

Maîtriser les technologies numériques tout au long du cycle du produit

Stéphane Bresson

Dans les années soixante, la logique industrielle voulait que l'entreprise mette sa production à la disposition du marché. Aujourd'hui, « le client est roi », ce qui marque une évolution radicale de la loi de l'offre et de la demande. La production de tout produit part de l'écoute du client et de son besoin et mène à un résultat très rapide et très personnalisé, voire quasiment unique et fabriqué à la demande. Les outils de conception et les systèmes de production de toutes les entreprises doivent donc être organisés pour répondre à des besoins et des attentes qui sont en perpétuelle mutation.

Certes, les nouvelles technologies de l'information et de la communication jouent dans ce contexte un rôle fondamental pour ce qui concerne l'accès à l'information et la gestion de celle-ci afin de construire un système productif que Victor Sandoval a appelé « *système productif informationné* » [SAN 96]. Mais il est aussi indispensable que ces entreprises augmentent leur productivité et la qualité des produits tout en diminuant les temps d'analyse et de conception ou encore qu'elles aient des capacités de prédiction et d'anticipation du marché pour accélérer leur faculté d'innovation. Ce sont d'autres technologies « numériques » qui jouent ici un rôle important tout au long du cycle de vie du produit (cf. figure 1). Après les avoir décrites, nous regarderons dans cet article leurs relations avec les NTIC. Nous les

illustrerons avec l'exemple d'une PME de Basse-Normandie. Nous pourrions alors en déduire les impacts sur les métiers et les formations.

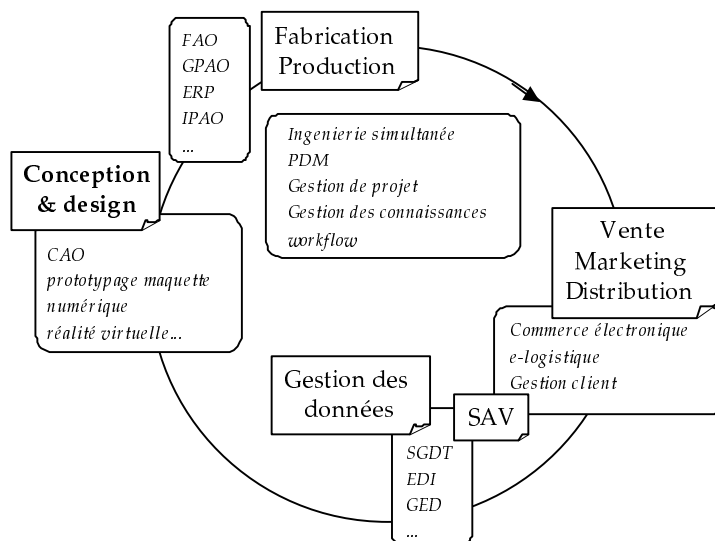


Figure 1. Le cycle du produit et les technologies numériques

Description et évolution des technologies numériques liées aux différentes étapes du cycle du produit

Toute entreprise industrielle doit résoudre cette équation : fabriquer le produit dans les coûts et les délais minimaux prévus. Pour cela, les équipes de conception et de fabrication doivent réduire les prototypes physiques, modifier les lignes de production au minimum, assurer une montée en charge rapide.

La conception de la maquette

Pour le bureau d'études, cette première étape consiste à fournir au plus vite le prototype ou la maquette finale au service de fabrication. Pour accélérer ce processus, tout ou partie des phases de conception peuvent être numérisées, soit pour créer le modèle, si possible en trois dimensions, soit pour obtenir le modèle lui-même.

La représentation du modèle en 3D se fait grâce à la Conception assistée par ordinateur (CAO), qu'elle soit filaire, surfacique ou volumique. L'obtention rapide d'un modèle physique est possible grâce au prototypage rapide [ROB 97]. Son objectif principal est la fabrication du modèle physique (maquette, prototype, outillage) dans un délai très court, à moindre coût et avec le minimum d'outillage et d'étapes intermédiaires dans le processus de réalisation. Le principal intérêt est de permettre très rapidement la détection d'éventuels problèmes de conception, le test de solutions alternatives, la validation de la faisabilité industrielle de la pièce, l'optimisation des formes et du coût des outillages futurs nécessaires à la fabrication en série, l'affinage des caractéristiques opérationnelles du produit. En disposant d'un objet support, on évite le développement en parallèle d'éléments de procédés et de processus inhérents à chaque métier (obtention du brut, usinage, métrologie, assemblage, packaging...) et l'arbitrage d'éventuels conflits.

