

L'INGENIERIE SIMULTANEE : REDISTRIBUER LES RESPONSABILITES, REPENSER LA PLACE DE CHAQUE ACTEUR

Franck Hennebelle* et Christian Lafrance**

Résumé. - L'ingénierie simultanée ou *concurrent engineering* peut être définie comme «une approche systématique pour la définition d'un produit consistant à prendre tous les éléments du cycle de vie du produit depuis sa conception jusqu'à sa mise à disposition». L'accent est mis sur l'efficacité, l'amélioration de la qualité et la réduction des coûts. Les conditions de mise en oeuvre reposent sur trois pôles majeurs : en premier lieu, une nouvelle organisation centrée sur des équipes multidisciplinaires, pour faire vite et bien dès la première fois (*right first time*) ; en deuxième lieu, une responsabilisation poussée des personnels, autour d'un chef de projet fortement expérimenté et appuyé par la direction générale ; en troisième lieu, un rôle accru de la communication entre les métiers : définition d'objectifs précis et communs, standardisation du vocabulaire (langage commun), gestion étendue de l'information (systèmes d'information communiquants, gestion de projet "multispectrale", intégrant notamment l'information technique via une gestion de la documentation et la configuration, en plus du traditionnel couple "délais + coûts"), installation des équipes sur un même lieu de travail, etc....

Mots clés : concurrent engineering, gestion de projet, organisation matricielle, documentation, configuration, groupware, workflow, GDT, pilotage par l'aval

1. Introduction

L'environnement des entreprises de production est en perpétuelle évolution. Le marché est toujours plus exigeant et de moins en moins prévisible. L'entreprise d'aujourd'hui doit donc être très réactive à des fenêtres de marché de plus en plus étroites et fugaces. Aussi doit-elle non seulement réduire au minimum le cycle de conception de ses produits nouveaux,

* Élève ingénieur à l'École des Mines de Paris.

** Ingénieur diplômé de l'École Polytechnique en formation complémentaire à l'École des Mines de Paris.

mais aussi faire mouche au premier coup. Sa performance et sa survie en dépendent directement. C'est de cette nécessité qu'est née l'ingénierie simultanée.

2. Aspects organisationnels

2.1 Le travail en parallèle

La meilleure voie pour réduire les délais de conception consiste à faire en parallèle ce que l'on faisait auparavant séquentiellement. Au niveau des processus de développement, la conception séquentielle est reflétée par un mode de travail en relais, caractérisé par un cloisonnement des fonctions.

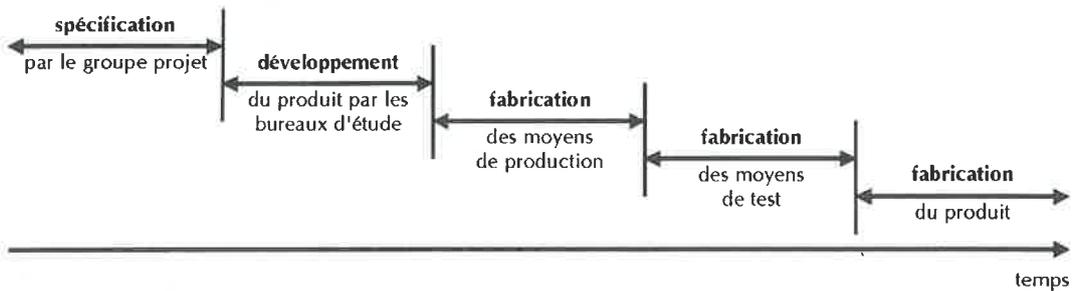


Figure 1 : Développement séquentiel.

Avec les méthodes de l'ingénierie simultanée, il y a simultanément définition du produit, de ses moyens de production et tous les autres moyens nécessaires pendant le cycle de vie du produit, y compris son support logistique. Il ne s'agit pas d'éliminer l'une ou l'autre des phases du processus d'ingénierie, mais de définir en même temps tous les processus aval, afin de tout inclure dans une définition optimisée.

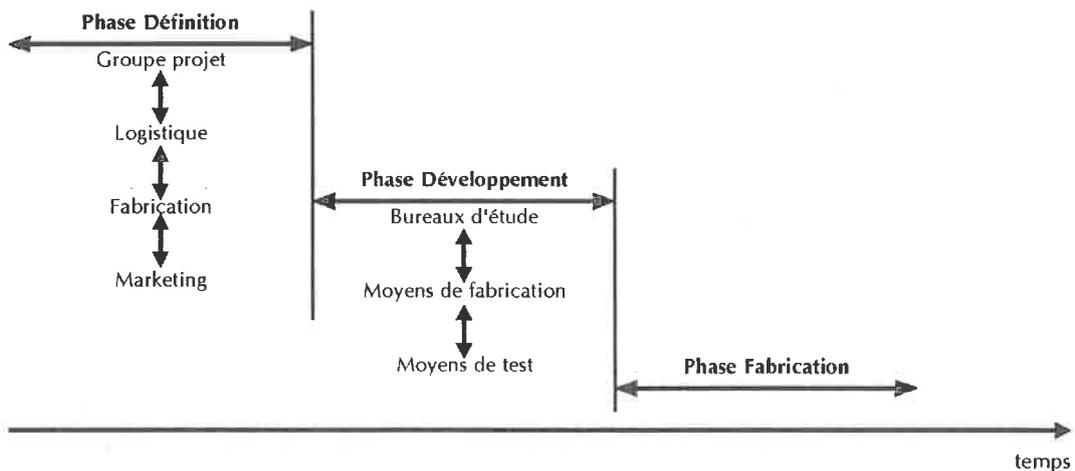


Figure 2 : Développement en parallèle.

Aussi l'ingénierie simultanée nécessite-t-elle de faire travailler ensemble des hommes de métiers différents dans des équipes transfonctionnelles.

2.2 Les équipes transfonctionnelles

L'intérêt de l'ingénierie simultanée ne réside pas tant dans une simple réduction des délais que permet le travail en parallèle. Elle prend tout son intérêt dans la transfonctionnalité des équipes qu'elle met en jeu et qui est nécessaire au travail en parallèle.

On a l'habitude d'associer un produit nouveau à une découverte technique géniale ou à l'inspiration d'un créateur isolé. La complexité des problèmes industriels modernes fait que de nombreuses contributions sont nécessaires à leur élaboration. Avec l'intervention simultanée des différents acteurs, l'innovation ne naît plus de la personne elle-même, mais de la richesse collective que réunit le groupe d'acteurs aux compétences différentes. Ce sont les interactions «*tourbillonnaires*»¹, entre ces différents partenaires qui sont source des innovations dont les ingrédients hétérogènes sont ruptures opportunistes, tradition et rationalisme. En faisant intervenir tous les métiers ou fonctions dès le départ du projet on fait ainsi concourir leur apports différents qui viennent ainsi enrichir le projet. On assiste ainsi à une «*négociation créatrice*»² entre les acteurs dont le résultat transcende les difficultés qui apparaissent au cours de l'élaboration du produit. Cela s'oppose radicalement au schéma taylorien d'interventions successives qui sont destructrices, car les acteurs aux métiers différents n'ont pas la même temporalité par rapport au problème : l'un estime avoir déjà fait son travail, celui de l'autre ne faisant que débiter. C'est l'exemple classique de problèmes rencontrés qui remontent au bureau d'études qui les résout de mauvaise grâce et est ainsi un goulot d'étranglement du projet.

