

RUBRIQUE DES LIVRES

par M. CROUHY

Professeur associé au CESA (HEC-ISA-CFC)

I - LE DOSSIER : CAO/FAO

Glossaire :

Quelques sigles abrégatifs reviennent souvent dans la littérature. En voici la signification ; entre parenthèses figurent la traduction française et le sigle correspondant quand il existe.

CAD : Computer-Aided Design (CAO : Conception Assistée par Ordinateur)

CAM : Computer-Aided Manufacturing (FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur).

CAPP : Computer-Aided Process Planning (Génération automatique des gammes).

CAE : Computer-Aided Engineering (Analyse structurelle assistée par ordinateur).

NC : numerical Control (machine à commande numérique).

DNC : Direct numerical Control (machine à commande numérique pour laquelle un ordinateur envoie directement à la machine outil les instructions concernant la fabrication d'une pièce, évitant ainsi la phase de génération des bandes perforées).

GT : Group Technology (Technologie de groupes).

Bibliographie

Voici une liste de quelques titres qui constituent une introduction assez complète à l'approche CAO/FAO. Dans les commentaires qui suivent, nous nous référerons à ces publications en mentionnant le numéro entre crochets qui précède la référence.

(1) HALEVI Gideon (1980), The role of Computers in manufacturing processes, Wiley.

(2) HYDE William F (1981), Improving productivity by classification, coding, and data base standardization : The key to maximizing CAD/CAM and Group Technology, Marcel Dekker, 332 pages.

(3) KINNUCAN Paul (1982), Computer-Aided Manufacturing aims for integration, High Technology, (may-june), pp! 49-56, (revue mensuelle publiée par Technology Publishing Company à Boston. Publication remarquable et passionnante qui fait état de réalisations industrielles et de découvertes technologiques aux confins de la fiction).

(4) MERMET Jean, Editeur, (1981), CAD in medium sized and small industries : Proceedings of the first european conference on computer aided design in medium sized and small industries, MICAD 80, Paris 23-26 September 1980, North Holland Publishing Company, 670 pages.

Cet ouvrage rassemble dans une version éditée les conférences du MICAD 80.

La première partie est consacrée à des articles généraux et méthodologiques classés en cinq rubriques : méthodologie et prospective dans le domaine de la CAO, conditions de travail et CAO, gains de productivité associés à la CAO, formation des utilisateurs, logiciels et matériels.

La deuxième partie présente des études de cas dans les secteurs de l'électronique, du bâtiment et des travaux publics, de la mécanique et des biens de consommation.

(5) TARAMAN Khalil, Editeur, (1980), CAD/CAM : meeting today's productivity challenge, publié par CASA of SME (The Computer and Automated Systems Association of the Society of Manufacturing Engineers), Marketing Services Department, One SME drive, P.O. Box 930, Dearborn, Michigan 48128.

Cet ouvrage consiste en une collection de quatorze articles qui traitent principalement de l'intégration CAO/FAO ; la plupart sont accompagnés d'exemples détaillés.

Le premier article de prospective définit les caractéristiques de "l'usine du futur", complètement automatique et entièrement contrôlée par un réseau d'ordinateurs. Suit la présentation générale du projet d'"usine du futur" (ICAM : Integrated Computer Aided Manufacturing) développé par l'armée de l'air américaine. Ce projet monumental représente un investissement de l'ordre de 100 millions de dollars. Le troisième chapitre traite de l'intégration CAO/FAO en terme de réseau d'ordinateurs.

Le chapitre quatre illustre de façon intéressante comment, chez Northrop, le dessin automatique assisté par ordinateur combiné à l'analyse structurale automatique, a permis d'obtenir simultanément une amélioration sensible de la qualité et des gains de productivité considérables (amélioration des ratios de productivité dans un rapport de 9 à 1). Par ailleurs, un exemple d'aile d'avion détaille les différentes étapes d'intégration CAO - "CAE" - Conception finale du produit - Simulation des outillages - programmation des machines outils à contrôle numérique - fabrication - contrôle de qualité. Contrairement aux approches manuelles traditionnelles, la conception de dessins assistée par ordinateur permet de mettre à plat des formes géométriques extrêmement complexes. Ceci rend alors possible à l'usinage, l'utilisation d'équipements moins complexes, et conduit par conséquent à la diminution de la valeur du parc machines.

Le chapitre cinq présente le même type d'approche qui est en cours de développement chez Pratt et Whitney pour la production des aubes de réacteurs d'avion. Dans ce cas, c'est la fabrication des matrices de forge qui est entièrement intégrée à la phase CAO. L'ordinateur permet de passer directement, de la description géométrique des pièces de moteur, aux instructions programmées d'usinage pour la fabrication des outillages de forge sur des machines à commande numérique.

La présentation du système de General Electric (4, pp. 47-68) constitue un excellent complément aux deux articles précédents.