Le modèle physique peut s'avérer inutile s'il peut être remplacé par un modèle virtuel. Une première approche est la simulation numérique ; elle consiste à créer, développer et évaluer un produit, à en analyser les fonctionnalités et les caractéristiques, à créer des situations critiques en toute sécurité. Cette technique augmente la robustesse et la fiabilité de la conception tout en minimisant les coûts d'ingénierie. Cependant, les investissements peuvent être, eux aussi, très importants, car la mise en œuvre de ces technologies de simulation nécessite une réelle puissance de calcul ; une solution pour les PME est le recours aux techniques de calculs parallèles (voir plus loin l'exemple de Sonorma). La deuxième approche, la réalité virtuelle, consiste non seulement à simuler un produit, mais aussi à analyser son évolution dans un environnement par l'immersion d'un utilisateur dans un univers numérique. Si les applications les plus connues ont souvent une finalité marketing (connaître les réactions du public sur un nouveau produit), d'autres sont également importantes : envisager dès la conception du produit les problèmes de maintenance et de formation (simulateurs) ou faciliter les déplacements dans des environnements hostiles (secteur du nucléaire, domaine médical, industries chimiques).

La fabrication

Dans les catalogues et les magasins, on trouve des objets fabriqués dans des matériaux comme le plastique ou le verre dont les formes ou l'esthétique sont résolument nouvelles. Derrière ces objets se cachent de nombreux processus industriels qui s'appuient étroitement sur des technologies numériques, comme par exemple la fabrication d'un moule [ROB 98a]. Après conception en CAO, réalisation par prototypage rapide, la fabrication d'un

moule complexe peut utiliser des outils de Conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) qui pilotent les Machines outils à commande numérique (MOCN) ou des machines d'Usinage à grande vitesse (UGV) [ROB 98b]. L'évolution actuelle dans le domaine de la Fabrication assistée par ordinateur (FAO) est l'utilisation de techniques proches de l'intelligence artificielle permettant à un système expert (ou plus exactement à un système « métier ») de tenir compte des spécificités des métiers du moule pour proposer la stratégie d'usinage la mieux adaptée. Plus généralement, la tendance actuelle est l'automatisation de l'usinage et l'obtention d'un usinage « bon du premier coup ».

La production

Revenons au client et à ses besoins : ceux-ci ont évolué, se sont diversifiés et sont de plus en plus personnalisés. Par conséquent, les gammes de produits doivent être variées. Le client est aussi extrêmement exigeant sur la qualité, les délais, ce qui impose à l'industriel de produire ce qui est nécessaire, c'est-à-dire ce qui est vendu, dans les meilleures conditions, au moindre coût. Répondre à ces deux contraintes correspond souvent à un arbitrage entre la réactivité des services commerciaux et marketing de l'entreprise face à la demande du client et la gestion financière du processus (stocks, immobilisations). C'est là qu'intervient la gestion de production : cet arbitrage, appelé parfois approche systémique, a pour objectif de planifier et contrôler les flux physiques (matières premières, produits fabriqués...) tout au long du cycle de fabrication à partir des flux immatériels – les informations – issus de l'ensemble de l'entreprise : la commande du client, la livraison du produit, la logistique, les stocks, le service d'ordonnancement, le suivi fournisseur ou encore la maintenance. En restant schématique, les PME-PMI se cantonnent encore aujourd'hui à la Gestion de production assistée par ordinateur (GPAO), c'est-à-dire à des outils de gestion de données qui permettent de relier les différentes solutions logicielles de gestion entre elles, alors que les grandes entreprises, elles, mettent en œuvre des logiciels de type ERP (*Enterprise resource planning*) [SAA 00] qui facilitent la circulation des informations entre toutes les entités d'une organisation en évitant les multiples saisies et en permettant à chaque fonction et aux directions générales d'avoir des informations plus globales et en temps réel.

