est celui des professionnels de maintenance qui interviennent sur les systèmes automatisés pour rechercher les causes de panne. L'AP renseigne en permanence sur l'état des entrées et sorties par visualisation de schémas très proches de ceux de la logique à relais. Ces schémas permettent de localiser la panne qu'elle soit interne à l'AP, entraînant un changement de carte ou l'appel à un technicien, ou externe, imposant une vérification des capteurs, des liaisons, etc. Les ouvriers peuvent aussi utiliser la valise de programmation qui donne accès aux mémoires internes de l'AP et permet de mettre en évidence l'origine du dysfonctionnement dans le déroulement d'une séquence d'opérations, en situant par exemple l'entrée défectueuse.

— Le second niveau est celui du dépannage de l'AP par les techniciens : repérage de la carte et remise en état. Mais le travail principal des techniciens est de modifier la programmation de l'AP. En effet, pour les AP les plus importants (plusieurs centaines d'entrées/sorties) le programme séquentiel est extrêmement complexe et il arrive parfois sur le site qu'une combinaison d'événements se produise sans qu'elle ait été prévue par le programme. Il faut alors modifier le programme en rajoutant une

ou plusieurs instructions conditionnelles. Les modifications de programme proviennent aussi de changements apportés au processus lui-même qui entraînent, par exemple, des contrôles supplémentaires à intégrer.

Un certain nombre d'opérations qui étaient réalisées auparavant par des régleurs en fabrication disparaissent lorsque la commande passe d'une logique à relai à une logique programmable (AP ou microprocesseurs). Sur les machines de moulage décrites précédemment, il fallait par exemple, en cas de changement de produit, adapter le cycle de la machine qui était fixe (logique à relai) en modifiant certains réglages de fin de course et vérifier visuellement que le cycle se déroulait bien. Il n'y avait pas de modification du cycle mais un « réglage » de celui-ci.

Avec la commande par AP, il suffit aux techniciens de modifier le programme pour changer le cycle puisque tous les réglages sont faits par le programme (tels que les positionnements en fin de course). Lorsque l'AP dirige un robot, celui-ci connaît en permanence sa position dans l'espace et il s'auto-contrôle en fin de cycle avant de déclencher le cycle suivant. Il n'y a plus besoin de fin de course dans ce cas.

La fonction de réglage qui concernait auparavant les réglages liés aux changements de cycle, réglages mécaniques ou électromécaniques, est transformée en programmation et affectée à une catégorie professionnelle différente, celle des techniciens d'entretien.

Cependant les régleurs ne disparaissent pas, en tant que catégories professionnelles, dans cet établissement, ils continuent à s'occuper de la partie mécanique de la machine et interviennent en cas d'incidents mécaniques, constituant ainsi un niveau supplémentaire d'entretien. On assiste donc à une permutation des tâches entre les services de fabrication et d'entretien, dont la distinction repose plus dorénavant sur des spécialités – mécanique ou informatique industrielle – que sur des fonctions d'entretien ou de fabrication.

Déterminer les conditions optimales de production signifie, pour la maintenance, être capable de quantifier les relations entre le coût de ces interventions et les résultats du processus, estimés au moyen d'indicateurs comme, par exemple, le taux de pièces bonnes, afin de suivre la part de la maintenance dans le prix de revient du produit. Pour cela, la maintenance est amenée à contrôler le processus de fabrication afin d'arriver à un degré élevé de prévisibilité des résultats.

La saisie par le système informatique en temps réel, d'un maximum de données, permet d'approcher ce résultat qui n'apparaît pas ici comme le terme d'un processus de rationalisation de la fabrication mais qui existait à l'origine, lors de la conception de l'usine comme le souligne le responsable du service de maintenance ; *« on a décidé d'emblée de mesurer tout ce qui était mesurable pour mettre au point un processus de fabrication le plus précis possible »*.

De même, le service maintenance s'est constitué avant la construction de l'usine et a servi de noyau pour embaucher le personnel de l'usine ainsi que pour choisir les moyens et les équipements, ce qui explique en partie le type d'organisation mis en place et la part réduite de la fabrication dans la conduite du processus aussi bien que dans la maîtrise du procédé.

L'utilisation de l'informatique par la maintenance et, de façon analogue, la généralisation de cette utilisation à l'ensemble des services de l'établissement conduit à donner à l'informatique un rôle qui dépasse ses fonctions de collecte et de traitement de l'information.

C) LE RÔLE DE L'INFORMATIQUE

Le service informatique dépend hiérarchiquement du directeur de l'établissement mais fonctionnellement de la direction informatique au niveau du groupe. Il a donc une position particulière par rapport aux autres services puisque, selon son responsable *« il organise les liens entre les autres services car au moment où une information est traitée, elle a affaire à tous les services »*.

Le service comprend une vingtaine de personnes dont quinze analystes-programmeurs qui travaillent en équipe sur des projets de gestion ou de fabrication. Selon le responsable du service, le rapport de l'informatique à l'objet traité n'est pas le même dans les deux cas : en gestion (gestion de la production ou gestion de processus), l'informatique imposerait ses méthodes d'analyse et de traitement des problèmes alors qu'en matière de fabrication *« le contenu technologique s'impose à l'informatique »*.

Ainsi en matière d'automate programmable ou de microprocesseur, l'informatique ne peut imposer son point de vue car c'est la possibilité de produire en continu, donc d'en assurer la maintenance, qui détermine le choix des matériels et la maintenance préfère utiliser des AP car leur logique est plus proche de la logique à relais que des langages de programmation des mini-ordinateurs. La possibilité de programmer, et donc de définir les processus de fabrication, constitue alors un enjeu dans la concurrence que se livrent les services d'informatique et de maintenance.

Pour les informaticiens, les nouveaux automatismes du type automate programmable ou microprocesseur posent des problèmes car ils ne sont pas homogènes : *« il faudrait souvent réécrire leurs programmes pour qu'ils soient plus efficaces. Il y a une standardisation en informatique qui est nécessaire et qui n'existe pas encore en informatique industrielle. Il n'y a pas de méthodologie pour programmer ces nouveaux types d'automatismes, la plupart des utilisateurs d'AP ne sont pas capables de mettre en œuvre de nouveaux programmes et ils dépendent donc des constructeurs »* (15).

Au contraire, pour les responsables de la maintenance, *« un programme qui a été fait par un analyste-programmeur n'est très souvent exploitable que par lui-même, ne peut évoluer que par l'intermédiaire de celui qui l'a bâti. A l'inverse, sur des AP ou microprocesseurs, plusieurs techniciens peuvent se succéder pour l'exploitation ou la maintenance et chacun d'eux doit pouvoir s'y retrouver instantanément »*.

(15) Selon le responsable du service informatique.

3.3. Conclusion

L'organisation du travail en fabrication reflète en partie ces conflits et les choix successifs d'équipements qui les accompagnent, informatique centralisée dans une première étape et AP dans une seconde étape. La forme d'automatisation qui en résulte constitue une sorte de stade intermédiaire entre celle qui maintient un opérateur ayant un certain degré de maîtrise du procédé comme dans l'exemple de la fonderie précédente F4 et la logique de l'atelier flexible informatisé qui supprime totalement les interventions matérielles des opérateurs comme le montreront les exemples qui suivent.

4. LA SUPPRESSION DU TRAVAIL DE FABRICATION DANS UN CONTEXTE DE FLEXIBILITÉ

L'automatisation s'applique ici à un procédé, le soudage électrique par point, ainsi qu'à la gestion de la fabrication dans la mesure où toutes les opérations de manutention sont automatisées et où, dans le cas de l'unité F2, la gestion des stocks est intégrée à la fabrication.

Avec cette forme d'automatisation, on assiste à une suppression complète du travail de fabrication et le fonctionnement des ateliers ne nécessite en théorie aucune intervention autre que celle de fourniture d'information aux systèmes automatisés. Si parfois des équipes d'ouvriers sont maintenus en fin de processus, c'est afin de pallier à des difficultés passagères d'un segment de l'ensemble automatisé. Ce travail manuel de fabrication qui subsiste n'est pas intégré organiquement au processus de fabrication comme dans les cas précédents.