L'intervention concourante de tous les métiers ou fonctions dès la définition du produit assure une prise en compte accrue de tous les aspects (fabrication, maintenance, besoin utilisateur, expérience sur le terrain, etc.) de façon à ce que cette conception soit plus résistante aux aléas de la fabrication et de l'utilisation. Elle entraîne les conséquences suivantes :

- moins de modifications du dossier de définition au niveau des phases de qualification, fabrication, mises en service. Or une modification est d'autant plus chère qu'elle arrive tard dans le processus industriel ;
- les moyens de fabrication sont moins chers à fabriquer, mieux adaptés à la fabrication du produit, peu modifiés dans leur définition lors du passage en fabrication ;
- une meilleure maintenabilité donc un coût d'entretien faible et un utilisateur satisfait ;
- une commercialisation plus rapide ;
- un taux de satisfaction élevé.

L'ingénierie simultanée permet ainsi de non seulement réduire les délais, mais aussi les coûts et d'augmenter la qualité.

La formation de ces équipes transfonctionnelles est incompatible avec l'organisation classique par métiers de l'entreprise. De plus, lorsqu'il s'agit d'une fonction sous-traitée, la

¹ M.L. Alkirch, M. Callon et B. Latour. «A quoi tient le succès des innovations ?», Gérer et comprendre, juin 1988.

² C. Midler «L'auto qui n'existait pas», Interéditions, 1993.

transversalité sort du cadre de l'entreprise pour avoir des équipes du client et du prestataire travaillant ensemble. L'ingénierie simultanée impose ainsi une révolution dans la structure de l'entreprise.

2.3 Une organisation matricielle de l'entreprise

Avec l'ingénierie simultanée apparaît une structure de pilotage du projet qui vient se superposer à la traditionnelle organisation par métiers de l'entreprise et qui dépend directement de la Direction Générale de l'entreprise (Figure 3). Ce nouveau type d'organisation correspond bien à ce que nécessite l'ingénierie simultanée : le travail en commun d'acteurs de métiers différents.

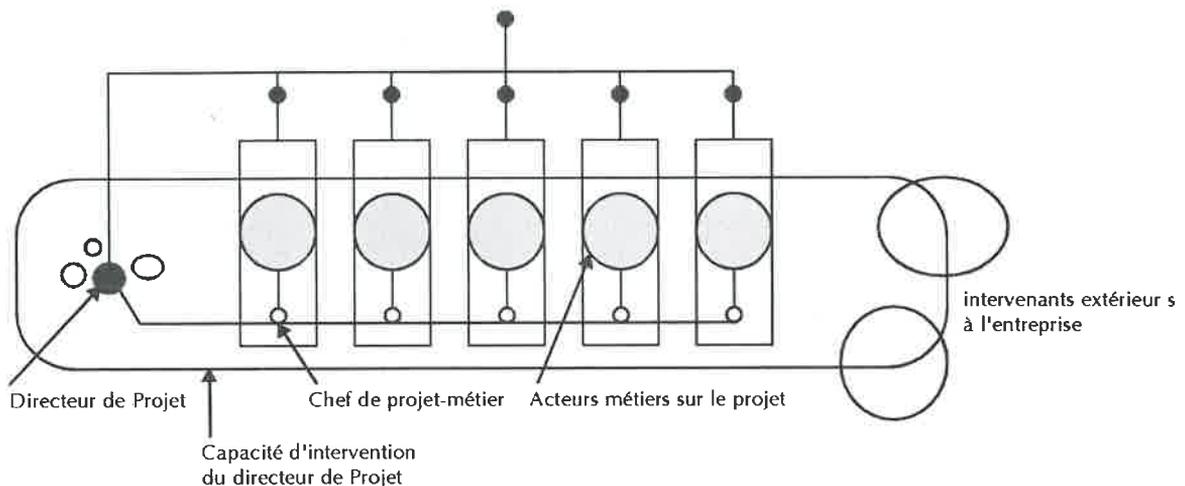


Figure 3 : Structure matricielle de l'entreprise³
(les rectangles verticaux sont les directions métiers).

Cette nouvelle structure projet dépend directement de la Direction Générale car le management de projet pose des problèmes qui y renvoient inmanquablement : compromis intermétiers ou entre les acteurs internes et externes. De plus, le projet est au cœur de la stratégie de l'entreprise dont la survie dépend de la rentabilité des projets développés. Il est donc naturel qu'elle souhaite en garder le contrôle direct. Elle nomme donc le directeur de projet qui en est responsable et qui a la charge de mener l'équipe projet afin qu'elle le développe. Comme nous le verrons ultérieurement, le rôle du directeur de projet n'est pas de faire mais de faire faire. C'est dans cet objectif qu'il va choisir les acteurs de son équipe dont la variété des compétences et profils différents fera toute la richesse. Son effectif n'est pas figé, les acteurs entrent et sortent au cours du développement du projet.

2.4 L'articulation projet/métier

«Vous savez, les projets passent, les métiers restent.» Cette formule résume bien la position traditionnelle des métiers vis-à-vis des projets qui restent au cœur du savoir-faire de l'entreprise et de son expertise technique. La structure projet ne peut donc se substituer aux métiers qui sont une matière première incontournable pour l'innovation. A contrario, comme

³ K.B. Clark, R.H. Hayes, S.C. Wheelwright, «Dynamic Manufacturing, creating the learning organisation», The Free Press, 1988.

nous l'avons montré précédemment, l'entreprise ne peut assurer sa survie économique sans réelle structure projet. Il faut donc mettre en œuvre des stratégies de coopération entre ces deux pôles.

L'idée de *métarègle* a été élaborée chez Spie-Batignolles au début des années 80 pour gérer son portefeuille de grand projets. Ces principes, *métarègles*, portent sur la délégation de responsabilité du directeur de projet, le découpage dynamique du projet, la maîtrise des ressources, l'explicitation des objectifs et la rédaction des règles de gestion. Elles s'en tiennent exclusivement à l'énoncé de principes généraux. Cette incomplétude volontaire correspond à une théorie où la règle ne sert qu'à baliser l'autonomie de l'acteur pour qu'il puisse se coordonner avec les autres.

Cette coordination dépend fortement de l'organisation interne de la structure projet, c'est-à-dire son découpage. Ces façons de le découper de manière cohérente sont multiples, l'un ou l'autre de ces découpages apparaissant prioritaire selon le point de vue adopté : un découpage par sous-ensembles physiques convient bien à la préoccupation du bureau d'études, celui par fonctionnalités clients à la fonction produit, l'homme d'achat cherche à imposer un découpage par classe de fournisseurs et l'industriel par tranches de flux de production. Mais la qualité du processus de conception du produit ne dépendra pas tant de ce découpage, qui peut se révéler plus ou moins heureux, que des dispositifs mis en place pour résoudre les problèmes apparaissant aux interfaces de ce découpage. On superpose ainsi plusieurs découpages complémentaires.

Trouver les agents des métiers qui prennent en charge le développement des différents sous-ensembles n'est pas facile : il faut dans ces groupes intermétiers des agents ayant une vision globale du sous-ensemble et capables de décider. Il ne peut s'agir du chef de service qui répond le mieux à ce profil. En effet, il faut des acteurs dédiés à temps plein au projet et clairement responsables de son avancement, pas des chefs qui seraient rapidement absents parce que mobilisés sur d'autres affaires, ou des remplaçants occasionnels dont la délégation ne serait pas claire.

