

INTRODUCTION A LA CFAO

par J. P. MESMEUR

*Directeur de Production - SFENA,
Président de la Commission CAO à l'A.F.G.I.*

Dans l'entreprise, il faut constater que l'informatique a, ces dernières années, considérablement étendu son domaine d'application. Les informaticiens sont de plus en plus sollicités par des responsables de Services qui souhaitent améliorer leur rentabilité et leur compétitivité par l'utilisation de l'ordinateur. L'informatique n'est plus, comme par le passé, le monopole des informaticiens, mais un moyen au service des utilisateurs, demandé par les utilisateurs.

Le concept de gestion intégrée, qui s'imposait déjà comme une évidence dès les premières applications de gestion industrielle, conduisant à l'époque à des rêves prématurés et coûteux, devient, aujourd'hui, le centre de réflexions qui vont permettre, dans les prochaines années, l'emploi rationnel de l'informatique.

Le terme de cette évolution est, sans conteste, l'usine du futur, entièrement automatisée, robotisée, où le processus de réalisation d'un produit, depuis la préétude de faisabilité jusqu'à la livraison en série et la maintenance, sera informatisé.

Cet avenir, que certains nous prédisent comme proche, et en tout état de cause avant l'an 2000, reste à construire.

On peut imaginer quelle sera cette usine du futur, où toutes les fonctions de l'entreprise seront assistées par un ensemble d'ordinateurs interconnectés, faisant appel à des bases de données communes, accessibles à l'ensemble des utilisateurs par réseaux distribués.

De nombreux organismes, aux ETATS-UNIS, au JAPON, en REPUBLIQUE FEDERALE ALLEMANDE, et aussi en FRANCE, s'attachent à développer de nouveaux logiciels, et à créer les interfaces nécessaires entre les différents systèmes informatique de la chaîne de réalisation d'un produit, de l'étude à la maintenance.

Parmi les grands projets, on peut citer :

- ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing), ambitieux projet, lancé par l'US AIR FORCE, la MARINE et la NASA, réparti sur 70 constructeurs.
- CAM I (Computer Aided Manufacturing International), vaste projet d'origine américaine dans le domaine de la production automatisée. Le club CAM I regroupe 50 Sociétés aux USA, 20 en EUROPE, 10 au JAPON et des groupes de recherche universitaires.

C'est dans ce contexte général informatique que se situe ce que certains appellent "l'Ingénierie Assistée par Ordinateur", d'autres, plus simplement, la XAO.

XAO, c'est-à-dire toute activité humaine de l'Entreprise assistée par ordinateur.

Depuis quelques années, de nombreux sigles XAO ont fleuri. CAO pour la Conception, DAO pour le Dessin (ou la Documentation), FAO pour la Fabrication, GAO pour la Gestion, MAO pour la Maintenance, EAO pour l'Education,...

A ces disciplines s'ajoutent de nombreux logiciels qui, s'ils n'ont pas reçu de noms de baptêmes en XAO, n'en constituent pas moins, pour autant, des chaînons importants de la chaîne informatique. On peut citer : le Calcul Scientifique, la Gestion de Projet, la Gestion de Configuration, la Production de Logiciels (génie logiciel), etc...

QU'EST CE QUE LA C.A.O. ?

C'est l'ensemble des techniques informatiques interactives qui permettent à l'Ingénieur, ou au Projeteur, de concevoir un produit, d'effectuer des calculs de structures, d'analyser des contraintes, d'effectuer des simulations, d'obtenir des nomenclatures, de réaliser des dessins de pièces ou des circuits imprimés, de présenter ces pièces sous différentes formes, différentes vues, enfin d'obtenir des documents exploitables par les Méthodes de Production et plus directement des programmes pour certaines machines à commande numérique.

Il faut insister sur le fait que l'ordinateur n'est qu'un assistant du projeteur qui peut, à tout moment, apporter son savoir faire.