La suppression du travail de soudage, réalisé auparavant à la chaîne, entraîne à la fois la suppression du travail direct, c'est-à-dire la substitution d'une activité mécanique aux modes opératoires manuels, et l'intégration ou plutôt la tentative d'intégration du travail indirect qui rendait possible le soudage dans le système de commande. Cette intégration devrait permettre la maîtrise totale des flux productifs à la fois dans l'espace, chaque opération étant réalisée dans la continuité physique, et dans le temps puisque la durée de chaque opération, étant exécutée par un robot, n'est pas susceptible de variation dans la durée. On retrouve dans ce cas les deux aspects de l'automatisation décrits par B. Coriat (16), substitution et intégration, avec toutefois, dans les unités observées, certaines particularités.

On assiste, dans l'unité F2, à une prise en charge par la maintenance de la fabrication et à une sorte de « tertiarisation » des opérateurs du service fabrication qui n'interviennent plus que comme fournisseurs d'informations au système et sont étroitement intégrés aux activités de gestion de la fabrication.

Il reste, néanmoins, des activités manuelles de manutention en début de processus pour le chargement des containers, en fin de processus où des retouches sont effectuées et, parfois, en cours de processus où, par suite de pannes du système de manutention, les pièces ou sous-ensembles sont chargées manuellement sur les machines.

Si la suppression du travail direct de fabrication paraît réalisée, l'intégration du travail indirect dans le système ne peut se faire qu'au prix d'un développement important de la maintenance et ce d'autant plus que son absence d'intervention au moment de la conception entraîne une moindre fiabilité des équipements. Globalement, dans cet atelier qui emploie encore une centaine de personnes en fabrication, compte tenu des activités qui viennent d'être mentionnées, les effectifs « ouvriers » de l'entretien sont sensiblement équivalents.

On retrouvera une situation semblable lorsqu'on examinera un procédé différent d'automatisation, la robotisation du soudage par point dans l'unité F3.

(16) CORIAT : « Robots et automates dans les industries de série », art. cité.

4.1. L'unité F2

L'automatisation s'applique à un procédé, le soudage électrique par point, et à la gestion de la fabrication. L'ensemble « atelier en stocks » est alors directement commandé par des ordres de lancement de fabrication qui sont liés au niveau de commande des véhicules afin d'en assurer la flexibilité.

A) LA FABRICATION

Les seules opérations manuelles de manutention correspondent au chargement à la main des « chargeurs », containers mobiles qui contiennent chacun un type de tôles provenant de l'atelier de presses qui les fabrique. Ces tôles sont rangées à leur entrée dans la tôlerie de façon à pouvoir être manipulées par des systèmes à pinces. Les machines sont des soudeuses à points multiples, à relayage électromécanique mais dont les séquences sont commandées par ordinateur. Ceux-ci assurent le suivi de chaque pièce et le stockage-destockage en fonction des besoins : ici, des commandes de véhicules. Chaque SPM ou ligne de SPM réalise l'assemblage d'une partie de véhicule (soubassements, côtés de caisse, bloc avant, assemblage final) mais les sous-ensembles ne sont pas immédiatement utilisés par les autres machines et sont stockés (« *les machines débitent dans leurs stocks* ») dans des alvéoles situées au-dessus de l'atelier, au moyen d'un système de transfert composé d'élévateurs et de plateaux automoteurs commandés par des automates programmables asservis aux ordinateurs de l'atelier.

Il y a donc plusieurs niveaux d'automatisme possédant chacun leurs organes de commande et en interaction constante :

- le premier niveau qui commande les mouvements élémentaires d'entrée et de sortie de pièces dans les élévateurs et les plateaux automoteurs : à ce niveau les opérations sont réalisées par des systèmes de pinces commandées par AP ;

- le deuxième niveau qui commande le mouvement des pièces et les séquences des SPM. Les opérations sont réalisées par les SPM en ce qui concerne le soudage et par les plateaux et élévateurs en ce qui concerne les déplacements, le tout étant commandé par des mini-ordinateurs ;

- enfin le troisième niveau qui est celui de la gestion de la fabrication par un ordinateur central qui organise les rendez-vous des pièces pour fabriquer une armature complète d'un modèle donné de véhicule.

Les interventions humaines consistent en fourniture d'informations au système : soit au niveau de la gestion où un opérateur de lancement fournit au calculateur le type de véhicule à fabriquer, à partir d'un plan de charge établi quotidiennement, en fonction des commandes de la veille, soit au niveau de la fabrication où un opérateur (opératrice) d'engagement fournit au mini-calculateur qui commande une ligne de SPM le type de pièces à fabriquer en se servant d'un terminal situé près de la ligne de fabrication : l'opératrice reçoit les numéros de voitures venant d'un autre atelier et les tape sur le pupitre. Ces voitures sont des caisses partiellement assemblées que la ligne SPM terminera.

C'est l'ordinateur renseigné par l'opérateur de lancement qui lui délivre alors une « *étiquette* » correspondant au modèle de voiture à fabriquer à partir de la caisse. Elle colle cette étiquette sur le plancher de la voiture qui est alors « *baptisée* ».

Il y a parfois des dysfonctionnements lorsque le stock de la ligne est plein ou lorsque l'assemblage des blocs ou côtés du véhicule est plus rapide que celui des soubassements. L'opératrice cesse alors d'engager des véhicules sur la ligne. C'est la raison de sa présence dans le système de circulation d'informations.

L'organisation du réseau d'informations a pour objectif de minimiser les stocks de pièces en cours de fabrication en tenant compte des aléas : pannes de SPM ou manque de synchronisation entre les lignes de fabrication lorsqu'un stock est rempli plus vite qu'il n'est prévu (chaque stock contient de 80 à 140 pièces selon les types et la cadence théorique de fabrication est de 120 véhicules/heure).

B) LA MAINTENANCE

Les aléas de fabrication proviennent surtout de la variabilité des caractéristiques des matériaux utilisés. Cette variabilité était compensée, lorsque le soudage était effectué manuellement à la pince, par l'habileté de l'opérateur qui positionnait la pince et réglait lui-même les différents paramètres de soudage. Ces régulations seront d'ailleurs partiellement reprises dans la programmation des robots de soudage dans un autre atelier (exemple suivant de l'unité F3) mais ici, la machine à souder possède un cycle prédéterminé par l'ordinateur qui ne dépend pas des caractéristiques du matériau, par exemple du degré de planéité de la tôle.

De plus, pour diminuer le coût des machines et la longueur des transferts, les concepteurs ont regroupé le maximum de points de soudure sur chaque machine, en faisant déplacer les électrodes de soudage d'une même machine d'un point à un autre. Comme ces points sont positionnés dans un plan, la précision de la position de la soudure est liée à la planéité de la tôle, ce qui augmente l'imprévisibilité du résultat.

La complexité des machines entraîne en outre un allongement des délais d'interventions en cas de dépannage. En effet, dans un cycle donné, il y a un certain nombre de contacts regroupés et commandés par un calculateur. Si l'un des contacts est défectueux, le calculateur indique dans quel groupe il se situe et plus le nombre de contacts du groupe est élevé, plus le dépannage est long. La possibilité de contrôler tous les contacts existe techniquement mais accroît beaucoup le coût du système.

Le système informatique qui gère l'ensemble n'est pas non plus d'une fiabilité totale. Certaines cartes d'interface entre les différents éléments du système (AP, mini-calculateur, calculateur de gestion) tombent parfois en panne et il y a des problèmes importants de transmission entre les calculateurs de commande des SPM et ces machines, compte tenu du nombre important d'échanges entre eux. La vitesse de transmission est extrêmement élevée et la fiabilité de cette transmission n'est pas toujours garantie, selon le responsable de l'atelier.

Par conséquent, les interventions du service d'entretien sont nombreuses mais il faut remarquer que la maintenance intervient à posteriori, contrairement à l'exemple précédent où le rôle de la maintenance était pris en compte au niveau même de la conception de l'atelier. Ici, les machines ont été étudiées par un service de méthodes « générales » qui travaille à partir des données du bureau d'études qui conçoit le véhicule. Le logiciel du système informatique de commande a été fabriqué par une société spécialisée.

Le manque d'intégration – ou plus précisément de coopération – de la maintenance à la conception est sans doute l'une des raisons d'une fiabilité trop faible de ces machines, comme le suggère un responsable de la maintenance : *« le problème de la fiabilité est un problème de conception de la machine seulement, on ne s'inquiète pas de savoir, au moment de la conception, dans quelles conditions ça va travailler, il va y avoir des projections de soudure, des endroits mal graissés, parce qu'on n'a pas mis les matériaux nécessaires, parce qu'on veut faire des économies etc. Si bien que ça amène des pannes où le service maintenance ne peut que constater le fait et l'amélioration de fonctionnement ne peut passer que par des modifications de la machine »*.