Le découpage du projet induit donc, à plus ou moins long terme, une évolution de l'organisation interne des métiers. On cherche à construire la matrice de passage de la logique projet à la logique métier. Au minimum cette tâche est assurée par le chef de projet métier, qui réunit régulièrement l'ensemble des acteurs métiers travaillant sur le projet et les met au courant des événements et décisions. Au delà, elle conduirait à une recomposition plus profonde du travail dans les métiers.

3. De la Sous-traitance à la *co-traitance*

La réussite d'un projet complexe dépend non seulement des compétences internes que l'entreprise a pu mobiliser, mais aussi de sa capacité à coopérer avec les nombreux acteurs extérieurs qui contribuent au processus de développement. A titre d'exemple, chez un constructeur automobile, 70% du coût de fabrication résulte d'achats de matières ou de sous-ensembles sous-traités. Dès lors, c'est l'ensemble des «partenaires» de l'entreprise qui se trouve engagé dans l'ingénierie simultanée.

L'efficacité économique d'un appel d'offre traditionnel n'est pas optimale. En effet, la définition de la pièce sous-traitée ne peut être complète et définitive au moment du choix du fournisseur. Il reste à réaliser des essais qui pourront remettre en cause la définition de certains composants, soit directement, soit indirectement (répercussion de la modification d'une pièce adjacente). D'un autre côté, le fournisseur ne manquera pas de rencontrer des problèmes qu'il n'avait pas prévus lorsqu'il a fait la réponse qui est à l'origine de sa sélection. L'efficacité d'un projet ne vient alors pas uniquement de la capacité à sélectionner la meilleure proposition initiale, mais aussi de la capacité à préserver tout au long du processus les performances qualité, coût et délais du projet dans son ensemble. Cela exige du fournisseur (mais aussi de l'entreprise...) des qualités de dialogue, d'adaptation et de réactivité. Des qualités qui ne se retrouvent pas forcément dans le critère de moins disant d'un appel d'offre traditionnel. Il se dessine ainsi un nouveau modèle de relation, dit de *co-traitance*.

La consultation des fournisseurs *experts* a lieu très tôt dans le calendrier du projet. On ne part pas d'une définition technique précise mais d'un prix cible, déduit des objectifs généraux du programme, associé à une définition fonctionnelle globale du sous-ensemble. Traditionnellement le prix est l'enjeu de la négociation, ici c'est un objectif non négociable, point de départ de la relation. Le débat s'engage sur les conditions permettant de trouver une réponse technique au problème : négociation du cahier des charges, des solutions techniques... Mais il ne s'agit pas d'une inversion des priorités entre l'économique et la qualité ou les prestations. Le choix final des compromis qualité/prestations/coût reste la responsabilité de l'équipe projet. Mais cette négociation sur l'objectif permet d'engager un processus de validation des contraintes que devra intégrer le développement : on identifie précisément les points durs, ce qui permet éventuellement de faire des remises en cause, ou, au moins, de mettre en place des dispositifs de vigilance pour les contrôler. Autant d'informations précieuses qui, dans le processus traditionnel, ne seraient pas remontées aussi tôt.

L'issue de la négociation est le choix d'un fournisseur *partenaire*, qui va s'impliquer de manière forte dans le développement du projet : il est présent sur le plateau projet. Pendant toute la durée de la relation, le co-traitant sera responsable devant la direction du projet de la réalisation du contrat pour lequel il a été sélectionné. Cette responsabilité globale est assortie de plus grands degrés de liberté sur les méthodes de développement, mais elle s'accompagne d'une exigence de communication accrue. La règle du jeu est la transparence sur les méthodes employées, les problèmes rencontrés, les plans d'action mis en œuvre pour y répondre. Il ne s'agit pas de remplacer une relation où le fournisseur est exécutant de méthodes imposées, par une relation où, étant responsable du résultat global, on se désintéresse de la manière qu'il choisit pour y parvenir. Enfin, la validation est conçue comme un processus continu et itératif, alors que, dans la relation traditionnelle, les réceptions sont souvent des moments paroxysmiques et incertains.

On voit que, tout au long du processus, cette relation repose sur l'instauration de relations de confiance nécessaires au travail en commun dans un contexte incertain et évolutif, alors que le schéma traditionnel met l'accent sur la claire division des rôles et la sélection stricte des informations échangées, ceci afin de ne pas polluer la clarté des engagements contractuels.

4. Aspects Humains

La mise en place de l'ingénierie simultanée correspond donc à une révolution organisationnelle au sein comme à l'extérieur de l'entreprise. La réussite de ces projets, qui perturbent l'organisation traditionnelle par métiers, tient surtout à un homme : le directeur de projet.

4.1 Le directeur de projet

«Les directeurs de Projets sont chargés par la Direction Générale de conduire l'ensemble des opérations nécessaires au développement et à l'industrialisation des véhicules, organes ou gammes qui leur sont confiés, dans le cadre d'un cahier des charges précisant le niveau de qualité, le budget et le planning du projet, et dans le cadre des politiques, objectifs et procédures définis par la Direction Générale. Sous ces contraintes, leur mission est d'optimiser le cash flow généré par le projet ou la gamme considérés pendant la durée de vie de l'un ou pendant une durée déterminée...»⁴ Tel est le rôle du chef de projet défini par R.H. Levy, directeur Général de Renault en 1988. Mais, qu'est-ce qu'un «bon» chef ou directeur de projet ? Ses compétences doivent se situer à trois niveaux : la maîtrise des méthodologies, la connaissance des techniques en cause dans le projet, la compréhension et l'adhésion au projet.

Les outils de la gestion de projet (PERT, les calculs de rentabilité, et les «valeurs acquises», les procédures d'assurance qualité ou le droit des contrats), dont la maîtrise suffisait à faire un bon chef de projet dans les années 1970, ne sont plus que d'une utilité toute relative, la gestion du projet étant beaucoup plus "humaine" que l'application de recettes. En ingénierie simultanée il n'y a pas de «prêt à gérer». Le chef de projet doit employer tous les savoirs gestionnaires pour manager son projet : il lui faut recruter ses collaborateurs, former et structurer son équipe, gérer sa croissance, puis sa décroissance, mobiliser et stabiliser des réseaux extérieurs, gérer des périodes de crise, passer d'une phase où le marketing et la recherche dominant à une phase où l'industriel détient la clé de la réussite, négocier avec ceux qui seront les producteurs de demain...

Le second pôle de compétence est celui des savoirs techniques. Un responsable projet qui s'en tiendrait à la forme des procédures sans pouvoir juger du fond des problèmes serait, au mieux, rapidement marginalisé ; au pire, se poserait en médiateur incontournable, introduisant une opacité et une inertie supplémentaire dans la coordination. «Le profil du bon chef de projet est plus facile à décrire qu'à trouver : il doit être à la fois légitime dans son métier d'origine et iconoclaste. Légitime pour ne pas se "faire rouler dans la farine" dans les débats techniques, parce qu'il faut bien connaître le milieu des experts, pour savoir ceux qui peuvent aider à résoudre un problème, et ceux, il y a hélas toujours, qu'il faut surtout éviter pour ne pas perdre son temps. Parce qu'enfin, il doit pouvoir être en situation d'engager, par ses choix, sa Direction métier d'origine. Mais il doit être aussi iconoclaste, car il doit pouvoir, en cas de conflit entre la stratégie métier et les impératifs du projet, jouer contre le camp de ses pairs techniques.»⁵

⁴ R.H. Levy, Note n°91.20, «Mission et responsabilité des directeurs de Projets», novembre 1988, actualisation 21 juin 1990, page 2.

⁵ Chef de projet ressources humaines chez Renault, 1991.