La C.A.O. concerne toutes les phases de conception d'un produit : création, études (calculs, simulations, dessins, mise au point des prototypes), et réalisation (Méthodes et Fabrication).

Liée au domaine du dessin automatique, elle se situe en amont de la Production automatisée.

Les Anglo-saxons utilisent, pour regrouper ces deux activités, le terme CAD/CAM (Computed Aided Design/Computed Aided Manufacturing), que l'on traduit, en France, par CFAO (Conception et Fabrication assistées par Ordinateur).

Les domaines d'applications de la C.A.O. sont vastes, depuis les industries mécaniques et électriques jusqu'à l'architecture, en passant par l'urbanisme, le génie civil et la cartographie.

QU'EST CE QU'UN SYSTEME C.A.O. ?

Tout d'abord un ordinateur qui, si possible, doit être universel et qui dépend, en fait, du logiciel utilisé et du nombre de postes de travail qui y sont raccordés. Il peut être spécifique ou utilisé pour d'autres applications informatiques.

Ensuite, un poste de travail qui comprend un écran graphique qui, par définition, doit être interactif, et bien souvent une imprimante thermique permettant d'obtenir, sur papier, le contenu de l'écran. Les écrans peuvent être monochromes ou multichromes, à balayage cavalier ou à balayage de trame.

Puis, des périphériques spécifiques, suivant les applications :

- traceurs de tous types,
- machines ou tables à dessiner,
- digitaliseurs,
- photoplotteurs pour la réalisation des photos nécessaires à la fabrication des circuits imprimés,
- lecteurs-perforateurs pour la réalisation des bandes pour les machines outils à commande numérique,

A ces trois composantes "matériels" que sont l'ordinateur, l'écran et les traceurs, s'ajoutent les logiciels.

Les logiciels peuvent être classés en :

- Logiciels d'exploitations qui permettent le pilotage interne, l'exploitation du système et la commande des périphériques,
- logiciels d'applications ou "Progiciels".

Il y a quelques années, seules de grandes sociétés pouvaient se doter de moyens C.A.O. en développant des logiciels adaptés à leurs propres besoins. Ce fut le cas de LOOKHEED avec CADAM, de DASSAULT avec CATIA ou de BNR avec CPS, qui ont maintenant commercialisé leurs produits.

De nombreux autres logiciels ont, depuis, été étudiés et vendus par des sociétés de services.

Un système C.A.O. devra combiner, le mieux possible, les logiciels spécialisés et les moyens informatiques disponibles.

La puissance exigée des ordinateurs doit être telle, que le système puisse être développé par la suite.

Le choix d'une configuration n'est pas simple, et plusieurs solutions sont possibles :

- système directement connecté à un gros ordinateur utilisé pour d'autres applications,
- système indépendant sur un ordinateur moyen,
- système relié à un centre de calcul interne ou externe à travers un terminal lourd.

Toutes ces solutions ont des avantages et des inconvénients, et dépendent de la taille et des possibilités financières des sociétés.

POURQUOI LA C.A.O. ?

Bien des Sociétés se sont orientées vers la C.A.O. après avoir largement utilisé l'informatique dans des domaines comme le Calcul Scientifique ou la Gestion de Production, en se rendant compte que, dans l'avenir, même si elle devait être plus coûteuse que les méthodes traditionnelles, elle était nécessaire à la survie de l'entreprise.

Survie de l'entreprise, car elle permet de réduire le cycle d'étude et de développement d'un produit dans des secteurs où la concurrence est très vive, et où le facteur délai est prépondérant.

Par exemple, dans l'Aéronautique, l'Avionneur et les Compagnies clientes demandent la livraison en série des matériels de plus en plus rapidement après le début de l'étude, et, dès le moment de la livraison : dossiers de définition, logiciels, documentation, dossiers de maintenance, ... Peut-on présenter un nouveau pilote automatique numérique de l'AIRBUS en moins de 18 mois sans d'importantes aides informatiques ?