L'atelier est intégré à l'ensemble de l'usine, ou plutôt du « site » mais la maintenance « électrique » qui s'occupe en particulier des installations de soudage électrique, et donc des SPM est centralisée au niveau du site alors que l'entretien mécanique est décentralisé dans les différentes unités du site.

La maintenance électrique comprend donc des bureaux de méthode et des équipes d'exploitation affectées à chaque unité et composées d'ouvriers électriciens ou électromécaniciens. Ces derniers sont en permanence dans l'atelier (travail en 2 x 8) et interviennent en cas de panne de la SPM. Lorsque la machine tombe en panne, la console de visualisation placée à côté indique à quel moment du cycle l'incident s'est produit et l'électricien recherche alors la cause (contact défectueux par exemple) et y remédie par réglage ou changement d'éléments. Comme les machines sont extrêmement complexes, il n'est pas toujours possible de cerner les causes réelles des pannes et pour l'instant, ainsi que l'explique l'un des responsables de l'entretien *« on se contente de faire un relevé sur le temps d'arrêt-machine mais on ne sait pas détailler les causes de pannes »*.

Le service électrique est chargé d'assurer le bon fonctionnement des machines, donc de la « fabrication » jusqu'à la sortie des informations envoyées aux calculateurs. Ceux-ci sont entretenus par le service informatique du site, sauf pour les grosses configurations où le constructeur intervient parfois.

Cependant l'ensemble des calculateurs est regroupé dans une salle attenante à l'atelier et surveillé en permanence par un technicien qui appartient au service de fabrication. Il rentre parfois des données mais son rôle principal est de faire intervenir les services « électriques » ou d'informatique, selon les pannes. En cas de petites anomalies, il peut faire avancer un programme en tapant certaines instructions. Il est aussi chargé de tenir la comptabilité des pannes de l'atelier, à partir des listings fournis par les calculateurs.

4.2. L'unité F3

Il faut rappeler que la ligne « robots » examinée ici est une unité expérimentale utilisée pour tester les matériels et apprécier la rentabilité de ce type d'équipement, contrairement à l'unité précédente, pleinement opérationnelle. L'examen de cette unité est cependant intéressant parce qu'il confirme bien les tendances d'évolution précédentes concernant la suppression du travail, l'intégration du travail indirect et les difficultés qui en dérivent, relativement au niveau de prévisibilité des résultats ainsi que la tentative d'y remédier par la nouvelle organisation de la maintenance.

A) LA FABRICATION

La ligne est composée de quinze robots réalisant chacun vingt à trente points de soudure différents. La caisse est amenée au poste de travail par un rail de guidage. Elle doit être positionnée au millimètre près (en soudage manuel, à quelques centimètres près). L'ensemble du système robots et déplacement de la caisse est commandé par ordinateur.

Le procédé de soudage consiste à faire passer un courant à travers les tôles à souder en un point déterminé par les deux extrémités d'une pince qui servent d'électrodes, puis à presser les tôles portées à température convenable de façon à ce qu'elles s'assemblent. Pour cela, un certain nombre de paramètres doivent être maîtrisés :

- *le temps d'accostage* : c'est le temps de fermeture de la pince nécessaire pour que les tôles soient bien serrées (ici 0,4 seconde) ;
- *le temps de soudure* : le temps pendant lequel passe le courant (0,2 seconde) ;
- *le temps de maintien* : temps pendant lequel la pince est maintenue fermée, sans que le courant passe pour éviter que le point explose (0,1 seconde) ;

(Ces paramètres étaient déterminés empiriquement par le soudeur à la pince qui les adaptait aux variétés de tôles et de points de soudure) ;

- *enfin, l'intensité du courant* : celle-ci est fonction de l'épaisseur des tôles mais, et c'est la difficulté du procédé, elle évolue avec l'usure de l'électrode. En soudage manuel, le soudeur peut la faire varier, dans une fourchette déterminée par les méthodes de façon à compenser l'usure de l'électrode. En soudage automatique par SPM (cas précédent), la variété de points de soudure est limitée à deux ou trois points par électrode si bien qu'on peut modifier la valeur de l'intensité en estimant l'usure de l'électrode par une loi simple qui est fonction du temps.

Mais la pince à souder maniée par le robot exécute vingt à trente points différents. Il est assez difficile de regrouper des points semblables pour un même robot car ces points sont répartis sur l'ensemble de la voiture et le robot n'évolue que dans une zone bien définie et restreinte, comportant donc des points différents par la nature et l'épaisseur des tôles. De plus, en raison de la recherche de flexibilité, des caisses de différents modèles défilent sur la chaîne. L'usure de l'électrode à un moment donné doit donc être estimée par une loi complexe prenant en compte un grand nombre de paramètres. Actuellement les robots travaillent selon deux types de réglage et les expériences se poursuivent pour affiner ce réglage en définissant quatre, six ou huit types permettant un meilleur asservissement.

L'ordinateur qui gère le mouvement de la chaîne fournit aussi à chaque robot les paramètres nécessaires au soudage et détermine l'arrivée et le départ des caisses à chaque poste ainsi que la mise hors-circuit d'un poste lorsque le robot tombe en panne. Dans ce dernier cas les points de soudure sont exécutés en manuel sur un plateau de retouche en bout de chaîne. Ce sont d'ailleurs les seules activités manuelles d'exécution en fabrication. La surveillance et le dépannage de la chaîne ainsi que la programmation des robots sont réalisées par des personnels du service électrique du site.

B) LA MAINTENANCE

La maintenance comprend deux équipes de trois personnes (17) (ouvriers professionnels) pour les deux postes de jour et une équipe de quatre personnes pour le poste de nuit, ainsi qu'un technicien pendant la journée, soit globalement dix personnes pour une fabrication en continu qui remplacent les trente soudeurs manuels et les deux électriciens affectés auparavant à ces opérations.

Les ouvriers d'entretien, détachés en permanence dans l'atelier, interviennent en cas de panne :

- pannes dues aux robots (environ 10 % des pannes) ou plus souvent à l'interface robot-ordinateur, qui est une armoire située près du robot. Le dépannage consiste à repérer la carte, avec l'aide du technicien parfois et à la changer ;
- pannes dues à la mécanisation de la ligne (10 %) ;
- pannes liées au procédé de soudage (80 %). Ces aléas se matérialisent par une dérive des points de soudage. Le robot soude à côté de la tôle ou en dehors de l'intervalle de tolérance liée soit à la déformation de la pince à souder, soit à un défaut de montage de la caisse, soit encore à un mauvais positionnement.

La programmation des robots qui est exécutée en point à point — on place le bras du robot dans les différentes positions exigées pour le soudage des différents points et à chaque position le robot enregistre les coordonnées selon ses six axes lorsqu'on lui en donne l'ordre au moyen d'un clavier (18) — est réalisée par l'équipe de nuit en cas de changement de fabrication, donc de trajectoire du robot. Les travaux d'entretien préventifs tels que le recalage de la position de la pièce ou les révisions programmées des robots qui sont mécaniquement complexes (il faut aussi y inclure les circuits hydrauliques) sont aussi réalisés par l'équipe de nuit.

Le technicien, habituellement dans une salle attenante à l'atelier et contenant les calculateurs, travaille principalement à la création, à la mise au point et au test des programmes de coordination entre les robots et les calculateurs. Ces programmes sont écrits sous la forme d'équations logiques et non en langage informatique. Ils permettent de modifier les liaisons entre robots et calculateurs en cas de changement de fabrication. La programmation des calculateurs écrite en FORTRAN est placée sous la responsabilité du service informatique du site.

4.3. Conclusion

Il faudrait pour compléter la description des modifications dans la nature du travail qu'entraîne cette forme d'automatisation y adjoindre le travail des techniciens des méthodes qui conçoivent et dessinent les pinces de soudure spécialement adaptées aux robots ainsi que ceux qui traitent les informations relatives à l'élaboration des paramètres de soudure et qui dépendent d'un service de méthodes générales « carrosserie ».