Le troisième pôle de la compétence des hommes projet, c'est la compréhension de leur projet. Parce qu'ils le connaissent depuis le début, ils sont la mémoire incontournable pour tous ceux qui, à chaque moment, croisent le chemin de cette création collective. Mais le mot compréhension doit s'entendre au delà de la seule connaissance rationnelle. Il faut aussi que le chef de projet réussisse à mobiliser et à enthousiasmer autour de son projet. L'art du projet est d'abord «l'art d'intéresser un nombre croissant d'alliés qui vous rendent de plus en plus fort.»¹

Ainsi la réussite du projet tient-elle plus aux qualités humaines du directeur de projet que de ses compétences techniques. Le but n'est pas de faire mais de faire faire. Pour cela il doit non seulement mobiliser et enthousiasmer, mais aussi responsabiliser ses acteurs.

4.2 *La responsabilisation de l'acteur projet*

«Ce dont j'ai besoin sur mon projet, ce n'est pas d'experts consultés, mais d'acteurs impliqués.»⁶ La responsabilisation de chaque acteur projet est aussi un des fondements de l'ingénierie simultanée. On assiste ainsi à la contractualisation de tous les acteurs du projet qui s'engagent sur des objectifs précis. Peu importe les moyens ou la méthode, seule importe la réalisation voire le dépassement de l'objectif fixé par accord entre l'acteur et le directeur de projet.

Mais, comme cet acteur du projet ne peut être le chef de service, il faut donc qu'il dispose d'une autonomie et d'une capacité d'engagement du métier. Ceci est en opposition avec la régulation hiérarchique qui reste encore souvent dominante dans les métiers : au sommet, des experts qui définissent la doctrine et "corrigent la copie" de leurs troupes. Le projet devient donc le principal moteur de l'innovation métier. Alors que l'organisation traditionnelle voit le flux d'activités distribué du haut du métier vers le bas, l'ingénierie simultanée vise à inverser les flux, la charge étant définie à la base dans les groupes qui sont le mieux à même d'évaluer le "reste à faire" : listes de problèmes qualité, idées de potentiels de gains à creuser, modifications à apporter suite à un compromis...

On passe ainsi d'un pilotage centralisé à un auto-contrôle du projet par ceux qui en sont les acteurs de base. On a ainsi un contrôle beaucoup plus exhaustif du projet : pour éviter l'engorgement du sommet hiérarchique, il faut que les décisions soient évaluées et tranchées au niveau le plus bas possible. La responsabilisation sur le résultat n'a pas vocation de forcer coûte que coûte les individus à "prendre sur eux" toutes les contraintes. Elle vise à inciter celui qui s'y trouve contraint à identifier au plus tôt tous les obstacles qui risquent d'empêcher la réalisation de ses engagements.

Cependant si on responsabilise l'acteur sur son résultat, on va aussi le décharger du risque inhérent à l'innovation : seul le décideur assume les risques à un niveau supérieur. Il peut donc mutualiser le risque, maîtrisant ainsi le risque global du projet. Si l'on ne s'assure pas contre le risque, on défavorise les solutions les plus innovantes qui sont sources potentielles de gains importants, mais pas encore validées, et donc plus risquées.

L'art du projet implique aussi de susciter les échanges entre tous ceux que l'on a réussi à enrôler, afin de multiplier l'exploration des combinaisons, de rechercher les compromis

⁶ Y. Dubreuil, directeur du projet Twingo chez Renault, 1990.

optimaux, les points d'accord possibles, de la façon la plus en amont et la plus efficace possible. Pour ce faire, l'organisation du projet doit être, tout au long du développement, une puissante machine à accélérer et améliorer la communication entre les différents intervenants.

4.3 La communication entre acteurs

Une première approche dans ce sens consiste à placer divers dispositifs à tous les niveaux.

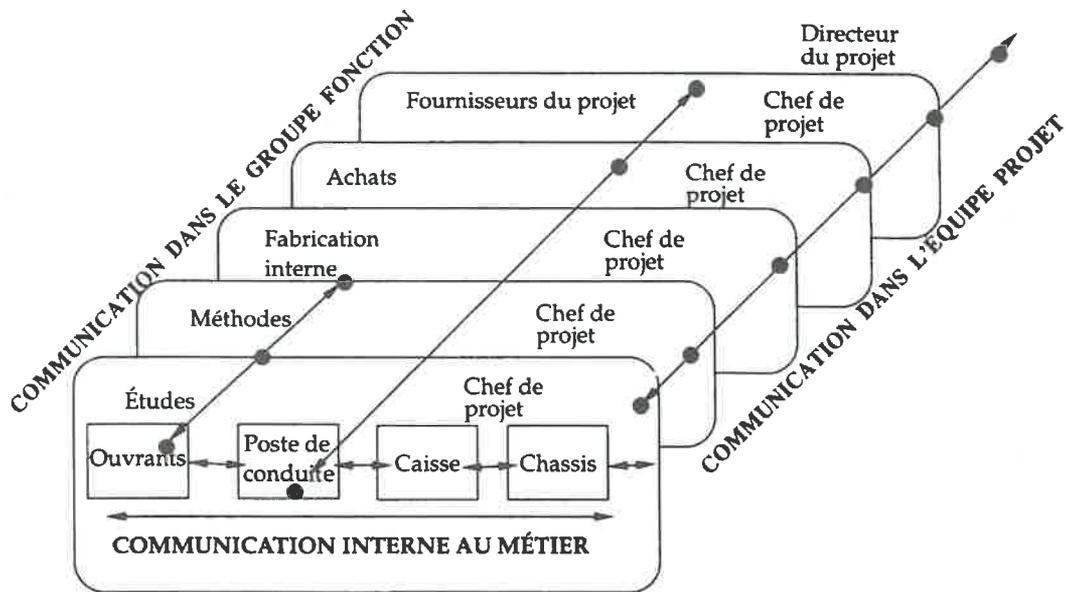


Figure 4 : Le maillage métiers-projets dans l'organisation du projet Twingo².

Prenons l'exemple du projet X06 (Twingo) de Renault (Figure 4) : au sommet, ce sont des revues de projet bi-annuelles dans l'équipe projet, c'est la réunion de représentants des grands métiers pendant toute la durée du projet ; au niveau des sous-ensembles, ce sont les «groupes fonctions» qui assurent un contrôle du projet ; à la base, ce sont de multiples dispositifs comme les plateaux projets, le montage de prototypes par des ouvriers d'usine, les gels de maquettes, les revues de dessins, les contacts projeteurs-outilleurs... qui impliquent les différents métiers concernés dans les étapes successives du développement.

Cette communication intermétiers passe ensuite par un rapprochement physique des différents acteurs impliqués au plus près du «terrain». En ingénierie simultanée, on réunit tous les acteurs sur le *plateau projet*. Son impact est multiple :

- **Élimination des délais administratifs de circulation de l'information entre les différents bastions** : un contact direct entre voisins remplace des navettes qui pouvaient prendre plusieurs semaines.
- **Transparence des échanges** : lorsqu'on travaille ensemble, il est plus facile pour chacun de savoir ce qui peut l'attendre des autres que lorsque la communication se réduit à des réunions formelles où l'on s'en tiendra aux apparences.
- **Recherche du compromis facilitée** : le contact de la réalité physique des problèmes sur la maquette ou le prototype tend à dissoudre les querelles de

doctrine ; on est plus facilement enclin à transiger avec sa stratégie métier si l'on ne baigne pas dans un milieu d'experts monoculture. Avec finalement, des résultats significatifs en termes de délai et de qualité des solutions choisies.