Si cette réduction du cycle de réalisation est un élément qualitatif, d'autres avantages quantifiables permettent plus aisément de mesurer la rentabilité de la C.A.O.

Les gains de productivité d'une solution C.A.O. sont considérables.

Les gains de temps sont particulièrement importants au niveau de la définition et du dessin du produit grâce à la rapidité des tables traçantes, d'autant qu'il est reconnu que 70 % de l'activité des Bureaux d'Etudes est consacrée à la recopie ou à la modification de plans existants.

D'après la revue "01 INFORMATIQUE" qui cite des déclarations personnelles qui n'engagent que leurs auteurs, telle Société estime qu'elle a économisé grâce à la C.A.O. 9 millions de dollars uniquement sur l'économie de l'utilisation du papier. Telle autre affirme avoir livré en 5 mois, au lieu de 11 mois initialement prévus, 48 cloisons intérieures de carlingues d'avions sur F15 et F18. A la S.N.C.F., il fallait trois jours de dessins et de calculs pour la simple esquisse d'une voie de chemin de fer, aujourd'hui elle est exécutée par dessin automatique en 40 minutes.

D'après General Motor, la Cadillac "Seville", destinée à concurrencer les petites voitures européennes et japonaises a été entièrement conçue sur ordinateur en 28 mois au lieu de 40 pour les autres modèles, avec une diminution de poids de 500 kg.

En réalité, le gain dépend du secteur d'activité et du type d'application et certains estiment qu'il peut être de l'ordre de 1 à 6.

Autre avantage quantifiable, l'amélioration de la qualité des produits, conduisant à la réduction du nombre de prototypes.

Les simulations permettent de choisir, sur l'écran, la meilleure solution, de diminuer les débits matières, de réduire les temps de réalisation des pièces par optimisation des passages d'outils. Le produit étudié est donc en général plus fiable et plus proche de la définition série que par le passé.

Dans une entreprise, la mise en place d'un système C.A.O. implique non seulement le Bureau d'Etudes dont le travail est simplifié et les résultats améliorés, mais aussi des Services placés en aval comme les Méthodes, la Gestion de Production et la Fabrication.

Il y a quelques années, le Bureau d'Etudes, après réalisation des prototypes, transmettait au Service Méthodes un dossier de définition pour y être industrialisé : définition modifiée, plans refaits ou modifiés, cotation changée, nomenclatures de fabrication réécrites, ...

Avec l'introduction de la C.A.O., nous pensons que la fonction Méthodes doit être développée en amont, dès l'étude du produit.

Le Bureau d'Etudes doit en effet tenir compte, dès la conception, des besoins et des desiderata de la Production, car à partir de la C.A.O., peuvent être directement élaborés : les nomenclatures de production, les programmes pour les machines à commande numérique, les schémas pour la Documentation,...

Il y a donc interpénétration des fonctions Etudes et Méthodes qui contribue à la réduction du cycle de développement, et aux gains de productivité.

Bien d'autres retombées de la C.A.O. peuvent être imaginées, et chaque Société est appelée à se poser le problème, et à développer ses propres logiciels.

Des logiciels adaptés à chaque type de C.A.O. doivent permettre les calculs des temps gammes par opération. Si cela est courant en mécanique où les temps d'usinage des machines outils à commande numérique sont déterminés par l'ordinateur, cela l'est moins en électronique.

Et pourtant, il est possible d'introduire, dans un programme de calcul, des temps élémentaires et des coefficients d'allures par opération de la gamme et par famille de composants (coupe et cambrage des composants, préétamage, implantation, soudure, vérification et retouche des soudures,...).

Une C.A.O. électronique d'étude et de validation des circuits numériques devrait pouvoir fournir une partie des données nécessaires à la programmation des systèmes automatiques de test de fabrication et de contrôle.

La mise sur le marché de tels logiciels est, pour l'instant, problématique, car développés par de grandes Sociétés pour leurs besoins internes, il font partie du patrimoine que les Sociétés hésitent à transmettre, par peur de la concurrence.