Depuis quelques mois, la gestion de production connaît des évolutions sensibles. Tout d'abord les ERP cherchent à s'ouvrir aux PME-PMI. En parallèle se développe le concept de *Supply chain management* dont l'objectif est de réorienter l'entreprise vers les besoins des clients, d'accroître sa réactivité grâce à une meilleure gestion des flux et de réduire les coûts

logistiques. Enfin, les technologies internet sont intégrées à ces applications. On accède à l'information des entreprises par l'intranet ou au moyen de portails, c'est-à-dire d'une interface proche du navigateur internet qui ouvre l'accès à l'ensemble des fonctionnalités des logiciels. On se tourne également résolument vers le commerce électronique [YOL 99] en *Business to Business*. Les fonctions connexes à la gestion de production sont, elles aussi, amenées à évoluer vers les technologies numériques : maintenance assistée par ordinateur [JUL 98], systèmes de maintenance télécommandés *via* l'internet, contrôle de la chaîne de production pour des processus en très grande série au moyen de la photo ou la vidéo numérique ou encore « monitoring » d'un ensemble de machines en parallèle.

A l'énoncé de toutes ces technologies, un dernier pas reste à franchir : celui de l'usine virtuelle ou numérique. Pour ce faire, il faudrait intégrer le process à la suite de la numérisation du produit par le bureau d'études. La difficulté tient au fait que le process de fabrication est spécifique à chaque métier, ce qui donne au service « méthodes-ordonnancement » sa raison d'être, et il serait nécessaire d'en numériser tous les éléments et données. Toutefois, les premières solutions d'Ingénierie du process assistée par ordinateur (IPAO) arrivent sur le marché, essentiellement dans le domaine de la mécanique ou de l'électronique.

La vente du produit

A la fois en amont de la conception et en aval de la fabrication, les services commerciaux et marketing ont, eux aussi, investi les technologies numériques, en particulier l'internet qui a joué un rôle fondamental ces derniers temps : le réseau des réseaux *via* la messagerie électronique facilite les échanges d'informations, il abrite les catalogues électroniques de l'entreprise, il est une gigantesque ressource d'informations pour la veille technologique et concurrentielle, etc. Mais d'autres outils sont disponibles pour aider la vente des produits. Nous l'avons déjà constaté, le centre des préoccupations est le client. Il faut donc disposer d'outils facilitant la relation avec lui. L'objectif de ces outils, constituant la Gestion de la relation client (GRC ou encore CRM, *Customer relationship management*), est d'améliorer la réactivité commerciale pour se rapprocher du client, le fidéliser, communiquer avec lui, tout en augmentant le chiffre d'affaires [DEL 99].

Les relations entre les technologies de conception et de production et les NTIC

Si, aujourd'hui, le développement d'un nouveau produit concerne toute l'entreprise, c'est avant tout un problème de direction et de management.

Pour pouvoir répondre au marché tout en innovant, le chef d'entreprise doit disposer d'outils de décision qui déclencheront tout le processus, de la conception à la vente. Or, la prise de décision d'un chef d'entreprise est souvent perturbée par le manque de temps et d'information. Une des solutions pour pallier ces manques est de mettre en œuvre une organisation par projet, et, par conséquent, de faire appel au travail en équipe. Ce type de management implique une coordination des actions, la coopération des acteurs et une communication autour des projets. Pour ce faire, il faut mettre en relation les technologies de conception et de production avec tout un ensemble d'outils liés aux NTIC ; il faut répondre alors à trois besoins indispensables au cycle du produit : l'échange de données, la recherche de l'information et la gestion des compétences et savoir-faire de l'entreprise.