(17) Un mécanicien, un électricien-hydraulicien et un spécialiste des soudures (électricien « qualité-soudure »).

(18) Le robot est muni de codeurs optiques sur chacun de ses axes et il met en mémoire les positions fournies par les codeurs.

Ce service est aussi chargé du choix du type de robot (évaluation, performance, adaptabilité) en liaison avec une équipe qui travaille au niveau du groupe et non plus du site.

De ce point de vue, il existait au moment de l'enquête, une séparation assez nette entre la conception du véhicule et le choix des équipements de fabrication, dans le domaine du soudage. Selon les responsables des méthodes, c'est au moment de la conception qu'il faut déterminer les points réalisables par robots, SPM, ou en manuel et tenir compte, dès ce stade, des possibilités de la robotique qui évolue rapidement.

TROISIÈME PARTIE

**FORMATION, CLASSIFICATIONS ET FILIÈRES
PROFESSIONNELLES**

INTRODUCTION

Les descriptions précédentes des différents modes d'organisation du travail ont permis de montrer quels étaient les types de travaux requis par les segments automatisés du processus productif. A ces types de travaux doivent correspondre des capacités, compétences, connaissances, savoirs ou savoir-faire nouveaux acquis par transfert d'expérience professionnelle, par formation interne à l'entreprise ou externe.

Cette correspondance est réalisée plus ou moins parfaitement par la modification des pratiques de gestion de main-d'œuvre en matière de recrutement, de classification et d'affectation aux postes de travail.

Cependant les variations que l'on observe dans les différents établissements en matière d'organisation du travail peuvent être à l'origine d'une certaine variabilité des pratiques de gestion de main-d'œuvre, de même, qu'inversement, les caractéristiques passées des politiques de gestion de main-d'œuvre de ces établissements ont été susceptibles de peser sur les solutions ou les choix effectués en matière d'organisation du travail.

On tentera donc de replacer l'examen des modifications des pratiques de gestion dans chaque établissement dans leur contexte historique en examinant successivement les catégories de personnel de fabrication, de contrôle et d'entretien.

1. LA FABRICATION

Les formes d'automatisation observées se caractérisent par une modification du rapport entre les composantes directes et indirectes du travail de fabrication et par des évolutions dans l'organisation du travail qui articule différemment les fonctions de fabrication et d'entretien. Ces transformations modifient les conditions d'acquisition de l'expérience professionnelle qui est à l'origine des compétences et savoir-faire nécessaires à la réalisation de la composante indirecte du travail de fabrication.

Les pratiques de gestion de main-d'œuvre que l'on observe semblent tenter de remédier aux difficultés d'acquisition de l'expérience professionnelle par un recours plus important à la formation ou par la mise en place de nouvelles filières professionnelles, tout en conservant autant que possible la structure existante des classifications qui résulte de la politique antérieure de gestion du personnel.

Les enjeux qui naissent de ces contradictions sont d'autant plus importants que l'automatisation élimine moins de travail manuel en fabrication, soit dans l'unité F1 et à un moindre degré dans les unités F4 et F5. Lorsque l'automatisation est totale, ces enjeux disparaissent en fabrication, pour réparaître dans les services d'entretien, sauf dans l'unité F2 où se développe un travail de type tertiaire en fabrication.

a) Dans le cas de l'unité F1, l'existence d'une formation complémentaire dispensée à l'extérieur de l'établissement apparaît avec la deuxième génération de matériels automatisés. Cependant cette modification ne peut pas simplement être réduite à une conséquence du changement technologique. Du point de vue de la commande du procédé, l'électronique est introduite avec la deuxième génération de matériel et la description des deux modalités d'organisation du travail — la variante OS-régleur et la variante OP-chef d'équipe — montre comment l'expérience professionnelle permettait de développer des compétences nécessaires à la composante indirecte du travail de fabrication. La partie opérative, ensemble d'éléments mécaniques ou électromécaniques qui fait le lien entre l'unité de commande et le procédé, était auparavant prise en charge par les régleurs ou l'entretien mais par suite du mouvement de transfert des tâches d'entretien, elle incombe maintenant aux opérateurs.

Ce mouvement de transfert qui apparaît comme une résultante des pratiques de gestion du personnel de l'établissement ne peut être compris si l'on ne tient pas compte des caractéristiques particulières liées à la situation locale de l'établissement.

Les emplois de fabrication sont essentiellement des emplois de femmes classées en OS. Elles sont recrutées dans la région, autour de l'établissement, et un système de transport par car est assuré par l'entreprise au prix d'un certain nombre de difficultés car les origines géographiques sont très diverses puisque une moitié du personnel habite à plus de vingt kilomètres de l'usine (1). Les difficultés de transport, que matérialise la présence d'une immense carte de la région où sont indiqués les trajets des autocars dans le bureau du chef du personnel, sont révélateurs d'un certain type d'insertion locale de l'établissement.

(1) Des durées de trajet d'une heure sont courantes et le travail en équipe postée (5 h - 13 h et 13 h - 21 h) ne facilite pas les choses.

De même que les grands établissements de construction automobile, celui-ci emploie une main-d'œuvre dont les caractéristiques socio-démographiques sont étroitement déterminées par les conditions de travail, soit ici, des femmes jeunes et ayant de préférence une formation générale de niveau CEP et de plus en plus BEPC ou CAP et BEP du tertiaire, dans un milieu rural à l'écart des grandes villes où la population n'est pas très dense.

L'établissement est en position de quasi-monopole pour l'offre d'emplois industriels dans les communes et les localités avoisinantes qui, en outre, offrent peu d'emplois de bureau. A l'époque de la création de l'établissement, en 1960, il s'agissait d'une politique menée au niveau de la firme, d'implantation de petites unités bien insérées dans le milieu socio-économique local. Cette politique a caractérisé à une certaine époque tout un secteur de la construction électrique et électronique, auquel appartient aussi le groupe dont fait partie l'unité F6 décrite dans la première partie et dont le mode d'automatisation paraît très proche de celui-ci.

La cohérence entre le système d'organisation du travail et les pratiques de gestion de la main-d'œuvre était donc assurée par le type d'insertion dans le tissu local, mais cette cohérence est parfois présentée comme une contrainte : « *on ne peut recruter que des OS femmes* », selon les responsables de l'établissement. Or, cette caractéristique structurelle de l'établissement doit être aménagée avec le développement de la deuxième génération de matériels automatisés : aménagements dans l'organisation du travail avec le mouvement de transfert des tâches d'entretien, modifications dans l'acquisition des compétences avec l'introduction d'une formation pour une fraction du personnel OS.

Cette formation consiste ici à faire préparer par les OS un CAP par unités capitalisables (l'option électromécanique du CAP d'électrotechnique), soit en suivant des cours à l'extérieur (cours de mathématiques, dessin industriel, pneumatique, électricité dans un CET une après-midi par semaine), soit, dans une première phase pour les OS n'ayant pas un niveau de formation suffisant, en faisant venir un instituteur dans l'établissement (instituteur rémunéré sur le fonds de la promotion sociale).

Le type de formation choisi correspond assez strictement au contenu du nouveau poste de surveillant puisque les connaissances acquises s'appliquent à la partie opérative de l'équipement automatisé (premier niveau de dépannage correspondant aux pannes simples, répétitives et non aux pannes mécaniques plus complexes provenant de l'usure des éléments ni aux pannes électroniques, souvent intermittentes). La configuration de ce nouveau poste permet de supprimer le régleur (voir la deuxième partie) tout en faisant accéder certains OS à la classification de P1 à l'issue de la formation et d'une « *mise à l'essai* » sur certains postes où est appréciée cette capacité d'exécuter des dépannages succincts. La durée de cette mise à l'essai était d'ailleurs au moment de l'enquête un enjeu conflictuel comme en témoigne aussi le petit nombre de femmes classées en P1.

Le développement de la troisième génération de matériels automatisés s'inscrit dans ce contexte de transfert des tâches d'entretien et n'en est donc pas la cause. Il le rend aussi plus difficile à cause de la complexité mécanique et électronique de l'équipement si bien que l'on retrouve une situation de bipolarisation des tâches entre la surveillante, OS, et les techniciens supérieurs qui mettent au point et dépannent ces équipements.

