

# VERS L'ATELIER FLEXIBLE ? UN NOUVEAU STADE DANS L'AUTOMATISATION DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES

par Olivier Bertrand

*Le nouvel atelier de Renault Véhicules Industriels (RVI) à Bouthéon, de même que l'abondante littérature sur l'automatisation au Japon et l'émergence de « l'usine sans hommes » ont mis à l'ordre du jour la notion d'atelier flexible. De quoi s'agit-il ? Comment se situe cette innovation dans l'évolution vers l'automatisation industrielle ? Quel peut être son impact sur le travail, la qualification et la formation ? Ces questions sont évoquées dans cet article et auront leur prolongement dans d'autres articles consacrés aux problèmes posés par l'automatisation.*

L'automatisation touche différents domaines...

L'évolution de l'automatisation dans l'industrie peut être analysée soit du point de vue des techniques utilisées, soit du point de vue de leur champ d'application. A cet égard, il y a lieu de distinguer :

— l'automatisation de la production en continu des biens intermédiaires, c'est-à-dire à l'état liquide, gazeux ou en « phase élastique » (production de fonte, d'acier, de ciment, chimie lourde, etc.) ;

— l'automatisation de la production manufacturière, en discontinu, concernant « des pièces bien isolables ou des ensembles bien identifiés de pièces » [1].

Il s'agit notamment des industries mécaniques, électriques et électroniques ainsi que de celles de la chaussure, de la confection, etc.

Ceci correspond à une partition fondamentale tant sur le plan technologique qu'en ce qui concerne les modes de travail humain et donc les qualifications concernées.

Mais à côté de ces transformations matérielles, l'automatisation touche aussi la gestion de la production, en particulier la régulation de l'acheminement des pièces et de l'approvisionnement des machines grâce à l'informatique.

L'automatisation de la production en continu des biens intermédiaires est la plus avancée en raison de la taille des installations et de la puissance nécessaire qui dépassaient les capacités humaines, ou à cause de la nécessité de contrôler les conditions physico-chimiques par des capteurs se substituant aux sens de l'homme, d'où des chaînes de mesure et l'automatisation [2].

Aujourd'hui cette automatisation est illustrée par le fonctionnement des hauts fourneaux ou des usines pétro-chimiques : dans une salle de contrôle, grâce à de nombreux tableaux et écrans de visualisation et avec le concours d'un ordinateur, un très petit nombre de surveillants-opérateurs de production centralisée veillent à la bonne marche de l'installation et n'interviennent qu'en cas d'incident.

... et procède par étapes

L'automatisation des industries manufacturières s'est développée depuis les années 50. Elle consistait à rendre automatiques ou semi-automatiques les machines-outils grâce à des dispositifs mécaniques (comes) permettant de répéter un cycle d'opérations, puis à relier ensemble ces machines par des systèmes de manutention et d'approvisionnement conçus suivant le même principe. Ce sont les machines-transfert dont l'incidence sur le travail et la qualification a été souvent étudiée, notamment pour l'industrie automobile par Alain Touraine [3].

Toutefois l'utilisation de ce type d'équipement restait limitée à la fabrication en grande série (essentiellement à l'usinage) en raison de la difficulté (ou, pour les machines-transfert, de la quasi-impossibilité) de les reconverter lors de changement de fabrication. Pour l'usinage de prototypes ou de petites séries, le travail individuel sur machines-outils traditionnelles reste prédominant tandis que l'assemblage et la finition se font toujours essentiellement à la main (sur chaînes pour les grandes séries).

Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

Comme le montre bien l'histoire des innovations, celles-ci résultent généralement de la rencontre d'une demande (socio-économique) et d'un potentiel (technique). C'est bien le cas avec ce que l'on peut appeler la deuxième vague d'automatisation qui prend actuellement toute son ampleur.

La deuxième étape répond à des besoins économiques...

La demande est due à la fois à l'intensification de la concurrence internationale au début des années 1970 et à la crise économique de la fin de cette période. Il en résulte des variations rapides du niveau de production et des changements de type de produits liés au renouvellement de leurs caractéristiques techniques et de leur présentation, aussi bien qu'à l'instabilité du marché. La volonté de réduire les stocks contribue également à raccourcir les séries. C'est pourquoi la flexibilité est désormais partout à l'ordre du jour.

... et à des possibilités techniques

Mais pour assurer la flexibilité en fabrication, il faut que la technique le permette. Les progrès foudroyants de l'électronique et de l'informatique sont venus à point pour répondre à cette demande en permettant de construire, à des prix de plus en plus bas, des équipements de fabrication programmables donc facilement adaptables aux changements de production.

Trois types d'équipements programmables...