A titre d'exemple, Renault a fait construire son nouveau Technocentre en prenant en compte cette notion de plateau projet dans l'architecture. Les métiers se voient attribuer un niveau, tandis que les projets sont sur plusieurs niveaux dans une même zone géographique et rassemblent ainsi tous les métiers impliqués.

Les démarches projet multiplient donc les échanges, les réunions, le travail collectif. D'où une impression, souvent, de perte de temps : *«On ne peut plus travailler, on est toujours en réunion»*. Ce sentiment d'inefficacité révèle une difficulté réelle : il ne suffit pas de multiplier les réunions, de se rassembler sur un plateau pour que l'interaction soit fructueuse pour le projet. Les cultures professionnelles de l'industrie, forgées par des décennies de spécialisation taylorienne, n'ont pas développé, à la base, des savoir-faire de travail collectif. Il faut donc inventer des supports nouveaux pour s'assurer que l'échange intermétiers s'opère sur des objets et à un niveau pertinent. Michel Greif, analysant le développement de la communication visuelle dans les usines, note que *«la difficulté, dans l'usine d'aujourd'hui, n'est pas de communiquer beaucoup, de loin, mais de communiquer bien, de près.»*⁷ Le problème est le même aussi par la matérialisation visuelle et physique : check-list de points à valider sur un plan ou une pièce réceptionnée, formulaires à remplir en réunion explicitant qui doit faire quoi à quelle date, croquis ou photo des pièces posant le problème...

Si cette communication est bonne, elle n'en est pas pour autant exempte de conflits. Il est en effet naturel qu'un designer et un industriel ne soient pas d'accord sur le choix d'une forme : ils ne regardent pas le problème avec les mêmes critères. Il est alors préférable de négocier le compromis à froid. Mais aussi bizarre que cela puisse paraître a priori, c'est la régulation par la crise et le fait accompli qui opèrent spontanément⁸ : lorsque le problème est explicité plus tard, l'urgence impose la solution. Une solution généralement médiocre, mais où personne n'a été mis, à froid, dans la difficile situation de négocier ce qu'il acceptait de perdre. Les équipes projets sont alors des machines à faire émerger des conflits, qui, sans elles, auraient toutes chances d'être enterrées : *«Je suis là pour faire remonter la crise en amont»* disent certains directeurs de projet. Et les équipes projets doivent être là, ensuite, pour proposer et maintenir des méthodes susceptibles d'aider à trouver collectivement des réponses. On a vu ainsi le développement de nouveaux formalismes et procédures dans le domaine de l'évaluation économique comme du contrôle de la qualité des solutions techniques.

Enfin, un des aspects incontournable de la communication est l'information. Si tous les acteurs, issus de métiers différents qui travaillent chacun avec leurs supports propres de l'information, ne s'appuient pas sur une gestion commune de cette information, l'équipe projet se heurte à de graves difficultés et contre temps.

⁷ M. Greif, «L'usine s'affiche», Editions d'Organisation, Paris, 1988.

⁸ J.-C. Moisdon, B. Weil, «L'invention d'une voiture», Gérer et comprendre n°28 et 29, 1992.

5. Le rôle accru de la gestion de l'information

Sous l'impulsion du développement de l'informatique, la gestion de l'information a pris un essor considérable dans l'ingénierie simultanée. Nous allons étudier cette évolution en deux temps : nous commencerons avec l'apport des gestions de la documentation et de la configuration dans le management de projets ; puis nous aborderons la contribution des systèmes informatiques à la gestion de l'information.

5.1 Deux gestions simultanées des projets : documentation et configuration

Limiter simultanément et concourance au simple traitement en parallèle et de façon collective des tâches projets présente un caractère réducteur. Il faut également étendre ces concepts au mode de gestion même des projets : il faut savoir gérer le projet sous plusieurs angles simultanément, en valorisant toutes les informations disponibles, notamment les données techniques. En d'autres termes, au système de gestion traditionnel basé sur le couple coût/délai, il faut mettre en place en parallèle et en simultané deux autres systèmes de gestion : gestion de la documentation et gestion de la configuration (Figure 5).

5.1.1 Le rôle de la gestion de la documentation et de la configuration

Cette gestion multi-spectrale de l'information au service du management de projet est un point crucial dans le contexte actuel des entreprises marqué par l'accroissement de "l'entreprise étendue" et du nombre d'intervenants. Plus précisément, les entreprises ne conservent plus que les éléments qui caractérisent le plus leur savoir-faire pour faire face à la multiplicité des techniques et des technologies mises en œuvre dans les nouveaux produits. Ce recentrage oblige à une recherche du partage des réalisations. Bien plus qu'une simple sous-traitance, se dessine une orientation vers un véritable partenariat avec les fournisseurs. Dans ce nouveau contexte, la communication devient vitale : l'information juste doit circuler rapidement au bon moment, à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise. Par ailleurs, il faut être sûr que le partenaire possède l'information correcte et s'assurer qu'après transmission, l'information soit bien reçue et bien perçue. Cette importance accrue de l'information comme de sa circulation se trouve être renforcée par les besoins plus larges du marché. Les clients ne se suffisent plus de la seule possession du produit livré. La documentation technique, les moyens de tests et de maintenance de plus en plus automatiques, constituent un élargissement des prestations. De plus en plus, le client demande à être informé sur le déroulement, l'avancement et le suivi de son projet. L'état technique dans lequel est livré le produit doit être consigné et suivre l'équipement. Les évolutions apportées ultérieurement aux produits doivent être portées à la connaissance du client. Plus que d'être avisé, celui-ci tient à donner son avis sur la teneur et la gradation des modifications proposées. C'est le rôle principal de la gestion de la configuration.

Avec cette participation active du client, comme avec celle demandée aux partenaires, apparaît une nécessité impérieuse : la connaissance de l'information technique. Cette information doit être construite conjointement entre le créateur, l'utilisateur et le gestionnaire, seule possibilité pour bien la comprendre et pouvoir l'utiliser. Connaître sa composition, son origine et sa destination sont les bases essentielles de la gestion de la documentation.

Fort de ces précisions, il convient à présent d'explicitier le mode de fonctionnement de ces gestions simultanées que sont documentation et configuration⁹.