Le mode d'acquisition des compétences et savoir-faire nécessaires à la deuxième génération d'équipements, alliait en effet une connaissance du procédé obtenue par expérience professionnelle à une connaissance de la partie opérative obtenue grâce à la formation externe (certaines unités du CAP d'électromécanique), sur une base de formation initiale d'ailleurs parfois importante (BEPC, CAP ou BEP du tertiaire) (2). Or la composante provenant de l'expérience professionnelle est difficilement transposable par suite du changement de procédé et du type de commande (microprocesseur) qui prend en charge le procédé.

On peut alors se demander si la limitation de la formation à la partie opérative permettra de maintenir une situation de travail, combinant interventions sur le procédé, dépannage et surveillance ou si elle n'entraînera pas le maintien de la bipolarisation des tâches de surveillance et d'entretien.

b) Le rapprochement de la fabrication et de l'entretien dans l'unité F4 qui accompagne l'automatisation du procédé de fabrication ne modifie pas les procédures de gestion de main-d'œuvre en matière de formation. L'organisation du travail qui commence à se mettre en place autour des nouveaux équipements constitue au contraire une tentative d'organiser une forme de coopération entre différentes catégories de personnels de fabrication et d'entretien qui rende inutile le recours à une formation externe pour les surveillants-opérateurs, au prix de modifications dans la composition de la main-d'œuvre.

Les surveillants-opérateurs sont en effet choisis, en partie, parmi des conducteurs de machine les plus expérimentés de l'ancien atelier de façon à permettre le transfert des savoir-faire liés au procédé de fabrication qui ne change pas. Cependant d'autres compétences plus ou moins utilisées dans l'ancien atelier sont elles aussi transférées. Ce sont les compétences relatives au dépannage en fabrication de l'équipement qui ne sont pas liées uniquement au procédé mais aussi à la partie opérative de l'équipement et au type de commande.

Dans l'ancien atelier trois catégories de personnel interviennent en effet sur les équipements : conducteurs de machines sur le procédé, réglers sur la partie mécanique et électricien-dépanneur sur la partie commande (logique à relais). Cependant cette répartition des interventions qui correspond à la fois à une division fonctionnelle du travail et à un découpage analytique de l'équipement ne coïncide pas avec les situations de travail réelles qui font appel à une certaine forme de coopération entre les conducteurs et les électriciens d'entretien comme l'a montré l'analyse des activités d'entretien, ainsi probablement qu'entre les conducteurs et les réglers en fabrication. Ces derniers sont appelés par les conducteurs en cas de panne mécanique, pannes d'éjecteur, fuites d'huile, etc. mais ils n'interviennent pas sur la partie commande.

(2) L'importance des formations initiales tertiaires dans l'établissement (du type CAP de dactylo, BEP agent administratif) tient au fait que le service du personnel recrute de préférence de jeunes femmes ayant ce profil afin de les faire « évoluer » vers des tâches d'entretien, après formation du type CAP par unité capitalisable. De ce point de vue, les formations tertiaires jouent le même rôle que les CAP du textile, dans l'exemple bien connu de l'embauche d'ouvrières ayant des CAP de couture et donc une habileté manuelle, capacité de travail utilisée sur les chaînes de montage de l'électronique sans être reconnue comme telle dans les classifications.

Contrairement aux conducteurs de machine qui ne reçoivent pas de formation interne et qui acquièrent leur polyvalence par expérience professionnelle, les régleurs sont d'anciens conducteurs ayant suivi une formation interne pendant six mois et bénéficiant d'une classification supérieure à celle des OP polyvalents. Il en existait cinq dans l'atelier A, pour environ une centaine de conducteurs. C'est cette catégorie de personnels qui disparaît dans le nouvel atelier mais les surveillants-opérateurs polyvalents qui acceptent d'y travailler sont alors classés en régleurs. Il existe aussi des régleurs qui sont devenus surveillants-opérateurs dans le nouvel atelier (cinq anciens régleurs sur seize opérateurs).

Par conséquent l'automatisation s'accompagne ici de la suppression d'une catégorie faisant le pont entre la fabrication et l'entretien, celle des régleurs, même si, du point de vue des classifications, celle-ci prend au contraire une certaine extension. Cette suppression est d'ailleurs ressentie comme déqualifiante par les intéressés car ils étaient considérés comme les « vrais professionnels » de l'atelier A et certains supportent mal « d'être redevenus ouvriers » en passant dans l'atelier B.

La solution adoptée dans cet établissement au transfert de main-d'œuvre d'une génération d'équipements à l'autre paraît toutefois provisoire. En effet, l'une des difficultés qui ont conduit à l'automatisation totale de l'atelier B était celle du recrutement des conducteurs de machines à mouler. Selon les responsables, il était très difficile de recruter des jeunes ayant des CAP de mécanique par suite de la faiblesse des promotions possibles, presque uniquement constituées par les postes de régleurs, peu nombreux, et exigeant une grande ancienneté (dix ans environ). L'expérience professionnelle et la formation interne suppléaient aux connaissances nécessaires au dépannage que procure une formation du type CAP de mécanique. Par conséquent les possibilités de produire par voie interne les compétences acquises sur les nouveaux équipements sont limitées à une fraction du personnel de l'ancien atelier.

c) L'automatisation dans l'unité F5 est la continuation d'une tendance qui existait dès la création de l'établissement.

Dans une enquête précédente (3), certaines caractéristiques de la gestion de la main-d'œuvre paraissaient liées à l'origine de l'établissement. Celui-ci, créé en 1973 pour décentraliser les activités de fonderie situées en région parisienne comprenait à la fois du personnel technique et d'encadrement, provenant des établissements d'origine, et du personnel de fabrication, recruté sur place, avec un niveau de formation assez bas (forte proportion à l'époque de femmes et de travailleurs étrangers). L'automatisation poussée des installations dès la conception de l'établissement et les modalités de recrutement des différentes catégories de personnel favorisèrent le développement d'une organisation très parcellisée et très hiérarchisée du travail comme en témoigne par exemple la longueur de la ligne hiérarchique en fabrication (chef de secteur - chef d'atelier - contremaître - chef d'équipe - responsable de groupe) et le caractère assez flou des attributions associées à ces propositions.

(3) Enquête réalisée en 1977 pour le Répertoire français des emplois.

La croissance continue de la population de l'établissement (860 personnes en 1977, 1 230 en 1981 et une prévision de 2 000 personnes pour 1985) ne semble pas remettre en question cette répartition du personnel puisque le nombre d'ouvriers passe de 700 à 900 entre 1977 et 1981 et le nombre de collaborateurs et cadres de 155 à 300. Il faut cependant tenir compte dans cette augmentation de l'accroissement important du groupe des techniciens au sens strict qui comprend maintenant 120 personnes dont 35 ayant un diplôme de niveau III (BTS le plus souvent) employés pour la plupart dans des services comme l'informatique et l'entretien.

Dans ce contexte, l'automatisation aboutit à une réduction du travail de fabrication à des opérations de manutention ou d'alimentation, non encore robotisables, et favorise le report, en direction du service d'entretien, des tâches de maintien des conditions de la production, aussi bien dans la première phase d'automatisation caractérisée par des équipements commandés par logique à relayage, que dans la deuxième phase utilisant des automates programmables.

La fabrication comprend cependant plusieurs catégories de personnels :

- les opérateurs des postes robotisés décrits en deuxième partie ;
- les conducteurs d'installation comprenant des surveillants de fours, surveillants de *dispatching*, de sablerie automatisée, etc. ;
- les régleurs décrits en deuxième partie ;
- les responsables de groupe qui remplissent des fonctions d'encadrement.

Ces emplois sont organisés en filière ouverte à la base sur le marché externe et recrutent des gens avec ou sans formation technique. Les travailleurs de l'établissement sont jeunes (moyenne d'âge : 27 ans), le turn-over est faible car selon un responsable de fabrication, la promotion est toujours possible et le contexte économique local « *fait qu'il n'y a plus moyen de trouver ailleurs des salaires supérieurs* ». Selon lui, les régleurs et responsables de groupe ont souvent un CAP de mécanique et bien sûr une expérience professionnelle.

La deuxième phase d'automatisation par l'utilisation des automates programmables aboutit à confier les activités de réglage (qui deviennent des activités de programmation) au service entretien et à spécialiser les régleurs sur les dépannages mécaniques des équipements, ce qui n'exige pas de modification des compétences de cette catégorie. Il est aussi prévu d'affecter des conducteurs d'installation à la surveillance et à l'entretien préventif de groupes de fonderie robotisés, soit de réorienter la fabrication vers la maintenance, laissant au service « entretien » les gros dépannages. Le profil futur de ce conducteur sera, comme l'explique le responsable de la fabrication « *mi-fabrication, mi-maintenance* ».