La gestion des données

Pour concevoir au mieux le produit demandé par le client, il est fondamental que tous les acteurs impliqués puissent, de façon simple, visualiser, échanger et fournir des informations : le concepteur, mais aussi le commercial qui est en relation directe avec le client, les responsables de production qui connaissent les contraintes, le responsable qualité, etc. C'est pourquoi les logiciels de conception et de fabrication intègrent de plus en plus des fonctionnalités de transfert et de gestion de données, utilisent beaucoup la technologie HTML (*Hypertext markup language*), qui permet la navigation sur l'internet au moyen d'hyperliens, et intègrent largement les échanges par mail. Plus largement, ces informations doivent pouvoir entrer et sortir de l'entreprise vers les fournisseurs, les donneurs d'ordres, les partenaires, les financiers, sans oublier l'administration ! Pour cela, des techniques existent depuis assez longtemps : l'Échange de données informatisé (EDI) et l'Échange de données techniques (EDT). L'efficacité de ces échanges est renforcée par des techniques d'identification automatique (codes barres ou étiquettes électroniques). Ces échanges évoluent naturellement vers l'internet selon le « web-EDI » (EDI *via* l'internet) ou par des portails d'échanges comme celui ouvert en commun par trois grands constructeurs automobiles américains (GM, Ford et Chrysler) pour approcher leurs fournisseurs.

Après échanges et/ou transfert, les données liées à un produit doivent être stockées et gérées. Cette étape est réalisée par des outils de Gestion des données techniques (GDT) ou de Gestion électronique des documents (GED) qui facilitent la recherche des données et des documents qui contiennent ces données (fiches de description, notices, fichiers bureautiques...). Le besoin de vision globale de l'entreprise a conduit au passage progressif vers le

management des données produits ou *Product data management* (PDM), dont l'idée est de gérer toutes les informations liées au produit, quelles qu'elles soient. L'objectif est clair : donner une dimension « collaborative » aux outils de conception et de production. Toutes les fonctions de l'entreprise (BE, méthodes, GP, services achats et qualité...) doivent pouvoir accéder et alimenter les ressources d'informations grâce aux technologies web : dossiers de projets sécurisés, orientation vers le e-business. Que ce soit en CAO ou en FAO, les éditeurs tournent résolument leurs produits vers l'idée de travail collaboratif, en créant des passerelles vers les ERP, la supply chain ou la GRC.

La recherche d'information (moteurs, annuaires, agents intelligents...) est une autre fonction apportée par les NTIC. Les logiciels de CAO incorporent maintenant des moteurs de recherche internes pour identifier les composants dans des bibliothèques. Après une recherche par mot-clé, on obtient par un simple clic la fiche technique du composant tout en l'incorporant directement dans le dessin. Il est possible d'intégrer dans ces logiciels des recherches d'informations externes pour le respect des règles et des normes.

La gestion des connaissances et des savoir-faire

Après la gestion des informations, une deuxième problématique domine les réflexions industrielles : la gestion des connaissances. Les logiciels de conception et de production ont très vite intégré cette dimension. Même si leur complexité augmente, ils deviennent de plus en plus accessibles à l'utilisateur « moyen » grâce, entre autres, aux interfaces utilisant les technologies du web. Pourquoi ce paradoxe ? Leur objectif est de donner de plus en plus de valeur ajoutée aux développements effectués grâce à eux. Autrement dit, il est possible de libérer l'utilisateur des tâches routinières pour que celui-ci puisse se concentrer sur son expertise, expertise qui est devenue l'une des valeurs fondamentales de l'entreprise, voire la principale. Si la matière première de l'entreprise est la matière grise, il faut pouvoir capitaliser les compétences et les savoir-faire des personnes. En interne, il peut s'agir de méthodes, d'études précédentes, de modèles types... Parmi les informations extérieures, nous retrouvons les normes ou les contraintes d'environnement. Une bonne gestion des connaissances a pour conséquence immédiate une bonne gestion de l'innovation, l'accroissement de la capacité d'anticipation et une facilitation de la conduite des projets. Un exemple cité par le journal *Harvest* [DEF 00] : la gestion des connaissances chez General Motors permet de « transformer un modèle à quatre portes en une version à deux portes en quinze minutes ».