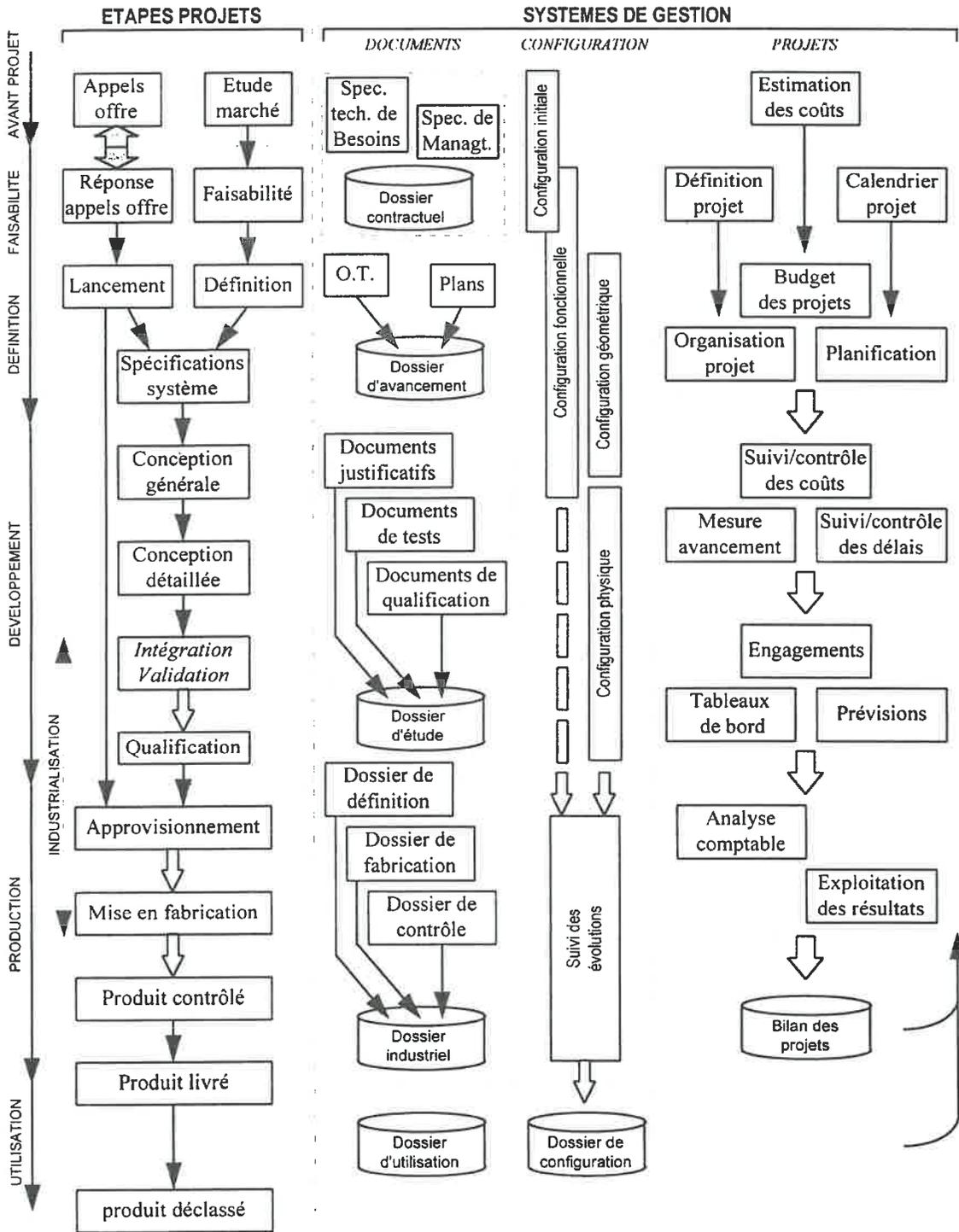


Figure 5 : Phases projets et systèmes de gestion⁹.

⁹ P. Bourdichon, «L'Ingénierie Simultanée et la Gestion d'Informations», Hermès, 1994.

5.1.2 Les décisions à prendre suivant l'état du projet

Pour ce faire, il est naturel de commencer par rappeler que le cycle de vie d'un projet est conduit par un processus décisionnaire jalonné d'une suite d'étapes majeures. Pour aboutir à la réalisation de ces objectifs sans mettre en péril l'avenir de son projet, le chef de projet doit prendre les décisions que lui imposent les circonstances : quelles décisions prendre ? Quelle est leur importance ? Quelles sont ou seront les conséquences immédiates ou à long terme de telle décision ? Comment choisir la décision optimale conduisant au résultat escompté ?

Seule la disposition permanente d'une information complète, fiable, communiquée au décisionnaire, permet de rationaliser son action. Un système d'informations traitant l'ensemble des domaines influant sur la conduite du projet doit être mis en place pour que l'information décisive nécessaire au pilotage du projet circule de manière efficace :

- **Décision de faire** : en concertation avec les services internes, les informations recueillies constituent une aide à la décision d'engagement de l'entreprise sur de nouvelles réalisations ou sur un schéma directeur de production. Cette phase d'avant-projet se détermine suivant les axes majeurs des choix stratégiques de l'entreprise.
- **Décision de lancer** : pendant la première partie de la phase de pré-étude, l'examen des réponses aux appels d'offres et les résultats d'une étude de faisabilité amènent la Direction de l'entreprise à choisir au regard de considérations stratégiques sur le niveau de charge et la rentabilité du projet de faire ou de ne pas faire. Les produits, encore virtuels, sont dans un "état fonctionnel" correspondant aux fonctions de service attendues et consignées dans un cahier des charges fonctionnel.
- **Décision d'étudier** : avant d'initialiser irrémédiablement le démarrage d'une étude, une phase de définition, constituant la seconde partie de la pré-étude, déclenche un processus de réponse à l'expression du besoin. Au terme de ce processus, le produit se trouve être dans un "état spécifié", déterminé par la satisfaction des exigences du besoin des utilisateurs.
- **Décision de produire** : elle est prononcée en fin de développement, lorsque la convergence des actions de recherche, conception, industrialisation et qualification sont progressivement assurées. Le produit évolue vers un "état défini" correspondant à un ensemble de données permettant de l'identifier, de le fabriquer de façon répétitive, de le contrôler, de l'utiliser, de le soutenir.
- **Décision de livrer** : les produits physiques sont dans un "état réalisé" et la mise en œuvre du processus de production permet de fabriquer et de contrôler les produits destinés à être livrés aux utilisateurs.
- **Décision de stopper** : l'extinction du produit, l'arrêt de la production, les activités engendrées par la cessation de service, sont autant de critères qui peuvent être considérés sous l'aspect d'un projet en soi. Transmettre le savoir-faire avant de transiter vers de nouveaux projets, dissoudre une équipe avant de reconstituer un nouveau groupe projet, sont autant d'éléments nécessitant une préparation qui entraîne des coûts non négligeables.

5.1.3 Les dossiers techniques d'un projet

A chaque étape du projet, pour chaque état du produit, correspond invariablement un dossier technique bien défini :

- Avant-projet, pré-étude : dossier contractuel, contenant toutes les informations marketing et commerciales liées aux contrats internes ou externes de l'entreprise. Le document clé en est la spécification technique des besoins (STB)
- Pré-étude de définition : dossier d'avancement, rassemblant principalement les informations fonctionnelles et toute la documentation d'organisation du projet. Les documents-clés sont les Plans (Développement, Qualité...) et l'organigramme de tâches.
- Étude : dossier d'études, regroupant tous les justificatifs des choix de l'avancement technique (bilans ponctuels) de la conception. Le document-clé est le Dossier de Définition permettant une matérialisation du produit en suivant point par point les exigences de la STB.
- Production : dossier industriel, intégrant le Dossier de définition. Il inclut la description des flux, des procédures et des moyens propres à un site de fabrication, ainsi que des informations de contrôle inhérentes à chaque phase de fabrication. Le document-clé est le Dossier Industriel.
- Utilisation : dossier de maintenance permettant à tout utilisateur de pouvoir exploiter et maintenir durablement le produit en sa possession, grâce aux Guides des Opérateurs et aux Manuels de Maintenance qui constituent les documents-clés de ce dossier.

5.1.4 Mode de fonctionnement de la gestion de la documentation

La correspondance phase/dossier fait "de facto" figure de loi. Le contenu de ces dossiers impose d'en définir les règles et leur administration. C'est le rôle des procédures de gestion qui définissent, pour les documents des projets, un plan général pour créer et gérer la documentation.