La multiplication des niveaux d'entretien à laquelle aboutit ce type d'organisation lorsque l'on cumule les niveaux d'entretien de la fabrication et ceux du service d'entretien (deux niveaux pour l'entretien des groupes robotisés) produit une forte parcellisation du travail d'entretien et n'exige par là-même que des compétences limitées à des éléments bien déterminés des équipements.

C'est sans doute pour compenser cette parcellisation du travail que se développent les cercles de qualité et les groupes de travail visant à l'amélioration des moyens et des méthodes d'entretien, et regroupant les conducteurs, régleurs, dépanneurs et techniciens des méthodes de maintenance.

d) La prise en charge par l'entretien de la fabrication entraîne toutefois, dans le cas de l'unité F2, le maintien de postes d'opérateurs en fabrication, chargés d'alimenter le système en données relatives à la gestion de la fabrication : opérateur de lancement, opérateur d'engagement, auxquels on peut ajouter les techniciens responsables de la surveillance des calculateurs de conduite du processus.

Ce travail de fourniture d'informations n'est pas lié aux caractéristiques techniques du processus, y compris dans le cas de la surveillance des calculateurs (le technicien n'étant que le relais des services d'entretien et d'informatique) si bien que ce type de poste est pourvu par du personnel provenant des services de gestion de la production (service planning, service d'ordonnancement) et possédant des formations du type tertiaire (CAP d'employé de bureau) ou une formation générale niveau BEPC, sans formation technique initiale.

Les caractéristiques propres aux contenus d'emplois conduisent donc à identifier ces emplois comme des emplois du tertiaire mais soumis aux conditions de travail propres aux emplois de fabrication dans l'automobile, c'est-à-dire au travail par équipe (en 2 x 8) en atelier contrairement aux emplois tertiaires habituels.

2. LE CONTRÔLE

L'automatisation des tâches de contrôle dans l'unité C2 constitue le prolongement des efforts entrepris dans l'établissement pour augmenter la production en gardant un effectif stable grâce à l'augmentation de la sous-traitance et à l'évolution de la conception du produit et des matériaux utilisés qui permettent une simplification des méthodes d'assemblage. L'embauche n'est toutefois pas totalement interrompue mais doit être aussi réduite que possible.

Le service « contrôle » est composé en grande partie de techniciens dirigés par des cadres (ingénieurs ou diplômés d'IUT et de STS) ainsi que d'un petit nombre d'ouvriers (4). L'automatisation s'est accompagnée d'une différenciation de la catégorie des techniciens, dans les différents domaines du contrôle :

– **En mécanique** l'automatisation du contrôle passe par l'utilisation de l'informatique pour l'enregistrement et le traitement des mesures. Or l'utilisation de l'informatique a commencé à poser des problèmes dès 1975. Les besoins de contrôle sont définis par le bureau d'études « *mais il y a un savoir-faire spécifique au contrôle qu'il faut transmettre à l'informaticien* » (5). Une équipe a donc été constituée pour servir d'interface entre les informaticiens et les techniciens de contrôle, équipe composée de techniciens spécialisés dans la commande numérique et non l'informatique.

Dans d'autres domaines du contrôle mécanique, des équipes de conception et de réalisation des automatismes ont été constituées autour de spécialistes de l'automatisation des systèmes (parfois recrutés au niveau doctorat de troisième cycle).

– **En électronique**, la conception des bancs de test qui inclut leur programmation (au moyen de langages spécifiques d'électroniciens et non d'informaticiens) est réalisée par des techniciens de niveau BTS ou DUT en petit nombre dans le service (trois sur trente) et récemment recrutés. Ces bancs sont contrôlés par des contrôleurs « qualité », spécialisés par produits et d'origine et de formation diverses (bacs techniques, ouvriers venant de l'atelier, anciens militaires).

Les modifications de l'organisation du travail de contrôle sous l'effet de l'automatisation apparaissent donc liées à l'évolution de la gestion du personnel qui tend à acquérir à l'extérieur de l'entreprise (essentiellement les formés de niveau III) les compétences requises pour l'automatisation des procédés de contrôle, et à l'intérieur les compétences requises pour l'utilisation de ces équipements.

Si la réduction au minimum du niveau d'embauche est assurée, cette modalité de gestion et d'organisation du travail entraîne cependant une parcellisation du travail dont les effets négatifs sont combattus par une politique d'enrichissement des tâches qui transformerait le travail de contrôle en travail d'amélioration de la qualité, comme l'explique l'un des responsables « *Il vaut mieux considérer les techniciens comme des hommes « qualité » que comme des contrôleurs. Le contrôle se borne à la détection ; la qualité recherche les possibilités d'action à tous les niveaux pour améliorer la qualité. C'est le travail noble qu'on voudrait développer chez les techniciens* ».

(4) Sur 400 personnes fin 81, on notait 330 techniciens, le reste se partageait moitié-moitié entre cadres et ouvriers.

(5) Selon le responsable de la fonction informatique au département contrôle qui n'est pas informaticien d'origine mais possède un BTS mécanique (fabrication mécanique, option « cellules »).

3. L'ENTRETIEN

L'automatisation en fabrication est à l'origine de modifications des activités d'entretien, soit parce qu'elle introduit ou renforce un découpage des activités fondé sur la structure des matériels automatisés (structure ternaire qui regroupe la partie commande, le procédé, et la partie qui relie la commande au procédé), soit parce qu'elle favorise l'émergence d'une nouvelle articulation entre fabrication et entretien.

D'autres phénomènes interviennent dans l'évolution du travail d'entretien, tels la rationalisation des services d'entretien et le développement des méthodes d'entretien constatés dans l'unité F5, mais ils sont antérieurs aux formes actuelles de l'automatisation (6) et relèvent d'une logique spécifique de développement (7).

La logique programmable des AP et microprocesseurs favorise beaucoup plus que la logique câblée la séparation des interventions de dépannage ayant trait à la partie « commande » de celles qui concernent la partie « opérative ». Elle est aussi à l'origine d'une nouvelle activité, la programmation, qui comprend elle-même plusieurs niveaux allant des modifications les plus simples du programme, à l'élaboration, l'écriture et la mise au point de nouveaux programmes.

Or, les compétences relatives à ces nouvelles activités ne peuvent être développées qu'à partir de connaissances extérieures au processus de travail, soit par formation initiale, soit par stage de formation interne spécifique à un matériel donné et organisé par les entreprises utilisatrices ou les constructeurs de ces matériels. Comme les formations initiales dispensent actuellement de manière assez inégale ces connaissances, favorisant plutôt les formations de niveau III que de niveau V, le mode d'acquisition par formation initiale ou voie interne, n'est pas sans influence sur la répartition des nouvelles activités entre les catégories de personnel d'entretien, soit ici, schématiquement, les ouvriers professionnels et les techniciens.

— Dans l'unité F1, le développement des dispositifs de commandes électroniques apparus avec la seconde génération de matériel a entraîné la formation d'un service de maintenance électronique, formé de techniciens ayant un BTS ou le niveau BTS (BTS d'électronicien), soit quatre techniciens pour le dépannage et trois techniciens et un ingénieur pour l'étude et la mise au point des dispositifs électroniques. Parmi ces techniciens, certains titulaires de BTS sont embauchés sur des contrats à durée déterminée pour la période de mise au point des nouveaux équipements. D'autres appartenant au personnel stable de l'établissement, ont obtenu le niveau BTS à l'issue d'une formation permanente (8), à partir d'une formation initiale de niveau V (BEP d'électronique).

La distinction entre partie commande et partie opérative correspond ici, en ce qui concerne le dépannage, à une distinction entre techniciens en électronique et ouvriers d'entretien ou réglés chargés de l'entretien mécanique ou pneumatique. Toutefois le recrutement de techniciens issus du système éducatif se heurte à des contraintes de gestion du personnel car la mise au point est limitée dans le temps et la fiabilité de l'électronique s'accroît, si bien que la formation interne et l'emploi de personnels temporaires sont utilisés pour limiter l'embauche de techniciens.