Ces équipements sont essentiellement de trois types :

- les *machines-outils* à commande numérique utilisées en usinage (principalement tours, fraiseuses, aléseuses), apparues dès les années 60 et largement diffusées en France à partir de la fin des années 70 et, plus récemment, les centres d'usinage permettant une succession d'opérations variées ;
- les *robots*, dont l'utilisation industrielle commence à se développer, notamment pour la soudure et la peinture, et peut intéresser de plus en plus l'assemblage ;
- et les *automates programmables*, comportant un micro-calculateur et permettant une commande adaptable d'une installation industrielle ou d'une machine-outil.

Ces équipements sont susceptibles de se combiner : un automate programmable peut donner plus de flexibilité à une machine-outil et un robot peut assurer son alimentation. Ceci constitue l'amorce d'une cellule flexible.

Et l'informatisation de la gestion...

Parallèlement, la gestion de la production utilise de plus en plus l'informatique pour répondre au souci de mieux utiliser l'appareil productif et de réduire les stocks (suivant en cela l'exemple japonais). L'informatique permet d'abord de mieux connaître l'état de ceux-ci, la progression des commandes et les conditions d'utilisation des machines (1). Au stade supérieur, elle permet une recherche de l'optimisation des différentes données.

... débouchent sur l'atelier flexible...

L'atelier flexible consiste généralement en un regroupement de plusieurs machines-outils réunies par un dispositif de manutention et d'alimentation automatique et pilotées par un ordinateur central qui assure la coordination de l'ensemble et l'utilisation optimale des machines.

... où plutôt sur une diversité de systèmes flexibles

En fait on constate que les définitions sont plus ou moins restrictives (2) et que les réalités recouvertes par l'expression « atelier flexible » sont très variables :

— suivant le type de production, il peut s'agir d'usiner des pièces de dimensions et de formes très variables, en quantité également variable depuis la fabrication quasiment unitaire jusqu'à la moyenne série (plusieurs centaines de pièces semblables). Par conséquent, le système choisi privilégiera plus ou moins la manutention automatique (par exemple en utilisant des chariots guidés au sol et susceptibles de suivre un itinéraire complexe fixé par l'ordinateur comme chez RVI à Bouthéon) ou la facilité de changement de production. De plus, la survivance des opérations manuelles (de montage de pièces) sera plus ou moins importante ;

— suivant le degré de sophistication technique des équipements (au Japon, certains ateliers utilisent des machines-outils traditionnelles) et surtout du système de pilotage. Chez RVI, celui-ci peut donner à chaque instant l'état des opérations mais il peut aussi réagir aux incidents (pannes) en changeant les affectations de pièces aux machines et les itinéraires des chariots.

Chez Fujitsu Fanuc, une salle de contrôle très semblable à celle d'une industrie en continu permet de visualiser

(1) D'après une étude américaine, 75 % des fabrications mécaniques sont constitués par des lots répétitifs de moins de 25 pièces. Celles-ci passeraient 95 % du temps en attente et 5 % sur machine dont 70 à 80 % de ce dernier en réglage et positionnement. Cité dans le rapport de la mission CETIM au Japon, *Les systèmes et ateliers flexibles de production mécanique au Japon*, Centre d'études techniques de l'industrie mécanique, Senlis, octobre 1980.

(2) Un récent rapport au Conseil économique et social donne la définition suivante de l'atelier flexible, « atelier piloté en temps réel par un ordinateur : son objectif est d'optimiser l'utilisation des machines, de réduire au maximum les en-cours et d'accélérer le passage de pièces à travers l'atelier », rapport présenté par M. Y. Lasfargues, *Journal Officiel* du 2 avril 1982.

constamment sur des écrans les opérations en cours sur les différentes machines et d'enregistrer les diagnostics d'incidents (ex. casse des outils).

La diversité des systèmes (3) incite à préférer l'utilisation d'un terme plus vague : celui de système flexible de production (en anglais, *flexible manufacturing system*), étant entendu que la prudence s'impose lorsque l'on cherche à comparer les réalisations.

#### Deux interrogations

Ces développements spectaculaires posent au moins deux séries de questions concernant d'une part l'impact actuel et les perspectives de diffusion des systèmes flexibles et d'autre part, leur incidence sur le travail, la qualification et la formation.

#### Un champ potentiellement important

Le champ possible de diffusion des ateliers flexibles correspond essentiellement à l'usinage de pièces mécaniques en moyenne série. Il recouvre en partie celui de la machine à commande numérique, au milieu d'une courbe dont les extrémités sont occupées par la ligne transfert (maximum de productivité sans flexibilité) et par la machine-outil individuelle [maximum de flexibilité avec faible productivité (4)].