Compréhension, aiguillage correct et interprétation juste sont les résultats satisfaisants d'un traitement de l'information adapté et d'une communication efficace :

- La logistique documentaire constitue l'axe moteur de la communication active dans les projets et dans l'entreprise
⇒ objectif : transfert rapide, communication ciblée
- Le centre de gestion de la documentation, puisant sa source dans un Plan Général de Gestion de la Documentation, met en œuvre un système en étroite liaison avec le responsable du projet ou du programme
⇒ objectif : partage de l'information, langage commun
- Une base de données informatique, outil indispensable, permet aux gestionnaires d'appliquer efficacement la méthodologie explicitée dans le Plan de Gestion
⇒ objectif : capitaliser l'expérience et le savoir-faire

5.1.5 Mode de fonctionnement de la gestion de la configuration

Cette discipline intervient principalement sur la connaissance et le suivi du contenu des informations du projet, sur l'analyse de ces informations pour s'assurer de leur conformité au référentiel, puis sur le traitement des anomalies et évolutions.

Le principe de mise en œuvre de la gestion de la configuration est baptisée sous le mnémonique "DICSA", qui signifie :

- "D" comme "Décomposition" : le découpage du produit en différents sous-ensembles stockables doit correspondre à une architecture logique
- "I" comme "Identification" : elle s'applique au produit, à l'ensemble des constituants qui le composent autant qu'aux différents états de configuration du produit
- "C" comme "Contrôle" : il assure la correspondance "information/produit" et les évolutions en analysant les raisons conduisant à une évolution puis en s'assurant que l'évolution se fait en conformité avec les exigences définies initialement.
- "S" comme "Suivi" : il enregistre les évolutions et les états successifs pour connaître à tout moment l'historique des évolutions du projet ou du produit géré.
- "A" comme "Audit" : il vérifie le respect des règles, des procédures et exigences, pour les performances du produit (aspect fonctionnel) comme pour l'application des évolutions (aspect physique).

Finalement, la connaissance de l'information technique, liée à l'évolution du projet concrétise l'aspect organisationnel de la maîtrise de l'information. C'est précisément sur la documentation produite que la tâche est qualitativement contrôlable.

5.2 L'apport des systèmes informatiques

Par ailleurs, l'informatique se trouve désormais mise en jeu dans les activités même de l'œuvre. Conception, fabrication, mise en service, maintenance et production assistées par ordinateur deviennent des technologies couramment utilisées.

5.2.1 La GDT (Gestion des Données Techniques)

Or, si l'utilisation d'outils d'assistance par ordinateur (XAO) accélère les tâches d'aide à la réalisation, le bénéfice obtenu se doit d'être préservé par une gestion des données techniques résultantes. Bien que tous les modèles et processus ne soient pas entièrement stabilisés, chaque membre de l'équipe pluridisciplinaire doit pouvoir impérativement partager des données pertinentes, uniques et fiables, quelle qu'en soit leur origine. En outre, par leur capitalisation, ces informations constituent le véritable patrimoine de l'entreprise. En évitant certaines redondances d'un projet sur l'autre et en assurant une diminution des variétés par une réutilisation en l'état d'éléments communs, le recours à leur utilisation est un facteur réducteur de risques, coûts et délais.

Malheureusement, avec l'explosion des données techniques informatisées, la gestion de tous les fichiers issus des différents systèmes de XAO devient toujours plus difficile. En plus,

on constate l'utilisation d'ordinateurs de conception différentes et la multiplicité des utilisateurs et des sites.

Tous ces éléments obligent à rechercher des solutions et des systèmes de « Gestion de Données Techniques » (GDT). Celle-ci permet la supervision des flux de données techniques à travers toute l'entreprise et de toutes les informations permettant de concevoir, tester, produire et maintenir les produits. Un tel système permet la communication entre les différents « îlots d'excellence » que peuvent constituer, à l'intérieur comme à l'extérieur des entreprises, chacun des principaux systèmes de XAO depuis la conception (CAO¹⁰, IAO¹¹, TGAO¹², Atelier de Génie Logiciel...), jusqu'à la maintenance (GMAO¹³), en passant par la production (GPAO¹⁴, FAO¹⁵, MAO¹⁶, CFAO¹⁷, productique atelier...), la qualité (QAO¹⁸) et la documentation (PAO¹⁹) (cf . Figure 6).

¹⁰ C.A.O. = Conception Assistée par Ordinateur

¹¹ I.A.O. = Ingénierie Assistée par Ordinateur (e.g. : calcul des structures)

¹² T.G.A.O. = Technologie de Groupe Assistée par Ordinateur (but : limiter les variétés de pièces utilisées en R&D).

¹³ G.M.A.O. = Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur ; elle permet, entre autres, la gestion des parcs clients et des interventions pour des opérations de maintenance préventives ou curatives.

¹⁴ G.P.A.O. = Gestion de Production Assistée par Ordinateur ; elle est utilisée pour la constitution de nomenclatures produit, la gestion des stocks et en-cours, le calcul de besoins de production, etc.

¹⁵ F.A.O. = Fabrication Assistée par Ordinateur ; elle sert pour la préparation des données de contrôle numérique, la sélection des équipements et outillages, etc.

¹⁶ M.A.O. = Méthodes Assistées par Ordinateur ; elle est employée pour la génération de gamme opératoire.

¹⁷ C.F.A.O. = Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur ; elle intègre la FAO et la MAO, facilitant le transfert Études / Production, épine dorsale du système C.I.M. (Computer Integrated Manufacturing).

¹⁸ Q.A.O. = Qualité Assistée par Ordinateur ; elle offre, par exemple, la possibilité d'élaborer des matrices de vérification par rapport à des exigences de besoins, et elle facilite l'élaboration des statistiques par l'exploitation des données des indicateurs...

¹⁹ P.A.O. = Pagination Assistée par Ordinateur ; elle est utilisée pour mettre en page et concevoir la documentation d'utilisation et de maintenance.

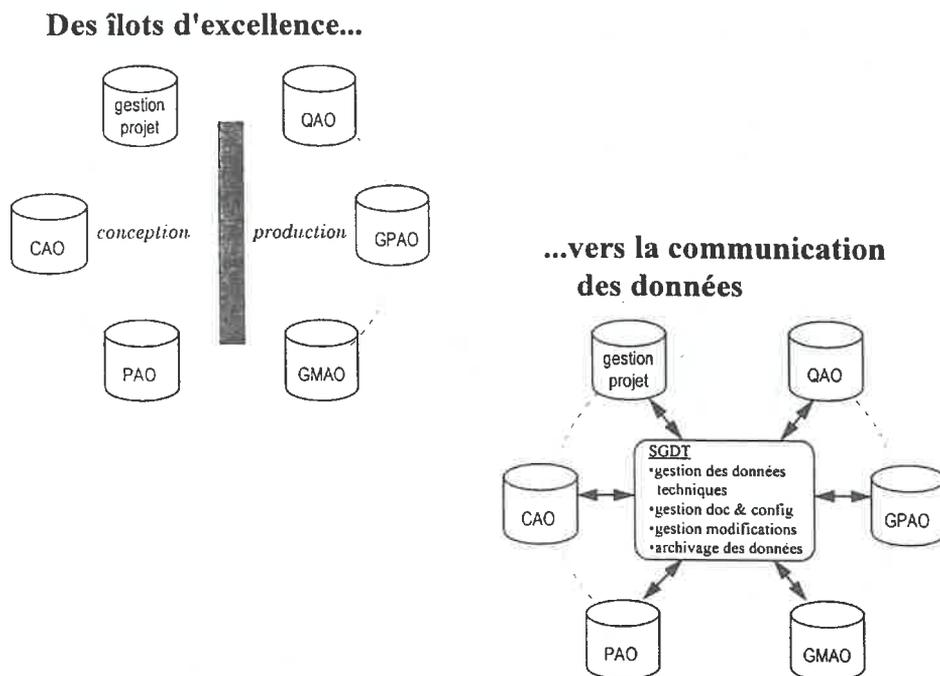


Figure 6 : Système de gestion de données techniques⁹.