Les technologies de l'information et de la communication au service du management

Le développement des NTIC ouvre de nouvelles perspectives à ceux qui cherchent à s'organiser autrement. En effet, leur utilisation accélère le processus d'innovation et augmente la capacité à gérer, au quotidien, le potentiel humain, technique et commercial de l'entreprise. Nouveaux outils au service d'une nouvelle forme de management, les NTIC facilitent le travail en équipe, voire en réseau, de façon parallèle et simultanée, la recombinaison des savoir-faire de l'entreprise, l'optimisation de la mémoire et de l'expérience de l'équipe et de l'entreprise, la réduction des coûts et du temps pour traiter et transmettre de l'information [BRE 99]. L'objectif commun de tous ces outils est de donner une vision globale de l'entreprise et de ses projets de développement à l'ensemble des acteurs : la gestion des connaissances des personnes dans l'entreprise et des règles internes ou externes donne à l'entreprise les moyens d'accélérer l'analyse et le contrôle de la maquette numérique du produit. Celle-ci peut aussi être mise à la disposition de partenaires extérieurs, de façon asynchrone (la messagerie) ou synchrone (espaces collaboratifs). Nous tendons ainsi vers le concept d'entreprise étendue ou virtuelle ou vers l'e-ingénierie.

Exemple de l'intégration des technologies dans une PME

L'histoire et la structure de la société Sonorma, située à Honfleur (Calvados) illustrent parfaitement la relation entre l'analyse des besoins des clients, les décisions technologiques qu'elle implique et l'avantage concurrentiel qui peut en être tiré. Lorsque l'entreprise est créée en 1981, elle ne fabrique que du mobilier d'habitat. En 1987, son P.-D.G. de l'époque, Alain Mathieu, fait le constat d'un besoin non satisfait dans l'offre de mobilier de bureaux sur le marché national et décide d'appliquer le modèle du meuble grand public de la grande distribution au mobilier professionnel : lorsque le consommateur a fait son choix, il sort du magasin avec ses meubles. Le challenge est alors lancé : proposer aux revendeurs de bureaux de disposer de meubles de qualité à des prix très compétitifs et quasiment en temps réel (J+1 en région parisienne et J+5 en France). Pour arriver à relever ce défi, l'entreprise s'est donné le maximum de moyens [COU 98] : matériaux avancés, logistique et suivi de clients haut de gamme, mais aussi intégration des technologies numériques.

La production

Sonorma s'est très vite dotée d'un ensemble très cohérent d'outils informatiques de gestion de production pour pouvoir identifier chaque produit tout au long de la chaîne de production jusqu'à l'emballage et pour contrôler tout le processus de fabrication. Sur la base d'un système code barres lu par des pistolets laser, la GPAO peut suivre en temps réel les produits depuis les panneaux qui constituent la matière première jusqu'au stockage des produits finis. Ce stockage s'appuie sur un logiciel d'optimisation de l'espace. Si l'activité phare de Sonorma est le mobilier de bureau, l'entreprise n'en continue pas moins de fabriquer des meubles d'habitat vendus par la grande distribution ou par correspondance. Les deux types de production sont dissociés à l'étape du débit. C'est là que nous trouvons une MOCN pilotée par un logiciel d'optimisation. L'entreprise a également investi dans des systèmes d'EDI pour tous les échanges liés à la production.

Ouverture vers l'internet et commerce électronique

Alors que beaucoup d'entreprises mettent l'internet sur leur bureau, Sonorma met ses bureaux sur l'internet! La découverte du phénomène internet s'est faite fin 1996, grâce à la rencontre de différents acteurs, tant aux Etats-Unis qu'en Basse-Normandie. La décision est rapide : Sonorma, et en particulier sa marque fleuron Buronomic, sera sur l'internet en avril 1997 pour les dix ans de celle-ci. Avec l'aide du Centre des technologies nouvelles, une maquette est réalisée pour le mois d'avril 1997. Avec l'appui de l'Etat et de la région Basse-Normandie, le site est opérationnel en juin [RDT 98]. Il présente l'entreprise, un catalogue et un formulaire pour recevoir le catalogue papier par courrier.

Un lundi matin, un message électronique arrive chez Sonorma. Un acheteur anglais souhaite passer une commande de meubles présentés dans le catalogue en ligne. Aussitôt, on envoie au client les coordonnées du revendeur local que l'on prévient. Le mardi, la commande arrive à celui-ci. Les meubles sont livrés le vendredi. C'est la première vente réalisée en commerce électronique. Le site va ensuite évoluer constamment. Sonorma utilise les sites spécialisés du domaine du meuble et met à profit ses événements pour effectuer des actualisations, tout en respectant son réseau des revendeurs. Le site est dupliqué sur cédérom pour que ceux-ci puissent l'utiliser sur les salons et les showrooms. Suite à cette première expérience, Sonorma a conduit de nombreux projets liés à l'internet : la connexion début 1999 des postes internes pour permettre les échanges d'informations, le

nomadisme des commerciaux ou encore le transfert de données techniques pour des machines ; des versions anglaises et espagnoles sont développées et un site spécifique, l'espace « partenaires », est à la disposition des revendeurs.