Comme on le voit, les avantages de la C.A.O. sont certains pour de grandes Sociétés. Toutefois, malgré ces avantages, la décision d'implanter un système C.A.O. dans une Entreprise soulève des obstacles tant matériels qu'humains, qu'il faut surmonter.

- L'OBSTACLE FINANCIER

Malgré la baisse des coûts informatiques, l'investissement n'est pas mince. La SFENA, par exemple, pour son système CAO électronique implanté sur un ordinateur spécifique DEC 20-60 avec environ 12 postes de travail, a investi de l'ordre de 5 MF en 2 ans.

Aux prix du matériel et du logiciel, il faut ajouter les coûts d'étude et de recherche de produit, son adaptation aux besoins de l'Entreprise, le Génie Civil, la formation et l'information, l'entretien,...

- L'OBSTACLE TECHNIQUE

Une fois la décision prise, il faut faire le choix du système. Doit-on se doter d'un système "clé en main", dont le matériel et le logiciel sont fournis par un seul constructeur, ou de logiciels de CAO développés par des utilisateurs et implantables sur plusieurs types d'ordinateurs à acheter ou déjà existants dans la Société.

Dans tous les cas, le choix du logiciel est important.

En mécanique, doit-on se tourner vers un système ED, 2D 1/2 ou 3D, et lequel choisir sur le marché ?(1)

- L'OBSTACLE STRUCTUREL

La C.A.O. modifie les relations entre les divers Services concernés et elle conduit remarquablement à un changement des mentalités, et bien souvent d'organisation. Elle représente un bouleversement des habitudes et peut amener une modification des structures et du processus industriel. La responsabilité de l'industrialisation se déplace vers le Bureau d'Etudes, et les relations avec le Service Méthodes qui ne peut modifier une pièce qu'en passant par la C.A.O, s'en trouvent modifiées.

L'implantation de la C.A.O. est souvent facilitée dans les Entreprises où l'informatique est déjà largement utilisée.

L'adhésion du personnel est nécessaire. Son information préalable, et si possible sa participation à la décision et au choix du système, est souhaitable.

Cet obstacle structurel ne doit pas être minimisé, car il est aussi générateur de coûts importants.

- L'OBSTACLE HUMAIN

L'homme est souvent rebelle au changement, et la C.A.O. en est un. Elle nécessite de la part des dessinateurs une remise en cause complète, car leur mode de travail et leur façon de penser vont s'en trouver modifiés. La formation à l'informatique en général, et au système en particulier, doit être très poussée. Il faut vaincre des problèmes psychologiques liés à l'automatisation en général, avec les craintes de chômage, de perte d'intérêt au travail face à l'ordinateur, et des problèmes physiologiques liés au travail devant un écran, les réticences sont nombreuses, mais si l'information et la formation sont bien faites, l'adhésion peut être totale. Les rejets sont moins nombreux qu'on aurait pu le penser.

Par la suite, le passage à la C.A.O. est souvent considéré comme une promotion, surtout de la part des jeunes dessinateurs. L'ordinateur leur permet de se débarasser des tâches fastidieuses d'exécution et de modifications de dessins, et l'interactivité du système leur donne l'impression que cet ordinateur est à leur disposition et non l'inverse.

Tous ces obstacles doivent être surmontés, et cela prend en général du temps. On peut estimer raisonnablement que la vitesse de croisière et la rentabilité maximum attendue de la C.A.O. ne pourront être atteintes que 18 mois à 2 ans après son installation.

(1) Des listes de fournisseurs de systèmes C.A.O. "Matériels et Logiciels", ont été publiées par exemple dans les revues "INDUSTRIES ET TECHNIQUES" du 10.09.1981, "L'USINE NOUVELLE" de Novembre 1982, ou peuvent être fournies par des organismes qui, en FRANCE, se sont spécialisés dans la C.A.O. comme :

- MICADO : Mission pour la Conception et le Dessin assistés par Ordinateur, association qui regroupe 140 membres en FRANCE.