Finalement, la GDT est la plaque tournante des informations de l'entreprise où chacun puise l'information unique qui lui est nécessaire. La circulation et l'accès aux informations, bien que réglementés, diminuent le temps de diffusion, évitant ainsi l'immobilisation des équipements ou un arrêt de la production.

5.2.2 Les outils de groupware

Au delà de la simple communication des données techniques entre les différents systèmes de XAO, l'informatique se révèle être également un puissant outil pour favoriser la communication entre les hommes et la circulation de l'information au sein de l'entreprise, mais aussi vis-à-vis de l'extérieur. A ce titre, l'apparition du *groupware* depuis le début des années 1990 semble enfin en mesure d'apporter des outils et des solutions pour permettre aux équipes de travailler en groupe et en concurrence (voir Figure 7)

En effet, le *groupware* peut apporter des réponses partielles ou complètes aux problèmes suivants, auquel de nombreuses organisations ont à faire face de nos jours :

- la gestion des documents devient trop volumineuse : en moyenne, un cadre français consomme 4000 pages par an et réalise 25 photocopies par jour,
- les sites de l'entreprise sont souvent géographiquement dispersés, entraînant des difficultés de communication et de mise en commun des informations entre les collaborateurs,
- les circuits administratifs deviennent de plus en plus lourds,
- les relations entre les sociétés qui regroupent généralement plusieurs métiers, et leurs clients, se complexifient,

- les nouveaux modes de management nécessitent une responsabilisation accrue des individus au sein des organisations,
- l'hétérogénéité des systèmes d'information rend délicate l'intégration d'ensemble, en particulier au gré des alliances entre les entreprises (besoin de flexibilité).

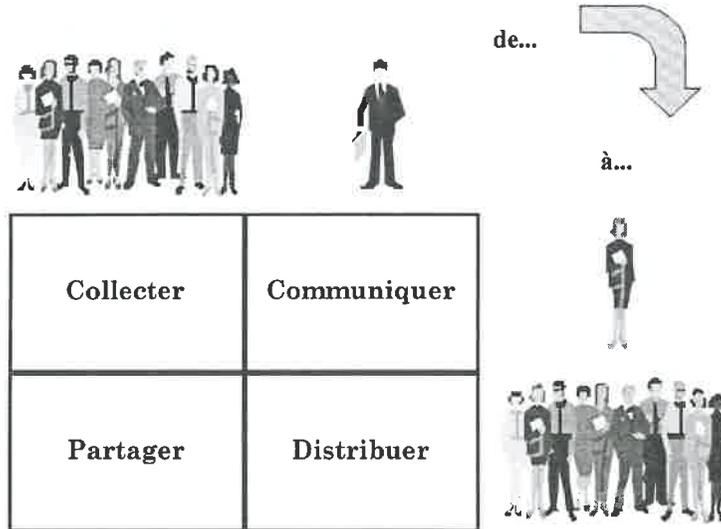


Figure 7 : Principales fonctions du *groupware*.

De plus en plus souples à utiliser, les outils du *groupware* permettent la transmission de notes, documents, de les annoter, de prévoir des réunions à partir des disponibilités des uns et des autres. Le recours à leur utilisation vient en complément des réunions classiques.

	MEME INSTANT	INSTANTS DIFFERENTS
MEME LIEU	AIDE A LA REUNION Projection d'écran PC Tableaux électroniques Salles de conférences	AIDE MEMOIRE ELECTRONIQUE Filtrage de messages Partage de fichiers Kiosque électronique
LIEUX DIFFERENTS	REUNION VIRTUELLE Audio-conférences Vidéo-conférences Téléréunions	COORDINATION PERMANENTE Messagerie Forum Agendas partagés Rédaction en groupe Workflow

Figure 8 : Catégories de *groupware*.

Au delà du simple partage de logiciels de bureautique, ces outils se répartissent en plusieurs catégories (cf. Figure 8) selon l'usage recherché :

- même lieu, même instant : outils d'aide à la réunion visant à améliorer les performances de celle-ci, mais qui nécessitent de lourds investissements et la présence d'animateurs ;
- même lieu, en différé : les aide-mémoire électroniques améliorent le fonctionnement du travail intensif en 3 x 8 ;

- lieux différents, même instants : les réunions virtuelles abolissent les déplacements et provoquent un allègement des délais, en augmentant la réactivité des échanges, et des coûts, notamment dans les groupes multisites ou à caractère international ;
- lieux et instants différés : la coordination permanente supprime l'obligation de présence simultanée d'individus qui travaille à leur rythme.

Par ce dernier usage, le traitement collectif d'un document est rendu possible grâce à l'utilisation de logiciels type *workflow*. La circulation du document s'effectue sur les écrans d'ordinateurs où chaque destinataire délivre pour chacune des étapes, les informations ou validations requises.

Pour bien fonctionner, le *groupware*, et plus particulièrement le *workflow*, nécessitent une définition des règles de gestion incluses dans le processus d'élaboration du document. Ceci implique d'avoir une parfaite connaissance des flux d'informations, prérequis indispensable à la mise en œuvre d'un *groupware*. Outil de transparence, pour être efficace, le *groupware* oblige les acteurs à jouer parfaitement le jeu préalablement défini.

La gestion de l'information se révèle être un puissant levier pour mettre en place la concourance. Ses dernières évolutions, liées à la diffusion des technologies internet et à l'apparition d'ordinateurs de plus en plus puissants et conviviaux, augmentent d'autant son potentiel.

6. Conclusion

Les pratiques de l'ingénierie simultanée réévaluent profondément les places que les acteurs industriels occupent dans la division taylorienne des responsabilités entre conception et production. En ingénierie simultanée, le futur réalisateur est, dès le départ, associé au processus de conception et donc d'élaboration de l'objectif. Il doit ainsi anticiper et expliciter ses problèmes, ses contraintes et les moyens nécessaires, juger de l'acceptabilité des propositions des experts amonts, autrefois imposées. Un des aspects les plus visibles en est le *design to process* : on demande ainsi aux producteurs de faire remonter l'expérience qu'ils ont acquise afin de ne pas réitérer les erreurs d'autrefois, coûteuses économiquement et qualitativement, et de valider ainsi les options technologiques du projet. L'acteur aval, hier simple exécutant en bout de chaîne, se retrouve maintenant au centre de tout le processus. Une situation qui est loin d'être confortable, car sa responsabilité est sans équivoque : il est condamné à réussir.

Il n'est donc pas étonnant de constater que la mise en œuvre de l'ingénierie simultanée se heurte encore à nombre de difficultés, qui tiennent autant à la volonté des uns de ne pas abandonner leurs prérogatives anciennes, qu'aux hésitations des autres à assumer les responsabilités qu'on leur propose. Dans le domaine industriel, le statut du producteur d'usine n'est pas le même que celui des services techniques centraux. L'ingénierie simultanée s'oppose ainsi à des préséances profondément ancrées dans les cultures et institutions françaises : l'abstrait est plus noble que le concret ; le stratège qui «décide» avant est plus grand que celui qui «fait» après. Le développement de la concourance rejoint ici la question beaucoup plus vaste, des hiérarchies sociales.