Les premiers systèmes flexibles ont été installés aux Etats-Unis il y a une dizaine d'années. On estime leur nombre actuel entre dix et vingt-cinq, le rythme de progression paraissant inférieur à celui qui était prévu.

Au Japon, au contraire, le démarrage est plus récent mais la croissance est très rapide et les estimations concernant les systèmes installés varient entre vingt-cinq et cent.

#### Mais des réalisations modestes

En France, on assiste seulement au démarrage de cette formule, dont deux exemplaires sont en fonctionnement :

— celui de Caterpillar à Grenoble ne répond pas aux spécifications définissant l'atelier flexible au sens strict : la manutention est toujours commandée par un ouvrier qui assure aussi l'affectation des pièces aux machines car il n'y a pas de pilotage par ordinateur. Par contre, les caractéristiques des machines, les modalités de montage et la manutention sont conçues pour limiter au minimum les

(3) Certains auteurs incluent les ensembles de robots réalisant une succession de soudures (exemple à l'usine Renault de Douai) dans la catégorie des ateliers flexibles, au même titre que les ateliers de mécanique faisant surtout de l'usinage à l'heure actuelle. F. Leveux, « Quelques réflexions sur l'automatisation des industries manufacturières », *Annales des Mines*, n° 5-6, 1982.

(4) Selon certaines estimations, en 1980, un tiers de la production manufacturière était assuré par des lignes-transfert, un tiers correspondait au champ de pénétration de la commande numérique et un tiers restait encore au niveau de la machine individuelle, F. Leveux, art. cit.

interventions humaines — notamment les plus pénibles — et pour assurer une utilisation optimale des machines ;

— celui de Renault Véhicules Industriels à Bouthéon (près de Saint-Etienne) permet de fabriquer une nouvelle gamme de carters de boîtes de vitesse avec les dispositifs les plus sophistiqués, aussi bien pour la manutention que pour le pilotage.

Avec un développement aussi limité, les systèmes flexibles peuvent-ils constituer un objet d'étude significatif n'ayant pas seulement une valeur anecdotique ?

Deux réponses sont possibles :

— le fait qu'il ne s'agisse pas de dispositifs figés et que leur avenir reste largement ouvert est une source d'intérêt. A cet égard, il faut signaler l'expérience de la Société Z.F. à Friedrichshafen (RFA) dont le système flexible a bénéficié d'une subvention à condition de servir de terrain d'observation avec la participation de tous les partenaires sociaux ;

— constituant un cas limite dans l'évolution de l'automatisation, les systèmes flexibles risquent d'être particulièrement révélateurs des problèmes qu'ils posent.

#### Les problèmes posés...

Or, on peut se demander si les problèmes qui conditionneraient dans une large mesure le développement et l'utilisation efficace des systèmes flexibles, ne sont pas précisément ceux qui concernent l'organisation du travail et la gestion de la main-d'œuvre.

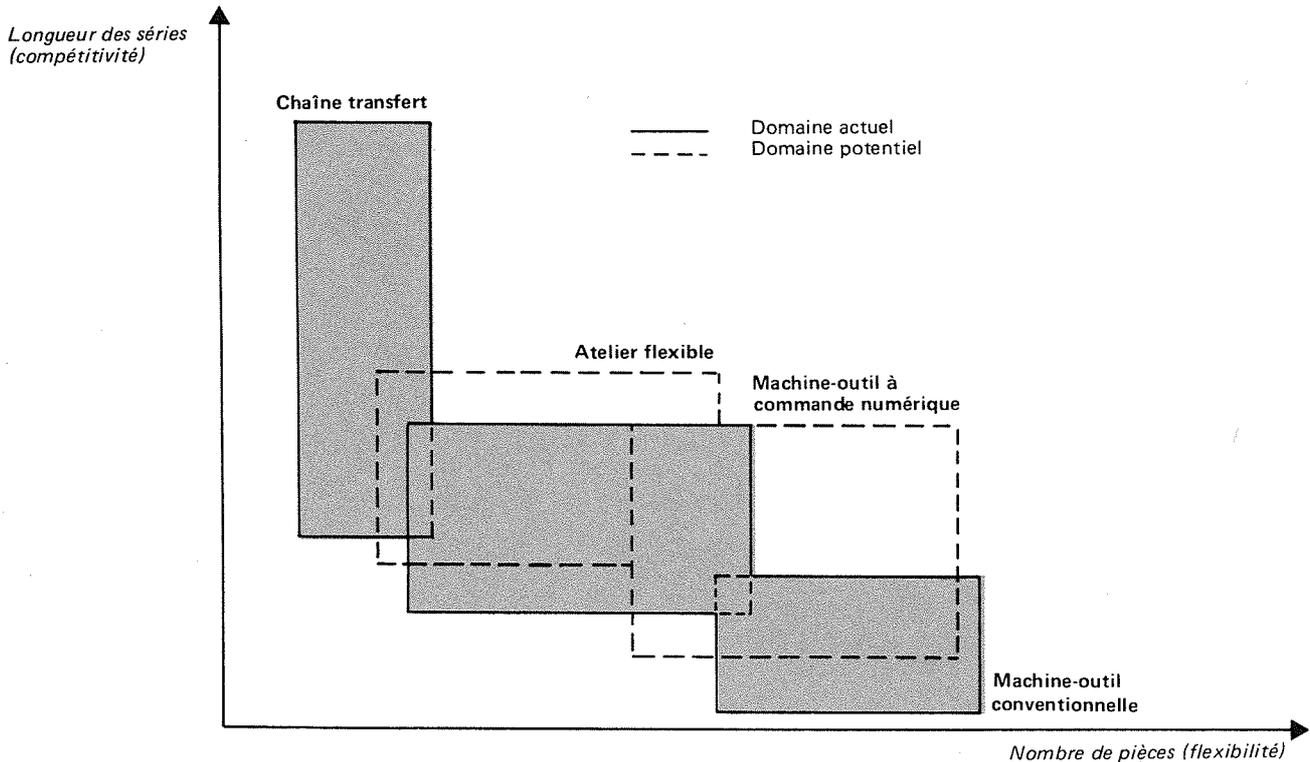
... Seraient moins techniques qu'organisationnels et humains...