- ADEPA : Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée.

- CEX P : Centre d'Expérimentation des Progiciels.

Malgré tous ces écueils, la C.A.O. est appelée à se développer de façon considérable dans les années à venir, d'autant plus que la réduction des coûts la rend accessible aux P.M.E.

Le marché de la C.A.O. croît aujourd'hui au rythme de 30 à 35 % par an.

D'après une documentation d'ASSIGRAPH, le parc mondial des systèmes "clés en main" installés sera de 2 500 à 3 000 unités en 1984, dont la moitié aux U.S.A., 35 % en EUROPE et 10 % au JAPON. La répartition par secteur sera de 55 % pour la mécanique, 30 % pour l'électronique et l'électricité, 10 % pour l'ingénierie et le bâtiment. Le taux de croissance n'est pas le même dans tous les secteurs d'activité, mais celui de la mécanique est le plus considérable.

Le marché français des systèmes "clés en main" pourrait, fin 1985, atteindre 2 000 systèmes installés, dont 45 % dans l'automobile, 25 % dans l'aéronautique et 25 % dans l'électronique.

D'après "01 INFORMATIQUE", en FRANCE, la population des utilisateurs concernés par les outils automatisés d'aide à la conception est estimée à 280 000 ingénieurs et diplômés techniques et scientifiques en activité, auxquels il faut ajouter 300 000 dessinateurs industriels et 200 000 techniciens.

D'après une récente enquête faite par MICADO, avec l'aide de l'agence pour l'informatique auprès de futurs utilisateurs français de la C.A.O. (Bulletin N° 54 de novembre et décembre 1982), les Sociétés consommatrices dans les 2 à 3 ans à venir, dont la moitié se situe dans la mécanique, auraient le profil suivant :

Effectifs	:	500	à	1 000	personnes
B.E	:	10	à	50	personnes
B.M	:	5	à	10	personnes
C.A	:	100	à	200	MF

Si l'on examine la date à laquelle ces Sociétés seront équipées en C.A.O., on constate que :

- 25 % d'entre elles ne savent pas,
- sur les 75 % restants, 70 % pensent être équipées avant 1984.

Cette enquête révèle également que 98 % des industriels questionnés pensent devoir utiliser, dans les 10 ans à venir, un système C.F.A.O.

A l'énoncé de ces chiffres, on se rend compte du formidable essor que vont avoir, non seulement la C.A.O., mais aussi toutes les aides informatiques de la chaîne industrielle dans les années qui viennent.

Le "Comité National du Programme mobilisateur Maîtrise et Développement" de la filière électronique, récemment mis en place, composé de représentants du Ministère, d'organismes de recherches, des organisations patronales, des syndicats et des principaux industriels concernés, a déjà entériné le choix de huit projets nationaux qui se partageront, en 1983, l'essentiel des 8 milliards de francs que l'Etat consacrera à la Recherche Développement.

Ce comité a pour objectif, "d'orienter nos laboratoires publics et privés vers les tendances dominantes de l'évolution technique, et vers la valorisation industrielle des résultats et des développements obtenus".

Parmi ces huit projets, on peut noter :

- dans le domaine des composants : Conception assistée par Ordinateur des circuits à haute intégration,
- dans le domaine de l'informatique : Génie logiciel, Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur, Enseignement Assisté par Ordinateur, Traduction Assistée par Ordinateur.

Ces projets permettront-ils à la FRANCE de devenir, derrière les ETATS-UNIS et le JAPON, le troisième grand de l'électronique ? Nous l'espérons.

Dans un monde caractérisé par une compétition sévère, où ne survivront que les Industries dotées d'une dynamique et d'un pouvoir d'adaptation leur permettant d'atteindre des cibles en mouvement continu, la C.A.O. doit être considérée comme un outil nécessaire au service de cette dynamique industrielle.