Normographe électronique

Mais l'intégration des technologies de l'internet ne s'arrête pas là. Sonorma a fait le même constat que d'autres d'entreprises d'aménagement d'espace : le client final souhaite obtenir la visualisation la plus réaliste possible de son projet (images et prix). Pour répondre à ce besoin, Sonorma utilise un outil d'aide à la vente fonctionnant en réseau internet ou intranet. Ce logiciel a été conçu par la société Agemob (entreprise lyonnaise spécialisée dans la CAO pour l'industrie du meuble) dans le cadre d'un projet de recherche européen et en collaboration avec l'École normale supérieure de Lyon. Il intègre la technologie HPCN¹ permettant au vendeur de concevoir le projet demandé par le client en réalité virtuelle depuis n'importe quel ordinateur connecté au serveur, grâce à une gestion dynamique de l'information associée à une interface ergonomique. L'objectif du projet est d'atteindre un temps de calcul inférieur à la minute pour les demandes les plus courantes, ce qui correspond au temps d'attente maximum commercialement acceptable. Le principe de fonctionnement de ce « normographe électronique » est simple. Le vendeur entre tout d'abord les dimensions de la pièce à aménager puis sélectionne les meubles, soit par leur référence, soit *via* le catalogue électronique. Il obtient une représentation en 3D, son implémentation à l'échelle dans la pièce ainsi qu'un texte de description. Il déplace ensuite les meubles à sa guise et les met en scène en ajoutant des portes, des fenêtres, les couleurs et les textures des sols et des murs, des accessoires de décoration ou de travail... Il choisit l'angle de vue pour la représentation finale. La description étant faite, le vendeur obtient en moins d'une minute une représentation virtuelle (cf. figure 2) et un devis personnalisé.

Conclusion

Aujourd'hui, Sonorma est le leader français du mobilier de bureau en mélaminé. Le déploiement de ces systèmes informatisés a rendu possible la

1. *High Performance Computing and Networking*, technologie qui consiste en l'utilisation simultanée et optimale de l'ensemble des ressources de calculs (PC ou station de travail) disponibles aujourd'hui sur un réseau d'entreprise pour accélérer les traitements informatiques, favorisant ainsi l'utilisation des techniques de simulation par l'utilisation d'algorithmes parallèles.

certification ISO 9002 de l'entreprise. Dans un avenir très proche, les principales attentes sont la facilité d'accès à l'ensemble des bases de données de l'entreprise par EDI comme la vision des stocks ou l'obtention en temps réel des dates prévisionnelles de sortie des produits. Des réflexions sont également en cours autour de la convergence téléphone mobile/internet afin de faciliter encore le travail des commerciaux.



Figure 2. Simulation en 3D de l'aménagement d'un bureau

Nouvelles compétences, nouvelles formations

Il découle des sections précédentes que les principales technologies numériques liées au cycle de vie du produit et leur interopérabilité avec les NTIC obligent les utilisateurs à acquérir de nouvelles compétences et induisent une transformation de leurs métiers.

Nouvelles compétences ou nouveaux métiers ?

Pour illustrer l'évolution des métiers de la conception et de la fabrication industrielle, prenons le dessinateur industriel. Le métier de base reste le même : représenter sur un plan ou dans l'espace une ou plusieurs pièces. L'arrivée de la CAO dans les années quatre-vingt a bouleversé son environnement technique. Il a fallu utiliser des ordinateurs, puis des micro-ordinateurs et apprendre le fonctionnement de logiciels qui évoluent en permanence. L'informatique a permis de concevoir de plus en plus vite des pièces de plus en plus complexes, mais elle ne doit pas prendre le pas sur la technicité de l'opérateur, dérive que certains enseignants ont pu noter : l'informatique fait parfois perdre aux étudiants les notions élémentaires du dessin industriel ! Le dessinateur a aussi dû apprendre à s'insérer dans un projet, à étoffer ses connaissances pour avoir des perceptions complémentaires

à son métier de base, à prendre en compte le design, la fabrication et, pourquoi pas, le marketing.