Le chapitre six analyse les problèmes de mise en oeuvre des systèmes CAO/FAO.

Les problèmes que pose l'utilisation des robots dans le cadre d'un système FAO sont décrits au chapitre sept.

Un cadre d'analyse coûts-avantages des systèmes CAO/FAO fait l'objet du huitième article.

Enfin, ce livre s'achève sur la description d'applications dans différents secteurs d'activité.

COMPLEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

1 - Ceux qui souhaiteraient approfondir les domaines CAD/CAM, GT, classification et codification, peuvent écrire à la société de recherche (à but non lucratif) suivante, pour obtenir la liste de ses publications et recevoir les informations sur les manifestations qu'elle propose :

Computer Aided Manufacturing, International, Inc, 611 Ryan Plaza Drive, suite 1107, Arlington, Texas 76011 - USA.

Cette société organise chaque année une ou plusieurs conférences de très haut niveau sur ces sujets et en publie les comptes rendus. J'ai eu l'occasion de consulter quelques volumes. Les thèmes abordés sont très spécialisés et d'une grande variété, notamment au niveau des applications.

2 - Autofact West, CAD/CAM VIII, compte rendu d'une conférence * tenue à Anaheim en Californie du 17 au 20 novembre 1980. Deux volumes publiés par Society of Manufacturing Engineers, One SME Drive, PO Box 930, Dearborn, Michigan 48128, USA.

3 - Il existe une revue spécialisée sur le sujet de la CAO : "CAD", publiée par Butterworth Scientific Ltd. Pour les abonnements, s'adresser à :

IPC Business Press Ltd, Oakfield House, Perrymount Road, Haywards Heath, Sussex RH 16 3 DH, Royaume-Uni

4 - Pour une description des logiciels disponibles, on peut se reporter aux publications suivantes :

Computer graphics, CAD and CAD/CAM : product guide and suppliers' directory, 1982, 2 vol. Surrey (Guilford) : Interco Business Consultants.

A survey of commercial turnkey CAD/CAM systems, 2nd Ed., Dallas, Texas : Leading Edge Pub, 1981, 164 p.

Voire également l'annexe de (5) qui reproduit un annuaire des principaux prestataires de service aux Etats-Unis (86 entreprises citées) dont l'activité est le développement et la mise en place de logiciels et de matériels concernant l'informatisation de la production.

COMMENTAIRES

L'usine complètement automatique, la production entièrement intégrée, gérée et contrôlée par des ordinateurs, apparaît aujourd'hui comme la réalité des années 90. C'est sans équivoque l'impression générale qui se dégage de la lecture des références précédentes. Aucune usine de ce type n'existe actuellement, mais la technologie de base semble pouvoir être maîtrisée rapidement. En fait, il existe déjà des unités de production entièrement automatisées et contrôlées par des ordinateurs. Se reporter, par exemple, à l'excellente description de la ligne d'usinage automatique de boîtes de transmission pour tracteurs de "Ingersoll Milling Machining Company" dans la revue "Industrial Engineering", Vol 9, n° 11, novembre 1977, p. 27, (publiée par American Institute of industrial Engineering, Norcross, GA 30092, USA). Voir également dans (3) (page 55) la présentation rapide de l'usine de montage de tracteurs de John Deere (Waterloo, Iowa, USA) qui est considérée comme l'un des projets d'intégration CAO/FAO les plus intéressants.

L'"usine automatique du futur" représente un investissement financier considérable. Deux projets concurrents aux Etats-Unis et au Japon sont actuellement en développement avec des budgets de l'ordre de 100 millions de dollars chacun. Les gains anticipés de productivité serait de l'ordre de 7000 à 8000 %. Le projet japonais consiste à mettre en place une unité de production de 3 hectares contrôlée par 10 personnes, là où traditionnellement il faudrait 700 à 800 ouvriers pour assurer la fabrication. Le projet américain ICAM (Integrated Computer Aide Manufacturing : Production intégrée assistée par ordinateur) est décrit au chapitre 2 de (5).

Selon les auteurs, l'évolution vers l'usine automatique se fera par intégration successive des différentes phases industrielles, chacune étant contrôlée par l'informatique. L'interaction "homme-machine" demeure essentielle en amont, pour les étapes de conception du produit (CAO) et d'analyse structurelle ("CAE"), ainsi que le contrôle des anomalies et la maintenance du système. De façon imagée, l'"usine du futur" peut être schématisée par un réseau hiérarchique d'ordinateurs (de programmes informatiques et de bases de données), chacun contrôlant une fonction du processus industriel : CAO, analyse structurelle ("CAE"), méthodes de fabrication et gammes ("CAPP"), planification de la production et des approvisionnements, gestion des stocks, flux de matériels, outillages, FAO, maintenance et changements des outils usés, assemblage, contrôle de qualité, entreposage et expédition.