(6) Des enquêtes effectuées en 1975 pour le Répertoire français des emplois ont mis en évidence ce phénomène — voir l'emploi-type EL 94 : « préparateur de méthodes d'entretien ». Cahier n°3 du RFE : **Les emplois-types de l'électricité et de l'électronique**. Paris : Documentation Française. Déc. 1975.

(7) Voir l'étude sur la maintenance industrielle, CEREQ à paraître.

(8) Complétée par des stages sur les microprocesseurs, organisés dans le cadre des GRETA.

— Dans l'unité F5, la distinction entre partie commande et partie opérative n'introduit plus une division aussi nette entre les interventions de types mécaniques, électromécaniques ou électroniques, du fait de l'utilisation d'automates programmables et non de microprocesseurs comme précédemment. Les AP se caractérisent en effet par un langage d'utilisation proche de celui des électromécaniciens (logique à relais, puis sur les AP les plus récents, le GRAFCET). Deux niveaux de maintenance ont été mis en place : celui des ouvriers professionnels qui utilisent l'AP pour rechercher les pannes de la partie opérative mais peuvent aussi intervenir sur l'AP pour changer des cartes et celui des techniciens qui interviennent pour la remise en état des cartes et surtout pour la modification des programmes de l'AP.

Ces deux niveaux ont correspondu d'emblée, dès la mise en route de l'usine, à des niveaux d'embauche : lors de la première étape, vers 1974-1976, les ouvriers étaient recrutés avec des CAP pour intervenir sur les dispositifs à relais et les techniciens avec des BTn ou BTS pour la partie électronique.

La diffusion des AP dans une seconde étape a entraîné la formation des techniciens au langage des AP. Cette formation était composée d'un stage chez le constructeur (deux semaines) et d'un stage de six mois dans un service spécialisé du groupe auquel appartient l'établissement, pour apprendre l'écriture des programmes.

L'étape actuelle se caractérise par l'introduction de nouveaux AP utilisant le GRAFCET, et pour lequel les techniciens ont été formés par stage chez le constructeur. Mais ce langage est maintenant enseigné aux ouvriers d'entretien du premier niveau car il est suffisamment général pour être utilisé par des électroniciens, pneumaticiens et électromécaniciens.

Le mode d'acquisition des compétences repose donc en grande partie sur la formation interne, qui affecte inégalement les catégories d'ouvriers et de techniciens. Si la diffusion du GRAFCET contribue à rapprocher ces catégories, il reste que ce langage ne s'applique qu'à la partie « séquentielle » de l'AP et non aux traitements en valeur que les nouveaux AP sont susceptibles d'effectuer.

Ces calculs demandent une bonne connaissance de la programmation des AP et donc une formation supplémentaire, qu'il n'est cependant pas impossible d'acquérir sur la base d'une formation initiale de niveau V, comme l'exprime l'un des responsables de la maintenance : « *les fonctions de calcul, de traitement de valeur ne sont pas accessibles aux gens du premier niveau qui ont un CAP ou même un BP quelles que soient leur dextérité, leur valeur, sauf exception, mais alors ils deviennent eux-mêmes agents techniques, par promotion et avec une formation prolongée* ». Cette formation prolongée est indispensable « *car les CAP d'électrotechnique n'ont pas de connaissance d'électronique. Les seuls formés qui ont des connaissances d'électronique industrielle sont des BTS* ».

C'est pourquoi la formation des ouvriers devenant agents techniques est composée de stages successifs portant sur l'électronique à différents niveaux, les composants, etc. avec des durées de deux à quatre semaines, soit deux à trois mois sur une année, et effectués moitié dans l'établissement, moitié au service de formations du groupe à Paris.

Il existe ainsi deux modes d'accès aux emplois d'entretien dans l'établissement : le recrutement de techniciens et la promotion d'ouvriers. Ces modes sont partiellement substituables en fonction des contraintes de la gestion de la main-d'œuvre. En effet, le recrutement de techniciens ayant un BTS est limité par les possibilités de carrière « *on ne peut pas non plus engager que des BTS car ils ne viennent pas là pour être agent technique toute leur vie. Un BTS a une ambition de carrière qui dépasse ce stade-là* », et l'accès sélectif des OP à la catégorie techniciens devient indispensable : « *donc, on est condamné à donner une formation d'électronicien à des gens qui n'ont pas appris cela à l'école* ».

— On retrouve dans l'unité F4 cette dualité des modes d'accès pour les mêmes raisons que précédemment : limitation du nombre de techniciens ayant une formation de niveau III en fonction des possibilités de carrière offertes et formation interne d'électronique (9) des électriciens d'entretien ayant une formation initiale en électrotechnique (CAP).

— Les unités F2 et F3 appartiennent à un établissement qui possède un service d'entretien électrique centralisé, comprenant des ouvriers professionnels d'entretien (environ 1 000), une maîtrise ayant l'autorité hiérarchique et des techniciens ayant l'autorité technique (200 personnes pour ces deux catégories). L'importance des effectifs renvoie, en partie, au rôle que joue l'entretien dans la fabrication (voir deuxième partie). Les ouvriers sont recrutés avec des formations initiales de niveau V (CAP et BEP d'électronique par exemple).

Les ouvriers affectés aux unités F2 et F3 interviennent sur les parties opératives des SPM ou de la ligne robotisée pour dépanner les organes électriques mais aussi souvent mécaniques ou hydrauliques, avec dans ce cas une aide des autres ouvriers d'entretien spécialisés en mécanique ou en hydraulique. Ils utilisent les systèmes d'aide ou diagnostic tels que les consoles de visualisation pour les SPM ou des terminaux branchés sur l'ordinateur qui commande la ligne robotisée et qui permettent de localiser la panne sur la ligne.

Les techniciens interviennent peu en dépannage et il n'y a qu'un seul poste de technicien affecté en permanence à la ligne robotisée pour la surveillance du système informatique et surtout la programmation des interfaces robots-calculateur central.

La division entre ouvriers professionnels d'entretien et techniciens repose donc bien sur la distinction entre partie commande et partie opérative des équipements automatisés. Les interventions sur le procédé lui-même (ici le soudage électrique par point) sont davantage le fait du service de méthodes qui détermine les paramètres.

L'évolution du mode d'acquisition des compétences dans cet établissement s'est traduite par la mise au point d'un plan de formation extrêmement détaillé, dont la mise en œuvre commençait au moment de l'enquête.

(9) Formation interne à la branche et non dans le cadre de l'établissement pour l'électronique : stages de quelques jours auprès des méthodes pour se familiariser avec les robots et les AP.

Simultanément, une filière nouvelle était créée pour les ouvriers professionnels d'entretien de façon à permettre le prolongement de la carrière après l'échelon du P3 sans déboucher sur la filière « technicien ».

Les liaisons entre formation interne et classification sont très précises. Par exemple le passage de P1 à P2 comprend un stage de formation générale d'électricité et d'électronique, le passage de P2 à P3 une initiation à la logique à relais, aux automatismes programmés et à l'informatique, puis au-delà du P3, une spécialisation sur un type d'équipement automatisé (ici les automatismes des SPM ou les robots par exemple). Selon le responsable de la maintenance « *seule la spécialisation permet de faire de bons professionnels* ». Les connaissances portant sur la partie commande sont donc acquises par formation interne mais elles n'ont pour objectif que de permettre l'utilisation des systèmes informatisés d'aide au dépannage.

CONCLUSION

Dans la mise en place des nouvelles formes d'automatisation, certains aspects de l'organisation du travail ne peuvent s'expliquer que si l'on fait intervenir des éléments propres à la gestion de la main-d'œuvre. Si celle-ci a pour fonction d'apporter à l'organisation du travail les différentes catégories de main-d'œuvre requises, elle n'exerce cette fonction qu'à travers un système de classification qui pré-existe aux modifications technologiques et se procure des travailleurs sur des marchés déjà structurés par la distribution des formations dans le cas du marché externe, par le système de classification dans le cas du marché interne.

— **Les problèmes de classification qui sont ré-activés par l'automatisation** touchent plusieurs catégories professionnelles : ouvriers de fabrication, régleurs, professionnels d'entretien et techniciens.