Comme dans beaucoup d'autres domaines, les métiers de la conception et de la fabrication ont connu dans les dernières années une concentration de leur nombre et, en parallèle, une forte spécialisation. Les chefs d'entreprises attendent de leurs opérateurs qu'ils aient de nombreuses compétences tout en ayant une forte expertise. Tout d'abord, des compétences techniques où l'informatique est omniprésente. Une bonne maîtrise de cet outil est indispensable : aisance dans les logiciels, compréhension de la gestion des données et des documents et, plus récemment, avec l'arrivée du phénomène internet, connaissance de la navigation sur le web, utilisation de la messagerie électronique ou encore recherche d'informations électroniques. De plus, l'informatique industrielle exige d'autres formes de connaissances comme la simulation numérique, l'automatisme ou encore le contrôle et les principes de mesures physiques. D'autre part, on attend une certaine polyvalence. Il faut être à la fois généraliste et spécialiste : un agent de fabrication se doit d'avoir des notions élémentaires de maintenance pour résoudre les pannes simples ou pour pouvoir dialoguer avec les hommes de maintenance. Ceux-ci, très spécialisés jusqu'à la fin des années quatre-vingt, sont obligés de leur côté de s'adapter à une modification des structures d'organisation ; leur rôle est étroitement imbriqué avec la production, ce qui nécessite une pluridisciplinarité technique, un haut niveau technologique, des contraintes d'activité et de présence souvent désordonnées.

Au-delà des compétences techniques, les entreprises recherchent des hommes et des femmes ayant des compétences proches des sciences humaines : gestion de l'innovation, analyse de la valeur, notions d'ergonomie ou de design, gestion de projet, capacité de dialogue et d'échanges d'informations, travail en équipe. En définitive, les industriels ont besoin de personnes plutôt généralistes avec un réel savoir-faire autour de métiers existants comme la conception de produit ou la gestion de production ; ces personnes doivent pouvoir s'adapter à cet objectif global que la société Cisco a résumé par ce slogan : « *le client, le client, le client* ». Il faut apporter à l'entreprise une valeur ajoutée. Reprenons l'exemple du dessinateur industriel : il ne s'agit plus aujourd'hui de maîtriser un logiciel de CAO, car, d'une part, certaines versions sont tout à fait accessibles au grand public, et, d'autre part, ils disposent de nombreuses fonctions automatiques qui rendent aisée la conception de pièces simples. Un bon opérateur de CAO doit aujourd'hui apporter bien plus : l'imagination, la rapidité d'exécution et de décision, la productivité ; en un mot : un savoir-faire.

Dans le secteur industriel, il y a encore peu de véritables « nouveaux métiers ». Nous pouvons citer des animateurs multimédias pour ce qui concerne la réalité virtuelle, maîtrisant parfaitement les NTIC et les logiciels d'animation. Mais d'autres métiers sont nouveaux dans la mesure où ils existaient par ailleurs mais n'avaient pas encore pénétré la chaîne de conception et de fabrication, à l'instar des informaticiens. Les outils évoluent sans cesse en raison des technologies internet ou de systèmes comme Linux ; les métiers classiques de l'informatique intègrent directement le service de production.

Les formations à mettre en œuvre

La formation initiale

Il est important d'introduire les connaissances décrites dans les paragraphes précédents dès la formation initiale. Ce sont les fonctions « maîtrise », d'encadrement et de conduite des projets qui sont les plus touchées et, par conséquent, les formations de type Bac Pro, BTS ou DUT, certains CAP très pointus, les écoles d'ingénieurs, les DESS, voire certains IUP. Dans ces filières de formation, deux approches sont suivies. La première est de donner aux étudiants des spécificités de plus en plus fortes, avec toutefois une formation interdisciplinaire de base plus large : un agent de production devra avoir des notions de maintenance et inversement. La deuxième consiste à former des généralistes que l'on spécialise ou à qui l'on donne une double compétence : d'une part les techniques indispensables au choix d'un métier, et, d'autre part, des notions complémentaires souvent proches des sciences humaines ou sociales. L'exemple est donné à l'université de Caen par le DESS Nouvelles applications pour l'internet (<http://www.info.unicaen.fr/DESS/NAPI/index.html>).