Une étude américaine récente consacrée au fonctionnement effectif des systèmes flexibles existants suggère, en effet, que « *trop d'attention a été apportée au développement technique et pas assez aux ajustements nécessaires en matière d'organisation. Il y a eu, en conséquence, une inadéquation entre les besoins de la technique et les compétences, comportements, besoins et valeurs incarnés par la structure socio-technique des entreprises. Les technologies nouvelles ont donc soulevé des problèmes de compétences et de motivation que les directions, les techniciens et les ouvriers ont de grandes difficultés à résoudre* » [4].

Plus concrètement, les problèmes posés en matière de travail, de qualification et de formation peuvent être définis comme suit :

— les conditions d'utilisation des systèmes flexibles et l'impact sur le travail de nuit : ce dernier va-t-il s'étendre afin d'amortir des investissements très lourds ou, au contraire, se réduire grâce à une automatisation totale ?

## DOMAINE D'APPLICATION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'AUTOMATISATION



— la nécessité de faire fonctionner des équipements complexes et diversifiés avec une équipe très restreinte va-t-elle remettre en cause le schéma d'organisation taylorien et constituer un facteur d'enrichissement des tâches et de polyvalence ? ou bien, au contraire, la maîtrise croissante des programmes et des processus par des systèmes informatisés va-t-elle dessaisir davantage les ouvriers et mettre en cause leur compétence ? Quelles seront les incidences sur la formation ?

— comment se font l'affectation à ces emplois nouveaux, les itinéraires professionnels et les systèmes de classification ?

— dans quelle mesure les divergences entre les solutions adoptées par différents pays s'expliquent-elles uniquement par des facteurs techniques (conditions de production, types d'équipement) ou bien par la spécificité des politiques d'entreprises, ou encore par celle du contexte socio-culturel propre aux différents pays ?

Il est trop tôt pour prétendre apporter une réponse à ces questions pour les réalisations françaises encore très récentes (5). Mais compte-tenu de l'expérience plus ancienne de certains pays étrangers, une approche comparative devrait être particulièrement intéressante dans ce

domaine. C'était le sens d'une réunion tenue à Friedrichshafen en juillet 1982, qui a permis une première confrontation (6).

Olivier Bertrand  
responsable de la Mission internationale  
et des stages du CEREQ

## Bibliographie

- [1] G. d'Aumale : « L'usine automatique est-elle pour demain » ? *Annales des Mines*, n° 5-6, 1982.
- [2] Ibid ainsi que dans le même numéro : « Les nouveaux concepts de l'automatisation », par J.F. Le Maître.
- [3] *L'évolution du travail ouvrier aux usines Renault*. Éditions CNRS, Paris, 1955.
- [4] *Coping with advanced manufacturing technology*, par M. Blumberg et D. Gerwin. School of Business Administration. University of Wisconsin, juin 1982.

(5) Un troisième projet doit entrer en fonctionnement chez Citroën à Meudon à la mi-83.

(6) Un compte rendu détaillé a été publié par l'Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung à Munich sous le titre *Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft* par Burkart Lutz et Rainer Schultz-Wild.