En fabrication ces problèmes concernent une population qui est généralement d'autant plus précisément classifiée que son contenu d'emploi se prête à un découpage strict et formel des tâches. L'automatisation réorganise le travail de fabrication en profondeur et, par la suppression du travail direct, facilement descriptible et donc classifiable, enlève aux classifications leur base empirique, immédiate, réintroduisant une indétermination dont la levée constitue alors un enjeu :

- enjeu pour les travailleurs, classés en OS le plus souvent et dont le passage aux échelons de P1 ou P2 et l'accès au statut d'ouvrier professionnel sont d'autant plus revendiqués que le principe de « saturation du temps de travail » et la complexité des matériels automatisés conduisent les organisateurs du travail à affecter aux surveillants-opérateurs une partie du travail d'entretien traditionnellement à la charge d'ouvriers qualifiés, professionnels d'entretien ou régleurs ;

- enjeu pour l'entreprise qui peut paraître minime dans la mesure où seules de petites populations sont actuellement touchées par l'automatisation, mais qui le sera de moins en moins avec la diffusion de ces technologies.

Les régleurs qui constituaient une catégorie intermédiaire entre la fabrication et l'entretien, tant du point de vue du contenu du travail que de celui de la classification, disparaissent généralement, par suite de l'imputation des tâches de réglage aux techniciens sous forme de programmation de la « partie commande » des automatismes et dans une certaine mesure, aux surveillants-opérateurs sous forme de petit entretien de la partie opérative.

En entretien, les modifications technologiques s'appliquent surtout aux organes de commande et, particulièrement, aux actionneurs pneumatiques et hydrauliques. Elles impliquent une évolution des modes de représentation des systèmes automatisés, soit parce que le dépannage et la programmation des automates programmables exigent une grande familiarité avec les différentes formes de logique câblée

(représentation par une logique à relais, une logique booléenne, ou le GRAFCET) et, dans certains cas, de logique programmable, soit parce que le passage d'éléments de nature électromécanique à des éléments pneumatiques, hydrauliques et électroniques modifie la symbolisation des schémas et les nomenclatures utilisées. Or la majeure partie des ouvriers d'entretien ne possède pas, de par leur formation à base électromécanique, les connaissances immédiatement nécessaires à l'utilisation de ces automatismes (1).

Du point de vue de la gestion de main-d'œuvre, il existe alors deux moyens de résoudre ce problème :

- en recrutant des techniciens qui les possèdent potentiellement grâce à leur formation (niveau III ou plus rarement niveau IV) ;
- en formant des ouvriers d'entretien.

Le plus souvent ces deux modalités sont utilisées en même temps si bien que les distinctions introduites entre ouvriers et techniciens par les classifications sont là aussi partiellement remises en cause.

Si l'enjeu consiste, pour les ouvriers professionnels d'entretien à accéder à la catégorie « technicien » il consiste pour l'entreprise, au-delà du coût salarial, à essayer de réguler ces passages par l'organisation de plus en plus précise de filières internes de promotion dont chaque étape est subordonnée à l'acquisition de connaissances à travers des stages de formation internes ou externes à l'entreprise.

Au-delà du passage ouvrier technicien, les pratiques actuelles de gestion de main-d'œuvre tentent aussi de maîtriser la croissance de la catégorie des techniciens, dont les formes d'automatisation actuelles, par la séparation qu'elles permettent entre partie commande, partie opérative et procédé, favorisent l'extension en mettant sur le marché des vagues successives de systèmes de commande qui ne peuvent être utilisés efficacement sans connaissances précises d'informatique industrielle. Il en est de même de la robotique au sens strict bien que sa diffusion soit encore limitée.

— **L'intensification du recours à la formation initiale ou permanente**, que l'on observe dans les unités enquêtées semble indiquer que l'adaptation aux nouvelles technologies est de moins en moins assurée par le transfert d'expérience professionnelle des anciens aux nouveaux équipements, tant en ce qui concerne les emplois de fabrication que ceux de l'entretien. Or les nouveaux équipements se caractérisent à la fois par leur structuration (PO-PC/procédé) et par une efficacité fortement liée à un entretien et à une surveillance constants du fait de leur complexité.

Dans leur état actuel, les systèmes automatisés ne fonctionnent sans aléas dans aucune des unités enquêtées : dans les formes d'automatisation qui visent la rentabilité, l'élimination des lacunes de l'automatisation impliquerait un coût trop important et n'est donc pas recherchée, mais si cette élimination est recherchée dans les formes d'automatisation qui visent la flexibilité, elle n'est que partiellement atteinte, au

(1) Les automates programmables ont été mis au point de façon à ce que les utilisateurs familiers de la logique câblée (ayant par exemple suivi une formation de type CAP ou BEP d'électrotechnique, option « électromécanique ») puissent transposer leurs connaissances sur des dispositifs qui fonctionnent selon une logique programmable. Cependant les aptitudes mobilisées dans la compréhension d'un schéma logique fixé une fois pour toutes et celles qui permettent de modifier les schémas et d'en écrire la programmation aussi souvent qu'il est nécessaire sous forme d'une suite d'équations logiques ne sont pas les mêmes et les secondes résultent probablement d'un entraînement intensif de la résolution de problèmes logiques qui caractérise beaucoup plus les formations de niveau III que celles de niveau V.

prix d'une multiplication des niveaux d'entretien qui intègrent des tâches de surveillance.

Si les aléas apparaissent le plus souvent comme le produit d'imperfections techniques, leur résolution n'est jamais purement technique et le degré de prévisibilité de processus de fabrication est bien une caractéristique de l'organisation productive dans son ensemble. Les compétences et savoir-faire nécessaires pour atteindre le degré de prévisibilité requis consistent en partie dans des connaissances liées à la partie « commande » des automatismes, connaissances récentes et en évolution rapide. Or, ces connaissances sont inégalement distribuées dans les différentes catégories de main-d'œuvre.

Si l'on examine les connaissances regroupées sous le terme « *d'informatique industrielle* », on remarquera que leur introduction dans les entreprises semble s'effectuer par le recrutement de nouveaux techniciens qui se spécialisent dans la programmation, donc par voie de formation initiale pour cette catégorie. Il s'y ajoute une formation interne, en relation avec une expérience professionnelle, pour une partie des ouvriers d'entretien. Par contre la formation interne des opérateurs, rarement observée, se limite à la partie « opérative » des systèmes. Le dispositif de formation initiale dans cette spécialité est en voie de constitution (2) et on peut se demander si l'on ne retrouvera pas, à terme, une structuration du dispositif semblable à celle que l'on observe dans le domaine de l'informatique de gestion. Dans ce dernier domaine, le dispositif de formation mis en place se caractérise par son intégration à la hiérarchie des niveaux de formation du système éducatif et, par là, « *reproduit et renforce l'organisation du travail* » (3).

Une structuration semblable en informatique industrielle ne contribuerait-elle pas à renforcer voire à amplifier, les modes actuels d'acquisition des compétences et à rigidifier des pratiques de gestion de main-d'œuvre qui correspondent à une grande diversité d'enjeux ?

(2) Avec par exemple, les projets de création de formation spécialisée dans l'informatique industrielle au niveau III.

(3) COSSALTER et DENIS *op. cit.* p. 82.

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 2 : LES PME ET LA COMMANDE NUMÉRIQUE
par William Cavestro

Introduction

Chapitre 1 : Les PME et l'automatisation

1. *Une difficulté : la mesure de l'automatisation. Le matériau statistique*
2. *Un constat : la faiblesse de l'automatisation des PME*
3. *Le contexte de crise et l'évolution de la sous-traitance*
4. *Un ajustement difficile de l'offre : la situation de la machine-outil française*

Chapitre 2 : Division du travail, évolution des qualifications et formation

1. *Avant la commande numérique : des formes hétérogènes de division du travail*
2. *La division du travail en programmation*
 - 2.1. Les variantes
 - 2.2. L'évolution du contenu des tâches
3. *Qualification ou déqualification des opérateurs ?*
4. *Politique de recrutement et de formation*
 - 4.1. Les profils de recrutement en programmation
 - 4.2. Les profils en commande numérique

Conclusion

Annexes

Annexe 1 : Fiches descriptives d'établissement

Annexe 2 : Annexes statistiques

Bibliographie

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 (MOCN) 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

Reproduction autorisée à la condition expresse
de mentionner la source



Centre d'Etudes
et de Recherches
sur les Qualifications

9, RUE SEXTIUS MICHEL, 75732 PARIS CEDEX 15 - TEL. 575.62.63