Formation continue et diffusion technologique

Sachant que les opérateurs industriels qui ont le savoir-faire sont déjà dans l'entreprise, c'est par la formation continue et la sensibilisation que ces personnes vont pouvoir appréhender les technologies numériques, quand ce n'est pas « sur le tas » ! Au-delà des principes classiques de formation professionnelle, d'alternance et d'immersion dans l'entreprise, les NTIC sont une autre forme de solution car elles simplifient les aménagements d'emploi du temps et les déplacements. Ainsi, à l'IAE (Institut d'administration des entreprises) de Caen, il est possible de suivre les cours en Formation ouverte et à distance (FOAD) par l'internet et par visioconférence, ramenant le temps de présence à deux jours par mois. A Saint-Lô (Manche), des ingénieurs

peuvent suivre un Euromaster de télécommunications par visioconférence en liaison avec d'autres ingénieurs répartis dans toute la France.

Conclusion

Les outils de conception et de fabrication sont devenus des outils indispensables pour augmenter la faculté d'innovation de l'entreprise. Ils évoluent tous pour atteindre quatre objectifs : automatiser les transactions d'information, prendre en compte la gestion des projets, définir virtuellement des produits et partager les modèles numériques dans toute l'entreprise et, enfin, prendre en compte le maximum de contraintes extérieures (fabrication, packaging, délais...). Les utilisateurs voient leurs métiers évoluer et se concentrer pour atteindre d'avantage d'expertise et de valeur ajoutée au sein d'une entreprise de plus en plus étendue. Leur formation doit donc évoluer dans les mêmes perspectives : améliorer à la fois la technicité et une culture générale, intégrer les NTIC dans leurs savoir-faire et utiliser ces technologies pour apprendre autrement, en permanence, tout au long de leur vie professionnelle.

Bibliographie

[BRE 99] BRESSON S., « Les NTIC au service du management », *ValInfo*, n° 32, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1999.

[COU 98] *Le courrier du meuble et de l'habitat*, n° 1817, mai 1998.

[DEF 00] DEFAUX M., « e-Engineering et gestion des connaissances », *Harvest*, n° 56, Innovapresse, 2000.

[DEL 99] DELBREIL B., « Les outils informatiques de gestion du client : un exemple d'application des NTIC au service du management », *ValInfo*, n° 32, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1999.

[JUL 98] JULLIEN M., COURTENS D., « Maintenance et fiabilité », *ValInfo*, n° 27, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1998.

[RDT 98] Réseau de diffusion technologique de Basse-Normandie, « Sonorma met ses meubles sur Internet », *Histoires d'une rencontre réussie*, http://www.rdt-bn.org/Public_rdt/entreprises/histoires/fiches/Sonorma.htm

[ROB 97] ROBICHON R., « Le prototypage rapide », *ValInfo*, n° 25, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1997.

[ROB 98] ROBICHON R., « Moule, modèle et maquette », *ValInfo*, n° 29, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1998.

[ROB 98b] ROBICHON R., « Le salon 1998 de la machine outil », *VaInfo*, n° 28, Centre des technologies nouvelles, Caen, 1998.

[SAA 00] SAADOUN M., *Technologies de l'information et management*, Hermès, 2000.

[SAN 96] SANDOVAL V., *Intranet, le réseau d'entreprises*, Hermès, 1996.

[TAH 95] TAHA F., SEGRESTEIN L., DEVAUCHELLE B., BAUCHAT J.-L., WATTELIER A., « Prototypage par stéréolithographie d'une cavité orbitaire », *XXII Congrès de l'Association Française des Chirugiens Maxillo-Faciaux*, Beaune, 13-14 avril 1995.

[YOL 99] YOLIN J.-M., L'intranet un outil pour les achats : la « supply chain management », Rapport, <http://www.evariste.org/yolin/1999/4-3-1-6-4.html>.