Dans ce schéma, l'intégration CAO/FAO représente l'étape clé. Celle-ci s'avère bien maîtrisée par un certain nombre d'entreprises pilotes dans les secteurs de l'aéronautique (Boeing, Mc Donnell, Dassault...), de l'électronique (Hitachi et General Electric), et de l'automobile (General Motors). La référence (3) fait le bilan du savoir faire actuel et des principaux logiciels.

La forme la plus courante d'intégration CAO/FAO est très bien décrite dans (1, chap. 3). L'interface entre CAO et FAO est réalisée par des systèmes de programmation automatique des machines à commande numérique. Pour de tels systèmes intégrés CAO/FAO, la première étape CAO se déroule selon un mode interactif sur un terminal écran avec un crayon optique. Des modèles géométriques de composants à fabriquer, sont ainsi créés. Des programmes automatiques d'analyse structurelle ("CAE") permettent dans certains cas de tester les composants en simulation, et de mettre ainsi en évidence directement sur l'écran par un système de couleurs et d'ombres, les zones d'efforts plus moins critiques. Le technicien du bureau d'études peut alors immédiatement repérer les parties sous et sur dimensionnées, et modifier en conséquence la conception et le dessin du composant.

Il en résulte à la fois une plus grande sécurité des pièces fabriquées et une économie de matière. A partir de la géométrie de la pièce, l'étape "CAPP" consiste à produire automatiquement la gamme de fabrication. Un logiciel appelé "NC processor" génère un programme de trajectoire des outils dans un langage général du type APT (Automatic Programmed Tool). Ce programme est ensuite traduit dans le langage de la machine à commande numérique, et stocké sur disque ou sur bande perforée, pour être ensuite chargé dans la mémoire de la machine outil. Dans certains cas, la liaison CAO/FAO est établie directement par l'ordinateur ("DNC").

Cette intégration CAO/FAO n'est possible pratiquement que si l'on dispose d'un bon système de classification et de codification des articles et des outillages. Hyde (2, chap. 9) illustre sur un exemple comment intégrer un tel système dans le cadre de la CAO/FAO, grâce à un langage interactif, dans ce cas TAGS (The Alphagraphics System de Brisch, Brin & Partners).

Par ailleurs, l'ensemble du livre de Hyde (2) est consacré au problème de la gestion des données techniques. Selon Hyde, la productivité peut/être considérablement améliorée par :

- La classification et la codification des ressources (outillages, irratières premières, composants achetés, pièces conçues et fabriquées dans l'entreprise, sous-ensembles et produits). Celle-ci élimine la prolifération de la variété non nécessaire. Selon l'expérience de Brisch, Brin & Partners, on peut réduire de 40 % la variété des composants achetés et de 12 % celle des composants fabriqués par l'entreprise. Le rendement financier de l'investissement que constitue la mise en place d'un tel système serait de l'ordre de 275 % la première année, et 100 % chaque année suivante. Les bénéfices proviennent principalement de la réduction des stocks et des coûts administratifs (achats et bureau d'études), et de l'augmentation du niveau de service qui résulte du plus faible nombre d'articles à gérer. Les chapitres 3 à 6 de (2) présentent la méthodologie et les aspects de mise en oeuvre d'un système de classification et de codification.

- La technologie de groupe qui accroît l'efficacité de la fabrication, notamment dans les contextes de petits lots variés et peu répétitifs. Selon les expériences pilotes menées aux Forges et Ateliers de Construction Electrique de Jeumont, et chez Hopkinson en Angleterre, les temps de préparation et de réglage des machines peuvent être réduits de 85 % et les temps d'exécution de 20 % (voir (2, chap. 7)).

- La CAO/FAO, dont le développement doit s'inscrire dans une préoccupation générale de standardisation stimulée par la mise en place d'un système de classification et de codification (2, chap. 9).

On peut également ajouter que la technologie de groupes devrait faciliter considérablement la gestion des capacités dans le cadre d'une planification de la production et d'un MRP assistés par ordinateur.

II - LES NOUVEAUTES

CROUHY Michel (1983) : La gestion informatique de la production industrielle : plan de production, calcul des besoins et des charges, ordonnancement et contrôle, choix informatique. Editions de l'Usine Nouvelle.

WANG Peter Cheng-Chao, editor (1983) Automation technology for management and productivity advancements through CAD/CAM and engineering data handling, Prentice-Hall.

Cet ouvrage vient de sortir et je n'ai pas encore eu l'occasion de le consulter. Il fera l'objet d'une note de lecture dans un prochain numéro.

* * *

A noter également deux livres généraux sur l'organisation de la production au Japon, et les problèmes que pose la transposition de l'approche nippone dans les entreprises occidentales.

SCHONBERGER Richard J. (1982), Japanese Manufacturing Techniques ; Nine hidden lessons in simplicity, The Free Press, A division of Macmillan Publishing Co.

THOMSON Philip C. (1982), Quality Circles : How to make them work in America, AMACOM (135 West 50th Street, New York, NY 10020).

* * *